

物理的防除および生物的防除資材を利用した 秋冬作メロンの病虫害防除体系

Integrated Pest Management on Autumn-winter Muskmelon by Using Physical and Biological Control Agents

行徳 裕・江口武志・森山美穂*・柏尾具俊**・横山 威

Yutaka GYOUTOKU, Takeshi EGUCHI, Miho MORIYAMA, Tomotoshi KASHIO and Takeshi YOKOYAMA

要 約

秋冬メロン栽培において、各種物理的防除および生物的防除資材、選択性農薬など利用した総合的病虫害管理 (IPM) 体系を組み立て、現地農家ほ場において環境にやさしい防除法を検討した。その結果、土壌消毒法として利用した熱水土壌消毒は、ネコブセンチュウおよび黒点根腐病に対して農家慣行防除と同等の被害防止効果が得られた。また、地上部害虫については、天敵や防虫ネットを導入することで、慣行防除と同等の収量および品質を維持しながら、化学合成殺虫剤の散布回数を半減することが可能であった。一方、IPM 体系に要する防除経費は農家慣行の3~9倍と高く、コスト面からみた普及は現状では困難と推察される。

キーワード：メロン、IPM、熱水土壌消毒、生物農薬、防虫ネット、選択的農薬

I 緒 言

施設メロン栽培では、*Melon necrotic spot virus* によるえそ斑点病、*Fusarium oxysporum* Schlechtendahl:Fries f.sp.*melonis* (Leach & Currence) Synder & Hansen によるつる割病、*Monosporascus cannonballus* Pollack & Uecker による黒点根腐病、サツマイモネコブセンチュウ *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood などが主要な土壌病害虫であるが、発生する種類はほ場によって異なる。地上部においても、*Didymella bryoniae* (Auerswald) Rehm によるつる枯病、*Pseudoperonospora cubensis* (Berkeley & Curtis) Rostwzew によるべと病、*Sclerotinia scleroriorum* (Libert) de Bary による菌核病、ワタヘリクロノメイガ *Diaphania indica* (Saunders), オオタバコガ *Helicoverpa armigera* (Hübner), アブラムシ類, アザミウマ類, コナジラミ類, ハダニ類などが発生し、減収または品質低下要因となっている。特に秋冬作は、育苗期から栽培初期の気象条件がこれらの病虫害の発生に好適であるため、高品質な果実を安定的に収穫する目的で化学合成農薬が多用されている。

一方、流通においては、食品の安全性に対する消費者意識や環境への影響に配慮した持続的農業生産に対する世論の高まりにより、農産物に対する化学農薬使用量の大幅な削減が求められている。このような社会的な要望に応えて、多くの作物で減化学農薬栽培のための技術開発が実施

され、開発された個別技術により総合的病虫害管理

(IPM) 体系が組み立てられ、トマトやナス、イチゴでは一部地域で導入されるようになってきている。同じ果菜類であるメロンにおいても化学合成農薬の使用量削減は大きな課題であるが、病虫害の種類が多く増殖が早いこと、果実外観が重要視されるなど栽培上の問題を抱えている。したがって、IPM 体系に利用する新たな防除技術に対しては高い防除効果が要求され、個別技術の開発や IPM 体系の試験例や導入事例は極めて少ない。

そこで、本研究では、開発あるいは開発段階にある各種生物的防除資材や物理的防除技術を利用した防除体系について実用性を検証することを目的に、現地農家ほ場における実証試験の結果について報告する。

土壌病害虫に対しては、物理的防除法として熱水土壌消毒法について検討した。熱水土壌消毒は、メロンの各種土壌病害虫に対して有効であることが既に報告されているが、処理コストが既存の薬剤に比べて割高である¹⁾。そこで、比較的耐熱性が高く、熱水土壌消毒による防除が難しいと考えられる黒点根腐病を対象に、効果と経費面から実用性の高い熱水土壌消毒の処理条件を中心に検討した。害虫に対しては、天敵農薬の利用を主体とした防除体系について検討した。近年、各種害虫に対して天敵農薬の登録が進められ、2005年現在、15種類の天敵生物が販売されている¹⁾。これらの天敵の利用方法とし

* 現在、熊本県東京事務所 ** 九州沖縄農業研究センター野菜花き研究部

て、害虫密度を調査し放飼する方法とスケジューリング的に放飼する方法がある。前者は、定期的な調査や専門知識を必要とするため、一般の農家への普及は難しい。一方、後者の方法は、マニュアルを作成し、初心者でも実施可能な方法である。今回の試験では、天敵農薬のスケジューリング放飼と防虫ネットや非接触型農薬、選択的農薬を組み合わせた防除体系について検討した。さらに、熱水土壤消毒を含む IPM 体系で生産された果実を出荷し、品質、販売価格等を慣行防除体系と比較し、実用性を評価した。

II 熱水土壤消毒の処理条件の検討

1 材料と方法

各試験区の構成を第1図に示した。以下、熱水処理区を熱水区、クロルピクリン剤処理区を CP 区と略す。

1) チューブ方式による作畦前 200L/m²処理 (試験 I)

鹿本郡植木町の黒点根腐病菌汚染ほ場 (褐色森林土、以下ほ場 A) において、作畦前の熱水土壤消毒と慣行の土壤消毒の防除効果を比較した。4 連棟のハウス全体を太陽熱消毒 (2000 年 7 月 5 日～8 月 5 日) した後、1 棟 (5.7m × 51m、以下 a 棟) を熱水区 (234 m²) と無処理区 (40 m²) に分割 (緩衝区として 17 m²) し、他の 2 棟 (各 5.7m × 51m) を CP 区に設定した。熱水処理は、土壤表面に散水ホース (商品名: スミサンスイ R 横とび、以下チューブ方式の試験は同商品を使用) の出水穴を下向きにして 70 cm 間隔で平行に敷設し、その上からポリエチレンフィルムを被覆して行った (以下全試験の土壤消毒は被覆下で実施した)。作畦前の 8 月 8 日～11 日の日中に熱水土壤消毒機 “BW25 (株式会社丸文製作所製)” を用い、85℃設定の熱水を 200L/m²量に達するまでホース内に通して処理した。CP 区は、8 月 23 日にクロルピクリン液剤を 30L/10a 処理した。熱水区、CP 区とも 9 月 4 日に被覆を除去し、同日に全区施肥、作畦した。9 月 7 日にメロン ‘ベネチア秋冬 II’ を定植した。

2) チューブ方式による処理時期と量の検討 (試験 II)

熊本県農業研究センター (菊池郡合志町) 内の黒点根腐病菌およびサツマイモネコブセンチュウの複合汚染ほ場 (黒ボク土、以下ほ場 B) において、チューブ方式による作畦前の土壤全面処理と作畦後の畦内集中処理の効果を比較した。試験区は、幅 7.5m のほ場を 1.5m ずつ 5 等分して設定した。すべての熱水処理は、2000 年 7 月 26 日または 27 日の日中に “BW25” を用いて行い、8 月 3 日に被覆を除去した。作畦前処理は、中心から等間隔になるよう 60 cm 間隔で 2 本のホースを配して熱水を処理し、8 月 8 日に施肥、作畦 (畦幅 60 cm) した。作畦後処理は、7 月 19 日に施肥、24 日に作畦 (畦幅 60 cm) し、

畦中央に 1 本のホースを配して熱水を処理した。作畦前、作畦後処理とも試験区面積換算で 100L/m²と 200L/m²処理区 (畦面積換算では 250L/m²と 500L/m²に相当) をそれぞれ設定した。無処理区の施肥および作畦は、熱水作畦後処理区と同様に行い、全区とも 8 月 8 日に ‘アールスセイヌ秋冬 系’ を定植した。

3) チューブ方式による作畦前後の処理時期の検討 (試験 III)

熊本県農業研究センター (菊池郡合志町) 内の黒点根腐病菌汚染ほ場 (沖積土、6m × 20m、以下ほ場 C) において、チューブ方式による作畦前処理と作畦後処理の効果を比較した。2001 年 4 月 27 日にほ場全面に施肥した。5 月 2 日に半分を作畦 (畦間 120 cm、畦幅 80 cm) し、畦中央に 1 本のホースを配して熱水をほ場面積換算で 100L/m² (畦面積換算で 150L/m²) 処理した。熱水土壤消毒機は “BW25” を使用した。5 月 8 日に残りの半分を 60 cm 間隔で熱水処理 (100L/m²) した。両区とも 5 月 16 日に被覆を除去、作畦し、5 月 17 日に ‘アールスセイヌ夏 II’ を定植した。

4) チューブ方式による作畦後処理の配管間隔と処理量の検討 (試験 IV)

熱水をチューブ方式で作畦後処理する際の配管数と量が防除効果におよぼす影響を検討した。ほ場 B を幅 130 cm ずつに 4 区画と 220 cm 1 区画に分割し、2001 年 4 月 19 日に 220 cm 幅の区画にクロルピクリンテープ剤 (1m/110 m²) を処理した。5 月 2 日に被覆を除去し、ほ場全面に施肥 (商品名: くみあい CDU 複合燐加安 S555, N:15,P₂O₅:15,K₂O:15 kg/10a) した。5 月 7 日に全区を作畦 (畦幅 90 cm) し、7 日または 8 日の日中に “BW25” を用いて熱水処理した。熱水区では、畦中央に 1 本または中央から等間隔に 2 本 (40 cm 間隔) を配管し、それぞれほ場面積換算で 100L/m²または 200L/m² (畦面積換算では 144L/m²と 289L/m²に相当) を処理した。全区とも 5 月 9 日に ‘アールスセイヌ夏 III’ を定植、8 月 9 日に収穫後、畦を破壊せず、9 月 17 日に ‘ベネチア秋冬 II’ を定植した。

5) 作畦後処理による処理量削減 (試験 V)

ほ場 A において、作畦後処理による熱水の処理量削減の可能性について検討した。すなわち、畦間の通路部分に相当する量を削減し、畦面積換算で 200L/m² (ほ場面積換算で 140L/m²) の熱水を畦に処理し、クロルピクリン剤処理と防除効果を比較した。クロルピクリン液剤は、2001 年 8 月 13 日～20 日に試験 I の CP 区跡に 30L/10a を処理した。9 月 2 日にほ場全体に施肥 (N:11.2,P₂O₅:15.4,K₂O:5.6 kg/10a) し、幅 5.7m のほ場に 80 cm 幅の畦を 5 列 (通路幅 45 cm) 立てた。熱水処理は、

名伸興産株式会社製試作機を使用し、9月5日～6日の日中に試験Ⅰの熱水区と無処理区跡の畦中央に1本配管して処理した。両区とも9月14日に‘ベネチア秋冬Ⅱ’を定植した。CP区では、10月7日～8日にトリクロホスメチル水和剤（500倍）を3L/m²株元に灌注した。

6) チューブ方式による作畦前処理の配管間隔の検討 (試験Ⅵ)

ほ場Cと隣接同形態の黒点根腐病菌汚染ほ場において、チューブ方式による作畦前処理の配管間隔が防除効果におよぼす影響を検討した。Cの全面を2002年9月9日～10日の日中に40cm間隔の配管で熱水200L/m²を処理した。隣接ほ場は、9月16日～17日の日中に60cm間隔の配管で同量を処理した。熱水処理消毒機は“BW25”を使用した。両区とも9月23日に施肥、作畦（畦幅80cm）し、24日に‘アールスセイヌ秋冬Ⅱ’を定植した。

7) 牽引方式による作畦前200L/m²処理 (試験Ⅶ)

ほ場Aにおいて、牽引方式による熱水処理消毒の防除効果を検討した。熱水処理は、2002年8月26日および27日の日中に九州オリンピック工業株式会社の機材を使用し、金属製の散布装置をウインチで牽引して行った。処理量は、15cm間隔に1列の吐出口がある散布装置をほ場の幅（5.7m）に調整し、約100L/分の熱水を均一に吐出させながら5.4m/時間のスピードで牽引することで200L/m²とした。試験Ⅴの熱水区跡のうち205m²を熱水処理し、残りの86m²と試験Ⅰ、ⅣのCP区跡をクロロピクリン液剤処理（30L/10a、8月13日～9月6日）した。全区とも9月6日に施肥、作畦し、13日に‘ベネ

チア秋冬Ⅱ’を定植した。CP区では、10月上旬にトリクロホスメチル水和剤（500倍）を3L/m²株元に灌注した。

8) 牽引方式による作畦前200L/m²処理 (試験Ⅷ)

ほ場Aにおいて、牽引方式による熱水処理消毒の防除効果を検討した。2003年8月にa棟全体を予め20cmロータリーで深耕し、9月1日に同棟の173m²と試験Ⅰ、Ⅴ、ⅧでCP区とした2棟にクロロピクリン液剤を30L/10a処理した。熱水処理は、2003年9月9日～10日の日中に九州オリンピック工業株式会社の機材を使用し、試験Ⅶと同様の要領でa棟の213m²（うち95m²はクロロピクリン液剤処理跡に重なる）に対して行った。全区とも9月12日に施肥、作畦し、25日に‘アールスセイヌ秋冬Ⅱ’を定植した。

2 調査方法

(1) 黒点根腐病またはネコブセンチュウ寄生との併発加害による発病

栽培期間中に菌核病などによる欠損株を除き、下記の基準に従い調査した。

発病株率 = 指数1以上株数 / 調査株数 × 100

萎凋、枯死株率 = 指数2以上株数 / 調査株数 × 100

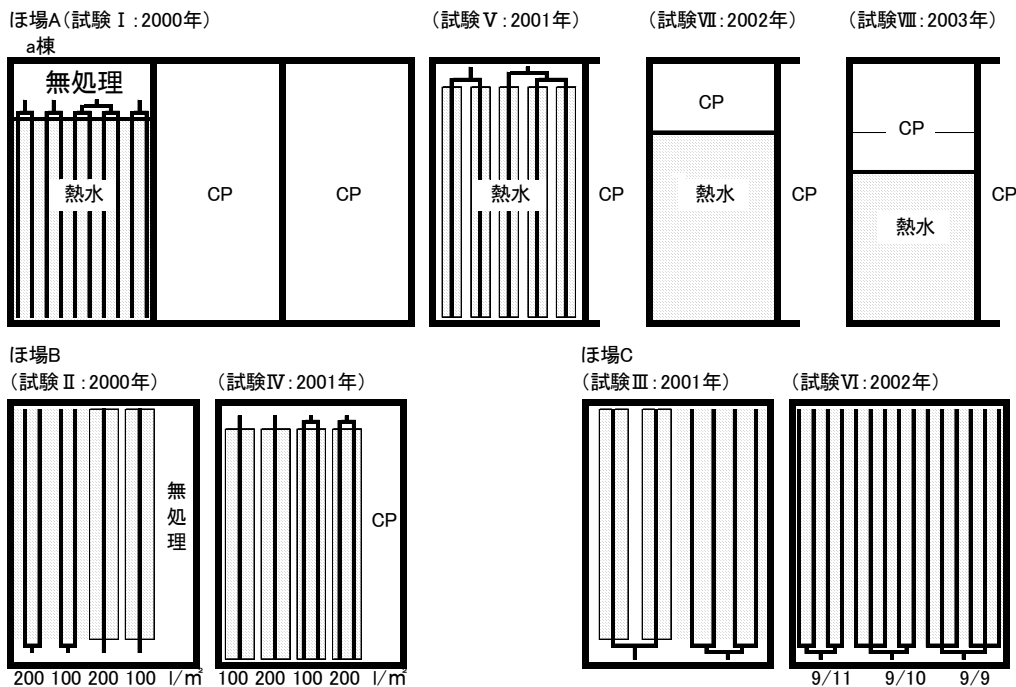
< 指数 >

4: 枯死

3: 全身が萎凋している

2: 一部の葉が萎凋している

1: 下葉の一部が黄化している



第1図 試験区の構成

(2) 黒点根腐病による根部被害

収穫終了後に株元を中心に半径約 50 cmの根を掘り上げ、下記の基準に従い調査した。また、子のう殻の付着の有無について併せて調査した。

$$\text{褐変度} = \Sigma (\text{指数} \times \text{株数}) / (4 \times \text{調査株数}) \times 100$$

<指数>

- 4：太い根の大部分が褐変
- 3：太い根の一部が褐変
- 2：細い根の大部分が褐変
- 1：細い根の一部が褐変

(3) ネコブセンチュウの根部寄生

黒点根腐病による根部被害調査に併せて調査した。

$$\text{根こぶ指数} = \Sigma (\text{指数} \times \text{株数}) / (4 \times \text{調査株数}) \times 100$$

<指数>

- 4：根全体に大きな根こぶが連なっている
- 3：根全体に多数の根こぶが認められる
- 2：根の一部に多数の根こぶが見られるか、根全体にぼつぼつとまばらに認められる
- 1：根こぶがわずかに見られる

(4) 生育、果実品質調査

生育は、つる長、最大葉、葉色 (SPAD) などについて、適宜行った。また、収穫期に果実の品質について、重量、ネット形成、糖度 (Brix) などについて調査した。

(5) 土壌の化学性

試験Ⅱ, Vにおいて、熱水土壌消毒の前後に、土壌 pH, EC, 硝酸態窒素量などについて調査した。

3 結果と考察

1) 地温の変化と防除効果

熱水土壌消毒は、給水量を増加させることで有効温度の到達深度が深くなり、その持続時間は長くなった (第1表)。森田⁷⁾によると、土壌中に存在するメロン黒点根腐病菌の子のう殻を死滅させるには、55℃で約1日間または50℃で約10日間の温湯処理が必要である。PS培養菌叢を用いて行った筆者の調査結果からも50℃未満では殺菌効果を得られ難いと考えられた (第2表)。熱水処理による有効地温の到達深度は、土壌の透水性や耕盤層の深さなど個々のほ場条件によって異なると考えられるが、地表下30cmまで最低有効地温 (50℃) を上回るには、概ね200L/m²以上の処理水量が必要と考えられた。200L/m²以上の熱水処理は、メロン黒点根腐病菌に対し、発病を遅延させる効果が認められた (第2図, 第3図)。試験Ⅰの前に行った太陽熱消毒は、高温乾燥傾向の気象条件にもかかわらず、ほ場中心部の10cm深で最高62.4℃、60℃以上の積算時間は50分、50℃以上の積算時間は132時間、30cm深では最高42.3℃にしか達しなかった。

第1表 熱水処理の各種条件による有効地温 (50℃) の持続性

土壌 深度	牽引方式		チューブ方式配管真下地点						チューブ方式2配管の中間点							
	褐色森林土		褐色森林土		沖積土		黒ボク土		褐色森林土		沖積土		黒ボク土			
	2001/m ²	200	200*	200	150	200	200	250	200	200	200	200	144	200	289	
0cm	295分	535	490	730	555	705	660	685	1160	1785	1785	360	250	515	655	
10	665	800	1185	1035	830	2035	1410	1870	1420	1830	1020	995	355	1140	1035	
20	915	1000	1465	1290	570	1930	2270	2430	885	1855	1220	1505	760	431	2285	
30	860	795	1610	1360	0	1650	2070	2730	895	1545	1155	1020	0	540	2340	
40	0	0	1445	1120	0		0		990	1480	875		0	0	1550	
50	0	0	995				0						0	0	0	
60	0	0					0									
時期**	前	前	後	後	後	前	前	前	前	前	前	前	前	後	前	後
試験区分	Ⅶ	Ⅷ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅲ	Ⅵ	予***	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅵ	Ⅳ	予	Ⅳ	

* 作畦後処理は畦面積換算の処理量

** 前：作畦前処理、後：作畦後処理

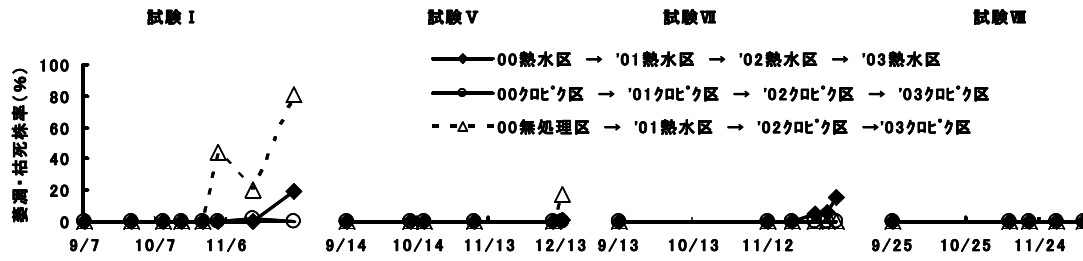
*** 本研究外の予備試験

第2表 黒点根腐病菌菌系の温水浸漬に対する耐熱性*

処理 温度	浸漬時間 (分)												
	10	20	30	40	50	60	120	180	360	720	1440	2880	
60℃	0/3**	0/3	0/3			0/3	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3	
50℃	3/3	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3			0/3		
40℃	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3		3/3	3/3	
25℃										2/2	2/2	2/2	

* 菌叢ディスクを所定温度の温水に浸漬し、PSA上で菌系の生育を確認した。

** 生存菌叢数/反復



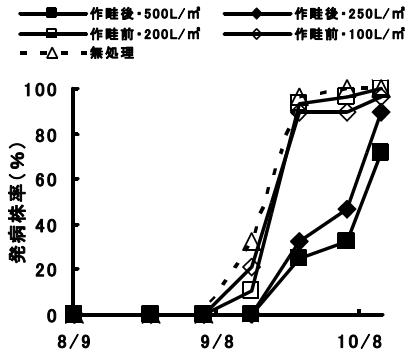
第2図 連年処理によるメロン黒点根腐病防除効果

第3表 連年処理によるメロン果実出荷率および黒点根腐病防除効果

試験区	'00(試験Ⅰ)				'01試験(試験Ⅴ)				'02試験(試験Ⅶ)				'03試験(試験Ⅷ)		
	出荷率	出荷率	根部褐変株率	褐変度	子のう殻形成株率	出荷率	根部褐変株率	褐変度	子のう殻形成株率	出荷率	根部褐変株率	褐変度	子のう殻形成株率	出荷率	収穫時発病度
熱水区	88.9%	93.8%	31.8%	19.3	0.0%	80.5%*	51.7%	38.8	13.8%	17.1%	56.8				
無処理区**	24.2		87.5	65.6	50.0	80.5*								4.5	
C P区	92.9	89.1	5.9	3.4	0.0	93.6	5.0	3.8	0.0	90.6	4.7				

* a棟全体の数値 ('00無処理区を含む)

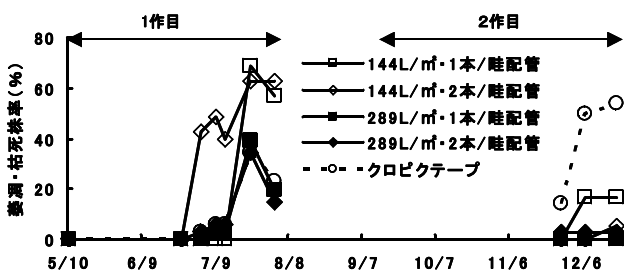
** '00無処理→'01熱水処理→'02クロロピクリン処理→'03クロロピクリン処理に当たる部分の数値 (a棟内)



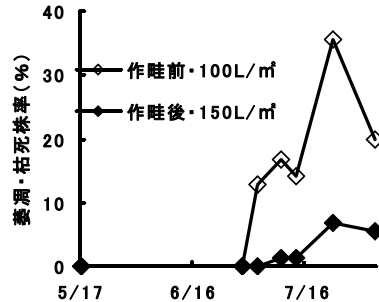
第3図 処理時期の違いによる防除効果の差

第4表 処理時期と量の違いによる黒点根腐病およびネコブセンチュウ防除効果

処理条件	褐変株率 (%)	褐変度	子のう殻形成株率 (%)	根こぶ形成株率 (%)	根こぶ指数
	作畦後・500L/m ²	52.6	17.1	5.3	0.0
作畦後・250L/m ²	70.0	36.3	50.0	0.0	0.0
作畦前・200L/m ²	82.3	40.3	64.7	0.0	0.0
作畦前・100L/m ²	100.0	76.3	90.0	0.0	0.0
無処理	100.0	96.3	100.0	65.0	32.5



第4図 作畦後の処理量と配管数の違いによる黒点根腐病およびネコブセンチュウの防除効果

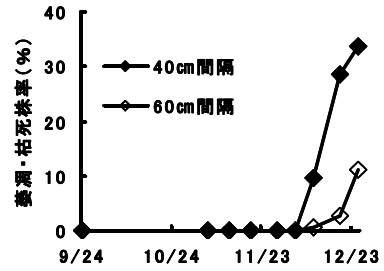


第5図 処理時期の違いによる黒点根腐病の防除効果 (試験Ⅲ)

第5表 作畦後の処理量と配管数による防除効果の差

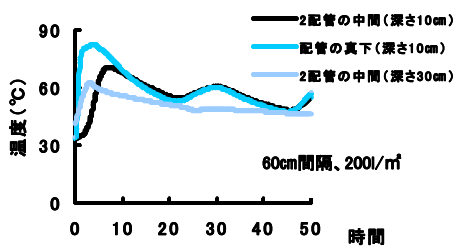
処理条件	褐変株率 (%)		褐変度		子のう殻形成株率 (%)		根こぶ形成株率 (%)		根こぶ指数	
	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目
	289L/m ² ・2本/畦配管	82.4	88.9	55.4	55.6	61.8	27.8	5.6	8.3	2.2
289L/m ² ・1本/畦配管	88.9	88.9	59.7	55.6	72.2	13.9	13.9	27.8	4.2	8.3
144L/m ² ・2本/畦配管	94.3	100.0	84.3	75.0	88.6	25.0	17.1	8.3	5.7	2.1
144L/m ² ・1本/畦配管	94.3	100.0	73.6	67.4	62.9	9.7	71.4	77.8	35.0	29.9
クロピクテープ	91.4	97.1	68.6	75.7	80.0	48.6	80.0	85.7	42.9	25.0

このため、無処理区は甚大な被害を受け、黒点根腐病菌の汚染ほ場では、太陽熱消毒はほとんど効果がないと思われた。本病による萎凋株は、軽微であれば収穫が可能のため、試験Ⅷ以外の熱水区では、クロルピクリン剤処理と同等の収穫果率が得られた(第3表)。熱水の処理量は144L/m²よりも289L/m²と多いほど効果が高く、144L/m²処理ではクロルピクリン剤処理より効果が劣った(第4表、第4図)。処理時期は、ほ場面積当たりの処理量が同じ場合、作畦前の全面処理よりも作畦後処理の効果が高かった(第3図、第4表、第5図)。これは、畦間面積分の量が畦内に加算されて投下されることと、処理後の作畦作業により作土中に未消毒の汚染土が混入する危険性が低いためと考えられた。チューブ方式による作畦前処理は、2配管の間の深さ10cm程度の部分の温度上昇が配管真下より遅れた(第6図)。試験Ⅵでは、隣接ほ場を使用して配管間隔を縮小することによる温度むらの解消について検討したが、深度30cmでは40cm間隔と60cm間隔の配管に差はなく、深度10cmでは最高温度、有効地温の持続時間も60cm間隔の方が優れていた(第7図)。その原因として、40cm間隔の処理区では夕刻に処理を終えたため、太陽熱による地温維持効果が得られず、特に浅深部での有効地温の持続時間が短くなった可能性が考えられた。両試験区でメロンを栽培すると、60cm間隔区の方が防除効果が高かった(第8図)。本試験のように40~60cm間隔で熱水処理を行う場合、20cm程度の配管幅の調節より、処理日の天候や処理終了時の時刻の方が浅深部の有効地温確保への影響が大きいと思われた。作畦後処理では、畦幅90cm、処理量144L/m²の場合、配管数を増やすことによりネコブセンチュウに対する効果が増大したが、289L/m²処理すると水平方

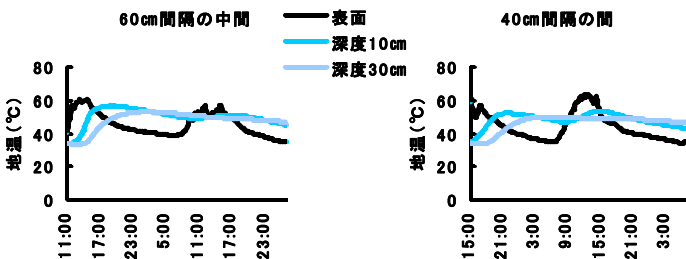


第8図 配管間隔の違いによる黒点根腐病の防除効果

向の温度むらを軽減するために畦当たり2本を配管することの利点はなくなった(第5表)。また、試験Ⅴでは、80cmの畦に1本配管で200L/m²を処理し、クロルピクリン液剤処理と同等の防除効果が認められたことから、黒点根腐病に対しては、熱水処理量の影響が大きく、配管数の重要性は低いと考えられた。本研究では、作畦前のチューブ方式と牽引方式の防除効果を直接比較しなかったが、試験Ⅰ、ⅤとⅦ、Ⅷの比較から、局所的に大量の熱水を短時間で処理する牽引方式より、少量を長時間かけて処理するチューブ方式の方が有効地温の到達深度、持続性とも優れていると思われた。森田ら⁸⁾は、蒸気消毒によって黒点根腐病菌の死滅を図るために地温が60℃に達することが必要であり、上面から蒸気を注入して地中深くまで地温を上げるのは容易でないと報告している。本研究の各試験結果からも熱水土壤消毒の本病に対する防除効果は、発病遅延と発病度の低下として現れ、感染株率を低下させることは困難であると思われた。ほ場Aにおいて、年1回、4年連続で熱水を処理したが、対照のクロルピクリン液剤処理区との被害の差は拡大した(第3表)。これらのことから、200L/m²程度の熱水処理では、次作への伝染源量を減らす効果はクロルピクリン液剤とトリクロホスメチル水和剤の組み合わせより低い、あるいはないため、数作毎に化学くん蒸剤処理を組み込む必要があると考えられた。一方、ネコブセンチュウに対しては、各処理条件で高い効果が認められた(第4表、第5表)。水平方向の処理むらに留意すれば100L/m²程度まで削減でき、次作まで効果が持続する可能性が示唆された。



第6図 チューブ方式による温度のむら



第7図 配管間隔の違いによる地温の変化

2) 土壌の化学性、メロンの生育と果実品質への影響

熱水処理により、深さ0~30cmの土壌pHは上昇し、ECは低下する傾向が認められた(第6表)。作土中の土壌水分は処理後数日中に定植可能となるが、硝酸態窒素は下方へ溶脱したため、熱水処理土壤消毒は施肥の前に実施する必要があると考えられた(第7表)。このことにより、作畦後処理を実用化するためには、熱水処理を前提とした施肥体系の再構築が必要と考えられた。熱水

第6表 熱水処理による土壌*の化学性の変化(試験II)

処理条件	施肥日	pH (1:2.5)		EC (1:5)		NO ₃	
		熱水前	熱水後**	熱水前	熱水後	熱水前	熱水後
		作畦後・500L/㎡	7月19日	6.26	7.16	1.02dSm ⁻¹	0.34
作畦後・250L/㎡	7月19日	6.35	7.22	0.64	0.35	16.3	1.3
作畦前・200L/㎡	8月8日	6.14	7.18	1.31	0.27	36.3	0.5
作畦前・100L/㎡	8月8日	6.15	7.10	0.45	0.23	13.3	1.3
無処理		6.25	6.72	0.38	0.59	9.6	27.5

* 深さ0-30cm

** 熱水前:7月18日採取、熱水後:8月3日採取、熱水処理:7月26日または27日

第7表 熱水処理による土壌水分と化学性の変化(試験V)

深さ	含水率(%)				NO ₃ (mg/乾土100g)			
	熱水区*		C P区		熱水区		C P区	
	9月3日	9月10日	9月3日	9月10日	9月3日	9月10日	9月3日	9月10日
0-10cm	20.9**	22.7	21.5	17.7	13.3	0.0	8.0	9.5
10-20	21.6	24.8	22.7	19.8	14.0	0.0	7.4	8.7
20-30	21.9	26.3	24.3	20.9	15.0	0.1	7.7	8.4
30-40	21.7	24.9	24.2	23.6	16.2	1.5	12.5	12.7
40-50	25.3	28.7	27.6	27.3	6.6	2.9	7.9	10.7

* 熱水処理:9月5日~6日、クロロピクリン処理:8月13日~20日

** 数値は3カ所の平均値

第8表 熱水処理によるメロン生育への影響(試験I)

試験区名	定植20日後					定植33日後				
	つる長	展開	最大葉			着果	最大葉			
	(cm)	葉数	縦長(cm)	横長(cm)	縦×横	節位	SPAD	縦長(cm)	横長(cm)	縦×横
熱水区	77.0*	13.6	19.1	19.7	376.3	13.7	43.1	29.3	29.7	870.2
C P区	74.5	13.9	20.6	20.9	430.5	12.7	46.1	27.9	29.7	828.6
無処理区	71.1	13.6	18.9	19.5	368.6	13.7	43.4	27.2	27.6	750.7

* 数値は20株の平均値

第9表 熱水処理によるメロンの初期生育への影響(試験I)

試験区名	調査カ所	つる長(cm)	茎径*(mm)	葉色** SPAD
熱水区	1	90.1a***	9.4a	44.2
	2	91.7a	9.4a	42.1
C P区		84.1b	8.4b	44.9

* 10節目の真上

** 10葉目の2カ所平均

*** 数値は定植28日後、25株の平均値

第10表 熱水土壌消毒の作業性

	牽引方式*	チューブ方式	
		作畦前処理**	作畦後処理***
ほ場面積(㎡)	205.2	250.8	279.3
実処理面積(㎡)	205.2	250.8	196.0
設定温度(℃)	85	85	85
熱水処理量(L)	41000(推定)	50920	38627
ほ場面積当たり処理量(L/10a)	200000(推定)	203000	138300
処理時間(時間/10aほ場)	30.9	101.7	37.1
時間当たり処理量(L/時間)	6500(推定)	1996.9	3726.1
燃料消費量(L/10aほ場)	2485(A重油)	1946(灯油)	1217(灯油)

* 試験VII

** 試験I

*** 試験V

第11表 熱水処理によるメロン果実品質への影響

試験区名	重量(kg)	縦径(cm)	横径(cm)	縦横比	アンテナ長(cm)	首径(cm)	ネット			等級割合(%)			Brix
							盛り	密度	揃い	秀	優	良	
熱水区	1.6	15.0	14.1	1.1	2.6	7.6	4.0	4.9	4.9	20.0	65.0	15.0	14.9
C P区	1.6	14.7	14.4	1.0	2.0	6.9	4.0	4.9	5.0	35.0	65.0	0.0	14.9
無処理区	1.7	15.3	14.4	1.1	2.4	7.4	4.1	4.9	4.8	25.0	75.0	0.0	16.2

* 数値は20株の平均、Brixのみ5果平均

** ネットは1~5(良)の5段階評価

処理後に施肥、作畦を行った試験Iにおいて、熱水区のメロンの初期生育は、他の区に比べやや徒長気味で、展

開葉数が少なく葉面積が小さい傾向が見られたが、交配期には無処理区との生育の差は見られなくなった(第8

表)。施肥、作畦後に熱水を処理した試験Vでは、熱水区の初期生育がCP区より早かったが、ネット形成期までに同程度となり、以降はCP区の方がやや優れた(第9表)。両試験とも果実が大型化する傾向があったが、糖度、外観品質に影響はなかった(第11表)。

(3) 作業性と経費

200 m²以上の規模で実施した各試験の作業実績を第10表に示す。熱水処理にかかる時間は、主としてボイラーの能力に依存するが、200L/m²を10aのほ場に処理するために31～102時間を要する計算となった。燃料費も機械の能力により幅があると考えられるが、作畦前全面処理で約76,000円～92,000円、畦間面積として約30%量をカットした作畦後では約47,000円の実績となった(灯油:39円/L, A重油:37円/Lとして試算)。慣行で使用されるクロルピクリン液剤の価格は、約28,000円(30L/10a)であるため、全面処理で約3倍、作畦後処理で6割高となる。実際には、電力その他にかかる諸費用がさらに加算されるため、今後、低コスト化に向けた技術開発が必要であると考えられた。

Ⅲ 天敵類を利用した主要害虫の防除技術の体系化

1 材料および方法

試験は熊本県植木町山本地区の現地農家ほ場において、2000～2003年に実施した。試験には4～6連棟のビニルハウスを使用した。防除体系は、天敵のスケジューリングの使用を基本に組み立てた。すなわち、定植時処理剤および定植後7～10日後に殺虫範囲の広い化学合成農薬を散布することで害虫の初期密度を抑制し、これらの薬剤の効果が低下し、各種害虫の密度増加(=発生初期)が予想される定植1カ月後から天敵農薬を投入した。天敵による防除が困難な害虫については、物理的防除技術や非接触型農薬、選択性農薬を組み入れた。

試験区は、生物的防除および物理的防除技術を組み入れたIPM体系(以下体系区)と農家の慣行防除体系(以下慣行区)の2区とした。体系区の殺菌剤散布は農家慣行とし、殺虫剤散布は害虫の発生を把握しながら、筆者らが散布の可否および薬剤の選択を行った。また、天敵農薬は筆者らが放飼時期および量を決定し、放飼した。慣行区の殺虫剤および殺菌剤の散布可否および農薬の選択は農家に一任した。なお、既に現地農家に導入されていた側窓開口部の防虫ネット(目合い1mm)については、体系区および慣行区の両区で利用した。

さらに、体系の実用性を評価するため、体系区および慣行区の収穫果実の等級別果数および価格を調査した。

1) 2000年試験

6連棟(間口5.4m,長さ50m)ハウスの1棟を寒冷紗で区切り、体系区(面積270m²)とし、残りの5棟を農家慣行区(面積1,350m²)とした。栽培品種は‘アールステムズ’、定植は9月18日、収穫は12月18日であった。体系区および慣行区の防除履歴を第12表に示した。

体系区は、定植時にニテンピラム粒剤を2g/株を植穴混和処理し、天敵農薬としてアザミウマ類およびハダニ類の防除にククメリスカブリダニ *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) (商品名:ククメリス, アリスタライフサイエンス(株)製)とタイリクヒメハナカメムシ *Orius strigicollis* (Poppius) (商品名:タイリク, 同), シルバーリーフコナジラミ *Bemisia argentifolii* Bellows et Perring の防除にオンシツツヤコバチ *Encarsia formosa* Gahan (商品名:エンストリップ, 同)を、ワタアブラムシ *Aphis gossypii* Glover の防除にコレマンアブラバチ *Aphidius colemani* Vierick (商品名:アフィパール, 同)を放飼した。

調査株は、体系区および慣行区から10株3地点(計30株)を選び、寄生する各種害虫および生息する天敵類の個体数、オンシツツヤコバチ、コレマンアブラバチの寄生率を概ね1週間間隔で調査した。

2) 2001年試験

4連棟(間口5.7m,長さ50m)ハウスの1棟(面積285m²)を寒冷紗で区切って体系区とし、残りの3棟(面積855m²)を農家慣行区とした。栽培品種は‘ベネチア秋冬Ⅱ’、定植は9月14日、収穫は12月15日であった。体系区および慣行区の防除履歴を第13表に示した。

体系区は、定植時にニテンピラム粒剤を2g/株を植穴混和処理し、アザミウマ類の防除にククメリスカブリダニ、ハダニ類の防除にチリカブリダニ *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (商品名:スパイデックス, 同), ワタアブラムシの防除にコレマンアブラバチを使用した。また、シルバーリーフコナジラミの防除にはピリプロキシフェンテープ剤を、チョウ目害虫防除にはBT剤を処理した。

調査株は体系区および農家慣行区から10株3地点(計30株)を選び、寄生する害虫および生息する天敵の虫数、コレマンアブラバチの寄生率を調査した。

3) 2002-3年試験

2002および2003年は同じ試験設計で実施した。隣接した4連棟(間口5.7m,長さ50m)および5連棟(間口5.7m,長さ50m)ハウスを用いた。4連棟ハウス(面積1,140m²)を体系区とし、5連棟ハウス(面積1,425m²)を慣行区とした。2002年は栽培品種が‘ベネチア秋冬Ⅱ

第12表 2000年試験の防除履歴及び栽培管理

処理月/日	体系区	慣行区
9/18	-----定植----- ニテンピラム粒剤2g/株	-----定植----- ニテンピラム粒剤2g/株
9/22	ククメリスカブリダニ 100頭/株	
9/29	ククメリスカブリダニ 100頭/株	
10/03	B T 顆粒水和剤1,000倍	スピノサド顆粒水和剤3,000倍
10/06	ククメリスカブリダニ 100頭/株 オンシツツヤコバチ 5カード/100㎡	
10/13	コレマンアブラバチ 70頭/100㎡ オンシツツヤコバチ 5カード/100㎡	エマメクチン安息香酸酢酸塩乳剤2,500倍
10/17	B T 顆粒水和剤1,000倍	
10/20	-----交配終了-----	-----交配終了-----
10/20	ククメリスカブリダニ 100頭/株 コレマンアブラバチ 70頭/100㎡ オンシツツヤコバチ 5カード/100㎡	チアクロブリド顆粒水和剤4,000倍
10/27	コレマンアブラバチ 70頭/100㎡	
10/31	シロマジン液剤1,000倍	
11/02	オンシツツヤコバチ 5カード/100㎡	
11/11	タイリクヒメハナカメムシ 40頭/100㎡	ニテンピラム水溶剤2,000倍 ミルベメクチン乳剤1,000倍
11/24		
11/28	ピメトロジン水和剤3,000倍	
12/06	ピメトロジン水和剤3,000倍スポット散布	
12/18	収穫	収穫

第13表 2001年試験の防除履歴及び栽培管理

処理月/日	体系区	慣行区
9/14	-----定植----- ニテンピラム粒剤2g/株	-----定植----- ニテンピラム粒剤2g/株
9/18	B T 顆粒水和剤1,000倍	
9/21	ククメリスカブリダニ 50頭/株	
9/25	B T 顆粒水和剤1,000倍	
9/27		スピノサド顆粒水和剤3,000倍 エマメクチン安息香酸酢酸塩乳剤1,000倍
9/28	チリカブリダニ 4頭/株	
10/03	シロマジン液剤1,000倍 B T 顆粒水和剤1,000倍	
10/05	チリカブリダニ 4頭/株 ククメリスカブリダニ 50頭/株	ルフェヌロン乳剤2,500倍 チアクロブリド顆粒水和剤4,000倍
10/11	B T 顆粒水和剤1,000倍 ピリプロキシフェンテープ剤33㎡/10a	
10/13		フルフェノクスロン乳剤2,000倍
10/15	-----交配-----	-----交配-----
10/19	B T 顆粒水和剤1,000倍 シロマジン液剤1,000倍	
10/20	ククメリスカブリダニ 50頭/株	
11/02	ククメリスカブリダニ 50頭/株	
11/06	B T 顆粒水和剤1,000倍	
11/09	チリカブリダニ 4頭/株	
11/13	B T 顆粒水和剤1,000倍 シロマジン液剤1,000倍	
11/16	ククメリスカブリダニ 50頭/株	
11/18		スピノサド顆粒水和剤3,000倍 スピノサド顆粒水和剤3,000倍 ミルベメクチン乳剤1,000倍
11/30	ピメトロジン水和剤3,000倍	
12/15	収穫	収穫

第14表 2002年試験の防除履歴及び栽培管理

処理月/日	体系区	慣行区
9/12	防虫ネット被覆	
9/13-14	-----定植----- ニテンピラム粒剤2g/株	-----定植----- チアメトキサム粒剤2g/株
9/30	エマメクチン安息香酸酢酸塩乳剤1,000倍	エマメクチン安息香酸酢酸塩乳剤1,000倍
10/02	ピリプロキシフェンテープ剤500m/10a	
10/09		エマメクチン安息香酸酢酸塩乳剤1,000倍
10/11	イサエアヒメコバチ 1本/10a コレマンアブラバチ 1本/10a	
10/13-15	-----交配-----	-----交配-----
10/18	イサエアヒメコバチ 1本/10a コレマンアブラバチ 1本/10a	
10/19	タイリクヒメハナカメムシ 1本/10a	
10/23	B T 剤1,000倍	フルフェノクスロン乳剤2,000倍
10/25	タイリクヒメハナカメムシ 1本/10a	
11/13		チアクロブリド顆粒水和剤4,000倍
12/11-13	収穫	収穫

第15表 2003年試験の防除履歴及び栽培管理

処理月/日	体系区	慣行区
9/20	-----定植----- チアメトキサム粒剤2g/株	-----定植----- チアメトキサム粒剤2g/株
9/24	防虫ネット被覆	
10/02	エマメクチン安息香酸酢酸塩乳剤1,000倍	エマメクチン安息香酸酢酸塩乳剤1,000倍
10/15	ピリプロキシフェンテープ剤300m/10a	
10/16	ミルベメクチン乳剤1,000倍	チアクロプリド顆粒水和剤4,000倍 フルフェノクスロン乳剤3,000倍
	-----交配-----	-----交配-----
10/24	イサエアヒメコバチ 1本/10a タイリクヒメハナカメムシ 1本/10a コレマンアブラバチ 1本/10a	
10/31	イサエアヒメコバチ 1本/10a タイリクヒメハナカメムシ 1本/10a コレマンアブラバチ 1本/10a	
11/04		エマメクチン安息香酸酢酸塩乳剤1,000倍
11/07	イサエアヒメコバチ 1本/10a	
11/11	防虫ネット除去	
11/14	イサエアヒメコバチ 1本/10a	
11/21	イサエアヒメコバチ 1本/10a タイリクヒメハナカメムシ 1本/10a	
11/22	ピメトロジン水和剤2,000倍	ピメトロジン水和剤2,000倍
11/30	アセタミプリド燻煙剤50g/400m ³	アセタミプリド燻煙剤50g/400m ³
12/06	ピリダベンフロアブル1,000倍	ピリダベンフロアブル1,000倍
12/11	アセタミプリド燻煙剤50g/400m ³	アセタミプリド燻煙剤50g/400m ³
12/22	収穫	
12/23		収穫

’, 定植が9月14日, 収穫が12月11～13日であった。体系区および慣行区の防除履歴を第14表に示した。2003年は栽培品種が‘アールスセイヌ秋冬Ⅱ’, 定植が9月20日, 収穫が12月22～23日であった。体系区および慣行区の防除履歴を第15表に示した。体系区は, 2002年にニテンピラム粒剤を, 2003年にチアメトキサム粒剤を2g/株で定植時植穴混和处理し, 各種害虫の初期密度を抑制するため, 定植1週間～10日後にエマメクチン安息香酸塩乳剤2,000倍を散布した。天敵の放飼は交配前から開始し, アザミウマ類に対してタイリクヒメハナカメムシを, ワタアブラムシに対してコレマンアブラバチを, トマトハモグリバエ *Lirimyza bryoniae* (Kaltenbach) に対してイサエアヒメコバチ *Diglypus isaea* (Walker) (商品名: マイネックス, 同) を使用した。また, シルバーリーフコナジラミの防除にはピリプロキシフェンテープを処理した。チョウ目害虫の防除は, 侵入防止を目的に目合い4mmの防虫ネット(日石コンウェッドネットOB-4120, 新日石プラスト(株)製)をハウス上部へ展張した。防虫ネットは, ハウスの軒と軒の間に直線的に展張し, ハウス側面側をマイカー線で, ハウスの正面および背面をビニペットとビニペットスプリング(東都工業(株)製)で固定することで, ハウスの地表面から1.8m以上の部分を覆った。

害虫および天敵の密度は, 体系区および慣行区から調査株を10株4地点(計40株)を選び, 個体数, 寄生率を定植時から概ね1週間間隔で調査した。なお, トマトハモグリバエについては, 脱出潜孔数を計数した。

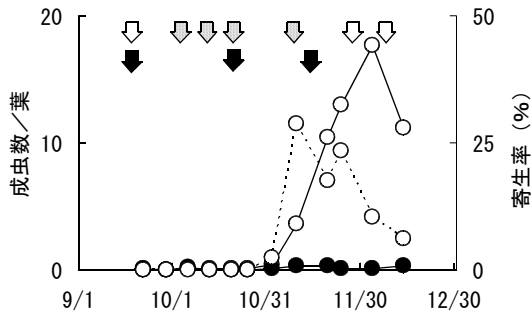
2 結果と考察

1) シルバーリーフコナジラミ

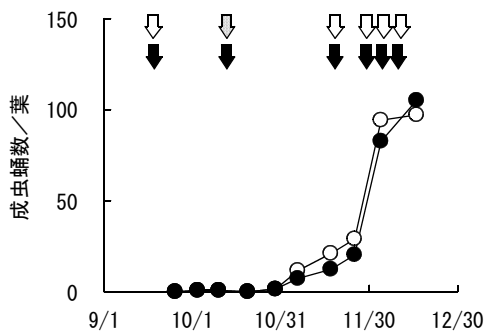
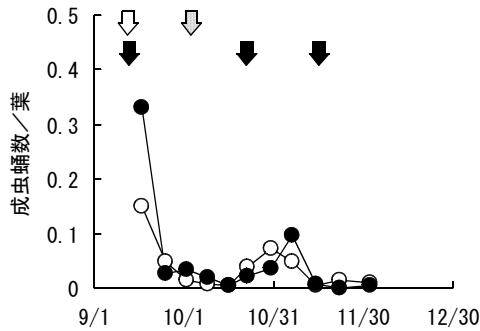
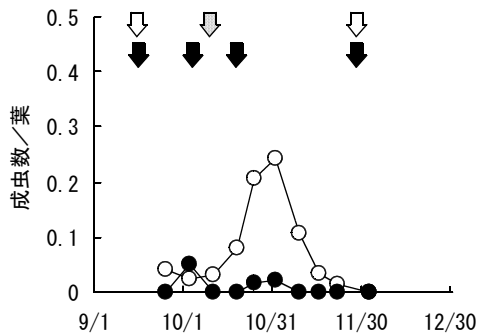
シルバーリーフコナジラミの防除に, 2000年はオンシツツヤコバチ, 2001～04年はピリプロキシフェンテープ剤を用いた。2000年試験におけるシルバーリーフコナジラミの発生推移を第9図に示した。ニテンピラム粒剤の効果が低下する定植1カ月後から概ね1週間間隔で4回, オンシツツヤコバチを放飼した。オンシツツヤコバチのマミーは, 放飼2週間後から観察され, その寄生率(マミー数/(生存蛹数+マミー数)×100)は, 11月上旬に20～30%まで増加した。しかし, シルバーリーフコナジラミ成虫の密度は11月上旬以降も増加し, 12月上旬には18頭/葉を上回り, すず病の発生が認められた。このため, 11月28日および12月6日にピメトロジン水和剤3,000倍を散布した。シルバーリーフコナジラミに対するオンシツツヤコバチの寄生率はオンシツコナジラミ *Toriadeuodes vaporariorum* (Westwood) に比べて低く, 防除効果も低いとされている⁴⁾。2000年試験は放飼量を登録の2倍量としたが, その密度抑制効果は不十分で, 本種をシルバーリーフコナジラミの防除に利用することは困難と考えられた。

オンシツツヤコバチに替わる防除資材としてピリプロキシフェンテープを用いて2001～2003年に試験を実施し, その結果を第10図に示した。2001, 2002年試験では, 体系区のシルバーリーフコナジラミ成虫あるいは成虫・蛹密度は, 収穫期まで0.3頭/葉以下であり, 本資材による高い密度抑制効果が確認された。しかし, 2003年試験の結果は2001, 2002年試験と大きく異なった。すなわ

ち定植1カ月後から成虫および蛹密度が増加し、11月下旬からすす病の発生が認められ、収穫前に成虫・幼虫密度



第9図 シルバーリーフコナジラミに対するオンシツヤコバチの密度抑制効果(2000年試験)
○:体系区, ●:慣行区, 実線:シルバーリーフコナジラミ成虫数, 破線:オンシツヤコバチ寄生率(=マミー数/(マミー数+健全蛹)×100)。
⇩:体系区の化学合成農薬散布
⇨:体系区の天敵放飼または資材処理
⇩:慣行区の化学合成農薬散布



第10図 シルバーリーフコナジラミに対するピリプロキシフェンテープの密度抑制効果(上:2001年試験, 中:2002年試験, 下:2003年試験); 図中の記号は第9図と同じ。

が100頭/葉を上回る激発条件となった。2003年試験では、ピリプロキシフェンテープを設置し、11月下旬からビメトロジン水和剤、アセタミプリド燻煙剤、ピリダベンフロアブルを散布した。これらの薬剤のうち、ピリダベンフロアブルで成虫の密度抑制効果が認められたものの、その他の3剤については効果が低い、またはないと考えられた。

熊本県では、2004年秋季にタバココナジラミバイオタイプQ *Bemisia tabaci* (Gannadius) Qbiotypeの発生が報告された¹⁷⁾。本種は、シルバーリーフコナジラミと形態的な差異がなく、ピリプロキシフェンや一部のネオニコチノイド剤に対して強度の抵抗性を獲得していることが明らかにされている^{11) 12)}。2003年試験においてピリプロキシフェンテープやアセタミプリドの防除効果が認められなかったことから、試験ハウス内でタバココナジラミバイオタイプQが発生していた可能性が高い。現在、熊本県内の施設野菜で発生するコナジラミの大部分はタバココナジラミバイオタイプQである。したがって、今回検討したネオニコチノイド系剤とピリプロキシフェンテープを組み合わせた体系の防除効果は期待できない。

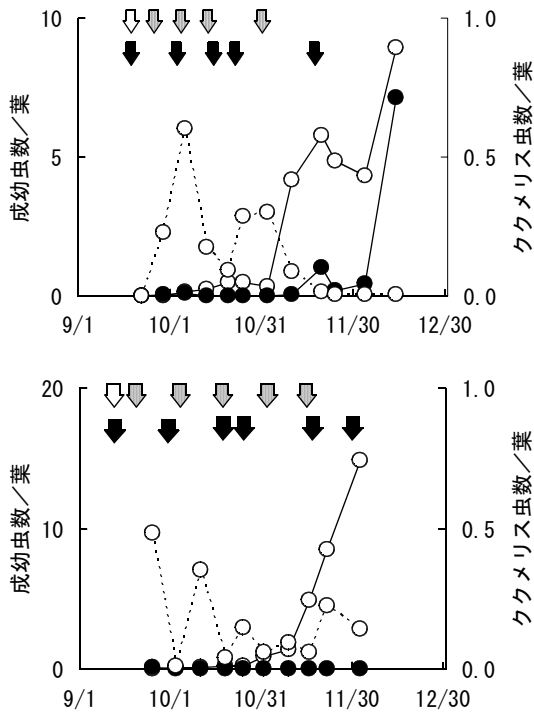
2) アザミウマ類

全試験を通じて、ミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* Karny, ミカンキイロアザミウマ *Frankliniella occidentalis* (Pergande), ヒラズハナアザミウマ *F. intonsa* (Trybon)の発生が確認されたが、優占種はミナミキイロアザミウマであった。体系試験では、ネオニコチノイド剤の定植時処理、エマメクチン安息香酸酢酸塩乳剤散布とアザミウマ類の捕食性天敵であるクメリスカブリダニまたはタイリクヒメハナカメムシ放飼の組み合わせについてアザミウマ類に対する密度抑制効果を検討した。

クメリスカブリダニについては、2000, 2001年の2カ年試験を実施した。その結果を第11図に示したが、2カ年とも放飼期間中クメリスカブリダニの定着が確認され、アザミウマ類の密度は5頭/葉以下に抑制された。しかし、最終放飼後、クメリスカブリダニの密度は減少し、収穫1カ月前後からミナミキイロアザミウマの密度が急激に増加した。

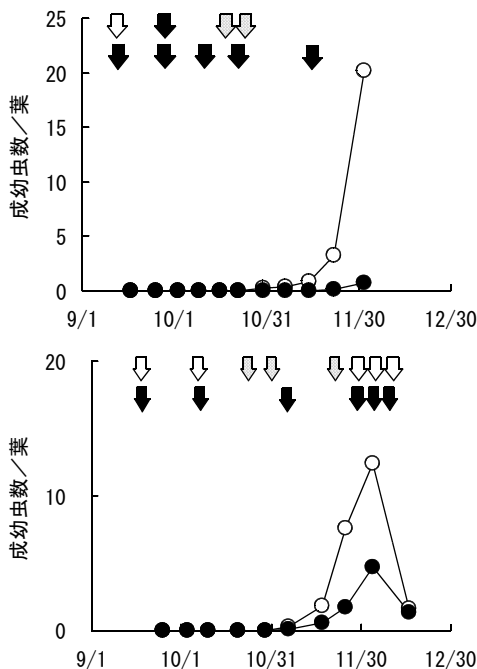
タイリクヒメハナカメムシについては、2002, 2003年に放飼試験を実施し、その結果を第12図に示した。体系区の密度は、本種の放飼後、慣行区には劣るものの、収穫1カ月前までアザミウマ類成幼虫の密度を2~3頭/葉以下に抑制した。その後、密度が増加し、収穫時には約10頭/葉の密度となり、上位葉を中心に被害が見られた。

定植時のネオニコチノイド剤処理や定植7~14日後のエマメクチン安息香酸酢酸塩乳剤との組み合わせるこ



第11図 アザミウマ類に対するククメリスカブリダニの密度抑制効果(上：2000年試験，下：2001年試験)
○：体系区，●：慣行区，実線：アザミウマ類成幼虫数，破線：ククメリスカブリダニ虫数

⇩：体系区の化学合成農薬散布
⇩：体系区天敵放飼
⇩：慣行区の化学合成農薬散布



第12図 アザミウマ類に対するタイリクヒメハナカメムシの密度抑制効果(上：2002年試験，下：2003年試験)

図中の記号は第11図と同じ。

とで、ククメリスカブリダニ、タイリクヒメハナカメムシ

によるアザミウマ類に対する密度抑制効果が定植後2ヶ月間認められた。アザミウマ類による果実被害も認められなかったことから、防除体系に利用可能な資材と考えられた。いずれの天敵でも、収穫前に密度抑制効果の低下が確認された。この原因の一つは、ククメリスカブリダニおよびタイリクヒメハナカメムシの定着率が低いことが考えられる。ククメリスカブリダニの密度は放飼期間中維持されるが、放飼終了後、急速に低下する。放飼間隔を検討した行徳ら²⁾も同様な結果を得ており、メロン株上における本種の増殖率が低く、密度を維持するためには収穫時まで1週間間隔で放飼する必要があることを明らかにしている。また、タイリクヒメハナカメムシは、2002年、2003年の2カ年とも幼虫の発生が認められず、密度抑制効果は放飼世代のみで、期待された次世代による効果は確認されなかった。以上の結果は、メロンにおける両天敵の定着が不十分であり、収穫時まで多数回の放飼が不可欠であることを示唆している。

アザミウマ類は卵巣の発育に花粉が、増殖場所として新梢葉が必要である。試験ほ場は、交配後の草勢低下を防ぐため、新梢および花蕾の除去を実施されていなかった。この結果、交配後にアザミウマ類の増殖に好適な生息環境となり、収穫前の急激な密度増加が起こったと考えられる。

以上の結果から、ククメリスカブリダニおよびタイリクヒメハナカメムシはメロンのアザミウマ類の防除に有効な資材であり、今回の放飼方法でも一定の効果が得られたと考える。ただし、安定した効果を得るためには、両天敵の放飼間隔、時期について個別に検討すると同時に栽培管理の改善も必要である。

3) ハダニ類

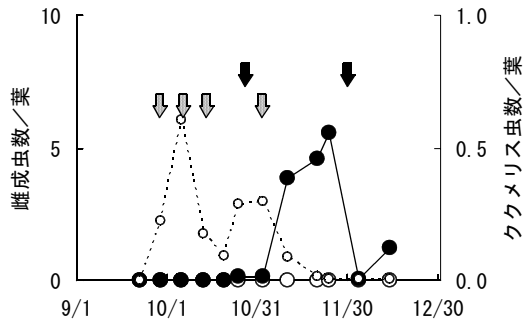
試験ほ場ではナミハダニ *Tetranychus urticae* Koch とカンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* Kishida の発生が認められ、ナミハダニが優占種であった。

2000年試験ではククメリスカブリダニ、2001年試験ではククメリスカブリダニとチリカブリダニを放飼した。2000年、2001年試験では体系区において、ハダニ類の発生は観察されなかった。一方、慣行区では局所的な発生が認められ、ダニ剤が散布された(第13図)。

2002年、2003年には定植7~10日後に複数の害虫の防除を目的に、ハダニ類にも効果があるエマメクチン安息香酸酢酸塩乳剤を散布された。2003年にはトマトハモグリバエの防除を目的にさらにミルベメクチン乳剤を散布した。両年とも一部の株でハダニ類の寄生が観察されたが、増殖することではなく、収穫期まで低く抑制された。

ククメリスカブリダニはアザミウマ類の捕食性天敵であるがハダニ類の卵および若虫、幼虫を捕食し、低密度であれば、防除効果が認められることが明らかにされている

6)。2000年、2001年試験の結果は、経済栽培規模の農家栽培ほ場においてアザミウマ類の防除を目的に本種を放飼することで、ハダニ類に対する密度抑制効果が期待できることを示している。また、2002年、2003年の結果から、定植直後の発生初期にハダニ類の防除を実施することで、収穫期まで本害虫の発生を低密度に抑えることが可能であ



第13図 ハダニ類に対するククメリスカフリダニの密度抑制効果(2000年試験)

○:体系区, ●:慣行区, 実線:ハダニ類雌成虫数, 破線:ククメリス虫数, その他図中の記号は第11図と同じ。

ることが明らかとなった。

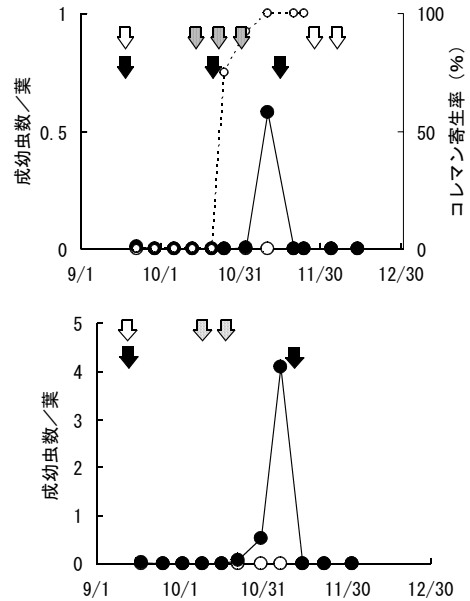
4) ワタアブラムシ

2000年、2002年および2003年の3年間、ワタアブラムシの防除にコレマンアブラムシを使用した。その結果を第14図に示した。2000年試験では、体系区の調査株でワタアブラムシの発生が認められた。発生時から、コレマンアブラバチの寄生が確認され、3週間後には寄生率が100%となった。2002年、2003年試験では、体系区の調査株上ではワタアブラムシの寄生は確認できなかった。しかし、谷下開口部周辺の株にワタアブラムシの寄生が認められ、コレマンアブラバチの寄生率は90%以上であった。3カ年とも本種の寄生を確認した後、ワタアブラムシの再発生は見られず、慣行区の散布薬剤と同等の高い防除効果が確認された。

以上の結果から、ワタアブラムシに対するコレマンアブラバチの密度抑制効果は高く、定植時のネオニコチノイド粒剤処理と組み合わせることで、収穫期まで本害虫の密度を抑制することが可能であることが明らかとなった。

5) トマトハモグリバエ

トマトハモグリバエは、1999年に日本への侵入が確認され、試験ほ場のある植木町では、2000年に発生を確認した。2000年および2001年試験では選択的農薬により発生を抑えた。2002年、2003年試験については、ハモグリバエ類に登録されたイサエアヒメコバチを用いて、防除効果を検討した。その結果を第15図に示した。2002年試験では、エマメクチン安息香酸酢酸塩乳剤散



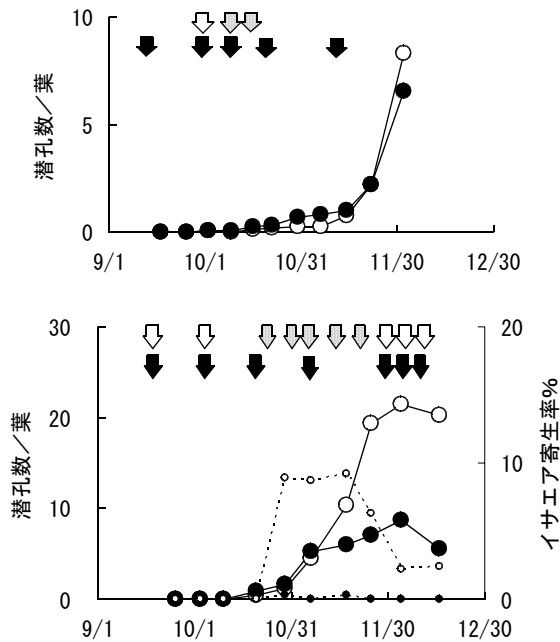
第14図 ワタアブラムシに対するコレマンアブラバチの密度抑制効果(上:2000年試験,下:2002年試験)

○:体系区, ●:慣行区, 実線:ワタアブラムシ成幼虫数, 破線:コレマンアブラバチ寄生率, その他図中の記号は第11図と同じ。

布後、1週間間隔で2回放飼し、慣行区と同等の効果が得られた。収穫1カ月前から潜孔数が増加し、収穫時には8個/葉まで増加したが、慣行区との差はなく、果実肥大および品質への影響も認められなかった。2003年試験では、ネオニコチノイド粒剤およびエマメクチン安息香酸酢酸塩乳剤散布後1週間間隔で4回の放飼を行った。1回目放飼直後からイサエアヒメコバチの幼虫寄生が確認されたが、寄生率は放飼期間中、収穫期まで10%未満で推移した。体系区の潜孔数は、収穫45日前まで慣行区と同程度であったが、その後増加し、収穫時には上位葉を中心に20個/葉まで増加した。果実肥大および品質への影響は認められなかったが、密度抑制効果は低いと考えられる。

トマトハモグリバエに対するイサエアヒメコバチの防除効果は主にトマトで試験され、本種の効果がマメハモグリバエ *Liriomyza trifolii* (Burgess) に比べてトマトハモグリバエでは低いことが報告されている⁵⁾。2002年、2003年試験は、本天敵の寄生性が高いマメハモグリバエに対する処理量で実施されている。トマトハモグリバエに対する寄生性はマメハモグリバエに比べて低いことから、処理量等について、今後検討する必要がある。ただし、2002年試験で慣行区と同程度の効果が得られたこと、2003年試験においても生育あるいは果実品質への影響は認められなかったことから、イサエアヒメコバチはIPM体系の中でトマトハモグリバエに対して利用可能な

防除資材であると考えられる。

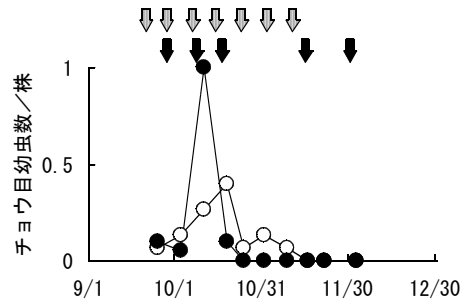


第15図 トマトハモグリバエに対するイサエアヒメコバチの密度抑制効果(上:2002年試験,下:2003年試験)
○:体系区, ●:慣行区実線:ハモグリバエ潜孔数, 破線:イサエアヒメコバチ寄生率, その他図中の記号は第11図と同じ。

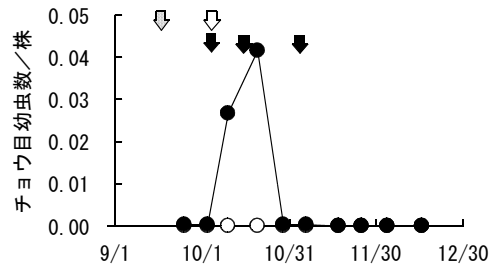
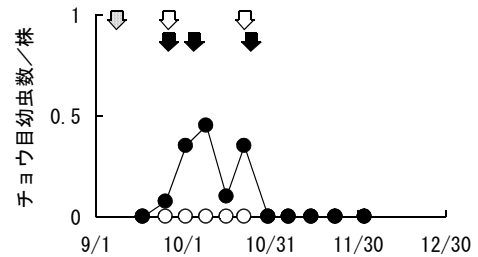
6) チョウ目害虫

試験ほ場では、チョウ目害虫としてワタヘリクロノメイガ、オオタバコガおよびハスモンヨトウ *Spodoptera litura* (Fabricius) の発生が確認された。優占種は、ワタヘリクロノメイガとオオタバコガで、定植直後から11月上旬まで連続的な発生が観察された。2001年試験ではBT剤を用いて防除を実施したが、慣行区と同じ水準に幼虫密度を抑えるためには、7回の防除が必要であった(第16図)。防除の省力化を図るため、2002, 2003年は防除資材として防虫ネットを用いた。害虫の種類によって使用する防虫ネットの目合いが異なる。各チョウ目害虫の侵入防止に有効な防虫ネットの目合いは、ワタヘリクロノメイガが4mm³⁾、オオタバコガおよびハスモンヨトウが5mmである¹⁶⁾。このため、2002, 2003年試験では全てのチョウ目害虫に効果が期待される目合い4mmの防虫ネットを供試した。試験結果を第17図に示した。2カ年とも慣行区に比べて寄生葉虫数、被害ともに少なく、高い被害防止効果が確認された。

2カ年の試験結果から、目合い4mmの防虫ネットをハウス上部に展開することで、高い侵入防止効果が認められた。ただし、天窗開口部にネットを設置することで、ハウス内外の換気効率が下がり、ハウス内の温度、湿度が未設置ハウスに比べてやや高くなる傾向がある³⁾。今後、展開方法やネットの種類について検討する必要がある。



第16図 BT剤によるチョウ目幼虫に対する密度抑制効果(2001年試験)
○:体系区, ●:慣行区, その他図中の記号は第11図と同じ。



第17図 目合い4mm防虫ネットのチョウ目幼虫に対する密度抑制効果(上:2002年試験,下:2003年試験)
○:体系区, ●:慣行区, その他図中の記号は第11図と同じ。

る。

7) 防除回数および防除経費

2000年～2003年試験の体系区、慣行区の散布回数および両区の防除経費を第16表に示した。天敵農薬や非接触型農薬、防虫ネットの使用により体系区の化学合成農薬の使用回数は慣行区に比べて30～60%削減された。しかし、防除経費は3～9倍となった。

収穫期間の長いトマトやナスの場合、放飼した天敵が圃場内に定着し、長期間対象害虫の密度を抑制することで化学合成農薬の購入費および散布労力が軽減され、天敵の購入経費を吸収できる¹⁴⁾。しかし、メロンでは、栽培期間が短く天敵放飼による経済的メリットが十分に享受できない。また、発生する害虫種が多く、害虫毎に天敵を放飼する必要があるため、害虫種の少ないトマト、ナス等に比べ、経費が割高となる。したがって、メロンで天敵を利用する場合、慣行栽培に比べて収穫果実が高価格で販売されることが必要条件と考えられる。

第16表 各試験年の体系区、慣行区の殺虫剤散布回数および防除経費

年度	処理殺虫剤*数		除経経費 (円/10a)	
	体系区	慣行区	体系区	慣行区
2000	4(12)***	6	71,861	14,349
2001	5(8)	9	90,421	25,654
2002	2(6)	5	142,944	10,852
2003**	7(10)	9	158,753	29,531

* : 化学合成殺虫剤の延べ使用回数

** : タバココナジラミバイオタイプQの防除4回を含む

*** : ()は天敵農薬放飼延べ回数

8) 収量および果実品質

各試験年度別の収量、果実品質を第17表に示した。2003年試験は、コナジラミ類が多発し、本害虫を対象とした防除を実施したため、評価できない。このため、2000～2002年、3カ年間の結果でIPM体系を評価した。2000年試験では、慣行区に比べて体系区の秀優果率が低かった。これは、シルバーリーフコナジラミの多発によりすす病が発生し、果実外観を損なったことが原因であった。2001年、2002年試験では、2001年試験の秀優品果率や2L以上果率に差が見られる。しかし、反復のない試験であり、区間差を考慮すると、大きな差はなく、概ね同程度の収穫果率、秀優品果率、2L以上果率、糖度であったと考えられる。

以上の結果から、天敵農薬を主体とした体系においても、慣行防除と同程度の収量、品質を維持できることが示唆された。

第17表 各試験年の体系・慣行区の収量及び果実品質

年度	区別	収穫果率	秀優果率	2L以上果率	Brix
2000	体系区	91.3%	25.8%	10.4%	14.2
	慣行区	95.6	64.9	14.3	14.2
2001	体系区	95.6	88.1	77.8	14.2
	慣行区	92.4	98.0	65.8	14.2
2002*	体系区	97.7	91.0	55.3	14.2
	慣行区	93.8	85.5	53.8	14.1
2003	体系区	77.3	52.3	93.3	16.0
	慣行区	87.7	51.9	92.3	15.7

* : 発酵果の発生があったため、直接市場出荷された果実があった。秀優果率及び2L以上果率、Brixは農協出荷果実についての比率及び分析値。

9) 害虫に対するIPM体系の評価

秋冬作メロンにおいて生物的防除、物理的防除を導入したIPM防除体系について検討した。導入した技術のうち、ワタアブラムシに対するコレマンアブラバチ、チョウ目害虫に対する防虫ネット、ハダニ類に対するククメリスカブリダニ、シルバーリーフコナジラミに対するピリプロキシフェンテープは安定した効果が認められ、個別技術として

も普及可能と考えられた。また、アザミウマ類に対するククメリスカブリダニおよびタイリクヒメハナカメムシ、トマトハモグリバエに対するイサエアヒメコバチについても不安定であるが、効果が確認された。これらの個別技術を組み合わせた2002年試験では、化学合成殺虫剤の使用回数は慣行区の半分以下であり、収量および品質も同等であった。

このように、今回組み立てられた体系についても防除効果については2002年度において普及可能な水準に達したと考える。しかし、防除経費あるいはタバココナジラミバイオタイプQの防除対策において問題が残され、現段階で現地に普及することは困難である。今後、少量または少数回放飼による天敵農薬経費の削減技術や新発生害虫に対する防除技術の開発およびそれらの技術のIPM体系への組み入れなどの検討が必要である。

IV 総合考察

熱水土壤消毒は、慣行の化学くん蒸剤にかわる環境にやさしい土壤消毒技術として注目されている。しかし、効果的かつ経済的な処理方法が不明であるため、普及されていない。一方、天敵農薬を基幹としたIPM体系は、トマトやナス、ピーマン、イチゴなど長期間栽培する作物を中心に体系化され、一部地域では普及段階に入っている。長期栽培作物では、放飼した天敵が定着して長期間害虫の発生を抑制するため、防除経費あるいは労働費の面で有利となる。しかし、栽培期間が短いメロンについては、これらのメリットが十分ではなく、IPM体系の試験事例も限定されていた。

今回実施した試験では、個々の生物的防除技術あるいは物理的防除技術で農家慣行の防除技術と概ね同等の効果が得られた。また、体系化試験としても、慣行栽培と同等の収量および品質を維持しながら化学合成殺虫剤の使用回数を50%削減することが可能であった。しかし、個々の生物的あるいは物理的防除技術にかかる防除経費は慣行の防除技術に比べて高く、慣行技術あるいは体系に比べて、熱水土壤消毒で約3倍、地上部害虫に対するIPM体系で3～9倍であった。生産物の販売を差別化し、防除経費を販売単価に反映させることで収益性を維持する方法もある。IPM体系と慣行防除体系で生産されたトマトの価格差は10%程度と予想される¹⁸⁾。メロンにおいて同程度の価格差が期待されることを前提に、販売実績から慣行防除体系との収益性を比較した結果、差別化による販売額の増加分は防除経費の増加分でほぼ相殺され、経済的なメリットは生じないことが明らかとなった。

メロンの場合、IPM体系を導入しても生産者にとっての経済的メリットが小さく、体系としての導入は困難と

考えられる。今後、機械の性能の向上や天敵農薬の少量または少数回放飼技術など、効率的な処理方法を検討し、IPM体系の防除経費低減が必要である。

なお、化学合成農薬と同等以上の効果が確認されたコレマンアブラバチや防虫ネット等については個別技術については単独で導入することが可能と考えられる。

V 摘要

- 1) 熱水土壤消毒は、チューブ方式、牽引方式とも 200L/m²以上の処理量により黒点根腐病およびネコブセンチュウに対して防除効果が認められる。ただし、効果の持続性はクロルピクリンに比べて劣り、数年毎に化学くん蒸剤の処理が必要と考えられた。
- 2) ネオニコチノイド系粒剤と天敵農薬を利用することでワタアブラムシ、ハダニ類、トマトハモグリバエおよびアザミウマ類に対する化学合成殺虫剤の使用回数を削減することが可能である。
- 3) シルバーリーフコナジラミの発生は、非散布型農薬のピリプロキシフェンテープ剤を利用することで抑制可能である。
- 4) 目合い4mmの防虫ネットをハウス上部に展張することで、チョウ目害虫の侵入をほぼ完全に抑制することが可能である。
- 5) 定植時にネオニコチノイド系粒剤および栽培初期のエマメクチン安息香酸酢酸塩乳剤を処理し、交配前後からスケジュール的に天敵を放飼する天敵利用技術とピリプロキシフェンテープおよび防虫ネットを組み合わせたIPM体系により、収量、品質を維持しながら、化学合成農薬の使用回数を農家慣行の半分に抑えることが可能である。しかし、今回組み立てたIPM体系の防除コストは農家慣行の3~9倍である。

本報告は持続的農業推進のための革新的技術開発に関する総合研究「環境負荷低減のための病害虫群高度管理技術の開発」(2000年~2003年)として取り組んだものである。本研究の遂行に当たり、熱心な指導と助言をいただいた九州沖縄農業研究センターの関係各位、熱水土壤消毒機の貸し出しおよび作業に協力いただいた名伸興産株式会社、九州オリンピック工業株式会社、ほ場を提供いただいた大石真次、畠山義臣両氏、調査に協力いただいた熊本県鹿本農業改良普及センター、鹿本農業協同組合の関係各位に深く感謝する。

VI 引用文献

- 1) 行徳裕：農業学会誌 **30**(2), 165-170, 2005.
- 2) 行徳裕, 柏尾具俊, 横山威：九農研 **66**, 100, 2004.
- 3) 行徳裕, 柏尾具俊, 横山威：九病虫研会報 **50**, 66-71, 2004.
- 4) Heinz, K.M. : Predators and parasitoids as biological control agents of Bemisia in Greenhouse. Gerling, D. and R.T. Mayer eds., Bemisia : 1995 Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management. Intercept, Andover, UK, 435-449, 1996.
- 5) 柏尾具俊：九農研 **65**, 102, 2003.
- 6) 柏尾具俊：九農研 **66**, 99, 2004.
- 7) 森田泰彰：高知農技セ研報 **8**, 1-4, 1999.
- 8) 森田泰彰・高橋尚之・川田洋一：高知農技セ研報 **14**, 1-4, 2005.
- 9) 中山尊登：植物防疫 **53**, 475-478, 1999.
- 10) 西 和文：熱水土壤消毒その原理と実践の記録, pp.112-116, 日本施設園芸協会, 東京, 2002.
- 11) Nouen R., Stumpf N. and Elbert A. : Pest manage Sci. **58**, 868-875, 2002.
- 12) Horowitz A.R., Denholm I., Gorman K., Cenis J.L., Kontsedalov S. and Ishaaya I. : Phytoparasitica **31**, 94-98, 2003.
- 13) 酒井 宏・白石俊昌・萩原 廣・竹原利明・中山尊登・齋藤初雄・漆原寿彦・蓼沼 優：関東病虫研報 **45**, 77-79, 1998.
- 14) 杉山恵太郎：今月の農業 **48**(9), 63-67, 2004.
- 15) 竹内妙子・福田寛：千葉農試研報 **34**, 85-90, 1993.
- 16) 田中寛, 上田昌弘, 柴尾学：植物防疫 **52**, 73-76, 1998.
- 17) 上田重文：九病虫研会報 **51**, 123, 2005.
- 18) 岡本昌弘・北島晶子・深山陽子・深澤智恵妙・吉田誠・渡辺清二・奥田一・浅田真一・小林正伸・小清水正美・阿久津四良・植草秀敏・北宜裕・佐々木皓二：神奈川県農総研研報 **142**, 17-35, 2001.
- 19) 渡辺恒夫：今月の農薬 **27**(5), 17-22, 1983.

Integrated Pest Management on Autumn-winter Muskmelon by Using Physical and Biological Control Agents

Yutaka GYOUTOKU, Takeshi EGUCHI, Miho MORIYAMA, Tomotoshi KASHIO and Takeshi YOKOYAMA

Summary

Integrated pest management program (IPM program) for autumn-winter melon in greenhouse was combined of physical and biological control agents. Availability of IPM program was compared with grower's spray program at commercial greenhouse and the following results were obtained. Soil sterilization using hot water was effective to nematoda and root rot. Natural enemy and selective insecticide controlled population of cotton aphid, whitefly, thrips, mite and leafminer. Insect-proof net of 4 mm mesh prevented migration into greenhouse of corn earworm and cotton caterpillar. Consequently, chemical insecticide use was reduced 50%, and that quality and yield of fruits were equal to grower's spray program. However, cost of IPM program was 3 to 9 times as grower's spray program. These results indicate that IPM program available on autumn-winter melon but would be required to reduce its cost .