

ナス害虫の生物的防除における経営的評価

松本 功*・足立年一*・宮本誠*・藤富正昭*・山下賢一**

要 約

半促成ナス経営において、天敵放飼による生物的防除を実証し、経営的評価を行った。

- 1 慣行防除区では10回の農薬散布を行い、防除時間は8.7時間/10a、防除費用は4,506円/10aであった。
- 2 天敵利用区では5種類の天敵を12回放飼し、農薬散布を2回実施した。防除時間は34.3時間/10a、費用は59.7万円/10aと試算された。害虫の発生量は慣行防除区と同程度に抑えた。収穫物の収量は、慣行防除区とほぼ同等であった。
- 3 天敵利用区のナス単価が慣行防除区の123%で販売できたとき、慣行防除区と同じ所得が達成されると試算された。

Benefit Cost Analysis of Biotic Insecticides with some Natural Enemies in greenhouse eggplants.

Isao MATSUMOTO, Toshikazu ADACHI, Makoto MIYAMOTO,
Masaaki FUJITOMI and Ken-ichi Yamashita

Summary

Effectiveness and benefit cost analysis of pest control with some natural enemies in spring eggplants were investigated.

- (1) The custom division required ten times work of pest control, and 8.7 hours / 10a. These costs were calculated at ¥4,506 / 10a.
- (2) The testing division with released natural enemies required two times work of pest control, and five sorts of natural enemies at twelve times. These preventions required 34.3 hours, and ¥597,000 / 10a. This testing method suppressed the harmful insects as same increase as them in the custom division, and brought the same quantity of products.
- (3) It was estimated that if unit price of the products in testing division was increased by 23 percent compared with the custom division, earnings would be the same.

キーワード：施設ナス，天敵，生物的防除，体系防除，経済性評価

緒 言

環境と調和した農業生産のあり方が潮流となりつつある中で、本県においては独自の「有機栽培マニュアル」の策定や「有機農産物認証制度」の活用により、環境創造型農業の確立をめざした各種施策を推進している。病害虫防除面においては化学農薬の使用だけに頼らず生物的防除法や、物理的防除法及び耕種的防除法を導入した新たな総合的防除体系を確立する必要がある。すでにこれまでもチリカブリダニ、ククメリスカブリダニ、オ

ンシツツヤコバチ、ヒメハナカメムシ類などのいくつかの天敵利用が検討されてきた^{1,2,7)}。しかし、これら天敵利用の多くは施設内の防除に限られ、しかも個々の害虫に対しての単独技術であったために、多種類の害虫が複合的に発生する野菜類で広く普及するほどの技術には未だなっていない。しかし最近、永井^{3,4)}、根本⁵⁾らは天敵を活用した体系防除を行うことにより、化学合成殺虫剤の使用量を大幅に削減できることを明らかにしている。

そこで筆者らは、ミナミキイロアザミウマやハモグリバエなど難防除害虫に対する複数の天敵利用と耕種的防除を組み合わせて化学合成農薬を極力利用しない総合的病害虫防除体系を確立するため、神戸市西区における施

1998年8月31日受理

* 中央農業技術センター，** 病害虫防除所

設ナス栽培を対象に実証試験を行ってきた。本稿では、その実証試験の結果を基に、防除技術の経済性評価を行い、導入条件を検討したので、結果を報告する。

なお、実証試験は国庫補助試験により実施した。実施にあたり、対象農家の方々並びに神戸農業改良普及センターの西口真嗣普及員には全面的な協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

調査方法

1 施設ナス病害虫防除の実態調査

(1)調査対象及び農家

半促成ナス(神戸市西区押部谷町, 施設ナス栽培農家2戸, 1996~97年)

(2)調査項目

- ①農業経営の概況
- ②ナス病害虫防除の実態

(3)調査方法

作業日誌記帳, 聞き取り調査

2 天敵放飼実証試験

(1)調査対象と作型: 上記半促成ナス栽培農家1戸

(2)実施規模: 15.8a

(3)試験区: 天敵利用区(1棟1.8a, 天敵+農薬利用)
慣行防除区(7棟14.04a, 農薬利用)

※両区とも移植前に「セカプリット」の植え穴施用を実施。
※慣行防除区はスポット防除・一部防除・全面防除の3方式を選択実施。

(4)調査項目: 防除体系, 経費, 時間, 収量, 病害虫発生動向

3 生物的防除体系の評価

(1)調査対象と作型: 半促成ナス 1戸

(2)試算規模: 15.8a

(3)評価項目: 防除経費, 収量等

(4)アンケート: 農協押部支所直売所来店者, 39人
調査項目は消費性向, 購入価格帯等

結 果

1 施設ナス病害虫防除の実態調査

調査対象農家がある西神戸地区の施設ナス栽培は、西農協平野支所ハウスナス部会5戸と、同押部支所ハウスナス部会3戸があり、農協を通じて主に明石地方卸売市場に出荷している。作型は平野支所管内では促成栽培(10~7月出荷), 押部支所管内では半促成栽培(4~7月出荷)である。

1996年から97年にかけて調査を行った押部谷町W集落2戸の農家(F.T.及びF.S.)の経営概況を表1に示す。

表1 半促成ナス調査農家の概要

調査農家	F. T.	F. S.
労働力	2人	2人
就業状況	専従2人	専従2人
作付面積	半促成ナス15.8a	半促成ナス17a
	水稲: 120a, 抑制トマト: 22a, キクナ: 43.6a, コマツナ: 43.6a, ミツバ: 0.4a	水稲: 140a, ミブナ: 14a, キクナ: 14a, コマツナ: 14a, キャベツ: 35a, ブドウ: 1,000(4戸)
施設	ビニールハウス(8棟)	ビニールハウス(6棟)
栽植密度	1,075本/10a	1,030本/10a
品 種	千両2号	千両2号
育 苗	接ぎ木苗購入	接ぎ木苗購入
定植時期	96/3/5~7	96/3/8~11
収穫期間	96/4/7~7/21	96/4/3~7/4

注) 農家F. T. は天敵放飼実証農家

表2 半促成ナスの労働時間(単位: 時間/10a)

	F. T.	F. S.
本田準備	36.6	69.7
育苗	17.0	34.2
定植	20.8	23.2
支柱立て	-	-
整枝・誘引等	121.5	113.2
灌水・追肥等	60.6	52.1
その他管理	1.3	40.9
収穫	434.7	417.9
運搬	41.0	45.3
後片付け	24.6	37.4
病害虫防除	15.2	5.6
〃(97年)	(8.7)	
計	773.4	839.5

注: 調査年は96年, ()内は97年の防除作業

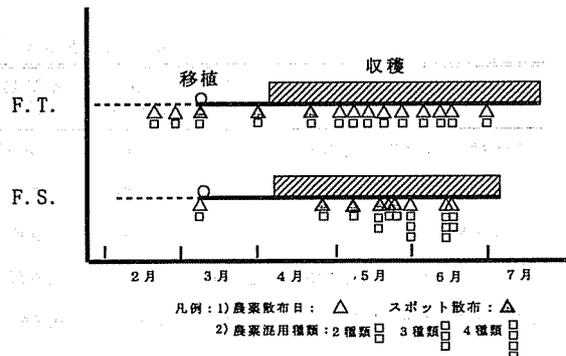


図1 半促成ナスの栽培機関と防除回数(96年)

表3 半促成ナスの費用と収入 (単位: 円/10a)

	F. T. 96年	F. S. 96年	F. T. 97年慣行区
農薬費	8,495	5,131	4,506
物 肥料費	54,811	128,356	54,811
財 その他	230,811	286,517	230,811
費 農機具費	29,176	20,515	29,176
園芸施設費	14,205	50,955	14,205
小計	337,498	491,474	333,509
労働費	1,082,760	1,175,300	1,073,660
費用合計	1,420,258	1,666,774	1,407,169
収量(kg)	6,106	4,861	6,653
販売価格	2,737,196	2,277,538	2,711,987
単価(円/kg)	448	469	407
出荷経費	439,943	347,861	451,644
粗収入	2,297,253	1,929,677	2,260,343
所得	1,959,755	1,438,203	1,926,834

注) 労働費: 1,400円/hrで算定, 出荷経費: 手数料+包装資材費

両農家ともに収穫は隔日に行い, 出荷先は明石地方卸売市場に2kg箱(25本入り)の形態で持ち込んでいる。実需者の多くは, 漬物業者である。

全作業時間はF.T.が773.4時間/10a, F.S.が839.5時間/10aであった。F.S.は, 他品目(ブドウ)との作業競合によりナスの収穫終了時期を早め(7月上旬)に切り上げていた。

病虫害防除時間はF.T.が15.2時間/10aで全作業中2.0%, F.S.が5.6時間/10aで同じく0.7%であった。防除方法はF.T.がスポット散布時に背負い動噴を, 全面散布時には可搬式動噴による手散布であった。F.S.は常に背負い動噴を使用していた。

育苗期間の防除回数はF.T.は2回, F.S.0回, 本田期間ではF.T.は12回, F.S.10回であった(図1)。本田期間のうちスポット散布はそれぞれ3回, 5回であった。できる限り病虫害の初発生を抑えることを目的に, きめ

細かな観察と害虫発生・被害株へのスポット散布が年々重要視されてきた。

経営記録及び聞き取りによって比較集計した両農家経営収支を表3に示す。F.T.の農薬費は8,495円, F.S.は5,131円で物財費用合計のそれぞれ2.5%, 1%を占めており, 費用としては大きな金額ではなかった。単収は5~6トン/10aで, 96年の平均単価は450円と良く, 所得は150~200万円/10aであった(表3)。西区平野町で調査した促成ナス経営に比較して, 労働1時間当たり所得は高かった。

2 天敵放飼実証試験

天敵利用区, 慣行防除区とも移植前の7セツリトの植え穴施用を3月2日に行った。ここでの天敵利用法はDebach & Rosen (1991)による分類⁹⁾では大量放飼法(生物農薬の利用)に該当する。両区とも綿密な発生調査をもとに, 適切な天敵の選択と放飼のタイミング, また散布農薬の種類と実施日について, 相談し決定した。慣行防除区は7棟全部の防除実態を調査集計した。防除方法は, スポット散布(発生株を中心に局所散布), 一部防除(発生の多い一部のハウスのみ防除), 全面防除(全7棟の全面防除)の3方式を適宜選択実施した。

慣行防除区における害虫の発生動向は, 次のとおりであった。ミナミキイロアザミウマは定植後から4月下旬まで発生を認めなかったが, 6月上旬から急激に密度が増加したため, 薬剤散布を行い低密度に抑えた。アブラムシ類は4月下旬と5月上旬の2回の薬剤散布により低密度に抑えた。ハダニは4月~5月に4~5回のスポット散布によって, 極少発生で推移した。マメハモグリバエは6月下旬から急激に増え, 10葉当たり30頭前後の幼虫数となり, 甚被害であった。

97年の慣行防除区は, 8.7時間/10a, うち全面防除は粒剤の植え穴施用を含めて4回であった。スポット散布・一部防除は6回であった。面積換算した防除薬剤合計費用は4,506円/10aであった(表5)。

表4 天敵昆虫の費用積算基礎数値

天敵名	包装単価 (円/容器)	入り数 (頭)	単価 (円/頭)	放飼基準・方法 (株当たり)	放飼作業時間 (時/10a)	対象害虫(種別)
クナミスカブリダニ**	4,600	35,000	0.13	100頭/株を放飼	5.0	ミナミキイロアザミウマ(捕食)
ナメトウムシ**	-	-	30	5頭/株を放飼	9.0	アブラムシ類(捕食)
ナミハナカメムシ**	-	-	30	3頭/株を放飼	1.5	ミナミキイロアザミウマ(捕食)
チカブリダニ*	6,400	2,000	3.2	20頭/株を放飼	1.5	ハダニ類(捕食)
ヒメコバチ**+コマコバチ**	9,100	250	36.4	0.5頭/株を放飼	0.5	マメハモグリバエ(寄生)

注) *: 市販(送料込み), **: 市販開始, ***: 開発中。
開発中の天敵単価は兵庫農技センターによる試算。

表5 慣行防除区と天敵利用区の防除時間・農薬費用比較(97年)

(単位:時,円/10a)

慣行防除区(7棟:14.04a)					天敵利用区(1棟:1.8a)					
日付	種類	防除方法	費用	時間	日付	種類	防除方法	費用	時間	
3/2	A粒	全体	826	0.63	4/9	ククメリスカフ*リタ*ニ	100頭/株	13,000	5.0	
4/26	B液	スポット	293	0.71	4/16	ククメリスカフ*リタ*ニ	100	13,000	5.0	
農	5/7	B・C液	431	0.71	天	4/23	ククメリスカフ*リタ*ニ	100	13,000	5.0
	5/14	D液	146	0.36		5/9	ナミテントウ	5	150,000	9.0
葉	5/18	C液	138	0.71	敵	5/14	ナミヒメハナカメムシ	3	90,000	1.5
	5/24	C液	138	0.71		5/21	ナミヒメハナカメムシ	3	90,000	1.5
散	6/2	C液	483	1.78	放	5/28	ナミヒメハナカメムシ	3	90,000	1.5
	6/8	D液	73	0.21		6/4	チリカフ*リタ*ニ	20	64,000	1.5
布	6/22	E液	1,319	1.42	飼	6/12	ヒメコハ*チ+コマユハ*チ	0.5	18,200	0.5
	6/27	D液	366	0.71		6/19	ヒメコハ*チ+コマユハ*チ	0.5	18,200	0.5
	6/29	D液	293	0.71		6/26	ヒメコハ*チ+コマユハ*チ	0.5	18,200	0.5
		化学合成農薬合計	4,506	8.66		7/3	ヒメコハ*チ+コマユハ*チ	0.5	18,200	0.5
						小計		595,800	32.0	
					農	3/2	A粒	全体	826	0.63
					葉	6/14	C液	全体	538	1.67
						小計		1,364	2.30	
合計			4,506	8.66				597,164	34.30	

注:両区の実面積を10aあたりに換算した。

天敵昆虫の単価は、推定値(前掲)。放飼密度は実証試験密度とした。

農薬費はF.T.の実証調査値から換算。

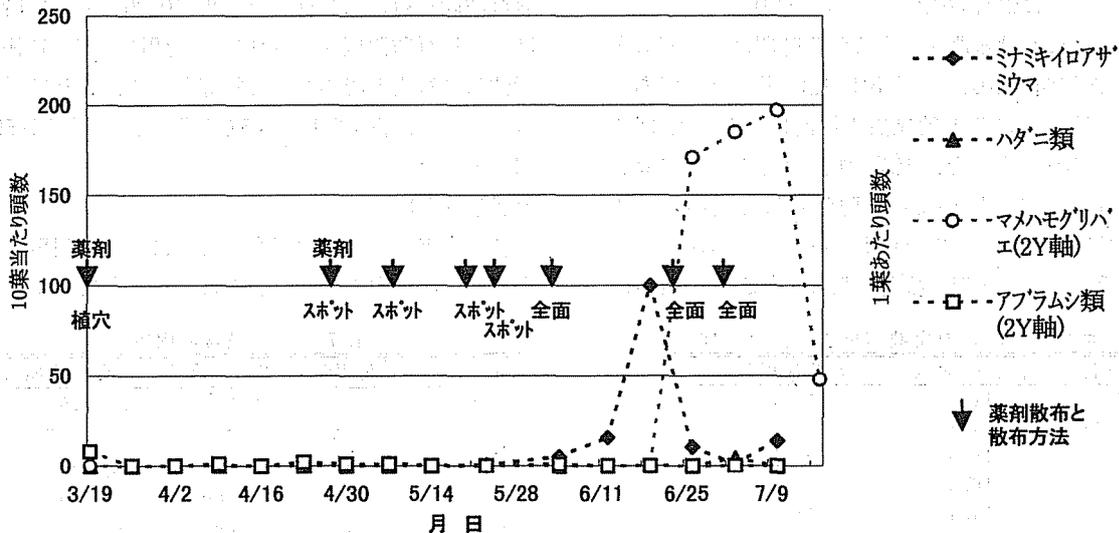


図2 害虫の発生推移(慣行防除区)

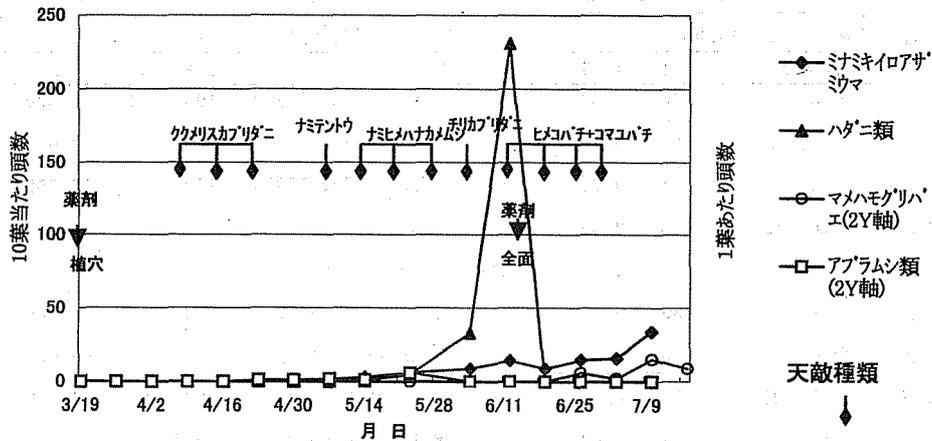


図3 害虫の発生推移 (天敵利用区)

慣行防除区の内1棟と天敵利用区における害虫の発生動向は、次のとおりであった(図2, 図3)。天敵利用区ではミナミキイロアザミウマは定植後から4月下旬まで発生を認めなかったが、4月上旬から2種類の天敵を6回放飼したことにより、密度は徐々に増加したものの1葉当たり3頭以下に抑制し、葉での被害は若干認められたが、果実の被害は認めなかった。アブラムシ類は5月9日にナミテントウ2齢幼虫を放飼し、発生は低密度に抑えられた。ハダニは5月中旬から密度が増加し、6月4日にチリカブリダニを放飼したが、高密度のために抑制しきれず、6月14日に農薬散布を行い低密度に抑えた。マメハモグリバエは6月中旬からの4回放飼により、被害と幼虫数ともに慣行防除区に比べて抑制した。

天敵利用区における農薬による防除時間は、農薬散布が2回で2.3時間/10a、農薬費用は1,364円/10aであった。また同区における天敵昆虫の放飼は、のべ12回で32.0時間/10aであった。天敵の放飼方法については、ボトルによる方法を除いては、防除効果を高めるために、1株ごとに絵筆でナスの葉上に据え置く方法をとった。放飼手法また放飼用の携行容器などの改善の余地が

考えられるが、実証調査値をもとに放飼作業時間を積算した。

3 生物的防除体系の評価

(1)費用の比較

天敵の単価については、チリカブリダニがすでに市販されており、クメリスカブリダニ、ヒメコバチ+コマユバチも市販が始まったので、市価を用いた。その他は、増殖飼育の難易度や利用度合いを勘案して、天敵単価を推定積算した(表4)。ヒメコバチ+コマユバチの36.4円/頭を最高に、最低はクメリスカブリダニの0.13円/頭である。

放飼密度など97年の実証内容に基づく天敵利用区の合計防除費用積算を行った結果、10a当たり作業時間34.3時間(慣行防除区対比394%)、費用は597,164円(同慣行防除区対比13,253%)と試算された。これは慣行防除区に比べて、投下時間が25.6時間、防除経費が592,658円増加した。

(2)収量への影響

各区の実際収量を把握するために、天敵利用区1棟と慣行防除区の内1棟の計2棟について、F.T.に収穫時の

表6 コンテナ収量の比較 (単位: 個数/10a)

日付	慣行防除区	天敵利用区
5/28	11.6	16.7
5/30	14.8	16.7
6/1	18.5	21.7
6/3	16.2	17.8
6/4	14.4	16.1
6/6	7.9	7.2
6/8	13.9	15.6
6/9	9.3	8.9
6/11	13.9	15.9
合計	120.4(100%)	136.1(113%)

注: 慣行防除区216m², 天敵利用区180m²

1コンテナ当たり重量は約6kg

表7 F.T.経営の固定費

種類	耐用年数	価格(千円)	部門負担額(円)
トラクタ	8	2,500	28,125
動噴	5	700	償却済み
背負動噴	5	130	2,340
軽トラ	4	700	15,750
ビニールハウス	16	4,000	22,500
面積	15.84a	合計	68,715
10a当たり換算金額			43,381

表8 F.T. 経営の費用 (単位: 円/10a)

項目	慣行防除区	天敵利用区
農薬・天敵費	4,506	597,164
物 肥料費	54,811	54,811
その他	230,811	230,811
財 変動費計	290,128	882,786
農機具費	29,176	29,176
費 園芸施設費	14,205	14,205
固定費計	43,381	43,381
小計	333,509	926,167
労働費	1,073,660	1,109,500
費用合計	1,407,169	2,035,667

コンテナ収容数の一定期間の記録調査を依頼した。この数値を10a当りに換算した(表6)。F.T.は隔日収穫を行っており、記録値は5月27日分から6月11日分の合計16日間の収量を表している。この収穫量は10a当たり換算では、天敵利用区の方が、慣行防除区を13%上回っていた。ただし収穫量は短期変動を繰り返すので、この値については繰り返し調査が必要と考える。すべてのハウスは防除法の違いを除いてはほぼ同じ管理がなされており、天敵利用棟の「ナスの葉色が良かった。クモがいた。」などの農家の意見は、収量に与える好影響度を言い表しているとも考えられる。

(3)天敵利用区と慣行防除区における経営試算

このハウスごとの実績を用いて農家の経営試算におきかえた。固定費は農業機械と園芸施設費とを合わせて43,381円/10a(固定費68,715円をナス面積の15.84aで換算)、変動費は慣行防除区では290,128円/10a(自家労働費除外)となる(表7, 8)。労働費は時給1,400円で見積もると慣行防除区1,073,660円/10a(766.9時間/10a)となった。

天敵利用区の固定費は同額とした。天敵費用の大幅な増加によって変動費は882,786円/10a(自家労働費除外)となった(表8)。天敵利用区における労働費は労働時間が29.2時間/10a増えることにより、1,109,500円/10a(792.5時間/10a)と見積った。

97年の粗収入2,260,343円/10aから、可処分所得を求めると、慣行防除区1,970,215円/10a、天敵利用区1,377,557円/10aとなった。ここでの可処分所得は労賃と固定費をゼロとしたときの残余利益を表しているので、労賃を算入すると慣行防除区896,545円/10a、天敵利用区268,057円/10aの限界利益となった。これは天敵防除の導入によって、限界利益がおおよそ1/3に低下すると試算された。

一方、生産費を賄う損益分岐点売上高からの比較を試みる。損益分岐点売上高は、慣行防除区1,407,169円/10a、

天敵利用区2,035,667円/10aとなった。この差額は628,498円/10aとなる。差額を補う方法は2つある。単価アップないし収量増加である。単価の点から検討すると、F.T.の97年実績収量が6,653kg/10aなので、この差額は単価94円/kgに匹敵する。97年単価は407円/kgなので、天敵利用区において単価が23.1%増加すれば、慣行防除区と同じ所得を得る計算となる。

考 察

実証農家の生産、出荷の実態を踏まえて、生物的防除を可能とする経済的諸条件について、前述データをもとに検討した。安・保田ら⁹⁾によると革新的な技術が成立採用される経済的条件としては、その技術が採用される農家の経営規模、労働力構成、あるいは農家の技術開発力などのほか、資材の安定的確保、および農産物の安定的販路の確保と再生産可能な価格の実現などが主たる条件である。保田らは、なかでも経済的条件は基本的かつ不可欠な条件といえるとしている。すなわち、この実証試験と同じ方法で天敵による病害虫防除を行おうとすると、ナスの単価を2割り増しで販売する必要があると考えられる。

そこで天敵利用体系における天敵費用の軽減策を検討する。例えば、ククメリスカブリダニの放飼は97年の害虫の中程度の発生動向を勘案すると、この放飼は不必要と考えられたので、より回数を減らした防除体系が設定可能である。この病害虫防除の作業合計は19.3時間/10a、防除費用は558,164円/10aとなる。労賃込みの損益分岐点計算によると、この時のナスの換算単価は慣行防除区対比121.9%となるので、少しは買いやすい価格比に近づくと考えられる。しかし一方で、ときどきの害虫発生把握が農家レベルでやや困難なことから、天敵放飼は発生予防を目的としたスケジュール放飼が主体となると推察されている。このスケジュール放飼の場合には、天敵防除体系の費用はそれほど低下しないと考えられる。98年に見られたような害虫の少発生時には、発生に合わせた放飼方法によると天敵費用は約半額と試算されるなど、さらに累年試験による防除体系の確立が必要である。

総合的防除対策の経営的評価の報告例は少なく、高橋⁶⁾は環境保全型農業技術に対する経営的評価指標の必要性を指摘しているが、具体的なアプローチ手法の課題が残されている。石島¹⁰⁾は、施設トマトを例にあげて、試算を行っている。このモデル例では殺菌剤は現行の10回から6回、殺虫剤は16回から5回に減らし、天敵放飼はオンシツツヤコバチ8回、ハモグリバエ用4回、捕食

性カメムシ4回、アブラムシ用8回の放飼であり、わずか32,692円/10aの経費増としている。また西郷ら¹¹⁾は茶の病害虫では慣行の1.5倍の防除経費を必要とし、その内訳をみると天敵は増殖用資材費のみしか見積もっていないなど、評価の困難性がうかがえる。

環境保全型総合防除システムを策定、実施する場合、当然農業経営として成立するものでなければならない。本稿での分析は主にコスト分析にとどまっているが、コストの増加をいかに抑制するか、誰が負担するかが今後の大きな課題である。

近年、消費者の安全食品指向は高まっており、有機農産物を求めている。直売所へ生鮮野菜を買い求めに来る消費者にアンケートを行ったところ、減農薬ナスが購入できない現段階では、購入にあたり、品質・新鮮さを重視(56.5%)していた。以下、減農薬(16.1%)、価格(10.1%)、形(同率)、大きさ(7.1%)の順であった。ところが減農薬ナスへの関心は87%と極めて高かった。また減農薬ナスの購入にあたり、半数近い47.4%の消費者は1割から2割高くても買うと回答した。減農薬ナスに対する消費者評価と実際の購買活動のギャップはあると考えられるが、減農薬ナスは関心を持たれており、今後の需要増加が見込めるであろう。その意味で、高くても売れる販路開拓やマーケティング戦略が、本防除技術の採用には必要な条件と言える。

また、生物的防除が農家経営に広く取り入れられるためには、害虫発生状況の把握や、農家サイドで自給・増殖可能な天敵の開発や、商用天敵にあってはより安価な

商品開發生産、天敵放飼方法の改善など種々の検討も必要である。

引用文献

- (1) 浜村徹三(1997):施設栽培におけるチリカブリダニの利用:植物防疫 51, 321-325
- (2) 松井正春(1995):施設トマトでのカコゾリミ新系統に対するオンシツツヤコバチの密度抑制効果:応動昆虫 39 (1), 25-31
- (3) 永井一哉(1993):ミナミキイロアザミウマ個体群の総合管理に関する研究:岡山農試臨時報告 82, 1-55
- (4) 永井一哉(1994):ミナミキイロアザミウマおもしろい生態と防ぎ方(農文協)。
- (5) 根本久(1995):天敵利用と害虫管理(農文協) 181
- (6) 高橋太一(1998):環境保全型農業技術に対する経営的評価指標の問題:農業経営通信 No.196, 30-33
- (7) 山下賢一・藤富正昭・八瀬順也・足立年一(1996):ククメリスカブリダニのミナミキイロアザミウマ防除への利用:兵庫農技研報 44, 51-56
- (8) 根本久(1995):天敵利用と害虫管理(農文協) 97
- (9) 安柄烈・保田茂(1998):有機農業生産とその経済的成立条件:神戸大学農業経済 No.31, 41-62
- (10) 石島嶺(1995):野菜の環境保全型生産に関する問題点と技術的展望:研究ジャーナル 18 (11), 14-21
- (11) 西郷知博ら(1997):減農薬による環境にやさしい茶病害虫総合管理技術の確立:地域重要新技術開発促進事業研究成果報告, 163-166