

日本における総合的病害虫管理の空間的展開

伊藤 貴啓

(愛知教育大学地域社会システム講座)

Spatial Evolution of Integrated Pest Management in Japan

- | | |
|---|--|
| <p>I はじめに</p> <p>II IPMの技術的特質とその革新性</p> <p>1. IPMとは</p> <p>2. 慣行農法とIPM</p> <p>3. IPMの複雑性と普及の阻害要因</p> <p>III IPMの空間的展開</p> <p>1. IPMの全体的動向</p> <p>2. IPM普及の空間的差異</p> <p>(1) 天敵の普及からみた地域差</p> <p>(2) 微生物防除剤の普及からみた地域差</p> <p>(3) IPM実践指標策定からみた地域差</p> | <p>IV IPM導入の契機とその普及要因</p> <p>1. IPM導入の契機—難防除害虫の侵入と薬剤抵抗性の発達</p> <p>2. IPMの普及過程とその要因—高知県を事例に</p> <p>3. IPM普及の社会的背景—環境保全型農業への転換</p> <p>V IPMを指標とした農業地域発展のメカニズム—研究の視点と研究の枠組を求めて—</p> |
|---|--|

キーワード： 総合的病害虫管理 (IPM) イノベーションの普及 農業地域の自立的発展 学びの仕組み Integrated pest management, diffusion of innovation, self-evolution of agricultural space, learning system of innovation

I はじめに

本論は知識経済下における農業地域発展のメカニズムを農業技術の革新（以下、農業イノベーション¹⁾と呼ぶ）とその地域における普及から明らかにしようとする研究の第一報である。この研究全体の仮説は「地域内の学びの仕組みとその役割を研究視点として、地域内部で農業イノベーションがいかに連続的に創造されて受容・普及されていくのかを明らかにすることで、農業地域の自立的発展のメカニズムが解明されるのではないか」というものである。それは現代の農業地域において、その発展の鍵が知識経済下においてイノベーションをいかに連続的に創造して地域内で受容・普及できるかにあると考えるからである (ITO, 2005)²⁾。

地理学において、イノベーションの研究は Rogers (2003, pp.90~91) が指摘するように、Hägerstrand³⁾によって切り開かれた空間的拡散研究に端を発し、空間がイノベーション採用にとって重要な役割を果たしていることを隣接諸科学に示してきた。その一つが近隣効果の指摘である。しかし、日本では林 (1994) がイチゴの新品種採用において近隣効果が明確にみられないことを示した。また、伊藤 (2011) は、水稻の不

耕起V溝直播栽培がその技術開発主体である愛知県農業総合試験場と実証実験農家の関係のなかで普及したことを報告した。そこでは新技術の情報が試験場から農協を通じた情報流チャネルのほか、実証実験農家とのコミュニケーションチャネルによって採用者に伝わったことが明らかとなった。林も指摘するように、近隣効果の不明確さはこのような情報流の供給チャネルの多重・複層化によるところが大きいと思われる。その意味で、イノベーションの供給主体に着目することはなお大きな意味があろう (Brown, 1981)。

他方で、近年、農業イノベーションは農業生産量や生産性の向上を目的としたものからそれらをも含みつつ、より環境、健康・安全、食味などに配慮したもののほか、生産者と市場・消費者、消費者と生産過程や場所、自然との結びつきをはかるものへと多様に変化しつつある⁴⁾。本論はこのような認識に立ち、農業地域の発展機構を農業イノベーションの創造と普及から考察する研究の手始めとして、イノベーションの指標として総合的病害虫管理（以下、IPM）を取り上げることとした。それは後述のように、IPMが農業生態系、健康・安全に配慮したオルタナティブな農業生産手段として農業施策においても推奨されながら、その普及

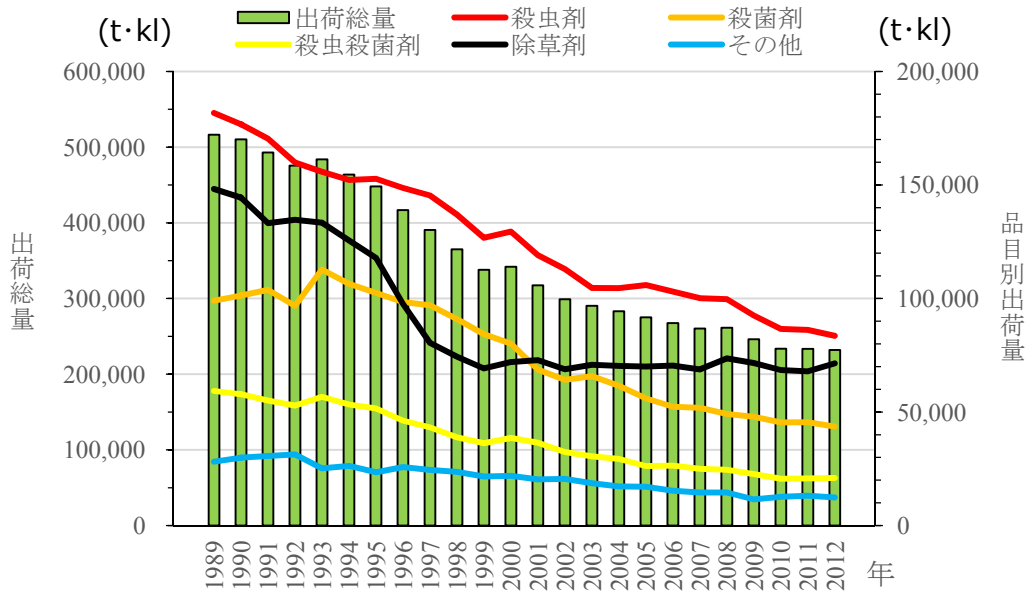


図1 日本における農薬出荷量の変化（1989～2012年）
（各年の『農薬要覧』により作成）

に空間的差異を伴っているからである。具体的には、この差異に注目して、日本におけるIPMの空間的展開を分析した後、今後の研究の視点と枠組を検討する。

以下、IPMの概念と農業イノベーションとしての普及にみられる阻害要因を整理した後、日本におけるIPM普及の空間的展開をまとめ、事例県における普及プロセスの予察的考察を行う。そして、それらを基に今後の研究の視点と枠組を論じる。その際、農業センサスなどの統計のほか、IPMの普及が進んでいる諸県でその普及に携わってきた農業試験場、普及センターなどの関係諸機関および地域でIPMを使用しているイノベーターや初期採用者等への聞き取りなどに基づいて分析を進めることとした⁵⁾。

II IPMの技術的特質とその革新性

1. IPMとは

IPMとはIntegrated Pest Managementの略であり、国連の食糧農業機関（以下、FAO）によれば「あらゆる利用可能な防除技術を十分検討し、病害虫個体群の発達を妨げる適切な防除手段の統合であり、農薬やその他の防除を経済的な整合性がとれる水準に、かつ人間の健康や環境に対する危険を減少させ、最小限のレベルに維持することを意味する。総合的病害虫管理は、農業生態系のかく乱を最小にしながら健全な作物の生長を強調し、自然な病害虫防除作用を促すものである（2003年）」とされる⁶⁾。日本では農林水産省が2004

年に「総合的病害虫管理（IPM）検討会」を設けて、その普及をはかってきた。ただ、ここでのIPMは総合的病害虫・雑草管理とされている点に注意が必要である。その定義は、「利用可能なすべての防除技術を経済性を考慮しつつ慎重に検討し、病害虫及び雑草の発生増加を抑えるための適切な手段を総合的に講じるものであり、これを通じ、人の健康に対するリスクと環境への負荷を軽減あるいは最小にする水準の維持を図るものである。総合的病害虫・雑草管理は、農業生態系への影響を可能な限り抑制することを通じ、生態系が有する病害虫及び雑草抑制機能を可能な限り活用することにより、安全・安心な農作物の（低コストでの）安定生産に資するものである」⁷⁾とされた。

このように、IPMは農業経営の経済性に考慮しながら、病害虫を各種技術の組み合わせによって防除するとともに、環境と人間の健康に配慮していこうとする考え方（あるいはそのシステム）を意味する。その実践は作物あるいは農家によってさまざまであり、単に化学農薬の排除を目指しているわけではないが、日本の場合、環境保全型農業に関する農業施策において、IPMのマニュアル化と現場への普及を農薬削減の基本としてきた経緯がある。

2. 慣行農法とIPM

病害虫および雑草の防除は第二次世界大戦後、殺虫剤・殺菌剤そして除草剤などの農薬がその中心的役割を担ってきた。これに伴う農業生産力と生産性の向上

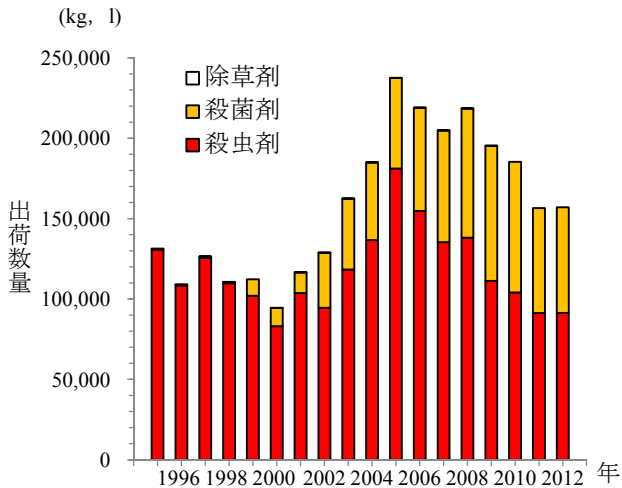


図2 生物農薬出荷数量の変化 (1995~2012年) (『農薬要覧』により作成)

は農業生産の集約化、さらには集中化と専門化という農業構造の変化、いわゆる農業の工業化の主要な成果であった。なかでも、日本は集約的な園芸と多湿な気候環境、傷害果を好まない消費者の特性から世界有数の農薬投入国として知られている⁸⁾。しかし、その出荷量はここ20年間、常に減少してきた(図1)。品目別にみれば、除草剤の出荷量が1990年代末に減少傾向から横這いに転じたのに対して、殺虫剤・殺菌剤のそれはともになお、減少し続けている。とはいえ、日本では慣行農法の場合、病虫害を殺虫剤・殺菌剤で化学的に防除する方法を主としてきたことに変わりない(図3)。

生物農薬の出荷量は全体的動向と異なり、1990年代後半の減少傾向から2000年代前半に急激に増加した後、2005年から再び減少へ転じてきた。すなわち、生物農薬出荷総量は1995年の13.1万kg・ℓから2000年

持続性の高い農業生産方式の導入による環境保全型農業への移行

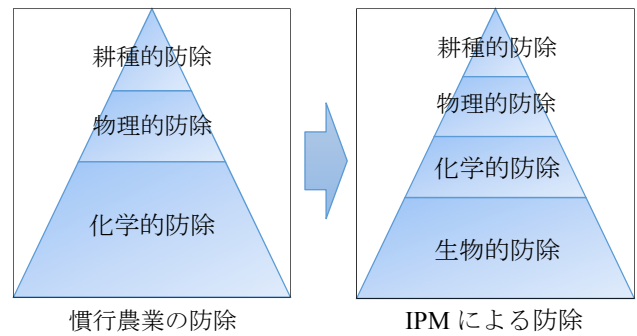


図3 慣行農法とIPMによる防除方法 (農林水産省総合的病虫害(IPM)検討会資料ほかにより作成)

に9.45万kg・ℓへ減少し、2005年に23.7万kg・ℓとピークを迎え、2009年に20万kg・ℓを切り、2011・12年に15万kg・ℓ台になった(図2)。また、この動向のなかで、注目すべきは2000年代前半の増加が殺虫剤のみならず、殺菌剤によってもたらされたことであり、2000年代後半の減少期にも殺虫剤と対照的に殺菌剤は2010年まで減少しなかったことである。つまり、単に害虫だけでなく、病害に対しても化学的防除中心から生物的防除を主としたものへの転換が進められてきたことがわかる。このように、生物的防除からみれば、IPMの導入は2000年代に大きく伸びたものの、なお日本全体に普及する段階に至っていないと言えよう。

3. IPMの複雑性と普及の阻害要因

IPMは生物的防除を核に化学的、耕種的、物理的防除、その他の防除を組み合わせ、病虫害をコントロールするものである(図3)⁹⁾。それは主に「病虫害の発生しにくい環境整備」「防除タイミングの判断」「防

総合的害虫管理・雑草管理(IPM)の体系

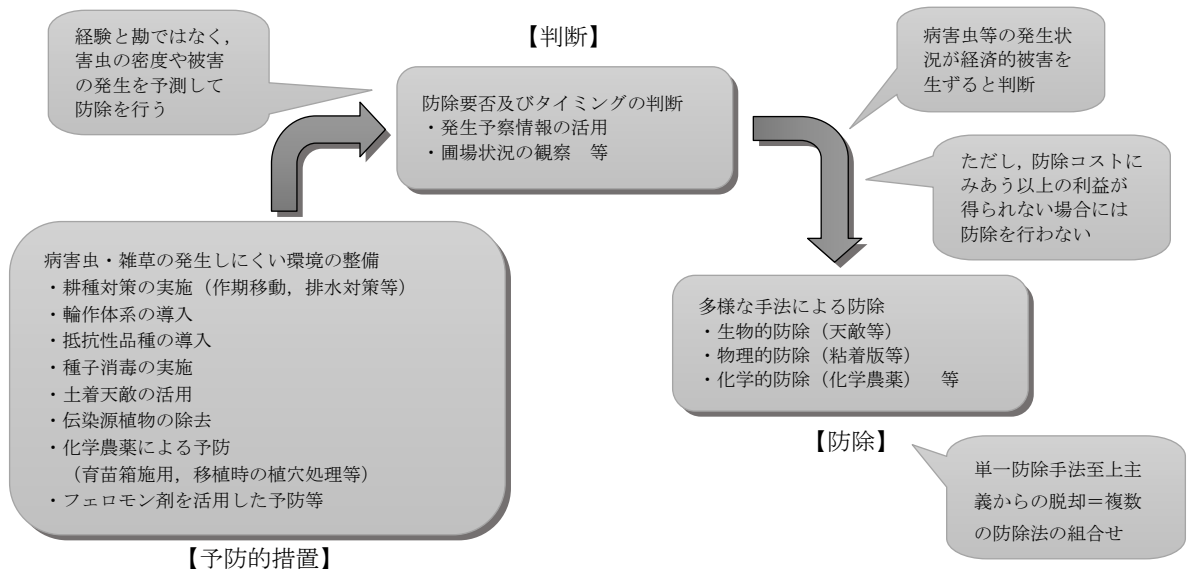


図4 総合的病虫害管理の体系 (農林水産省(2005):『総合的病虫害・雑草管理(IPM)実践指針』ほかにより作成)

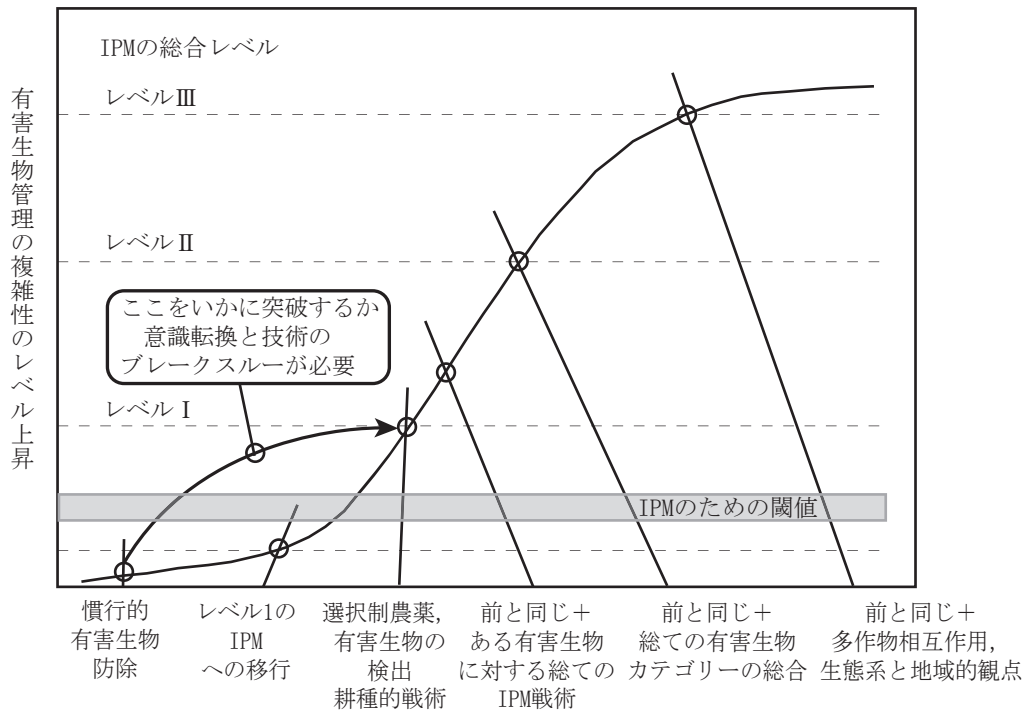


図5 有害生物管理の複雑性レベルと IPM

(ノリス・R., コーガン・M., カスウェル・チェン・E., 小山ら訳に加筆)

除」という3要素から構成される(図4)。作物によって、組み合わされる技術は違うものの、病害虫の侵入の回避、病害虫抵抗性の向上、土壌病害の防除、病害虫の防除、さらにその評価とフィードバックが共通する枠組といえる。しかしながら、IPMは慣行農法における化学的防除を中心とした病害虫管理と比べれば、農業者にとってより複雑な判断を求められるという点で難しいものと言える(図5)。

化学的防除は①速効性、②多種類の害虫を同時に防除可能、③多くの剤型とそれに合わせた防除器具の開発、④施用のための労力が比較的にかからず、施用技術もやさしい、⑤防除経費が比較的安いという利点がある(中里・大林・藤家, 1997)。つまり、農家にとってみれば、化学的農薬は①と②故にIPMのように予防的措置や発生予察などの判断に煩わされることなく、利用しやすいものである。そのため、化学的防除に依存して、単一防除手段至上主義に陥る農家もみられる。

しかし、IPMでは生物的防除、つまり圃場の生態系を活かした防除をその基本とするため、慣行農法の化学的防除のように速効性はみられず、多種類の害虫を同時に防除できる可能性も低い。また、天敵の定着は害虫の発生とその密度に左右され、害虫発生当初は農薬散布と比べて被害果の発生率が高くなる傾向にある。IPMは害虫の発生によって崩れた圃場の生態系のバランスを天敵等の散布によって、経済的に許容できる被害果の水準で平衡に達するようにするものである。言い換えれば、防除コストに見合う以上の利益が得ら

れないレベルの害虫密度であれば、防除を行わないことを意味する。このようなIPMは、農家にとって防除の判断とタイミングが最も難しいものとなる。被害果の発生のため、天敵の定着を待てずに慣行的有害生物防除を行なえば、レベルⅠ段階のIPMすら行うことはできない。この点がIPM普及の大きな阻害要因であり、そのブレークスルーを地域内でいかに行いうるかが、その地域的普及の鍵となっている(図5)。

では、どの地域でブレークスルーが可能となり、地域的に普及していったのであろうか。次にIPMの空間的動向をみていこう。

III IPMの空間的展開

1. IPMの全体的動向

IPMの空間的展開を直接的に捉えうる統計はない。そこで、まずIPMの全体的動向を農林水産省による『持続性の高い農業生産方式への取組状況調査』から検討した後、IPMの中核をなす生物的防除に関わる生物農薬の出荷量データを用いて、IPM普及の地域差を明らかにする。

『持続性の高い農業生産方式への取組状況調査』は2002・2003年度に2000年の農業センサス結果を受けて行なわれた、標本抽出調査である。2002年度は露地および施設野菜、いも類、マメ類の各栽培農家を、2003年度は露地果樹および施設果樹、露地花卉および施設花卉類、工芸作物、麦類栽培農家を対象として、各年

表1 作物別にみた防除方法の導入状況 (2002・2003年度)

作物	農薬の種類別1作当たり投入実回数 (回)							生物農薬 (%、回)		フェロモン剤 (%、回)		農薬以外の防除方法を実施 (%)						
	計	殺虫剤	殺菌剤	殺虫殺菌剤	除草剤	植物成長調整剤	その他の化学農薬	使用農家割合	投入回数	使用農家割合	投入回数	実施農家割合	機械による除草	対抗植物の利用	被覆栽培	マルチ栽培	太陽熱消毒	有袋栽培
露地野菜	7.6	3.8	3.0	0.0	0.6	0.1	0.0	5.1	1.7	3.5	1.0	37.2	24.2	1.2	12.4	3.5		
施設野菜	18.5	7.5	8.5	0.1	0.5	1.8	0.0	16.1	1.8	5.2	0.7	33.1	6.9	1.6	14.4	15.9		
いも類	7.6	2.8	3.9	0.0	0.7	0.2	0.0	2.1	1.4	0.6	1.0	39.2	31.1	0.2	2.6	6.4		
大豆	4.0	1.8	0.6	0.4	1.0	0.0	0.3	-	-	6.2	1.5	70.4	70.1	0.2	0.6	-		
露地果樹	14.7	6.1	6.9	0.1	1.1	0.4	0.2	0.4	0.4	9.1	0.5	83.7	77.5	1.5	3.4	3.7	0.1	18.7
施設果樹	12.3	5.5	4.0	0.0	1.2	1.5	0.0	0.6	0.2	1.8	1.0	64.6	45.9	0.6	27.0	11.7	0.3	19.2
露地花き類・花木	28.9	14.7	10.1	0.0	3.4	0.6	0.0	1.0	3.6	1.3	0.8	58.4	35.4	0.6	3.6	23.1	1.3	
施設花き類・花木	48.2	25.3	16.5	0.2	3.3	2.7	0.2	3.1	1.6	4.3	1.3	40.2	12.5	1.2	11.7	21.5	7.8	
工芸作物	9.7	3.9	3.5	0.1	1.7	0.4	0.0	1.7	0.1	1.0	0.4	70.3	47.4	0.3	5.0	32.0	0.5	
小麦	5.1	0.6	3.1	0.0	1.4	0.0	0.0	0.3	0.1	0.5	0.2	27.9	27.6	0.3	-	-	-	

注) 露地野菜から大豆作までは2002年度、露地果樹から小麦までは2003年度の調査による。「農薬以外の防除方法を実施」欄の太陽熱消毒と有袋栽培欄は2002年度に調査されず、2003年度の調査項目である。また、そのうち、有袋栽培は果樹栽培のみの調査項目であった。

農林水産省：『持続性の高い農業生産方式への取組状況調査』により作成

表2 作物別にみたエコファーマーと特別栽培への意向 (2002・2003年度)

作物	エコファーマー認定の意向別農家数割合 (%)							特別栽培についての意向別農家数割合 (%)							
	既に認定を受けている	将来認定を受けた	受ける予定はない					既に組みたい	将来組みたい	取り組む					
			計	条件がきびしい	特に点がない	関心がない	その他			計	条件がきびしい	特に点がない	関心がない	その他	
露地野菜	4.9	24.5	70.6	16.7	10.9	31.8	11.1	25.3	26.8	47.8	16.8	7.7	17.1	6.3	
施設野菜	13.8	34.0	52.2	15.0	9.4	18.2	9.6	33.8	32.6	33.6	16.3	4.4	9.4	3.5	
いも類	3.8	21.6	74.7	15.4	10.9	36.0	12.4	19.3	28.0	52.7	17.6	7.3	22.0	5.8	
大豆	2.8	25.0	72.2	16.4	11.6	34.3	10.0	17.9	26.9	55.2	15.7	10.8	21.0	7.7	
露地果樹	5.4	19.8	74.9	11.8	13.4	35.4	14.3	19.9	26.5	53.6	10.2	9.1	24.0	10.3	
施設果樹	9.6	32.7	57.7	14.1	12.3	22.2	9.0	23.4	39.6	36.9	7.5	7.8	14.1	7.5	
露地花き類・花木	1.0	15.6	83.8	7.5	23.4	38.6	14.3	9.7	25.3	64.9	4.9	18.8	26.0	15.3	
施設花き類・花木	2.3	25.8	71.9	7.0	23.8	27.3	13.7	19.5	29.7	50.8	5.9	21.5	14.8	8.6	
工芸作物	5.0	27.3	67.7	8.9	14.1	32.7	12.0	19.0	32.4	48.6	8.2	11.0	20.7	8.7	
小麦	2.1	30.8	67.1	10.6	15.1	31.3	10.1	18.0	33.7	48.3	8.2	11.9	20.7	7.4	

注) 露地野菜から大豆作までは2002年度、露地果樹から小麦までは2003年度の調査による。「特別栽培についての意向別農家数割合」は化学肥料、化学農薬とともに地域の慣行の半以下に縮減する栽培方法についての意向を示したものである。

農林水産省：『持続性の高い農業生産方式への取組状況調査』により作成

ともに農薬・化学肥料・有機資材の投入状況、農薬以外の防除方法、農産物残渣の処理方法、たい肥（コンポスト）の入手方法、エコファーマー¹⁰⁾認定と特別栽培（減農薬・減化学肥料栽培）への意向を調査項目としていた。このうち、表1にIPMに関わる防除方法の導入状況を、表2にエコファーマーと特別栽培に関わる意向を示した。

2002・2003年度現在、農薬の投入回数は施設花き類・花木、露地花き類・花木、施設野菜、露地果樹、施設果樹の順で多かった。一般的イメージ同様に、園芸作物と施設栽培で農薬が多く投入されていたと言えよう。これに対して、生物農薬・フェロモン剤の利用割合は極めて低く、施設野菜作が生物農薬で唯一、二桁の利用割合を示すのみであった（表3）。同様に、エコファーマーの認定状況でも施設野菜作農家のみが13.8%と唯一、二桁の既認定割合を示している。当時、日本では施設野菜作がIPMの導入において先行していたと位置づけられよう。しかし、その導入は各利用割合の低さに示されるように、極めて限定的であったと言わざるをえない。

IPMに関わる生物農薬の出荷量では2012年現在、殺虫剤がその58.1%を占め、殺菌剤の41.9%を大きく

表3 施設野菜作農家の生物農薬とフェロモン剤利用状況

全国農業地域	生物農薬		フェロモン剤	
	使用した農家率	投入回数	使用した農家率	投入回数
全国	16.1	1.8	5.2	0.7
北海道	10.5	0.8	-	-
東北	8.9	1.3	2.0	0.5
北陸	20.6	0.8	8.1	0.9
関東・東山	15.0	2.2	5.2	1.0
東海	19.6	1.9	6.6	0.4
近畿	15.2	1.5	3.3	0.3
中国	10.1	0.5	2.0	0.3
四国	17.1	2.8	0.8	0.2
九州	16.5	1.7	7.2	1.0
沖縄	5.7	0.9	-	-

農林水産省：『持続性の高い農業生産方式への取組状況調査』により作成

上回っていた。殺虫剤ではスワルスキーカブリダニ(全出荷金額の20.2%)、チリカブリダニ(同12.2%)、ミヤコカブリダニ(同10.1%)、タイリクヒメハナカメムシ(同7.6%)、コレマンアブラバチ(同2.1%)の出荷シェアが高く、主要天敵剤の地位にある。このうち、カブリダニ類は基本的に葉ダニ等のダニ類を捕食する天敵であるが、スワルスキーカブリダニはこのほかにアザミウマ類・コナジラミ類なども捕食して適用範囲が広いと、出荷量を大きく伸ばしている。タイリクヒメハナカメムシも同様にアザミウマ・シルバーリー

フコナジラミなどをそれぞれ捕食する。コレマンアブラバチはアブラムシに対する寄生蜂である。殺虫剤ではこのほかに、土壌細菌のバチルス・チューリンゲンシス菌（以下、BT 剤 同 34.4%）と昆虫病原糸状菌のボーベリア属菌（同 7.1%）の微生物殺虫剤が使われていた。前者は枯草菌の一種で昆虫がこれを散布された植物を食べると消化管が破壊されて菌が体内で増殖蔓延して死に至り、後者は菌糸を昆虫の体内に侵入させて昆虫の体液を養分として増殖する糸状菌である。

微生物殺菌剤では主にバチルス・ズブチリス属菌（全出荷量の 35.6%）、タラロマイセス・フラバス（同 24.9%）、非病原性エルビニアカロトボーラ水和剤（19.8%）、トリコデルマ・アトロピリデ（同 14.6%）が利用されていた。これらは非病原性の糸状菌または枯草菌であり、病原菌への殺菌力はないものの、病原菌よりも先に作物上に定着することで後から侵入した病原菌の生育、増殖を抑制して発病を防ぐものである。

次に、これら主要天敵剤と殺菌剤の出荷動向から IPM 普及の空間的差異をみていこう。

2. IPM 普及の空間的差異

(1) 天敵の普及からみた地域差

主要天敵剤は関東から九州にかけてのいわゆる太平洋ベルト地帯の特定諸県から西南暖地に対する出荷が多く、反対に北海道から東北地方、そして北陸から山陰の日本海側の各諸県に対する出荷が少ない（図 6-a）。さらに、主要天敵剤のうち、カブリダニ類の出荷は高知県、茨城県、宮崎県に多く、それらに愛知県、静岡県、栃木県、群馬県のほか、福岡県、鹿児島県、熊本県などの諸県が続く。これに対して、タイリクヒメハナカメムシとコレマンアブラバチは高知・茨城両県への出荷量が群を抜いており、千葉県、静岡県、愛知県、宮崎県などへの出荷がそれに続くもの、両県に特化した天敵剤と位置づけることができる。

このような地域差は前述の施設野菜作における生物農薬の利用状況とも一致し、なかでも果菜類の施設園芸地域における IPM 普及の状況を示したものと言える（図 7）。すなわち、カブリダニ類の出荷量の多い県は、概して果菜類のなかでもイチゴ（栃木県、静岡県、愛知県、福岡県などにおけるチリカブリダニとミヤコカブリダニ）とナス・キュウリ・ピーマン（高知県、茨城県、宮崎県、群馬県、岡山県、福岡県、熊本県、鹿児島県などにおけるスワルスキーカブリダニ）の施設園芸主産地を有する県である（図 7）。しかしながら、果菜類のうち、トマトのように主要天敵剤の導入と一

線を画すものもある。また、これらの作目の主産県にあっても、天敵剤の利用が少ない県もみられ、単純にキュウリ、ナス、イチゴなどの作物ゆえに天敵の導入が進展しているわけでもない。それは各 IPM 普及の主要県における技術体系のプロセスと IPM へのスタンスによるものである。

IPM 普及の主要県のうち、高知県ではナス・シントウ・ピーマンなどの施設栽培において、茨城県では神栖市を中心としたピーマンの施設園芸で、スワルスキーカブリダニとタイリクヒメハナカメムシを中心とした IPM の技術体系が普及している。これが両県において他県と異なる、天敵剤出荷体系の類似性をもたらしていた。これに対して、宮崎県も茨城県と並ぶ、ピーマンの施設栽培における主産県であり、スワルスキーカブリダニを用いる。しかし、その IPM の技術体系化は後述のように、両県と異なるスタンスで進められたため、タイリクヒメハナカメムシの出荷量が少なく、反対に微生物防除剤の出荷が多くなっていた。

(2) 微生物防除剤の普及からみた地域差

微生物殺虫剤では BT 剤が各県で多寡はあるものの、すべての都道府県で使用されているのに対して、ボーベリア属菌は北海道から東北、そして北陸にかけての地域を除き、天敵剤の出荷分布と類似した分布となっている（図 6-b）。これはボーベリア属菌由来の殺虫剤が野菜作のコナジラミ類・アザミウマ類・アブラムシ類・コナガなどに有効であるのに対して、BT 剤が野菜のみならず、雑穀、いも・豆類、果樹、茶などの多岐にわたる作物の鱗翅目害虫（ヨトウムシ類、コナガ、アオムシ、オオタバコガ、ハマキムシなど）に有効なためである。

微生物殺菌剤では、非病原性エルビニアカロトボーラ水和剤がばれいしょ・野菜類の軟腐病への対策として北海道・長野県、茨城県、宮崎県などで用いられ、とりわけ、北海道での利用が極めて大きい¹¹⁾。タラロマイセス・フラバス水和剤とトリコデルマ・アトロピリデ水和剤は対抗菌として、ともに水稻のいもち病、苗立枯病、ばか苗病に、さらに前者はトマトの灰色かび病・葉かび病、ナスのすすかび病、イチゴのうどんこ病・炭疽病に用いられる。そのため、これらは新潟県・富山県などの北陸から宮城県・岩手県などの東北地方の水稻作地帯で多く利用され、さらに前者が北海道と愛知県、千葉県などで多く利用されているのに対して、後者はそれらとともに北関東、滋賀県、佐賀県、山口県などでも利用されていた。バチルス・ズブチリス属菌は納豆菌による拮抗作用で各種作物のうどんこ

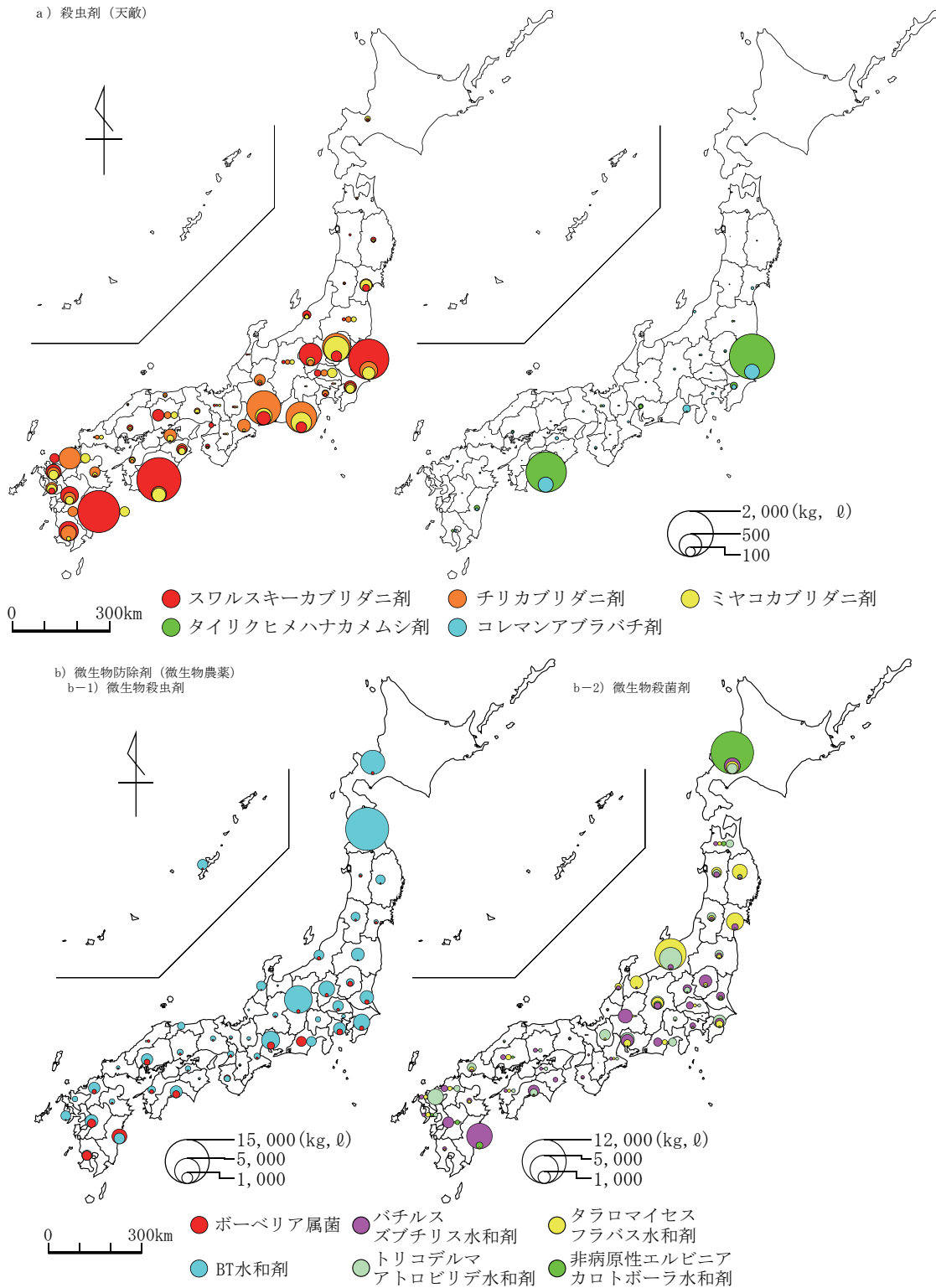


図6 日本における生物農薬の普及 (2012年)
(『農薬要覧 - 2013 - 』により作成)

病, 灰色かび病, 斑点病, さらに果樹の灰星病, 黒斑病などに用いられ, 暖房の送風ダクトを用いた散布が編み出されたことで, 急速に広がってきた。その利用は宮崎県, 岐阜県, 栃木県, 愛知県, 高知県, 熊本県などの施設野菜作の主産県で多い。なかでも, 宮崎県は持続的農業の技術体系化において, 宮崎方式 ICM という独自の取り組みを進めてきた。

宮崎県は『みやざき環境保全型農業推進プラン～みやざき環境保全型農業の実践による「新たな成長産業化」への挑戦～』において, 「ICM (ICM: Integrated Crop Management 総合的作物管理技術) とは, 農薬防除, 天敵等の生物的防除等の防除技術を組み合わせ, 経済的に許容できるレベル以下に病害虫を管理するシステム (IPM) をさらに発展させ, 栽培管理 (適正施肥や

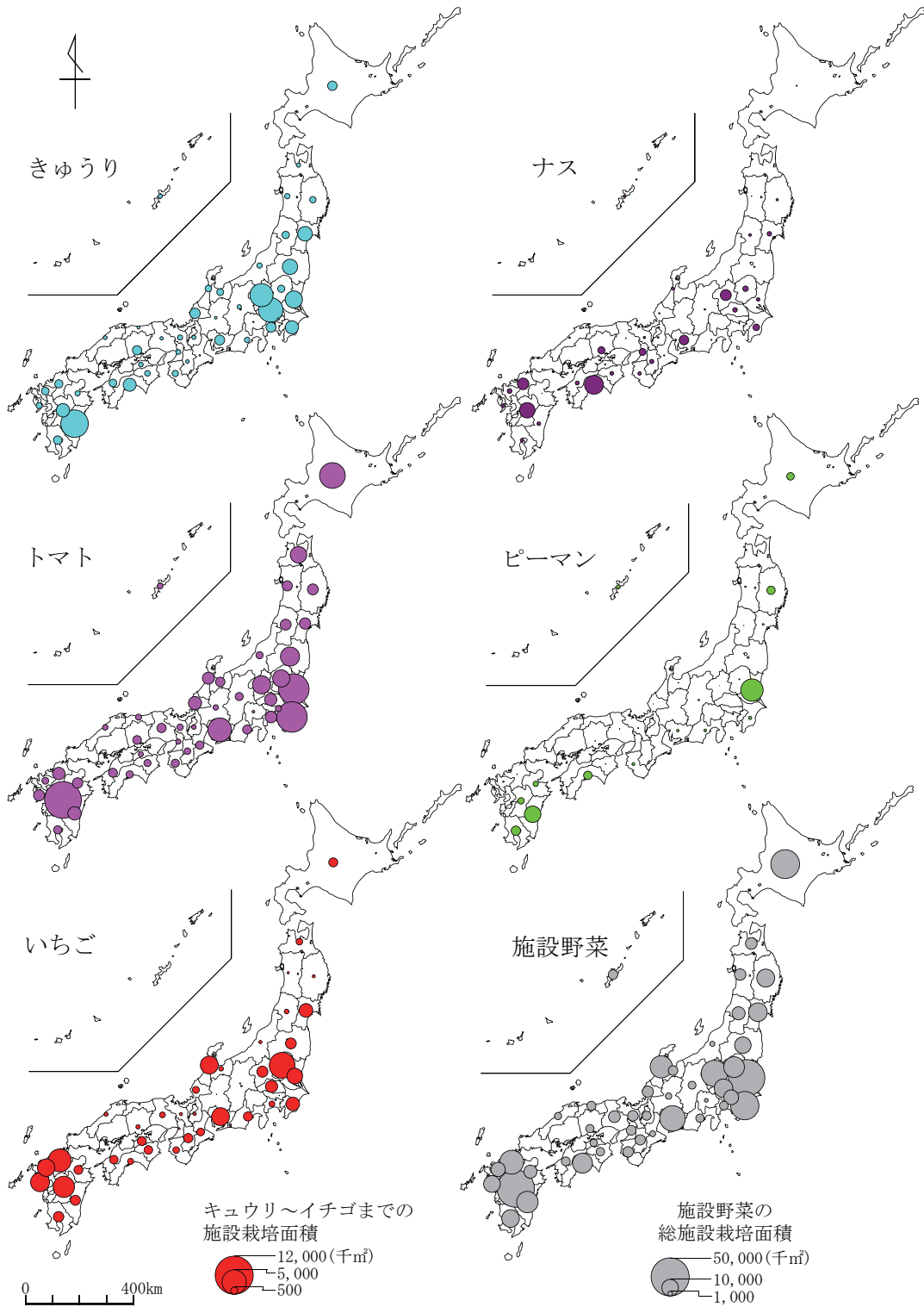


図7 日本における施設野菜作の栽培面積 (2008年7月～09年6月栽培)
 (『平成20年～21年園芸用施設及び農業用廃プラスチックに関する調査』により作成)

土づくり, 適正かん水など) を含めた取組」と位置づける。宮崎方式 ICM では農家にまず適正施肥と土づくり, 次に適正かん水の導入を促し, それらをベースに病害対策としての微生物殺菌剤 (バチルス・ズブチリス製剤), 害虫対策としての昆虫寄生菌製剤, そして天敵製剤 (土着天敵を含む) という順で病害虫を管理することを勧めている。これはこの順で農家にとって技

術的困難性が増すためである。このブレークスルーを支援するため, 宮崎県は 2008 年までに施設園芸品目に関する IPM マニュアルを野菜病害虫総合防除技術資料として策定している。その後, これらのマニュアルのうち, 2010 年にきゅうり・ピーマン・ナス, 11 年にミニトマト, 12 年にメロン (臭化メチル代替技術導入後) が ICM マニュアルとして改訂され, 2011 年のき

ゆうりからマニュアルの作業ポイントを項目別にまとめた、ICM チェックリストの作成によって、ICM 指標が策定されていった。宮崎方式 ICM の推進ではこれら両者による ICM 指標を県内地域版に改めながら、ICM マニュアル作成3年目からその実施を計画している¹²⁾。

以上のように、生物的防除は作目によって地域での普及に差異がみられた。しかし、IPM は前述のように生物的防除のほか、化学的防除・耕種的防除・物理的防除を組み合わせながら各地の立地環境(自然環境、人文社会環境、生物多様性など)と作目から地域毎に技術体系化されている。その意味で、天敵と微生物防除剤のみでは全体的動向を網羅できない。そこで、農林水産省の『消費・安全対策交付金(「旧」食の安全・安心確保交付金)における IPM 実践指標策定状況について(平成 17~25 年度)』(以下、「実践指標策定状況」と呼ぶ)を基に、日本における IPM の全体的普及を次に分析しておきたい¹³⁾。

(3) IPM 実践指標策定からみた地域差

「実践指標策定状況」では作目別に実践指標の策定・検証・改良の各年度のほか、IPM 実践指標の取扱状況(試験研究段階・普及指導段階・農業者実践段階)および実践指標の公表方法が示される。そこで、2013 年度における IPM 普及の地域的状況を、この IPM 実践指標の取扱状況を用いて作物別に検討する(図 8)。

米麦・豆・工芸作物 これらの作物では、IPM 実践指標の策定、さらに普及が水稲作を除けば、ほぼ北海道・東北から関東にかけてみられず、概して三重県以西、とりわけ九州に限定されていた。

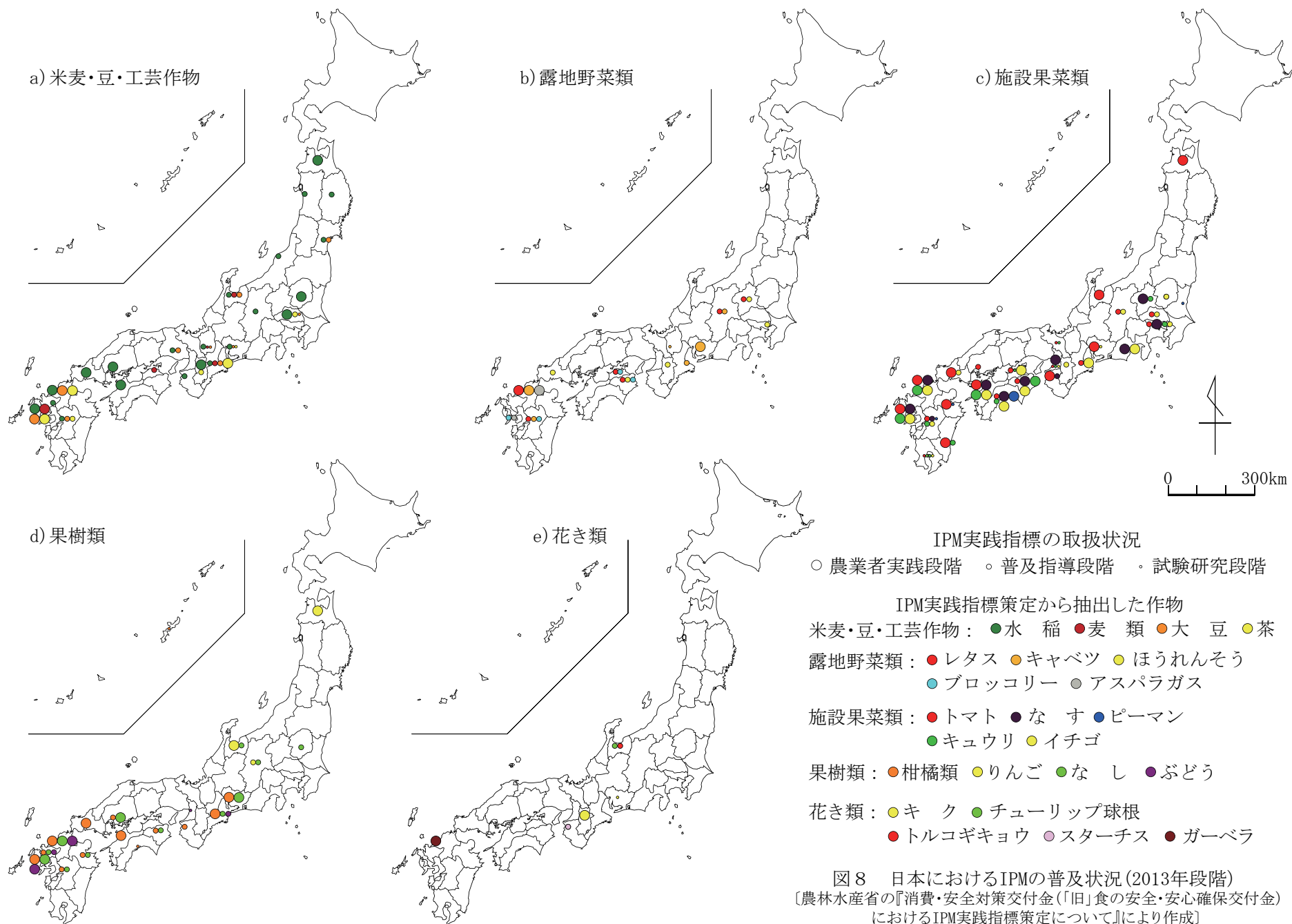
水稲作の IPM において、農業者実践段階にある県は青森県を除き、水稲作よりも園芸等の発達した、西南暖地の諸県と栃木県・埼玉県であった。これに対して、東北・北陸地方といった、日本における主要水稲作地帯では試験・研究から普及指導段階へ移行している県が多いものの、未だ実践指標の策定がみられない県もある。同様の傾向は茶・麦類の栽培でもみられた。静岡・鹿児島・京都の諸県は荒茶生産量の全国第 1 位・2 位・5 位の主産県であるものの、実践指標を策定していない。これに対して、三重(同 3 位)・福岡(同 6 位)・長崎(同 11 位)の諸県では既に農業者が実践する段階にある。このような差異は IPM 導入の取り組みが全国トップ産県との差別化をはかることを目的としたものといえる。麦類では長崎県(2013 年産の収穫量全国 23 位、以下同)のみが農業者実践段階にあり、三重(同 11 位)・富山(同 14 位)・香川(同 16 位)の諸県が普及指導段階にある。麦類の収穫量で

は北海道、福岡、佐賀、栃木、群馬の諸県が上位 5 位であるが、IPM の実践指標は策定されていない。これに対して、大豆では収穫量上位の佐賀県(第 2 位)、福岡県(同 4 位)で農業者の実践段階にあり、宮城(同 3 位)、富山(同 8 位)、三重(15 位)、熊本(同 17 位)、兵庫(同 19 位)の諸県が普及指導段階にある。

野菜類 IPM は前述のように露地野菜栽培よりも、施設園芸において普及している。ただ、全体としてみれば、露地野菜栽培・施設園芸ともに、一部の例外があるものの、北海道から東北地方にかけて、IPM の実践指標の策定がみられない点で共通する。

露地野菜栽培では愛知県のキャベツ栽培(全国 1 位)、福岡県のレタス(同 8 位)・キャベツ(同 8 位)・アスパラガス(同 7 位)栽培で農業者による IPM の実践段階に至っている。このほか、普及指導段階にある地域は、レタス栽培の長野(同 1 位)・群馬(同 3 位)・香川(同 7 位)・熊本(同 9 位)・徳島(同 13 位)、ブロッコリー栽培の香川(同 4 位)・徳島(同 6 位)・長崎(同 7 位)・熊本(同 12 位)、キャベツ栽培の長野(同 7 位)・熊本(同 9 位)・三重(同 23 位)、ほうれんそう栽培の群馬(同 3 位)・徳島(同 11 位)・東京(同 16 位)・奈良(同 19 位)・山口(同 27 位)の諸県となる。キャベツ・レタスのように、露地野菜栽培では IPM がどちらかといえば全国収穫量第 1 位から 3 位の全国トップ主産県のほか、同 10 位程度までの中堅主産県に普及しはじめていると言えよう。

IPM は前章のように、果菜類の施設園芸において導入が盛んであり、既にトマト 10 県、なす 9 県、イチゴ 8 県、キュウリ 4 県、ピーマン 1 県で農業者の実践段階にある。しかし、これら諸県の動向は作物によって異なり、一概に全国トップ生産量を誇る、各作物の主産県というわけではない(図 7・8)。すなわち、なす栽培では高知(全国 1 位)、福岡(同 3 位)、群馬(同 5 位)などのトップ主産県で IPM が実践されている。同様に、イチゴ栽培でも福岡県(同 2 位)、長崎県(同 4 位)、静岡県(同 5 位)が農業者の実践段階に入っている。これに対して、トマト栽培とピーマン栽培ではそれぞれ全国 2 位の愛知県と 4 位の高知県以外、全国トップ主産県においても農業者の実践段階に至っていない。例えば、栃木県(イチゴ同 1 位)や熊本県(トマト同 1 位、なす同 2 位、イチゴ同 3 位)¹⁴⁾は果菜類の施設園芸主産県であるが、IPM の普及指導段階にとどまっている。このように、施設果菜類からみた、IPM の普及は作物、そして主産県の取り組みで地域差がみられる。



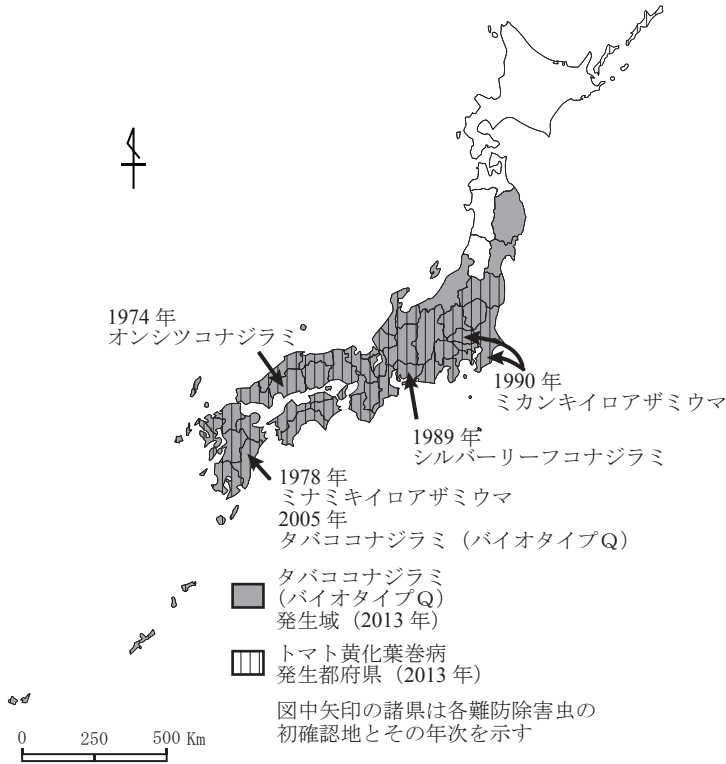


図9 難防除害虫と病害の発生
(各都道府県の病虫害発生予察特殊報などにより作成)

果樹類・花き類 果樹類も青森県（同1位）・富山県（同11位）のりんご栽培を除けば、農業者の実践段階にあるのは愛知県（柑橘類8位・梨12位）、三重県（柑橘類11位）、愛媛県（柑橘類2位）、広島県（梨23位）、山口県（柑橘類18位）、福岡県（柑橘類9位・梨8位・ぶどう5位）、長崎県（柑橘類5位・梨28位・ぶどう）という東海以西から西南暖地の諸県であった。また、従前の作物同様に、各作物の全国トップ主産県は青森県と愛媛県を除けばみられなかった。作物別にみれば、柑橘類と梨で概してIPMの普及が進んでいると言えよう。

花き類は他の作物に比べて、IPMが普及していない。そのなかで、奈良県のキク栽培（同7位）、福岡県のガーベラ（同2位）のみが農業者の実践段階にあり、富山、和歌山の両県でそれぞれチューリップ球根・トルコギキョウ（同35位）、スターチス（同1位）が普及指導段階にある。花き類は従前までの作物と異なって食用でないため、日本においてIPMの導入が進んでいない。このことはオランダで始まった、MPS（花き産業総合認証：Milieu Programma Sierteelt）の導入が日本で進展していないことも共通する¹⁵⁾。

以上のように、IPMはその実践指標策定からみると、概して関東以西、なかでも西南暖地の諸県での導入が進み、東北から北海道にかけての地方ではあまり普及していないことが明らかとなった。作物別にみれば、

野菜栽培の一部において全国トップ主産県で既に農業者の実践段階にあるものの、米麦・果樹・花き類などの作物の場合、全国トップ主産県よりも中堅産地県において導入が進んでいた。また、野菜類のなかでは施設果菜類、とりわけナス・トマト・イチゴなどの施設園芸主産県での普及が進むものの、特定の全国トップ主産県ではなお農業者の実践段階に至っていなかった。

IV IPM導入の契機とその普及要因

1. IPM導入の契機—難防除害虫の侵入と薬剤抵抗性の発達

IPMは各農家に難防除害虫の侵入とそれに伴う病害を含む、被害の多発を契機に導入されてきた¹⁶⁾。日本へは1970年代以降、アザミウマ類とコナジラミ類が繰り返し、侵入して定着してきた（図9）。これら侵入害虫とIPM導入について、タバココナジラミを例にみていく。

タバココナジラミは、「形態では見分けがつかないが、寄主植物などの生態的特徴や遺伝子が異なるバイオタイプと呼ばれる個体群が多数存在（田口，2007）」する。日本には在来系統（スイカズラなどに寄生するバイオタイプJplと西南諸島に分布するバイオタイプNauru）のほか、バイオタイプB（以下、シルバーリーフコナジラミと呼称）とバイオタイプQ（以下、バイオタイプQと呼称）の侵入がそれぞれ1980年代末と2000年代初頭から中頃にみられた。

シルバーリーフコナジラミは1989年に愛知県で初めて確認された¹⁷⁾。それは各種果菜類（トマト・キュウリ・ナス・メロン）やキャベツ、ほうれんそうなどの野菜類、大豆、花き類（ガーベラ・バラなど）などに寄生して、すす病や作物が退色する白化症などをもたらした。侵入害虫の問題は防除の難しさのほか、着果不良やすすかび病などの被害だけでなく、ウイルスの媒介によって新たな病害を引き起こす点にある。同様のことがより大規模にみられたのが、バイオタイプQの侵入時であった。

バイオタイプQは2005年に宮崎県で初めて確認され、2013年末現在で北海道・青森県・秋田県・山形県を除く、43都府県で確認されている（図9）。ただ、九州地方では2003年頃からシルバーリーフコナジラミで薬剤防除効果の低下がみられたこと、さらにピーマ

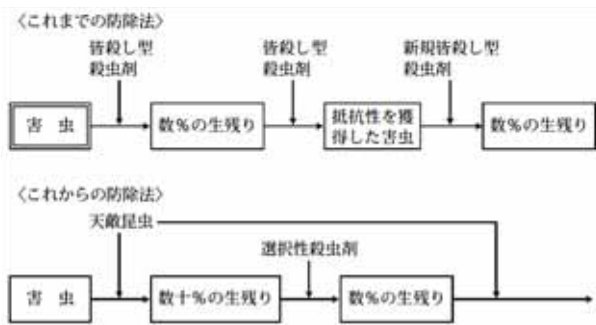


図 10 害虫管理と防除方法の比較
(小松, 2002 より引用)

ンなどの発生被害の少なかった作物でも発生するようになったことから、これ以前から侵入していたと考えられている。

バイオタイプ Q は侵入当時、従来のシルバーリーフと同様の防除体制では、すす病などの被害を食い止められなかった。それは侵入時、既に薬剤抵抗性を獲得していたことが大きい。これは昆虫が同種の殺虫剤で防除し続けるとその薬剤に耐える能力を有するようになるためである (図 10)。海外でこのような薬剤抵抗性を発達させた個体群が侵入すれば、従来の日本農家の防除方法ではより多くの個体が生き残って、次世代以降、集団として殺虫剤に対してより強い抵抗性を獲得していってしまう。この結果、農家は防除の結果が思わしくないため、より高濃度の薬剤をかけ、さらに抵抗性が強まっていく。この結果、慣行栽培では害虫の薬剤抵抗性の獲得と新規殺虫剤の開発の競争がくり広げられることとなる。そのため、天敵 (生物的防除) と選択制殺虫剤 (化学的防除) を組み合わせた、新たな防除法への転換の契機となるのである (図 10)。

シルバーリーフコナジラミとバイオタイプ Q は、1996 年に国内へ侵入したトマト黄化葉巻病ウイルス (TYLCV)、さらにウリ類退緑黄化ウイルス (CCYV) を媒介する。そのため、これらの作物の栽培農家にとっては重要防除害虫と位置づけられる。害虫薬剤抵抗性獲得と新規殺虫剤の開発競争のなかで、農家自身に従来の防除の反省とともに、その転換が求められてきた。この点を農家自身が認識でき得たかどうか、IPM 導入・採用を左右する。ただ、難防除害虫の侵入は IPM 導入と同時に、既存の IPM の技術体系を崩す両面の契機となる点で問題を複雑化している。このことを西南暖地ほかの施設園芸主産県でみた後、高知県を事例に IPM 普及の経過とその要因を予察的に考察したい。

2. IPM の普及過程とその要因—高知県を事例に

IPM の導入は前述のように、施設園芸主産県で進展

していた。それは施設園芸が閉鎖された人工環境での栽培であり、化学的防除等により農業生態系の機能も弱く、他方で害虫にとって冬季も生育可能な環境を提供するためである。ハウス・ガラス室に、害虫が侵入すれば、それを捕食する食物上位者もおらず、被害が大きくなる。バイオタイプ Q 等の難防除害虫でなければ、従前は化学合成農薬でそれを防除すればよかったものの、薬剤抵抗性を有する害虫の防除は困難であった。また、施設は露地で越冬できない、害虫にとっても越冬場所となりえるため、露地栽培のように害虫の発生がリセットされることもない。このことはバイオタイプ Q の侵入時、宮崎県 (松浦, 2006) や熊本県 (樋口ら, 2007) の調査から、施設園芸作物で発生時期、地域、寄生作物に関係なく分布していたことから理解できる。IPM が西南暖地の施設園芸諸県で進展した理由もここにある。そこで、施設園芸主産県に注目して、生物農薬の導入状況をまずみてみたい (図 11)。

施設園芸主産県では高知県が 1990 年代半ば以降、生物農薬や微生物防除剤を利用して IPM の導入を積極的にはかってきた。これに対して、他の諸県では、福岡県と宮崎県が 2000 年代に入ってから、それぞれチリカブリダニとククメリスカブリダニを用いた生物防除を導入し始めていた。また、バイオタイプ Q の侵入前後を境に、九州の各県がこれらカブリダニの使用を減少させたのに対して、高知県はククメリスカブリダニからミヤコカブリダニへ、そしてタイリクヒメハナカメムシへと主要天敵剤を交代させていた。茨城県も同時期以降、タイリクヒメハナカメムシの利用が拡大していった。この結果が図 6 の天敵出荷量の分布である。バイオタイプ Q の侵入を契機に、高知県では IPM をより安定した技術体系へと転換をはかり、他県では既存の技術体系が崩されて再編を模索することとなった。では、なぜ、高知県では転換が可能であったのだろうか。

表 4 は高知県における IPM の導入・普及過程を時系列的に示したものである。高知県安芸地方では、1992 年から施設ナス栽培での授粉にマルハナバチが利用され始め、マルハナバチに化学農薬の被害が及ばないように生物農薬が 1998 年から防除体系実証実験として使われ出した。当時、ククメリスカブリダニはミナミキイロアザミウマの防除用に価格も安く生産者が取り組みやすい天敵であったという。しかし、その効果は限られたため、タイリクヒメハナカメムシを中核とした技術体系化がはかられていった。それはタイリクヒメハナカメムシ剤 (アザミウマ類の防除, 以下同様)

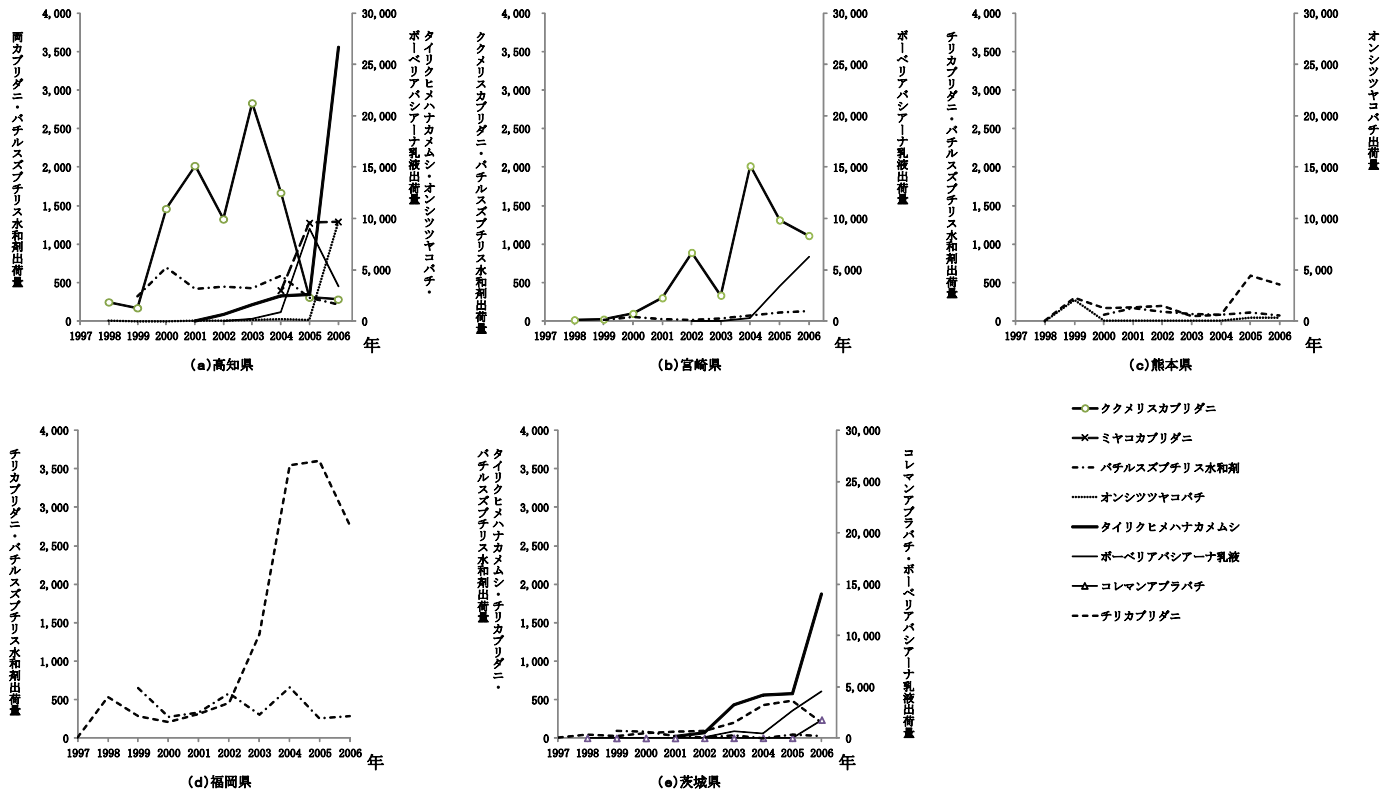


図 11 施設園芸諸県における生物農薬と微生物防除剤の普及（～2000年代半ばまで）
（各年の農薬要覧により作成）

表 4 高知県における IPM 導入・普及の動き

年	IPMに関わる動き
1992年	安芸地方でマルハナバチ現地試験開始
1994年	「高知県環境保全型農業推進基本方針」策定
1996～97年	高知県農業技術センターでナスの総合的防除技術確立へ
1998年	安芸農業振興センター管内で防除体系実証試験
1999年	安芸地方の農家がオランダへ天敵利用視察(旧トーマン), IPMの本格的取組開始
2000年	施設ナス天敵利用80戸, 15haへ
2001年	JA 土佐あき芸西支部園芸研究会が環境保全型農業推進コンクール優秀賞を受賞 高知県園芸連がエコシステム栽培認証を始める
2002年	JA土佐れいほく園芸部ISO部会がISO14001認証を取得
2003年～	シルバリーフコナジラミ(後にタバココナジラミバイオタイプQと判明)による被害多発
2004年	安芸管内 ハチ利用率82%, そのうち60%が天敵利用
2005年	県下の天敵導入率: ナス類26%, ピーマン・シシトウ類57%, ミョウガ75%
2006年	JA土佐れいほく園芸部ISO部会が日本農業賞大賞を受賞 天敵の県内産地間受給(リレー) 始まる
2007年	「高知県環境保全型農業総合推進プラン(5か年計画)」策定 土着天敵-天敵特区申請, 土着天敵温存ハウスの設置利用者は21名
2008年	アリストライフサイエンス社による新天敵(スワルスキーカブリダニ)の農薬登録-試験地 JAとさしピーマン部会日本農業賞特別賞受賞
2009年	オランダウエストラント市と友好園芸農業協定締結
2010年	県下の天敵導入率(戸数・面積): ナス類51%・59%, ピーマン類64%・77%, キュウリ2%・2%; 生産履歴記帳率91%, エコシステム認証取得率26% 土着天敵温存ハウスの設置利用者は173名
2012年	県下のエコシステム栽培認証(2012年園芸年度): 3,256戸, 719ヘクタール, 栽培取得率(販売金額) 46%
2013年	県下の天敵導入率(戸数・面積): ナス類93%・94%, ピーマン類74%・92%, キュウリ17%・17%

(高知県資料, 安芸農業振興センター資料および聞き取りにより作成)

を核に, コレマンアブラバチ剤(アブラムシ類), イサエアヒメコバチとハモグリコマユバチの混合剤(ハモグリバエ類), チリカブリダニ剤(ハダニ類)を組み合わせる生物的防除のほか, ハウスへの害虫の飛び込みを防ぎ, ハウス内の害虫の低減をはかるための防虫ネット・シルバーマルチ・ラノーテープなどの物理的防除や天敵類への影響の少ない選択性殺虫剤を組み合わせたものであった(山下・下八川, 2005)。

しかし, バイオタイプQの侵入によって, この技術体系は選択制殺虫剤よりも強力な農薬を使わざるを得なくなったため, さらに再編を強いられた。その再編は2006・07年以降に土着天敵の利用体制構築と2008年からの新天敵の導入・利用によって進められた(表4)。その結果, 高知県の天敵導入率は2005年のナス類栽培農家の26%, ピーマン類栽培農家の57%から2013年にナス栽培農家の93%(栽培面積の94%), ピーマン類栽培農家の74%(同92%)へ高まった。

2005年と比較すれば, IPMが急激に農家に採用・普及されていたことがわかる。前述のように, 高知県のナスの収穫量は全国一位であり, そのほとんどがIPMによって栽培されていると言える。ナスの他の主産地の状況を鑑みれば, このIPMの導入・採用の過程は農業地域の自立的発展を考える上で興味深い。その詳細は別報で論じる予定だが, 高知県がなぜ, 他の諸

県と比べていち早く IPM を導入して、難防除害虫の侵入時においても再編を素早く行いえたのかを予察的に考察して、その普及要因に関わる諸点を指摘しておきたい。

高知県ではバイオタイプ Q の侵入による被害を受けても、なお IPM 導入の動きが強かった。例えば、安芸地方では 2004 年にハチの利用率が 82% になり、そのうち 60% が天敵を利用するようになった（表 4）。このような農家意識がその導入・採用のベースにあったことは間違いない。その上で、IPM は、①訪花昆虫の導入と難防除害虫の出現（表 4 の 1992・2003 年の動き）を契機に、②農業関連組織の技術開発とその普及体制（普及員－JA－農家による研究組織）構築（同 1996～99 年・2001・07 年の動き）のなかで技術の体系化と農家の学ぶ仕組みが創られ、それを③アグリビジネス（生物農薬製剤メーカー）と農政、大学などの主体が支援（同 1994・2007・08 年の動き）するとともに、④生産・流通体制の構築と認証・工程管理（同 2001・02・12 年の動き）によって「見える化」がなされて導入・採用されてきた。さらに、農家が IPM の⑤省力化と安全という有用性を認識できるかどうか、その導入・採用の上で作用してきた¹⁸⁾。言い換えれば、IPM の導入・採用は農家の意識を揺さぶる状況を契機に、ブレークスルーを可能にする学びの仕組みを地域内で構築しえたかどうかで左右されたと思われる。同様に、このことはフードチェーンにおける各主体の意識も変革されることで、その普及を早めることにもなるという点で、④の見える化のもつ意味は大きいとも言える。

3. IPM 普及の社会的背景－環境保全型農業への転換

IPM の普及は消費者の安全・健康志向に基づく環境保全型農業の推進によって支えられ、導かれてきた。それは政府が生物農薬を 1990 年代からの環境保全型農業の推進施策のなかで、持続性の高い農業生産方式と位置づけて普及をはかってきたことにも示されている。

農林水産省は 1992 年の「新しい食料・農業・農村政策の方向」以降、環境保全型農業の推進へと舵を切った。環境保全型農業とは「農業の持つ物質循環機能を生かし、生産性との調和などに留意しつつ、土づくり等を通じて化学肥料、農薬の使用等による環境負荷の軽減に配慮した持続的な農業（農林水産省環境保全型農業推進本部、1994）」のことである（表 5）。1999 年の食料・農業・農村基本法では農薬及び肥料の適正な使用の確保、農業生産活動に伴う環境への負荷の低減

をはかることが謳われ、それを実行するための「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」が制定された。この法律に基づき、農林水産省は化学合成農薬の低減技術として生物農薬、フェロモン剤利用などの省令技術として指定した¹⁹⁾。これらの多くが図 3 に示した IPM の耕種的防除、物理的防除、生物的防除に該当するものであり、農林水産省が 2004 年に「総合的病害虫管理（IPM）検討会」を設けて、その普及をはかってきた理由もここにある。

しかしながら、このような農業施策をどう利用するかは各スケールの地域主体によって異なり、それが地域差を生み出す要因でもある。IPM の場合、前述のように農家をはじめ、生産から流通、そして消費者に至るまでのフードチェーンの各主体の意識をどう変革するかが、その普及に大きく作用している。この点を踏まえて、IPM を指標とした農業地域発展のメカニズムに関わる研究の視点を論じて結びにかえたい。

V IPM を指標とした農業地域発展のメカニズム －研究の視点と研究の枠組を求めて－

本論は、知識経済下における農業地域発展のメカニズムをイノベーションとその地域における普及から明らかにしようとする研究の初報であった。この研究全体の仮説は繰り返せば、「地域内の学びの仕組みとその役割を研究視点として、地域内部で新しい技術がいかに関連的に創造されて受容・普及していくのかを明らかにすることで、農業地域の自立的発展のメカニズムが解明されるのではないか」というものである。この仮説と本論で明らかになったことを踏まえて、今後の研究の視点とその枠組を論じる（図 12）。

日本の IPM に関わる技術は高知県の IPM 実践農家のオランダ視察（表 4）に示されるように、オランダから移入されてきた。オランダは EU の市場統合時に、自国産施設園芸作目の輸出減少に対処するために、IPM などによる環境保全型農法への転換をはかった（嘉田、1998）。その結果、オランダの農産物は「反自然的・農薬付け・大量生産」というマイナスイメージから「環境にやさしい農法で作られた農産物」という安全で高品質な農産物として認識されるようになった。日本はこのオランダで生産された、天敵剤が輸入されて利用されている。このようなオランダとの関係はグローバルイノベーション下における農業地域の発展メカニズムを解明する上で、地域スケール（地球・諸国－日本－地域社会－農家－圃場・作物）という地理学的視

表5 環境保全型農業に関わる施策の推移

年	法律等の施策	環境保全型農業に関わる条文等	エコファーマー(件)
1992年	環境保全型農業の推進	「新しい食料・農業・農村政策の方向」(新政策) ・食料のもつ意味や農業・農村の役割の明確化、地球環境問題への配慮 ・効率的かつ安定的な経営体が生産の太宗を担う農業構造の実現 ・自主性と創意工夫を活かした地域づくり	
1994年	環境保全型農業推進体制整備(国・県・市)	農林水産省環境保全型農業推進本部を設置し「環境保全型農業推進の基本的考え方」を策定。全国環境保全型農業推進会議	
1995年	環境保全型農業推進コンクール	有機農業をはじめとする環境保全型農業の確立を目指して意欲的に経営や技術の改善に取り組む、多面的機能の発揮等による農村環境の保全活動を通じて地域社会の発展に貢献している農業者、教育関係機関及びそれらの取組の普及・拡大を支援する自治体、農業団体、流通・消費関係団体、特定非営利活動法人などを表彰する	
1997年	環境保全型農業技術指針 環境保全型農業推進憲章	環境保全型農業推進憲章:農業は本来、環境と調和して営まれる産業である。また、健康的で豊かな食生活の実現、国土保全・美しい景観の形成など豊かな環境の維持形成は、国民全体の願いである。我が国の農業は、農業の持つ本来の機能を改めて見直し、これらの願いを実現する上での基盤となる役割を果たさなければならない。この役割を果たすため、環境に対する負荷を極力小さくし、さらには、環境に対する農業の公益的機能を高めるなど、環境と調和した持続的農業すなわち「環境保全型農業」の全国的・全面的な展開を目指す。その展開に当たっては、農業者の努力はもとより、消費者や農産物の流通関係者等を含めた幅広い国民的理解と支持を得るようにするとともに、環境保全型農業に関連する資源のリサイクルの促進などの実現にも努めるべきである。今こそ、「人と自然にやさしい農業」を目指し、健全で恵み豊かな環境を私たちの子孫に引き継いでいくため、農業者のみならず、消費者や流通関係者など国民一人一人が行動を起こす時である。	
1999年	食料・農業・農村基本法	農業の持続的な発展 農業については、その有する食料その他の農産物の供給の機能及び多面的機能の重要性にかんがみ、必要な農地、農業用水その他の農業資源及び農業の担い手が確保され、地域の特性に応じてこれらが効率的に組み合わせられた望ましい農業構造が確立されるとともに、農業の自然循環機能(農業生産活動が自然界における生物を介する物質の循環に依存し、かつ、これを促進する機能をいう。以下同じ。)が維持増進されることにより、その持続的な発展が図られなければならない。 自然循環機能の維持増進 国は、農業の自然循環機能の維持増進を図るため、農薬及び肥料の適正な使用の確保、家畜排せつ物等の有効利用による地力の増進その他必要な施策を講ずるものとする。	13
	持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律	「持続性の高い農業生産方式」とは、土壌の性質に由来する農地の生産力の維持増進その他良好な営農環境の確保に資すると認められる合理的な農業の生産方式であって、次に掲げる技術のすべてを用いて行われるものをいう。一たいてい肥その他の有機質資材の施用に関する技術であって、土壌の性質を改善する効果が高いものとして農林水産省令で定めるもの二肥料の施用に関する技術であって、化学的に合成された肥料の施用を減少させる効果が高いものとして農林水産省令で定めるもの三有害動植物の防除に関する技術であって、化学的に合成された農薬の使用を減少させる効果が高いものとして農林水産省令で定めるもの	
2000年	食料・農業・農村基本計画	…農業の自然循環機能の維持増進を図るため、農薬及び肥料の適正な使用の確保、家畜排せつ物等の有効利用による地力の増進等の施策を講ずる。 ア 農薬及び肥料の適正な使用の確保 持続性の高い農業生産方式の導入等により、農薬及び肥料の適正な使用の確保を図る。また、農業生産活動に伴う環境への負荷の低減を図るための取組を推進する。	1,126
2005年	環境と調和のとれた農業生産活動規範(農業環境規範)	農業は、自然界の物質循環に依存するとともにこれを増進し、また、生産活動を通じて二次的自然環境を形成するなど、本来、環境と調和した産業である。同時に、環境との調和なしには生産活動自体が長期的に継続できない。我が国農業が将来にわたってその役割を果たし、また、社会全体の持続的な発展に貢献していくためには、我が国農業生産全体において、環境との調和のための基本的な取組が着実に実行されていくことが最も大切である。	98,925
2006年	有機農業推進法	「有機農業」とは、化学的に合成された肥料及び農薬を使用しないこと並びに遺伝子組換え技術を利用しないことを基本として、農業生産に由来する環境への負荷をできる限り低減した農業生産の方法を用いて行われる農業	126,879
2011年	環境保全型農業直接支援対策実施	農業の持続的発展と多面的機能(食料・農業・農村基本法(平成11年法律第106号)第3条に規定する多面的機能をいう。以下同じ。)の健全な発揮を図るためには、意欲ある農業者が農業を継続できる環境を整え、国内農業の再生を図るとともに、農業が本来有する自然循環機能を維持・増進することが必要である。 特に、環境問題に対する国民の関心が高まる中で、我が国農業生産全体の在り方を環境保全を重視したものへに転換していくとともに、農業分野においても地球温暖化防止や生物多様性保全に積極的に貢献していくため、より環境保全に効果の高い営農活動の普及・推進を図っていく必要がある。 このため、環境保全型農業に取り組む農業者に対する支援を行う「環境保全型農業直接支援対策」を実施する。	216,341

(農林水産省ホームページおよび全国環境保全型農業推進会議ホームページにより作成)

ならない。侵入害虫は地域の生態系のなかで天敵が現れ、制御されていく。このような地域の自然生態系の摂理を農家は意識することなく、利用している。これを活かして、海外では地域の土着天敵による害虫管理が持続的農業の確立のための重要な戦略の一つとして活用されているという(大野, 2009)。それは土着天敵の活用によって、地域外の商業的に生産された天敵の導入に伴う地域生態系や標的の内生物への影響と比べた場合の少なさにもよる。高知県の土着天敵活用例はその日本版と言える。また、西南暖地諸県の病害虫防除担当者が北日本と西南日本における IPM 導入の地域差をより冷涼な北日本と高温多湿な西南日本という自然環境の差異、すなわち害虫の発生と越冬可能性から説明していたことも、研究の枠組における生態系的側面の必要性の証左である。オランダの農業は大手量販店の集中化・国際化という流通再編のなかで、その高水準規格と良品質という差別

角の重要性を示すものである。これが研究の枠組のベースとなる。IPM の地域的普及を把握するには、その生態系的側面、つまり昆虫の生態的特性およびそれを取り巻く農業生態系の機能を地域スケールごとに理解しなければ

化戦略、あるいは安全性を軸とする差別化に対応するため、環境保全型農法への転換とともに「外観面の品質だけでなく、中身に関わる品質の確保あるいは向上、品種の多様化に向けた軌道修正(嘉田, 1998, p.93)」を行ってきた。日本の場合、消費者が傷害果を好まな



図 12 IPM を指標とした農業地域の発展メカニズムに関する研究視点とその枠組

い特異性ゆえに、外観の品質に重きが置かれ、IPM が差別化戦略として経済的意味合いを持つことは現在のところ、少ない²⁰⁾。「環境保全型農業への転換」に関わる、このような彼我の意味的差異は、IPM の地域的普及の理解と考察の上で、消費者志向とそれに基づく、施策などの社会的側面の把握と分析の大切さを示すものである。同時に、それはフードシステムを構成する各主体の IPM に対する意識、言い換えれば各主体における農産物の品質の意味を理解しなければならないことをも意味する。現在の IPM は有機農産物と異なり、「環境にやさしい農法で作られた大量生産農産物」であることに変わりはない。いわば、脱生産主義的側面で飾られた、生産主義的農産物であり、このハイブリッド性を各主体がどのように評価するのかという問題でもある。

IPM の普及において、高知県の実践農家は自然環境を異にするオランダの技術体系を学びながら、それを自らの立地環境のなかで再創造して、地域化してきた。先の生態系的側面とともに、IPM の技術体系化に関わる技術的側面が研究の枠組として求められる所以である。その際、IPM 実践指標や実践マニュアルの策定のように、国・県の農業試験機関と病害虫防除所などの技術情報の供給主体とその情報チャネル、さらに技術の地域化とその普及の仕組み、そこにみられる農家間などの社会的ネットワークと学びの仕組みの地域的構

築などについて、地域スケールに基づいた分析が必要となる。

従来、農業地理学では農業地域の形成あるいは発展を立地環境という基盤のほかに、その経済的優位性から説明することが多かった。古くはそこに発現する構造的矛盾あるいはそこに関わる組織の問題が論じられ、政策的誘因とその分析の必要性が指摘されてきた。IPM を指標とした農業地域の発展機構の解明を目指す、今後の研究においても、これら先達の研究を受け継ぎ、1990 年代以降のフードシステム、そして食料の地理学、農村の商品化につながる諸研究にも注意を払いながら経済的側面の枠組から研究を進める必要がある²¹⁾。その際、地生態論や地域構造論に学びつつ、農業地域の発展メカニズムを農業地域システムとして把握し、さらにそのシステムにおける自立性・安定性・回復力といった点から地域の自立的発展の諸条件を論じる方向性を考えている。

本研究を進めるにあたり、愛知県・茨城県・神奈川県・熊本県・静岡県・高知県・福岡県・宮崎県の各関係機関（農業試験場・県庁担当部局ほか）の各位、農家の方々、およびバイオロジカルコントロール協議会の皆さまに聞き取りや資料収集でお世話になった。本論の内容は 2008 年 11 月の人文地理学会大会（於、筑波大学）および 2011 年 8 月の国際地理学連合持続的農村システム委員会アイルランド地域会議（於、国立アイルランド大学ゴルウェ

一校)において発表した。それらの現地調査・研究発表では平成19~21年度科学研究費補助金基盤研究(C)(課題番号19520672)および平成22~26年度科学研究費補助金基盤研究(C)(課題番号22520789)を使用した。以上、記してお礼申し上げる。

最後に、本論を農業地理学へ誘って頂いた、恩師の故松井貞雄先生と農業地域研究のイロハを手ほどき頂いた、山本正三先生の学恩に感謝して、両先生に献呈させて頂きたい。

注

- 1) しかし、農業のイノベーションは単に技術革新のみを指すものではない。農業分野のイノベーションには新生産財や新製品、流通技術の新規開発にみられる技術革新、マーケティング、組織の革新が含まれる。また、近年、盛んに提唱されている地域ブランドや6次産業化も技術革新、マーケティングや組織の革新が相互に作用しながら発展してきたものと言え、イノベーションの範疇で捉えることができる現象である。この点は例えば、八木・稲本・津谷(2011)の第1章参照のこと。なお、かつて筆者は農業地域の形成をこのような技術革新・組織革新、そして流通の地域の変化によるシステムの構築とその変容として捉えたことがある(拙稿, 1993)。
- 2) 農業経営学では経営発展あるいは産地発展とイノベーションとの関わりの研究が積み重ねられている。例えば、八木・稲本・津谷編(2011)はイノベーションの供給主体(農業者、公的機関、アグリビジネス)、競争優位、地域ブランド化、ナレッジマネジメントの視点から農業経営および産地発展との関わりを各事例から報告し、山本(2006)は主に酪農経営体における新技術導入を例にその導入決定要因と阻害要因の解明から導入メカニズムを解明しようと試みている。
- 3) 杉浦(1976)は「Hägerstrandは、個人々のイノベーションの採用が人と人との接触を媒介としたコミュニケーション過程と採用過程からなる‘学習過程’の結果であるとし、ローカルな空間レベルでのイノベーションの拡散を距離減衰的な近隣効果によって説明した」とするとともに、ロジャーズら社会学者が主に集落レベルでの普及過程を問題として空間的側面は問題視していないと指摘する。
- 4) このことはオルタナティブな農業・農村地理学研究的展開にもみてとれる。
- 5) 西南暖地諸県(福岡県・熊本県・宮崎県・高知県)と東海地方(愛知県・静岡県)、関東地方(神奈川県・茨城県)の農業試験場、病虫害防除所、農政課、改良普及センターの各担当者および施設園芸農家への聞き取りを行った。
- 6) 農林水産省(2005):『我が国におけるIPMに向けた取組みの現状等について』より引用。
- 7) 農林水産省(2005):『総合的病虫害・雑草管理(IPM)実践指針』より引用。
- 8) FAOSTATによれば、日本の殺虫剤使用量は2010年に1,000ha当たり12.litと世界で第8番目に多かった(<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/E/EP/E>)。
- 9) 物理的防除は害虫を捕殺や遮断したり、光や色彩を利用して誘殺、忌避したり、熱処理により死滅させたりする防除のことであり、耕種的防除は輪作、混作・間作、移植、対抗植物の利用によって害虫を軽減させる防除のことをいう。
- 10) エコファーマーは1999年7月に制定された「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律(持続農業法)」に基づき、たい肥等による土づくりと化学合成肥料・化学合成農薬の使用低減のための3技術すべてに取り組みすることを都道府県知事に提出して、認定を受けた農業者のことである。
- 11) 軟腐病は病原菌によって地上部及び地下部の新鮮な柔組織(果実、花、葉、茎、根など)に侵入、感染して軟化腐敗させる病気である。
- 12) その手順は、①県(広域指導担当)がマニュアル及びチェックリストを作成、②地域にマニュアルとチェックリストを提示、③地域は、地域版ICM指針(肥培管理指針+防除暦)を作成、④地域版ICM指針について、県(広域指導担当)が実施状況チェックを実施、となる。
- 13) 実践指標は『総合的病虫害・雑草管理(IPM)実践指針』によれば、「①環境保全を重視した農業への転換が求められるなかで、IPMに基づく病虫害管理が進められなければならないこと、②IPMに関する病虫害防除技術が一定程度確立されていて、それらの農業現場への導入も一定程度進展していること、にもかかわらず③農業現場において、単に農薬の使用回数を減らすことや天敵昆虫の放飼さえすれば良いというように、IPMの本質が浸透していないこと、④③はIPMの実践度に関する評価尺度がないために、現在の水準を明確に把握できず、明確な目標も定められないことに起因すること、そのために⑤農業現場でIPMの実践度を簡単に評価できる指標(IPM実践指標)を地域の実情に応じて各都道府県で策定する必要がある」という認識から策定された。ただ、このデータはあくまでも消費・安全対策交付金(「旧」食の安全・安心確保交付金)によって、2005年から2013年に策定されたIPM実践指標を対象とするため、それ以外の各県における独自の取り組みやそもそもこの事業に応募しないものは含まれていない。この点に注意する必要がある。
- 14) 熊本は普及段階にとどまるものの、高柳(2006)では八代のトマト産地による減農薬栽培の取り組みを、量産型産地としての差別化戦略として評価していた。
- 15) MPSは「1993年にウエストラントの花市場と生産者がプログラムを作り、翌94年末までに千の経営体の参加を得て95年に認証を行う協会を立ち上げて始められた。それは環境認証、品質認証、生産工程管理認証、社会的責任認証からなる。

つまり、農業生産がどの程度環境にやさしく、生産物がどのレベルでいかに管理されているのか。また、ヨーロッパ小売業組合が農産物へ求める事項（ユーレップギャップ）にいかに対応し、雇用者を含めた社会的責任にどの程度対応しているのかを認証するものである。例えば、環境認証では生産者が農薬・肥料、エネルギーや水の使用量、廃棄物の分別状況を記録して協会に提出する。それを受けて、協会は生産者全体のなかでその経営体がどの程度のレベルにあるのかを位置づけて、認証マークを発行する。また、MPSは生産者以外に市場と流通業者に対する認証制度も含み、生産から小売までをトータルに認証する仕組みを築いている。このため、消費者はMPSの認証マークをみるだけで環境にどの程度やさしいのか、品質がいかに維持されているのかを知ることができる（伊藤，2009）」のである。

- 16) このことは西南暖地諸県（福岡県・熊本県・宮崎県・高知県）と東海地方（愛知県・静岡県）、関東地方（神奈川県・茨城県）の病害虫防除所、農政課、改良普及センターの各担当者および施設園芸農家への聞き取りで毎回、回答頂いた点である。
- 17) 伊藤（2012）によれば、その侵入は「1989年11月海部郡蟹江町において、ポインセチアに寄生する本種が確認され、その後県内全域のポインセチア農家で確認された。ポインセチア以外に、ハイビスカス、ペゴニア、バラ、トマト、ナス、キュウリ、メロンで発生する。侵入経路ははっきりしないが、千葉県や愛知県のポインセチアで最初に見つかった状況などから、ポインセチアの輸入により海外から侵入した可能性が高いと考えられる」という。
- 18) これら5点については2008年11月の人文地理学会大会（於、筑波大学）および2011年8月の国際地理学連合持続的農村システム委員会アイルランド地域会議（於、国立アイルランド大学ゴルウェー校）において指摘した。なお、第5点目に関わり、安芸農業振興センター資料によれば、高知県安芸地方では1999年当時、慣行でのナスの施設栽培では147回の防除（費用224,967円）であったが、2003年には防除回数が31と5分の1強に減少し（費用は22万円でかわらず）、10a当たりの投下労働時間も約15%の減少をみたという。
- 19) これらは『持続性の高い農業生産方式の導入に関する法律施行規則』によれば、①温湯種子消毒技術、②機械除草技術、③除草用動物利用技術、④生物農薬利用技術、⑤対抗植物利用技術、⑥抵抗性品種栽培・台木利用技術、⑦土壤還元消毒技術、⑧熱利用土壤消毒技術、⑨光利用技術、⑩被覆栽培技術、⑪フェロモン剤利用技術、⑫マルチ栽培技術となる。
- 20) 安芸農業振興センターでの聞き取りによる。なお、インフォーマントの一人は東日本大震災によって中止になったシンポジウム資料で「普及する側の意識として、農家（産地）に一

貫して言い続けてきたことがある。それは、『環境保全型農業は、決して高く売るためにやるのではない』ということだと述べている（岡林，2011）。

- 21) 高度成長期以降の主産地形成論以降、著書として公刊されたものだけでも地域構造研究会編（1978）、松井（1978）、坂本（1978・2002）、石原（1979）、新井（1985）、斎藤（1989）、加藤（1991）がある。これら従来の農業地理学研究と荒木（2002）、荒木ら（2007）、梅田（2007）、川久保（2007）、高柳（2006）、高柳ら（2010）、仁平（2011）、田林編（2013）、後藤（2013）、荒木編（2013）、浅野・中島編（2013）などのフードシステム研究および食料の地理学、農村の商品化などに関わる研究を結びつけて、斯学の発展を目指す方向性が求められていると考える。

文 献

- 浅野敏久・中島弘二編（2013）：『ネイチャー・アンド・ソサエティ研究 第5巻 自然の社会地理』海青社，315p.
- 新井鎮久（1985）：『土地・水・地域：農業地理学序説』古今書院，137p.
- 荒木一視（2002）：『フードシステムの地理学的研究』大明堂，265p.
- 荒木一視編（2013）：『食料の地理学の小さな教科書』ナカニシヤ出版，163p
- 荒木一視・高橋 誠・後藤拓也・池田真志・岩間信之・伊賀聖屋・立見淳哉・池口明子（2007）：食料の地理学における新しい理論的潮流—日本に関する展望—。E-journal GEO Vol. 2-1，43～59
- 石原照敏（1979）：『乳業と酪農の地域形成』古今書院，358p.
- 伊藤啓司（2012）：タバココナジラミ バイオタイプ B. 『STOP！移入種 守ろう！あいちの生態系～愛知県移入種対策ハンドブック～』愛知県環境部自然環境課，p.97，<http://www.pref.aichi.jp/kankyo/sizen-ka/shizen/gairai/search/pdf/animal-46.pdf>
- 伊藤貴啓（1993）：愛知県豊橋市におけるつま物栽培地域の形成。地学雑誌 102-1，28～49.
- 伊藤貴啓（2009）：オランダの農業は「景観常新」？地理 54-5，78～89
- 伊藤千弘（2011）：愛知県碧海地域における不耕起V溝直播栽培の普及過程。地理学報告 112，15～29
- 梅田克樹（2007）：『酪農の地域システム』古今書院，276p.
- 大野和朗（2009）：土着天敵を利用した総合的害虫管理。安田弘法・城所 隆・田中幸一編『生物間相互作用と害虫管理』京都大学学術出版会，163～184
- 岡林俊宏（2011）：環境保全のためのGAP（仮題）。第23回食・農・環境の農業情報ネットワーク全国大会 2011年春期 GAPシンポジウム『適正農業規範は良い農業への道しるべ—日本GAP規範1.1版』とその活用—』講演資料，<http://www.fagap>.

- or.jp/sym201104/files/5-2011-5okabayashi.pdf
- 嘉田良平 (1998) : オランダ高品質と安全性を確保するための環境対策. 嘉田良平『全集世界の食料世界の農村⑩世界各国の環境保全型農業』農山漁村文化協会, 87~101.
- 加藤武夫 (1991) : 『高冷地野菜 : 生産環境と流通』大明堂, 242p.
- 川久保篤志 (2007) : 『戦後日本における柑橘産地の展開と再編』農林統計協会, 282p.
- 後藤拓也 (2013) : 『アグリビジネスの地理学』古今書院, 276p.
- 小松敏英 (2002) : 施設園芸産地で重油使用量の節減, 天敵利用による農薬6割減. 農山漁村文化協会編『農業技術体系 土壌施肥編 第8巻 環境保全型農業の地域展開』, 1~10
- 斎藤 功 (1989) : 『東京集乳圏 : その拡大・空間構造・諸相』古今書院, 260p.
- 坂本英夫 (1978) : 『輸送園芸の地域的分析』大明堂, 286p.
- 坂本英夫 (2002) : 『野菜園芸の産地分析』大明堂, 286p.
- 杉浦芳夫 (1976) : 空間的拡散研究の動向—情報の伝播とイノベーションの採用を中心として. 人文地理 28-1, 33~67
- 全国環境保全型農業推進会議 <http://www.ecofarm-net.jp/>
- 高柳長直 (2006) : 『フードシステムの空間構造論—グローバル化の中の農産物産地振興』筑波書房, 247p.
- 高柳長直・川久保篤志・中川秀一・宮地忠幸編 (2010) : 『グローバル化に対抗する農林水産業』農林統計出版, 218p.
- 田口義広 (2007) : 黄化葉巻病と防除対策. 農山漁村文化協会編『農業技術体系 野菜編 第2巻 トマト (基礎編—障害と対策—重要病害の原因と対策)』, 548-2~548-14
- 田林 明編 (2013) : 『商品化する日本の農村空間』農林統計出版, 397p.
- 地域構造研究会編 (1978) : 『日本の地域構造 3 日本農業の地域構造』大明堂, 259p.
- 中筋房夫・大林延夫・藤家 梓 (1997) : 『害虫防除』朝倉書店, 161p
- 仁平尊明 (2011) : 『エネルギー効率から見た日本の農業地域』筑波大学出版会, 丸善出版 (発売), 316p.
- 日本植物防疫協会 (2013) : 『農薬要覧—2013—』
- 農林水産省 : 環境保全型農業関連情報. http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/
- 農林水産省 (1999) : 『持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律施行規則』, http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_hourei/pdf/h251008_66.pdf
- 農林水産省 (2005) : 『持続性の高い農業生産方式への取組状況調査報告書』, http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kankyo_zittai/seisan_housiki/housiki/
- 農林水産省 (2005) : 『総合的病害虫・雑草管理 (IPM) 実践指針』, http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicyu/g_ipm/pdf/byougai_tyu.pdf
- 農林水産省 (2005) : 『我が国における IPM に向けた取組みの現状等について』, http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicyu/g_ipm/pdf/siryos.pdf
- 農林水産省 (2011) : 『平成 20 年~21 年園芸用施設及び農業用廃プラスチックに関する調査』, <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/engei/>
- 農林水産省 (2014) : 『消費・安全対策交付金 (「旧」食の安全・安心確保交付金) における IPM 実践指標策定状況について (平成 17~25 年度)』, http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicyu/g_zirei/pdf/25_ipm_jyokyo2.pdf
- 農林水産省環境保全型農業推進本部 (1994) : 『環境保全型農業推進の基本的考え方』, 9p.
- ノリス・R., コーガン・M., カスウェルーチェン・E., 小山重郎・小山晴子訳 (2006) : 『IPM 総論—有害生物の総合的管理』築地書館, 449p.
- 林 秀司 (1994) : 栃木県におけるイチゴの新品種「女峰」の普及過程. 地理学評論 Ser. A 67, 619~637
- 樋口聡志・前田美沙・行徳裕・上田重文・小牧孝一 (2007) : 熊本県に発生しているタバコナジラミのバイオタイプ分布と季節的変動. 九州病害虫研究会報 53, 59~65.
- 松浦 明 (2006) : 宮崎県におけるタバコナジラミバイオタイプ Q の発生と防除対策. 今月の農業 50(2), 57~61.
- 松井貞雄 (1978) : 『日本の温室園芸地域』大明堂, 309p.
- 宮崎県 (2012) : 『みやざき環境保全型農業推進プラン~みやざき環境保全型農業の実践による「新たな成長産業化」への挑戦~』, 37p, <http://www.pref.miyazaki.lg.jp/parts/000177671.pdf>
- 八木宏典・稲本志良・津谷好人編 (2011) : 『イノベーションと農業経営の発展』農林統計協会, 214p
- 山下 泉・下八川裕司 (2005) : 施設ピーマンの IPM. 植物防疫 59-11, 457~461.
- 山本和博 (2006) : 『農業技術の導入行動と経営発展 : 実践的農業経営研究へのアプローチ』筑波書房, 129p
- Brown, L. A. (1981) : *Innovation Diffusion: A New Perspective*. London and New York: Methuen, 345p.
- FAOSTAT <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>
- ITO, T. (2005) : Knowledge, Learning System and Self-sustained Evolution of Agriculture in Central Japan. In Mather, A. S. ed. *Land Use and Rural Sustainability*. The Commission on the Sustainable Development of Rural Systems, 39~46
- Rogers, E. M. (2003) : *Diffusion of Innovations*, 5th Edition. Free Press
- エベレット・ロジャーズ, 三藤利雄訳 (2007) : 『イノベーションの普及』翔泳社, 530p