

病害防除におけるIPMの展望と課題¹ -アブラナ科野菜根こぶ病防除を事例として-

對馬誠也
(独立行政法人農業環境技術研究所)

Perspective and Problem of Integrated Pest Management for Plant Pathology
- A Case Study: Clubroot Disease of Crucifers -

Seiya TSUSHIMA²

摘要

近年、環境保全型農業の推進に伴い、病害分野でも新聞や雑誌等でIPM (Integrated Pest Management) という用語が頻繁に使われるようになるとともに、IPMプロジェクトの推進や、行政サイドにおける「IPM検討会」の開催など、IPMに対する期待が高まっている。しかし、病害分野には未だに課題が多く残されていると思われる。ここでは、著者が所属していた東北農業試験場総合研究第3チーム（福島市）が東北農試の複数の研究室や、東北4県（福島県、岩手県、宮城県、山形県）と一緒にになって進めたプロジェクト研究「アブラナ科野菜のIPM」を紹介するとともに、その中で特に総合研究第3チームが力を入れて取り組んだ「アブラナ科野菜根こぶ病のIPM」に関して、個別防除技術の開発、Dose-response curve (DRC) 診断法の開発、それらを用いて実施した現地実証試験の紹介、及び研究推進上の問題点を整理した。具体的には、おとり植物である葉ダイコンは発病抑制効果と土壤中の休眠胞子密度（以下、菌密度）を減少させるが、その効果は、「dose-response curve (土壤菌密度 発病度曲線, DRC)」と「栽培時点での菌密度」に依存する可能性を示した。さらに、このDRCを基にして長期診断モデルの作成、そのモデルの検証結果を紹介するとともに、これらの結果から、「DRC診断法」を基に個別技術を組み合わせることが根こぶ病防除に効率的であることを報告した。また、こうした研究を進める上で、制限要因（研究・普及上の問題点）の整理が重要であること、制限要因を少しでも克服するために、IPM研究者間での個別技術やネガティブデータに関する情報の共有が重要であること、病害分野におけるIPM理解者を増やすことの重要性などを述べた。最後に、これらの取り組みを通して、病害分野でのIPM推進上の問題点について記した。

1.はじめに

ここ数年、環境保全型農業の推進に伴い、病害分野でも新聞や雑誌等でIPM (Integrated Pest Management) という用語が頻繁に使われるようになった。また、国や県レベルでも研究、行政の両面からIPMの取り組みが始まり、研究サイドでは、農業・生物系特定産業技術研究機構によるIPMプロジェクト「環境負荷低減の

ための病害虫群高度管理技術の開発」の中で、多数の病害防除技術の開発が進められた。一方、行政サイドでも、2004年12月に取りまとめられた「農林水産環境政策の基本方針」（農林水産省）において、総合的病害虫管理（IPM）の促進を推進する方向が打ち出され、それに伴い農家段階でのIPMの実践度を簡単に評価できる指標（IPM実践指標）の作成を推進することとし

1 2005年3月3日 第52回研究発表会で行われた特別講演の要旨

2 Address : National Institute for Agro-Environmental Sciences, 3-1-3 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8604 Japan
2004年7月13日受領

て，有識者による「総合的病害虫管理（IPM）検討会」が開催された（鈴木，2005）。

こうした取り組みにより，これまで，虫害分野に比べて取り組みが著しく遅れているといわれている病害分野においてもIPMが大きく進展することが期待される。しかし，こうした状況の変化により，これまで必ずしも積極的に取り組んで来なかつた研究者が突然IPMを実践できるかどうか，指導者，農家が新しいシステムに対応できるかどうか，など，病害分野におけるIPMの推進についての課題は多いと思われる。

著者らは，1995年から東北農業試験場総合研究第3チーム（福島市）に所属し，場内の複数の研究室や，東北4県（福島県，岩手県，宮城県，山形県）とのプロジェクト研究（地域総合，地域基幹）の中で，アブラナ科野菜のIPMに取り組んできた。その結果，プロジェクトの限られた研究期間内にIPMに用いる個別技術を開発することの難しさを痛感したが，それ以上に，「IPMに対する植物病理研究者の誤解の多さ」や「IPMの取り組みに対する理解者が少なすぎること」をしばしば感じた。IPMが農家，研究者，指導者，地域等が一体とならなければ実践できない以上，この点はこのプロジェクトの推進上の大きな障害であった。このように感じていた時期からすでに10年が経過しているが，残念ながら，現在でも研究者の意識，IPM理解者不足等の問題が当時に比べて大きく改善されたとは思われない。

今回著者は，「病害分野におけるIPM」という題をいただいたが，そもそも，病害・作物の違いだけなく，栽培体系，農業形態，流通経路等々の違いにより生じる様々なニーズに対応して技術開発を行うIPMに関して，病害分野全体について言及するのは不可能であることは言うまでもない。ただ，反面，それだけ多様であるために，各IPM現場で開発された「技術」や，普及上の問題点（制限要因）を多くの研究者が各々の立場で情報として発信することがIPM推進に極めて重要であるということも感じた。以上の理由から，ここでは，著者らが取り組んできた「アブラナ科野菜のIPM」，及びその中でとくに総合研究第3チームが取り組んだ「アブラナ科野菜根こぶ病のIPM」を紹介しながら，病害分野でのIPMについて考えてみたい。

2. アブラナ科野菜のIPM

著者らがアブラナ科野菜のIPMをはじめた理由は次

による。前述したように，著者らは，東北農業試験場内の複数の研究室や東北4県（前述）の多数の異なる分野の研究者と共に，根こぶ病，苗立枯れ症，コナガ及びアオムシ等の重要な病害虫における化学合成農薬低減技術の開発を行うことになった。しかし，実際に農業現場で農業収益を維持しながら減農薬栽培を実施することは容易ではない。その一方で，異分野の多数の研究者集団が一緒に技術開発を行う場合の難しさを感じられた。この原因の一つは，「農薬を減らす栽培技術の開発」と言っても，そのための方法論は必ずしも確立されていないからである。このことは，一つ間違えると，戦略や戦術に対する誤解から，効率的な研究ができないことを意味している。こうした事情から，著者らは，すでに提唱されている方法論を利用することを考え，総合防除（Integrated Control）や総合的有害生物管理（Integrated Pest Management, IPM）を柱にしてアブラナ科野菜の病害虫総合防除技術の開発を行うことにした。したがって，著者らがIPMに取り組んだ理由は，最初にIPMがあったのではなく，研究推進を効率的に行うためにIPMを利用するということであった。

このような立場からみると，IPMには，1) 方法論に従うことによって大きな集団が研究を効率的に行うことができる，2) IPM用語を共通言語として用いることによって異分野間で議論を効率的に進めることができる，3) 技術開発から普及にいたるまで，あらゆる部分で「制限要因」（constraint）の整理が行われるため，IPMグループ内・間で共通の認識を持つことができる，等のメリットがあると思われた。なお，3) に関しては，とくにIPM特有のものとは思えないが，少なくともIPM研究に関する総説（Zalomら，1992）には「制限要因」についてかなり言及されており，こうした姿勢はプロジェクト推進上も極めて重要であり，また，利用する必要があると感じた。しかし，反面，デメリットもあった。それは，1) IPMの定義や戦略が時代とともに変化しており，たとえ同じ作物や病害を対象としても，用いるIPM戦略（strategy）によって使用する戦術（tactics）が異なるため，IPMの背景等を十分把握していないと研究者間で誤解が生じる可能性がある，2) IPM独特の用語をある程度理解する必要がある，ということである（對馬，2001）。この留意点の1), 2) は研究以前の段階での議論に振り回されないためにも，研究推進上とくに重要であ

ると感じた。このようなことから、著者らは、まず本プロジェクトの「戦略」として、「生物資材等の有効利用を図る。農薬は、最後の切り札としてのみ使用する。」として、Biointensive IPMを行うことを宣言した(東北農業試験場編, 2000)。さらに、達成目標を1)農薬: 慣行より50%削減(あくまで平均として), 2)収量性: 慣行の±10%以内, 3)品質: 慣行と同等, 4)収益性: 慣行と同等, 5)安定性: 総合防除マニュアルによる管理, とし, 対象病害虫(前述)を設定した。さらに、防除手段としては、主として微生物資材, 天敵, おとり植物等の生物的防除技術を開発すること, また, 開発中である天敵についてはコスト計算を行わない, とした。

本プロジェクトの特徴は、5年という限られた期間ではあったが、大胆にも虫害も病害も対象としている点にある。IPMにおける「pest」の中に害虫以外の様々な有害生物を含めたのは、1972年のHuffakerプロジェクトからといわれているが(Jacobsen, 1997), 国内でも病害と虫害に同時に取り組んだ例は極めて少ないことから, できれば本プロジェクトの取り組みから, 虫害や病害単独のIPMでは得られない新たな技術や制限要因等が得られることを期待した。しかしながら, 5年間で, 総合化試験までを実施するまでは至らなかった。この理由としてはいくつかあると思われるが, その一つは, 個別防除技術を対象地域, 作物, 病害に応じて短期間に科学的に整理して適用することの難しさを何よりもあげることができる。

なお, 著者は, プロジェクト終了前に異動したが, 本プロジェクトの成果として, アブラナ科野菜病害虫の総合防除, アブラナ科野菜根こぶ病総合防除マニュアル, 生物等利用による寒冷地環境保全型コナガ防除マニュアル(セイヨウコナガチビアメバチによる事例), キャベツ萎黄病に対する病原性喪失菌およびカニ殻の利用技術マニュアル, リゾクトニア菌苗立枯れ症に対するヒダカフォルソムトビムシの利活用技術マニュアル(東北農業研究センター編, 2003)が報告されている。以下には, 著者が所属した総合研究第3チームのテーマとして取り組んだアブラナ科野菜根こぶ病について紹介したい。

3. アブラナ科野菜根こぶ病

アブラナ科野菜根こぶ病のIPMに関しては, 国内でも数少ないIPMの例として, 農業研究センタープロ2

チームの業績(農業研究センター編, 1988, 天野ら, 1995)がある。そのため, 本プロジェクトではその考え方等を基にしてまさに「効率的に」研究を進めることができた。プロ2チームの成果は, 単に個別技術, 意思決定支援技術の開発だけではなく防除の考え方, 問題点等を細かく整理していることであり, まさにIPMの手本とすべきものと考えられる。しかし一方では, 2.で述べた理由から, 著者らが取り組もうとしたIPMでは, 戰略(Biointensive)や達成目標等が異なるため, 個別技術等に関しては, 著者らも独自の開発をしなければならなかつたのも事実である。

1) 個別防除技術の選抜

これまで報告された防除技術を中心に, ポット試験でおとり植物, 有機質資材および石灰資材等の選抜を行った。ここで, おとり植物とは, 土壤中の休眠胞子の発芽を促進することによって菌密度を減少させる植物として定義されている。おとり植物に関しては, これまで根毛感染の有無等をもとに多数報告がなされているが, これらの植物が土壤中の根こぶ病菌の休眠胞子密度(以下, 菌密度)を実際にどの程度減少させているかは必ずしも詳しく調べられていないかった。そこで, 後作のハクサイで発病抑制効果がみられた植物を栽培した土壤から休眠胞子を回収し, 特異的に休眠胞子を染色する蛍光色素(カルコフルオールホワイトM2R)で染色後, 顕微鏡下で菌密度を測定したところ, 葉ダイコン(Murakamiら, 2000a), ホウレンソウ, ヘイオーツ(Murakamiら, 2001)が発病抑制効果とともに菌密度低減効果をもつことが明らかになった。たとえば, 葉ダイコンを約5週間ポットで栽培し, その後1ヶ月以上放置した場合, 無作付区に比べ菌密度が50%以上減少した。この際, 後作ハクサイの発病度は, 低菌密度区では対照区に比べ顕著に減少したものの, 高菌密度区では, ほとんど低下しなかった(図1)。

以上のような試験結果から, 葉ダイコンや他のおとり植物の防除効果は「土壤菌密度と発病との関係」(dose-response関係)に依存することが示唆された。次に, 石灰等の各種資材, 農薬等の菌密度低減効果を検討した結果, 石灰窒素にも菌密度低減効果が若干認められた(Murakamiら, 2002b)。一方, フルスルファミド粉剤にはそうした効果が認められなかった(村上ら, 2003)。この結果は, 本剤が休眠胞子の発芽を抑制しているとする報告(田中ら, 1997)と矛盾していないことから, フルスルファミド粉剤は土壤中の菌密

度を減らす目的には利用できないと考えられた。この他数種の有機質資材で発病抑制効果および菌密度低減効果が明らかになった。

その他、東北農試場内圃場の普通黒ボク土と淡色黒ボク土を比較した結果、淡色黒ボク土が普通黒ボク土に比べ著しく抑止的であることを明らかにした(Murakamiら, 2000b)。さらに、この抑制要因としては、とくに淡色黒ボク土壤の非生物的要因が発病軽減に大きく関与しているが、同時に、両土壤とも生物的要因を除去すると発病が有意に増加することから、常に生物的要因も発病軽減に関与していることを示した。ちなみに、著者らの試験では、土壤の生物的要因を少なくすると、感染閾値が2オーダー程度下がる結果が得られた。本病では、しばしば発病抑制を目的として移植ポットや圃場での抑止土壤の利用が考えられているが、本試験結果は、何らかの理由で土壤消毒して抑止土壤を活用することは、一つ間違えると根こぶ病の発病を著しく助長することを示唆している。

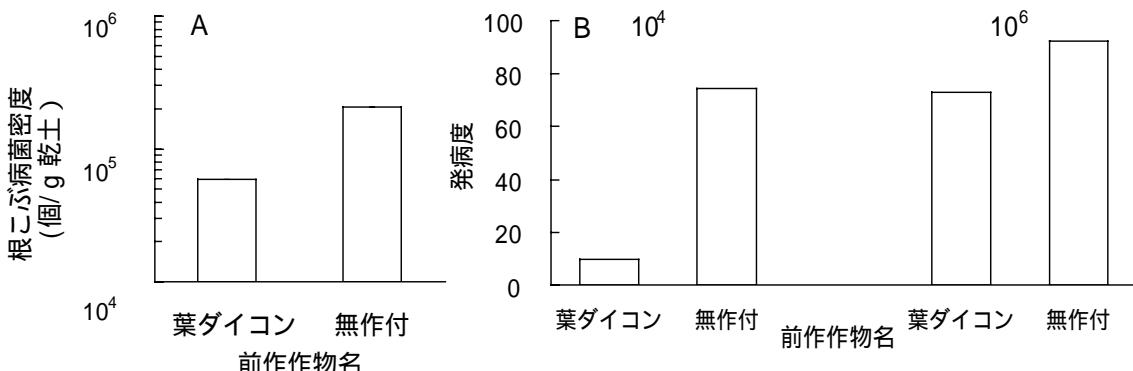
以上の結果から、根こぶ病に関しては、「感染閾値」は土壤が同じであれば一定しているというものではなく、「dose-response関係」や、「土壤の生物性(消毒等による生物的要因の減少や消失)」や「物理・化学性(pHなど)」に大きく依存している」と考えられた。

農薬の効果に関しては、「高菌密度下では効果が低くなる」とか、「多発病下では低くなる」という話をしばしば聞くし、実際、著者らの試験でも石灰資材の効果が低菌密度(=中発病)では効果があるが、高密度(=多発病)では効果が低い例があった(Murakamiら, 2002b)。しかし、厳密には、「多発病」で効果が落ち

るのか、「高菌密度」で低いのかは、区別する必要があると思われる。なぜなら、少なくとも根こぶ病では、前述のdose-responseに関する試験から明らかなように、土壤・作物・菌の組み合わせによっては、「多発病=高菌密度」とは必ずしも言えず、「多発病=低菌密度」や、「小~中発病=高菌密度」の場合が存在するからである。以上のこととは、防除効果を「感染閾値」や「dose-response関係」との関係で見ていくことが、防除技術に関してより科学的な知見を得るために必要なことを示唆している。

2) 意志決定支援システムの作成

上記の結果から、葉ダイコンや防除資材を有効利用するためには、農家圃場毎の土壤・栽培条件等に応じた意志決定支援システムの構築が必須であると考えられた。支援システムとしては、dose-response curve(以下、DRC)を用いて発病を予測する方法はすでにプロ2チームが作成している。しかし、そこで使われているモデルでは、新たな地域や作物に対応する場合、新たに土壤や作物のパラメーターを試験によって求める必要があるが、著者らのように全てのアブラナ科野菜を対象としている場合、それぞれの要因(作物、土壤等)毎にパラメーターを求めるることは実質不可能に近いと考えられた。なぜなら、たとえある地域で同じ作物、土壤のそれぞれのパラメーターが得られていても、それらのパラメーターは他の要因に大きく影響を受けるため、病原菌や土壤条件が異なる他地域では再度取り直す必要があるからである。以上のことから、いずれにしても実験が必要なのであれば、一度に、簡便な方法で、対象農家(地域)の「土壤菌密度と発病



第1図 葉ダイコン栽培が土壤中の根こぶ病菌密度と後作ハクサイの発病に及ぼす影響(ポット試験)

A図: 10%g接種区の菌密度、B図: 10⁴, 10⁶は各々10⁴, 10⁶/g接種区を示す。処理区(葉ダイコン区と無作付区)間にt検定による5%有意差が認められた。

の関係」を求めることができないかと考えた。そこで、特に根こぶ病の発生の大きな要因である「対象地域の土壤」と「その地域の根こぶ病菌」および「栽培品種」を供試して、ポット試験においてDRCを求める方法を考案した（対馬，2000）。具体的には、休眠胞子密度が $10^0/g$ （土壤）～ $10^6/g$ （土壤）になるようにした汚染土壤を作成して対象作物を播種後、一定期間栽培して発病を調査するという簡単なものである（Murakamiら，2002a）。この方法では、要因（土壤、作物、病原菌）毎のパラメーターを得ることはできないが、それらを組み合わせた系でのDRCパターンを得ることが可能である。この試験の精度を検証するため、3年間のポット試験の結果から得られたDRCパターンと、3年間の圃場試験結果とを比較した結果、ポット試験によるDRCパターンで実際の圃場の診断が可能であることが示唆された（Tsushimaら，1999）。

つぎに、菌密度低減効果を示す防除手段を用いて圃場の菌密度を減少させるか、一定レベル以上に増加させないことができれば、持続的な生産が可能と考えられた。また、そうした防除手段の導入に関しては、効果を短期間に直接目で見ることができないことから、農家に納得してもらう必要もあった。そのためには、根こぶ病罹病根の鋤込みによる土壤中の菌密度の増加量を評価して、シミュレーションを行うことによって、結果を説明することが必要と思われた。長期モデルに関しては前述した天野ら（1995）の方法があるが、ここでは、著者らが開発したDRCパターンを取り入れたモデルを作成することにし、「DRC」、「栽培前の圃場の菌密度」、「根こぶ鋤込み量」および「おとり植物等による菌密度低減効果」からなる土壤菌密度推定モデルを作成した（Tsushima, 1999）。このモデルに関しては、その検証を試みたところ、ある程度圃場の発病を推定できる結果が得られた。

3) 現地実証試験

岩手県西根町のキャベツ産地と福島県白河市のブロッコリー産地で現地試験を行った。ここでは、とくに、福島県白河市の専業農家A氏の圃場での試験例を紹介したい。A氏は約3haのブロッコリー栽培する、ブロッコリー栽培農家としては大規模生産農家である。ここでは、品種として、緑嶺、しげもり、たかもりを栽培することにより作期をずらすなど工夫がなされていた。

ここで、著者らは、上記の考え方に基づいて、まず

圃場の汚染程度を調べた。その結果、圃場の菌密度は約 $10^0/g$ （土壤）であった。次に、圃場から採取した土壤、根こぶ病菌および栽培作物を用いてDRCを求めた。すなわち、ここでは汚染程度にあわせて $10^{4\sim 6}/g$ （土壤）になるように根こぶ病休眠胞子懸濁液を接種してDRCを求めた。その結果、DRCのパターンは、無処理区および $10^1/g$ 、 $10^2/g$ （土壤）接種区までは汚染圃場とほぼ同じ発病度で推移したが、 $10^6/g$ （土壤）接種区でやや増加した。しかし、その増加量は $10^6/g$ （土壤）という高い菌密度でも激発にはならない程度のものであった。この結果は、これまで著者らが知っている他の地域の圃場に比べ、A氏の圃場の「土壤・作物・病原菌」系はやや抑止的なDRCパターンをもつことを示していた。さらに、DRCパターンは、品種間でも異なっていることが明らかになった。すなわち、品種しげもりのDRCパターンは品種緑嶺に比べやや低く推移した。

以上の結果とこれまでの防除資材の試験結果から、A氏の圃場では、品種しげもりを供試して、石灰窒素を施用することにより期待される発病抑制効果が得られると判断し、それをIPM区として実際に試験を行った。その結果、IPM区は、対照区（品種緑嶺、フルスルファミド粉剤施用）に比べ、収量で約10%の減少はみられたものの、ほぼ目標に沿った成果が得られた。簡単に説明してきたが、以上の試験結果から、DRCを用いた防除システムが有効であることが示唆された。そこで、この診断法をdose-response curve診断法（DRC診断法）と呼ぶことにした。

4) マニュアル等の作成、制限要因など

IPMでは、個別技術（意志決定支援技術も含む）や総合化システムの試験も重要であるが、その技術も利用されなければ意味がない。利用してもらうためには、指導者や農家のためのマニュアルが必要であることから、研究者・指導者用のやや専門的な記載も入れたマニュアルを作成した。

この研究を振り返ると、やはりIPMで行うべきことは実に多く、各段階（個別防除技術開発、現地実証試験、普及等）毎に成果、問題点、課題の整理を行うことがグループ間での意思統一や、次世代への正確な情報の伝達のために、極めて重要であると考えられた。以下に、本プロジェクト（根こぶ病）での課題等に関して著者が感じたことを示した。

（1）本プロジェクトの課題、制限要因

- ・研究期間が短く、マニュアル作成（農家用マニュアル等）、現地実証試験（現地で個別技術の実証試験を行うというではなく、IPM農家と非IPM農家を作つて比較する試験のこと）、さらに試行錯誤によるマニュアルの訂正等ができなかつた。
- ・総合研究第3チームおよび県の関係者の異動等により研究の継続性が維持されたとはいへなかつた。
- ・白河市専業農家A氏の圃場に関しては、農家の意識が高く、DRC診断、品種、石灰資材等の組み合わせによるシステムの導入は可能と考えられた。しかし、そのための指導者、DRC診断担当者に誰がなるか等のシステム作りが今後残されている。
- ・一方、ここでは紹介しなかつたが、同時に現地試験を行つた岩手県西根町キャベツ産地の専業農家B氏の圃場では、発病助長的なDRCパターンを示すこと、品種が限定されていること等から、長期輪作を取り入れるなど栽培体系も考慮した検討が必要と考えられた。
- ・報告された技術がどのように利用されたか（または、利用されなかつたか）を追跡・調査することが必須と考えられた。また、調査の際には、個別技術レベル、体系化レベル、普及レベル（開発側の対応状況、利用者の意識・知識、関係組織の体制等々）のどこで問題があつたのかを整理する必要あらう。

（2）このプロジェクトを通じて感じたこと

- ・個別防除技術に関する科学的に整理された情報の不足。
(各種資材等に関しては多くの試験がなされていると聞くが、その割には、科学的に整理された報告、論文が少ない。IPMでは科学的に得られた膨大な情報を必要としており、IPM研究者は成果を論文等に積極的に公表する必要がある。)
- ・ネガティブ情報の蓄積、発信の場の不足。
(これまで多数の資材の検討が行われているはずであるが、特に、防除効果が低かった資材の情報を発信する場が少ない。選抜には膨大な時間を要するため、IPM研究を効率的に進めるためにも、科学的に整理されたネガティブデータを発信・共有するシステムが必要である。)
- ・IPM理解者、協力者の不足。
(IPM関係者（stakeholder）の理解を得る必要があ

る。そのための教育プログラムやマニュアルの作成が必須である。また、マニュアルは、対象によつて様々なものが作られる必要がある。さらに、マニュアル自体は、現場での意見を採り入れて必要に応じて改訂する必要もある。)

・IPMネットワークの必要性。

（開発された技術がたとえ有効なものであつても必ずしも簡単に現場に普及するとは限らない。また、他人の失敗が他のIPMグループに役立つこともある。このことからも、各個別防除技術に関する経験（成功、失敗）を広く発信し、情報を共有する必要と思われる。）

・防除資材に関する登録の問題。

（開発された技術は当然のことながら登録されなければ普及マニュアルに記すことができない。このことは、短期間でIPMを普及しようとする際には、制限要因となる。）

4. 最後に

以上、著者らが取り組んできたIPMに関して紹介したが、このプロジェクト推進中には、虫害関係の方をはじめとするIPM関係者や、病害分野でもIPMに興味を持っている人から多数の情報や助言をいただいた。しかし、一方では、病害分野の研究者からは、過激な意見として、「病害ではIPMは無理ではないか」という意見までいただいた。また、そこまでは言わないまでも、病害分野でIPMの取り組みが虫害分野に比べて著しく少ないと否定する人はまずいなかつた。なぜ、これほど病害分野でIPMの取り組みが遅れていたという意見が多いのかを考える必要があらう。

著者の経験では、IPMに関する意見として、「病害ではこれまで進められた防除暦ほど安定した方法を作るには容易ではない」、「高温多湿の日本で防除暦を用いないなど無謀」、「EIL（経済的被害許容水準）を求めることが難しい」、あるいは「合理的に複数の防除法を組み合わせるのは容易ではない」などかなり悲観的な意見を多く聞いた。しかし、このような様々な意見に対して少数ではあるが反論があつたことも事実である。例えば、「上記のような意見を言つてゐる人の多くが必ずしも自分自身で取り組んだ結果に基づいて言つてゐるのではない」とか、「農薬については、これまで以上に合理的に活用できるはずなのにそうした研究に取り組んでいるとは言えない」などである。ま

た，以上のこととも関連するが，一部の研究者が悲観的になっている理由として，あまりに教科書的にIPMを捉えすぎているようにも思われた。いずれにしても結果的に，病理分野に関してIPMについての議論を行うこと自体がほとんど無かったように思われる。

確かに，著者らの根こぶ病に関しては残念ながらEILを求めるところまで至らなかった。その理由の一つは，今回のプロジェクトでは，DRCにより発病程度の予想はできたものの，対象作物の収量（出荷量）までは予測できる情報が得られなかつたことによる。また，Dose-response curveに依存するかもしれない「防除資材の防除価の変動」を正確に把握するところまでいかなかつたことにもよる。しかしながら，IPMでは，実際に様々な提案（key pest, 予防的IPM, 等々）が過去にもなされており，著者には，IPM技術を決して教科書的に固定して捉えるものではないように思われる。例えば仮に「EILを求めるににくい」，あるいは，「合理的に多数の組み合わせが難しい」のであれば，次善の策をいろいろ工夫するのもIPMの特徴ではないだろうか。当然，防除暦の一部分だけでも，病害の発生状況に応じて防除技術を決定しようとする勝部らの方法も一つの考え方であろう（勝部，私信）。

以上のように植物病理分野でのIPMへの関心が少なかったことが，今後のIPM推進に少なからず影響を及ぼす可能性もあるように思われる。たとえば，「化学合成農薬の代わりに生物防除剤を用いるとIPM」と単純に考えてよいか，あるいは，生物防除剤の使用といつても，「化学合成農薬の代わりに生物防除剤を防除暦に加えた」技術（生物防除剤単独の技術）と，「生物防除を病害の発生に応じて効果的に使った」技術（生物防除 + 意志決定支援技術）を「自分が取り組むIPM」中でどのように位置付けるか，など，病害分野で議論し，整理しなければならない問題は多数あると考える。

加えて，冒頭でも述べたが，プロジェクト開始当時は，IPMの戦術が定義，戦略等に大きく依存していることを理解している病理関係者も少ないように感じた。このため，著者らの場合は，「なぜ効果のある農薬を使わずに，効果がわからない生物資材を利用するのか」などの質問に対し，一つ一つ説明することもあった。当然，農業研究センターの取り組みと，著者らの取り組みの違いが，定義や戦略の違いにあることを理解してもらっているとは思えないこともしばしばあ

った。定義や戦略等がIPMを実践する上でいかに重要なかは，中筋（1997）や鈴木（2000）によってもすでに知られていたはずであるが，実際には，病害関連の研究会で，IPMの定義や戦略，達成目標等に絡めて個別防除技術の議論をすることはまずなかつたように思われる。ニーズ（定義によっては農家のニーズだけとはかぎらない），長期的視点が短期的視点か，農業形態などに基づいて作られるIPMの達成目標（収量，品質，使用してよい防除資材のリスト等々）を示した上で，それぞれの立場を相互理解して，情報交換，議論が進められることが重要であろう。

以上のことから，病害分野においては，IPM理解者の絶対的な不足が研究の一一番大きな制限要因になっていると現在でも考えざるを得ない。このような状態で，農家，指導者等を含むIPM関係者を教育することは難しいのではないだろうか。今回，IPMに関して，行政サイドが検討を始めたことにより，病害分野がIPMに大きな関心を示すようになることを期待したい。

謝　　辞

なお，ここで報告した多くは，東北農業試験場（現，東北農業研究センター）の研究室と東北4県の共同で行われた地域総合，地域基幹の関係者の成果や情報による。また，IPMの歴史等に関しては，東北農業試験場（現所属，農業生物資源研究所）の野田隆志氏に，同様に，IPMの用語や最新の情報に関しては九州農業試験場（現所属，中央農業総合研究センター）の鈴木芳人氏に多くのご助言をいただいた。ここに記して感謝したい。

引　用　文　献

- 天野哲郎ら（1995）農業研究センター研究報告 24：1 - 40.
- 独立行政法人農業技術研究機構東北農業研究センター編（2003）「アブラナ科野菜病害虫の総合防除」11pp. 他.
- Jacobsen, B. J. (1997) Annu. Rev. Phytopathol. 35 : 373 - 391.
- Murakami, H.ら (2000a) Plant Pathology 49 : 584 - 589.
- Murakami, H.ら (2000b) Soil Biol. Biochem. 32 : 1637 - 1642.
- Murakami, H.ら (2001) J. Gen. Plant Pathol. 67 : 85 - 88.
- Murakami, H.ら (2002a) Soil Sci. Plant Nutr. 48 : 421 -

- 427.
- Murakami, H.ら (2002b) Soil Sci. Plant Nutr. 48 : 685 - 691.
- 村上弘治ら (2003) 日本土壤肥料科学雑誌 74 : 65 - 68.
- 中筋房夫 (1997) 総合的害虫管理学 . 養賢堂 . 273pp.
- 農林水産省農業研究センター編 (1988) 連作障害総合
防除システム開発の手引き - ハクサイ根こぶ病を
例として - 養賢堂 . 253pp .
- 鈴木伸男 (2005) シンポジウム「IPMを考える」講演
要旨 : 1 - 3.
- 鈴木芳人 (2000) 植物防疫 54 : 217 - 221 .
- 田中秀平ら (1997) 日植病報 63 : 222 .
- 東北農業試験場総合研究部編 (2000) 東北農試総合研
究 (A) : 1 - 82.
- Tsushima , S. ら (1999) Conference handbook of 12th
APPS Biennial Conference, p299.
- 對馬誠也 (2000) 日本農薬学会誌 25 : 296 - 299 .
- 對馬誠也 (2001) IPMにおける生物防除 (バイオコン
トロール研究会編) 1 - 12.
- Zalom, G. F. ら (1992) 「Food, Crop pests, and the
environment」 APS press. 107pp.