

平成17年度
第11回
農作物病害虫防除フォーラム
講演要旨

於：農林水産省講堂

平成17年6月14日

農林水産省消費・安全局植物防疫課
植物防疫全国協議会

第 11 回農作物病虫害防除フォーラム開催要領

農林水産省植物防疫課
植物防疫全国協議会

1. 開催趣旨

病虫害・雑草防除においては、従来より、総合的病虫害管理（Integrated Pest Management：IPM）に向けた取り組みが行われてきており、今後は環境への負荷を低減するとともに、消費者の信頼を得ていくことが一層求められる。

一方、新たな「食料・農業・農村基本計画」（平成 17 年 3 月閣議決定）においては、「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に転換することを推進し、農業生産活動に伴う環境への負荷の低減を図る」とされたところである。

このような中、農林水産省においては、今後推進すべき IPM を再整理し、都道府県における IPM 実践指標の策定を通じて、その普及を図るため、総合的病虫害管理（IPM）検討会を開催し、総合的病虫害・雑草管理（IPM）実践指針を取りまとめているところである。

今回のフォーラムでは、IPM 実践指針を紹介するとともに、すでに生産現場で取り組まれている水稻の IPM 技術を報告し、今後の IPM の普及・推進に向けた取り組みについて検討を行うこととする。

2. 開催日時

平成 17 年 6 月 14 日（火） 13:30～17:15

3. 開催場所

農林水産省講堂（本館 7 階）

4. 参集範囲

都道府県、地方農政局、独立行政法人、病虫害・雑草防除関係団体、農薬製造業者及び農業者団体

5. 講演議題

- | | | |
|--------------------------|---------------------|---------|
| (1) 「IPM 実践指針について」 | 農林水産省消費・安全局植物防疫課 | 鈴木 伸 男 |
| (2) 「IPM 実践指針に期待すること」 | 国立大学法人 岡山大学大学院 | 中 筋 房 夫 |
| (3) 水稻 IPM 技術について | | |
| ①「水稻病害の IPM 技術」 | 独立行政法人 九州沖縄農業研究センター | 荒 井 治 喜 |
| ②「茨城県における水稻 IPM の現状と課題」 | 茨城県農業総合センター 農業研究所 | 横須賀 知 之 |
| ③「山形県における水稻 IPM の実践について」 | 山形県病虫害防除所庄内支所 | 上 野 清 |
| (4) 総合討論 | | |

目 次

I. 「IPM 実践指針について」	1
農林水産省消費・安全局植物防疫課	鈴木 伸 男
II. 「IPM 実践指針に期待すること」	4
国立大学法人 岡山大学大学院	中 筋 房 夫
III. 「水稻病害の IPM 技術」	7
独立行政法人 九州沖縄農業研究センター	荒 井 治 喜
IV. 「茨城県における水稻 IPM の現状と課題」	13
茨城県農業総合センター 農業研究所	横須賀 知 之
V. 「山形県における水稻 IPM の実践について」	17
山形県病虫害防除所庄内支所	上 野 清

I. IPM 実践指針について

農林水産省消費・安全局 植物防疫課 鈴木 伸 男

1. IPM 実践指針策定の背景

(1) 平成 15 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」においては、環境保全に向けて農家の主体的な努力を促すため、農薬等による環境負荷の低減等を促進するための指針を策定し、この普及を図ることとされた。

(2) さらに、平成 17 年 3 月に閣議決定された新たな「食料・農業・農村基本計画」では、「環境保全を重視した施策の展開」を図ることが改革に当たっての基本的視点として位置づけられ、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に転換することを推進し、農業生産活動に伴う環境への負荷の低減を図ることとされた。

(3) 安定した農業生産を実現するためには、病虫害を適切に防除し、農作物被害を防止することは不可欠であるが、病虫害・雑草防除の分野においても、従来以上に環境保全を重視した取組を推進する必要がある。

(4) 病虫害防除の分野においては、従来から病虫害による被害を抑えるための手段を総合的に講じ、人の健康へのリスクと環境への負荷を軽減するための概念として、総合的病虫害管理（Integrated Pest Management: IPM）が国際的に提唱され、我が国においてもこれに向けた取組が行われてきた。

(5) 病虫害防除の分野を従来以上に環境保全を重視したものとしていく上では、我が国で推進すべき IPM とは何かを再整理し、望ましい IPM を農業生産現場に一層浸透させ、同時に国民の深い理解を得ていくことが不可欠なことから、消費・安全局では、総合的病虫害管理（IPM）検討会を開催し、IPM 実践指針を取りまとめているところである。

2. IPM 実践指標策定の必要性

(1) 我が国における IPM の現状

1) 我が国農業全体について環境保全を重視したものに転換することが求められる中で、病虫害防除の分野では、IPM の概念に基づく病虫害管理の推進は極めて重要。

2) また、IPM の推進に必要な病虫害防除技術は一定程度確立されており、新たな防除技術の農業現場への導入も一定程度進展。

3) しかしながら、化学農薬の使用回数の削減や天敵昆虫の利用等に積極的に取り組んでいる農業生産現場も見られるようになっているが、化学農薬に代わる適切な防除手段がないときに、化学農薬の使用回数の削減のみを目標とした場合、病虫害の発生状況によっては、コスト・労力面で過重な負担を強いられるおそれもある。

4) さらに、化学農薬の使用を単に使用回数の方に着目した場合には、環境に配慮した散布方法や飛散しにくい剤型の使用、あるいは、選択性の高い農薬の使用等の取組を評価できていない現状。

5) このことは、IPM の実践の程度を適切に評価する尺度が存在しないことから、現在の水準を明確に把

握できず、また、明確な目標が定められないことに起因。

(2) IPM 実践指標策定の必要性等

1) このような現状を打開し、IPM 本来の概念に基づく病害虫管理を農業現場に普及させていく上では、IPM の概念を明確にするとともに、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。

2) 農林水産省においては、① IPM の定義及び目的、② IPM の基本的な実践方法、③ IPM 実践指標策定上の留意点、④ IPM 実践指標に基づく IPM の具体的推進方策及び、⑤ IPM 実践指標のモデル等を内容とする IPM 実践指針を作成し、都道府県に提示する必要。

(3) IPM 実践指標の活用方策

1) IPM 実践指標は、当面、平成 17 年度予算の食の安全・安心交付金の IPM 普及推進タイプの活用により、都道府県での策定及びその普及推進を図ることを念頭。

2) 将来的には、環境保全を重視したより高いレベルの環境保全の実現を目指す農業者の育成に向けた支援策の要件としての活用も視野。

3. IPM の概念（検討中）

(1) IPM の定義

総合的病害虫管理とは、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・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、あるいは最小の水準にとどめるものである。また、農業を取り巻く生態系の攪乱を可能な限り抑制することにより、生態系が有する病害虫及び雑草の抑制機能を可能な限り活用し、安全で消費者に信頼される農作物の安定生産に資するものである。

(2) IPM の基本的な実践方法

① 輪作、抵抗性品種の導入や土着天敵等の生態系が有する機能を可能な限り活用すること等により、病害虫・雑草の発生しにくい環境を整えること

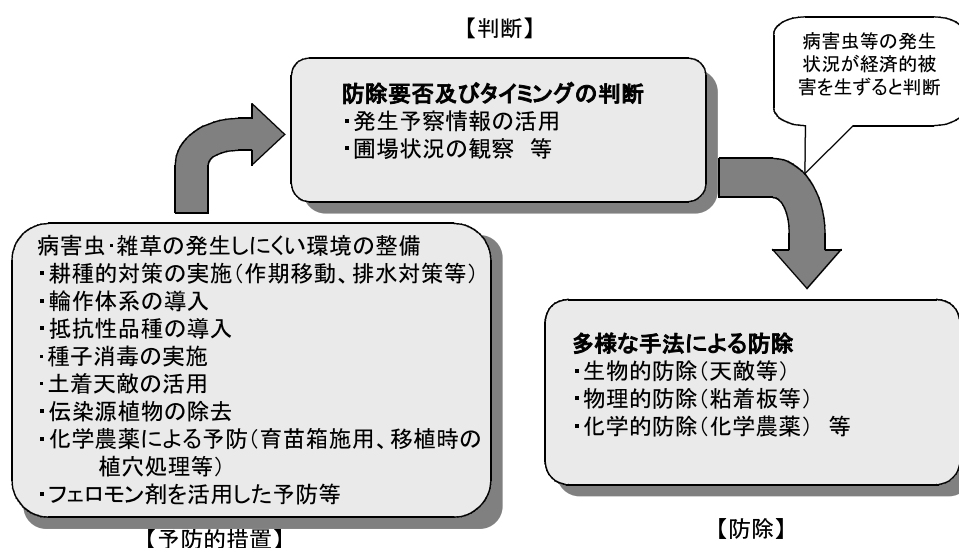


図1 総合的病害虫・雑草管理（IPM）の体系

表1 IPM 実践指標モデル（水稻）（検討中）

管理項目（注1）	管 理 ポ イ ン ト（注2）	点 数 （注3）	チェック欄（注4）		
			昨年度の 実施状況	今年度の 実施目標	今年度の 実施状況
水田及び その周辺の管理	農薬の効果向上と水質汚濁防止のため、畦畔の整備、畦塗りなどにより、漏水を防止する。（必）	1			
	畦畔・農道・休耕田の除草等を行い、越冬害虫を駆除することにより、次年度の発生密度を低下させる。（必）（注5）	1			
	不耕起栽培を除き、翌年のオモダカ、クログワイ等の多年生雑草の発生を抑制するために稲刈り後早期に耕耘する。	1			
	土壌診断を受け、必要な場合にはケイ酸質肥料を施用する。	1			
適正な品種の選定	いもち病等の病害の常発地では抵抗性の強い品種を、また、倒伏常習地では耐倒伏性が高い品種を選定する。（注6）	1			

注1：管理項目は、実践指標で標準的と考えられるものを指針として取りまとめており、各都道府県での推奨技術に
応じて、加除することは可能であるが、（必）と記述している管理項目については、必ず管理項目として設定
する必要がある。

注2：管理ポイントの記述は、指針として取りまとめたものであり、各都道府県が実践指標を策定する場合には、各
都道府県の実情を踏まえて、農家段階で「YES」または「No」が明確にチェックできるように具体的な記述
とされるよう留意されたい。

また、地域段階での取組を評価することが望ましい管理ポイントについては、地域での取組が一定割合を超え
るような場合には、点数を2点とするような評価を行っても差し支えない。

② 病虫害・雑草の発生状況の把握を通じて、防除の要否及びそのタイミングを可能な限り適切に判断す
ること

③ ②の結果、防除が必要と判断された場合には、病虫害・雑草の発生を経済的な被害が生じるレベル以
下に抑制する多様な防除手段の中から、適切な手段を選択して講じること
の3点の取組を行うことが基本。

4. IPM 実践指標策定上の留意点（検討中）

- ① IPM の基本である3点の取組（予防的措置、判断、防除）を管理ポイントに反映すること。
- ② 農業者が実践度を簡単に評価できる客観的で分かりやすい記述にすること。
- ③ 農業者がそのコスト・労力面においても実施可能な手法を管理ポイントとして設定すること。
- ④ 地域段階でのまとまった取組を積極的に評価すること。
- ⑤ 化学農薬の使用に当たっては、適切な種類の選択、使用量及び使用方法を重要な管理ポイントとして
設定すること。
- ⑥ 栽培管理状況について記録することを重要な管理ポイントとして設定すること。
- ⑦ 各都道府県で策定する IPM 実践指標を地域別に設定するか、あるいは管理ポイントに病虫害・雑草
の発生状況等に応じた選択肢を設けることにより、地域の実情に応じた IPM 実践指標を策定すること。

II. IPM 実践指針に期待すること

岡山大学大学院環境学研究科 中 筋 房 夫

はじめに

昨年 11 月に農林水産省消費・安全局 植物防疫課に総合的病害虫管理（IPM）検討会が立ち上げられ、IPM 実践指針策定に向けての議論が開始された。私が検討会の座長に指名され、合計 4 回の委員会と、その間の電子メールを用いた討論の司会を行い、とりまとめに協力した。

後で述べるように、IPM は一つの植物保護技術を意味するが、単なる技術論にとどまらず、その背景に潜む思想性の理解をめぐる委員間の見解の一致が容易でない。加えて植物防疫課が、この分野きっての論客を委員に揃えたために、行政のこの手の委員会では余り経験しないような、白熱した議論がたたかわされた。一方、農薬業界はもちろんのこと、県の植物保護に関わる人たちの関心も高かったようで、傍聴席は毎回満席であったし、会議や学会などの席で県の試験場の人たちから、検討の内容について話しかけられることも多かった。このような経過を経て、6 月 7 日の検討会で実践指針が決定された。

1. IPM とは？

植物保護の技術であるにすぎない IPM の語が、最近農業分野に広く知られるようになった。しかしながら、残念なことに、常にその意味を正しく理解して語られているとは限らない。そこでまず、IPM とは何かについてのべておく。

第 2 次世界大戦後になって、有機合成農薬が農作物病害虫の防除に用いられ始めた。その効果はめざましく、作物の収量の増加と安定生産に大きく貢献した。1950 年代は農薬のファンタジー時代と言われる。しかし、初期の農薬にやや不細工な化合物が多かったことと、農家はその卓効に目を奪われ、農薬信仰に陥って不適切に多用された。その結果、抵抗性の発達、害虫の誘導多発生（リサージェンス）、食品残留、野生生物への影響などの弊害を引き起こした。このため、とくに害虫の多いワタなどでは、利用可能な殺虫剤がなくなり、農薬による防除そのものが出来なくなるという事態に直面した。1960 年代は農薬のクライシスと言われる所以である。事態を憂慮した FAO は世界の名だたる害虫防除の研究者を集め、専門家パネルを開き、そこで得た将来あるべき害虫防除について、以下の提案を行った。

「あらゆる適切な技術を相互に矛盾しない形で使用し、経済的被害を生じるレベル以下に害虫個体群を減少させ、且つその低いレベルに維持するための害虫管理システム」（FAO, 1966）

当時はまだ総合的害虫管理という言葉は無く、総合防除と言っていた。総合的害虫管理という用語は 1970 年代になって、米国でニクソン大統領あてに提出された植物保護専門家の勧告文の中で使われたのが最初だと言われている。

上記の FAO の定義には、複数の防除手段の合理的統合、経済的被害許容水準、害虫個体群のシステム管理の 3 つの基本概念が含まれていた。

1970 年代以降、環境問題が社会的関心事になりはじめ、とくに 1990 年代には、人類の生存に関わる重大問

題として地球規模の環境悪化がとりあげられるようになり、農薬も環境負荷の原因物質として、軽減が求められるようになった。このような背景のもとに、FAO は 1992 年に IPM の新しい提案をしている。

「病害虫が存在していても、被害が重要でなければ防除の必要は無い。植物保護の必要が生じた時には、農薬による防除の適用以前に、非化学的害虫防除システムがまず考慮される。この場合、いくつかの適切な防除法が統合されて用いられるべきである。農薬はその必要性に根拠があり、IPM 戦略において最後に頼るべき要素として用いられる。農薬を用いる IPM 戦略においては、農薬が人の健康、環境、農業システムの持続性、そして経済性に及ぼす効果を注意深く考慮すべきである」(FAO, 1992, 中筋訳)

ここでは、以前の定義に無かった環境に対する配慮の重要性が農薬の利用との関わりでことさら強調されている。

さらに 2002 年の FAO の農薬流通、利用国際行動規範でも、次のような IPM への言及がなされている。

「総合的病害虫管理 (IPM) とは、すべての可能な防除技術を注意深く精査したうえで、病害虫個体群の増加を抑制し、かつ経済的に受け入れられ、人や環境へのリスクを減らすか、最小にするような水準に農薬や他の介在物質を維持するように、適切な防除手段の統合を行うことを意味する。IPM は、生じうる農業生態系の攪乱を最小にすることによる健康的な (安全な) 作物の生産を重視し、自然制御機能を高める」(FAO, 2003, 中筋訳)

今回の実践指針策定に当たっては、FAO の 2003 年の提言にほぼ沿ったかたちで IPM を定義した (上記の原文を直訳した私の訳と、指針の文では少し異なっているが内容に違いは無い)。なお IPM を総合的病害虫・雑草管理として、雑草の管理技術をも含めることにした。とくに検討会では、雑草に対する IPM 技術の開発が今後の重要な課題であることが確認された。

2. IPM の考え方に関する論点

検討会での委員間の議論で最も白熱した点は、「生態系が有する病害虫及び雑草抑制機能」(上記では、自然制御機能)に関するものであった。このような機能は存在しないかその働きは僅かであり、防除技術に組み込み得るものではないという主張をする委員と、この機能の存在の認識と利用こそが IPM の本質であると主張する委員に分かれた。この不一致は、IPM における農薬の扱いについての立場の違いによって生じる。前者は有効な農薬であれば幅広く使用を認めるべきで、そのほうが経済的かつ効果的な防除ができて、結果的に環境に放出される化合物の量も減らすことができるという主張である。それに対して後者は、用いべき農薬は生態系が有する抑制機能に悪影響を及ぼさないものに可能な限り制限するべきであると主張する。

水稻病害虫防除で見れば、苗箱処理で、本田初期の病害虫をかなり長期にわたって防除できる農薬が出現している。従って、発生予察など面倒なことしなくても、予防的に処理しておけば、従来行われていた本田での農薬散布の必要なくなり、環境への負荷を軽減でき、IPM の理念にも合致していると言える。このような主張をつきつめていくと、慣行防除と IPM との区別は無くなり、IPM など必要ないという結論に至ってしまう。確かに水稻に関しては、無駄な防除が省かれて、極めて高度に研ぎ澄まされた防除技術の体系が出来上がっており、カメムシなど特殊な病害虫を除けば、殆ど手を入れる余地は無いように思える。

しかしながら、生態系が有する抑止機能はイネ病害虫には本当に関与していないのであろうか。イネ害虫

で言えば、かつて大害虫であったニカメイガはもちろん、殺虫剤抵抗性が大問題であったツマグロヨコバイも最近はやと問題になっていないように思える。海外飛来のウンカ類の大発生も頻度が随分少なくなっているのではないか。これらはすべて、苗箱処理剤による直接の防除効果によるものなのであろうか。私は、水田環境をめぐる最近の大きな変化がこれら害虫の発生し難くしているのではないかと思っている。それらは、コンバインの刈り取りでの秋にイネ藁全量の水田への還元、窒素施肥量の減少、苗箱処理剤普及による本田農薬散布の減少などである。これらはいずれも、害虫の増殖にとって不適な作物の栄養条件を作ったり、土着天敵を増やしたりして、結果的に害虫の発生を抑制するように作用していると思える。さらに、野菜や果樹の病虫害防除を対象とするなら、生態系が有する抑制機能、例えば土着天敵や拮抗菌などを積極的に防除技術として利用することは十分あり得る。

3. 指針は何のために作られたのか

検討会では委員から、この指針はどのような使われ方をするのかについて質問が出された。対象は個々の農家なのか、地域の農家集団なのか、エコファーマー認証との関連はあるのか。評価結果は、個々の農家のIPMをさらに進展させるためのインセンティブとする単に精神的なものなのか、または高い評価の農家にはご褒美がつくような行政的施策に用いられるのかななどの疑問である。これに対する植物防疫課の答えはそれほど明確なものではなかった。多分これから考えるということなのであろう。

平成11年に制定された「食料・農業・農村基本法」に基づく、品目横断的政策への転換、担い手・農地制度の見直し、農業環境・資源保全政策の確立等の農政審議会の諮問に応えるべく、農水省で行われているあらゆる政策の見直しの一環なのであろうということは想像がつく。安全な食料へのニーズの高まり、農業が有する自然循環機能の維持・増進、循環型社会への転換のための生産活動に伴う環境負荷の低減や農村の豊かな自然環境の保全などに対する具体的な行政施策としてIPMの指針作りがなされたのであろう。現時点ではイネについての指針だけであるが、今後果樹や野菜などについても指針がつくられることが期待される。

イネに対して作られた指針が果たして栽培現場の実情に合っているのかについても検討課題であった。地域性が大きい病虫害、雑草の発生に対して、この包括的な指針の適用が可能かどうかは、今後実践される段階で検証されるであろう。

おわりに

私は21世紀における植物保護技術のあるべき姿としてIPMがあると確信している。その意味で、農林水産省の植物保護行政がIPM中心で進められようとしていることは歓迎すべきことである。この実践指針が媒介となってIPMが現場に広く普及することを願っている。

Ⅲ. 水稲病害の IPM 技術

九州沖縄農業研究センター地域基盤研究部
病害生態制御研究室 荒井 治 喜

水稲栽培では、いもち病や紋枯病等の多くの病害が発生し、生産の不安定化要因となっている。近年、水稲作で使用する農薬類では、選択性が高く低薬量で効果を発揮する薬剤の開発が進み、果樹や野菜などの園芸作物に比較すると農薬使用回数は少なくなっている。しかしながら、現行の防除体系では予防的に散布する混合剤が広く普及しており、結果として過剰防除に陥りやすい側面を持ち、コメ生産コストを押し上げている。また、消費者の農薬使用に伴う安全・健康面への不安から、有機農産物や減農薬栽培米への社会的関心が年々高まっている。このため、発生予察技術の高精度化を図るとともに、化学防除薬剤のみに依存せず、抵抗性増強資材や生物防除剤、天敵等を活用することによって主要病害虫を総合的に制御することにより、環境と調和のとれた持続的農業生産をめざす技術の開発が望まれている。なお、本稿では紙面が限られていることから、主要な IPM 技術の概略を紹介する。

1. IPM の要素となる個別技術

(1) 病害抵抗性品種の利用

いもち病抵抗性品種：いもち病は水稲の最重要病害であり、2003 年の冷害年には東北地域を中心に深刻な被害を生じたことは記憶に新しい。近年の良食味ではあるがいもち病抵抗性の劣る品種の栽培面積増加、農業者の高齢化や兼業化に伴う防除態勢の弱体化等にともない、全国的に多発傾向が続いている。抵抗性品種の利用は、耕種的な防除法として IPM の重要な要素である。いもち病抵抗性は、品種の保有している真性抵抗性遺伝子といもち病菌レースとの相互作用から発病の有無が決まる真性抵抗性、発病はするものの病勢進展を抑制する圃場抵抗性とに類別される。西日本地域の「ヒノヒカリ」は、いもち病真性抵抗性遺伝子 *Pia* と *Pii* を、東北地域の「ひとめぼれ」は *Pii* を保有しており、最も作付の多い「コシヒカリ」はいずれも保有していない。このように、栽培品種の多くが *Pia* あるいは *Pii* を保有していることに対応して、国内には *Pia* と *Pii* 保有品種を侵害可能ないもち病菌レース 007 が広範に分布し、レース 007 の寡占化が進んでいるため、真性抵抗性による実質的な防除効果は認められない。

圃場抵抗性の強い品種として「トヨニシキ」「キヨニシキ」等が普及した時代があったが、現在の「コシヒ

表 1 2004 年水稲主要作付品種のいもち病抵抗性

作付順位	品 種 名	作付面積(ha)	作付割合(%)	いもち病圃場抵抗性		いもち病真性抵抗性遺伝子型
				葉いもち	穂いもち	
1	コシヒカリ	553,362	37.8	弱	弱	+
2	ひとめぼれ	152,253	10.4	やや弱	やや弱	<i>Pii</i>
3	ヒノヒカリ	147,207	10.0	やや弱	やや弱	<i>Pia Pii</i>
4	あきたこまち	128,746	8.8	やや弱	やや弱	<i>Pia Pii</i>
5	キヌヒカリ	51,028	3.5	やや弱	やや弱	<i>Pii</i>

農林水産省総合食料局 速報値 「水陸稲・麦類・大豆奨励品種特性表」(農業技術協会)より作表

表2 マルチラインの発病抑制効果

1 希釈効果	ある区画内において罹病性植物数が減少し、罹病性植物間の物理的距離が大きくなり、病原菌の伝染速度が減少する効果
2 バリヤー効果	抵抗性系統が物理的な障壁となって伝染源から飛散した胞子の一部を補足し、次世代への伝染を抑制する効果
3 誘導抵抗性	抵抗性系統に非病原性菌が感染を試みた場合、その真性抵抗性発現部位では病原性菌の侵入・進展が抑制される効果

カリ」や「ヒノヒカリ」等の主要品種は圃場抵抗性弱であり、近年育成された良食味品種の多くも圃場抵抗性が低いランクにある。わが国の稲作では良食味米指向が強く、病虫害抵抗性よりも良食味を優先した品種選択が行われている。従来、多くの遺伝子が関与する良食味性といもち病圃場抵抗性の結合は困難とされてきたが、いもち病抵抗性と良食味を兼ね備えた「おきにいり」「まなむすめ」等の品種が育成されてきた。今後は、食味と複合病害抵抗性を併せ持つ新品種の育成が期待される。

近年、「コシヒカリ」をはじめとする主要栽培品種では、いもち病抵抗性同質遺伝子系統（マルチライン）の育成が進められている。マルチラインは、食味等の諸形質は原品種と同じで病害真性抵抗性のみが異なる同質遺伝子系統を育成し、複数系統を混合栽培することにより病害の被害を軽減しようとする方法であり、ムギ類のさび病で初めて実用化された技術である。いもち病では、「日本晴」や「トヨニシキ」マルチライン等での研究成果を基に、宮城県では「ササニシキ」、富山県と新潟県では「コシヒカリ」のマルチラインが育成され実用化に至っている。特に、新潟県では本年度より本格的な普及が始まったことから、その成否が注目される。

(2) 耕種的防除法

シリカゲル肥料を用いた育苗：ケイ酸は作物にとって必須元素ではないとされているが、作物の生育と収量、病虫害抵抗性、水分ストレス耐性、冷害抵抗性等々に対して重要な役割を果たしていると考えられている。わが国では、イネの生育に与えるケイ酸の役割が古くから研究されてきたが、新たな視点からケイ酸資材の活用法が検討された。ケイ酸質肥料としてシリカゲル（二酸化ケイ素ゲル）の肥料登録が行われ、育苗箱への施用技術も開発された。現在、このシリカゲル肥料は「スーパーエネルギー」の商品名で販売されている。その特性として水に対する溶解速度が速く効率的に利用され、育苗培土の pH を上昇させることがなくムレ苗や濃度障害の心配がない。ケイ酸の作用により苗質の強化が図られ、発根力に優れて移植後の活着がスムーズに進む。光合成が促進され、乾物生産量の増加・もみ生産効率の向上により収量および食味の向上が図られる。また、副次的効果としてイネの病虫害抵抗性を増強する。ケイ酸の示す多面的な作用には未解明部分も残されているが、環境保全型農業の推進に欠かせない資材として、注目されている。

いもち病は種子伝染性病害であることから、本田の第一次伝染源となる育苗箱内での苗いもちの発病抑制が防除の重要なポイントとなる。シリカゲルの育苗箱施用は、育苗箱内での二次伝染も含めて苗いもちの発生を顕著に抑制することから、極めて有効な資材であることが明らかにされた。ケイ酸施用によるいもち病抵抗性増強効果については、イネ体の窒素含有率の低下、イネ体組織が物理的に強化されることによる表皮への菌糸侵入抑制と侵入後の菌糸伸展抑制などいくつかの要因が報告されているが、未解明部分も多く残されている。

適正な肥培管理：イネの栽培条件と病害虫の発生は密接な関係がある。いもち病や紋枯病など病害の多くは、多肥栽培によりイネが軟弱徒長気味に生育し過繁茂状態になると発生が助長される。さらに、窒素追肥後は一時的にイネの体質がいもち病に罹病的になることが知られている。一方、秋落型水田など土壌養分の過不足がある場合には、ごま葉枯病等が特異的に多発生しやすい。このようなことから、IPMの推進に当たっては、基肥量、追肥量とその時期に注意して適正な肥培管理に努め、過繁茂になることやイネ体質が罹病性に傾くことを避けることが基本となる。近年、葉緑素計などの開発によりイネの生育をモニタリングする技術が進んできたことから、病害虫防除への生育情報活用も可能となってきた。また、肥効調節型肥料を使用することは減化学肥料とともにイネ体質の変動を少なくすることにつながる。

(3) 物理的防除法

温湯種子消毒：種子消毒は、種子表面あるいは内部に存在する病原、種子に混在する病原を撲滅して本圃における一次伝染源量を少なくし、二次伝染と被害を防ぐことを目的としている。完全に病原を排除した種子を生産することは困難を伴うことから、種子消毒を行い病原を撲滅することが重要である。種子消毒の方法には、生物的方法、物理的方法、化学的方法があり、物理的方法の中心となるのは熱処理である。その原理は、作物種子の活性を保持し発芽に影響を与えない条件で熱処理を行い、種子の表面あるいは内部に潜在する病原体を殺菌するものである。温湯浸漬法は1888年にムギ類の種子消毒法として考案され、イネでは、イネシンガレセンチュウの防除法として実用化されたが、病原菌に対しては効果が劣る例があり、温度制御が不安定な場合には、種子の発芽不良や防除効果の低下を招いていた。近年、IPM研究の流れの中で、温湯浸漬法の再評価が行われるとともに、温度制御機構のある温湯浸漬処理装置が開発されたことにより、イネ種子の温湯消毒が簡易かつ確実にできる技術として確立した。種子の発芽率を低下させずに病原を殺菌するために有効な温度と処理時間は、作物と病原の種類によって異なることから、それぞれ厳密に設定して実施する必要がある。イネ病害では、いもち病、ばか苗病、もみ枯細菌病、苗立枯細菌病、イネシンガレセンチュウを対象とした試験で、58℃・20分または60℃・10分処理により化学農薬と同等の防除効果が得られ、種子の発芽率も90%以上を確保できることが示された。本法は、個別農家への導入が進みつつあるとともにJAの大規模育苗センターにおける導入事例もあり、種子消毒薬剤の削減と薬剤廃液処理等の問題解決が図られる技術として注目されている。

(4) 生物的防除法

拮抗微生物農薬による種子消毒：イネの育苗期病害を対象とした拮抗微生物農薬として、非病原性糸状菌（トリコデルマ属菌）を有効成分とする「エコホープ」が市販されるに至った。本剤の作用機作は、直接病原菌に殺菌力を示すものではなく、催芽から出芽作業の過程で本菌株がイネ種子表面で大量に増殖し、病原菌と競合することにより病原菌の生育や増殖を抑制し、発病を制御することにある。さらに、いもち病菌やばか苗病菌などの病原糸状菌に対しては、菌糸や胞子を溶かす作用（溶菌作用）も確認されている。本剤はもみ枯細菌病と苗立枯細菌病に加えてばか苗病にも適用がある。「エコホープ」は対象病害に対して化学農薬と同等か優る効果を示し、新JAS法に対応した防除資材として注目されている。有効成分は生菌であることから、冷暗所で保管するとともに入手後は出来るだけ早く使用することに努めるなど、化学合成農薬とは異なる管理方法に留意する必要がある。

(5) 化学的防除法

長期持続型箱施用剤：近年、水稻の主要病害虫に対しては、選択性があり低薬量で効果の高い防除薬剤の開発が進んでいる。さらに、製剤技術の改良により、播種時～移植当日の育苗箱処理で効果が60～90日程度持続する長期持続型箱施用剤が登場した。これにより、防除回数の削減と作業の省力化や低コスト化が可能となる。主な対象病害としてはいもち病と紋枯病があるが、殺虫剤との様々な組み合わせにより多くの混合剤が市販されている。薬剤の選択によっては、過剰防除に陥ることになりやすいので、各々の地域で問題となる病害虫を十分に把握し、適切な組み合わせの薬剤を選択することが大切である。

長期持続型箱施用剤は極めて高い防除効果を示すことから、薬剤への過度の依存につながり、基本防除技術がおろそかにされる傾向がある。西日本地域を中心に、いもち病防除薬剤の一部（MBI-D剤）に防除効果の低下事例が認められ、薬剤耐性菌に起因することが明らかにされた。その要因として、自家採種の割合が高いこと、保菌率の高い種子の使用と種子消毒の不徹底等により初期伝染源密度が高い条件下で使用されたことにより、薬剤耐性菌が短期間の間に増加したと推測される。薬剤耐性菌の出現リスクを避けるためにも、健全種子の選択と塩水選の実施、種子消毒の徹底等の基本防除技術を守るとともに、定められた薬量が投下されるよう使用方法を厳守していねいな作業に努める必要がある。

抵抗性誘導型薬剤：近年、水稻用防除薬剤の技術革新には目覚ましいものがある。殺菌剤においても病原菌に直接殺菌作用を示さず、宿主が本来有している抵抗性を増強して発病を防ぐタイプの抵抗性誘導型剤が開発されている。先駆的な薬剤としてプロベナゾール剤があるが、既に30年に渡って安定した防除効果を示し薬剤耐性菌の発生も認めていない。この他、数種の抵抗性誘導型の水稲用殺菌剤が市販に至っている。これら抵抗性誘導型剤は、主にいもち病を対象に開発されたが、白葉枯病等の細菌性難防除病害にも効果を示す貴重な薬剤となっている。水面施用剤に加えて長期持続型箱施用剤等の剤形の開発も進み、様々な施用方法に対応する工夫が行われている。これらの新しいタイプの薬剤は、従来の農薬のイメージを大きく変えるもので、環境保全型農業の推進に積極的に活用していく必要がある。

(6) 発生予察技術

紋枯病の簡便な調査法と隔年防除：紋枯病はいもち病に次ぐ重要病害となっている。本病は、病斑上に生じた菌核が伝染源となることから、菌核密度が高い圃場ほど発生が多くなる。このため、同一地域内であっても圃場毎に発生程度と菌核密度に差異がある。薬剤防除の要否を的確に判定し過剰な防除を避けるためには、要防除水準に基づいた防除対応が必要であるが、発病調査に労力がかかるために実施されていない現状にあり、圃場単位の簡易な発病調査法の開発が求められている。これまでの研究から、紋枯病の発生は畦畔際ほど多く、圃場内部ほど少なくなる傾向が認められる。畦畔際株の発病調査（簡易法）によって、発生予察調査法の結果に近い値が得られることが明らかになった。将来的には畦畔際株の簡易発病調査を行うことにより、発病が認められない場合には防除不要と判断し、発病を認めても圃場周辺部のみに薬剤を散布（額縁防除）することにより減収を抑えることが可能と考えられる。さらに、紋枯病に対する薬剤防除を行った翌年は初期伝染源となる菌核が減少するため、連続して防除する必要がない「隔年防除」という考え方も成立する。研究が進展すれば、紋枯病防除のための薬剤投下量を大幅に軽減できる可能性が高い。

2. IPM マニュアルの作成

実施可能な IPM マニュアル：水稲病害防除の基本は、健全種子の使用と種子消毒の徹底を図り本田への伝染源の持ち込みを抑制することにある。薬剤種子消毒に変わる防除技術として、温湯種子消毒、拮抗微生物農薬、シリカゲル育苗を用いて健苗育成を行う。抵抗性誘導型いもち病防除剤を含む長期持続型育苗箱施用剤を用い、薬剤投下量と本田防除回数を削減する。紋枯病については、要防除水準に満たない場合は薬剤防除を削減する。これら IPM 個別技術を組み合わせることにより、薬剤防除回数を 1~2 回、薬剤成分数として 4~5 割程度を削減することが可能と考えられる。将来的には、稲の病虫害防除回数は野菜や果樹に比較すると格段に少なく、今後大きく削減することは難しいと考えられるが、IPM 個別技術の組み合わせの最適化を図るとともに、RC ヘリ利用等によりコストの削減を進めることが課題となる。なお、本稿で紹介した IPM マニュアルは、再編集作業を経て一般向け図書として養賢堂より刊行される予定である。

3. 既存技術の見直し・新たな展開方向

(1) EBC (Evidence-based Control) の考え方

臨床医学の分野では、科学的な根拠に基づき患者の立場に立った治療を行おうとする EBM (根拠に基づく医療) の考え方が定着しつつある。一方、私たち病害防除の現場では、ユーザーである農家に十分な対応ができているだろうか。水稲病害の一つの例として穂いもち防除時期の問題がある。従来からの穂孕期および穂揃期の 2 回散布が本当に防除適期であるのか、防除薬剤、品種や栽培様式が大きく変化した中で、科学的根拠に基づいた検討は十分とはいえない。また、一般栽培農家と種子生産農家にとっての防除適期は、収量と品質に加えて種子保菌率の観点から異なってくるものと考えられる。昨年、この問題に関して全国的な連絡試験が実施され、防除適期を再検討するための有益なデータが得られている。

(2) 生態研究の再構築と効果的な薬剤利用技術

IPM 技術を適用するには病害の発生生態を熟知しておく必要がある。いもち病に関しては、北日本地域での知見が多く、西南暖地の多様な稲作場面にすべてを適用するのは難しいと感じている。さらに、近年の温暖化傾向により従来のいもち病発生パターンのみでは十分に説明できない点も多く、暖地稲作では発生生態研究の再構築が必要と考えられる。

当面、薬剤防除が IPM 技術の大きな柱であることは間違いないであろうが、より効果的な利用についての研究は充分になされているのだろうか。さらに、主流となった特異的な作用点を持つ薬剤は、低薬量で効果が高く安全性が高い反面、薬剤耐性菌の出現リスクが高いと考えられ、効果的な薬剤利用に関する科学的な根拠は不足している。

このように、水稲病害の IPM 技術には課題も多く残されており、研究の進展を急ぎたい。さらに、現場に IPM 技術を浸透させていくためには、農家や指導機関と研究機関との連携による粘り強い取り組みが必要であろう。

参 考 資 料 (比較的入手が容易なもの)

荒井治喜 (2004)：MBI-D 剤耐性イネいもち病菌の発生経過と防除対策 植物防疫 58: 20-23.

芦澤武人 (2003)：多型品種 (マルチライン) によるイネいもち病防除の現状と課題 植物防疫 57: 537-540.

- 藤井 潔ら (2005): イネ病虫害複合抵抗性品種の育成とその普及 植物防疫 59: 226-230.
- 早坂 剛ら (2001): 数種イネ種子伝染性病害を対象とした温湯種子消毒 日植病報 67: 26-32.
- 早坂 剛 (2001): 苗いもちのケイ酸資材シリカゲル育苗土混和による発病抑制 植物防疫 55: 102-105.
- 早坂 剛ら (2002): イネ種子玄米における侵入いもち病菌の動態と防除 日植病報 68: 297-304.
- 早坂 剛 (2004): イネ紋枯病の圃場における発生分布と要防除水準 植物防疫 58: 381-384.
- IPM マニュアル編集委員会編 (2004): IPM マニュアル・環境負荷低減のための病虫害総管理技術のマニュアル pp 239, 中央農業総合研究センター (つくば市).
- 田代暢哉 (2005): 新しい病虫害管理の概念 — EBC による防除体系の構築 — 植物防疫 59: 69-73.