

特集号：IPM—技術開発と普及の課題

東北地方における水稻の IPM

宮城県古川農業試験場 ^き城 ^ど所 ^た隆

はじめに

我が国にも早い時期から紹介されてきた IPM（総合防除と呼ばれた時代を含む）であるが（桐谷・中筋, 1971 など）、その研究が本格化したのは 1970 年ごろからであろう。農水省が IPM 推進を旗印に、2 期にわたる大型プロジェクト研究を組んだのが 1971 年である。東北地方でも水稻害虫の IPM を目指して、ニカメイガとイネドロオイムシ（イネクビボソハムシ）の要防除水準設定の研究が、それぞれ 1970 年と 74 年に開始されている（小山, 2000）。それから 30 年以上が経過し、かつてよくいわれた「IPM は絵に描いた餅」論は、最近はほとんど聞かれなくなった。それどころか、水稻では IPM の完成度が高いとの評価すらあるようだ。

筆者自身は 1975 年に宮城県に採用され、IPM の研究がスタートした比較的早い時期から東北地方における水稻 IPM を自ら研究したり普及すべき立場に身をおいてきた。この小論では、あえて個人的な体験を踏まえながら、東北地方における稲作 IPM で感じていることを述べてみることにする。IPM の四本柱としてよく言われるのは、①防除手段の統合、②経済的被害許容水準、③有害生物の管理システム、そして④環境負荷軽減である。当初、この項目に沿って書くことを考えたが、紙幅の点で無理であるだけでなく、筆者の問題意識を伝えにくいことがわかった。このため、現時点で特に取り上げたい話題に絞って項目立てを行った。また、宮城県での話題を中心に紹介することをお許し願いたい。

本文に入るに先立ち、本誌に執筆する機会を与えてくださった独立行政法人 中央農業総合研究センターの鈴木芳人氏、並びに常に温かい励ましをいただいている桐谷圭治氏に厚く感謝する。

I 要防除水準

東北地方に限らないが、水稻の IPM 研究といえば対象は害虫で、研究内容は要防除水準（以下 CT とする）

IPM for Rice in Tohoku District of Japan. By Takashi KIDOKORO

（キーワード：IPM, 水稻, 東北地方, 要防除水準, 育苗箱施用, 普及）

の設定という場合が多かった。それにはいくつかの理由がある。イネの代表的な病害虫のほとんどは、収穫物である玄米に対して間接加害型有害生物であり、このため作物の補償作用（耐性的反応）により実害を生じない発生程度（すなわち許容できる密度）が大きい。さらに、その発生程度を確認することが可能なほどの大きさをしていたり、目立つ食害痕を残すものが多い。また、特に寒冷地では世代数の少ない種類が多く、個人的見解だが、発生経過が緩慢かつ安定しており、当年内では発生量の予測がしやすい。これらの条件が CT の設定を可能にするが、条件に合致しないのは主要種では斑点米カメムシ類（特にカスミカメムシ類）くらいであろう。

東北地方における CT の研究は、秋田農試の小山重郎が、ニカメイガ（小山, 1973 など）とイネドロオイムシ（KOYAMA, 1978）を対象に実施したのが最初であることは既に述べた。これらは、新潟農試によるイネドロオイムシの CT 設定に関する一連の研究（小嶋・江村, 1979 など）と並んで、IPM を意識的に水稻の害虫管理に適用した研究として全国的にも先駆的なものであった。秋田県では、これらの成果は直ちに県の病害虫防除基準に反映されることになったが、それはこれらの研究が、農薬の航空散布に伴うカイコやミツバチ被害をできるだけ回避したいという行政を含む現場からの強い要望に基づいて実施されたためである（小山, 2000）。その当時、東北地方の他県では、CT を研究したり、それを県の指導事項に盛り込むような雰囲気はほとんどなかったと思う。個人的な経験をいえば、CT の結果を普及に移すのはむしろ困難を伴うことが多かった。県内の成績検討会では他分野の研究者や企画の担当者から、5% の減収といっても県全体ではたいへんな損害になる、あるいは墮農を奨励するのといった意見すらあった。1980 年ごろのことである。

こうした状況を一変させたのは、東北地方に分布を拡大したイネミズゾウムシである。1982 年に岩手、宮城、山形、福島各県で、83 年には青森、秋田の両県でも発生が確認された。本種は温量の少ない寒冷地稲作では、特に大きなダメージを与えるだろうとの認識があり、発生が確認されれば程度にかかわらず防除が奨励される傾向が強かった。しかし、広く定着するようになると、

どのくらい発生した場合に防除すべきかが改めて問題となってきた。当初、効果の高い薬剤がなく、国の補助も粉剤使用を前提にしていたので、金額が低いうえに地域をあげて粉剤を散布するような体制も既になかった。こうしたことから、市町村や農協の担当者にとっても、防

除の判断基準が切実な問題になったのである。ほとんどの農試でCT設定の試験が実施されるとともに、他の害虫を含めてCTが広く認知される契機となった。

表-1に、東北地方の各県で設定されているCTを、暫定的な扱いのものを含めて示した。イネミズゾウムシ

表-1 東北地方における病害虫の要防除水準設定状況(城所, 2000を改変)

病害虫名	県名	判断時期	判断対象	要防除水準
イネヒメハモグリバエ	秋田	産卵盛期	卵数	1.5/株
		〃	産卵株率	50%
イネドロオイムシ	〇岩手	産卵盛期	卵塊数	0.5/株
		前年産卵盛期	〃	0.12/株(育苗箱施用広域使用地帯)
	〇宮城	侵入盛期	成虫数	0.25/株
		産卵盛期	卵塊数	0.8/株
	〇秋田	産卵盛期	卵塊数	0.5/株
	〇山形	産卵盛期	卵塊数	1~2/株
福島	加害時期	老齢幼虫数	10/株	
イネミズゾウムシ	〇青森	5月第6半旬	被害株率	62%(食害度なら18)
		6月第1~2半旬	〃	82%(食害度なら25)
	〇岩手	成虫侵入盛期	成虫数	0.3/株
		前年成虫侵入盛期	〃	0.12/株(育苗箱施用広域使用地帯)
	〇宮城	成虫侵入盛期	成虫数	1.3/株(1%減収の場合)
		同5日後	食害葉率	30%(1%減収の場合)
	〇秋田	6月上旬	成虫数	0.3/株
		〃	被害株率	90%
	〇山形	随時	成虫数	稚苗0.5, 中苗0.7/株
		福島	侵入盛期	成虫数
斑点米カメムシ	岩手	出穂期~乳熟期	成虫数	1/20回すくい取り
	福島	穂揃期	成虫数	2/20回すくい取り
ツマグロヨコバイ	〇宮城	第1世代羽化盛期	成老齢虫数	50/20回すくい取り
		第2世代成虫盛期	〃	1,500/20回すくい取り
	福島	出穂期	成幼虫数	16/株
		乳熟期	〃	24/株
セジロウンカ	〇秋田	成虫侵入盛期3日後	成虫数	0.3/株
		同3週間後	中老齢幼虫数	15/株(粘着板法では幼虫35頭)
	〇山形	随時	幼虫数	10/株(払い落とし法)
		〃	〃	〃
コバネイナゴ	〇山形	7月上~下旬	幼虫数	100/20回すくい取り
ニカメイガ	〇青森	1化地帯	被害株率	4%(通常2回散布を1回に)
		第1世代	葉鞘変色莖率	12%
	〇秋田	第2世代	心枯莖率	3%
		第1世代	田植後40~25日	葉鞘変色莖数
葉いもち	岩手	急増期	病斑数	0.1~1/株(防除開始時期)
	秋田	6月1日~7月末	病斑	第2世代出現期前後(防除開始時期)
紋枯病	〇岩手	穂ばらみ期~出穂期	発病株率	早生:15%, 晩生:20%
	〇宮城	穂ばらみ期	発病株率	早生・中生:15%, 晩生:20%
	〇山形	穂ばらみ後期	発病株率	はえぬき:10%, ササニシキ7%
		出穂期	〃	はえぬき:15%, ササニシキ10%

注:〇は各県病害虫防除基準, その他は平成9年度北海道東北地区植物防疫協議会資料による。

については東北地方のすべての県で設定され、福島県を除き病害虫防除基準に採用されている。また、モニタリングの対象は成虫の密度、被害株率、食害率、食害度などの違いがあり、時期は暦日、成虫の侵入時期、あるいは特に時期を明示しない（随時として表-1には示した）などの違いがある。それぞれの県における様々な経緯や工夫が感じられる。

ところで、IPMにおけるキーワードの一つは経済的被害許容水準（EIL）である。足立・中筋（1985）による難しい定義があるが、ここでは経済性も考慮して防除したほうがよいと判断される有害生物の最低密度としておこう。発生経過が緩やかな種類では、EILに達する直前まで待つて防除判断することも可能であるが、一般には時間的な余裕をみて、事前の発生量や生育ステージで防除判断をすることになる。もともと IPM においては EIL が決まり、これが時間的にさかのぼって CT という基準になる。ところが、実は先に紹介した小山や江村・小嶋の CT 設定では経済性は考慮されず、減収開始密度（城所・桐谷，1982）を基準に CT が決定されている。経済性を考慮すると、どの経費までをコストに含めるのか、あるいは、使用する農薬の種類や農産物価格により値が変動するといった問題を生じる。水稻では、5%の減収を許容するという便法に従うことも多いが、基準さえ明確であればどちらでもかまわないと考えている。CT が設定される最も大きな意義は、これまで全く判断基準がなく、ともすれば叫ばれ続けてきた徹底防除という掛け声に対し、防除のための何らかの判断基準が提供されたことにあつたと思う。したがって、設定された CT も、あくまで防除判断の目安程度に扱われるべきであろう。

しばしば話題になる、実際に CT が農家に利用されているか、ということについても考えてみたい。確かに、農家が実際に水田に入り、有害生物の発生程度を調査して防除判断することは、一部を除いてほとんどないといえるだろう。しかし、それでも最終的には、CT はかなりの農家により採用されていると考える。イネドロオムシでは、以前からわずかな食害も嫌う農家が存在する一方で、見た目にはかなりの食害痕が発生しているも、「後で治るから」といって防除しない農家が存在した。イネミズゾウムシではその被害をかなり警戒したのだが、典型的な被害とされる生育ムラや欠株などの被害はほとんど見られなかった。やがて、農家や JA の営農指導員たちからも、言われているほどの被害は出ないよんだという声が強まり、実際に防除しない農家も多くなっていった。宮城県では侵入の数年後に CT の設定が行われていたが（藤崎ら，未発表），移植後すぐに成虫放飼

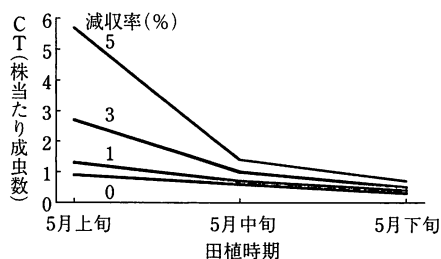


図-1 田植え時期別・減収率(%)別のイネミズゾウムシの要防除水準 (CT) の変化

をした結果に基づいており実際の加害と異なることや、冷害気味の年次の試験であったことから再検討を行った（城所，1995；KIDOKORO，1999）。その結果、田植時期によって CT は大きく異なり、田植えが早く加害時期は遅い宮城県では、普通の移植時期であればほとんど被害は発生しないことがわかった。防除コストは、どんな薬剤と処理方法をとるかで大きく異なることから、許容する減収レベルを農家自身が選択できるようにして示すこととした（図-1）。この場合も、多くの経験に基づく現場での判断（経験的 CT の利用）が先にあり、研究結果はこれを裏付ける形で後押ししたものと考えている。宮城県では、発生が少なすぎて、もはや防除対象として意識にもよらないニカメイガやイネゾウムシ、あるいはある程度の発生があつても害虫としての認識度が低いコバネイナゴなどを考えれば、農家が無意識あるいは経験的に判断している CT は、意外に多いともいえないだろうか。

II 土着天敵の利用

施設園芸害虫では、天敵類の生物農薬の利用がようやく本格化し、我が国でも IPM の有力な防除手段になろうとしている。しかし、イネのように広域かつ開放系の土地利用型作物では、天敵類の大量生産・放虫を前提とする生物農薬の利用は一般には困難であろう。また、かつてニカメイガやイネドロオムシに対して導入天敵の利用が図られたことがあるが（いずれも失敗）、主要種に土着害虫の多いイネでは利用場面は少ないと見られる。イネにおける天敵の利用は、もともとそこに生息している土着天敵の密度を、生息環境の改変によりできるだけ高める、いわば自然の治癒力を高めるような保護活用が中心となるであろう。我が国ではツマグロヨコバイとクモ類の個体群動態を解析し、選択性殺虫剤の利用による害虫管理を示した桐谷ら（KIRTANI et al., 1972 など）の先駆的な研究もあるが、稲作害虫に限らず、一般に土着天敵利用に関する研究は少ない（広瀬，2003）。

最近、我々の研究室では、当地域の水田に普遍的に生

息するニホンアマガエルとクモ類(主にキバラコモリグモ)に注目し、害虫類に対する発生抑制効果を検討している。その結果、これらの多食性捕食者を排除した操作実験から、両者がともにツマグロヨコバイなどの害虫類の密度抑制に貢献していること(小山・城所, 2003など)、ニホンアマガエルはクモ類を捕食できる立場にあるが、実際にはイネ体上の生息場所が異なるためギルド内捕食は回避される傾向にあること、クモ密度は、初期に発生するユスリカ類が多いと高まることから、害虫密度が低い時期のクモ類の増殖を保証する代替餌種としてユスリカ類が重要と考えられ、その密度を人為的に高める耕種法として深水管理や有機物の施用などが有効であること(小山・城所, 2004)などがわかってきた。

土着天敵の密度を高める方法として、水田およびその周辺の生息地管理も重要と考えられる。しかし、その生息地管理の中には、慣行的な農法と一致しない場合もある。例えば、様々な利点があるとされて奨励されている中干しは、ニホンアマガエルの変態以前に実施されて、その個体群に大きなダメージを与えることが多い。畦畔雑草の存在は、クモ類を含む天敵類のシェルターとしての役割を果たすかもしれないが、斑点米カメムシ類の発生抑制とは矛盾するかもしれない。したがって、生産性との調和、複数の有害生物の管理等、トータルバランスの中で解決していかなければならない課題も多いと思われる。また、中干しについては、乾田化が進んだ現在、果たしてどの程度の効果をあげているのか再検討する必要もあろう。

III 生物多様性保全とIBM

II章では、ユスリカ類のような、いわゆるただの虫の保全が、水田における食物連鎖網を介して有害生物管理に役立つ可能性を述べた。これは、あくまで実利的な目的をもった保全であるが、最近では水田あるいはその周辺に生息する生物の保全自体をねらいとした考えがある。そもそも水田やその周辺の環境は、単に農業生産の場であっただけではなく、かつては我が国に広範囲に存在していた湿地の代替地として、多くの生物に利用されてきたという事実がある。そして、水稻の生産性向上のために進められてきた水路のコンクリート化や乾田化が、水田のもつ多面的機能の一つである生物保全機能を低下させ、かつては農村に普通に見られた生物(例えばホタル類、ゲンゴロウ、タガメ、メダカなど)を絶滅に追い込もうとしているとの認識がある。

こうした生物多様性の維持や、絶滅危惧種に対する国内外での関心の高まりを背景に、最近、土地改良法が改

正された。これにより、今後基盤整備を進めるには、何らかの形で環境に配慮した計画に沿って実施することが義務づけられた。特に水路に生息する水生植物、水生昆虫、魚類等の保全を図るために、水田への遡上を可能とする魚道の設置、組石などを用いた流速の調節や生息環境の多様化、土水路やため池、周辺緑地等の維持または確保、水路に落下した生物が這い上がるためのスロープの設置などが土地改良関係者を中心に検討されたり、実際の基盤整備に当たり施工されている。既に一部の農業試験場では、農業用水利施設に生息する生物に関する調査や、保全のための研究などが行われるようになってきている。

最近、桐谷(2004など)が提唱したIBM(Integrated Biodiversity Management: 総合的生物多様性管理)は、作物生産と生物の保全・保護を両立させるための新しいパラダイムとして重要と思う。IPMでは、有害生物の発生はEIL以下に管理することが目的であったが、IBMではこれと同時に希少種あるいは絶滅危惧種は(例え有害生物種であっても)保全・保護の対象となり、絶滅限界密度以上に管理することが目的とされる。水田は直接的に生産の場となる水田そのものだけでなく、これに隣接した畦畔、水路、ため池、二次林等、間接的に生産を支える周辺環境とセットで存在する。そこで、水田そのものではIPM的視点からの管理目標が大部分を占めても、より間接的な場になるほど保護・保全の観点からの管理が可能となる。こうして、全体として生産と保護・保全のほどよい調和を図ろうとするのである。

桐谷の提案をどのように具体化していくかはこれからの課題であるが、水田内部であっても生産性と矛盾せずに生物保全が可能な例を一つだけあげておこう。例えば宮城県でも、赤トンボを保全し、これをシンボルとした米作りを進めたいという地域がある。そうした場合に、農業の生物影響調査に基づいて、アカネ属トンボ類の幼虫に影響の少ない薬剤を提案することはできるのである。今後IPMと並んでIBMは、県の農業試験場においても重要な研究テーマになっていく可能性がある。

なお、最近、農協の広域合併に加えて、トレーサビリティを容易にするために、使用される農業の広域単純化が著しく進んでいる。これは生物多様性保全の観点から、大きな問題をはらんでいることを指摘しておきたい(城所, 2004)。

IV 育苗箱施用法

農業の育苗箱施用法は、考案されてから既に30年ほどの歴史がある。水稻病虫害の防除体系におけるその位置づけは、時代とともに変化しているが、最近、主要

な病害虫を1回の処理で防除できる方法として農家の期待も大きい。筆者自身も、今後この方法が農薬による水稻病害虫防除の中心的存在であり続けることは、揺るがないと感じている。しかし、そうであるからこそ、この方法については、たとえわずかな問題点であろうとも、それを改善していく努力が必要と考える。

1 長所と短所

育苗箱施用法、特に長期残効性農薬の施用法がもつ有利性は次のようなものである。農家にとって何よりのメリットは、移植後に発生するほとんどの主要病害虫の防除がこの処理によって可能なことである。特に東北地方では、葉いもちに対して長期に安定した効果を示す薬剤が登場したことは極めて画期的であり、これにより、本施用法が水稻病害虫防除の中核的存在となることを不動のものとした。穂いもちまでターゲットにできそうな薬剤も既に開発されている。主要種で唯一手が届いていないのが斑点米カメムシ類であるが、将来的には克服できる可能性もある。

さらに利点を列記すれば、移植後の薬剤散布に比べてはるかに省力的で、処理量がそれほど多くなければ、特別な器具なしでも施用できる、他方で、大量処理に適した播種同時施用が可能な薬剤や散布装置も開発されている、様々な殺虫・殺菌成分を組み合わせた薬剤が利用できるため、対象種や価格、処理時期などに関して、多様な薬剤の選択が可能である（ただし、これは過渡的現象かも知れない）、といった点があげられる。環境負荷軽減に関しては、面積当たりの薬剤投入量が少ない、一般に系外への影響（生物影響を含む）が少ないなどがあげられよう。

一方、欠点としては次のようなものがあげられる。この施用法が登場した当初から指摘されているのは、予防的な方法であるため、当年の発生予察情報やCT設定の成果が活用されないということであった。その後、特に現在の長期残効性の薬剤が普及する中で生じている問題として、これまで育苗箱処理剤を使用してこなかった地帯が新たにいもち病をメインターゲットに導入を図る場合、不必要とも思える殺虫成分を含む混合剤を選択することが多くなっている。また、先に本施用法のメリットとして系外への影響が少ないとしたが、系内に関しては非標的生物への影響が大きい薬剤も存在する（八谷、2001；菅ら、2002；小山・城所、2005）。さらに、本処理法特有の問題ではないのだが、前章で述べたように同一の育苗箱施用法が極めて広域的に使用される状況が生まれており、生物保全だけでなく、薬剤抵抗性害虫・耐性菌対策上も大きな問題と考えられる。

2 さらなる減農薬への取り組み

予防的な防除法であるために、不必要かもしれない防除が実施され続けやすいという欠点を改善するために考えられた隔年施用法と、部分防除法の一種である額縁防除の有効性について紹介する。

(1) 隔年施用法

山形県や岩手県では、長期残効性育苗箱施用法が広域的に普及した地域では、防除を中止してもしばらくは密度が回復しにくい害虫があることから、同施用法の隔年的使用を提案している。

山形県庄内地方では、フィプロニル剤の普及率が高まっているが、同法による防除を中断しても、数年間はイネドロオイムシ、ニカメイガ、コバネイナゴなどの害虫発生が顕著に低下することがわかった。そのため、単年度ごとに計画されてきた防除体系を複数単位で考えることとし、「1年使用し、2年中断する体系」あるいは「2～3年使用し、3年中断する体系」などの防除指導が行われ、既に実施されている（上野、2004）。

また岩手県では、イミダクロプリドによる育苗箱施用を広域的に実施した後に無防除とした地域で追跡調査を実施したところ、イネドロオイムシとイネミズゾウムシの発生は、2～4年間はCTを超えなかった。このことから、同施用法により広域防除した翌年は無防除とし、その後はモニタリングを継続して当年の発生がある基準値（表-1参照）を超えた場合（翌年にCTを超えると推定される発生量で、実際の増加率から求めた）にのみ、再び同処理法を導入することで農薬使用低減が図れるとした（後藤ら、2004）。これは、より長期的なCTを設定することで、予防剤である育苗箱施用法の欠点を克服したものと見える。

(2) 周縁部防除（額縁防除）

畦畔などに生息していた害虫が、徐々に水田内部に侵入するような場合、まだ水田周縁部に生息する時期をねらって粉剤などを散布する方法が、イナゴ類や移動能力の小さい斑点米カメムシ類などで行われてきた。散布された部分を上から見た形状からの連想で、額縁散布と呼ぶのが一般的である。こうした使用法が、育苗箱施用した苗を水田周縁部に移植することによっても可能なことが、イネミズゾウムシやコバネイナゴで示されている。

イネミズゾウムシは、宮城県では1982年に生息が確認された。東海地域の調査から、本種の水田内の分布は初めのうちは歩行侵入するため畦畔際に偏る傾向があるものの、やがて飛翔侵入が盛んになるためランダムになるとされていた。しかし、多数の発生事例を複数年にわたって観察した結果、成虫やその食害株の水田内分布は、

発生終期まで畦畔際に偏っていた。このため、各10aの隣接した水田で、その一方の外周部にはベンフラカルブ粒剤を処理した苗を6条移植してその内部は無処理とし、他方には全面に無処理苗を移植して、被害率の推移を比較した。その結果、無処理区では初め畦畔よりの被害の集中度が高く、徐々に内部への拡大が見られたが、それでも最後まで中心部の被害発生は少なかった。額縁処理区では周縁部および内部ともに、被害はほとんど発生せず、周辺部に移植した処理苗がバリアーとなつて、本種の発生を防げることが判明した(城所, 1995; KIDOKORO, 1999)。

コバネイナゴでも、本種に唯一登録のあるフィプロニル粒剤を用いて同様の試験を実施した結果、その有効性が明らかになり、周縁部に移植すべき条数は2条でもよいことが明らかになった(城所・林, 2000; 城所・小野, 2001)。30aの水田で処理苗を8条移植する場合の農薬使用率は、全面処理苗移植に比べてときの20%(削減率80%)程度となる。移植すべき処理苗の条数が同じであれば、大区画の水田ほど減農薬程度は高まる。

病害では、紋枯病の発生が初期に畦畔沿いに多いことがよく知られており、発生初期に粉剤等による畦畔際の防除が奨励されることがあった。早坂(2004)は収穫時期に近い9月15日ごろに、山形県庄内地方の多発圃場で畦畔からの条数と発病株率を調べたところ、このような時期でも畦畔際の10条程度に被害株が集中していたことから、この部分を防除するだけで次年度の感染源を効率的に減らすことが可能と結論した。したがって、いもち病と紋枯病に有効な成分を含む育苗箱施用剤を水田周縁部だけに使用し、それより内部にはいもち病だけを対象とした育苗箱施用剤を使用することで、防除コストの低減を図るといった使い方もできよう。

V 代替防除手段の開発と普及

比較的最近まで、病害ではIPMの実現は困難ではないか、という意見が聞かれることがあった。最重要の有害生物であるいもち病を考えた場合、発生予察精度の向上は適期防除に貢献することがあっても、防除要否の判定は困難と見られたためらしい。しかし、要防除水準は、農薬使用を前提としたIPMの構成要素の一つに過ぎない。代替防除技術の開発という点では、むしろ害虫管理ではあまり見るべきものがないのに対し、病害管理では急速に実用化が進んでいるものがある。育苗期の病害対策として普及した生物農薬(拮抗微生物)を除き、宮城県で普及した事例をいくつか紹介する。

1 抵抗性品種

いもち病の発生を抑制するために、いもち病真性抵抗性遺伝子は異なるが、他の形質が類似するいくつかの系統(同質遺伝子系統)を複数育成し、マルチライン(多型品種)として混植栽培する方法が実用化された。当試験場で育成した‘ササニシキBL’(品種名)が1995年に普及に移されたのが、我が国での最初の利用例である。

普及3年目の1997年には、県内5,500haで作付けされた。残念ながら、減農薬米としての付加価値が思うほどにはつかなかったことや、‘ササニシキ’の人気自体の低迷などから、現在では500ha程度の作付けに留まっている。いもち病対策としてのマルチラインの育成は、‘コシヒカリ’、‘あきたこまち’、‘ひとめぼれ’など、他の良質米品種でも進んでおり、新潟県では、既存の‘コシヒカリ’のほとんどをマルチラインで置換するとされている(芦澤, 2003)。圃場抵抗性品種を含め、抵抗性品種の利用が、いもち病問題解決の新たな切り札となることを期待したい。

2 温湯浸漬法

宮城県では、2005年の実績で、県内作付面積の40%近い3万ha以上に相当する種子が温湯浸漬機で処理された。数年前には考えられなかったほどの高い普及率である。

温湯浸漬法自体は、ムギの種子消毒などで古くから行われてきた技術であるが、イネでは、有機栽培を目指す農家などによりごく一部で実施されてきた、いわば篤農的技術に過ぎなかった。1970年代後半に、ばか苗病の種子消毒法として有効との報告があるが、その後、1990年代後半になってから、我々の研究室を含むいくつかの試験場で、種子伝染性病害に対する農薬代替技術として取り上げるようになった。その結果、ばか苗病、いもち病、苗立枯細菌病など主要な種子伝染性病害に対する有効性が実証された(林ら, 1999, 2000, 2005)。これと前後し、シャワー循環式催芽機を発売するメーカーが、これを改良した温湯浸漬機を試作し、間もなく市販されることとなった。これにより、湯温を高い精度で維持することができるようになり、効果の安定化と高温障害回避の両立および処理の効率化がはかられた。また、種子消毒剤の使用に伴って生じていた廃液処理問題の解消が、現場で大いに歓迎された。東北地方では、同時期に温湯浸漬の研究に取り組んだ山形県(早坂ら, 2001)でも高い普及率となっている。今後、東北地方の他県でも急速に普及が進みそうである。

3 プール育苗

プール育苗は、出芽後の育苗箱を、遮光性のビニール

やポリフィルムで作った簡易水槽に浸し、水耕に近い状態で苗を育てる方式である。灌水の手間が大幅に減るほか、水の保温性が高いために夜間もハウスのサイドを開放したままにでき省力性が高い。このため、正確な統計数値はないが、園芸作との複合経営農家を中心にかなり普及していると思われる。

群馬農試の林ら(1982, 1983)は、この育苗法がイネ苗腐敗症の耕種防除法として有効であることを報告していたが、本県でも苗立枯細菌病の発病がプール育苗で軽減される事例が見られたことから試験を開始した。その結果、特に出芽直後から常に淡水状態を保ったときに(通常は、出芽後2~3日後に初めて入水し、水がすっかり蒸散してから再び湛水を繰り返す)、本病害に高い抑制効果を示すことがわかった(林ら, 1997, 2005)。この事例では、プール育苗そのものは既に本県の栽培関係者の研究により普及技術とされていたが、有害生物の制御という点から新たな付加価値を見いだしたということになる。

おわりに

最後に、IPMの研究や普及についていくつか付け加えておきたい。

IPMでは、単一種に対する複数防除手段の統合が重要とされてきた。水稻ではいもち病や斑点米カメムシ類のように被害が大きく、しかも難防除の有害生物を対象としたときには、単一種のIPM研究も意味があるかもしれない。しかし、従来から農薬を使用すれば容易に防除が可能なイネドロオウムシなどに対して、総合的な管理法が確立しても、それを農家が受け入れるとは思えない。IPMは最終的には総合的作物管理技術(Integrated Crop Management)の一部として農家に提供されなければならない。とりわけ耕種的手法などを含む技術体系では、病害虫以外の専門家を含む分野横断型研究として進める必要がある。

これまで、農薬に依存しないで病害虫の発生を抑制する多くの方法が提案されてきた。有効な防除対策が少ない時代に研究が進み、塩水選のように今だに基本的な技術として奨励されているものもある。しかし、効果の高さと安定性に優れる農薬の登場以来、こうした技術の多くは忘れられた。環境負荷を軽減するとして、これらの技術がリバイバルしているとも言えるが、広く普及する技術となるためには、農薬に対抗できるだけの効果の

安定性、処理の簡便性、経済性、市場性等を意識的に追求する必要がある。先にあげた温湯浸漬法も、これらの条件を満たすことがなければ、急速な普及は不可能であった。

IPMの中で、化学合成農薬をどのように位置づけるかも、一般論ではなく個々の薬剤や施用法に即して、具体的に検討していく必要がある。もともとIPMが農薬の使用を排除するものでないことは、我が国でIPMを推進してきた中心的立場の研究者によっても繰り返し強調されている(例えば、中筋, 1997)。農薬は、広範囲に使われることからくる影響力の大きさを考えれば、目的外の影響や未知のリスクへの警戒、本来そこになかったものを環境に付加することへの慎重さなどが、とりわけ厳しく求められてもよいものだと思う。しかし、IPM登場の背景となった広い生物活性や、残留性に由来する野生生物への影響、人畜毒性といった否定的側面は当時と比べて大幅に改善されている。また、環境負荷といっても、どんな切り口で何を問題にするかにより、むしろ農薬自体やその施用法のさらなる改善が問題解決を早める場面も多いと考えられる。生物保全という観点から考えれば、アイガモ農法や機械除草機が田面に生息するヤゴやユスリカ類に与える影響は大きいのだが、こうした技術はそれほど広範囲に普及することがないために環境負荷が問題にされることがないのである。

非合理主義的あるいは反科学的立場からの近代農法や化学合成農薬の否定ではなく、サイエンスとしてのIPMが発展することがますます求められている。

主な引用文献

- 1) 後藤純子ら(2004):北日本病虫研報 55:278.
- 2) 早坂 剛(2002):同上 53:9~11.
- 3) 林かずよら(2005):宮城古川農試報 3:137~147.
- 4) 城所 隆(1995):植物防疫みやぎ 71:1~11.
- 5) ———(2004):現代農業 83(9):346~347.
- 6) ———・桐谷圭治(1982):植物防疫 36:5~12.
- 7) ———・小野 亨(2001):北日本病虫研報 52:129~131.
- 8) KIDOKORO, T. (1999): Proceedings of the International Symposium on Integrated Pest Management in Rice-Based Ecosystem: 104~109.
- 9) 桐谷圭治(2004):ただの虫を無視しない農業—生物多様性管理—, 築地書館, 東京, 192 pp.
- 10) 小山重郎(1973):応動昆 17:147~153.
- 11) ———(2000):害虫はなぜ生まれたのか, 東海大学出版会, 東京, 220 pp.
- 12) KOYAMA, J. (1978): Appl. Entmol. Zool. 13:203~208.
- 13) 中筋房夫(1997):総合的害虫管理学, 養賢堂, 東京, 273 pp.
- 14) 小山 淳・城所 隆(2003):北日本病虫研報 54:123~125.
- 15) ———(2004):同上 55:173~175.
- 16) ———ら(2005):宮城古川農試報 5:31~42.
- 17) 上野 清(2004):植物防疫 58:385~389.