

害虫抵抗性遺伝子組換え作物の環境影響に関する最近の動向

独立行政法人農業環境技術研究所 白 井 洋 一

はじめに

単離した特定の遺伝子を改変し、再び生細胞に戻すことを可能にした「遺伝子組換え技術」は、1970年代前半に微生物を実験材料として開発され、その後、医薬品や添加物への応用とともに、作物・家畜の品種改良の育種手段としても広く利用されるようになった。1996年に北米を中心に遺伝子組換え作物（組換え作物）の大規模な商業栽培が開始され、当初約170万haであった栽培面積は、2003年には世界で約6,800万haに増加した（日本の総耕地面積は約480万ha）。現在栽培されている組換え作物の約70%（面積比）は特定の除草剤を散布しても枯れない除草剤耐性（主にダイズ、油糧ナタネ）であり、2番目の害虫抵抗性（トウモロコシとワタ）と合わせるとほぼ99%を占め、耐病性など他の組換え作物の商業栽培はごく小面積にすぎない（JAMES, 2003）。害虫抵抗性作物はBT剤（生物農薬）として利用されている土壤細菌 *Bacillus thuringiensis* (Bt) 由来の結晶性タンパク（Cryトキシン）を発現する遺伝子を作物体に導入したもので、現在、鱗翅目害虫抵抗性トウモロコシ（Cry1Ab, Cry1F）、鞘翅目害虫抵抗性トウモロコシ（Cry3Bb）、鱗翅目害虫抵抗性ワタ（Cry1Ac, Cry2Ab）、鞘翅目害虫抵抗性ジャガイモ（Cry3A）が商業化され、トウモロコシは北米、スペイン等で、ワタは米国、中国、インド、南アフリカ等で広く栽培されている。Btジャガイモの栽培は大手外食産業の「組換えポテト拒否」の影響もあり、北米でも現在商業栽培が中断しているが、トウモロコシとワタでは、除草剤耐性を併せもった系統を含め、Bt作物の栽培面積は年々増加している（図-1）。

害虫抵抗性組換え作物は植物体内に殺虫成分を内在した防除資材（Plant-Incorporated Protectants: PIPs）であり、米国ではBT剤と同様に、「生物農薬」として環境保護庁の管理下で環境への安全性が審査されている。米国ではBt作物が普及する以前から、農薬や化学肥料など環境負荷物質の軽減化が指向されていたが、生物農

薬・土着天敵とも両立可能であり、生産性・経済性にも見合う代替の害虫防除手段としてBt作物が採用された（SHELTON et al., 2002）。Bt作物のメリットは殺虫剤散布（回数、量）の削減、収量増、収穫物の品質向上であり、農薬散布の軽減は生産者の健康や環境汚染防止にとっても有益である。特に、トウモロコシの根部を加害する *Diabrotica* 属のネクイハムシ（corn root worm）の防除を目的としたBtトウモロコシでは、土壤中への殺虫剤施用が不要となるため、土壌・地下水汚染の防止に高い期待が寄せられている。また、副次的な効果として、アワノメイガ（European corn borer）の食害痕から侵入するカビ毒（アフラトキシンやフモニシン）の発生を抑制することができ、トウモロコシ穀粒中の発ガン性有害物質含量の低下も報告されている（WILLIAMS et al., 2002）。さらに、アワノメイガでは殺虫剤の適期防除に要した監視作業が減ることで、人件費の節約も報告されている（PILCHER et al., 2002）。

日本では、Btトウモロコシとワタは家畜飼料や食品加工原料として輸入されているものの、実際に商業栽培されていないため、このようなメリットを実感する機会がない。また、マスメディアでトピック的に報道される組換え作物を巡る懸念や、一部消費者団体を中心とした反対運動により、組換え食品・組換え作物に対して、漠然とした不安を抱く一般市民が多いのが現状である。本稿では、害虫抵抗性の組換えBt作物を中心に、日本で

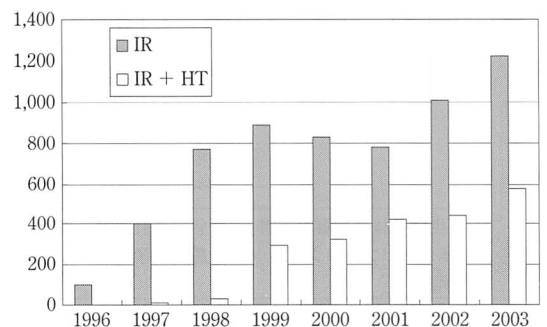


図-1 害虫抵抗性遺伝子組換えBt作物（トウモロコシとワタ）の栽培面積の推移（単位：万ha）

JAMES (2003) を基に作成。IR：害虫抵抗性作物、IR + HT：害虫抵抗性と除草剤耐性を示す作物。

Current Situation of Environmental Impacts of Transgenic Insecticidal crops. By Yoichi SHIRAI

（キーワード：遺伝子組換え，Bt，害虫抵抗性，非標的生物，生物多様性条約，カルタヘナ議定書）

行われている環境影響評価システムを説明し、懸念されている影響とその後の追跡調査の結果、実際栽培において考慮すべき課題について紹介する。新規の Cry トキシンや Bt 以外の殺虫素材を用いた組換え作物の開発も多数行われているが、これらについては KUMAR (2003), 白井 (2004 b) を参照されたい。

I 環境・生態系への影響評価システム

2003年まで、日本では組換え作物の環境影響評価は「農林水産分野等の組換え体利用のための指針」に基づき、農林水産技術会議組換え体利用専門委員会によって審査され、農林水産大臣による確認が行われてきた。2003年11月、遺伝子組換え生物の輸出入や使用に関する国際的な規制の枠組みを定めた「生物多様性条約バイオセーフティに関するカルタヘナ議定書」(カルタヘナは議定書に関する国際会議が行われたコロンビアの都市名)を批准し、この議定書を担保する国内法「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」が2004年2月に施行された。2004年3月以降はこの法律に基づいて、野外で初めて栽培される組換え作物系統は、隔離試験圃場および一般圃場での栽培開始前に、農林水産省・環境省共同による「生物多様性影響評価検討会」によって、環境・生態系への安全性が審査されている(図-2)。

新制度では、組換え作物の開発者または輸入者が「第一種(開放系)」での栽培認可を得るため、「生物多様性影響評価書」と、野外栽培が認められた後でも新たに環

境・生態系に影響を与えるおそれが生じた場合の対策を記した「緊急措置計画書」を提出する。学識経験者で構成される「生物多様性影響評価検討会」は作物分科会と総合検討会において、主に以下の項目について、申請された組換え作物が環境・生態系(生物多様性)に及ぼす悪影響がないかどうかを審査する。まず、①「導入遺伝子の発現の安定性」が確保されているかを複数世代の分析データを基に検討し、次に組換え作物が種または集団単位で見た野生動植物種に及ぼす影響を、②「競合における優位性(例、雑草化による蔓延)」、③「有害物質の産生性」、④「交雑性」の観点から審査する。②~④では、「影響を受ける可能性のある野生動植物等」を特定し、影響を受ける可能性のある野生種が存在すると考えられるときは、その影響の具体的内容、影響の生じやすさ(発生頻度、範囲など)を検討し、実際に集団単位でみた野生動植物種に影響を及ぼす可能性があるかどうかを、提出された実験データと既往の文献情報などを含めて総合的に審査する。影響を受ける可能性のある野生種が分布しない場合、例えば、交雑可能な近縁野生植物が国内に存在しないときは、交雑性による悪影響は生じないため、以下の検討作業は不要となる。後述する Bt 作物の花粉や根からの放出物質による非標的生物への影響は③「有害物質の産生性」の中で検討される。また、「緊急措置計画書」で定めている「(予測できなかった)影響を生ずるおそれが認められた場合」とは、「科学的に見て、日本国内の生物多様性に影響を生ずることが立証された場合」を想定している。つまり、導入遺伝子の安定性が確保されていない系統や近縁野生種との交雑が高頻度で起こることが予想される系統は、試験目的でも一般圃場での栽培は認められないことになる。また、商業栽培される作物では、花や芝などを除き、別途、食品や飼料としての安全性審査が義務付けられている。

作物分科会、総合検討会を経て審査された内容は「総合検討会(学識経験者)の意見」とともに公表され、約1か月の意見募集(パブリックコメント)を行い、これらの意見をふまえて、農林水産・環境大臣によって最終的な判断がなされる。総合検討会は公開で行われており、傍聴可能である。傍聴の方法、パブリックコメントの提出方法、提出された意見とその回答、および総合検討会の議事録や会議資料は、すべて環境庁バイオセーフティクリアリングハウス(<http://www.bch.biodic.go.jp>)で公表されている。

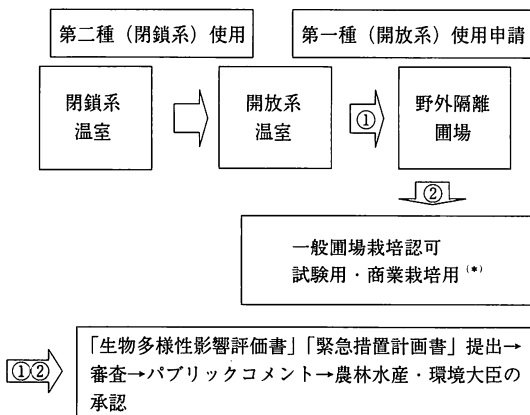


図-2 遺伝子組換え作物の環境影響評価審査システム

野外隔離圃場栽培(①)、一般圃場栽培(②)に当たり、それぞれ事前に影響評価を実施。商業栽培用では、花や芝などを除き、別途、食品および飼料としての安全性が審査される(*)。

II 懸念されている環境・生態系への影響

1 トウモロコシ花粉飛散

世界各国はシステムは異なるものの、組換え作物の商業栽培を認可する前に、自国の法制度に基づき、環境影響や食品・飼料安全性を審査しており、現在商業栽培されている作物はすべてこれらの審査を経たものである。「生物多様性条約カルタヘナ議定書を批准していない米国は組換え作物の安全性を審査していないのでは？」という意識の知識人も見受けられるが、米国は既存の法律の中で組換え作物の安全性を審査している (NAP et al., 2003; JAFFE, 2004)。組換え作物・食品を巡る懸念は自然科学分野だけでなく、社会・経済・人文科学を含めた問題として論議されることが多いため、自然科学に関する誤解・先入観が解消されないまま、国際経済や倫理問題に議論の焦点が移動する例も散見される。

1999年、Nature誌に載った「Btトウモロコシ花粉によってオオカバマダラ（蝶）の幼虫が悪影響を受ける」(LOSEY et al., 1999) という短報は、組換え作物による生態系に及ぼす悪影響として大きな衝撃を与えた。彼らの報告は、実際に野外で飛散するトウモロコシ花粉量をはるかに超えた量のBt花粉を与えた実験によるもので、北米での詳細な追跡調査によって、オオカバマダラ集団に悪影響を与える可能性はほとんどないことが明らかにされた (KAPLAN, 2002)。Btトウモロコシ花粉から発現するトキシシン量は系統間で異なっており、現在北米で主に栽培されているMON810とBt-11は0.09 μ g/g以下であり、たとえ葉上に1,000粒/cm²の花粉が堆積してもオオカバマダラ幼虫の生存に影響しない。また、花粉がトウワタ（オオカバマダラの食草）の葉上に堆積する量は、花粉飛散最盛期の圃場内でも最多で170粒/cm²程度であり、圃場から2～3m離れると20粒/cm²程度になるため、野外で致死的影響を受ける暴露量にさらされることはない。Event-176は花粉中でのトキシシン発現量の高い系統であるが（1～7 μ g/g）、この系統でも幼虫に悪影響が出るのは圃場周辺約5～10mまでで、農薬散布による周辺への影響と比較したとき、Bt作物が従来の栽培管理体系よりも環境に悪影響を及ぼす可能性はないと判断された。Bt花粉問題は北米では一応終止符を打ったが、ドイツやオランダでは依然としてオオカバマダラの例を挙げ、Bt作物による悪影響の可能性を示唆する報文が出されている。しかし、全体的には、以下に述べる事例も含めて、組換え作物の生態系への影響評価では、実験方法や野外での実現可能性を考慮し、文献調査・室内実験→網室→野外試験と段階を踏んだ検

討を行うべきという考え方になっている (ANDOW and HILBECK, 2004)。

2 土壌生物相への影響

Btトウモロコシによる土壌生物相への影響の可能性も1999年、Nature誌に載ったSAXENA et al. (1999)の短報によって注目された。彼らはBtトキシシンは土壌中の粘性物質や有機物と結合しやすく、土壌中で長期間殺虫活性を保持することを報告し、根からの滲出物や植物体のすき込みにより土壌生物相への影響の可能性が懸念されるようになった。その後、Btトウモロコシ (Cry1Ab) やBtワタ (Cry1Ab, Cry1Ac, Cry1F, Cry2A) を使った実験から、Btトキシシンは土壌中では急速に分解することが報告され、野外試験でも、ミミズやトビムシなどの土壌生物に有意な悪影響をもたらしたとする報告は出されていない (表-1)。土壌中では組換え作物から土壌微生物への遺伝子の水平伝播によって、マーカー遺伝子 (抗生物質耐性遺伝子) が土壌微生物に移動する可能性も示唆されている (KAY et al., 2002)。しかし、このような現象は実験室レベルでも極めてまれにしか起こらず、野外で実証された例は現時点では報告されていない (BADOSA et al., 2004; MALONE, 2004)。

3 食物連鎖系を介した天敵相への影響

害虫抵抗性Bt作物の採用によって、殺虫剤散布 (回数、量) が減少し、圃場内の天敵生物相への負荷も少な

表-1 遺伝子組換えBt作物が非標的生物種に及ぼす影響を調査した報告

懸念される影響の対象	作物	室内試験で		
		報告総数	悪影響の可能性を示唆した報告	野外で悪影響を示した報告
花粉飛散によるチョウ類	トウモロコシ	17	4	2 ^{a)}
根滲出物・残渣による土壌生物	トウモロコシ	16	4	0
	ワタ	7	0	0
	ジャガイモ	3	1	0
	イネ	3	1	0
食物連鎖を通じた天敵昆虫	トウモロコシ	34	6	0
	ワタ	12	1	0
	ジャガイモ	10	0	0
	ナタネ	5	0	0
	イネ	1	0	0

白井 (2003; 2004 a), ANDOW and HILBECK (2004) を基に作成。査読のある学会誌に掲載された報告のみを示す。学会誌の選定基準は白井 (2004 a) を参照。^{a)} 花粉で高濃度のBtトキシシンを発現するEvent-176では圃場周辺5～10mの範囲で影響が生じる可能性あり。

くなるため、Bt作物は天敵と共存できる防除手段として、殺虫対象害虫を経由した天敵相への間接的影響にも注意が払われている。HILBECK et al. (1998) はBtトウモロコシの葉を摂食した鱗翅目幼虫を捕食したクサカゲロウ幼虫の生存率低下と発育遅延を報告した。Btトウモロコシが発現するCry1Abが、殺虫対象外のクサカゲロウに悪影響を及ぼすのかなど多くの疑問・反論が出され、「トキシン摂取によって弱化した鱗翅目幼虫を強制的に摂食させられたため、クサカゲロウの発育に悪影響が出たのではないかと判断された。HILBECKのグループはその後多くの論文を出し、鱗翅目幼虫を介した場合、クサカゲロウ幼虫への悪影響は否定されないが、トウモロコシ圃場では鱗翅目幼虫はクサカゲロウの主要な餌資源ではないことから、実際上の悪影響は生じないと結論している (ANDOW and HILBECK, 2004)。ワタ、ジャガイモなどのBt作物でも天敵への影響が調査されているが、野外での悪影響を示した報告は一例も出されていない (表-1)。

4 人・家畜の健康への影響

生態系への影響以上に懸念されるのは人や家畜の健康への影響であり、「スターリンク事件」を記憶している方も多いだろう。「スターリンク」は鱗翅目害虫抵抗性のCry9C遺伝子を導入したBtトウモロコシ (CBH351系統) の商品名であり、米国で人へのアレルギー性の影響が懸念されていたが、2000年に日本への輸入穀物中からも検出されたことで大きな問題となった。その後、米国での試験ではCry9Cを含むトウモロコシが人にアレルギーを起こす原因になる可能性を示すデータは得られず、環境保護庁もCry9Cタンパクは加工処理の過程で分解または除去されることから、人の健康に影響を与える心配はないと報告している (http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/pips/starlink_corn_archive.htm)。スターリンクの混入については、現在も米国での輸出前検査と日本での検査が行われているが (表-2)、なぜ大きな問題になったかという点、この系統が米国でも飼料安全性の認可しか受けておらず、食品安全性の承認を得ていなかったことと、日本では食品・飼料とも安全性が未承認だったためである。このような未承認系統が国内で検出されたことは、流通管理体制のずさんさを示すもので決して許されることではないが、いくつかの要因が入り交じって、「遺伝子組換え作物はアレルギー源になる」という誤った印象が定着することは避けたいものである。この問題が起こってから、米国だけでなく、日本でも、飼料としての使用しか目的としない組換え作物も、併せて食品安全性の審査を受けるようになった。

表-2 米国产飼料用トウモロコシにおけるスターリンク (CBH351系統) の混入検査結果

採取時期 (年/月)	陽性率 (陽性検体数/ 検査検体数)	混入率 (陽性検体中の 平均値)
2000/4~9	66.7% (20/30)	0.51%
10~3	47.2% (34/72)	0.17%
2001/4~9	15.0% (8/53)	0.05%
10~3	11.1% (5/45)	0.09%
2002/4~9	9.5% (4/42)	0.10%
10~3	7.2% (5/69)	0.15%
2003/4~9	3.9% (3/77)	0.04%
10~3	0.0% (0/81)	—

農林水産省消費・安全局発表 (http://www.maff.go.jp/www/press/cont2/20040623press_5.pdf).

米国でのスターリンクの栽培認可は2001年で打ち切れ、輸入飼料中の混入率 (ロット単位の陽性率) も年々低下し、2003年度下半期には混入率ゼロとなっている (表-2)。

現在最も流通しているCry1Abを導入したBtトウモロコシ系統 (MON810, Bt-11) では、家畜の健康に対して多くの研究がなされているが、有害影響を示した報告は現時点では一例もない (HIGH et al., 2004)。また、ミツバチが花粉中のマーカー遺伝子 (抗生物質耐性遺伝子) を摂取し、この遺伝子が腸内微生物に転移することによって、ミツバチコロニーの感染病防止用に投与される抗生物質の効果が低下するとの懸念もある。これはドイツのミツバチ研究者 (KAATZ) が2000年にマスメディアのインタビューでコメントしたものが発端であるが、その後このような現象を実証した報告は出されておらず、KAATZ自身もピアレビューされた論文を発表していない (MALONE, 2004)。

III 栽培に当たり考慮すべき課題

1 抵抗性発達管理対策

Bt作物は殺虫成分を長期間作物体内に保持しており、標的害虫がトキシンに暴露される頻度が高くなるため、Btトキシンに対して短期間で抵抗性害虫が出現することが懸念されている。抵抗性の発達はBt作物を採用した生産者だけでなく、BT剤 (生物農薬) を利用している有機農業者にとっても不利益となる。北米ではBt作物の広域栽培に当たり、害虫抵抗性管理の具体的対策を検討し、植物体内で高いトキシン濃度を発現する系統を使い、Bt作物とともに非組換え作物を植えた緩衝帯 (refuge) を設置する “high-dose/refuge” 戦略を採用し

た。この戦略は三つの前提条件 (① Bt トキシンに対する抵抗性は劣性遺伝, ② 抵抗性に関与する遺伝子頻度は低い, ③ 抵抗性個体は感受性個体とランダムか選好的に交尾する) に基づいており, その上で主に五つの具体的対策が実行された。① 高濃度のトキシン量を発現する系統を使用, ② 緩衝帯では生物農薬の BT 剤も使用しない, ③ 緩衝帯は組換え作物圃場の近くに, 20 ~ 50% の割合で設置, ④ 種子会社は生産者に対し, 緩衝帯の設置について指導する, ⑤ 定期的に圃場から標的害虫 (アワノメイガやワタアカミムシなど) を採集し, 室内で Bt 感受性を検定する。中国の Bt ワタでは緩衝帯の設置を義務付けていないが, 標的害虫であるオオタバコガの抵抗性発達の継続監視が実施されている。現時点で, 北米のトウモロコシとワタ, 中国のワタ, スペインのトウモロコシのいずれでも Bt 作物抵抗性害虫の出現は報告されていない (TABASHNIK et al., 2003; FARINOS et al., 2004)。しかし, 米国では鱗翅目害虫だけでなく, 鞘翅目害虫抵抗性の Bt トウモロコシでも同様な戦略が課せられており, 両形質をもった Bt 作物の栽培も近く始まる。また, 高いトキシン量を保ったトウモロコシ株を安定的に維持するため, 緩衝帯の規模 (畝幅) を拡大すべきとの指摘も出されており (CHILCUTT and TABASHNIK, 2004), 緩衝帯の設定基準については今後見直しも必要となると考えられる。

2 殺虫対象外害虫の防除

中国の Bt ワタでは, 標的のオオタバコガは十分に防除できるが, 殺虫剤散布の減少によってカスミカメムシ類 (Wu et al., 2002) やハダニ類 (MEN et al., 2004) が重要害虫化する可能性が指摘されている。これは殺虫対象が限られている Bt 作物の弱点であるが, 殺虫剤散布の減少で増加した土着天敵相によって標的外の害虫種を防除できない場合には, 重大な問題となる可能性がある。殺虫対象の広い組換え作物品種の開発が望まれるが, 吸汁性害虫防除用の組換え作物はまだ商品化されていない。天敵への影響の少ない殺虫剤を最小限散布し, 殺虫剤以外の防除手段も組み込むなどの対策が必要となるが, Bt 作物では防除できない害虫種が多い地域では, 組換え作物を導入してもそれほどメリットはないことを意味している。

3 鞘翅目土着天敵相への影響

鞘翅目にはテントウムシ科やオサムシ科などに属する捕食性天敵が多数存在するため, 非標的種への影響は鱗翅目害虫抵抗性作物よりも慎重に検討されるべきである。花粉も摂食する捕食性テントウムシに対する有害影響は報告されていないが, Bt 作物の収穫後のすき込みによる土壌生息性捕食者への影響を調査した報告はまだ

十分ではない。Cry3A, Cry3B, および新規の Cry34Ab/35Ab など鞘翅目に殺虫活性を示す遺伝子を導入した Bt 作物では, すき込み後の土壌中での Cry トキシンの分解過程や土着天敵相への影響に関してさらに調査する必要があるが, 2004 年 5 月の「生物多様性影響評価総合検討会」でも同様の指摘がなされている。

4 非組換え栽培作物との交雑防止

植物間の交雑に関しては, 野生の近縁種に及ぼす生態的影響とともに, 同種の非組換え作物との交雑によって生じる収穫物中への遺伝子産物の混入が経済的には大きな問題となる。組換え作物が広く栽培されている北米でも, 有機農業者は交雑による組換え産物の混入によって有機農産物を求める消費者から拒否されたり, 価格が低下することを懸念している。ヨーロッパでも同様の理由で, 有機農業者は組換え作物の栽培に強く反対している (LUTMAN and BERRY, 2003)。日本でも 2003 年夏以降, イネとダイズの試験的な野外栽培に対して, 市民団体や生産者から強い抵抗が起こっているが, これらの作物の他家受粉率は非常に低いため, 10 ~ 20 m 程度の隔離距離を設ければ, 組換え作物との交雑は十分防止できる。しかし, トウモロコシは風媒による他殖性作物であり, 隔離距離の設定が重要な問題となる。2004 年 2 月, 農林水産省は試験栽培について, 組換えトウモロコシでは 600 m (防風林がある場合は 300 m) の隔離距離を指針によって定め (<http://www.s.affrc.go.jp/docs/genome/saibaikentoukai/jikkensisin/jikkensisin.htm>)。ヨーロッパでは, 組換え作物と非組換え作物, および有機栽培作物との「共存」を目指した多くの野外試験が行われているが (MESSEGUER, 2003), たとえ交雑防止を科学的に実証できる隔離距離が設定されたとしても, 日本ではさらなる障害が予想される。

組換え作物に限らず食品, 農産物の産地・成分表示の制度化が進められている。現在は国産ダイズはすべて非組換え体であることから, 国産であれば JAS 法 (農林物資の規格化および品質表示の適正化に関する法律) の品質表示基準で定めた「分別生産流通管理」の対象から免除されている。しかし, 一部の地域で組換えダイズの商業栽培が始まった場合表示義務が生じ, 新たな経費負担の問題が生じる。どの程度隔離された距離で栽培したら「非組換え体」と認定されるのか, 表示に要する経費は誰が負担するのかなどを明確に定めない限り, 日本では組換え作物の商業栽培は容易に進まないと考えられる。

おわりに

現在害虫抵抗性の Bt 作物で, 日本で一般栽培が可能

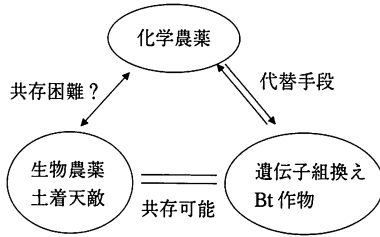


図-3 主な害虫防除手段の関係 (概念図)

な作物はトウモロコシだけであり、ワタやジャガイモは加工原料としての輸入だけが認可されている。アワノメイガなど鱗翅目害虫による被害の多い地域では、Bt スイートコーンによる効果が期待できるが、現在の消費者意識や社会・経済状況から早期の商業栽培化は難しいだろう。しかし、米国では除草剤耐性ととともに鱗翅目害虫抵抗性 Bt ダイズの開発も進んでおり、数年後に商品化が予定されている (WALKER et al., 2000)。また、中国とインドではニカメイガやコブノメイガに抵抗性を示す Bt イネの実用化試験が進んでいる (HIGH et al., 2004)。Bt 作物は殺虫剤と代替関係にあり、天敵を利用した環境保全型農業とも両立可能な害虫防除手段である (図-3)。将来は害虫防除手段の有力な選択肢の一つとして、これら Bt 作物も視野に入れるべきであろう。遺伝子組換え

作物のメリットやリスクに関しては、マスメディアやインターネット、開発企業側から多くの情報が流されている。天敵利用を含め害虫防除学に携わる研究者や教育者は正確な情報源から入手した知見を整理して、生産者・消費者・学生・行政側に、組換え作物のメリット・デメリットを伝えていただきたいと筆者は考えている。

引用文献

- 1) ANDOW, D. A. and A. HILBECK (2004) : BioScience 54 : 637 ~ 649.
- 2) BADOSA, E. et al. (2004) : FEMS Microbiol. Ecol. 48 : 169 ~ 178.
- 3) CHILCUTT, C. F. and B. E. TABASHNIK (2004) : PNAS. USA 101 : 7526 ~ 7529.
- 4) FARINOS, G. P. et al. (2004) : Entomol. Exp. Appl. 110 : 23 ~ 30.
- 5) HIGH, S. M. et al. (2004) : Trends in Plant Science 9 : 286 ~ 292.
- 6) JAFFE, G. (2004) : Transgenic Res. 13 : 5 ~ 19.
- 7) KUMAR, P. A. (2003) : Advances in Microbial Control of Insect Pests, Kluwer Academic, NY, p. 71 ~ 82.
- 8) MALONE, L. A. (2004) : Bee World 85 : 29 ~ 36.
- 9) MEN, X. et al. (2004) : Phytoparasitica 32 : 246 ~ 254.
- 10) 白井洋一 (2003) : 応動昆 47 : 1 ~ 11.
- 11) ——— (2004 a) : 日生態誌 54 : 47 ~ 65.
- 12) ——— (2004 b) : 農業の環境科学最前線, ソフトサイエンス社, 東京, p. 328 ~ 338.
- 13) TABASHNIK, B. E. et al. (2003) : J. Ecol. Entomol. 96 : 1031 ~ 1038.

他の文献は白井 (2003 ; 2004 a) を参照されたい。

新しく登録された農薬 (16.11.1 ~ 11.30)

掲載は、種類名、登録番号：商品名：(製造業者又は輸入業者) 登録年月日、有効成分および含有量、対象作物：対象病害虫：使用時期および回数等。ただし、除草剤・植物成長調整剤については、適用作物、適用雑草等を記載。(登録番号：21402 ~ 21435) 下線付きは新規成分。

「殺虫剤」

●ヨウ化メチルくん蒸剤

21407 : 検疫専用ヨウ化メチル (アリストライフサイエンス) 2004/11/02

21408 : 三光検疫専用ヨウ化メチル (三光化学) 同
ヨウ化メチル : 99.0%

倉庫, 天幕, 本船 : 木材 : カミキリムシ類, ゾウムシ類 : 50 g/立方メートル, キクイムシ類 : 30 ~ 50 g/立方メートル : 24時間 : 15℃以上 : くん蒸

●チアメトキサム水和剤

21409 : クルーザー FS30 (シンジェンタ ジャパン) 2004/11/02

チアメトキサム : 30.0%

だいた, えだまめ : アブラムシ類 : 乾燥種子 1 kg 当たり原液 6 ml : は種前 : 1回 : 塗沫処理

●チアメトキサム・ルフェヌロン水和剤

21431 : リーズン顆粒水和剤 (シンジェンタ ジャパン) 2004/11/24

チアメトキサム : 10.0%, ルフェヌロン : 5.0%

りんご : ギンモンハモグリガ, キンモンホソガ, アブラムシ類, クワコナカイガラムシ, ハマキムシ類, シンクイムシ類 : 収穫 14 日前まで : 2 回以内, みかん : チャノキイロアザミウマ, アゲハ類, ミカンハモグリガ, ゴマダラカミキリ成虫 : 収穫 14 日前まで : 3 回以内, 茶 : チャノホソガ, チャノミドリヒメヨコバイ, チャノキイロアザミウマ : 摘採 7 日前まで : 1 回

●ジノテフラン粉剤

21435 : スタークルメイト L 粉剤 DL (三井東圧農薬) 2004/11/24

ジノテフラン : 0.35%

稲 : ウンカ類, ツマグロヨコバイ, カメムシ類 : 収穫 7 日前まで : 3 回以内

(28 ページに続く)