

農業害虫の生物的防除

—パスツールから遺伝子組み換え作物まで—

マクシム・シュワルツ

イントロダクション

このような一流大学での講演の機会を与えていただき、大変光栄である。この講演を計画した私の姪であるロール・シュワルツに心より感謝する。

この講演のために選んだテーマは、このシンポジウムの主題に非常に適したものであると考える。そして、この講演は、日本における食料の問題と米および穀類の文化について扱うものである。実際、この講演は、日本人だけに向けられたものではないが、昆虫が作物に及ぼす損害という世界的な問題、そして昆虫をコントロールするために人類が開発した手段を取り扱う。この講演は、しばしばGMO（遺伝子を組換えた生物）と言われる遺伝子組換え植物の問題に関する議論につながっていく。

日本の状況がどうであるかは定かではないが、ヨーロッパでは誰もが遺伝子組換え食品、またはGMOに関して、現在の論争について知っている。そして、その論争は20年以上の間、白熱したものであった！もっと具体的に言うと、この論争は、遺伝子操作または遺伝子組換え作物に関するものである。遺伝子組換え作物は、ヨーロッパ以外のいくつかの国で過去約10年間で、広く栽培されてきた。しかし、多くのヨーロッパ人はそれらの作物に反対していた。論争は、これらの作物から作られた食品の消費に関連した危険性、環境的な危険性、市場での発売による経済的影響、それらの有用性に関するものであった。これらの論争については後で述べたい。しかし、ここでは、まず特定の種類の遺伝子組換え植物、特に害虫に耐性を有する作物が市場に出るまでの開発に関する歴史的背景について述べることに大半に費やしたい。我々は、これらの作物の開発が、人類が最初に農民になった時、つまり人類の幕開けから始まった、非常に長いプロセスの終点を意味することを知るであろう。

大昔から始まる害虫との戦い

1つ明白にしておく：すべての昆虫が人間の敵であるというわけではない。昆虫の多くは授粉者として農業へ価値ある貢献をし、通常は、地球の生態系バランスに必須の要素である。もちろんミツバチとカイコ

のように、我々のために実際に働く昆虫たちも忘れてはいけぬ。しかし、若干の昆虫は本当に人間の敵であり、昆虫が人間（例えばマラリア、黄熱または日本脳炎）、動物または植物に重病を蔓延させることがあり、また昆虫が作物や森を餌にすることにより、大きな被害を与えることもある。我々がここで考慮する害虫は、こういったタイプのものである。

人間が最初に植物を栽培し始めて以来ずっと、害虫は我々の敵として最も潜在的で危険なもの1つだった。害虫は、歴史を通して無数の飢饉の原因になっていた。誰もがイナゴの襲来に起因する惨状については周知の事実である。例えば、皆さんのほとんどがキリスト教徒またはユダヤ人でないとしても、おそらく聖書を知っており、ファラオによってエジプトに連れて行かれたユダヤ人、モーゼの物語を聞いたことがあるだろう。これは、紀元前1500年頃のことである。モーゼはファラオに会いに行き、彼にユダヤ人を解放するよう求めた。ファラオが拒絶したため、モーゼは神の命令によって、エジプトに恐ろしい災いをもたらすと彼を脅した。連続した10の災いがエジプトにくだった。イナゴの襲来は、8番目の災いにあたる。同様のイナゴの襲来は、全ての大陸、時にヨーロッパで、最近の例ではフランスをも含み、たびたび起こっていた。イナゴの襲来は、気候変動により、ますます頻繁になる可能性がある。

多くの種類の昆虫（幼虫から成虫に至る全ての成長過程において）による作物の被害が大きな農業的損失につながっている。昆虫は、農地または集められた作物、特に倉庫の穀類や植物を直接攻撃するかもしれない。実際に、例えば、世界中、特に多くのアジアの人々にとって不可欠な食物である米では、生産量のおよそ30%が昆虫の被害により失われていると考えられているが、ある場合には突然の発生により60~90%が損失する場合もある。人間が古代からこれらの敵と戦い始めたことは、驚くべきことではない。

西暦70年には、例えば、ローマの科学者大プリニウスは、緑のトカゲは自身をウジから護るために、魚は自身をアリから護るためにリンゴの木のとっぺんからぶら下がっていなければならないと記した。時を経

て、このタイプの考え方に対する多数の解釈が出た。しかし、しばしばこれらの解答が納得のいくものではなかったため、多くの農民は神の裁きを信じることを好んだ。キリスト教の国では、害虫は、悪魔の代理であると考えられていた。フランスでは、例えば、15世紀の間、司教は毛虫に対して破門宣告を行い、毛虫に地域を離れるように強制することが知られていた。そのような神の裁きの要請は、数世紀の間続いた。しかし、これらの神の裁きに満足いけなくなった時から、農民は急激に化学兵器を使用し始めるようになった。

化学殺虫剤の導入

2000年前、キクと同じ系統である除虫菊から作られる粉が昆虫によって攻撃されることがないことを中国人が発見し、この花の粉は殺虫剤として使われるようになった。その後、世界の様々な地域で、一般に効果の不確かな非常に多様な化合物が作られた。使われた物質としては、灰、おがくず、家畜の尿、石灰水、植物の煎じ汁などが挙げられる。19世紀の中ごろ、フィロキセラに対しては、例えば硫化炭素または銅塩類の混合物などの物理化学製品が広く使われていた。同様に、コロラドハムシに対しては、ヒ素と硫黄に基づいた製品のアセト亜ヒ酸銅が石油と共に使われていた。

化学殺虫剤産業は、20世紀の中頃までは急速に発展するような兆しはなかった。しかし、スイスの科学者パウル・ミュラーがDDT（ジクロロジフェニルトリクロロエタン）の殺虫特性を発見した。数年間、DDTは害虫に対する奇跡的で絶対的な対抗手段として認められていた。DDTは、主にマラリアの伝染を媒介するアノフェレス蚊を含む病気の昆虫対策に用いられた。

残念なことに、生態学的な問題（対象外の種に対する影響）、効力の欠如（耐性を持つ昆虫の発生）、人体に対する毒性の可能性、などといった様々な問題がすぐに現れた。これらの問題は処理された植物中とそれらを餌にしている昆虫中の残留物によるものであった。これらの問題を解決する目的で、その後、他の多くの化合物が市場に出された。これらの化合物のいくつかは、今日まだ使用されている殺虫剤の1つである。

しかしながら、これらの努力にもかかわらず、広範囲にわたり使用されている化学殺虫剤は有毒な産物を生じる。それを使用する農民に危険であり、また環境に対しても長期間の予想できない影響を与えているかもしれない。

この理由から、害虫を阻害する生物学的方法は、科

学者の注意を長くひいていた。

ルイ・パスツール、昆虫の生物的コントロールの立案者

我々は、パスツールが昆虫との終りなき戦いに有力な貢献をしたことを忘れがちである。パスツールがまず注目した昆虫は、作物に害を与えそうもない、カイコだった。19世紀の前半、絹生産がフランスで急速に発展し、世界の合計の10分の1に達するまでの年間生産高に拡大した。しかし、19世紀中頃、南フランスで様々な衝撃的なカイコ病が出現し、全絹産業を脅かした。パスツールは、これらの病気を調査するよう依頼された。パスツールは彼に限らず、誰もがカイコについて無知であることをふまえた上でその依頼に応じた。

5年の研究の後、パスツールはカイコが2つの伝染病に非常にかかりやすいことを明らかにした。それは「微粒子病」と「軟化病」と呼ばれた。パスツールは、微粒子病は寄生虫に起因する一方で、軟化病はバクテリアによって引き起こされると結論した。彼はこれらの病気の拡散を防ぐための解決策を提案し続け、絹産業を維持させた。解決策として出された「grainage」という汚染されたメスの卵を健康なメスの卵から隔離する方法は、日本を含む絹生産国でまだ使用されている方法である。

パスツールの有名な著書『カイコの病気に関する研究 (Studies of the Diseases of Silk Worms)』の出版の2年後の1872年、彼はリヨンで『ブドウ栽培と養蚕会議』に出席し、フィロキセラに起因するブドウの木の被害の話を知った。このプレゼンテーションの後、パスツールは、フィロキセラに起因するブドウの木の被害は、カイコと同様に微粒子病が関与しているのではないかという見方を述べた。フィロキセラが微粒子病に感染すると仮定して、1杯の水に微粒子病のカイコを入れ、この水をブドウの木にかけると提案した。彼はこれがメスを感染させ、後継者に致命的な病気を移す手段であると仮定した。

数年後の1880年、おそらくフィロキセラが微粒子病に感染しないとわかった後、パスツールは更に考えを発展させた。彼は殺虫剤の発見と使用を賞賛し、殺虫剤はすでに非常に効果的であるとわかっていたが、それらの影響は局所的なものであると指摘した。彼はフィロキセラのように強い繁殖力を有する生物に打ち勝つには、さらに強い繁殖力を有する生物を利用すれば良いのではないかと考えた。彼は全ての生きている種属と同様に、フィロキセラも病気、寄生虫、自然

に起因する障害を受ける可能性を持ち、それをフィロキセラ制御に用いることができるのではないかと考えた。

生物的コントロールの基礎をなす明確な考えはここにあるが、この考えがまったく新しいというわけではなかったと指摘しなければならない。事実、パスツールの伝染病の微生物理論の研究に先行して、1835年という早い時期に、偉大なイタリアの科学者A・バッシーは、昆虫の個体数をコントロールするために病原性真菌を使用することを提案した。

しかし、この時、この考えはまだ機が熟しておらず、この提案は実行されなかった。パスツールと同世代のアメリカの昆虫学者ジョン・ローレンス・ルコントは、1973年、昆虫と戦うために、特に菌類を含む伝染性の病原体の使用を提案した。現在、「害虫の生物的コントロール」と呼ばれるこの菌類の使用にはいまだに支持者がいるが、バッシーとルコントが望んだ成果は現れていない。

昆虫病原性細菌の使用

パスツール自身は昆虫に対して微生物を使おうとしなかったが、彼の支持者のうち何人かは微生物を使用しようとした。そうした人々のうちの1人がトゥオートと同時にバクテリアを感染させるウイルスであるバクテリオファージを発見したことで有名なフェリックス・デレルだった。

デレルは、メキシコで研究していた1910年、移動性のイナゴの群れによる作物へのひどい被害を目撃し、この出来事から、彼はこれらの昆虫に対する細菌性の病気を探索した。昆虫の個体数をコントロールするために、彼はイナゴからイナゴの流行病に関与するバクテリアを分離し、それを使って若干の成功をおさめた。

デレルによって分離されたバクテリアは昆虫に対してやや効果があっただけであったが、この研究は他の科学者を奮起させたのかもしれない。1911年にドイツのエルンスト・ベルリナーは、小麦粉にいた幼虫から病原体を分離し、1915年、彼はこの病原体をバチルス・チューリンゲンシス (*Bacillus thuringiensis*) と名付けた。このバクテリアは後に、異なる菌株の産生する毒素ごとに異なるタイプの昆虫をターゲットにすること、また、非常に活性の強い毒素を生産することが明らかにされた。このバクテリアは、芽胞を形成するものの一つで、芽胞は、栄養などの環境が悪い状態に対して、耐久性を示す形態である。毒素は、細菌の芽胞形成時に結晶として産生される。

1970年代のパスツール研究所の研究で、実際にこの毒素は、基本的に鱗翅類と甲虫の幼虫といった感染しやすい昆虫の腸細胞に対して活性を有する、いくつかの類似したタンパク質から成ることが証明された。この毒素は感染した幼虫の摂食と成長を妨げた。これらの毒素の生産はバクテリアに有益でなければならない。この場合、毒素の産生で幼虫が死亡することによって、バクテリアに増殖と拡散という生態学的地位を与えた。

1950年代の終わりには、バチルス・チューリンゲンシス (Bt) とその毒素は、生物学的殺虫剤として使われ始めていた。それらの特異性と人間への無毒性は、主要な利点の一つだった。

パスツール研究所、フランス国立農学研究所 (INRA)、その他の科学者は、穀物と果物の作物と森を害虫から保護するために、様々なBt株において利用の有効性を示した。

これらの生物学的殺虫剤の長期間の利用は、殺虫剤の効力を弱め、長い間持続しなかったが、遺伝子工学の発達で、様々なBt株において毒素をコードする遺伝子を同定、分離し、それらの遺伝子を植物に導入することが可能となった。

毒素を産生する遺伝子組換え植物

それでは、どのようにこれらの毒素遺伝子を植物に導入するのだろうか？

他の生きている細胞の持つ全てのタンパク質のように、バクテリアの毒素は、遺伝子、つまりバクテリアの染色体部分によってコードされている。遺伝子は、DNAから構成され、DNAは長い線状のポリマーで4つの塩基A、T、G、Cからなる。この塩基の配列が重要である。ここでは詳細に解説しないが、複雑な機構の働きによって、塩基配列は、別の化合物の配列、すなわち遺伝子によってコードされるタンパク質中のアミノ酸の配列を決定する。ヌクレオチド(またはベース)の配列は遺伝子間で異なるため、コードするアミノ酸の配列もまた遺伝子間で異なる。最終的に、タンパク質中のアミノ酸の配列は、タンパク質の特性(我々の場合、Bt毒素の毒性)を決定する。

第一ステップとして、毒素を産生するバクテリアを破碎して、バクテリアが含むDNAを切断し、毒素をコードしている遺伝子を有する断片を分離する。この断片を同定するのに用いられる方法について詳細に解説するつもりはないが、次のステップについて少し触れたい。それはこのDNA断片を植物細胞に導入するステップについてである。このステップで使用される

主要な方法のうちの1つは、人間が遺伝子工学の手法を使い始める以前に「自然」にもDNA断片を植物細胞に導入する能力を有するものが存在していたということを示している。

今、少し回り道をして、あなた方自身の多くが目にしたことがあるかもしれない現象について見てみよう。それは、植物がちょっと変に生長して枝または根が四方八方に伸びる現象である。この現象は、一種の植物ガンに似ている。ガンとの見た目の類似性は、かなりの関心がよせられた。いくつかの場合、クラウンゴールとして知られるこの生長物は、アグロバクテリウム・トゥメファシエンス (*Agrobacterium tumefaciens*) に起因する。アグロバクテリウム属は、他の多くのバクテリアと同じく、必要とするタンパク質の大部分をコードする遺伝子を有する染色体だけでなく、腫瘍を誘発するためのTiプラスミドとして知られる小さな余分の染色体を持っている。このプラスミドは、非常に驚くべき特性を持っており、それは、バクテリアから植物細胞へ自発的に移動できるDNA断片(トランスファーまたはT-DNA)を含んでいる。一旦このDNA断片が植物細胞の内部に到達すると、それは植物染色体のうちの1本に挿入され、その遺伝子(合計12個)は、まるで植物遺伝子であるようにふるまう始める。挿入されたDNAは、植物細胞に2つの新しい特性を与える。それは腫瘍のような構造の形成に至る、制御されていない細胞の増殖を誘発する2つの植物ホルモンの合成とアグロバクテリウム・トゥメファシエンスが栄養として利用できる特殊な分子の生産である。この巧妙なメカニズムでバクテリアは、植物細胞の増殖とアグロバクテリウムに必要な栄養素の合成を強いるのである!

ご覧の通り、このプロセスは植物に細菌の遺伝子が移動することを含むため、本当に一種の「自然」遺伝子工学である。他の遺伝子を植物にもたらすというこの現象はその利用を科学者に思い起こさせ、それはバクテリアと同じくらい便利なものとなった。科学者たちは細菌のプラスミドを抽出し、大部分のT-DNA断片を除去し、植物染色体への挿入のために必要な部分だけを分離した。分離された遺伝子は、Bt毒素をコードしている遺伝子を含む、目的の遺伝子と組換えられた。修飾されたプラスミドは、アグロバクテリウムに再導入し、毒素遺伝子を導入したい植物細胞と接触させた。

この過程の最終ステップでは、目的の遺伝子を持った細胞の選択と植物細胞の再生が必要である。植物細胞は、動物細胞と違って、新しい植物体を生み出すの

に簡単に用いることができるため、この最終ステップが可能となる。

このように生み出された遺伝子組換え植物は、植物を攻撃する昆虫や幼虫を殺すための毒素を自身で産生することができる。この技術の最初の成功は、1987年、鱗翅類の幼虫に耐性を有するタバコ植物だった。Bt毒素遺伝子は、その後、トウモロコシを含む様々な重要な作物にもたらされ、作物のかなりの経済損失の原因となるトウモロコシの主要な害虫の1つであるアワノメイガからの防御のために用いられた。Bt毒素遺伝子は、綿、大豆、ジャガイモを含む他の主な作物にも用いられた。

何世紀にもわたってパスツールと他の科学者は虫から作物を守るために戦い続けたが、これは最終的な勝利のように思われる。自分の身を守るために毒素を産生するようにした遺伝子組換え植物は、生物的コントロールの極限である。それは確かに、トカゲまたは魚を木のてっぺんからつるすこと、あるいは、破門することより効果的である。より少ないエネルギー消費で、より環境にやさしく、おそらくこれまでに発達した化学製品または生物製剤起源のどんな種類の殺虫剤よりも有効である。害虫の問題が深刻であると思われる多くの国は、昆虫耐性と除草剤耐性とを組み合わせた遺伝子組換え植物の栽培の方へ移行した。そして、作物の生長に悪影響を及ぼすことなく、除草剤を散布することが可能になった。2007年、遺伝子組換え作物(GMO)の占める総作付面積は、1億1400万ヘクタールに達し、前年より12%多くなった。アメリカ合衆国では、例えば、毎年生産されるトウモロコシ2億5000万トンのおよそ60%は、遺伝子が組換えられている。しかし、この技術の使用はヨーロッパでの論争の主要因となり、GMOの導入は非常に強い反対を受けた。

GMOを取り巻く論争

なぜ、これだけの反対があるのだろうか? GMOの栽培と販売を妨げる様々な論争がなされてきた。不幸なことに、論争は、以下の反対の本当の理由が不明瞭となるようないくつかの議論との融合によってより複雑になる。基本的にGMOの栽培と/または販売に対する5種類の論争がある。

- GMOの消費と関連した健康リスクがあるかもしれない
- GMOの栽培と関連した環境リスクがあるかもしれない
- GMOの生産は、「不自然」であり、拒絶されなければならない

－ GMOの販売は、経済問題を引き起こす

－ GMOは、役に立たない

我々は、これらの論争をどう判断しなくてはならないだろうか？

GMOは、健康にリスクを与えるかもしれない

この論争は、疑う余地なく市民の間で最も広範囲にわたるものだが、おそらく根拠がもっとも乏しいものである。

第1に、もちろん、どんなにわずかでも、人間が食べることになっている植物に、科学者たちは人間の健康にリスクを与える産物をコードしている遺伝子を導入することを避ける。

第2に、市場へ発売される前に、GMOは、毒性がなくアレルギーを引き起こさないことを確実なものとするために、とても厳しいテストを受ける。人間が長く消費する「正常な」作物にそのテストが適用されることとして、多くの作物の流通は禁止されることになる。これは、例えば、皮に毒素を含むジャガイモや多くの人々でアレルギーを引き起こすキウイなどのケースでは明らかである。

第3に、GMOはこの10年ほどにわたって北アメリカを含む多くの国の人々によって大量に消費されたが、これらの作物の消費から生じている健康に対する悪影響はこれまでに報告されていない。

GMOは、環境に危険を及ぼすかもしれない

作物に導入される遺伝子が、場合によっては好ましくない植物を含む野生の植物に伝達し、潜在的に生態学的な問題を引き起こす可能性が示唆された。この論争は、ケースバイケースで、調査される必要がある。しかしながら、そのような現象が起こるためには、検知できる頻度で遺伝子が作物から野生の植物に伝達し、野生の植物に選択的利益を与えなければならない、(つまり、そうならないならば、遺伝子はおそらく野生の植物から排除されるだろう)、ということを中心に留めておかなければならない。

作物から野生種への遺伝子伝達の可能性は、その作物と関連した野生種の環境下での在り方に依存する。例えば、トウモロコシでは、近種のないヨーロッパでは、野生の植物への伝達の可能性はゼロに近い。しかし、トウモロコシの祖先がまだ存在する中央アメリカでは、伝達の可能性が非常に高い。

しばしば選択的利益の問題は見落とされがちである。作物が適切な除草剤で処理されるならば、疑う余地なく、除草剤耐性を与えている遺伝子は作物に選択的利益を与える。しかし、この除草剤が使われない地

域で、その遺伝子は野生の植物に選択的利益を与えない。偶然に遺伝子組換え体になる野生の植物には、その同種の植物、さもなければ類似した植物より速く繁殖するチャンスがないので、生態学的な問題を引き起こす可能性はない。

他の特定の性状、例えば昆虫またはウイルスへの耐性は、問題を起こすかもしれないため、より慎重な試験を必要とするかもしれない。すでにこれは、認可過程の一部として必要となっている。

「不自然」なので、GMOは禁止されなければならない

GMOは、人間が生産を避けなければならない怪物である。多くの人々にとって、GMOは、多くの画家が過去に描いた数々のキメラと同じようなものである。1970年代の中ごろ、遺伝子工学に対するこの論争は、開発の早期の段階で起こった。それは、個人の信念と主義の問題である。我々は、この見解を尊重しなければならない。しかし、我々は、現在消費している作物のどれもが多数の遺伝子の変化を受けた不自然なものであることを忘れてはならない。今日我々が消費する動植物は、野性の中に存在した自然な祖先とはかなり異なっており、多数の突然変異と選択淘汰の結果存在するものなのである。

GMOは、経済問題を引き起こす

これは、問題の要点であるように見える。この主な批判は、GMOは、農家に大きな影響力を持つ巨大な多国籍企業、特に、特定の種に専有権を持つ会社を生み出し得るということである。

この状況の潜在的結果のうちの1つとして、もし、GMOだけが栽培されると、遺伝的多様性が少なくなることがあり得る。明らかにGMOの問題には経済的側面があり、この問題に対する我々の態度は、主に我々自身の政治的な信念から生じるものである。もし、今日ヨーロッパでGMOの市場が開発されていれば、アメリカ人が最大の勝者であることは明らかであろう。我々は、これに対して賛成または反対の立場をとることができる。作物の遺伝的多様性減少の可能性の問題が本当の問題である。この傾向はすでにはっきりしており、GMOによって促進されるかもしれない。

GMOは、役に立たない

GMOの危険性を考慮した上で、これらの植物の潜在的もしくは実際の利益についても考慮しなければならない。たとえリスクが非常に少ないとしても、利益が非常に少ない、もしくは存在さえしないとした

ら、なぜ、わずかなりリスクでさえ冒す必要があるだろうか？もう1つの角度から見てみると、我々は電子レンジで調理した食物、または、これまで食べなかった外国産の食品を食べるリスクについて心配するだろうか？利益が明白であるので、答えは「いいえ」である。

現在利用できるGMOは、農民にはっきりした利益を示す。基本的には昆虫に耐性を持つ植物を栽培すれば、作物を殺虫剤処理する必要がなくなる、つまり、お金と時間の両者を節約できる。GMOを栽培することが農民に利益にならないことならば、遺伝子組換え作物は、米国のような利益を優先する国ほど成功しなかっただろう。しかし、消費者にとってはGMOの利益については明らかではない。特に、消費するより多くの食物を生産しているヨーロッパにおいてはなおさらである。これらが健康に有益であることを示すことができるならば、消費者はGMOの利点に対してもっと敏感になるだろう。この分野になにか進展があったのだろうか？

以上のように、現在市場に出ているGMOは、健康効果をj提供するよりはむしろ、農業を容易にするために生み出されたものである。しかし、これらのGMOは、健康効果を有することが可能となった。昆虫に耐性を持つ作物の栽培によって、殺虫剤の使用は減少する。一般に、環境中の農薬の蓄積は重要な問題である。従って、農薬の使用を減らす試みはどんなものでも肯定的に受け入れられるべきである。カビ類がしばしば昆虫に起因する傷を通して植物組織に侵入するため、昆虫に対する耐性によって、植物をカビから保護できるという付加的な利益があるかもしれない。これらのカビの多くはマイコトキシンを産生し、それは非常に有毒で人間の健康を損なうおそれがある。

これらの考えられる利益について、納得がいくように示されたわけではないが、特定のケースで、殺虫剤使用の減少が報告された。米国では、例えば、Btの導入の前年の1995年と1999年の間、綿栽培における殺虫剤使用の減少量は総使用量の14%を占める1200ト

ンと推定された。しかし、これらの減少は、我々が期待するほど、必ずしも明白ではない。マイコトキシンによる健康被害の減少における利益は、否定できないが、正確に数値化するのが難しい。

我々は、現在市場に出ている遺伝子組換え植物の場合のみに言及してきたが、現在、科学者と企業が「第二世代」のGMOを開発していることを忘れてはならない。そして、それは消費者により具体的な利益をもたらすものであろう。例えば、早ばつに強い種類が開発され、近い将来、重要であるとわかるかもしれない。そのとき、水資源の問題は地球で生態学的大問題になりそうである。我々は、人類が明日、大いに必要とするかもしれないテクノロジーをすぐに拒絶する必要があるだろうか？

結論

GMOを取り巻く現在の論争を考慮するとき、結局、背景にあるこれらの作物の出現がなぜこれほど突然だったかということ、我々自身に尋ねることになる。少なくとも昆虫に耐性を持つように作られたGMOの場合、これらの作物の開発が何世紀も前から始まった長いプロセスの終点であることがわかりただけだろう。また、GMOの許容に関しても、いくらか議論を明確にし、さらに、この技術は若干の好ましくない結果を生じるかもしれないが、主に経済的観点から、まさに世界中で足りなくなりつつある食物の生産に関して大いなる可能性を提供するであろうことを示したつもりである。

これからも増加し続けるだろう世界中の人々が食べていくためには、GMOと殺虫剤を捨てることは不可能であろう。

遺伝子組換え植物の研究はしていないが、人間や動物の健康利益に対する生命科学の発展のために遺伝子組換え微生物や細胞を使用している、私の研究所パスツール研究所をちょっと紹介して終わりたいと思う。

マクシム・シュワルツ／パスツール研究所名誉所長
(翻訳責任 お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 研究院研究員 島村 裕子)