

遺伝子組み換え 失敗の20年

～遺伝子組み換え作物をめぐる7つの「神話」と現実～

2016年1月【日本語版】

GREENPEACE

遺伝子組み換え作物の7つの神話と隠された真実

神話1：遺伝子組み換え作物は世界の食料需要をまかなうことができる

現実：収量増を目的として開発された遺伝子組み換え作物は存在しない。遺伝子組み換え技術は飢餓と栄養失調問題の解決に対応できるものではなく、むしろ、これまで食料供給に失敗してきた工業型農業に加担している。

神話2：遺伝子組み換え作物は気候変動に対する回復力への鍵を握る

現実：遺伝子組み換え技術は、気候変動に対応するための品種開発において、従来の育種法と比べて遅れをとっている。気候変動に対する耐久性や回復力の向上に不可欠なのは、多様性を高め土壌を豊かにするような農法の実践であり、遺伝子組み換え作物の開発目的である過度に単純化された農業システムなどではない。

神話3：遺伝子組み換え作物は人間や環境にとって安全である

現実：環境や健康に関する長期的なモニタリング体制は、存在しないか、あったとしても不十分である。独立した研究者たちは、研究試料の入手を拒まれていたり批判している。

神話4：遺伝子組み換え作物によって農作物保護が簡単になる

現実：除草剤耐性や害虫抵抗性の形質を持つ遺伝子組み換え作物の栽培を開始すると、数年後には、除草剤を散布しても枯れない雑草や殺虫剤の効かない耐性害虫が出現する。それにより、農薬がさらに使用されることになる。

神話5：遺伝子組み換え作物は農家にとって経済的効果がある

現実：遺伝子組み換え種子の価格は特許によって保護されており、また、この20年で高騰している。除草剤で枯れない雑草や耐性害虫の出現により、農家の経費はかさみ、利益がさらに減少する結果となっている。

神話6：遺伝子組み換え作物は他の農業システムと共存できる

現実：遺伝子組み換え作物は、非遺伝子組み換え作物を汚染する。これまでに世界中で400近い汚染例が記録されている。非遺伝子組み換えの農業を継続するためには相当な、時には不可能な額の追加費用が農家にかかる。

神話7：遺伝子組み換え技術は食料供給システム革新のための最も有望な道である

現実：遺伝子組み換え技術による開発が期待されてきた形質を持った品種が、遺伝子を組み換えない品種改良方法により、すでに開発されている。病害に強い品種や、洪水や干ばつに対応する品種である。遺伝子組み換え作物は無用な技術革新であるのみならず、一握りの多国籍企業が所有する知的所有権によって、他の技術革新を妨げている。

遺伝子組み換え 失敗の20年

～遺伝子組み換え作物をめぐる7つの「神話」と現実～

20年前、最初の遺伝子組み換え作物の栽培が米国で始まった。この20年の間、遺伝子組み換えはさまざまな約束をしてきたが、果たされたものは1つとしてない。この技術が食料と農業システムを簡単に、安全にし、より効率的にするというばかりでなく、遺伝子組み換え作物が「世界の食料供給」および「気候変動への対応」の鍵となるとまで過大に宣伝されるようになってきた¹。

遺伝子組み換え作物にまつわる約束事は拡大しているかもしれないが、その人気は芳しくない。20年もの間、遺伝子組み換えを売り込むために業界が強力なロビー活動を続けたにもかかわらず、**遺伝子組み換え技術を導入したのは一握りの国々であり、導入されたのは一握りの作物に過ぎない**。世界の農地のうち、遺伝子組み換え作物が占めているのはわずか3%である²。遺伝子組み換え業界が出している数字によれば、世界の遺伝子組み換え作物栽培面積の90%をたった5か国が占めるのみであり、また、こうした作物のほぼ100%が、除草剤耐性または殺虫性という2つの形質のどちらかをもつものに限られている³。他方、世界中の地域が遺伝子組み換え作物に抵抗している。ヨーロッパの消費者は遺伝子組み換え食品を購入しないし⁴、ヨーロッパでは1種類の遺伝子組み換えトウモロコシが栽培されているだけである⁵。アジアでは、インドと中国で遺伝子組み換え栽培が行われているが、その大部分は非食用作物のワタである⁶。それを除けば、アジアのほとんどは遺伝子組み換え栽培をしていない地帯ということになる。アフリカで遺伝子組み換え作物を導入しているのはたった3か国に過ぎない⁷。**要するに、遺伝子組み換え作物は「世界の食料需要を満たす」ことなどしていない。**

なぜ遺伝子組み換え作物は、業界が主張するような成果を上げることに失敗したのか。約束事が拡大するにつれ、世界の食料と農業システムの直面する問題に対応する上で遺伝子組み換え作物が不適合であるという証拠も増えてきた。約束事が**神話に過ぎない**ということが明らかになってきたのだ。その利点のうち、研究室の外では実現しなかったものもあれば、現実の複雑な農業環境や実際の農家のニーズに対応できなかったものもあった。実のところ、遺伝子組み換え作物は、生物の多様性を減少させる単一農業、二酸化炭素排出の増大、小規模農家への経済的負担増という結果を招き、安全で健康的で栄養のある食料を必要としている人たちに提供することに失敗したのであり、**崩壊したやり方である工業型農業に勢いをつけただけなのである。**

このような実態を踏まえて、遺伝子組み換え業界による神話に疑問を投げかけ、この技術の欠陥や限界を明記すべき時が来た。遺伝子組み換え作物がもたらす利点とされている6つの神話を20年間の証拠と共に検証する。

神話1 遺伝子組み換え作物は世界の食料需要を満たすことができる

神話2 遺伝子組み換え作物は気候変動に対する耐久力や回復力への鍵を握る

神話3 遺伝子組み換え作物は人間や環境にとって安全である

神話4 遺伝子組み換え作物は農作物保護を簡単にする

神話5 遺伝子組み換え作物は農家にとって経済的効果がある

神話6 遺伝子組み換え作物は他の農業システムと共存できる

遺伝子組み換え技術が、食料システムが直面している問題に対応する上で最も確実な科学的革新であるという考え方についても疑うべき時が来ている。安全で持続可能な食料システムのための本当の改革は、企業が独占するものではないとうことは証明されている。このまま遺伝子組み換えによる工業型農業複合体の独占に任せていたら問題解決の機会を逃してしまうことになるだろう。それゆえ、最後に残った壮大な神話についても論じることが不可欠である。

神話7 遺伝子組み換え技術は食料システム改革のための最も有望な道である

神話 1.1

“ 遺伝子組み換え作物は収量を増やす ”

⊗ [遺伝子組み換え] バイオテクノロジーは、作物自体に害虫の攻撃に対する耐性を持たせたり、除草剤を使用して雑草を効果的に管理したりすることで、生産者が安定的に高収量を得ることを可能にする。

シンジェンタ社⁸

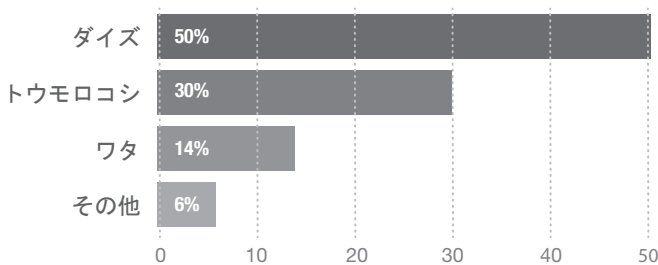
⊗ 遺伝子組み換え作物は、農家に高収量をもたらし、自然資源や化石燃料の使用を減らし、栄養面での利点をも実現する。

モンサント社⁹

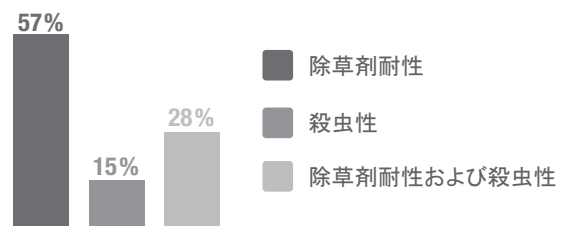
現実

ⓘ 収量増を目的として開発された遺伝子組み換え作物は存在しない。収量が向上した場合、それは遺伝子組み換え技術によるものではなく、従来の育種法で作られた高品質の品種に、遺伝子組み換えの形質が後から加えられた場合である。ある遺伝子組み換え作物の特定の効果が認められたとしても、収量増を示す証拠と断定はできない。たとえば殺虫性を持つ遺伝子組み換え作物の場合は、一時的に収量が上がるが、それは長年発生していた害虫被害が減少したからに過ぎない。

遺伝子組み換え作物の種類
(全栽培面積に占める割合)¹⁵



遺伝子組み換え作物が有する形質
(全栽培面積に占める割合)¹⁶



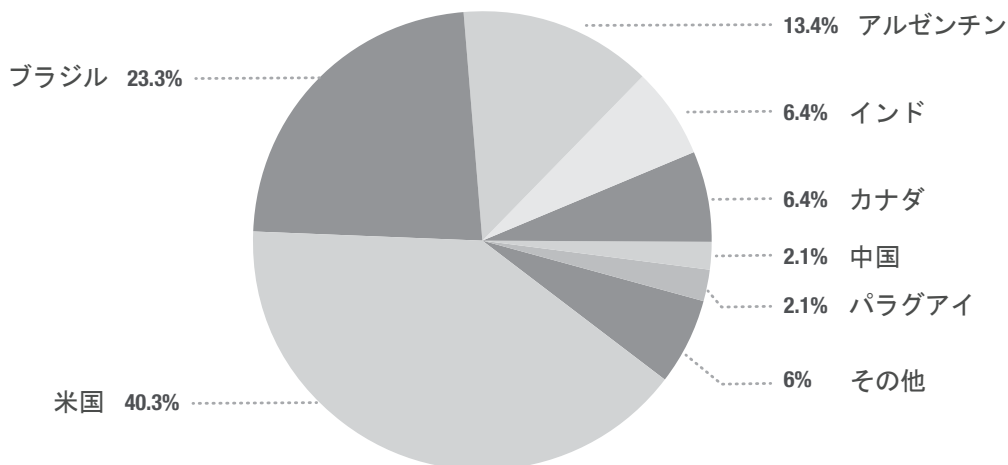
神話1 遺伝子組み換え作物は世界の食料需要を満たすことができる

収量増を目的として開発された遺伝子組み換え作物は存在しない。遺伝子組み換え作物が従来の育種法による作物と比べて高収量であるという証拠については、作物の種類や、国や地域、その他現地の栽培状況（その年の害虫による影響や農家へのトレーニングなど）によって成果が異なるため、結論が出ていない¹⁰。遺伝子組み換え作物の収量が上がる唯一の要因は、何年にもわたって発生していた害虫被害が減少することによるものである。しかし、殺虫性を持つ遺伝子組み換え作物を導入すると、耐性を持つ「スーパー害虫」が出現するため、効果は長続きしない（神話4.2参照）。遺伝子組み換え作物の収量に関する調査では、多くの場合、遺伝子組み換えによる効果のみを他の要因から分離できていないか、または同じ条件下の農家どうしでの比較を行っていない。

遺伝子組み換え作物の栽培に伴って増大するコストをまかなえるのは、たいていの場合、もともと大規模で競争力の高い農家である。これに対して、非遺伝子組み換え作物を栽培している農家は、実績やトレーニング、そして財源が不十分であるかもしれない¹¹。遺伝子組み換えは、作物の潜在収量（最大可能収量）を向上させたわけではない。実際に収量を左右しているのは、遺伝子を組み入れる作物種本体のほうである¹²。逆に、収量の減少は遺伝子の挿入に起因している。例えば、モンサント社の除草剤ラウンドアップに耐性を持たせたラウンドアップ・レディー遺伝子組み換えダイズの収量は、従来の育種法で作られた最近の高収量ダイズと比較して10%少ないことが確認されている。これは、遺伝子またはその挿入過程、そして遺伝子を挿入した作物本体の違いのいずれにも、同等に起因していると考えられている¹³。

一方、地域別の調査によれば、西ヨーロッパの国々で栽培されるトウモロコシは、米国の主な遺伝子組み換えトウモロコシより、1ヘクタール当たりの平均収量が高いことがわかった。西ヨーロッパのナタネの収量も、カナダの遺伝子組み換えナタネより高いことがわかっている。このことから、同じような条件下では、非遺伝子組み換えの種子と西ヨーロッパで実践している作物管理方法の組み合わせの方が、遺伝子組み換えのシステムよりも収量増に効果的であることがわかる¹⁴。

遺伝子組み換え作物を栽培している国々は？³⁰



神話 1.2

“ 遺伝子組み換え作物は世界中の食料保障を向上させることができる ”



この問題の調査に携わった人々の多くは、遺伝子組み換え作物が、現在の農業フットプリントをもとに、90億人分の食料を生産するのに貢献できると認めている。

ロバート・フレイリー
モンサント社 EVP
(執行副社長)¹⁷

現実



遺伝子組み換え作物は現在直面している食料保障問題の答えにはならない。それは食料の保障の鍵となる小規模な農業コミュニティのニーズに適合していないからである。遺伝子組み換え作物は大規模な輸出向け商品として一握りの先進国と新興国で栽培されており、世界市場へ大量の商品を送り出しながらも世界の食料供給に失敗してきた工業型農業を助長するものでしかない。

世界には約5億の小規模農家が存在し、20億人の暮らしを支え、アジアとサハラ以南アフリカで消費される食料の80%を生産している¹⁸。これらのコミュニティは、貧困と飢餓に対して最も脆弱な存在でもある。食料の保障は、それらコミュニティの、資源や市場へのアクセス、暮らしの保障、多様で栄養価の高い食料をコミュニティへ供給するといった能力にかかっている。しかし遺伝子組み換え作物はそのようなニーズにかなうように作られてはいない。遺伝子組み換えの技術開発では、圧倒的に2つの作物に焦点が置かれた。ダイズとトウモロコシである。この2つで、世界の遺伝子組み換え作物栽培面積の80%を占めている¹⁹。これまでのところ、最も一般的な遺伝子組み換えの形質は除草剤耐性であり、これは大規模な単一栽培への使用を目的として開発された（神話2参照）。その上、遺伝子組み換え作物の栽培には高額で長期的なコストが伴うことから（神話5参照）、遺伝子組み換え作物は小規模農家のニーズに適していないといえる。実際に、世界の遺伝子組み換え作物栽培面積の90%は、米国、カナダ、そして3つの新興国すなわちブラジル、アルゼンチン、インドが占めている²⁰。しかしながら、インドの小規模農家によって広く栽培されている唯一の遺伝子組み換え作物は、非食用作物のワタである。アルゼンチンでは大規模農家が遺伝子組み換えダイズを買い占め、小規模農家を追い立て、さらに環境破壊を起こしている²¹。

このような遺伝子組み換え生産のパターンは、それゆえ、自然環境や地域の食料システムを担う小規模農家に必要な資源を脅かしてきた。これは、万が一遺伝子組み換え作物が世界の主食作物の収量を向上させたとしても — 非現実的な話だが（神話1.1参照）—、それが必ずしも食料保障を向上させるわけではないことを意味している。食料不足を改善する鍵となるのは、食料供給が不安定な地域の暮らしをその地域での生産の充足によって安定させることであり、こうした人々の暮らしや食料システム、自然資源を脅かすような方法で、世界市場に送り込む大量生産品を作ることではない。

神話 1.3

“ 遺伝子組み換え作物は
開発途上国での活用の
ために開発可能である ”



遺伝子組み換えによって作られた種子は、はるかに生産性が高く、干ばつに強く、塩害にも強い。そしてもし安全性が証明されれば、アフリカの国々はこうした種子によって多大な利益を受けるだろう。

ビル・ゲイツ²²

現実



「アフリカのための遺伝子組み換え作物」は、約束とは程遠い状態である。開発途上国のために、気候変動に対応し、害虫抵抗性を持ち、微量栄養素が豊富な遺伝子組み換え作物を開発する試みは、高コスト、複雑性、遅延といった問題が発生し、たいていの場合、従来からあった作物を見直すという結果に終わっている。遺伝子組み換え技術は先進国の大規模農業のために開発されたものであり、開発途上国の食料や農業システムに恩恵をもたらす技術としては適していない。

アフリカの国々向けの遺伝子組み換え作物を開発するという試みは、結実に至っていない。ケニア農業研究所（KARI）で行われたプロジェクトがよく知られているが、そこではモンサント社が寄贈した技術を利用して、零細農家での栽培向けにウイルス抵抗性を持つ高収量サツマイモを開発するという試みがなされた。しかしながら試験栽培はうまくいかず、このプロジェクトは、土地に適した複数の品種の耐久力を強化するのではなく²³、たった1種類の遺伝子組み換え品種を開発することのみ注力したことで批判を受けている²⁴。一方、シンジェンタ社の資本による、アフリカ害虫抵抗性トウモロコシ（IRMA）プロジェクトは、パテントフリーの遺伝子組み換え作物を農家に提供することを目的としたものであるが、やはり目標とは程遠い状態にある。基盤となる技術の進展に関するライセンス上の制約や、農家に自家採種を認めるかどうかという問題に起因して、知的所有権に関する懸念が出てきたのである²⁵。これにより遅延が生じ、プロジェクトの方針は既存のモンサント社の遺伝子組み換え作物を認可することに転換、独自の遺伝子組み換え作物開発は中止され、プロジェクトの最終段階（2009年～2013年）では、従来品種にまた焦点が当てられた²⁶。これらとは対照的に、アフリカの干ばつ耐性トウモロコシ（DTMA）プロジェクトでは、従来品種の育種技術を駆使し、アフリカの13の国々で干ばつに強い新品種を150以上も作り出してきた。一方、遺伝子組み換えによる干ばつ耐性品種ができるまでにはまだ何年もかかりそうである²⁷。

世界各地で、栄養価の高い遺伝子組み換え作物なるものが誇大に宣伝されているが、そのようなものは商業的に流通していない。栄養の強化を組み込んだ遺伝子組み換え作物は研究開発段階にあるが、それらのプロジェクトが商業化の検討に至るまでにはまだ相当な時間を要する。この種のもので最もよく知られているのは、遺伝子組み換えの「ゴールデンライス」と呼ばれるものだ。体内でビタミンAに変換されるベータカロチンを作り出すように遺伝子操作されており、微量栄養素欠乏の解決になるとして、コメを主食とするフィリピンなどアジア諸国で10年以上にわたって宣伝されてきた。しかしながら、その研究には20年以上が費やされてきたものの、次々と技術的障害が起きたために、今もなお研究所内のプロジェクトに留まっている²⁸。また、マンゴーやサツマイモなどアジアの地域で育つ果物や野菜を摂取することで、バランスの取れた多様性のある食生活が実現でき、微量栄養素の欠乏に対処できることがわかっている。解決策は、たった1つの「奇跡の作物²⁹」を推進することではないのだ。

神話 2.1

“ 遺伝子組み換え作物は
気候ストレスに耐え
られる ”



最近では気候変動に伴う干ばつや塩害に生産者が対応できるような作物を開発中である。

シンジェンタ社³¹



われわれは、遺伝子組み換え作物によって、世界的な気候変動が引き起こす問題のいくつかに対応することができると考えている。例えば、水を効率よく使えるような作物や、害虫抵抗性に優れた作物が必要だ。

ロバート・フレイリー
モンサント社 EVP
(執行副社長)³²

現実



遺伝子組み換え技術によって水害や高温に耐性を持つ作物は作られていないし、農業が気候変動に対応するための品種開発において、従来の育種法に遅れを取っている。結局のところ、干ばつに影響されない遺伝子を組み入れることが気候変動に対する耐久力向上の決め手となるわけではない。それは、多様性を促進し土壌を豊かにする農法と、実際に気候ストレスにさらされる中で植物の遺伝子が数世代にわたって生み出す相互作用にかかっている。

最初の遺伝子組み換え作物の商業栽培から20年経ったが、水害や高温といった気候ストレスに対応する遺伝子組み換え作物はまだ生まれていない。従来の育種法や目的の遺伝子の選択と高度生殖技術によるスマート育種法で作られたマメ、トウモロコシ、コメはすでに商品化されているが³³、知名度の高い「アフリカ向け水有効利用トウモロコシ」プロジェクトは成功に至っていない³⁴。また、開発メーカーが約束した、土壌塩分や作物の病気、その他気候に関連して起こる新たな脅威に対応する遺伝子組み換えの種子の開発も、まだ実現していない。その理由は、遺伝子組み換え技術が間違っただけだからだ。遺伝子組み換えは1個または数個の遺伝子を挿入するもので、タイミングや遺伝子発現の程度の管理はそれほど精巧なものではない。干ばつに強い形質は「複雑」で、複数の遺伝子の間の調整を必要とすることから、遺伝子組み換え技術を使ってそれを達成するのは非常に困難となる。それゆえ、「スマートな」従来の育種法の方が遺伝子組み換え技術よりも高い効力を発揮しており³⁵、民間部門と公共部門の両方からより多くの投資を集めている。重要なのは、スマート育種技術はすでに干ばつや塩害、水害に耐性のある形質を作り出し、数か国で実用化され、気候ストレスの影響に対処する農家の助けとなっているということだ³⁶。一方、商品化されている遺伝子組み換え作物の形質はほぼ2つに限定されている。除草剤耐性と殺虫性だ。

一方、気候変動に対する耐久力や適応・回復力は、少なくとも同じくらい、生態系農業（有機農業など生物多様性と共存するエコロジカルな農業）の実践にかかっている（神話7.3参照）。気候変動に適応する農業のための最も効果的な戦略の1つは生物多様性を高めることである。例えば、近隣の農場で複数の異なる作物や品種を栽培することで、不安定な天候の変化に対する弾力性が向上する³⁷。

神話 2.2

“ 遺伝子組み換え作物は
環境にやさしい農業
でも栽培できる ”



バイオテクノロジーは、農業の課題に効率的で環境にやさしい解決法を提供し、統合的作物管理を支えるという大きなメリットも提供する。

シンジェンタ社³⁸

現実



遺伝子組み換え作物はつくられたシステムの中で大量に栽培されている：それは、栽培を維持するために多量の化学薬品投入を必要とする単純な商業的単一栽培、つまり花粉媒介生物や生態系の公益的機能、そして長期的な土壌の健康などを犠牲にしたシステムである。一方生態系農業システムは、多様性を高め、作物と生態系間の相乗効果をもたらすことを基盤としている。同一の遺伝子をもった作物による単純化し過ぎた農業システムはこれと逆行する。

遺伝子組み換え作物は、主に北米と南米³⁹の大規模な工業型農場で単一栽培されている。工業型の単一栽培は、野生の植物や動物のための保護区域もなく、遺伝子が同一の作物を育てるための単純化し過ぎたシステムであり、そのため生態系の（単一作物を生産する以外の）公益的機能は最小化され、その上作物の収量を維持するために合成肥料や農薬を必要としている。例えば、世界の遺伝子組み換え栽培面積の85%は、除草剤散布によって周りの植物を枯らす除草剤耐性の遺伝子組み換え作物で占められている⁴⁰。しかし単一栽培は、単一作物を最大化するという目的においてさえ実は非効率である。

他の種を劣化させたり排除したりすることには深刻なノックオン効果があり、農業を支える生態系の機能に影響を及ぼし、最終的には単一作物そのものにも影響を与える⁴¹。この悪循環は花粉媒介生物に関しては特に明らかだ。世界中のハチが減少し受粉危機が引き起こされた背景には、ハチの自然生息地を減少させ化学薬品を大量に使う集約型単一栽培農業がある⁴²。遺伝子組み換え作物と単一栽培という組み合わせは経済的な実態を反映している。遺伝子組み換え種子はよりコストがかかる（神話5参照）ため、そうした栽培ができるのは担保や経済規模の大きい農場に限られてくる。

神話 3.1

“ 遺伝子組み換え作物は
食べても安全である ”



遺伝子組み換え作物は、従来の育種法で作られたものと同等またはより安全である。

シンジェンタ社⁴³

現実



遺伝子組み換え作物は従来の育種法で作られた作物とは著しく異なる。そして遺伝子組み換え食品の安全性に関する科学的コンセンサスはない。遺伝子組み換え技術は、植物のゲノムに大抵ランダムにDNAを挿入する。しかしゲノムの複雑な規則についてはほとんど解明されていないため、技術的に意図しない予測不可能な影響が発生しやすい。

遺伝子組み換え作物は、近縁の植物を使って行う従来の育種によって作られたものとは著しく異なる。遺伝子組み換え体に関する根本的な懸念は、挿入された（または変換された）遺伝子がゲノムの複雑な規則の外でどのように動作するかがほとんど理解されていないということだ。加えて、遺伝子組み換え技術の工程は、完成とは程遠い。除草剤ラウンドアップ耐性ダイズなど商業化されている遺伝子組み換え作物において、植物のDNAの中で意図しない変化が起こっていたことが発覚した⁴⁴。これらの中には、挿入された遺伝子の複数のコピーや余計な断片が生じていただけでなく、植物本体のDNAが隣接する挿入遺伝子と再編成を起こしていたことなどがある。挿入された遺伝子や意図しない変化を起こした植物DNAが、思いがけなく植物自体の遺伝子の機能を妨げることもある。また、植物の化学的性質の変更は、意図するものと意図しないものの両方で、植物の複雑な化学構造に予期せぬ変化を引き起こす可能性がある⁴⁵。これらすべては、遺伝子組み換え作物が想定外かつ予測不可能な影響を生じやすいことを意味している。しかしながら、測定すべきパラメーターが多数あるため、こうした影響を検出することは非常に困難で、それらが食品の安全性に脅威をもたらす可能性がある。

欧州では遺伝子組み換え作物の規制に関する評価において、遺伝子組み換え作物の中に想定外の組成の違いが確認されているが、それに関する更なる調査は行われていない⁴⁶。従って、アレルギーなどの潜在的な健康への影響、特に長期的なものに関して懸念が残っている。2015年には300人以上の独立した研究者らが、遺伝子組み換え作物の安全性に関する科学的合意はないとして、国連のカルタヘナバイオセーフティ議定書と世界保健機関（WHO）が推奨しているようにケースごとに安全性評価することを求める共同声明に署名している⁴⁷。実際、WHOは次のように述べている。「異なる遺伝子組み換え有機体には異なる遺伝子が異なる方法で挿入されている。よって、遺伝子組み換え食品とその安全性はケースバイケースで評価すべきであり、すべての遺伝子組み換え食品の安全性について一般的な見解を出すことは不可能である」⁴⁸。

遺伝子組み換え作物が人間の健康に影響を与えるもう一つの理由は、環境に有害な化学物質の放出を増加させることによる。WHOは最近、「ラウンドアップ・レディ」遺伝子組み換え作物に使われる除草剤グリホサートを再分類し、「人間に対しておそらく発がん性がある」物質とランク付けした⁴⁹。

神話 3.2

“ 遺伝子組み換え作物は環境に安全である ”



これまでにバイオテクノロジーで作られた作物が人間や環境にとって安全ではないという事実はひとつもみとめられていない。

モンサント社⁵⁰

現実



殺虫性や除草剤への耐性をもつ遺伝子組み換え作物に伴う毒性は、対象生物以外にも影響を及ぼし環境を脅かす。加えて、遺伝子組み換え技術の工程で、植物内の化学的性質に影響を及ぼし、周囲の環境との相互作用の中で予測できない影響をもたらす可能性がある。

殺虫性をもつ遺伝子組み換え作物と、除草剤をかけても枯れない遺伝子組み換え作物はいずれも、環境への影響が十分みとめられている。除草剤をかけても枯れない遺伝子組み換え作物は、化学物質（除草剤）を大量に散布することを前提に作られているが、雑草はまもなく除草剤への抵抗性をもってしまいうため、さらに強い除草剤が必要となり、除草剤による環境への悪影響が増している⁵¹（神話4.1参照）。一方、殺虫性を発生する遺伝子組み換え作物が放出した毒性「Bt毒素」は環境への安全性に関して大きな懸念を巻き起こしている。たとえば、保全の必要性のある蝶の種⁵²や他の花粉媒介生物、「害虫の捕食者」⁵³の働きをして自然な害虫制御に重要な役割を果たしている生物など、標的害虫以外の生物に対して、意図しない毒性影響を与えるといった懸念である。また、害虫に抵抗性をもつ遺伝子組み換え作物がミツバチの学習性能をわずかながら低下させる効果をもつ可能性が懸念されている⁵⁴。まさに殺虫性をもつ遺伝子組み換え作物の効果自体が危険性を倍増させている。つまり殺虫性の遺伝子組み換え作物は常時そのすべての細胞が殺虫性の毒を発するように設計されているのだ。一方、同一の遺伝子組み換えトウモロコシでも、つくるBt植物毒素の濃度が違うのはなぜか、また、その濃度の違いが害虫抵抗性にどのように影響を与える可能性があるのかについては明確に説明できていない⁵⁵。

遺伝子組み換え作物がもたらす環境への脅威は、毒性によるものに限らない。遺伝子組み換え作物が大規模に栽培されるようになって10～15年しか経っていないことから、これが環境にどのような影響を及ぼすかについては誰にもわからない。遺伝子組み換え作物が近隣の作物に影響を及ぼすことはすでによく知られているが（神話6参照）、野生の近縁種にも影響を及ぼす可能性もある。このことは野生種の遺伝子プールにも、おそらく永久的に影響する可能性を含んでいる。野生の個体群に遺伝子組み換え作物が入り込んだ最初のケースは、既に発生している可能性がある。2003年には、遺伝子組み換え除草剤に耐性をもった芝が、実験中の会社の研究敷地内から出て人が開墾していない場所で自生していた⁵⁶。遺伝子組み換えの植物が群落を介して拡散するかどうかははまだわからないし、もしそうなった場合にどのような影響を起きうるかもわからない。



300

300人を超える独立した研究者らが、遺伝子組み換え体の安全性についての「コンセンサス」はないとしている（2015）⁵⁷



26

26人の科学者らは米国政府に宛て、遺伝子組み換え作物に関する独立した研究を企業が妨げていると文書を送った（2009）⁵⁸



90

90日：遺伝子組み換え作物の食品安全性試験の期間⁵⁹

神話 3.3

“ 遺伝子組み換え作物は
厳密に独立した研究者
(機関) によって評価
されている ”

× 遺伝子組み換え作物は、農業
の歴史の中で最も試験されて
いる作物だ。

モンサント社⁶⁰

× われわれは、健全な科学の
原理に根差した支援政策や
規制、法律を提唱する。

モンサント社⁶¹

現実

① 独立の、つまり第三者的立場の研究者は、遺伝子組み換え作物の安全性を評価するための試料へのアクセスを拒否されており、企業にとって不都合な結果を公表することを妨げられることがある。遺伝子組み換え作物の安全性に対する懸念を呈する研究を公表した研究者に圧力がかかることもある。一方、ほとんどの遺伝子組み換え作物栽培国では、長期的な環境と健康に関するモニタリング計画は存在しないか、たとえあったとしても欠陥だらけのものしかない。

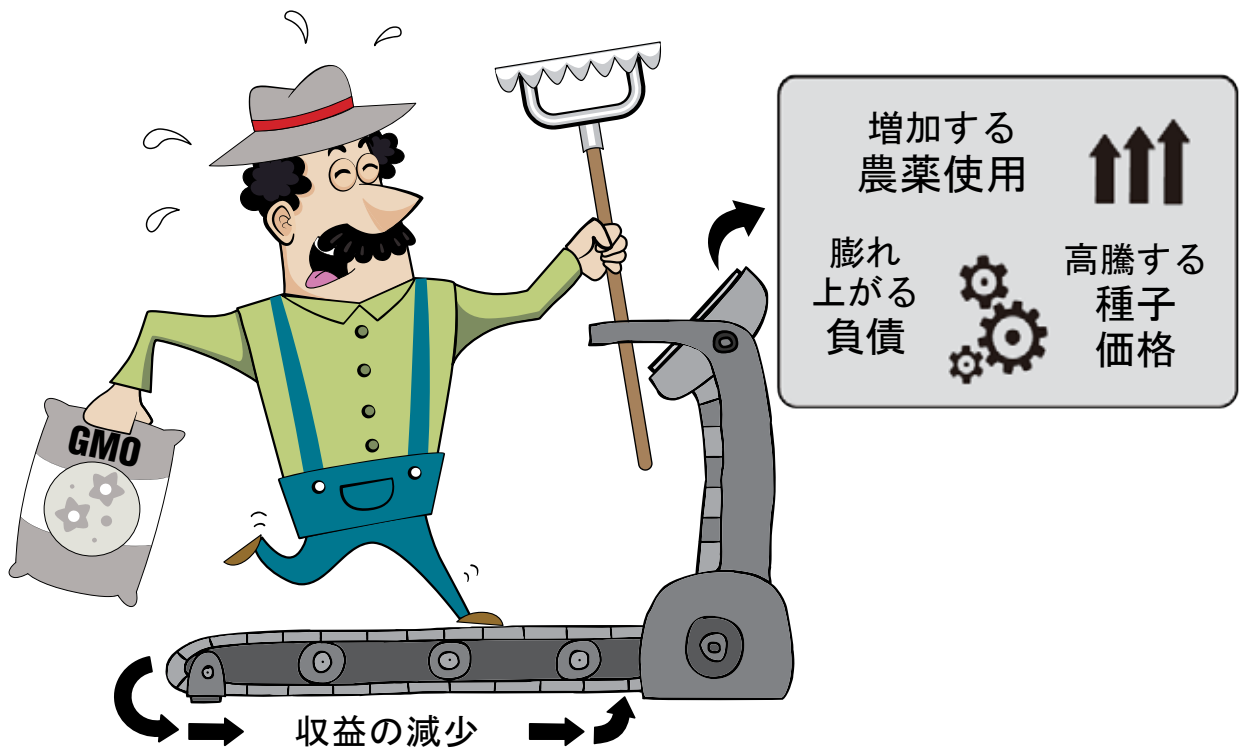
遺伝子組み換え作物の健康と環境への安全性に関する重大な問題の一つは、独立した科学者らが研究試料の入手や、それらを検証する学問の自由を拒まれているということにある。企業が知的財産 (IP) のルールを駆使し、遺伝子組み換え種子の第三者による研究を阻止したり、企業にとって不都合な調査結果の公表を妨げたりしていることから、独立した研究者らは、環境への影響を調べるための種子試料へのアクセスが阻まれていると批判している⁶²。遺伝子組み換え作物に関する研究は、研究のための許可を製造企業から得るために煩雑な手続きを踏まなければならない、そのこと自体が遺伝子組み換え作物の独立した研究への大きな妨げとなっている⁶³。さらに憂慮すべきは、独立した科学者たちが、遺伝子組み換えを推進する産業からの圧力に不安を表明していることだ。遺伝子組み換え作物による悪影響を示す研究については、研究者やその研究の信頼性を落とす強引なキャンペーンを展開されてきた⁶⁴。2009年には何十人という科学者が米国環境保護庁 (EPA) に宛てて、遺伝子組み換え企業からの圧力のため独立した研究が不可能であるとして「多くの重要な問題に関して、真に独立した研究を合法的に実施することがまったくできない」と、匿名の文書を送っている⁶⁵。

一方、遺伝子組み換え作物をモニタリングし、規制するための枠組みは現在のところ役割を果たせていない。環境への安全性に疑問符が付いている (神話3.2参照) にもかかわらず、最も集中して遺伝子組み換え作物の栽培が行われている国々の地域でさえ、長期的な環境と健康に関するモニタリング計画はこれまでのところ存在しない。従って、遺伝子組み換え作物の生産による環境への影響の長期データは、よくて演繹的なものにすぎず、あとは単に欠落しているか推論どまりである⁶⁶。欧州連合が資金提供して行った10年間にわたる研究では、遺伝子組み換え植物の環境への脅威 (もしくは安全性) を究明するために得られた科学的な証拠はきわめて乏しく、遺伝子組み換え作物による土壌の健全性への影響や、害虫抵抗性の遺伝子組み換え作物がチョウなど標的外の生物に及ぼす影響などを、十分に評価することが出来なかった⁶⁷。特に、ヨーロッパで保護されているクジャクチョウ (学名 *Inachis io*) が遺伝子組み換え作物の殺虫性に対して脆弱であることから、そうした遺伝子組み換え作物がヨーロッパで大規模栽培されることに対する危惧が大きくなっている⁶⁸。また、植物連鎖の上部に位置する生物が殺虫性を発生する遺伝子組み換え作物を食べた生物を捕食することによって殺虫成分の影響を受ける可能性も懸念される。しかしながら、安全性評価の中ではそれらをモニタリングすることが要件とされていない⁶⁹。通常の農業の場合、欧州連合での承認を得るまで2年間の安全性検査を実施するが、遺伝子組み換え作物の食品安全性試験の期間は90日である⁷⁰。

一度乗ったら止まらない 遺伝子組み換えランニングマシン

警告

誤認を招くメーカー側の主張と裏腹に、
遺伝子組み換え農業は
コストや負債を増加させ、破綻の危険性が高い。



神話4と5を読めば、種子の値上がりと農薬使用の増加、かさんでいく負債によって、農家が負のスパイラルに陥ってしまう実態がわかるだろう。

神話 4.1

“遺伝子組み換え作物で 雑草の処理が楽になる”

× 遺伝子組み換え作物は（中略）
農薬使用を減らす手段を農家に
提供できる。

モンサント社⁷¹

× 遺伝子組み換え作物は、適切
な管理をすれば、農薬使用が
増えることはない。

シンジェンタ社⁷²

現実

i 除草剤をかけても枯れない遺伝子組み換え作物の当初の利点は、過剰に散布される除草剤に対して雑草が耐性を持つようになることから間もなく失われる。農家は除草剤を、容量や回数を増やしたり、様々に組み合わせて使わざるを得なくなる。これは製造企業にとっては、数種類の除草剤に対応する遺伝子組み換え作物を市場化する機会となる。そして多大なコストはすべて農家や環境の負担となる。

除草剤をかけても枯れない「ラウンドアップ・レディ」遺伝子組み換え作物は、モンサント社のグリホサート系除草剤（例えば、モンサント社のラウンドアップ）に耐性を持つように同社が開発し、現在、遺伝子組み換え作物の中で最も一般的な種類だ。2009年に米国で栽培されたダイズの90%以上が除草剤に耐性のある遺伝子組み換え作物で⁷³、2012年にEUが認可を検討していた26種類の遺伝子組み換え作物のうち19種類が除草剤耐性をもつものだった⁷⁴。

当初は、この種類の作物は、農家が除草にかかる時間と労力の削減を可能にするということだった。しかしながら、ここ十年間で「スーパー雑草」が出現し、これらの利点は急速に失われていった⁷⁵。米国ではグリホサートに耐性を持つ14の草が確認されている⁷⁶。科学者らやダウ・アグロサイエンス社などの遺伝子組み換え作物の製造企業さえも、これがグリホサートへの過度の依存が増していることによるとみている⁷⁷。

雑草の抵抗性によってさらに強い除草剤が必要となり、環境への影響を増加させる⁷⁸。そのような直接的毒性影響に加え、ラウンドアップ・レディ作物へのグリホサート散布により畑に生えている草の量が減る。草は農地の野生生物、特に鳥類や⁷⁹、北米で象徴的なオオカバマダラなどのチョウにとって欠かせない食物連鎖の基盤である⁸⁰。

除草剤耐性に対して業界のとっている手段は、他の除草剤に対応する新たな遺伝子組み換え作物を商業化するというものだ。たとえばベトナム戦争で使われた枯れ葉剤エージェント・オレンジの有効成分である悪名高い2,4-D除草剤⁸¹をかけても枯れないトウモロコシやダイズの品種などである。

神話 4.2

“ 遺伝子組み換え作物は
害虫管理を簡単にする ”

✕ 除草剤耐性や害虫抵抗性の形質を持つ遺伝子組み換え植物は... 農家による植物保護製品使用の低減に貢献する。

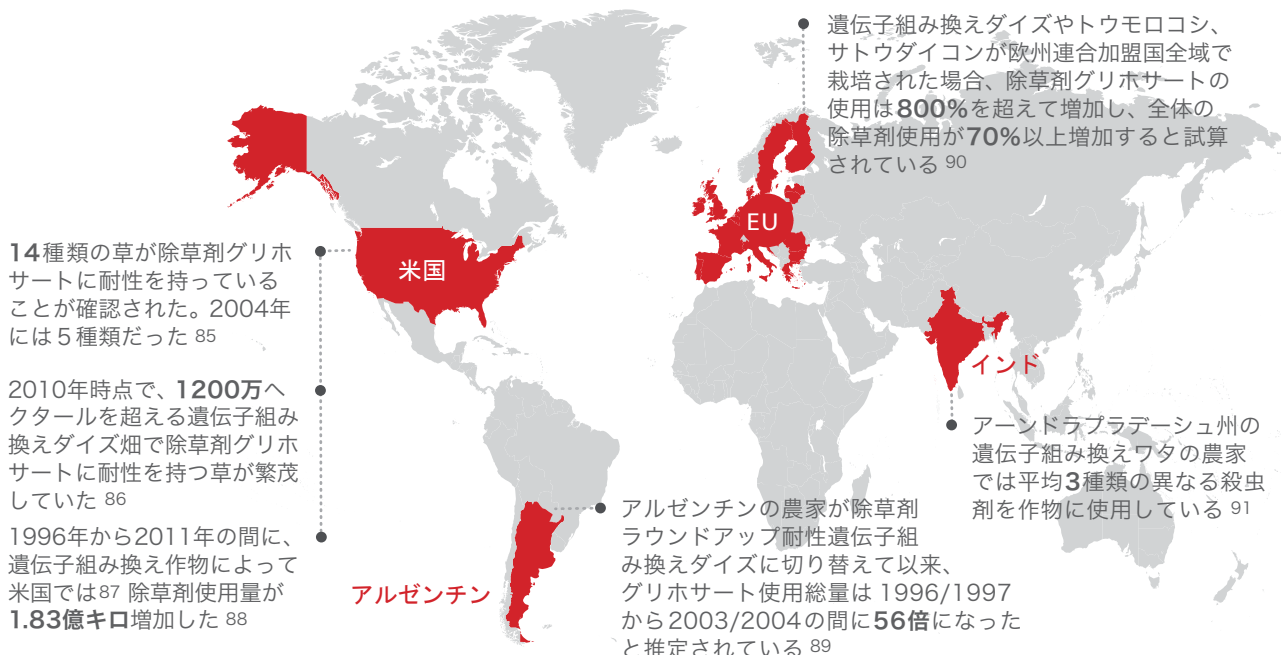
ヨーロッパバイオ社⁸²

現実

i 殺虫成分を作り出すように操作された遺伝子組み換え作物は、害虫の有無や程度にかかわらず、毒性の成分を作り出し環境への負荷を増加させている。そして結果的に、制御が困難なスーパー害虫や二次害虫の出現を招いている。

除草剤に抵抗性をもつ遺伝子組み換え作物の栽培にともなって、雑草に抵抗性が出現したように、殺虫性をもつ遺伝子組み換え作物である「Bt作物」への抵抗の問題も浮上してきた。この品種は、害虫からの攻撃に関係なく常時殺虫成分を放出している状態で、多くの場合、必要もないのに畑に有毒成分を発散していることになる。除草剤耐性をもつ遺伝子組み換え作物が、抵抗性を持った雑草の出現に拍車をかけているのと同様、殺虫成分を発生させる作物は、殺虫成分に抵抗性をもつスーパー害虫を出現させる可能性を持ち⁸³、さらに、殺虫作用によって害虫がいなくなったところに他の害虫が出現することにもつながる⁸⁴。結局、農家はこれらの二次害虫から作物を保護するために殺虫剤を散布し、追加コストを負う事態に追い込まれる。加えて、殺虫性をもつ遺伝子組み換え作物による標的害虫以外の生物への意図しない毒性影響の懸念もある。そして、生態系に与えるかもしれないロックオン効果、特に自然な害虫管理に不可欠な天敵など捕食者となる生物種への影響も懸念されている（神話3.2を参照）。これらの要因すべてによって、害虫管理が簡単になりコストが削減できるという約束はかなり怪しくなる。

作物保護の失敗



神話 5.1

“ 遺伝子組み換え作物は農家にとって経済的効果がある ”



遺伝子組み換え種子は農家にとって手頃な価格である。

モンサント社⁹²

現実

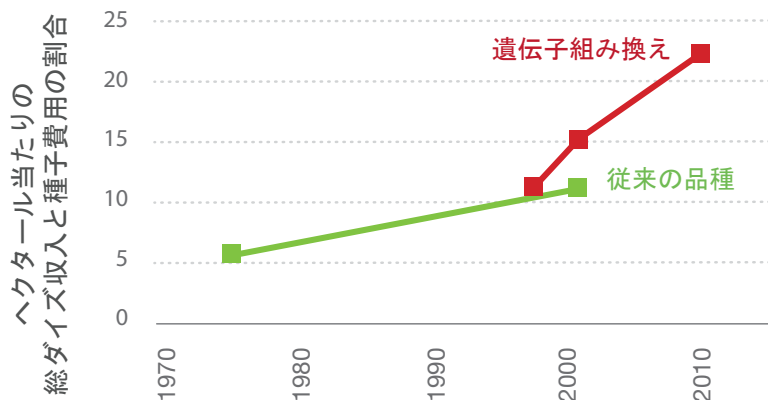


20年前に遺伝子組み換え種子が市場に登場して以来、価格は急騰し、従来の種子よりもかなり高額になっている。遺伝子組み換え種子は特許で保護されており、農家が自分で種を採って保存してまた使うことが出来ないことから、農家にとっては高いコストを毎年支払い続けなければならないことを意味する。

高度な育種技術で作られるすべての種子は高額になる傾向がある。そして、種子の価格に含まれる「技術料」の値段は、遺伝子組み換えでない種子よりも遺伝子組み換えの種子の方が高くなっている。2000年に遺伝子組み換えダイズが米国市場を支配し始めて以来、それ以前の25年間には63%の上昇にとどまっていたダイズの価格が、200%以上も急騰した⁹³。トウモロコシの価格も同様に変化した⁹⁴。2012年時点で、遺伝子組み換えトウモロコシ種子の平均価格は単位当たり263米ドル、従来のトウモロコシ種子は167米ドルになった⁹⁵。遺伝子組み換えの「スタック形質」、たとえば複数の除草剤に耐性を持たせた品種などについてはさらに価格が高くなっている。

重要な点は、これらが農家の年間支出になるということである。農薬会社は特許の侵害であるとし、農家が翌年のために自家採種して遺伝子組み換えの種子を保存することを許していない。また、殺虫性を発生する遺伝子組み換えの種子を使う農家は、害虫による攻撃の有無にかかわらず殺虫剤を常に放出する作物に起因するコストを負うことになる（神話4.2参照）。遺伝子組み換えにまつわる疑わしいメリットと、こうした高額で継続的なコストにより、遺伝子組み換え作物はそれを担える十分な資産と担保があり、負債を負う覚悟もある大規模農家だけに導入可能なものとなっている。

ダイズ種子価格⁹⁶



神話 5.2

“ 遺伝子組み換え作物は農家の経費節約を可能にする ”



... 害虫抵抗性の遺伝子組み換えBtワタの導入は、殺虫剤の使用を減らし農家のコストを削減した。

バイエル社⁹⁹

現実



遺伝子組み換え作物は、最初は簡素化した害虫防除で人件費を減らすことができるかもしれない。しかしながら、除草剤が効かない雑草やスーパー害虫、二次害虫の発生によって、初期の蓄えは急速にとり崩される可能性がある。これは、非常に高い種子コストと合わせ、中・長期的にみれば、遺伝子組み換え作物に関連する総投入コストが高いままとなる可能性を意味する。

遺伝子組み換え作物のために農家がより多くのコストを担うことになったとしても、生産コストが安くあがれば失った分を取り戻すことはできるのだろうか？ 建て前としては、ラウンドアップ・レディ及び他の除草剤耐性の遺伝子組み換え作物は、広い耕作地全体で一種類の農薬による処理を可能にすることで人件費を削減し、殺虫成分を発生する遺伝子組み換え作物は、殺虫剤散布の必要性を減らすことができるということになっている。これで、農薬にかかる出費や、労働コストを削減できるということだ。しかしながら、神話4.1で見たように、スーパー雑草の出現によってそうした利点は急速に失われ、農家は農薬の使用を増強しなければならず、より高価な「スタック形質」を持った遺伝子組み換え作物にアップグレードせざるをえなくなる。神話4.2で見たように、スーパー害虫および二次害虫の出現により、農薬への支出も多額となってくる。

中国が遺伝子組み換えワタの栽培を商業化してから数年後の2004年時点で、遺伝子組み換えのワタ農家は従来の農家とほぼ同じくらいの農薬量であるヘクタール当たりつき101米ドルを費やし¹⁰⁰ 1999年と比べると3倍近い回数 of 農薬散布をした¹⁰¹。このことは省くことのできた労力もすぐに失われることを示唆した。人件費が下がるということは、つきつめれば見せかけの経済といえるかもしれない。工業型農業と遺伝子組み換え作物のモデルはトップダウン型の知識によるもので、それは種子に組み込まれていて、農家や農業労働者の持っている知恵はほとんど活かされない。これは人件費が削られ、その地域の農業生態系に関する農家の知恵が失われる可能性を含んでいる。農家の知恵とは、特に期待通りに種子が育たなかった場合などに、長期的に環境と作物の収量を維持するための鍵となる知識である。

トウモロコシ種子の平均価格 (2012年)⁹⁷

遺伝子組み換え
トウモロコシ
従来の
トウモロコシ



神話 5.3

“ 遺伝子組み換え作物は開発途上国の小規模農家の暮らしを向上させる ”



われわれは技術を使って、より良い種を開発し、農家の暮らしに大きな影響を与えるような新しい農学的実践を開発するパートナーシップを育てる。

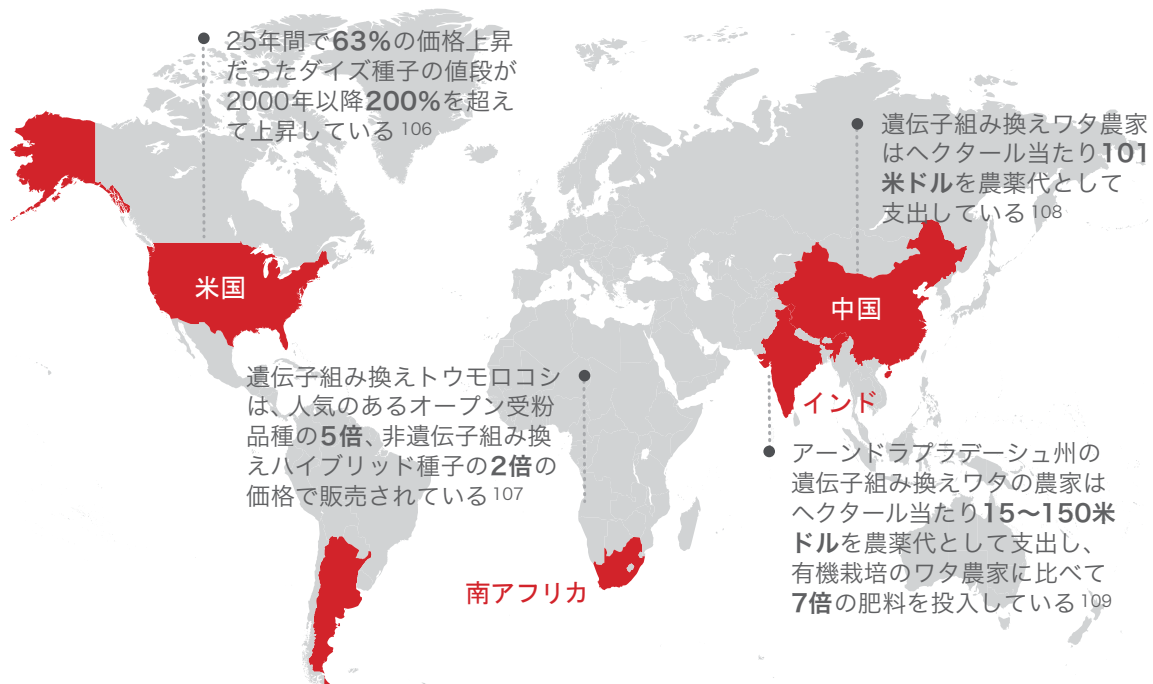
モンサント社¹⁰²

現実



遺伝子組み換え作物は小規模農家の生計を確保するための手段としては非常に不適切であり、小規模ベースの食料システムではほとんど注目されていない。小規模農家が遺伝子組み換え作物を栽培している場合、収量はその時々栽培条件に依存するため不安定で、種子コストも投入資金も増え続け、不利な条件で借金を負うことになる。このように、遺伝子組み換え作物は小規模農家の生計を安定させ、守り、向上させることに失敗した。

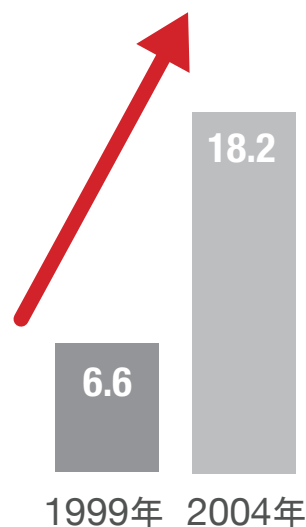
遺伝子組み換え作物にかかる高額で継続的なコスト



今日までに開発途上国の小規模農家は遺伝子組み換え作物をほとんど導入していない（神話1.2参照）。インドの遺伝子組み換えBtワタだけは例外であり、小規模農家の利益を強調するため、遺伝子組み換え製造企業がよくこの事を例に挙げている。しかし現実には、収量的な効果には限界があり、経済的保障や生活、福利の観点から見るとほとんどの場合、悪化している。インドの遺伝子組み換えBtワタ農家と、有機栽培のワタ農家を比較したグリーンピースの調査では、遺伝子組み換え農家は良好な気候条件下で収量がわずかに増したが、気候ストレス下では収穫率が下落することがわかった。遺伝子組み換えではない最新で良質な種子を入手できなかったにも関わらず、有機農家はより安定した収穫率と低支出、高収益を上げ、より安定した暮らしを実現させた¹⁰³。南アフリカで遺伝子組み換えBtトウモロコシを栽培する小規模農家も同様な状況である。Btトウモロコシの種子は、人気のあるオープン受粉品種に比べ5倍高値であり、よく育つためには最適な成長条件（例えば、よく灌漑されている土地）が必要である。結局長年にわたる害虫の猛攻撃をまねくばかりで、彼らの暮らしに過度のリスクを負わせるこの技術は、多くの小規模農家にとって現実的な選択肢ではない¹⁰⁴。

遺伝子組み換え作物を栽培する費用を工面するため、小規模農家の負債が発生する可能性も高い。他の投入経費を下げることに失敗し（神話5.2参照）、かなりの収量を上げることに失敗した場合（神話1.1参照）、農家は負債を返済しながら存続するには深刻な困難に遭遇することになる。グリーンピースによるインドの事例研究では、遺伝子組み換えBtワタの農家は、より有利な条件であるマイクロクレジットの利用に失敗した後、民間の金融から借金することになり重い負債を抱えていることがわかった¹⁰⁵。しかし、たとえ可能な限り最高の条件であっても、高く継続的な投入コストを伴い、農家に重い負債を負わせるような技術は、作物工場や単一栽培による工業型農業向きのものだ。世界の耕作地の多くを占める小規模な経済ユニットにとって、遺伝子組み換え作物は最適とは程遠いものである。

シーズン毎の遺伝子組み換えワタ農家の農薬散布の回数（中国）⁹⁸



神話 6.1

“ 遺伝子組み換え作物による他の農業システムの汚染は回避できる ”



...既存の遺伝子組み換え作物が、従来の育種による作物よりも扱いが困難だという確かな証拠はどこにもない。

シンジェンタ社¹¹⁰

現実



これまでに世界中で400件近い遺伝子組み換え汚染が発覚し、公式に記録されている¹¹¹。企業も政府も遺伝子組み換えと遺伝子組み換えではない食品の分別に失敗している。実際にはこれよりもはるかに多くの汚染が起きている可能性が高いが、それらは発見または通告されていない。

2013年末までに世界中で400件近くの遺伝子組み換え作物による汚染が報告されている¹¹¹。汚染には様々な経路があり、種まき、収穫、ラベル付け、保管等での人的ミスや、効果のない分別システム段階で起こることが確認されている。汚染が起こった場合、販売価格の下落（有機の認証を失う等）、汚染した商品の回収や再出荷の費用、および風評被害などで農家にしわ寄せが及び、結果的に収入は減る¹¹²。さらに、企業も遺伝子組み換え汚染によって経済的ダメージを受けることがある。2006年から2007年にかけて、バイエル社で実験中だった遺伝子組み換えイネによる汚染のため、いくつかの国が米国からのコメ輸入を禁止し、米国の農家は推定2740万ドルの収益を失い、業界全体の総損失は12億9000万ドルにまで及んだ¹¹³。

国の監視システムが十分でないことは明らかだ。スペインでは、何千ヘクタールにも及ぶ遺伝子組み換えBtトウモロコシが政府による評価なしで栽培されている。従来のトウモロコシや有機トウモロコシを遺伝子組み換え汚染から守るための分離や分別などの汚染防止対策もなく、政府当局の管理はほとんど不在と言える。このような状況で農地を遺伝子組み換え汚染から守ることは非常に困難である¹¹⁴。



396

396件の遺伝子組み換え汚染が確認された
(1994年から2013年)¹¹⁵



63

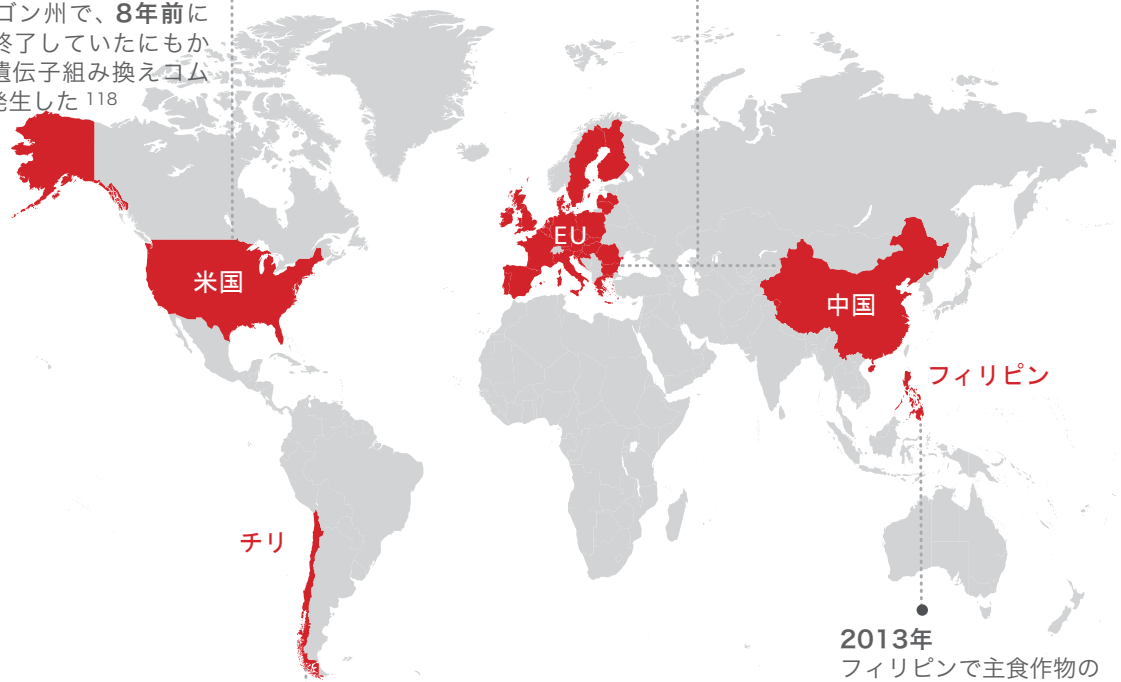
63カ国が遺伝子組み換え汚染の影響を受けた¹¹⁶

遺伝子組み換え汚染マップ

● **2006～2007年**
米国の遺伝子組み換えコメによる汚染は、生産者に**2,740万米ドル**、業界全体で**12億9000万米ドル**の損失を生じさせた¹¹⁷

● **2013年**
米国のオレゴン州で、**8年前**に試験栽培が終了していたにもかかわらず、遺伝子組み換えコムギの汚染が発生した¹¹⁸

● **2005年**
中国で実験中の未認可の遺伝子組み換えコメが食品流通に混入し、ベビーフードを汚染し、オーストラリア、フランス、イギリス、ドイツへのコメ輸出に影響を与えた¹²⁰



● **2008年**
チリで輸出用の遺伝子組み換えトウモロコシの種子が播かれ、地元で栽培されてきた種を汚染した¹¹⁹

● **2013年**
フィリピンで主食作物の1つとされている白トウモロコシが最大**40%**遺伝子組み換え汚染されていることが発覚した¹²¹

神話 6.2

“ 遺伝子組み換え作物は
認可されるまで食品流通
に入らない ”

× 重要なのは、すべての当事者が確認しているように、コムギ用ラウンドアップ・レディーに使われているグリホサート耐性遺伝子は、長い歴史の中で安全に使用されていることだ。

試験中の遺伝子組み換えコムギ汚染に関する **モンサント社** のコメント¹²²

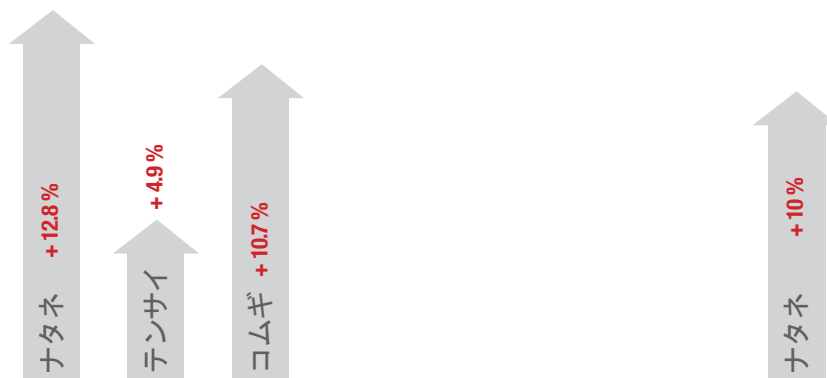
現実

i 実験中のコムギ、イネ、トウモロコシ及び他の遺伝子組み換え作物が、試験圃場から漏れて食品流通に混入した。今では製薬用の遺伝子組み換え作物やバイオ燃料用の遺伝子組み換え作物にも同様な脅威がある。

いくつかの件では、収穫した作物が、研究室内だけに存在しているはずの遺伝子組み換え作物に汚染されていた。その中には花粉の拡散が限定される自家受粉作物も含まれている。未認可の実験中品種からの遺伝子組み換え汚染は、タイと台湾で遺伝子組み換えパパイヤ、欧州連合では遺伝子組み換えトウモロコシ、カナダでは遺伝子組み換えリンシード（亜麻仁）、米国では遺伝子組み換えコムギ、そして米国と中国で遺伝子組み換えコメが確認されている¹²³。多くの場合、原因はわかっていない。バイエル社は、米国で起こした遺伝子組み換えコメの汚染（神話6.1参照）について、「不可抗力」だったとコメントした¹²⁴。問題なのは、これらの件は見つかったものだけであるということだ。実験中の遺伝子組み換え作物による汚染を調査するために必要な情報は機密扱いとされている。一方、バイオテクノロジー企業は、バイオ燃料や製薬業界向けの遺伝子組み換え作物の実験開発過程にある。これらの実験作物が食品流通に入り込んでしまうことがあれば、人間は無意識のうちに食生活に通常存在しないタンパク質を摂取することになる。

ドイツの食品業界に遺伝子組み換え作物が導入された場合にかかる追加費用¹³²

欧州連合が遺伝子組み換えナタネを認可した場合、種子生産にかかる追加費用¹³³



神話 6.3

“ 遺伝子組み換えではない状態を保つことは可能である ”



すべての農業システムは、異なる消費者の多様なニーズや人口増加の需要に対応し、効果的かつ並行して活用できる。

モンサント社¹²⁵

現実



遺伝子組み換えではない状態を保つことは農家に莫大なコストを課す。有機農業には特に負担が大きくなる。時には、遺伝子組み換え作物に囲まれ、畑を汚染されるしか農家の選択の余地がない場合さえある。遺伝子組み換え作物を含まないサプライチェーンを維持するため、種子業界や食品加工業者は多額の追加費用に直面している。

遺伝子組み換え作物の栽培が行われている地域では、多くの場合、遺伝子組み換えを使っていない農家が汚染から作物を守るために追加費用をかけ、栽培時期を早めたり遅らせたりして、作物を乾燥させる際に汚染が起こらないように工夫することを余儀なくされる。グリーンピースの調査では、スペインの有機トウモロコシ農家が、汚染を回避するための費用が高額すぎたために、遺伝子組み換えトウモロコシを導入せざるを得なくなった事例を確認した。そこには遺伝子組み換え作物と共存するものは何も残されておらず、「共存」は錯覚であることを証明した¹²⁶。

遺伝子組み換えトウモロコシの栽培が蔓延しているスペインのアラゴンでは、汚染事件やそれを解決しようとする（村などの）人々の結束の危機によって2004年から2007年の間に有機農業面積が75%も落ち込んだ¹²⁷。

一方、遺伝子組み換えコムギの導入による影響を調べたカナダの研究では、[こぼれ落ちの種が発芽する] ボランティア（自生）作物の制御が農家にとって最大の経費になると結論づけた¹²⁸。追加費用は農業食品部門全体に及ぶ。流通の上流では、チリで発生したような遺伝子組み換え種子汚染を回避するため、種子生産者も追加費用の手続きに直面している¹²⁹。

欧州連合では、もしも遺伝子組み換えナタネの栽培が認可されると、遺伝子組み換えでないナタネの種子生産のために10%の追加費用が掛かると推定されている¹³⁰。流通の下流では、自分たちの食べ物が遺伝子組み換えではないことを確かめたいヨーロッパの消費者を尊重するために、食品加工業者はグローバルなサプライチェーンに入り込んでいるたくさんの遺伝子組み換え原料を避けるための費用をかけている。2009年の研究によると、ドイツの食品業界が遺伝子組み換え分別で負担する費用は、それぞれ最大で遺伝子組み換えでないナタネ油が13%、遺伝子組み換えコムギではないデンプンが8%、遺伝子組み換えでないテンサイの砂糖が5%増加すると推定された¹³¹。

神話 7.1

“ 遺伝子組み換え技術は技術革新と競争力を向上させる ”



遺伝子組み換え作物に特許をつけることは「科学的な研究や新技術の開発への投資を促進する」。

シンジェンタ社¹³⁴

現実



遺伝子組み換え作物は効果のない技術革新であるのみならず、革新そのもの自体にとってよくないものである。それは植物の成長過程を私的財産にして遺伝子資源の入手や共有を制限し、開発途上国にとって不利な知的財産権を導入する。遺伝子組み換え作物は企業による種子の独占を生み出し、農家の選択肢を狭め、業界に更なる権力を与えた。

神話1から6までに見られるように、遺伝子組み換え技術は農薬使用度を低減することや、干ばつに強い作物を作ることなど、自らが謳っていたことを実現できなかった。**遺伝子組み換え作物は効果のない技術革新であるのみならず、革新そのもの自体にとってもよくない。**遺伝子組み換え作物は、知識と権力を農家にわからないように集中させて作られている。農業関連企業は複数の国々で種子技術に特許をかけることができる。それは知的財産（IP）として、権利と保護が認められているからである。

モンサント社に関する数字のデータ



112

モンサント社は2007年時点で農家を相手取った知的財産権侵害訴訟を112件も起こした¹⁴³



21^M\$

モンサント社は米国の農家から2100万米ドルを超える罰金を回収した（1996年から2007年）¹⁴⁴



160^M\$

モンサント社は示談金として1億6000万米ドルを受け取った（1996年から2007年）¹⁴⁵

遺伝子組み換え種子製造会社は、特許が必要なのは技術革新の誘因のためだと主張する¹³⁵。しかし、遺伝子組み換え種子の特許の実際の効果は、知識を集中させ革新を妨げている。植物の成長過程を私有財産に変えることは、企業が彼らの所有する種子からより多くの利益を得ること（神話5.1参照）を認めるだけではない。それはまた遺伝物質全体の見本を利用することさえも制限する。

400人の科学者が関わり4年間にわたって作成し、58の政府が署名した2008年発行の国連による世界農業評価は、「導入遺伝子の特許使用は...、経費を押し上げ、公共の研究者や個人の農家による実験を制限する可能性があり、食料保障と経済の持続可能性を高めている地域の慣習を損なうことにもなりかねない」と、警告した¹³⁶。

遺伝子素材を所有し特許をかけることで、一握りのアグリビジネス企業の手に巨大な富と権力が集中することになった。モンサント社、ダウケミカル社、シンジェンタ社、バイエル社、デュポン社及びBASF社の6社は、世界で商業化された遺伝子組み換え作物のほとんどすべてを所有し、農薬市場の76%を支配している¹³⁷。これは遺伝子組み換え種子を製造販売する企業が、遺伝子組み換え栽培に必要な農薬からも利益を得ていることを意味する。実際に、大手遺伝子組み換え製造企業は元々は農薬会社で、収益性の高い特許を取得する機会が訪れたことで種子製造にも手を広げた。その口ジックは他へも蔓延して、種子会社は現在、従来の育種法で品種改良された植物に対しても特許を申請し、従来の種子に対しても新たな独占をしつつあるのだ¹³⁸。

遺伝子組み換え型の技術革新は農家の選択肢が狭まることを意味する。米国の全国家族農民連合の報告によると、モンサント社はまず複数の種子会社を買収し、その後で会社が持っていた従来の種子の品種を市場から引き上げている¹³⁹。コロンビアでは、モンサント社の市場支配によって、ワタ生産者は代わりの種子を手に入れることがもはや困難になった¹⁴⁰。現在、モンサント社とデュポン社、シンジェンタ社の3社によって53%の商業種子市場が支配されている¹⁴¹。

このような市場の締め付けは、農家が遺伝子組み換え作物を栽培するための「独立した意思決定」をしているような状況である。これは農家にとっては好ましくない状況であり、技術革新自体にとっても害である。種子の独占が競争や研究開発にも影響を与え、植物育種の進展を妨げ減速させているからである¹⁴²。

農業資材における企業の寡占

モンサント社は遺伝子組み換え種子の**87%**を所有 ¹⁴⁶

87%

モンサント社、ダウケミカル社、シンジェンタ社、バイエル社、デュポン社、BASF社が農薬市場の**76%**を支配 ¹⁴⁷

76%

モンサント社、デュポン社、シンジェンタ社が市販の種子市場の**53%**を支配 ¹⁴⁸

53%

神話 7.2

“ 遺伝子組み換え技術は、作物の技術革新の中で最も有望である ”



遺伝子工学は「植物育種者らが長年携わってきた、優れた植物品種の生成を促進する。それは従来の植物育種の限界を超える可能性をも拡大する」。

ヨーロッパバイオ社¹⁴⁹

現実



スマート育種またはマーカー選抜育種 (MAS) は、遺伝子組み換えではないバイオテクノロジーを使って様々な作物のための幅広い形質を作り出している。MASは育種者が、多くの場合公共機関からだが、農家に干ばつや水害、細菌、土壌の塩害に強い作物を提供することを可能にしている。このようなバイオテクノロジーは、地域に特化した育種方法を提供することや、農民参加型の育種を通じて農家の知識を活用することにおいては、遺伝子組み換え技術よりも適している。このような進展は、遺伝子組み換え技術だけがハイテク技術革新への唯一の道筋でも、最も有望なものでもないことを示している。

種子育種の他の技術革新は、食料システムが直面する課題に迅速でより安全かつ適切な解決法を提供していたにもかかわらず、遺伝子組み換え作物の大宣伝のせいで日の目が当たっていなかった。例えば、マーカー選抜育種 (MAS) は、植物に挿入する遺伝子がゲノムの制御下にできるように従来の育種を使用する。遺伝子組み換え技術とは異なり、MASは植物のゲノムに孤立した (通常は外来の) 遺伝物質を挿入することはなく、長い歴史の中で安全に使用してきた従来の育種法を利用している。

MASはすでにたくさんの作物に幅広い形質を産出している。例えば、細菌に耐性を持たせた作物として、オオムギ、マメ、チリ、レタス、パールミレット、コメ、ダイズ、トマト、コムギの品種がある¹⁵⁰。MASを使った新品種には干ばつや水害、塩害に強い作物などもある¹⁵¹。MASで使用される洗練された技術は、野生の近縁種や在来種の遺伝資源を植物品種の改良のために活用することも可能にし、栽培品種の遺伝子プールを豊かにする¹⁵²。MASの種子が特許を取得している場合もあるが、このような種子育種はオープンで参加しやすいやり方で農家の知識を活用し¹⁵³、地域に特化した育種方法を提案している。そうするとMASが一握りの開発者によって支配されることはないだろう。2014年にグリーンピースが発行した「スマート・ブリーディング報告書」によると、公に生産されているMAS品種は136種もあることが確認されている¹⁵⁴。MASは万能の解決法ではないが、その成果は、**遺伝子組み換え技術だけがハイテク技術革新への唯一の経路ではないことを示す。そしてそれが最も有望ではないことも。**

神話 7.3

“生態系農業は、私たちが直面している課題に答えることはできないし世界に食料供給することもできない。”

× 有機農業だけでは資源効率が不十分で、今日および将来の食料需要を満たすことはできない。農業に関する本当に持続可能な解決策として、使用可能な最新の作物保護テクノロジーや植物品種すべてを組み合わせるべきである。

シンジェンタ社¹⁵⁵

× [世界の人口は] これからの30~40年間で60億人から90億人になるのに、新しい土地はない。それをバイオテクノロジーなしで行うことができるだろうか？ 私はそうは思わない。(…)代替策が決して存在しないという議論が多々あるが、これには失望させられる。この反対側はまだほとんど空っぽだ。

ヒュー・グラント
モンサント社 CEO
(最高経営責任者)¹⁵⁶

現実

i 食料システムにおける重要な技術革新の多くは、企業所有でもなく、欧米の研究室に閉じ込められてもいない。生態系農業技術は、害虫対策、収量維持、生態系の保全のみならず、小規模農家の生計の確保と向上という点で、すでに大きな成功を成し遂げている。これらの成功は食料保障が最も脅かされている地域で達成されてきた。貧困と飢餓という社会的で政治的な深い問題をかかえながら、食料不足だけを解消することはできない。しかし、遺伝子組み換えによって進められている工業型農業モデルとは異なり、生態系農業の技術は、永続的に収量や環境、生活を改善するための手段を農家に提供する。

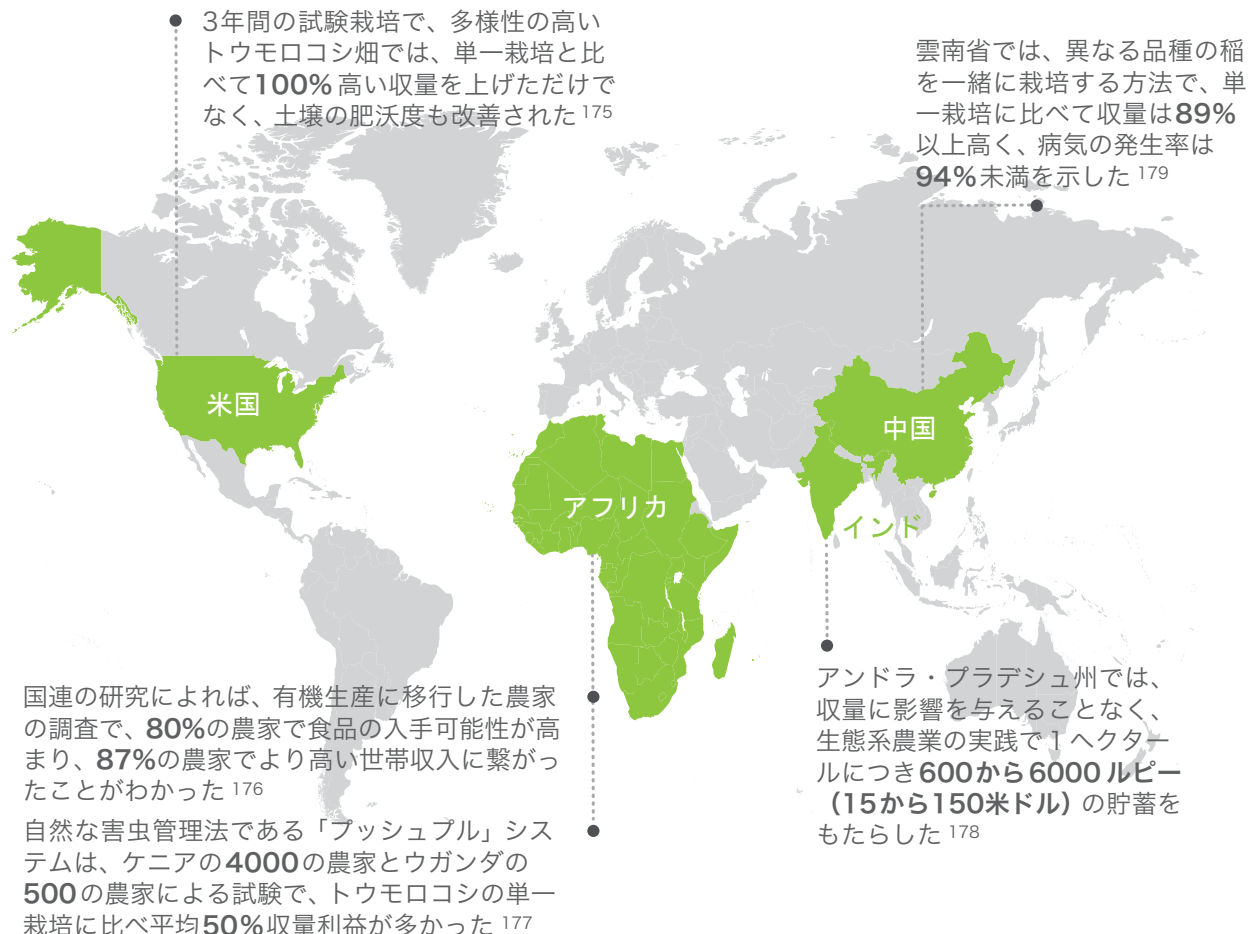
除草剤耐性などの遺伝子組み換え形質によって作物を周りの環境から隔離して特別な条件の下で繁栄させようとするのとは異なり、生態系農業技術は、生態系全体を育み、状況の変化に対応できる耐久性や回復力を達成するために自然の植物の多様性と種間の相乗効果を利用する。科学者らは、多様性こそが**生態系の大きな変化**に対応する自然の保険となることを示してきた¹⁵⁷。

作物の多様性が高い農地では、トウモロコシを連作で単一栽培した場合と比べて100%以上の高収量を上げている¹⁵⁸。イタリアでは、遺伝子の多様性のある麦畑において降水量の低い状況でも収量の損失を回避することができた¹⁵⁹。

多様性は、害虫や病気のストレスに対しても収量を維持するための鍵となることが証明されている。中国の雲南省では、いもち病の影響を受けやすい稲の品種が、単作で栽培された時と比べ、いもち病に強い品種と一緒に栽培された時には89%以上の収穫と94%未満の仕事の発生率を示した¹⁶⁰。生態系農業の技術革新は土壌肥沃度の向上のためにも大きな役割を果たすことができる。77の研究を分析した結果、緑肥として豆類を使用した場合、食料生産の損失なしに、現在使用されている合成窒素肥料の全量を十分に補えるほどの窒素を固定することができることが明らかになった¹⁶¹。これらの利点は長期的に保たれる：20年以上にわたるヨーロッパの農場における研究は、合成肥料の土壌よりも有機的に肥やされた土壌の方がより安定性が高く、微生物やミミズの活性化など高い生物多様性や肥沃度を示した¹⁶²。

遺伝子組み換えと工業型農業を擁護する立場の人たちは、生態系に根差して生産された食品は豊かな消費者のための贅沢な流行であり、世界人口を養うことはできないという主張に与することがある。しかしながら、生態系農業の技術は、収穫を脅かす害虫や病気、気候ストレスに対する解決策

世界の生態系農業の成功



を提供できるため、生産性が高く、環境にも配慮している。有機農業など生物多様性を活かした実践をする生態系農業は、収量を上げ、有機農業と慣行農業との間の「収量差」を削減する効果的な方法である¹⁶³。生態系農業は、収量を安定させるだけでなく、長期的に農家の所得を向上させる。米国のウィスコンシン州で10年間かけて行われた研究では、農薬や化学肥料を使用しない多様性の高い農業は、化学物質を使用する単一栽培の農業よりも収益が多いことを示した¹⁶⁴。欧州全域についての比較分析によると、有機農場の利益は平均して慣行農場のものと同等であることを示している¹⁶⁵。労働コストは生態系農業システムの方が高いかもしれないが、これらのコストは多くの場合、投入コストの節減で埋め合わせられる¹⁶⁶。

こうした強みが食料保障の最も脅かされている地域で特に発揮されているということは重要である。国連がアフリカで15の有機農業の事例を分析した結果によれば、ヘクタール当たりの食用作物生産量と農家の収入が増加し、環境上も利点があり地域社会が強くなった¹⁶⁷。インドのアンドラ・プラデシュ州とテランガーナ州では、村全体で化学薬品を使用する農業をやめ、生態系に根差した技術を導入したが、これにより収量に影響を与えることなく、ヘクタール当たり600から6000ルピー（15～150米ドル）の蓄えを可能にした¹⁶⁸。生態系農業のこうした強みはサンプル数の少ない研究に限らず確認されている。間作の技術を駆使して自然の力を利用する害虫管理法「ブッシュ-プル」法は、トウモロコシの単一栽培に比べプラス50%の平均収穫高をもたらし、ケニアの4000の農家とウガンダの500の農家に普及している¹⁶⁹。一方、インドのアンドラ・プラデシュ州とテランガーナ州における生態系農業革命は、現在、両州の耕地の15%をカバーし、200万人以上の小規模農家に広がっている¹⁷⁰。

20年以上も行政と民間から莫大な資金が遺伝子組み換え作物に投じられてきた。失敗に終わった遺伝子組み換え「ゴールデンライス」の開発だけで数千万米ドルが費やされている¹⁷¹。一方、栽培の管理能力を高めることを基本にしている生態系農業は、企業にとって大きな利益となる誘因がないため、投資はごくわずかしかなされていない¹⁷²。それにもかかわらず生態系農業が、生態系に根ざした農業の持久力を養い、作物や農地を強く育み持続的な収量をあげ、労力に見合う収入と農家の生計を安定させることにすでに成功しているということは注目すべき顕著な成果である。工業型農業や遺伝子組み換えによる資本集約モデルとは異なり、生態系農業は知識集約型であり¹⁷³、世界中の農家にとって現実的のものである — つまり大規模農家に限られたものではない。生態系農業が今後躍進していくの可能性は絶大で、生態系農業には多様な解決策があることから、様々な誘導策や支援の枠組みが必要になるかもしれない¹⁷⁴。それは農家の生計が安定し、自然を保全し、革新を試みるのを自由が保たれれば、ほとんどの革新は農家自らによって生み出されるはずだ。遺伝子組み換え作物の失敗の20年を振り返れば、こうした革新や変遷、私たちが必要としている食料システムと互換性がないことは明らかである。

単一栽培を推進し、農薬の使用を増やし、企業の独占に勢力をつけ、農家に対する経済的抑圧を増加させるような技術は、明らかに過去の工業型農業の一端であり、エコロジカルな未来ではない。

参考文献

1. See for example:
http://www.huffingtonpost.com/dr-robert-t-fraley/lets-use-organic-and-gmos_b_5669928.html
2. Quist, D.A., Heinemann, J.A., Myhr, A.I., Aslaksen, I. & Funtowicz, S. 2013. Hungry for Innovation: pathways from GM crops to agroecology. Ch. 19 in: European Environmental Agency (EEA) Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation. EEA Report no 1/2013 pp. 490-517.
<http://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2>
3. James, C. 2015. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. ISAAA brief No. 49. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA): Ithaca, NY.
4. http://www.gmo-compass.org/eng/regulation/labelling/96.labelling_gm_foods_frequently_asked_questions.html
5. <http://www.europabio.org/which-gm-crops-can-be-cultivated-eu>
6. James 2015. op. cit.
7. James 2015. op. cit.
8. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/investor-relations/questions-about-syngenta/Pages/technology.aspx#8>
9. <http://www.monsanto.com/newsviews/pages/food-safety.aspx#q2>
10. IAASTD 2009. International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development. Island Press.
<http://www.unep.org/dewa/assessments/ecosystems/iaastd/tabid/105853/default.aspx>
11. See, for example, critique by Heinemann, J. of inclusion criteria for meta-analysis finding GM yield increases (Klumper, W., and Qaim, M., 2014. A meta-analysis of the impacts of genetically modified crops. PLoS ONE 9, e111629):
<http://rightbiotech.tumblr.com/post/103665842150/correlation-is-not-causation>
12. Fernandez-Cornejo, J., Wechsler, S., Livingston, M. & Mitchell, L. 2014. Genetically engineered crops in the United States. USDA Economic Research Service, Economic Research Report no. 162.
<http://www.ers.usda.gov/publications/err-economic-research-report/err162.aspx>
13. Elmore, R.W., Roeth, F.W., Nelson, L.A., Shapiro, C.A., Klein, R.N., Knezevic, S.Z. & Martin A. 2001. Glyphosate-resistant soybean cultivar yields compared with sister lines. *Agronomy Journal*, 93: 408-412;
Elmore, R.W., Roeth, F.W., Klein, R.N., Knezevic, S.Z., Martin, A., Nelson, L.A. & Shapiro, C.A. 2001. Glyphosate-resistant soybean cultivar response to glyphosate. *Agronomy Journal* 93: 404-40.
14. Heinemann, J.A., Massaro, M., Coray, D.S., Agapito-Tenfen, S.Z. & Wen, J.D. 2013. Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest, *International Journal of Agricultural Sustainability*, DOI:10.1080/14735903.2013.806408.
15. James 2015. op. cit.
16. James 2015. op. cit.
17. http://www.huffingtonpost.com/dr-robert-t-fraley/lets-use-organic-and-gmos_b_5669928.html
18. <http://www.ifad.org/pub/viewpoint/smallholder.pdf>
19. James 2015. op. cit.
20. James 2015. op. cit.
21. Leguizamón, A. 2014. Modifying Argentina: GM soy and socio-environmental change. *Geoforum* 53: 149–160.
22. <http://www.theverge.com/2015/2/18/8056163/bill-gates-gmo-farming-world-hunger-africa-poverty>

23. Monsanto's showcase project in Africa fails, *New Scientist* 181: 2433, 7 Feb. 2004.
24. de Grassi, A. 2003. Genetically modified crops and sustainable poverty alleviation in Sub Saharan Africa: an assessment of current evidence. *Third World Network Africa*. Available at: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB2013200189>
25. Mabeya, J. & Ezezika, O. C. 2012. Unfulfilled farmer expectations: the case of the Insect Resistant Maize for Africa (IRMA) project in Kenya *Agriculture & Food Security* 1 : S6. doi:10.1186/2048-7010-1-S1-S6
26. <http://www.cimmyt.org/en/projects/insect-resistant-maize-for-africa/irma-home>
27. Gilbert, N. 2014, Cross-bred crops get fit faster. *Nature* 313: 292.
28. Eisenstein, M. 2014. Against the grain. *Nature* 514: S55-S57.
29. IAASTD 2009. International Assessment of Agricultural, Science and Technology for Development. Island Press. <http://www.unep.org/dewa/assessments/ecosystems/iaastd/tabid/105853/default.aspx> Section 3.2.3.2.2 Global Report. pg. 197.
30. James 2011. op. cit.
31. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/investor-relations/questions-about-syngenta/Pages/technology.aspx>
32. http://www.huffingtonpost.com/dr-robert-t-fraley/lets-use-organic-and-gmos_b_5669928.html
33. Greenpeace 2014. Smart breeding – the next generation. <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Agriculture/Smart-Breeding/>
34. WEMA (Water efficient maize for Africa) <http://wema.aatf-africa.org> ; Gilbert, N. 2014. op. cit.
35. Araújo, S.S., Beebe, S., Crespi, M., Delbreil, B., González, E.M., Gruber, V., Lejeune-Henaut, I., Link, W., Monteros, M.J., Prats, E., Rao, I., Vadez, V. & Patto, M.C.V. 2015. Abiotic stress responses in legumes: strategies used to cope with environmental challenges, critical reviews in plant sciences, 34: 237-280; Langridge, P & Reynolds, M.P. 2015. Genomic tools to assist breeding for drought tolerance. *Current Opinion in Biotechnology* 32:130–135.
36. Greenpeace 2014. op. cit.
37. Lin, B.B. 2011. Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change. *Bioscience* 61: 183-193.
38. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/news-center/Pages/what-syngenta-thinks-about.aspx>
39. Quist, et al. 2013. op. cit.
40. James 2015. op. cit.
41. Greenpeace 2010. Ecological farming: drought-resistant Agriculture. <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/Ecological-farming-Drought-resistant-agriculture/>
42. Tirado, R., Simon, G. & Johnston, P. 2013. Bees in decline: A review of factors that put pollinators and agriculture in Europe at risk. Greenpeace Research Laboratories Technical Report (Review) 01-2013, <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Agriculture/Bees-in-Dedline/>
43. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/investor-relations/questions-about-syngenta/Pages/technology.aspx>

44. Windels, P., Taverniers, I., Depicker, A., Van Bockstaele, E. & De Loose, M. 2001. Characterisation of the Roundup Ready soybean insert. *European Food Research Technology* 213:107-112; Rang, A., Linke, B. & Jansen, B. 2005. Detection of RNA variants transcribed from the transgene in Roundup Ready soybean. *European Food Research Technology* 220: 438-443.
45. Aharoni, A. & Galili, G. 2011. Metabolic engineering of the plant primary–secondary metabolism interface. *Current Opinion in Biotechnology* 22:239-244.
46. EFSA 2004. Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on a request from the Commission related to the safety of foods and food ingredients derived from insect-protected genetically modified maize MON 863 and MON 863 x MON 810, for which a request for placing on the market was submitted under Article 4 of the Novel Food Regulation (EC) No 258/97 by Monsanto The EFSA Journal 50: 1-25; EFSA 2009. Applications (EFSA-GMO-RX-MON810) for renewal of authorisation for the continued marketing of (1) existing food and food ingredients produced from genetically modified insect resistant maize MON810; (2) feed consisting of and/or containing maize MON810, including the use of seed for cultivation; and of (3) food and feed additives, and feed materials produced from maize MON810, all under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto. The EFSA Journal 1149: 1-84.
47. Hilbeck, A., Binimelis, R., Defarge, N., Steinbrecher, R., Székács, A., Wickson, F., ... & Wynne, B. (2015). No scientific consensus on GMO safety. *Environmental Sciences Europe*, 27: 1-6.
48. http://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/faq-genetically-modified-food/en/
49. <http://www.theguardian.com/environment/2015/mar/21/roundup-cancer-who-glyphosate->
50. <http://www.monsanto.com/improvingagriculture/pages/the-importance-of-safety.aspx>
51. Greenpeace & GM Freeze 2011. Herbicide tolerance and GM crops. <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/Herbicide-tolerance-and-GM-crops/>
52. Holst, N., Lang, A., Lövei, G & Otto, M. 2013. Increased mortality is predicted of *Inachis io* larvae caused by Bt-maize pollen in European farmland. *Ecological Modelling* 250: 126–133.
53. Lövei, G.L. & Arpaia, S. 2005. The impact of transgenic plants on natural enemies: a critical review of laboratory studies. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 114: 1–14.
54. Ramirez-Romero, R., Desneux, N., Decourtye, A., Chaffiol, A., Pham-Delègue, M.H. 2008. Does Cry1Ab protein affect learning performances of the honey bee. *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae)? *Ecotoxicology and Environmental Safety* 70: 327–333.
55. Nguyen, H. T. & Jehle, J. A. 2007. Quantitative analysis of the seasonal and tissue-specific expression of Cry1Ab in transgenic maize MON810. *Journal of Plant Diseases and Protection* 114: 820-887.
56. Charles, D. 2011. Scientist in the middle of the GM–Organic Wars. *Science* 332: 168. Zapiola, M.L. & Mallory-Smith, C.A. 2012. Crossing the divide: gene flow produces intergeneric hybrid in feral transgenic creeping bentgrass population. *Molecular Ecology* 21: 4672-4680.
57. Hilbeck et al. 2015. op. cit.
58. http://www.nytimes.com/2009/02/20/business/20crop.html?_r=0
59. EFSA 2011. Guidance for risk assessment of food and feed from genetically modified plants. *EFSA Journal* 9: 2150-2187.
60. <http://www.monsanto.com/newsviews/pages/testing-of-gm-foods.aspx>
61. <http://www.monsanto.com/newsviews/pages/revolving-door.aspx>
62. Waltz, E. 2009. Under wraps. *Nature Biotechnology*, 27: 880.

63. Waltz, E. 2009. op. cit.
64. Waltz, E. 2009. GM crops: battlefield. *Nature* 461: 27-32.
65. http://www.nytimes.com/2009/02/20/business/20crop.html?_r=0
66. IAASTD 2009. International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development. Island Press. <http://www.unep.org/dewa/assessments/ecosystems/iaastd/tabid/105853/default.aspx> Global Ch. 3 and 6.
67. Hilbeck et al. 2015. op. cit.
68. Felke, M., Langenbruch, G-A., Feiertag, S. & Kassa, A. 2010. Effect of Bt-176 maize pollen on first instar larvae of the Peacock butterfly (*Inachis io*) (Lepidoptera; Nymphalidae). *Environmental Biosafety Research* 9: 5-12; Lang, A & Otto, M. (2010) A synthesis of laboratory and field studies on the effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* (Bt) maize on non-target Lepidoptera, *Entomologia Experimentalis et Applicata* 135: 121–134.
69. See, e.g. EFSA 2010. Panel on Genetically Modified Organisms; Guidance on the environmental risk assessment of genetically modified plants. *The EFSA Journal* 8: 1879.
70. Hilbeck et al. 2015. op. cit. EC 2010. A decade of EU-funded GMO research (2001 - 2010). EUR 24473 EN <http://bookshop.europa.eu/en/a-decade-of-eu-funded-gmo-research-2001-2010--pbKINA24473/>
71. <http://www.monsanto.com/newsviews/pages/food-safety.aspx#q2>
72. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/investor-relations/questions-about-syngenta/Pages/technology.aspx>
73. National Agricultural Statistics Service. 2009. Acreage. February 2011 <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/nass/Acre/2000s/2009/Acre-06-30-2009.pdf>
74. Greenpeace 2012. Glyphosate-tolerant crops in the EU. Greenpeace summary <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Genetic-engineering/Glyphosate-tolerant-crops-in-the-EU/>
75. Service, R.F. 2013. What Happens When Weed Killers Stop Killing? *Science* 341: 1329.
76. Heap, I. 2015. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. www.weedscience.org
77. <http://newsroom.dowagro.com/press-release/epa-registers-enlist-duo-herbicide-enlist-weed-control-system-now-approved>
78. Greenpeace & GM Freeze 2011. op. cit.
79. Roy, D.B., Bohan, D.A., Houghton, A.J., Hill, M.O., Osborne, J.L., Clark, S.J., Perry, J.N., Rothery, P., Scott, R.J., Brooks, D.R., Champion, G.T., Hawes, C., Heard, M.S. & Firbank, L.G. 2003. Invertebrates and vegetation of the field margins adjacent to crops subject to contrasting herbicides regimes in the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide –tolerant crops. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B* 358: 1879-1898.
80. Pleasants, J.M. & Oberhauser, K.S. 2012. Milkweed loss in agricultural fields because of herbicide use: effect on the monarch butterfly population. *Insect Conservation and Diversity* doi: 10.1111/j.1752-4598.2012.00196.x
81. Waltz, E. 2015. Monsanto adds dicamba to its cache to counter weed threat. *Nature Biotechnology* 33: 328.
82. <http://www.europabio.org/do-gm-crops-help-reduce-pesticide-and-herbicide-applications>
83. Tabashnik, B.E., Brévault, T. & Carrière, Y. 2013. Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres. *Nature Biotechnology* 31: 510-521; Gassmann, A.J., Petzold-Maxwell, J.L., Clifton, E.H., Dunbar, M.W., Hoffmann, A.M. Ingber, D.A. & Keweshan, R.S. 2014. Field-evolved resistance by western corn rootworm to

multiple *Bacillus thuringiensis* toxins in transgenic maize. *Proceedings of the National Academy of Science* 111: 5141–5146.

84. Catangui M.A. & Berg R.K. 2006. Western bean cutworm, *Striacosta albicosta* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), as a potential pest of transgenic Cry1Ab *Bacillus thuringiensis* corn hybrids in South Dakota. *Environmental Entomology* 35: 1439-1452; Zhao, J. H., Ho, P. & Azadi, H. 2011. Benefits of Bt cotton counterbalanced by secondary pests? Perceptions of ecological change in China. *Environmental Monitoring and Assessment* 173: 985–994; Catarino, R., Ceddia, G., Areal, F.J. & Park, J. 2015. The impact of secondary pests on *Bacillus thuringiensis* (Bt) crops. *Plant Biotechnology Journal* 13: 601-612.
85. Heap 2015. op. cit.
86. Benbrook, C. M. 2012a. Glyphosate tolerant crops in the EU: a forecast of impacts on herbicide use. <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/agriculture/problem/genetic-engineering/growing-doubt>
87. GM herbicide-tolerant crops have led to a 239 million kg increase in herbicide use, while pesticide-producing crops reduced insecticide applications by 56 million kg. Overall, pesticide use increased by an estimated 183 million kg.
88. Benbrook, C.M. 2012b. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. - the first sixteen years. *Environmental Sciences Europe* 24:24 doi:10.1186/2190-4715-24-24
89. Benbrook, C. M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs—Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet Technical Paper* no. 8 <http://www.biosafety-info.net/article.php?aid=220>
90. Benbrook 2012a. op. cit.
91. Greenpeace 2010. Picking Cotton: the choice between organic and genetically-engineered cotton for farmers in South India: <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/Picking-Cotton/>
92. <http://www.monsanto.com/newsviews/pages/monsanto-submission-doj.aspx>
93. Benbrook 2012a. op. cit.
94. Benbrook 2012a. op. cit.
95. Benbrook 2012a. op. cit.
96. Benbrook 2012a. op. cit.
97. Benbrook 2012a. op. cit.
98. Wang, S., Just, D.R. & Pinstrip-Andersen, P. 2008. Bt-cotton and secondary pests. *International Journal of Biotechnology* 10: 113-121.
99. <http://www.cropscience.bayer.com/en/Commitment/Rural-development.aspx>
100. Wang, S., Just, D.R., & Pinstrip-Andersen, P. 2006. Tarnishing silver bullets: Bt technology adoption, bounded rationality and the outbreak of secondary pest infestations in China. In *American Agricultural Economics Association Meeting*, Long Beach CA.
101. Wang et al. 2008. op. cit.
102. <http://www.monsanto.com/improvingagriculture/pages/improving-lives.aspx>
103. Greenpeace 2010. op. cit.
104. Fischer, K., Van den Berg, J., & Mutengwa, C. 2015. Is Bt maize effective in improving South African smallholder agriculture? *Commentary. South African Journal of Science*, 111: 15-16.

105. See Greenpeace 2010. Picking Cotton: the choice between organic and genetically-engineered cotton for farmers in South India:
<http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/Picking-Cotton/>
106. Benbrook 2012. op. cit.
107. Fische et al. 2015. op. cit.
108. Wang et al. 2006. op. cit.
109. Greenpeace 2010. op. cit.
110. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/investor-relations/questions-about-syngenta/Pages/technology.aspx>
111. Price, B., & Cotter, J. 2014. The GM Contamination Register: a review of recorded contamination incidents associated with genetically modified organisms (GMOs), 1997-2013. International Journal of Food Contamination, 1: 5.
112. Greenpeace 2010. The costs of staying GE free.
<http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/the-costs-of-staying-ge-free/>
113. Greenpeace 2007. Risky business. Briefing based on the report by Dr Neal Blue of Neal Blue Consultancy.
<http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/risky-business/>
114. Greenpeace 2009. Testimonies of Contamination: Why co-existence of GM and non-GM crops remains impossible
<http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/testimonies-of-contamination/>
115. Price & Cotter 2014. op.cit
116. Price & Cotter 2014. op. cit.
117. Greenpeace 2007. op. cit.
118. Price & Cotter 2014. op. cit.
119. <http://www.ipsnews.net/2008/10/chile-maize-contaminated-with-transgenics/>
120. Price & Cotter 2014. op. cit.
121. Greenpeace 2013. White corn in the Philippines.
<http://www.greenpeace.org/seasia/ph/press/reports/White-Corn-in-the-Philippines/>
122. <http://www.monsanto.com/newsviews/pages/monsanto-statement-on-usda-gm-wheat.aspx>
123. Price & Cotter 2014. op. cit.
124. Weiss R. 2006. "Firm blames Farmers, 'Act of God' for rice contamination." Washington Post, USA.
<http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2006/11/21/AR2006112101265.html>
125. <http://www.monsanto.com/newsviews/pages/coexistence-of-gmo-and-organic-crops.aspx>
126. Greenpeace 2009. op. cit.
127. Binimelis, R. 2008. Coexistence of plants and coexistence of farmers: is an individual choice possible? Journal of Agricultural and Environmental Ethics doi 10.1007/s10806-008-9099-4
128. Huygen, I., Veeman, M. & Lerohl, M. 2004. Cost implications of alternative GM in Western Canada. AgBioForum 6: s169-177.

129. <http://www.ipsnews.net/2008/10/chile-maize-contaminated-with-transgenics/>
130. Bock, A.-K., L'heureux, K., Libeau-Dulos, M., Nilsagard, H. & Rodriguez-Cerezo, E. 2002. Scenarios for co-existence of genetically modified, conventional and organic crops in European agriculture. European Commission Joint Research Centre. <http://ftp.jrc.es/EURdoc/eur20394en.pdf>
131. Menrad, K., Gabriel, A. & Zapilko, M. 2009. Cost of GMO-related co-existence and traceability systems in food production in Germany. International Association of Agricultural Economists Conference Paper, Beijing, 16-22 August 2009. <http://ageconsearch.umn.edu/handle/51562>
132. Menrad et al. 2009. op. cit.
133. Bock, A.K. et al. 2002. op. cit.
134. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/news-center/pages/what-syngenta-thinks-about-full.aspx>
135. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/news-center/pages/what-syngenta-thinks-about-full.aspx>
136. IAASTD 2009. International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development. Island Press. <http://www.unep.org/dewa/assessments/ecosystems/iaastd/tabid/105853/default.aspx>
137. ETC 2013. Putting the cartel before the horse... and farm, seeds, soil, peasants, etc. http://www.etcgroup.org/putting_the_cartel_before_the_horse_2013
138. Then, C. & Tippe, R. 2009. The future of seeds and Food Underfood under the growing threat of patents and market concentration. No Patents on Seeds Coalition <http://www.impactbiotech.de/en/node/90>
139. Hubbard K. 2009. Out of hand, farmers face the consequences of a consolidated seed industry, National Family Farm Coalition, <http://farmertofarmercampaign.com/>
140. See Greenpeace 2010. Genetically-engineered cotton fails to perform in Colombia: <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/genetically-engineered-cotton/>
141. ETC Group 2013. op. cit.
142. Louwaars, N., Dons, H., Overwalle, G., Raven, H., Arundel, A., Eaton, D. & Nelis, A. 2009. Breeding Business, the future of plant breeding in the light of developments in patent rights and plant breeder's rights, University of Wageningen, CGN Report 2009-14 <https://www.wageningenur.nl/en/show/Breeding-Business.htm>
143. Center for Food Safety 2007. Monsanto vs US Farmers, November 2007 update, <http://www.centerforfoodsafety.org/reports/1411/monsanto-vs-us-farmers-november-2007-update>
144. Center for Food Safety 2007. op. cit.
145. Center for Food Safety 2007. op. cit.
146. ETC Group 2008. Who owns nature? Corporate Power and the final frontier in the Commodification of Life. <http://www.etcgroup.org/content/who-owns-nature>
147. ETC 2013. op. cit.
148. ETC 2013. op. cit.
149. <http://www.europabio.org/what-difference-between-genetic-modification-and-conventional-breeding>
150. Greenpeace 2014. op. cit.
151. Greenpeace 2014. op. cit.

152. Mir R.R., Bhat J.A., Jan, N., Singh, B., Razdan A.K., Bhat M.A., Kumar, A., Srivastava, E. & Malviya, N. 2014. Role of molecular markers. In: Pratap, A. & Kumar, J. (eds.), *Alien gene transfer in crop plants*. Springer New York. pp. 165 – 185.
153. Murphy, D. 2007. *Plant breeding and biotechnology: Societal context and the future of agriculture*. Cambridge University Press.
154. Greenpeace 2014. op. cit.
155. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/news-center/pages/what-syngenta-thinks-about-full.aspx>
156. <http://www.independent.co.uk/news/science/monsanto-chief-admits-hubris-is-to-blame-for-public-fears-over-gm-10128951.html>
157. Chapin, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L., Hooper, D. U., Lavorel, S., Sala, O. E., Hobbie, S. E., Mack, M. C. & Diaz, S. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
158. Smith, R. G., Gross, K. L. & Robertson, G. P. 2008. Effects of crop diversity on agroecosystem function: crop yield response. *Ecosystems* 11: 355-366.
159. Di Falco, S. & Chavas, J.-P. 2006. Crop genetic diversity, farm productivity and the management of environmental risk in rainfed agriculture. *European Review of Agricultural Economics* 33: 289-314. See also: Di Falco, S. & Chavas, J.-P. 2008. Rainfall shocks, resilience, and the effects of crop biodiversity on agroecosystem productivity. *Land Economics* 84: 83- 96.
160. Zhu, Y., Chen, H., Fan, J., Wang, Y., Li, Y., Chen, J., Fan, J., Yang, S., Hu, L., Leung, H., Mew, T. W., Teng, P. S., Wang, Z. & Mundt, C. C. 2000. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* 406: 718-722.
161. Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M. J., Avilés- Vázquez, K., Samulon, A. & Perfecto, I. 2007. Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems* 22: 86-108.
162. Birkhofer, K., Bezemer, T.M., Bloem, J., Bonkowski, M., Christensen, S., Dubois, D., Ekelund, F., Fließbach, A., Gunst, L., Hedlund, K., Mäder, P., Mikola, J., Robin, C., Setälä, H., Tatin-Froux, F., Van der Putten, W.H. & Scheu, S. 2008. Long-term organic farming fosters below and aboveground biota: implications for soil quality, biological control and productivity. *Soil Biology & Biochemistry* 40: 2297–2308.
163. Ponisio, L. C., M'Gonigle, L. K., Mace, K. C., Palomino, J., de Valpine, P. & Kremen, C. 2015. Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proceedings of the Royal Society* 282: 20141396. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2014.1396>
164. Chavas, J.-P., Posner, J. L. & Hedtcke, J. L. 2009. Organic and Conventional Production Systems in the Wisconsin Integrated Cropping Systems Trial: II. Economic and Risk Analysis 1993-2006. *Agronomy Journal* 101: 288-295.
165. Offermann, F. & Nieberg, H. 2000. *Economic performance of organic farms in Europe*. University of Hohenheim, Hago Druck & Medien, Karlsbad- Ittersbach, Germany vol. 5.
166. Scialabba, N. E.-H. & Hattam, C. 2002. *Organic agriculture, environment and food security*. FAO Rome <http://www.fao.org/docrep/005/Y4137E/Y4137E00.HTM>
167. UNEP and UNCTAD 2008. *Organic Agriculture and Food Security in Africa*. United Nations, New York and Geneva http://www.unctad.org/en/docs/ditcted200715_en.pdf.
168. Ramanjaneyulu, G. V., Chari, M. S., Raghunath, T. A. V. S., Hussain, Z. & Kuruganti, K. 2008. Non pesticidal management: learning from experiences. <http://www.csa-india.org/>

169. Hassanali, A., Herren, H., Khan, Z. R., Pickett, J. A. & Woodcock, C. M. 2008. Integrated pest management: the push-pull approach for controlling insect pests and weeds of cereals, and its potential for other agricultural systems including animal husbandry. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363: 611-621.
170. http://opinionator.blogs.nytimes.com/2015/04/24/in-india-profitable-farming-with-fewer-chemicals/?_r=0
171. Greenpeace 2013. Golden Illusion: The broken promises of GE 'Golden' rice': <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Genetic-engineering/Golden-Illusion/>
Eisenstein, M. 2014. Against the grain. *Nature* 514: 555-557.
172. Quist et al. 2013. op. cit.
173. Quist et al. 2013. op. cit.
174. Quist et al. 2013. op. cit.
175. Smith, R. G., Gross, K. L. & Robertson, G. P. 2008. Effects of crop diversity on agroecosystem function: crop yield response. *Ecosystems* 11: 355-366.
176. UNEP & UNCTAD 2008. Organic Agriculture and Food Security in Africa. United Nations, New York and Geneva. http://www.unctad.org/en/docs/ditcted200715_en.pdf
177. Hassanali et al. 2008. op. cit.
178. Ramanjaneyulu et al. 2008. op. cit.
179. Zhu et al. 2000. op. cit.

グリーンピースは環境保護と
平和を願う市民の立場で活動する
国際環境 NGO です。
問題意識を共有し、社会を共に
変えるため、政府や企業から
資金援助を受けずに、独立した
キャンペーン活動を行っています。

GREENPEACE

原題：Twenty years of failure: Why GM crops have failed to
deliver on their promises

2015年11月 発行

発行：グリーンピース・ドイツ

Edited by Janet Cotter, Marco Contiero, Dirk Zimmermann,
Justine Maillot

Greenpeace e.V.
Hongkongstr. 10
20457 Hamburg, Germany
phone +49 40 30618-0
fax +49 40 30618-100

V.i.S.d.P.: Dr. Dirk Zimmermann

Photo by Emile Loreaux/Greenpeace

Layout by Véronique Geubelle

日本語版制作 国際環境NGO グリーンピース・ジャパン

翻訳協力 明子・フリッド

日本語版発行 (2016年1月)

国際環境NGO グリーンピース・ジャパン
〒160-0023 東京都新宿区西新宿 8-13-11 NFビル 2F
Tel. 03-5338-9800 Fax. 03-5338-9817

www.greenpeace.org/japan