



京都大学大学院経済学研究科
ディスカッションペーパーシリーズ

種子をめぐる攻防

ー農業バイオテクノロジーの政治経済学ー

久野 秀二 京都大学大学院経済学研究科・教授

No.J-18-001

2018 年 6 月

〒606-8501
京都市左京区吉田本町
京都大学大学院経済学研究科

種子をめぐる攻防——農業バイオテクノロジーの政治経済学¹

久野 秀二²

Seed Battles: Political Economy of Agricultural Biotechnology

Shuji Hisano (Graduate School of Economics, Kyoto University)

1. 食料安全保障政策としての農業技術開発

作物の種子は「農業の生命線」であり、「食の根幹」であり、したがって「すべての生命の源」である。だからこそ「種子を制するものは世界を制する」と言われ、さらに生命科学・遺伝子工学が急速に発展した 1980 年代頃からは「遺伝子を制するものは世界を制する」と言われてきたのである。種子は本来きわめてリアルかつローカルな存在であるが、今や遺伝情報がコード化され、生命が展開する「場」から離れて操作可能となり、知的財産としてバーチャルに私的所有可能で、情報財としてグローバルに取引可能な商品に転化している。それでもなお、種子（遺伝資源）の収集・保全・利用、より直接的には品種改良を通じて各国・地域の農業生産を振興し、実需者・消費者のニーズを満たすことを目的とする種子事業本来の役割がなくなったわけではない。急速に高まる世界食料不安への対応が国際社会の取り組むべき重要課題の一つとなっている今日、遺伝資源と関連技術の扱いを含む種子事業があらためて世界の農業食料ガバナンスの重要な結節点として注目されている。本稿では主に、生産力主義と市場原理主義に貫かれた新自由主義的食料安全保障論によって補強され勢いを増す、多国籍アグリビジネス主導による種子事業ならびにその中核とされる農業バイオテクノロジー（とくに遺伝子組換え技術、以下では適宜 GM 技術と表記する）の現状を明らかにすることを目的とする。また、その一方で胎動しつつある、種子を自分たちの手に取り戻し、農と食に対する主権を守る運動、ならびにそれを支える理論と言説の動向にも可能なかぎり言及したい。

農業技術開発に拘泥する食料安全保障論

2007/08 年に世界を襲った食料高騰が米国発金融危機と世界的景気後退で一服したのも束の間、2010 年後半から再び穀物価格が急上昇し、2011 年 2 月には FAO の食料価格指数で最高値を記録した。その後も 2008 年前半水準で推移していたが、2012 年 6 月以降、米国中西部が 70 年に一度と言われる大干ばつに見舞われ、トウモロコシと大豆の作柄悪化にともなう需給逼迫見通しから、穀物の国際価格が再び高騰した。8 月にはトウモロコシと大豆の価格が史上最高値を更新する事態となった。さらに、小麦の有力産地であるロシアやウクライナでも天候不順が続いた。2014 年以降は穀物生産が安定を取り戻す一方で、過熱気味だった新興経済諸国の景

¹ 本論文は刊行を予定している単著書の一部を構成する章として準備されたものである。そのため、単独の学術論文として提示すべき理論枠組みや方法論等に関する考察は含まれていない。執筆開始から数年が経過しており、対象としている政策課題や扱っているデータの適時性を考慮し、ディスカッションペーパーとして著作権化することにした次第である。

² 京都大学大学院経済学研究科・教授 E-mail: hisano@econ.kyoto-u.ac.jp

気が停滞してきたことも重なり、国際食料価格は低下傾向にある。

しかし、その間も、東部・南部アフリカでは長期的な異常気象（極端な豪雨と干ばつ）によって食料不安と病気の蔓延が深刻化している事実を忘れてはならない。そもそも、最大規模のエルニーニョ現象をはじめとする近年の相次ぐ天候不順は食料高騰の引き金ではあっても問題の本質ではない。今日の食料危機的状況はいくつもの構造的要因によって規定された、その限りでは必然的な帰結である。すなわち、輸出国の論理で設計された自由貿易システムと新自由主義的「構造調整」政策が、食料輸入国とくに低開発途上国の持続的農業発展を妨げ、あるべき小農支援体制を破壊してきたこと、先物市場での野放図な金融投機や大規模直接投資による農地収奪が新たな問題として急浮上してきたこと、過大なバイオ燃料（再生可能エネルギーとして期待される多様なバイオマス燃料と区別し、食料として供すべき農産物からの転換を問題視するため、農民組織・市民社会組織を中心に「アグロ燃料」という表現が定着している。GRAIN 2007）推進政策が穀物需給の逼迫を煽っていること、そして、これらの背後で利益を貪る多国籍企業が規制されないまま影響力を増長していることなど、改めるべき問題は明らかである。

ところが国際社会の対応は後手に回ってきた。1980年代以来の新自由主義的イデオロギーの根は深く、世界の食料供給を一部の生産輸出大国に依存し、それゆえ貿易や投資の自由化をもって世界の「食料安全保障」と標榜する議論——新自由主義的食料安全保障論——が国際社会の「主流」の位置を占めている。いわゆる大規模農地取得を通じた海外農業投資（Land Grabbing）も、国内の食料生産基盤を積極的に破壊し輸入依存率をいっそう高めながら貿易自由化政策や開発輸入政策をさらに推進しようとする日本政府・財界が掲げる「食料安全保障」も、その一つである。

例えば、2012年9月上旬にウラジオストクで開催されたAPEC首脳会議の『宣言』に「食料安全保障の強化」が盛り込まれた。そこでは「持続可能な農業生産の増大と生産性の向上、世界の環境条件の多様性および農業の正の外部経済への考慮、さらなる貿易円滑化と食料市場の発展、食品安全性の向上、社会的弱者グループの食料へのアクセスの向上、そして農家の福祉の改善にコミットする」と謳っている。しかし、これを報道した日本経済新聞の記事が端的に「生産力の向上や貿易円滑化で価格高騰を抑止」と表現したように、具体策として掲げられているのは、①投資の増加と農業バイオテクノロジーを含む革新的農業技術の採用による農業生産性の向上、②開かれた透明性のある市場メカニズム（農業貿易システム）の重要性の再確認と食料輸出に係る禁輸等の制限措置の抑止、③農業投資増加に有効な環境としての官民連携の重要性の確認、④「責任ある農業投資原則」に留意した海外直接投資の積極的役割の確認、である。これらは2009年のG8ラクイラ会議や2010年のG8ムスコカ会議、そして2012年5月のG8キャンプデービッド会議でも再確認されてきた内容である。とくに「生産力の向上」については、2006年に設立されたAGRA（アフリカのための緑の革命）や2011年にWEF（世界経済フォーラム）が発足させたGrow Africaなど、「開発途上国とくにアフリカの経済成長には民間資本による農業開発投資が不可欠であり、種子をはじめとする農業技術の改善とスケールアップのための官民連携が重要だ」とする認識が貫かれている。

近年、これと同じ文脈で多用されている概念が、限られた土地資源で環境負荷を減らしながら世界の食料増産を達成するための農業科学技術の推進を謳った「Sustainable Intensification（持続可能な農業生産強化）」である。2009年の英国王立協会報告書（Royal Society 2009）に端を発するとされるが、その後も英国政府や米国政府の関連政策・事業でも採用され、最近ではアグリビジネス企業・業界団体やビル&メリンダ・ゲイツ財団も盛んに

言及している (Collins & Chandrasekaran 2012)。その一つ、米国政府の「Feed the Future」事業では官民連携による 35 億ドル規模の農業開発投資が計画され、干ばつ耐性や病虫害抵抗性といった作物品種、窒素固定や光合成能力を高めた増収性品種の開発、除草剤耐性品種と親和的な不耕起栽培技術の普及など、その多くは GM 技術を含むバイオテクノロジーの開発と利用を推進するものとなっている。

気候変動対応型農業 (Climate Smart Agriculture) の内実

一般には地球温暖化 (global warming) として議論される気候変動 (climate change) に対し、国際社会は 1988 年に設置された「気候変動政府間パネル (IPCC)」、1992 年の地球サミット (環境と開発に関する国連会議) で採択された「気候変動に関する国連枠組み条約」、これに関連して 1997 年に採択され、2005 年に発効した「京都議定書」などで対応してきた。気候変動の要因とされる温室効果ガス (GHG) には二酸化炭素だけでなく、メタンや亜酸化窒素 (一酸化二窒素)、フロン類 (モントリオール議定書の規制対象となっているオゾン層破壊物質) が含まれる。温室効果としては後者の方が圧倒的に大きい、化石燃料から排出される二酸化炭素、したがってエネルギー生産や製造業等の産業活動、輸送機関の利用や日常生活での電気・ガスの利用に注目が集まりがちであり、実際に排出量が膨大なので施策の中心に位置づけられてきた。農業生産が高温・低温や洪水・干ばつといった気候変動の影響を直接、そして大きく受けることは一般に知られているが、同時に温室効果ガスの主な排出源の一つとなっていることはあまり知られていないかもしれない。IPCC 等の試算によれば、世界の温室効果ガス排出量の 24% が農林業その他の土地利用 (AFOLU) に由来している。これには含まれないサプライチェーン全体の排出量を考慮すれば、その割合はもっと高くなる。農業部門では具体的に、農地拡大による森林伐採や土地利用の変化によって排出される二酸化炭素、家畜や水田から排出されるメタン、化学肥料の使用によって排出される亜酸化窒素、そして加工・輸送過程で排出される二酸化炭素などがある。バイオエタノール (トウモロコシ、サトウキビ等) やバイオディーゼル (ナタネ、アブラヤシ、ヤトロファ等) など植物由来のバイオ燃料は化石燃料と異なり再生可能である上に、原料植物の成長過程で光合成によって二酸化炭素を吸収するため、温室効果ガス排出量は相殺されてゼロになるという「カーボン・ニュートラル」の考え方が、バイオ燃料作物の生産拡大政策を正当化してきた。しかし、そのことが「食料と燃料の競合」をもたらした世界食料価格高騰の要因の一つになったというだけではない。実際には栽培過程や輸送・加工過程で大量の化石燃料を消費 (浪費) しているため、一部のサトウキビや農林業残渣・木質バイオマスを除き温室効果ガスの削減効果は必ずしも高くないこと、一部のトウモロコシや大豆、アブラヤシでは逆に排出量を増やす場合があることが明らかになっており (UNEP 2009)、その正当化論拠は薄弱と言わざるを得ない。農業部門として、温室効果ガスの削減に直接の責任を果たさなければならない所以である。

気候変動対応型農業 (Climate Smart Agriculture : CSA) という概念は FAO によって 2009 年に定義され、翌 2010 年の「農業・食料安全保障・気候変動に関するハーグ会議」で国際社会に提唱されたのが最初とされる (FAO 2010 ; CIDSE 2014)。限られた資源から持続的に食料を生産すること (food security through sustainable intensification)、気候変動への弾力性と適応性を高めること (resilience)、そして温室効果ガスを削減・除去すること (mitigation)、という三つの柱が同概念を構成する (FAO 2013a)。これらは相互規定関係にあり、どれか一つを達成すれば済むというものではなく、農業・食料の生産・流通・消費のあり方を全体として転換していくことが求められている。ところが、2012 年の「農業・食料安全保障・気候変動に関するハノイ会議」のあたりから、CSA 概念の一

人歩きが始まっていく (GRAIN 2015a)。同会議では「民間部門の役割」が重視され、「官民連携」における「民間部門の関与を制度化・スケールアップ」して「民官連携」にしていくことが議論された。FAO は 2013 年に、世界各地で実践されている成功例を集め、CSA の可能性と課題を整理した報告書 (FAO 2013a, 2013b) を刊行したが、成功例はどれもトップダウンの農業技術普及事業で占められ、途上国小農向けの窒素肥料普及事業がこれに含まれる一方、アグロエコロジーはほとんど言及されなかった。FAO 主催 (ローマ) の「食料安全保障と栄養のためのアグロエコロジー国際シンポジウム」(FAO 2014) が 2014 年 9 月に開催されるなど、小農とアグロエコロジーの食料安全保障・気候変動問題への貢献可能性が国際社会で広く認識されるようになっていた時期にもかかわらず、である。そして同じ 2014 年 9 月、国連本部 (ニューヨーク) 主催の「気候変動サミット」が開催されるのに合わせて、気候変動と農業に関する国際社会の「中心的プラットフォーム」として「CSA のためのグローバル・アライアンス (Global Alliance for Climate Smart Agriculture : GACSA)」が設立された。これは前年から化学肥料業界が中心となって準備を進めてきたもので、メンバーには主要先進国や一部途上国の政府、大学・研究機関、農業団体・環境保護団体が含まれるが、目立つのは化学肥料大手のヤラ・インターナショナルとモザイク、国際肥料産業協会 (International Fertilizer Industry Association) や国際植物栄養協会 (International Plant Nutrition Institute)、カナダ、米国、欧州等の化学肥料業界団体の存在である (GRAIN 2015a ; ASEED 2016)。

IPCC によると、化学肥料から排出される温室効果ガスが農業部門のそれに占める割合は 13%程度とされる。農業部門の割合は全体の 13%であるから、化学肥料の温室効果ガスは全体の 2%に満たないことになる。しかしながら、近年はシェールガス開発で問題となっている水圧破砕法による天然ガス採掘を用いることが多く、二酸化炭素より温室効果が 25 倍以上大きいメタンガスを通常の採掘方法より 40~60%多く漏出させている。また、窒素肥料は施肥量 100kg あたり窒素酸化物 1kg を大気中に排出させると試算されているが、最近の研究によると、実際にはこの 3~5 倍は多いとされる。過去 40 年間で化学肥料の効率性が 3 分の 2 に低下する一方、単位面積あたり施肥量は 7 倍も増加している。それに伴って土壌有機物の喪失、したがって土壌の温室効果ガス貯留能力の低下にも大きく負担している。とくに化学肥料業界が CSA に積極的である理由は、気候変動と農業に関する国際社会の対応と議論をめぐって先制的に主導権を握り、自らの利害を擁護・反映したフレーミングと言説を作り出すために、各企業、業界団体、試験研究機関、一部の環境保護団体や農業団体を巻き込んだフロント団体を組織する必要があったからではないかと指摘されている (GRAIN 2015a)。

もちろん、CSA に積極的なのは、程度の差はあれ主要国政府や他の農業食料関連産業も同様である (Schmitt 2016)。GACSA 設立に先立って開催された 2014 年 7 月の「パートナー会合」に米国政府が代表団を派遣し、オバマ政権下で食料安全保障政策の柱として進めてきた「Feed the Future」事業の中に CSA を位置づける一方、マクドナルドとウォルマートはいち早く自社の「社会的責任」事業として CSA を取り入れた。また、2015 年 12 月にパリで開催された「気候変動条約 | 第 21 回締約国会議 (COP 21)」に合わせて、「持続可能な開発のための世界経済人会議 (WBCSD)」が同年 5 月に設置した「低炭素技術連携イニシアチブ」の CSA 作業部会が行動計画を発表している。WBCSD は 1992 年の地球サミットに産業界の利害を反映させることを目的に 1990 年に組織された「持続可能な開発のための経済人会議 (BCSD)」と、国際商工会議所が 1993 年に設立した「環境のための世界産業会議 (WICE)」を 1995 年に併合して設立されたもので、現在 200 社以上のグローバル企業が加盟する、環境とビジネスに関する強力なロビー団体である。CSA 作業部会の共同議長はペプシコ、モンサント、オーラム、ケロッグの 4 社が務め、参加企業にスターバックス、ディアジオ、コカコーラ、ヤラ、タイソンプ

ーズ、ウォルマート、デュポン、ユニリーバ、ノボザイム等が含まれる。

こうした動きに対して、世界中の社会運動・市民社会組織（途上國小農団体、小農支援組織、環境保護団体等）が懸念を表明し、これを批判する声明文を 2014 年 7 月、同 9 月、翌 2015 年 9 月に続けて発表している（www.climatesmartagconcerns.info）。批判のポイントは第一に、CSA の定義や基準が明確にされていないため、世界各地で実践され成果をあげているアグロエコロジーの経験やそこで期待される小農の役割がほとんど顧みられない一方で、GM 作物や最新の化学肥料・農業機械、工業型畜産技術などが CSA に含まれていることである。例えば化学肥料業界は、化学肥料による生産性の向上と生産力の増大を前提にしながら、それがなければより多くの農地を確保しなければならず、さらなる森林破壊が進むと主張し、気候変動対応という文脈で化学肥料の使用促進を正当化している。製造過程の排出量を削減した製品や、土壌や作物の栄養状態をセンサーで診断して施肥量を効率化する技術を開発しているが、そのコストを負担できる生産者は限られるだろう（Schmitt 2016）。他方、モンサントは GM 技術による干ばつ耐性品種の開発と普及が CSA に該当すると主張しているが、第 4 節で考察するように、その効果は疑問視されている。そもそも、CSA は食料安全保障と一体のものであり、その主たるまなざしが途上國小農を中心とした持続可能な食料生産と農村開発の実現に向けられるのだとすれば、小農不在の技術突破主義には自ずと限界がある。しかし、「三つの柱」に示されるような CSA の考え方そのものは普遍的意義を有しているがゆえに、小農支援団体や環境保護団体など社会運動・市民社会組織の側にも混乱が生じているようだ（Anderson 2014）。

第二に、カーボン・オフセット（自らの温室効果ガスの排出について、他者が行う削減・吸収プロジェクトに投資すること等により埋め合わせをするもの）の対象に CSA を含めようとしていることである。農地土壌の炭素貯留は永続的・固定的ではなく、耕作方法や気象条件の変化で容易に大気中に漏出する可能性が高いし、そもそも量的評価が困難である。温室効果ガス排出の「埋め合わせ」を目的とした農地の囲い込み＝収奪（Land Grabbing）を誘発する可能性もある。温室効果ガスを排出してきた農業・食料システムを転換するのではなく、むしろ温室効果ガスをあまり排出しない農業を実践してきたにもかかわらず気候変動の影響に脆弱な途上国の小規模家族農業に排出量削減の責任を負わせるものでしかなく、実際、排出権取引によって途上國小農に支払われる補償額は不十分となる傾向がある（MISEREOR 2012 ; Anderson 2014）。

第三に、GACSA のガバナンスに問題がある。パワーバランスの不均衡がみられるうえ、意思決定のプロセスが不透明である。そもそも、食料安全保障や気候変動の問題に関しては、すでに国連気候変動枠組み条約（UNFCCC）締約国会議や政府間パネル（IPCC）、世界食料安全保障委員会（CFS）が広範な利害関係者による協議・意思決定メカニズムとして機能してきたが、GACSA はこれらのプラットフォームを軽視し、上書きしようとするものである。GACSA は誓約ベースの参加と自主的な報告でよしとされており、モニタリングや説明責任のメカニズムが欠落している（Aubert et al. 2015）。前述した三つの柱の一つにさえ該当すれば「Climate Smart」の取り組みとして扱われるような枠組みでは、実際には気候変動対応とならない従来型ビジネスモデルを隠蔽する「グリーン・ウォッシュ」を助長しかねない。

2. 農業生産力と農業技術

農業生産力・農業技術を概念的に理解するために

本題である農業バイオテクノロジー（GM 技術）の批判的検証に入る前に、農業生産力と農業技術を概念的に把握するための基礎作業を済ませておきたい。そうすることで、農業生産力を高めることの社会的意味、農業技術革新のあり方に対する社会科学的な問いかけを正しく行うことができると考えるからである。

いかなる生物も、自らの系（システム）を維持してゆくためには環境（外的自然）を適切に制御できなければならない。人間も環境に対する能動的な制御活動を行うことなしには存続することができない。人間は他の生物と異なり、①自由で意識的な活動、②道具を用いた活動、③社会的協働活動といった特徴をもつ生産活動＝労働によって、環境を制御してきた。人間はまた、労働によって自身の能力（外的環境に対する法則的認識＝科学）を高め、その成果を技術として応用し、さらに制御能力を発展させることができた。そのことを通じて内的自然である自らの健康・生命を制御する能力をも獲得してきた。人間のこのような能力のことを生産力といい、生産力のあり方は人間社会の発展の主要な指標である。このことからわかるように、生産力を生産物の使用価値量と価値量によって計測される物質的生产力としてのみ理解すべきではない。生産性や効率性という点では高度に発達した生産力の、例えば内的自然である人間自身を破壊し、外的自然である環境を攪乱し、結果として人間的諸力の豊かな発展を阻害するような科学技術の負の遺産（その最たるものとしての核兵器）をみれば、たんなる物質的生产力の獲得のみを社会発展の指標とするのが一面的にすぎることは明らかである（久野 1996）。

他方、そのような生産活動をめぐって取り結ばれる人と人との関係を生産関係という。生産関係はさまざまな関係からなるが、とくに重要なのが技術を含む生産手段の所有関係（階級関係）である。自分で生産する者を持たない者は持てる者のもとで働かなくてはならないが、そのことが生産における決定権や処分権を左右するからである。生産関係は広義には、その社会の生産・分配・消費の過程における社会的諸関係（経済的構造）を意味する。そこで生起するさまざまな経済現象の中から問題を見つけだし、その発生メカニズムや諸現象の相互関係を理論的・実証的に明らかにするとともに、その解決方法を政策的含意として提示することを、経済学は課題としている。

人類史的にみれば生産関係は生産力の発展段階に照応するが、同時に、生産関係は生産力のあり方に影響を及ぼす。生産力はその主体的条件である労働力と客体的条件である生産手段（労働手段・労働対象）との結合関係を通じて発現する。その結合関係は当該社会の生産関係を反映しているがゆえに、生産力をめぐる問題は技術学ではなく経済学の課題となる。

技術はこのように概念的に把握される生産力の重要な構成部分である。それは生産力の主体的契機からは区別されるが、技術の領域は科学的知識の客体化としての労働手段体系（ハード技術）に限られない。経験的に習得された生産方法や技法・技能（ソフト技術）も労働のあり方を規定し、生産力の発現に大きく影響する。したがって、ここでは科学的・経験的な知識およびその客体化である広義の労働手段体系として技術を定義しておきたい（図1）。

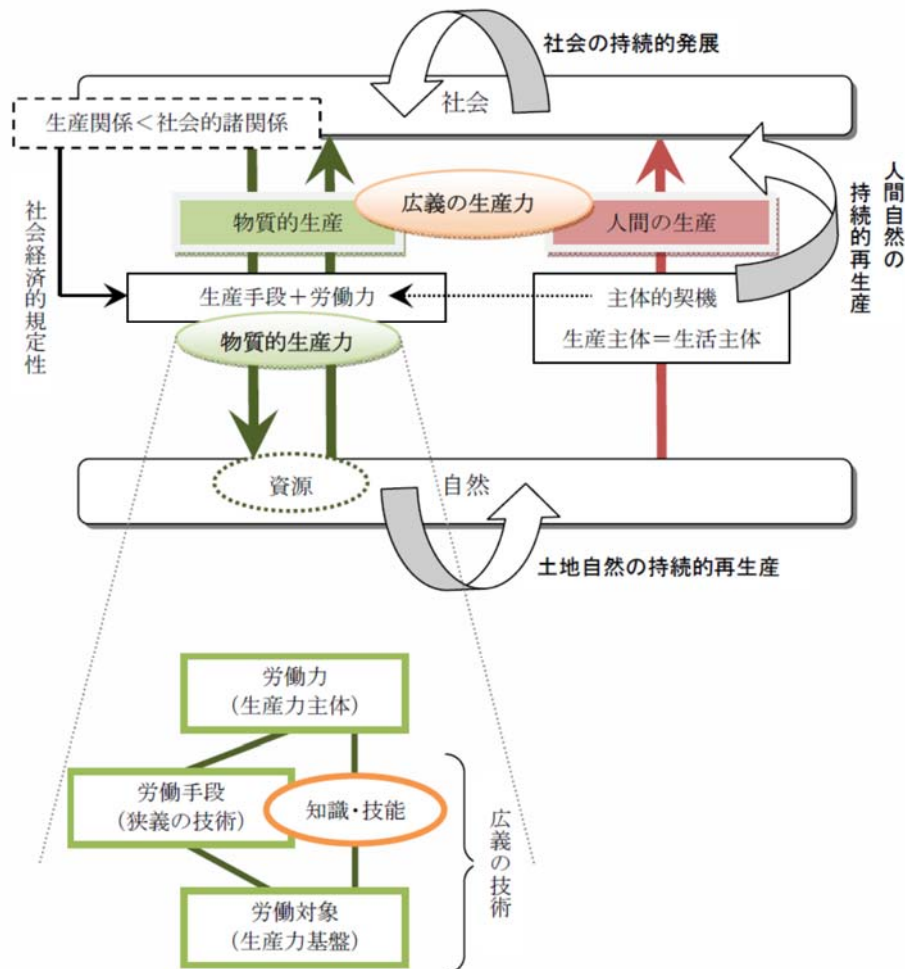


図1 生産力

生産関係との相互規定関係にある生産力の下位概念として技術を捉える以上、経済学は技術を与件として、つまり技術を技術そのものとして済ますわけにはいかない。第1に、技術の開発・普及・利用は一つの社会的過程であり、当該技術が商品として生産・流通・消費されるとすれば、その過程をとりまく生産関係（例えば市場構造や企業行動、産業政策など）が技術のあり方に大きく影響するからである。筆者はこれを技術の社会経済的規定性と呼んでいる。第2に、技術の利用によって生産力のあり方（労働力と生産手段との結合関係）が変容し、生産関係のあり方に反作用するとともに、本源的な生産活動——内的自然である人間の健康や生命（人間自然）の維持・再生産、外的自然である環境（土地自然）の維持・再生産、そして両者間の物質代謝を通じた人間社会の持続可能な発展——をも攪乱することが想定されるからである。それゆえ第3に、技術の開発と利用に対する社会的規制、それを通じた技術の再構築と生産活動の再建が課題として提起されるからである。そして第4に、そうした課題に取り組むなかで、必然的に生産力と生産関係の相互规定的な連関構造（生産様式、社会のあり方）に能動的に働きかけ変革していくための、私たち自身の主体形成の問題へと議論を進めることが要請されるからである。このような意味で、技術はつねに社会経済的規定性や価値規範性を帯びているのである³。

³ マルクスは『資本論』第1巻第13章「機械と大工業」の最終節で「大工業と農業」を論述するなかで、一方では、大工業の生産力発展とその所産である「科学の意識的な技術的応用」に伴って農業生産力も発展すること、工業における生産と労

農業技術の特徴

農業・食料の生産から流通、加工、消費に至るプロセスに関わる技術は多様であるが、農業における生産力と生産関係との相互規定性とそこに内在する諸矛盾を明らかにするのに必要なかぎりでは、農業技術の特徴を整理しておきたい。

第1に、農業技術は、いわゆる機械制大工業段階に到達して飛躍的に発展した工業技術とは異なり、有機的生命体の育成としての農業生産の特質に規定されて、さまざまな自然的制約を受けざるをえない（祖田 2000）。例えば、生物の生育過程＝生産期間の前後継起性と季節的かつ長期的な固定性、それに伴う生産期間と労働期間の不一致は、個々の作業（労働過程）ごとの跛行的な機械化と断片的な機械体系化しか許さず、とくに広大な土地の広がりが必要とする土地利用型農業では効率的な技術導入の可能性は狭められる。オートメーション化された植物工場での葉菜類生産はむしろ例外である。

第2に、先に確認したように、生産力は、労働力、労働手段、労働対象という3要素の結合関係において概念的に捉えられる。農業生産過程を「生命体の生育過程の制御」と捉えれば、農機具等の機械的労働手段だけでなく、厳密には労働対象に分類される種苗（改良品種）、肥料、農薬などが、土地改良や灌漑設備等の基盤技術とともに、自然的制約を部分的・修正的に克服し、土地生産性と労働生産性を高めるうえで重要な労働手段として機能してきたことが分かる。また、農業の主要な生産手段である土地は、農作業が行われる場所的労働手段であり、地力を備えた容器的労働手段であると同時に、地力増進のためにそれ自体が労働対象ともなる。そして、播種、田植、施肥、灌水、防除、収穫等の基本的な作業体系はもちろん、作物の肥培管理や家畜の肥育管理、篤農家的な品種改良など、生産主体である農民によって経験的に習得され継承されてきた技能が、これら広義の労働手段（あるいは労働対象を加えた生産手段）と不可分のものとして農業生産力の発現に大きく関わっている。このように農業技術を広く捉えることによって、農業生産力形成において主体的条件（農民の労働力）が果たしてきた重要な役割、したがって、農民不在のまま農業技術の「革新」を追求する農業生産力主義の一面性も明らかになる。

第3に、農業の生産手段として不可欠な土地や水はそれ自体、無償の自然物であり、半永久的に利用可能な更新資源である。もちろん、これら自然物に何らかの人間労働が加えられてはじめて農業生産力の源泉（農業資源）として機能するのだが、それらは微妙な有機的連関のバランスの上に成り立つ生態系の構成要素であり、

働の社会化が農業・農村にも及ぶこと、それらの過程を通じて農村における社会変革の要求が都市に接近することなど、農業資本主義化の進歩的側面（文明化作用）を描いたが、同時に資本主義的生産は「人間と土地とのあいだの物質代謝を攪乱する」、「資本主義的農業のどんな進歩も、ただ労働者から略奪するための技術の進歩であるだけでなく、同時に土地から略奪するための技術の進歩でもあり、一定期間の土地の豊度を高めるためのどんな進歩も、同時にこの豊度の不断の源泉を破壊することの進歩である」ことも明らかにした。なお、ここでいう「物質代謝の攪乱」は、直接的な地力の収奪だけでなく、空間的な広がり、すなわち農工間の不均等発展に伴う工業・都市と農業・農村との対立、それが引き起こす都市の公害・環境問題、農村における自然・生活基盤の破壊への今日の示唆を含んだものである。資本主義的な生産力発展の進歩的側面と破壊的側面を統一的に把握したマルクスは、それゆえに「再びそれ〔＝物質代謝〕を、社会的生産の規制的法則として、また人間の十分な発展に適合する形態で、体系的に確立することを強制する」ことの歴史的必然性を展望した。人間の類本性は自由で意識的な諸活動を媒介にして外的自然に能動的に働きかける点にあるが、同時に、人間自身が自然の一部である以上、外的自然を「人間の社会的存在諸条件」として再生産されなければならないからである。彼にとって、生産力発展の本来の方向性は人間の類性格の全面的開花（真に人間らしい生活の完成）にあり、それは人間による諸法則の認識とその意識的活用にもとづく自由の獲得に支えられる。ここから、農業技術の高度化―機械化・化学化・施設化・バイオテク化―に進歩的意義を見いだすためには、たんに物質的生産力の増大だけでなく、労働主体である農民の自由時間の拡大と生活の再生産を通じた人格の全面的発達の実現に関わらせて評価する必要性が示唆される。

その賦存状況も地域性や季節性を帯びている。それゆえ、管理と利用のあり方、農業技術の適用の仕方によっては資源浪費や環境破壊を引き起こす可能性がある。実際、物質的生産力増強のための機械化・化学化・単作化の追求が逆に生産力基盤としての農業資源を掘り崩してきた。中島紀一は、農業技術を土台技術（農耕的エコロジーの形成・持続・活性化に関わるストック領域の技術）と上部技術（狭義の栽培技術、フロー領域の技術）に区分して独自の技術論の構築を提起した宇根豊の議論を踏まえ、上部技術は土台技術に支えられてはじめて持続的展開が可能になるにもかかわらず、重化学工業の生産力成果として導入された新しい技術は土台技術から切断された上部技術に偏重しながら跛行的に発展してきたとし、これを「農法空無化」として批判した（中島 2000）。

第4に、農業技術を直接的な農業生産過程に関わる栽培・飼育技術のみならず、その準備段階における生産財（農業資材）に関わる技術、収穫以後の調整、貯蔵、保管、加工、流通等に関わる技術を含めて理解することも可能である。そのことによって、生産から消費までの諸過程にまたがる現代農業・食料システムで利用される高度に発達した技術・生産力に内在するさまざまな歪み、すなわち直接的な環境負荷や化石燃料への過度の依存を通じた外的自然（農業資源や自然環境）の破壊、栄養の偏りや食品リスクを通じた内的自然（人間の健康と生命）の破壊を、トータルに把握することが可能になる。

農業バイオテクノロジーを評価する社会科学の視点

ここで問われているのは、総じて農業生産力をめぐる科学技術と社会の関係性である。筆者はこれまで社会科学（農業経済学・政治経済学）の立場から、遺伝子組換え（GM）技術をめぐる科学技術と社会の関係性を論じてきた。その基本は、科学研究・技術開発の背景にある歴史的・構造的な社会的諸関係（社会経済的被規定性）をリアルに描き出すことにあった。同時に、当該技術が及ぼす社会経済的影響を、いっさいの与件を排除してリアルに描き出すことにあった。つまり、科学技術と社会の関係性は複合的・双方向的である（久野 2005）。

第1に、科学研究・技術開発の成果が社会に及ぼす影響である。それは科学技術の提供者である科学者が、その受容者である社会に配慮しなければならないといった単線的な関係ではない。社会は科学研究の方向性と技術開発の成果に対して能動的に意思決定を下す権利を有し、そのことで科学者に社会的責任を要求する権利を有しているからだ。そもそも「社会」の理解も単純では済まされない。社会は経済的な構造的格差をともなっている。科学技術が社会に何らかの貢献を約束し、あるいは負の影響を及ぼすとすれば、その貢献も影響も構造的とならざるを得ない。科学技術の社会的影響を考えると、社会一般ではなく現実社会のリアルな把握が不可欠である。

農業バイオテクノロジー、とりわけ GM 技術の評価は往々にして「食品リスク」に注目しがちである。それが最終的に食品として消費される以上、健康へのリスクに消費者の関心が集中するのはむしろ当然である。しかし、GM 技術はまず何よりも農産物（あるいは畜産物・水産物）として開発され、広く生態系で利用される以上、それが生態系に及ぼす影響を技術評価に組み込まなければならない。さらに、その生産の担い手である農業生産者、その空間である農村社会、そして農業・食料システムの全体に及ぼす影響も、当該技術の評価から切り離すことはできない。GM 技術を推進する科学者は未だに「技術は技術、その使い方は社会の問題だ」といった言説に固執しているが、開放系（生態系）で使われる技術を閉鎖系（実験室・実験圃場）での評価に限定し、社会で使われる技術を経済的・社会的・文化的な文脈から切り離して評価することの是非が問われなければならない。狭義のリスク評価（リスクアセスメント）に対して、社会的管理の問題をリスク管理（リスクマネジメント）、

社会との対話をリスクコミュニケーション、それらを組み合わせた総合的なリスク対策をリスク分析（リスクアナリシス）と呼ぶことがある。しかし、概念的な整理としては有効かもしれないが、それらを「評価の後に管理と対話がある」といった単線的な経路で理解したのでは元も子もない。それらは絶えず相互にフィードバックするものであって、リスク評価自体に倫理的・法的・社会経済的な評価視点（ELSA）が欠かせない、というのが科学技術と社会の関係性を踏まえたリスク分析の考え方である。つまり、リスク評価を社会的文脈から切断することがあってはならないのである。

第2に、科学研究・技術開発は一連の社会的選択プロセスである。優先的に解決すべき問題を何に見定めるか、そのために研究課題をどのように設定するか、そこで除外された他の問題や解決策をどう扱うか、選択した解決策によって生じうる外部効果をどう評価するか（あるいは、評価しないのか）といった判断を、科学者・技術者は——明示的であれ暗黙的であれ——絶えず行っているはずである。そして、こうした判断は科学者・技術者自身の価値観や彼らが置かれている経済的・社会的・文化的な環境や利害関係によってさまざまな影響を受けざるを得ない。とりわけ科学技術政策が産業競争力政策と一体化し、新自由主義的経済政策が科学研究・技術開発にも及び、プロパテント政策と産官学協同の推進によって研究開発の成果が公共財ではなく私有材として囲い込まれるようになっていっただけに、科学技術を取り巻く政治経済的利害関係の解明と社会的規制の提起はきわめて重要な課題となっている。

もちろん、科学技術が社会的・政治経済的な利害関係にまみれていることの暴露と批判は必ずしも科学技術の科学性（データと分析手法の客観性）や技術開発の進歩性・社会貢献性を否定するものではない。農業バイオテクノロジーを評価する際に気をつけるべきは、農業バイオテクノロジーを、その主要な、しかし一つの応用例にすぎない GM 技術と（前者を後者で代表させることはあっても）同一視するのではなく、逆に、多様な形態と方向性を取りうる農業技術革新のあくまでも一つの分野として農業バイオテクノロジーを位置づけるとともに、その農業バイオテクノロジー自体が多様な形態と方向性を取りうるのだという点である。したがって、GM 技術の評価に際しては、それをオルタナティブな農業バイオテクノロジー、オルタナティブな農業技術（農業モデル）と比較する視点が重要となる。

3. 加速する遺伝子組換え技術の商品化

GM 技術とは

すべての生物は4つの塩基からなる DNA（デオキシリボ核酸）で構成される。遺伝子とは、特定の生体反応に関わるタンパク質合成に必要な情報を含んだ DNA 断片である。この遺伝子を組み換えることで、新形質を有する生物をつくり出せると考えられた。1970 年代後半から開始された応用研究は、早くも 80 年代には微生物を用いたインシュリン等の医薬品開発に、90 年代には農作物の品種開発に結実した。その意味で、GM 技術は生物の構造と機能を解明し利用するための科学的営為の産物である。後述するように、実際に開発され商品化されている GM 作物には、除草剤耐性品種（作物自体も枯らす非選択性除草剤に耐性をもたせることで、雑草防除を効率化し、コストと労働の節減が期待される）や害虫抵抗性品種（特定の害虫に効果のある土壌細菌 Bt の毒素タンパク質を作物自体につくらせることで、難防除害虫の被害を軽減し、殺虫剤使用量とコストの節減が期待される）、特定のアミノ酸や油脂の含有量を調整した機能性品種などがある。将来的には耐塩性や耐乾燥性などの品種も期待されている。つまり、品種改良を効率化し、従来は困難だった新品種の作出を可能にする技術として応用が期待されている。その意味では、GM 技術は従来育種技術の延長線上に位置づけられる。

だが、科学的営為の産物であり、従来育種技術の延長線上にあるとしても、そしてその便益可能性ゆえに GM 作物の開発を正当化できたとしても、なお不確実性を伴う DNA 操作によって自然界では通常は起こりえない現象を人為的に起こすことで、作物自体に、それを食する私たちの健康に、その作物が広く栽培されることによって自然生態系に、それぞれどのような影響が及ぶのかが懸念されている。実際、これまで開発され商品化されている GM 作物はシンプルに操作可能な遺伝子機能の働きによるものととどまる。期待の膨らむ耐乾燥性や増収性といった機能には多くの遺伝子の複雑な相互作用が関与するため、他の機能に影響を及ぼすことなく制御するのがなお難しいとされている。

従来育種技術や肥培管理技術、生態系利用技術などの「土台技術」を犠牲にしながら、巨額の研究開発費が GM 技術を中心とする農業バイオテクノロジーにつぎ込まれてきたが、その農業生産力としての評価は、一部で享受されている便益やその可能性だけでなく、すでにもたらしている・もたらすことが懸念されている負の影響を制御する技術的、制度的な能力も含めて行わねばならない。前節で検討したように、農業という営みの社会経済的、文化的、歴史的な文脈から切り離された物質的生产力（土地生産性や労働生産性）だけで農業技術を評価するのではなく、それが社会経済的・環境的に公平で公正かつ持続的な農業・食料システムを支える生産力となり得るか否かも問われなければならない。

GM 作物の栽培状況

国際アグリバイオ事業団（ISAAA）によると、世界全体の GM 作物栽培面積は 2014 年、28 カ国 1 億 8,150 万ヘクタールに達した（James 2014）。ISAAA は産業界の支援を受けた「NPO」で、そのデータの真偽は定かではないが、現在入手しうるほぼ唯一の国際統計であるため、これに依拠せざるを得ない。1996 年に本格的な商業栽培が始まってから一貫した拡大傾向にある。2015 年に初めて減少に転じたものの（James 2015）、2016 年の最新データ（James 2016）ではやや挽回し、1 億 8,510 万ヘクタールとなった（図 2）。世界全体の農地総面積に占

める割合は 4%に満たないが、永年作物・牧草地等を除く耕地総面積比は 13%近くに達する。作物別にみた GM 品種の作付け割合は、大豆 78.1%、トウモロコシ 32.8%、綿花 63.7%、菜種 23.9%である。また、米国の GM 品種作付け割合は大豆 94%、トウモロコシ 92%、綿花 93%に達しており、アルゼンチン的大豆は約 100%、トウモロコシ 97%、ブラジルでも大豆 96%、トウモロコシ 88%、カナダの菜種（カノーラ）で 93%、インドと南アフリカの綿花も 9 割を超えている。しかし、実際には米国（39.4%）、ブラジル（26.5%）、アルゼンチン（12.9%）の主要 3 カ国で 78.8%、インドとカナダを加えた 5 カ国で 90.6%を占め（表 1）、対象作物は大豆（49.4%）、トウモロコシ（32.7%）、綿花（12.0%）、菜種（4.6%）の 4 作物、品種特性についても除草剤耐性品種（46.7%）と害虫抵抗性品種（12.5%）、もしくは両方を備えたスタック品種（40.7%）にほぼ限られている。商業栽培が始まってから常に指摘されてきた問題である。

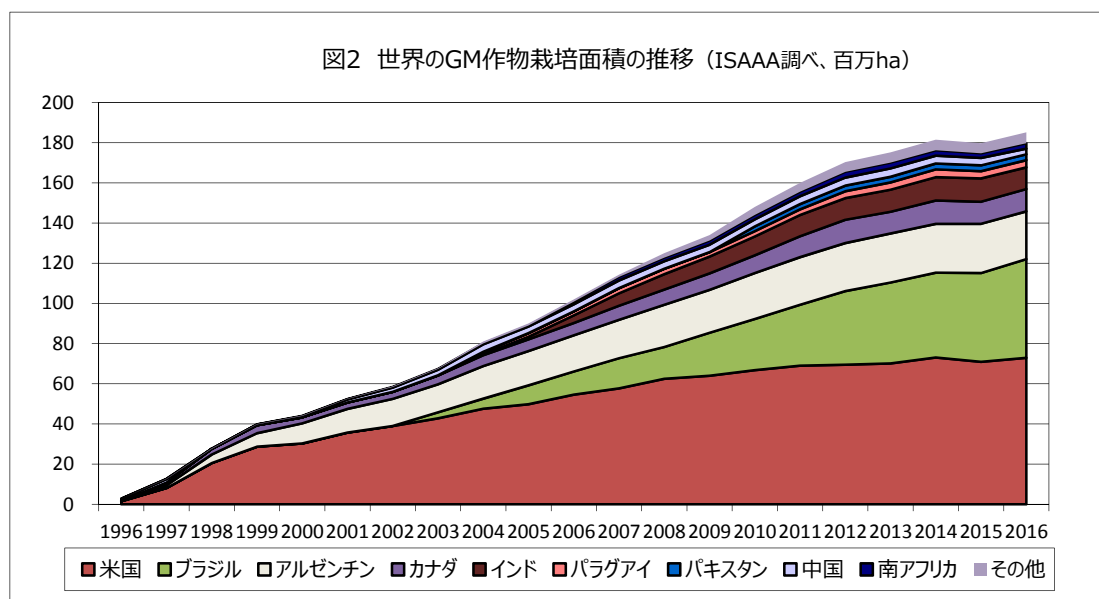


表 1 世界の GM 作物栽培状況の概要（2016 年、百万 ha、%）

国別	面積	構成比	作物別	面積	構成比	栽培総面積	GM割合
米国	72.9	39.4	大豆	91.4	49.4	117	78.1
ブラジル	49.1	26.5	トウモロコシ	60.6	32.7	185	32.8
アルゼンチン	23.8	12.9	綿花	22.3	12.0	35	63.7
カナダ	11.1	6.0	菜種	8.6	4.6	36	23.9
インド	10.8	5.8	その他	2.2	1.2	-	-
パラグアイ	3.6	1.9	合計	185.1	100.0	-	-
パキスタン	2.9	1.6	品種特性別	面積	構成比	適用作物	
中国	2.8	1.5	除草剤耐性品種	86.5	46.7	(大豆, トウモロコシ, 菜種, 綿花, 甜菜, アルファルファ)	
南アフリカ	2.7	1.5	害虫抵抗性品種	23.1	12.5	(トウモロコシ, 綿花)	
その他	5.4	2.9	スタック品種	75.4	40.7	(大豆, トウモロコシ, 綿花)	
			ウイルス抵抗性他	0.1	0.1	(パパイヤ)	
合計	185.1	100.0	合計	185.1	100.0		

出所) ISAAA, Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016, ISAAA Briefs, No.52, 2016 をもとに作成。

こうしてみる限り、開発と普及を進める企業や科学者が描くように、GM 技術が世界とくに発展途上国の農業開発と食料増産に貢献しているとの言説には疑問が生じる。アルゼンチンとブラジルを途上国に含める議論も少なくないが、両国で栽培されている GM 作物（大豆、綿花、トウモロコシ）の大半を、米国と大差ない輸出志向型大規模経営が担っている事実を無視するわけにはいかない。後述するように、GM 作物の途上国利益を証明するものとされているインドと南アフリカの事例をみても、そうした言説を無批判に受け入れることはできない。当該技術の研究開発も作物種子の生産と販売も一握りの巨大企業が独占し、その知的所有権戦略・商品開発戦略・マーケティング戦略によって自由な基礎研究や客観的な影響評価が阻害され、資源の乏しい途上国零細農民に必要な作物品種の開発（GM 品種か否かに関わりなく）や農業インフラの整備に十分な投資が向けられていないのが実態である（久野 2002 ; 2005）。

表2 バイオメジャーの農薬・種子販売額と市場占有率（2014 年）

	種子販売額/シェア		農薬販売額/シェア		合計
	百万ドル	%	百万ドル	%	百万ドル
モンサント（米国）	10,740	26.5	5,115	9.0	15,855
デュポン（米国）	7,568	18.6	3,728	6.6	11,296
シンジェンタ（スイス）	3,155	7.8	11,381	20.1	14,536
リマグレン/ヴィルモラン（フランス）	1,930	4.8	-	-	-
KWS（ドイツ）	1,618	4.0	-	-	-
ランド・オーレイクス/ウィンフィールド（米国）	1,610	4.0	-	-	-
ダウ・アグロサイエンス（米国）	1,604	4.0	5,686	10.0	7,290
バイエル・クロップサイエンス（ドイツ）	1,468	3.6	10,257	18.1	11,725
BASF（ドイツ）	-	-	7,239	12.8	7,239
上位企業計	29,693	73.1	43,406	76.6	-
世界市場規模		40,600		56,700	

資料）各社年次報告書を参照。

*Monsanto, Annual Report 2014: "Seeds and Genomics" segment and "Agricultural Productivity" segment, Sep 2013 - Aug 2014.

*DuPont, Data Book 2014: Seeds 67% and Chemicals 33% of "Agricultural" segment, Jan 2014 - Dec 2014.

*Syngenta, Financial Report 2014: "Seeds" and "Crop Protection" product lines, Jan 2014 - Dec 2014.

*Groupe Limagrain (Vilmorin & Cie), Annual Report 2013/2014: Seeds, 1,419 m Euros, July 2013 - June 2014.

*KWS, Annual Report 2013/2014: "Corn", "Sugarbeet", "Cereals" and "Corporate" segments, 1,190 m Euros, July 2013 - June 2014.

*Land O'Lakes (Winfield Solutions): "Crop Inputs" segment offers no data for seed sales, estimate from the previous years.

*Dow Chemical, Annual Report 2014: Seeds 22% and Crop Protection 78% of "Agricultural Sciences" segment, Jan 2014 - Dec 2014.

*Bayer, Annual Report 2014: Seeds 1,104 m Euros and Crop Protection 7,712 m Euros of "CropScience" group, Jan 2014 - Dec 2014.

*BASF, Annual Report 2014: "Agricultural Solutions" segment, 5,446 m Euros, Jan 2014 - Dec 2014.

*世界市場規模については概数。複数の業界誌を参照した。

多国籍アグリビジネス（農業バイオ企業）による寡占化が進む世界の種子市場

2014 年の商品種子市場は世界全体で約 400 億ドル、モンサント、デュポン（パイオニア）、シンジェンタの 3 社を筆頭とする上位 8 社の占有率は 73%（2012 年の欧州議会資料によると上位 10 社で 62%）、これら 3 社にリマグレンを加えた上位 4 社の占有率は 58%（同じく 48%）に達した（表 2）。遺伝資源問題を中心にモニタリング活動を行っているカナダの NGO、ETC Group（2015）によると、耕種作物種子については 2013 年のデータでモンサント、デュポン、シンジェンタ、リマグレンの 4 社が 60%、野菜種子についてはモンサント、リマグレン（ヴィルモラン）、シンジェンタ、バイエル（ヌンヘムス）の 4 社が 44%を占めていたという。モンサント、デュポン、シンジェンタの 3 社にバイエル・クロップサイエンス、BASF、ダウ・アグロサイエンスを加えた 6 社は

世界農薬市場の 8 割近くを支配する農業化学企業であり、農業バイオテクノロジー分野で巨額の研究開発投資を進めてきた農業バイオ企業（ビッグ 6、バイオメジャー）である。さらに 2015 年 12 月、ダウケミカルとデュポンが対等合併の後に 3 事業部門に分割して上場会社を設立することで合意した。2014 年ベースの売上高が農薬 94 億ドル（市場占有率 17%）、種子 92 億ドル（同 23%）にのぼる巨大企業の誕生である。また、モンサントから再三にわたるアプローチを受けてきたシンジェンタが中国化工集団（ケムチャイナ）による買収提案に合意、中国化工集団傘下のジェネリック農薬企業と併せて 151 億ドル規模の農薬販売額を誇る超巨大企業が誕生する予定である。さらに、以前から噂されていたモンサントと BASF の合併が実現すると市場寡占化が更に高まることが懸念されていたが、2016 年 5 月にバイエルによるモンサント買収の動きが報じられ、注目を一気に集めた。620 億ドルの巨額買収が提案されるも、モンサントは同年 6 月下旬にこれを拒否するなど二転三転したが、9 月に最終合意に達した。欧州委員会と米国司法当局のそれぞれから承認を得て買収が完了したのは 2018 年 6 月のことである。その過程で、EU 競争法への対応策として、バイエルの農薬・種子事業の一部が BASF に売却されることも発表された。これら一連の買収劇の結果、上位 4 社の市場占有率は農薬で 8 割、種子で 6 割を超えることとなった（ETC Group 2016）。

GM 作物品種の研究開発には、これらの農業バイオ企業だけでなく、中小のベンチャー企業や公的研究機関、大学なども関わっているが、実用化技術は特許やライセンスの移転を通じて、大半がこれらの巨大企業に握られている。また、種子を直接販売しているのは中小を含む種子企業だが、各国・地域の主要な種子企業は M&A によって軒並み農業バイオ企業の傘下に取り込まれてしまった。それゆえ、各国・地域における種子市場の寡占化はより深刻である。米国ではトウモロコシ種子市場（2014 年）の 35.5%をモンサントが、34.5%をデュポンが占め、大豆種子市場の 33%をデュポンが、28%をモンサントが占めている（表 3）。EU でもトウモロコシ種子市場（2014 年）の上位 5 社占有率が 76%まで上昇しており、品種共通カタログ（2013 年 11 月）掲載のトマト品種のうち、20%を占めるモンサントを筆頭に上位 5 社で 45%となっている（表 4）。

表 3 米国種子市場における寡占状況 (%)

トウモロコシ種子市場	2014年	2013年	2012年	2011年	2010年
モンサント	35.5	34.9	34.4	33.4	34.5
デュポン／バイオニア	34.5	36.0	36.1	35.8	34.7
地域種子企業	11.3	11.0	11.8	13.0	13.4
アグリライアント*	7.0	6.7	6.5	6.6	6.1
ダウ・アグロサイエンス	6.0	5.3	5.2	4.7	4.5
シンジェンタ	5.7	6.1	6.0	6.5	6.8

大豆種子市場	2014年	2013年	2012年	2011年	2010年
デュポン／バイオニア	33.2	34.7	34.0	35.6	31.9
モンサント	28.0	26.8	26.0	23.7	25.9
地域種子企業	18.3	17.9	19.1	20.3	21.4
シンジェンタ	9.8	10.1	10.3	10.8	11.0
ダウ・アグロサイエンス	5.2	5.0	3.5	2.0	1.4
アグリライアント*	3.1	3.0	3.1	2.6	2.4
公共種子・自家採種	2.4	2.5	4.0	5.0	6.0

*アグリライアント＝リマグレンとKWSの共同出資による北米事業会社
出所) Sonja Gjerde, *Farm Journal Magazine*, June 28, 2015

表4 EU 種子市場における寡占状況 (%)

EU種子カタログ掲載トウモロコシ品種の割合 (2013年11月時点)		EUトウモロコシ種子市場の企業別シェア (2014/15年度)	
デュボン／バイオニア	12.2	デュボン／バイオニア	22
シンジェンタ	11.5	KWS	19
リマグレン	9.7	モンサント	15
モンサント	8.9	リマグレン／ヴィルモラン	14
KWS	8.9	シンジェンタ	6
その他	48.6	その他	24

出所) 左: Ivan Mammama, Concentration of Market Power in the EU Seed Market, The Greens/EFA, January 2014. / 右: KWS資料

農薬規制の強化と新規有効成分開発の長期化・コスト増に直面する農薬企業にとって、種子とくに GM 作物は重要な戦略商品に位置づけられている。例えばモンサントは、ドル箱商品であるグリホサート系除草剤ラウンドアップの有効活用を最大の動機にしながら、除草剤耐性品種の開発を進めてきた。非選択的に作用するため作物自体も枯らしてしまうラウンドアップは従来、作物生育過程で散布されることがなかったが、耐性品種が開発されたおかげで、何度も散布する必要のあった複数の選択性除草剤に替わって急速に普及した。作業効率の向上と除草剤の削減という農業者利益が喧伝され、除草剤耐性品種の普及とともにラウンドアップの爆発的な販売拡大にも成功した。とくに 2000 年前後、同除草剤は世界各国で特許切れを迎えたため、他社のジェネリック品（特許切れの後発品）との競合を補ってあまりある需要創出（販路拡大）をもたらした除草剤耐性品種の開発は、企業戦略上きわめて理にかなっていたといえよう。

他方、食品機能性や医化学原料加工適性等の品種開発によって、農業を起点とする多様な商品連鎖を通じた利潤獲得機会の拡大が企図されたこともあったが、事業としては必ずしも成功していない。例えば、モンサントが穀物メジャーのカーギルと 1998 年に設立した合弁事業会社レネッセンは高機能飼料向けに高リジン・トウモロコシを開発したが、安全性評価をクリアできずに商品化を断念している。従来育種ながら低リノレン酸大豆の開発にも成功し、トランス脂肪酸規制への対応を迫られている米国ファストフード業界で採用されたが、同社は 2007 年に解散した。なお、モンサントは本体事業として「健康増進効果を持つ」とされるステアリドン酸（魚油等に含まれるオメガ-3 脂肪酸）を産生する遺伝子組換え大豆の開発を続けているようである。また、ダウ・アグロサイエンスが開発した高オレイン酸＋低リノレン酸の菜種（Omega-9）も従来育種技術に由来するが、これを原料とする植物油を穀物メジャーのブンゲが加工し、カナダのファストフード業界で採用されている。デュボンもブンゲとの合弁事業会社ソレイを通じて、大豆タンパクやレシチン等の植物性高機能食品素材の開発に取り組んできた。同社は一時期、オメガ-3 脂肪酸を産生する大豆の開発でモンサントと共同開発に取り組んだこともあるが、2012 年にデュボン子会社となり、やはりデュボンが買収したデンマークの食品原料開発大手ダニスコの事業に吸収されている。

あらためて言うまでもなく、GM 作物品種はゼロから作出されるわけではない。GM 技術で組換えられた遺伝子（組換え形質＝特定の機能をもった目的遺伝子に導入と発現に必要な遺伝子を結合した一連の DNA 断片）が、傘下もしくは他の種子企業が保有する既存の品種系統に組み込まれて初めて実用化され、通常はその種子企業のブランドと品種系統名を付されて農家に販売される。また、異なる開発企業の複数の組換え形質が一つの品種系統に導入されることもある。例えば、シンジェンタのあるトウモロコシ品種は、自社の除草剤耐性遺伝子と害虫抵

抗性遺伝子に加え、モンサントの害虫抵抗性遺伝子とバイエルの除草剤耐性遺伝子を組み込んでおり、これがさらに各地の種子企業が保有する優良系統（ハイブリッド品種）に導入され、当該企業ブランドの種子として販売される。こうした掛け合わせ（技術のクロスライセンス供与）が可能になった背景に、①1990年代後半から消耗戦の様相を呈していた企業間の特許紛争が概ね決着したこと、②GM技術への社会的批判と国際的規制の流れに業界として対応する必要性が認識されてきたこと、③研究開発費が膨張する一方で、耐性雑草や耐性害虫の相次ぐ出現によって農薬削減効果が失効してきていることから、複数の組換え形質を導入する可能性と必要性が否応なしに高まってきたことなどが考えられる。

それでも、除草剤耐性品種や害虫抵抗性品種、特定のアミノ酸や脂肪酸の量を調整した栄養機能性品種の作出にはそれほど複雑な遺伝子操作を必要としない。複数の組換え形質が組み込まれたスタック品種も単純な足し算でしかない。しかし、後述するように、耐乾燥や耐低温、耐塩といった環境ストレス耐性の品種や、その実現が当初から期待されてきた増収性品種については、遺伝子間の複雑な相互作用が働いているため組換え技術で作出するのは容易ではないとされる。

モンサント社の種子戦略

前述したバイエルによる買収に伴って、農業バイオテクノロジー産業の代名詞ともなってきたモンサントの名前は消えることとなるが、以下では同社の事業戦略を中心に考察を進めていく。

モンサントは、世界中で新たに1億人もの飢餓人口を生み出した穀物価格高騰期に重なる2008年度決算（2007年9月～2008年8月）で、前年度比36%増にあたる114億ドルの売上高、104%増にあたる20億ドルの純利益を上げていた。同社はさらに2010年度までに150億ドルの売上高、30億ドルの純利益を目指していたが、ラウンドアップを中心とする農薬事業でジェネリック品との価格競争がいよいよ激化してきたことに伴って大幅値下げを余儀なくされ（重量ベースでは増加）、2010年度の決算は前年比1割減の105億ドル、純利益も11億ドルにとどまった。その後、種子・ゲノミクス事業の伸張と、農薬事業の回復もあり、2014年度に売上高が158億ドル、純利益も27億ドルを超えている。

モンサントはもともとドル箱商品のグリホサート系除草剤をはじめとする農薬事業を柱としていたが、農業バイオテクノロジーの実用化を見据えて1980年代初頭から種子事業への参入を開始、GM作物の開発に成功した1990年代後半以降は主要作物分野（トウモロコシ、大豆、綿花、菜種）の大手種子企業を次々に買収し、GM技術の「出口」すなわち優良品種系統と商品種子市場を確実に押さえてきた。近年はやはり企業買収を通じて、野菜種苗（2005年）やサトウキビ種苗（2008年）にも事業の手を広げている。同時に、2004年に設立したアメリカンシーズ（ASI）を通じて資本、遺伝資源、技術を供与することで、穀倉地帯を中心に地域有力種子企業を次々に囲い込んできた。その他の種子企業にも、原種種子を扱うホールデンズ（1997年買収、現在の事業名はコーンステイツ）を通じて優良品種系統や組換え形質がライセンス供与されている。買収後もモンサントの直系として元の名前を残している代表的な種子ブランドに、デカルブ（トウモロコシ）、アズグロウ（大豆）、デルタパイーン（綿花）、セミニス（野菜）などがある。

これらのブランド系列を通じて販売される品種が米国種子市場に占める割合は、前述したようにトウモロコシで3割強、大豆で3割弱、綿花で4割強だが、他社ブランドも含め、モンサントの組換え形質が組み込まれた品種系統の種子にまで枠を広げると、いずれの作物でも同社のシェアは9割前後に達する。なお、総売上高

に占める種子バイオ事業の割合は7割を超えている。バイオメジャー各社とも農業関連事業の中核だった農業事業に対する種子バイオ事業の比率を高めてきたが、モンサントと同様に農業事業に特化したシンジェンタと比べても同社の種子バイオ事業への集中度は突出している（表5）。

モンサントの次なる標的は小麦である。米国でさえ、原原種・原種圃から増殖された保証種子の割合は2割にとどまる。そのうち6割を大学や公的試験研究機関が、4割を民間種子企業が供給している。大豆も1980年頃は7割が公共種子ないし自家採種で占められていたが、短期間で業界再編が進み、その割合も1998年時点で10%、2010年に6%となり、現在では2%台にまで下がっている。つまり、小麦種子事業にはそれだけ広大な未開拓市場が眠っているということだ。

表5 バイオメジャー各社の種子バイオ事業比率の推移

モンサント	2002年	2005年	2008年	2011年	2014年	2017年
農業事業	3,088	3,042	4,996	3,240	5,115	3,727
種子バイオ事業	1,585	3,233	6,369	8,582	10,740	10,913
全事業に占める割合%	33.9	51.5	56.0	72.6	67.7	74.5
デュボン	2003年	2005年	2008年	2011年	2014年	2016年
農業事業	2,024	2,496	2,624	2,933	3,728	2,785
種子事業	2,297	2,982	3,976	6,233	7,568	6,731
農業・栄養事業に占める割合%	42.0	43.0	50.0	68.0	67.0	70.7
全事業に占める割合%	8.5	11.2	13.0	16.4	26.6	29.0
ダウ・アグロサイエンス	2002年	2005年	2008年	2010年	2014年	2016年
農業事業	2,525	3,094	n.d.	4,236	4,051	4,628
種子事業	192	270	n.d.	633	1,604	1,545
農業事業に占める割合%	7.1	8.0	n.d.	13.0	22.0	25.0
全事業に占める割合%	0.7	0.6	n.d.	1.2	2.8	3.2
ダウ・デュボン	2017年					
農業事業	6,337					
種子事業	8,326					
農業事業に占める割合%	56.8					
全事業に占める割合%	13.3					
シンジェンタ	2002年	2005年	2008年	2011年	2014年	2017年
農業事業	5,260	6,307	9,231	10,162	11,381	9,244
種子事業	937	1,797	2,442	3,185	3,155	2,826
全事業に占める割合%	15.1	22.2	21.0	24.0	20.8	22.3
バイエル・クロップサイエンス	2002年	2005年	2008年	2011年	2014年	2017年
農業事業	4,002	4,874	5,339	5,809	7,712	7,403
種子バイオ事業	90	328	452	820	1,104	1,503
農業関連事業に占める割合%	1.9	5.6	7.1	11.3	11.6	15.7
全事業に占める割合%	0.3	1.2	1.4	2.2	2.6	4.3

注）モンサント、デュボン、ダウ・アグロサイエンス、シンジェンタは100万ドル、バイエル・クロップサイエンスは100万ユーロで、農業関連事業には非農業用途の防除製品を扱う環境事業が含まれる。

資料）各社財務報告書などより作成。

農業生産の現場で進行・深化する諸矛盾

こうした種子市場の寡占化と GM 技術・遺伝資源の囲い込みは農業生産の現場にさまざまな矛盾をもたらしている（Food & Water Watch 2016 ; Greenpeace 2015）。例えば、市場における健全な競争が成立しないため種子価格の大幅な上昇を招いていることが、米国農務省（USDA）の統計データから確認できる。単位面積当たり種子費用の推移をみると、種子市場の寡占化が著しく、GM 品種も 9 割前後を占める大豆・トウモロコシ・綿花と、公共品種がなお一定割合を占め、GM 品種も実用化されていない小麦・ソルガム・大麦との間の違いは明らかである（図 3）。前者 3 作物では 1990 年代後半から 2014 年までの期間、種子価格が 3～4 倍に跳ね上がっており、生産資材（物財）費に占める種子費用の割合も 3 割前後に達する。これに対し、後者 3 作物では種子価格は 2 倍前後にとどまり、種子費用の割合も 10～12%程度に収まっている。また、種子小売価格の統計データからは、同一作物でも GM 品種と非 GM 品種との間の種子価格差が、トウモロコシで 2001 年の 1.3 倍から 2010 年の 1.6 倍へ、大豆で同じく 1.3 倍から 1.6 倍へ、綿花で 2.5 倍から 5.0 倍へと広がったことが読み取れる（図 4）。実際、モンサントが 2010 年度に導入した除草剤耐性大豆（RR2Y）種子のエーカーあたり販売単価が 74 ドルで、一般的な非 GM 大豆種子の 2 倍、従来の除草剤耐性品種（RR）の 1.4 倍、2001 年当時と比べて 2.4 倍の値上がりとなり話題となった。8 種類の組換え形質を導入したトウモロコシのスタック品種（SmartStax）の 2010 年度の販売単価は 320 ドルで、非組換え種子の 2.1 倍、2001 年の組換え種子 110 ドルはもちろん、2009 年の組換え種子 235 ドルと比べても急激な値上がりであった。高まる批判に対して、同社は組換え形質の機能向上ゆえ当然だと反論している。なお、図 4 の元データから、いずれの作物でも 2007～2010 年頃を境に非 GM 品種の種子価格が上昇し、相対比が縮小していることが分かる。後述するように非 GM 種子が稀少化して市場価格が高騰していることが要因と考えられるが、それでも絶対額でみた価格差は依然として大きい。

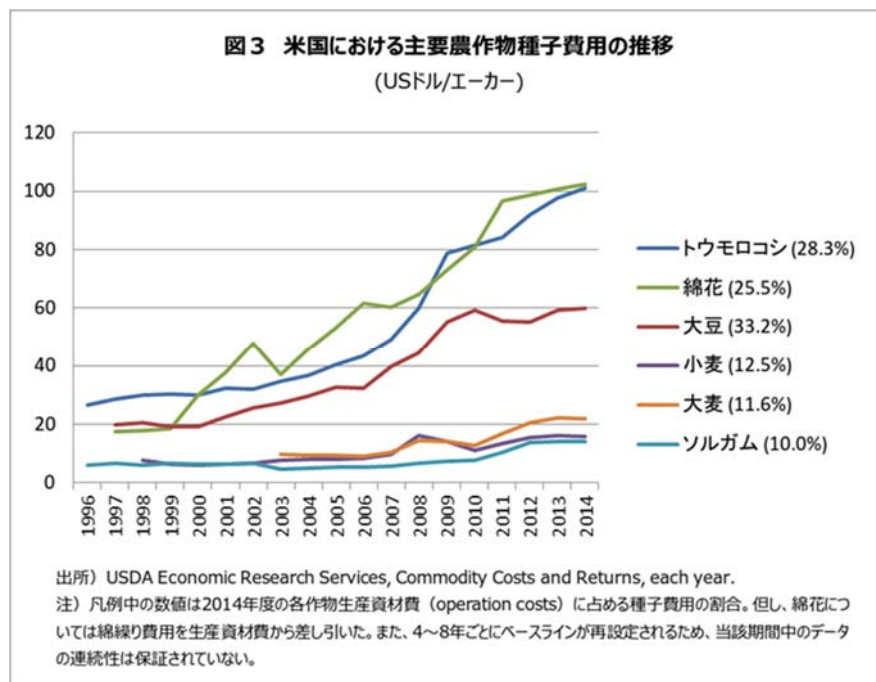
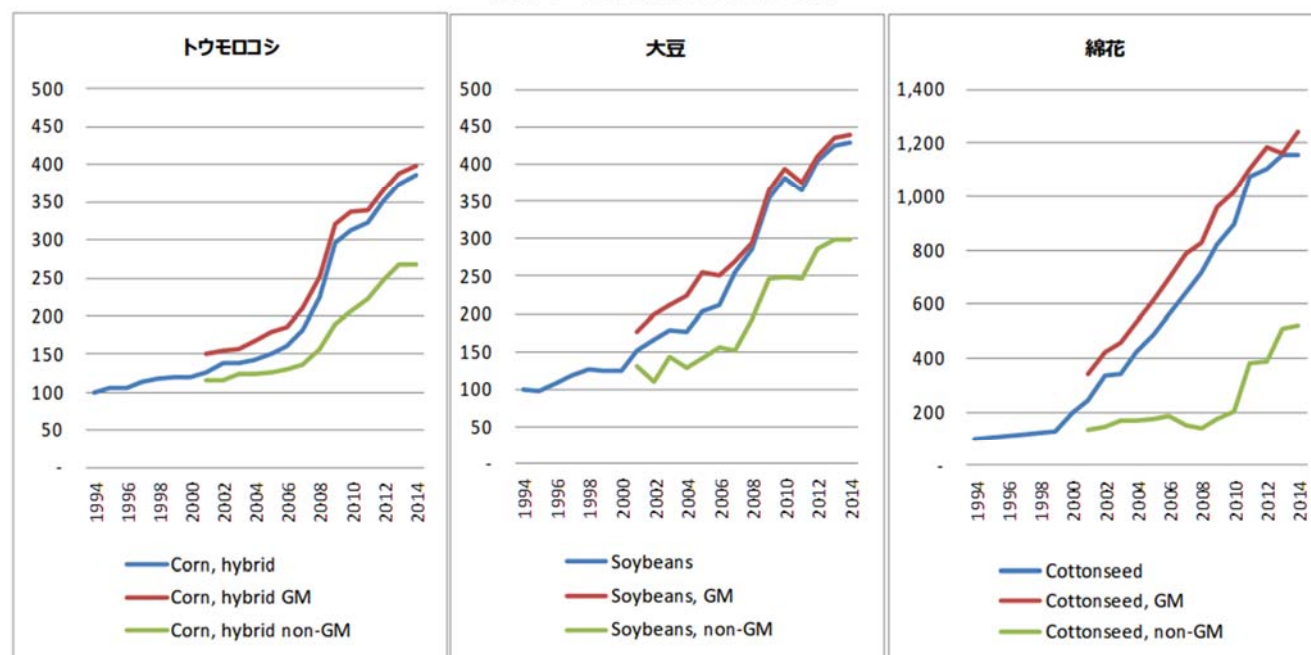


図4 米国における平均的種子小売価格の推移

(1994年=100/出所: USDA-NASS資料)



大豆やトウモロコシ、綿花の種子市場が GM 品種に席巻されているだけではない。以下に述べるような理由から、農家が非 GM 種子を選択しづらくなる状況が生まれている。第1に、モンサントは、系列企業や他の種子企業を通じた GM 品種種子の販売に際して「特許使用料」を徴収するとともに、農家の自家採種や種子譲渡を禁じ、企業側に圃場の随時査察やサンプルの採取と検査を行う権限を与えるなどの条項を含んだ「技術使用契約」を結ばせている。同社はこれを徹底するため大勢の査察官を雇っており、近隣間の監視・通報を促すため専用ダイヤルまで設置している。契約を結んでいない農家の圃場で「特許技術」である組換え形質が見つければ、それが非意図的な混入であっても同社から特許権侵害で訴えられる可能性がある⁴。北米ではそうした訴訟が相次いでおり、農家に萎縮効果をもたらしている (Center for Food Safety 2005, 2012 ; Barker et al. 2013)。

第2に、そもそも雑草化すると駆除が難しくなる GM 品種が非 GM 作物圃場に混入する事態は避けなければならないが、とくに有機農業を実践している農家にとっては混入 (汚染 contamination という表現が使われることが多い) の影響は深刻である。GM 品種の混入が発覚すれば、有機栽培であっても市場での有利販売 (プレミアム価格) を保証する有機認証を取り消されるからだ。ある調査によれば、回答した有機農家 268 戸の3割以上が何らかの混入防止対策を講じており、例えば大きな緩衝地帯を設けた場合の逸失利益は平均で年 2500 ドル、栽培時期をずらすことによる逸失利益は年 3,312~5,280 ドルなど、一戸あたり年間総額 6,532~8,500 ドルとされる (Food & Water Watch and OFARM 2014)。USDA の報告書 (Greene et al. 2016) もこの調査結果を参照しているが、回答率が低い (質問票は 1,500 戸に送付、回答率 19%) ため、自身の全国調査の結果をもとに議論を補強している。すなわち、①2010 年にトウモロコシを対象に実施した全国農業資源管理調査 (ARMS) で有機認証取得農家の 18.4% が GM 品種混入の有無を確かめる検査を実施、食品用トウモロコシでは 1%、飼料用トウモロコシでは

⁴ 同社は過失による混入に対して農家を訴えることはないと言明しており、また、対価を支払わずに同社の製品を利用する人を見過ごすのは、契約を遵守している農業生産者にとって不公平である、と説明している。

2%の農家が混入ゆえ有機として出荷できなかった。②2014年に実施した全国有機農業調査で20州87戸の農家が2011～2014年にGM品種混入に伴う経済的損失(計610万ドル)を被った。③これはトウモロコシを栽培する有機農家の1%に相当するが、一部の州では6～7%の有機農家が経済的損失を被った。さらに、1986～2000年は0件、2001～2005年は2件、2006～2010年は9件だったのに対して、近年は損失件数が急増していることも指摘されている。

もちろん、交雑・混入の影響を受けるのは有機農業だけではない。長年にわたって「共存可能性」が議論されてきた欧州諸国では、GMナタネの栽培認可によって非GM種子を確保するため10%の追加費用がかかるとの試算(2002年)や、ドイツ食品業界が分別のため負担しなければならない追加費用は、非GMナタネ由来の食用油で13%、非GM小麦由来のデンプンで8%、非GMテンサイ由来の砂糖で5%になるとの試算(2009年)もある([Greenpeace 2015](#))。他方、前述のUSDA報告書([Greene et al. 2016](#))では、慣行栽培ながらも大豆で18%程度(2012年)のプレミアム価格が保証される非GM認証作物が有機農産物と同程度まで拡大していることが紹介されているものの、有機農業を対象に実施されたようなGM品種混入による経済的損失に関する調査が行われていないことが、後述(第5節)する2016年の政府説明責任報告書([GAO 2016](#))で批判されている。

第3に、GM表示が義務化されていないどころか、非GMの自主的表示さえ制限されている米国では、非GM品種の需要が高い海外市場向けやホールフーズのように非GM化に踏み出した食品加工・小売業者に販売できる条件を持ち合わない農家にとっては、この限られた選択肢を敢えて選択することのリスクは小さくない。それでも、GM品種と非GM品種との間で収量に大差はなく、農薬使用量の削減効果もほぼ失効している現在、両者の生産費の違いは種子価格の違いに帰着する。GM品種も含めて農業バイオ企業は種子市場を掌握しているため、彼らの事業戦略と衝突する非GM種子の入手が年々難しくなっており、価格も不当に吊り上げられているとの報告もある。前述したように、近年はGM種子と非GM種子との相対的な価格差が縮小しつつあるが、それでも両者の差が依然として大きい事実には変わりはない。そのため、以上のような不利な状況にもかかわらず、結果的に収益性は非GM品種の方が高いのではないかといった認識が、GM品種の導入を進めてきた大規模農家の間でも広がり始めている([Royte 2013](#))。

4. 遺伝子組換え作物開発推進論拠の批判的検証

除草剤耐性品種は数種類の選択性除草剤（特定の雑草に効果）を一つの非選択性除草剤（植物すべてを枯らしてしまう）で代替し、除草剤散布を量・回数ともに削減して雑草防除を効率化することを狙ったものである。非選択性除草剤の自由度が増すので、土壤浸食を防ぐ上で効果的とされる不耕起栽培も容易になる。害虫抵抗性品種はトウモロコシや綿花の難防除害虫（アワノメイガ幼虫、ワタキバガ幼虫、土壤線虫等）に効果のある殺虫成分のおかげで、殺虫剤散布量の削減とともに大幅な収量増加が見込まれている。つまり、いずれも環境保全をもたらしながら農家収益を増やすものとして宣伝され、生産者の関心を集めてきた。実際はどうか。

先進国型農業と GM 作物の便益評価

米国の場合、農業者利益を実証的に評価する調査報告書、それを元にした学術論文は数多いが、比較分析手法の制約ゆえ注意が必要である。既存の調査・研究を網羅的にレビューしたダグ・グリアン＝シャーマンによると、①増収機能をもつ組換え形質を組み込んだ GM 品種は存在しないが、害虫や雑草の防除効果で減収を防ぐかぎり収量増は可能であること、②それでも従来育種や栽培技術の工夫で達成される収量増と比べると、その効果は限定的であること、③除草剤耐性品種の除草剤削減効果は失効してきており、除草剤使用量が急増していることなどが確認されている（[Gurian-Sherman 2009](#) ; [Benbrook 2009](#)）。彼らの研究が発表されて7年が経過しているが、その後も同じ傾向が続いていることが別の研究（[Benbrook 2012](#) ; [Fagan et al. 2014](#); [Robinson et al. 2015](#)）で確認されている。本節ではこれらに依拠して論を進めたい。

①高収量の GM 品種は開発されていない

まず第1に、作物品種の増収性を評価する場合、最適環境下で発揮しうる遺伝形質の潜在収量と、実際の環境制約下で達成される運用収量との区別が必要だが、潜在収量を高める遺伝形質もそれを導入した実用的な GM 品種も存在しないことは、米国農務省の報告書で確認されている（[Fernandez-Cornejo et al. 2014](#)）。モンサントが2010年に上市した除草剤耐性大豆の新品種（RR2Y）は高収量性（同社によれば7.3%増）を謳っていたが、組換え形質は従来の除草剤耐性品種（RR）と基本的に同じで、違うのは導入先の優良系統品種と現在の組換え技術では正確な制御が困難な導入位置だけである。したがって、この品種をもって「GM 技術による高収量品種の開発」とするのは適切ではない。実際、増収効果はモンサントの実験圃場で示されたにすぎず、同品種を栽培する5つの州、約20戸の農家・種子取扱業者の協力を得て実施された実地比較試験では期待通りの増収効果はみられなかったという。他方、モンサントとBASFが共同で開発した「干ばつ耐性トウモロコシ（DroughtGard）」の運用収量面での効能も、従来育種で開発済みの耐乾性品種を超えるものではないとされる。むしろ、長年にわたる従来育種の成果によって主要作物の潜在収量は飛躍的に増大してきたし、今後も増大する余地が残されている。そもそも除草剤耐性や害虫抵抗性の機能と異なり、増収性には多くの遺伝子が複雑に関与している。現在の技術水準でそれらを完全に制御して実用的な GM 品種を開発するのはまだ難しいのが実情である。

②増収効果に影響する組換え形質以外の諸要因

第2に、GM 品種の増収性を評価する場合、組換え形質を導入する前の準同質遺伝子系統を比較すべきであり、さらに収量を左右する環境要因や肥培管理等の栽培要因を制御・分離しなければ、どの効果のどの部分が GM

技術（組換え形質）に起因するのかを確実に判断することはできないはずである。そこまで厳密に比較分析した研究は限られているが、大きな農業者利益を示すデータが、不十分な比較分析の結果にもかかわらず一人歩きしてきた。これに対して、実際の増収効果をよりの確に反映した比較分析によれば、除草剤耐性品種については減収（大豆）もしくは従来品種と同レベル（トウモロコシ）であったことが明らかになっている。増収効果が確認できた害虫抵抗性トウモロコシも害虫発生率によって増収効果に大きな差がみられ、さらに線虫抵抗性については、抵抗性作物品種（トウモロコシと大豆）の単純輪作によって耐性害虫の拡大（したがって増収効果の低下・失効）が懸念されている。標的害虫の発生率が高い場合、害虫抵抗性品種は非 GM 品種と比較して 7～12%の増収効果があったが、そうでない場合はほとんど効果がなく、平均して 3～4%の増収効果を示した。ところが、害虫抵抗性品種導入前の 1991～95 年に比べ、2004～08 年のトウモロコシ平均収量は 28%以上も増加していた。つまり、実現した増収性は大部分、導入された組換え形質ではなく、導入先の優良品種系統を作出する従来育種（ハイブリッド）技術や栽培技術の改善によるものであったと推測されるのである。前述したように、除草剤耐性大豆に増収効果をもたらす内在的なメカニズムは存在しないが、導入前の 1990 年代の前半から半ばにかけての平均収量と比較すると約 16%も収量が増加しているし、GM 品種が実用化されていない小麦でも平均収量は 13%増加している。これらも導入先の優良品種系統を作出する育種技術や栽培技術の改善によるものである。GM 品種の「増収性」を評価する際に比較対象に慎重でなければならない所以である。

③農薬削減効果の失効と急増する農薬使用量

第 3 に、農薬削減効果についてはより深刻な結果が確認されている。USDA の統計や大学・普及センターの圃場データを用いて 1996～2008 年の推移を分析したチャールズ・ベンプルックによると、害虫抵抗性品種の殺虫剤削減効果は低減しつつも実現しているのに対して、除草剤耐性品種の除草剤削減効果はすでに失効しており、2001 年を境に散布量が増加に転じている（Benbrook 2009, 2012）。大豆の場合、グリホサート（ラウンドアップ除草剤の有効成分）のエーカーあたり散布量は 1996 年（除草剤耐性品種の普及率 7%）に 0.75 ポンドだったが、2006 年（同 89%）には 1.40 ポンドに増加し、平均散布回数も 1.2 回から 1.7 回に上昇した。GM 品種に限れば、全除草剤のエーカーあたり散布量は 1996 年の 0.89 ポンドから 2006 年の 1.50 ポンドに増加し、2008 年には 1.65 ポンドに達した。非 GM 品種については、同じ期間に 1.19 ポンドから 0.49 ポンドに逆に減少している。

ベンプルックによる推計の元になっている USDA 農薬使用統計で除草剤使用量の推移を改めて確認してみよう（図 5）。大豆については、除草剤耐性品種導入前の 1995 年に 652 万ポンドだったグリホサート除草剤の散布総量が、普及率 54%の 2000 年に 4,185 万ポンド、89%の 2006 年に 8,890 万ポンド、93%の 2012 年に 10,934 万ポンド（複数のグリホサート系除草剤の合計）に達している。これが大きく寄与し、全除草剤の散布量は 1995 年から 2012 年にかけて 2.4 倍も増えた。2015 年と 2017 年（いずれも除草剤耐性品種普及率は 94%に微増）のデータによれば、グリホサート系除草剤の散布量は 10,694 万ポンド、9,351 万ポンドと減少に転じたが、除草剤散布総量は増加を続け、それぞれ 15,025 万ポンド、16,114 万ポンドとなっている。トウモロコシについては、やはり除草剤耐性品種導入前の 1995 年に 236 万ポンドだったグリホサート系除草剤の散布総量が、スタック品種を含めた普及率が 7%だった 2000 年に 444 万ポンド、26%の 2005 年に 2,297 万ポンド、70%の 2010 年に 5,754 万ポンド、そして 93%の 2014 年に 6,136 万ポンドに達しており、2016 年（普及率 89%）には 8,226 万ポンドまで増加した。除草剤散布総量は 2010 年から 2014 年にかけてほぼ横ばいで推移したが、2016 年は再び増加に転じ、14,378 万ポンドに達した。綿花についても、導入前はあまり散布されることのなかった

グリホサート系除草剤が、スタック品種を含む除草剤耐性品種の普及率が11%だった1997年に154万ポンド、46%の2000年に953万ポンド、70%の2007年に1,647万ポンドまで増えた。普及率が78%まで拡大した2010年に同除草剤の散布量が1,505万ポンドまで減った。5年ぶりに調査された2015年（除草剤耐性品種普及率は94%）、そして2017年（同91%）も同量だったが、1,439万ポンドへと減少を続けている。しかしながら、ここでも除草剤散布総量は2010年の2,462万ポンドから2015年2,633万ポンド、2017年2,953万ポンドへと増加に転じている。

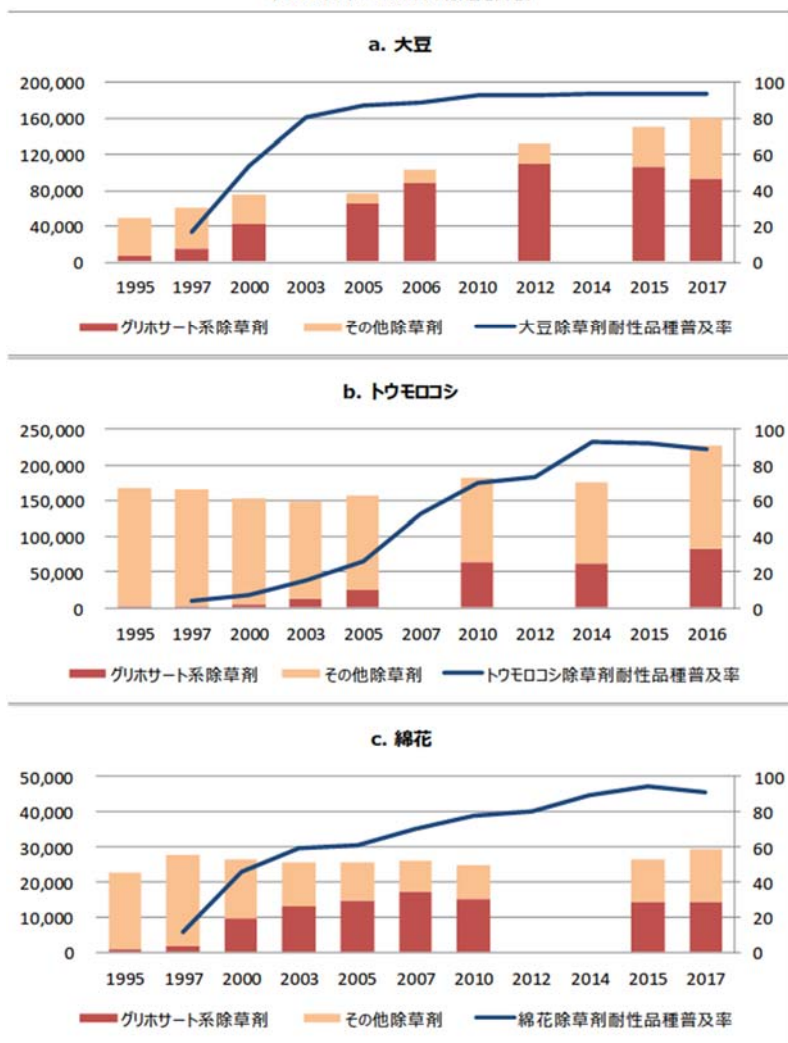
もっとも、開発推進サイドからは、毒性の強い既存除草剤から「より安全な」グリホサート系除草剤への移行を可能にしたメリットを無視した議論だといった反論が出されている。しかし、本稿ではこれ以上立ち入らないが、同除草剤の環境ホルモン（内分泌かく乱物質）作用は以前から指摘されていた

し、増え続ける同除草剤の環境や健康への悪影響を示す調査結果が最近になって次々と報告されており、世界保健機関（WHO）の専門機関である国際癌研究機関（IARC）が同除草剤を発癌性評価基準のランクを引き上げ、2番目にリスクの高い「発癌性が疑われる」というカテゴリーに分類するなど、GM作物自体の安全性に加えて、グリホサート系除草剤の安全性問題がにわかに注目を集めている。とくにブラジルやアルゼンチン、パラグアイ等の南米諸国（いわゆる大豆共和国）で社会問題化し、一部は裁判で争われている。

④除草剤耐性雑草・殺虫剤耐性害虫の出現と農業使用の悪循環

生産現場からの報告も含め、農業使用量急増の背景に各地で相次いでいる耐性雑草の出現が関わっていることが多くの研究者によって指摘されている（Food & Water Watch 2013）。グリホサート系除草剤が最初に導入されたのは1976年だが、1998年までに発見された耐性雑草は1種類だった。除草剤耐性品種の商品化は、大豆1995年、綿花と菜種1997年、トウモロコシ1998年である。2000年に除草剤耐性品種の普及に起因する耐性雑草の出現が報告されて以降、2015年までに14種類の雑草に38州150件のグリホサート耐性が確認されている（世界的には除草剤耐性GM品種が商業栽培されていない11カ国を含む27カ国35種類）。対処法として、栽培体

図5 米国における除草剤耐性品種の普及率と除草剤散布量の推移
（1000ポンド、%、スタック品種を含む）



資料) USDA NASS, Agricultural Chemical Use Survey, each year ; USDA NASS, Acreage, each year

系の工夫による耕種的防除が有効だが、コストと手間がかかるため農家に周知徹底するのは難しい。当初は当該除草剤の使用量を増やすことで対応できたものの、それも有効性を失ったため、農業普及機関も開発企業も除草剤耐性品種の導入と普及で削減が期待されていた急性毒性や環境ホルモン作用の強い既存除草剤の併用を指導せざるをえなくなっている。例えば、2,4-D やジカンバといった毒性の強い除草剤の使用量が増加傾向にある。USDA の農業統計によると、大豆に用いられた 2,4-D 除草剤の散布量は 1995 年の 246 万ポンドから 2000 年の 151 万ポンドに減少した後、2006 年に 353 万ポンド、2012 年に 602 万ポンド、そして 2017 年に 976 万ポンドへと急増している。トウモロコシについても、やはり 1995 年の 377 万ポンドから 2000 年 236 万ポンド、2005 年 215 万ポンドへと減少した後、2010 年に 294 万ポンド、2014 年に 423 万ポンド、そして 2016 年に 616 万ポンドへと増加を続けている。また、1995 年に 576 万ポンドも散布されていたジカンバは、2010 年に 100 万ポンドまで減少していたが、2014 年に 130 万ポンド、2016 年には 236 万ポンドへと増加に転じている。

農薬原体メーカーでもある農業バイオ企業は新たな除草剤耐性品種や複数の除草剤に耐性をもつスタック品種の開発に邁進しており、例えばダウ・アグロサイエンスはグリホサート除草剤と 2,4-D 除草剤を合成した除草剤（Enlist Duo）に耐性をもつ大豆、トウモロコシ、綿花の GM 品種（Enlist）の開発に成功し、2014 年にカナダと米国で認可を受けている。モンサントも従来のグリホサート除草剤やグルホシネート除草剤に加えてジカンバ除草剤に耐性をもつ大豆と綿花の GM 品種（RR2 Xtend、Bollgard II Xtend）の商品化を進めている。ベトナム戦争で枯葉剤として使用された「エージェント・オレンジ」の名で知られる 2,4-D と同様、ジカンバも毒性の強い除草剤である。過去にも繰り返してきた除草剤と雑草のイタチごっこは避けられず、より深刻な環境と健康への被害の拡大が懸念されている。除草剤耐性品種の急速な普及が耐性雑草の出現をもたらし、除草剤使用量の急増と無秩序な散布が環境と健康へ深刻な被害をもたらすというパターンは南米諸国でも数多く報告されている（FoEI 2008, 2009 ; Catacora-Vargas et al. 2012 ; GRAIN 2013）。

害虫抵抗性品種でも同様である。農業統計からは、とくにアワノメイガ等の難防除害虫に悩まされてきたトウモロコシで大きな殺虫剤削減効果を確認することができる（但し、殺虫剤をそれほど使用してこなかったし、害虫抵抗性品種も開発されていない大豆では逆に殺虫剤散布量が急増している）。しかし、同品種は特定の害虫にのみ有効な殺虫成分（Bt 毒素）を産生する遺伝形質を組み込んだものであり、標的害虫はその殺虫成分に常時晒されるため、待避地の確保など適切な圃場管理を施さないかぎり短期間で対抗進化し、殺虫成分への耐性を容易に獲得してしまう。そのうえ、実際の栽培環境は実験圃場とは異なって数多くの害虫が生息しており、当該品種が標的としない副次的害虫の被害は避けられない。近年は複数の組換え形質を組み込んだスタック品種の開発と普及が急ピッチで進められているが、害虫抵抗性品種の普及が耐性害虫の出現をもたらし、殺虫剤使用量の増加に帰結する可能性は小さくない。

もちろん、除草剤と雑草、殺虫剤と害虫との悪循環は必ずしも GM 技術に固有の問題とは言い切れない。むしろ、多様な防除技術や栽培体系の工夫を組み合わせる総合的に対策を講じるのではなく、問題の背景にある単作型の大規模化と生産効率性の一面的追求という生産様式を続けながら、新たな装いでパッケージ化された単一の技術商品＝GM 品種を導入して問題解決を図ろうとしてきたことの必然的帰結である。複数の除草剤に耐性をもった新品種、複数の害虫に効果のある新品種の開発によって短期的・表面的な解決は可能かもしれないが、結局は同じ問題を繰り返すだけであろう。

途上国型農業と GM 作物の便益評価

GM 作物品種が広範に栽培されているのはインド、中国、南アフリカ共和国で、害虫抵抗性綿花が中心である。第3節でも指摘したように、ブラジルやアルゼンチン、パラグアイなど大豆の生産・輸出国として知られる南米諸国は途上国型農業として扱うべきではない。多くの場合、その担い手は米国のそれと大差ない大規模農場によって占められているからである。本項ではインドと南アフリカ共和国の事例を参照することにした。ここで注意すべきは、数多くの GM 品種の便益評価が試みられているものの、①調査結果の振幅が大きく、結論の一般化はできないこと、②各国・各地域の農業生態系、社会経済的条件、制度的環境の整備状況はもちろん、農民の志向性や農家経営形態もきわめて多様であり、それらの違いが増収効果や農薬削減効果に大きく影響していること、③そうした違いを考慮せずに品種間の単純な比較を行えば、GM 作物品種の評価に誤った結論を導きかねないことである (Glover 2009 ; Robinson et al. 2015)。

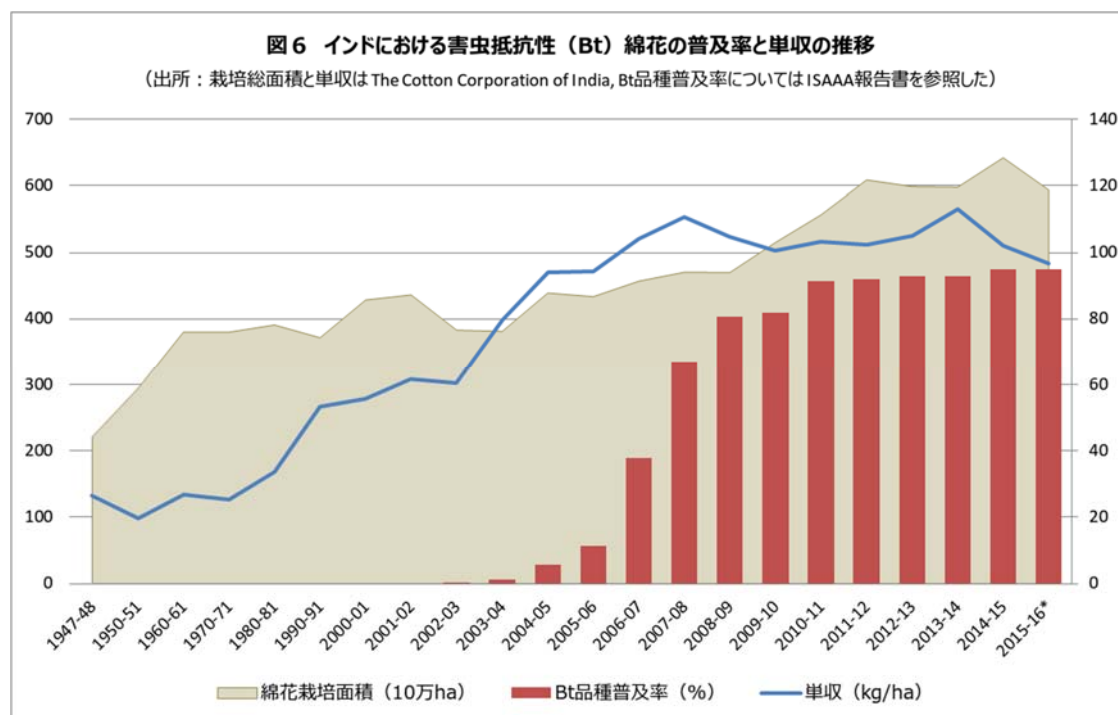
①インドの場合

インドでは 2002 年に害虫抵抗性綿花の商業栽培が認可された。栽培開始当初の調査では栽培農家に莫大な便益がもたらされることが示され、その結果はサイエンス誌をはじめとする学術誌にも掲載された。現在に至るまで、同様の議論が繰り返されている。

だが第1に、調査対象の標本抽出バイアスによる影響が考慮されていない。具体的には、零細農家による綿花生産の大半が天水依存であるにもかかわらず、GM 品種の評価では灌漑等の好条件に恵まれた地域が選ばれている。種子会社の実験圃場データに基づく計測結果さえ含まれることがある。一般的傾向として、灌漑農地では GM 品種の優位性がみられる一方、天水農地では非 GM 品種の方が高い収量を示すことが確認されている。さらに、調査時期の影響も考慮されていない。害虫発生状況によって害虫抵抗性品種の効果は大きく異なるし、干ばつ等の環境ストレスに脆弱である点も指摘されているにもかかわらず、丁寧な経年比較がなされていないのである。したがって、収量増や農薬削減を示す調査結果を GM 品種（組換え形質）の効果とみなすことに無理がある。多くの場合、バイアスのかかった標本から増収効果を「証明」できた GM 品種導入直後の 2000 年代前半のデータが繰り返し用いられているが、害虫抵抗性品種の優位性が正しければ普及にともなって増加したであろう綿花の全国平均単収はむしろ停滞していることがわかる (図6)。2000 年代前半に平均単収が大きく伸びた要因として、種子処理に使われた殺虫剤が害虫抵抗性品種の標的外害虫に対して功を奏したことも指摘されているが、少なくとも害虫抵抗性品種が広く普及する以前から平均単収が向上していたことは図から明らかである。そして、害虫抵抗性品種が広範に栽培されるにつれて平均単収が低迷するようになった要因として、当該害虫が種子処理剤や害虫抵抗性品種への抵抗性を獲得したことが考えられる (Robinson et al. 2015)。

第2に、比較対照群内でも結果に大きな違いが見られるにもかかわらず、それぞれの平均値が比較されているため、個別地域や個別農家のいかなる要因がそうした差を生んだのかが分からなくなっている。もともと GM 綿花品種の栽培農家と非栽培農家は大きく異なる営農を志向しており、導入前後の変化を見ないまま両者を単純に比較すれば誤った結論が導かれる可能性が高い。GM 品種栽培農家は商業的綿花生産に比重を置き、灌漑や信用など綿花栽培に適した条件に恵まれている場合が多いため、綿花に限れば生産性と収益性が高くなる。他方、非 GM 品種栽培農家は小規模零細ながら複合経営が多いため、綿花の生産性と収益性は低くても家計所得が GM 品種栽培農家よりも高いことが同じ調査事例や他の研究報告で確認されている (Swaminathan and Rawal 2011)。それにもかかわらず、比較調査の多くは GM 綿花による途上国零細農民の利益を結論づける傾向が強い。

それは、非栽培農家に広くみられる零細複合経営の「後進性」と、栽培農家に広くみられる近代的営農モデルの「先進性」を無批判に前提しているためである。



②南アフリカ共和国の場合

南アフリカでは早くも 1998 年に商業栽培が開始されたが、商業的大規模生産者が綿花生産の 9 割以上を担う同国にあって、例外的に中小家族経営が綿花生産に従事しているクワズールーナタル州マッカシニ地区の調査結果が、途上国零細農民が利益を享受した事例として繰り返し参照されてきた。同地区では当時約 3,000 戸の小規模農家が綿花を栽培しており、ピークの 2001 年度までに 9 割以上の農家が GM 品種を採用したとみられている。ここでも初期の調査結果はきわめて高い便益を示していた。

しかし第 1 に、農家ごと・季節ごとに大きな偏差がみられ、その背景にさまざまな要因が考えられるにもかかわらず、GM 品種の導入と収量や農薬使用量の変化との相関関係について十分な検討がなされていない。害虫抵抗性品種は害虫の高発生時に備える保険のようなもので、しかも農薬削減効果は限定的で、栽培地域の自然的・制度的な環境に大きく左右されるため、場合によっては大きな赤字を抱えることも覚悟しなければならない。

第 2 に、綿花栽培には大量の水が必要だが、同地区の綿花栽培農家は小規模とはいえ灌漑へのアクセスなど比較的恵まれた条件にあった。さらに、綿花生産は通常、加工・貿易業者との契約で行われるが、GM 品種栽培農家は同地区で操業する加工業者から生産資材や信用の供与、技術指導など手厚い支援を受けていた。ところが、2002 年に支援体制が崩れるや、GM 品種栽培は不安定化し、栽培面積も減少した。2015 年は 1.2 万ヘクタール程度と報告されている。そのため、最近では害虫抵抗性綿花導入の「成功例」として同国が参照される機会は減少し、むしろトウモロコシ（2014 年は全栽培面積 200 万ヘクタールの 90%が GM 品種）と大豆（同じく全栽培面積 54 万ヘクタールの 95%が GM 品種）で GM 品種の導入と普及が進んでいるが（James 2015）、その実態に関する

調査と分析の動向は本書執筆時点で確認できていない。

第3に、GM 品種の導入当時、綿花の単収が年平均 24%も増えたとされているが、この数字は同国の綿花統計と矛盾するだけでなく、多少なりとも実現した単収の伸びも実際には収量の低い乾燥地から灌漑農地に生産がシフトしたためとみられている。つまり、GM 品種の普及と栽培を取りまく自然的・社会経済的な条件の違いが、増収効果や農薬削減効果、農家収益性に大きく影響している以上、単純な比較調査だけで GM 品種の途上国零細農民利益を評価することに無理がある。

第4に、南アフリカ共和国では低調に推移したものの、今でもアフリカ諸国への害虫抵抗性綿花の導入熱は冷めていない。アフリカ諸国ではキャッサバやササゲ、甘藷など食用作物を対象にした GM 品種の研究開発も進められているものの成功には結びついておらず、当面はすでに商品開発されている GM 綿花品種の導入が続くと思われる。しかし、もともと高かったアフリカ産綿花の国際競争力は、米国等の過剰な国内保護と輸出補助金で大幅に引き下げられた国際価格ゆえに削がれており、仮に GM 品種を導入して生産性が上昇したとしてもアフリカ農業を苦境から救うことにはならない。そもそも綿花の国際貿易で利益を得ているのは途上国零細農民ではなく欧米のアグリビジネス企業である。1980 年代から進められてきた新自由主義的な構造調整政策の結果、綿花の生産・加工・輸出事業を担ってきた国営企業が次々に民営化され、農業普及機関や協同組合組織も解体された。その間隙を縫ってアフリカに次々に進出してきた多国籍アグリビジネスは、本国で巨額の輸出補助金を受け取り、同時に、アフリカ産繊維製品に与えられる輸入特別枠の恩恵も享受している。農業・食料を取りまく政治経済構造への視点を欠いた GM 作物便益論がいかに空虚であるかは明らかである (Greenberg 2004)。

ゴールデン・ライス

1999 年にスイス連邦工科大学植物科学研究所とドイツ・フライブルグ大学応用生命科学センターの研究者が発表した「βカロチン含量を高めたコメ」は、ビタミンA欠乏症（眼球乾燥症や盲目症）に苦しむ途上国の貧しい子供たちを救うものとして、世界の注目を浴びた。米粒の色が黄色になることと「輝かしい成果」を形容するために、一般に「ゴールデン・ライス」と呼ばれている。二人は公的資金の他に 1982 年から研究開発プロジェクトを主導してきたロックフェラー財団からの助成金を得ていたが、この品種を開発するのに 32 の企業・機関が保有する 71 の特許が関わっていた。商業利用の優先的権利がアストラゼネカ（現シンジェンタ）の手に渡ったが、二人の尽力と 2000 年に設立されたコンソーシアムを通じて、「途上国での人道目的利用」に限って特許技術が無償供与することが確約された。当初は緑黄色野菜などと比べて無視できる程度の含有量（必要量の 1%未満）しか達成できなかったものの、2005 年 3 月にシンジェンタの研究者が βカロチン含有量を飛躍的に高めることに成功し、ゴールデン・ライスがあらためて脚光を浴びた経緯がある。しかし、この技術とプロジェクトは途上国の研究者や市民社会組織から批判を受けてきた。

例えば、安全性について次のような問題が指摘されている (Hansen 2011)。βカロチン含有量を増やすために遺伝子を操作することによって植物の代謝機能が不安定化する可能性がある。βカロチンがレチノール（ビタミンA）に変換され、レチノールが酸化されてレチナールを生成し、それがさらに酸化されてレチノイド（レチノイン酸）を生成するが、レチノイドを過剰に摂取した場合の強い催奇形性はよく知られている。ビタミンAは欠乏しても過剰になっても問題を引き起こす、実に厄介な必須栄養素である。通常は必要量に応じて βカロチン

がビタミンAに変換されて必須栄養素として吸収されるが、代謝過程が不安定化した場合はその限りではないとのことである。ただ、栄養学や食品化学の素養がない筆者が安全性問題にこれ以上立ち入っても説得力に欠けるだろうから、ここでもやはり「そもそも論」に立ち返った検証が必要である。

開発推進者は反対論を先進国の環境保護団体や消費者団体に代表させ、「豊かな先進国消費者の主義・主張」と「貧しい途上国の生産者・消費者の切実な利害」との対立図式を意図的に描き出すことさえしてきたが、この技術の「途上国利益」を批判しているのは、むしろ途上国農村に立脚する開発援助組織や農民組織であり、彼らに寄り添ってきた研究者・専門家である（MASIPAG et al. 2001 ; SEARICE 2013 ; Then 2012）。ゴールデン・ライスや、ロックフェラー財団が別のプロジェクトで進めていた「鉄分含量を高めたコメ」の人道目的性は相応に評価されるべきだとしても、途上国で問題となっている慢性的飢餓は、ビタミンAや鉄分といった個々の栄養失調への個別的・技術的な対応ではなく、むしろ根幹にある貧困の問題に取り組むための社会経済的アプローチやそのための政治的意志を喚起することが目指されるべきではないか。そもそも、βカロチンは脂質とともに摂取しなければビタミンAとして効率的に吸収することができず、ビタミンA欠乏症の解決に結びつかない。2012年に発表された成人を対象とした摂取試験では、65～98グラムのゴールデン・ライスに10グラムのバターを加えた食事が用いられたとのことだが、それだけの食事を用意できる地域や世帯でビタミンA欠乏症が発生するだろうか。コメや小麦、トウモロコシなど主要穀物の増産と引き換えに農業の生態学的多様性と食生活の文化的多様性を喪失させてきた「緑の革命」型の開発アプローチを改め、地域で伝統的に食してきた栄養豊富な緑黄色野菜や甘藷、果物等の生産と消費を復活させるための普及活動に取り組む方が経済的に合理的であるだけでなく、農民の自律性と地域社会の活性化を図るという意味で社会的にも波及効果が大きいのではないか。あたかも後ろ向きの態度に描かれがちなゴールデン・ライス批判は、実際にはこうした歴史的・社会構造的な背景への視点と、長期的・持続的な社会的解決への展望を合わせて提示しているのである。

残念なことに、こうした問題に長年にわたり取り組んできた Greenpeace を名指し、GMO とゴールデン・ライスに反対することを「人類に対する犯罪 (crime against humanity)」であると悪罵を投げつける声明文が 2016 年 6 月下旬、110 名のノーベル賞受賞者（日本人では野依氏と天野氏が含まれている）の署名入りで公開された。これを報じたワシントンポスト紙の記事（Achenbach 2016）は、翌日のウェブ版で Greenpeace による反論をそのまま追加掲載して公平性を保とうとしているが、フランスのルモンド紙とスペインのエルパイス紙の記事は同声明文に極めて批判的である（GMWatch 2016）。記事を執筆した記者も取材を受けた研究者も、声明文に署名したノーベル賞受賞者（言うまでもなく物理学、化学、医学、経済学に限られる）たちが、上述したようなゴールデン・ライスをめぐる問題（そもそも実用化に至っていないのは技術の問題であって、Greenpeace が批判しているからでも、一部の活動家が 2013 年に IRRI の実験圃場を荒らしたせいでもない）や開発途上国の農業・食料に関わる問題についてどれだけの知識と専門性を有しているのか疑問であるとし、ノーベル賞という「権威」に基づく科学的正当化の手法を問題視している。また、この署名入り声明文が組織されたタイミングが、後述する米国での GM 義務表示をめぐる議論、EU におけるグリホサート除草剤の再認可をめぐる議論、次世代 GM 技術（ゲノム編集等）の規制のあり方をめぐる議論などが並行して進んでいた時期に合致していること、記者会見のロジスティクスを担当したのが元モンサント広報部長（現在は外部の広告企業 CEO）であったことも指摘されている。そこに「純粋な科学」なるものは存在しない。

干ばつ耐性トウモロコシ

GM 技術を用いて作出された初の干ばつ耐性トウモロコシ品種がモンサントと BASF によって開発され、2011 年 2 月に米国での商業栽培が認可された。実際には害虫抵抗性品種の改良過程で見いだされた副産物であるが、それでも 1998 年以来 10 数年もの歳月をかけ、550 件以上の栽培試験を繰り返してたどり着いた「成果」に違いない。しかし、この品種は渇水時の収量ロスを 6%程度防ぐだけである。このデータも、モンサントの実験圃場で 2 年間実施された数多くの栽培試験を通じてようやく得ることのできたものである。厳しい干ばつ環境下では耐性効果がほとんどなくなるとも指摘されているが、それを脇に置いても、生産者による同品種の栽培適地面積は約 500 万ヘクタール、トウモロコシ全栽培面積の 15%程度であるから、トウモロコシ全体の収量アップは約 1%にとどまる計算となる。栽培予想面積はこれを遥かに下回る 81 万ヘクタール（2015 年）程度とされるので、同品種の貢献可能性はさらに限定されたものとなる。この程度の干ばつ耐性効果は従来技術による品種改良で作出される優良系統（組換え形質の導入先）で十分に達成できる水準であるし、実際、過去数 10 年間の平均で毎年 1%程度の改良（当該 GM 品種の 2~3 倍の効率）を重ねてきた。そのため、認可した農務省も同品種の干ばつ耐性効果の評価には慎重である。

もちろん、干ばつ耐性品種が切望されているのは米国よりもアフリカ諸国であり、アフリカ諸国の文脈で検証する必要がある（[African Centre for Biodiversity 2015](#)）。トウモロコシはサハラ以南アフリカ 46 カ国、約 3,500 万ヘクタールで栽培され、5.5 億人の農業人口によって担われており、同地域でもっとも重要な作物の一つである。しかし、作付け地の 40%は時折発生する干ばつの影響を受け、さらに 25%は恒常的に干ばつ環境下にあるため、潜在収量を遥かに下回る収量しか実現することができていない。ゲイツ財団、パフェット財団、米国国際開発庁（USAID）、英国国際開発省（DfID）が 2006 年に「アフリカ向け干ばつ耐性トウモロコシ（DTMA）」プロジェクトを始動させた所以である。同 DTMA プロジェクトの第一フェーズ（2007-2012 年）では 13 カ国で自然受粉品種（OPV）57 系統とハイブリッド品種 60 系統の干ばつ耐性トウモロコシ品種が作出され、2014 年までに計 160 品種がリリースされている。このように、DTMA プロジェクトは従来育種技術を用いて原原種・原種となりうる多くの実用品種を改良することを主眼としており、それなりの成果に結びついている。

他方、DTMA プロジェクトに 6,700 万ドルを拠出してきたゲイツ財団は、これとは別に 3,900 万ドル（パフェット財団、USAID、DfID の拠出金を含めて 4,700 万ドル）を出資して「アフリカ向け水有効利用トウモロコシ（WEMA）」プロジェクトを 2008 年に立ち上げ、さらに 2012 年に 4,890 万ドルを追加して事業を推進してきた。WEMA プロジェクトは DTMA の成果である干ばつ耐性の遺伝資源を用いながら、農家に種子として提供される実用品種の開発を進めることを目的としている。ところが、零細農家に適した自然受粉品種の開発は行われておらず、従来育種のハイブリッド品種に加えて、モンサントが開発した干ばつ耐性品種（MON87460、DroughtGard）や害虫抵抗性品種（MON810）と掛け合わせた GM ハイブリッド品種の開発が目指されている。また、官民連携の種子事業整備（種子ビジネスの展開に必要な市場制度の創出）やバイオセーフティ規制の緩和・整合化も同時に進められていることから、WEMA プロジェクトの「真の狙い」に対する疑念が広がっている（[Gurian-Scherman 2012](#) ; [African Centre for Biodiversity 2015](#)）。外来のトウモロコシも、今ではアフリカ諸国（とくに東部と南部）にとって欠かせない食用作物として根付いているが、栄養価が高く多用途に利用可能で、干ばつ耐性にも優れたソルガムやトウジンビエなど在来の雑穀類がアフリカ諸国には豊富に存在する。これまで国際研究機関や域内の試験研究機関による研究開発努力が振り向けられず、優良品種の改良や栽培技術の改良が十分

に進められてこなかった在来作物には、干ばつ耐性の一点に限っても大きな可能性が残されているはずである。

農業生産力としての GM 技術の評価

潜在的には、GM 技術を含む広義の農業バイオテクノロジーには多くの可能性があり、農業生産から食品加工に至る広範な領域に大きな変化をもたらすであろうことは否定できない。しかし、そうした高度な農業技術が人間社会の進歩的發展に資するものとして評価されるためには、それが本源的な生産活動——内的自然である人間の健康や生命（人間自然）の維持・再生産、外的自然である環境（土地自然）の維持・再生産、そして両者間の物質代謝を通じた人間社会の維持・再生産——に貢献することが条件であるが、これまでの考察から以下のことが明らかとなった。

実用化されている GM 技術は大型機械化と農薬・肥料の多投で支えられる大規模単作農業（輪作の単純化）に適合的であり、その限りで生産効率を高めるかもしれないが、従来育種技術や肥培管理技術を超えるほどの増収効果は今のところ実現していない。さらに、当該技術への依存を強める中で、結局は耐性雑草や耐性害虫の発生を招き、農薬削減効果も低下してきている。開発企業は組換え形質を追加的に導入してこれに対処しようとしているが、環境負荷型の近代的農業モデルを転換するのではなく、むしろそれを前提とした彌縫策的な農法にすぎない以上、同じ問題を繰り返すであろうことは目に見えている。生産効率性の一面的追求の結果、農業生産者は生産費の負担（生産財市場を通じた価値収奪）と市場競争の激化（農産物市場を通じた価値収奪）の圧力に迫られ、さらなる効率化を図るために高価な新技術の導入に走らされるという「踏み車の論理」（久野 2002）に囚われている。それだけではない。農家はモンサントとの種子購入（技術使用）契約で自家採種や種子譲渡を禁じられている。北米では違反者を摘発するため同社が雇った「遺伝子警察」に圃場査察・サンプル採取の権限が与えられ、近隣農家間で監視・通報できるよう専用ダイヤルも設置されている。非意図的の混入であっても契約違反で提訴され多額の罰金を課されるケースが多発している。インドでは GM 綿花の不作で多くの零細農家が借金苦や自殺に追い込まれ、南アフリカでも 2009 年の GM トウモロコシの不作に際し、モンサントからの補償は同社が直接契約販売した大規模層にしか行き渡らなかったという。元の品種に戻ろうにも、GM 品種が普及した国では非 GM の優良品種系統が入手しづらくなっている。こうした疎外構造から農業生産者自身が自らを解放するための自覚・意識変革・組織的対抗すなわち「主体形成」がいかに図られ、社会経済的・環境的に公平で公正かつ持続的な農業生産力基盤の形成へと向かっていくのが次なる課題として提起される。

GM 技術の研究開発から商品化に至る一連の過程を見れば、それが純粋に科学的な営為でも技術内在的な発展過程でもなく、農業資本主義化の構造と特質に規定されたもの、企業の利害や政策的思惑が複雑に絡み合ったものであることは明らかである。先進国農業と途上国農業とを問わず、上層の企業的大規模経営も含め、農業生産者は営農に不可欠な技術情報と市場情報を、「川上」の農業資材部門と「川下」の流通・加工部門とで市場の寡占化を強めるアグリビジネス企業に依存せざるをえず、そうした非対称な関係のなかで GM 作物が普及してきたという側面を見落としてはならない。言い換えれば、そうした社会経済的過程の産物である当該技術を前提とした議論ではなく、その過程を含めた検証、当該技術以外の選択肢を含めた大局的な再検証が不可欠なのである。

オルタナティブな農業技術の可能性

世界的な穀物価格高騰の背景に、政治経済的力学の産物としてつくり出されたバイオ燃料ブームや投機資金の流入などの農業外部的な要因があるにせよ、今後も需給逼迫基調が中長期的に予想されており、増収品種や耐乾性・耐塩性等の環境ストレス耐性品種の開発が切望されている。だが、その実現は現在水準の GM 技術で対応できるほど簡単ではない。長期的な視点から研究開発を進めていくことの必要性は否定しないが、GM 技術はあくまでも生命利用技術の総称であるバイオテクノロジーの一形態にすぎず、種子商品としてパッケージ化されているので簡便だが、それゆえに農業生産と生態系の持続性に資するような農法の改善を直接もたらすものではない。それと同時に、否、それ以前に、もっと地道で確実な方法に目を向けていく必要がある。後述するように、有機農業を含むアグロエコロジーの環境的・経済的・社会的な有効性が世界各地の膨大な実証データによって確認されている。近年は国連機関でも、途上国の食料・貧困問題、持続的農村発展、地球環境問題へのアグロエコロジーの貢献可能性と、伝統的農法を科学的知見によって改良していくことの必要性（アグロエコロジーは古めかしく非科学的・非生産的な生産システムであるという旧来の認識を改める必要性）が言及されるようになっていく（FAO 2014）。アグロエコロジーに対して「生態系利用型農業」という日本語訳もあり得ようが、これは単なる農法の問題ではなく、また農業の生態学的要素だけに着目したものでもない。それは、アグロエコロジーの実践を可能にする社会経済的・制度的な条件を勝ち取るための社会運動——「食料主権」運動——をも内包した概念である。筆者はかつて「アグロエコロジーは環境面だけでなく、経済、社会、文化の多様性、生産者と消費者の主体性の向上を目指すものであり、現行の農業食料システムで破壊されてきたものを取り戻すための試みである」と解説したことがあるが、これを簡潔な日本語で表現するのは難しい。したがって、ここではカタカナ表記のまま通したい。

①低投入型農業技術の再評価：米国の場合

有機農業や低投入型農業と GM 作物栽培とを厳密に比較した調査・研究はほとんどないが、慣行農業との比較は少なくない（詳しくは Gurian-Sherman 2009 を参照）。例えば、過去 20 年以上に及ぶ実験データを元に有機農業と慣行農業の収量を比較した米国の研究によれば、有機トウモロコシは慣行トウモロコシとほぼ同レベルだったが、干ばつ期には前者の収量が 28～34% 高く、もっとも深刻な干ばつ年には逆に大幅減となった。他方、有機大豆は慣行大豆より 7% 低かったが、深刻な干ばつ年には 78% も高かった。別の研究によれば、有機農業の収量が低い場合、多くは不適切な雑草防除や不十分な土質改良に起因しているという。また、有機トウモロコシ栽培ではアワノメイガの産卵が大幅に抑えられるという。

低投入型農業についても、例えば、中西部で実施された経年調査によって、慣行農業よりも高い収量が確認された。除草剤耐性大豆を用いた慣行農業との比較では、低投入型農業の収量が 13% 高く、除草剤使用量も 3 年輪作圃場で 76% 減、4 年輪作圃場では 83% 減となった。近年、輪作の単純化と線虫抵抗性品種の普及が相まって耐性線虫が出現し、輪作体系にも大きな影響を及ぼしているが、トウモロコシと大豆の単純輪作に小麦を組み入れれば線虫被害を大幅に減らせることも、別の調査結果によって明らかにされている。中西部の別のシミュレーションでは、長期輪作の実施で高い収量と収益性が確保されることが示されている。

②参加型農業技術開発の可能性：途上国の場合

国連機関と世界銀行が「貧困と飢餓の削減、農村生活の改善、持続的な発展のために、農業に関する知識・科学・技術をよりよく利用するための方策」を検討するために 2002 年に発足させた国際協議プロセス「開発の

ための農業の知識・科学・技術に関する国際的検証（IAASTD）」の成果報告書は、選択すべき農業モデルの方向性を次のように指し示した（IAASTD 2009）。すなわち、農業科学技術の進歩による収量向上と大規模化による生産性向上への成果を確認しつつも、それが一方で大きな環境負荷となり、他方で発展途上国における貧困問題を解決できずにきたことを踏まえ、化学肥料や農薬、特許種子等の外部投入財への依存ではなく、多様な農業生態系の理解と活用、そこで培われてきた農民的知識や農村女性の役割の再評価、それをコミュニティレベルで支援する科学者との協力や制度・政策環境の整備の必要性が強調されている。新しい農業技術の可能性を否定しているのではない。伝統的でローカルな知識に学ぶと同時に農業科学技術の成果を活かし、両者を融合させる道が模索されている。2007年に市民社会組織と共同で開催したFAOの国際会議『有機農業と食料安全保障』や、2008年に発表された国連環境計画（UNEP）と国連貿易開発会議（UNCTAD）の合同作業部会報告『アフリカにおける有機農業と食料安全保障』でも同様の結論が出されている。

途上国における有機農業や低投入型農業の潜在的可能性については、学術研究としても実証されてきた。第1に、長年にわたって実証データを積み上げてきた英エセックス大学のジュール・プレティらは、途上国57カ国286事例（3,700万ha相当）の調査を元に、生態系利用型低投入農業によって、環境負荷を伴うことなく平均79%の収量増が実現されていることを明らかにした（Pretty et al. 2006）。米ミシガン大学のキャサリン・バッジリーらも先進国を含む293事例の公表データを元に作物ごとの収量を比較し、先進国では有機農業は慣行農業より収量が低下（平均7.8%減）したが、途上国では逆に大幅な増収効果（平均80.2%増）が見られることを確認している。さらに世界全体の食料需給に及ぼす影響を計量分析した結果、有機農業が世界の食料需要に十分対応しうることを結論づけている（Badgley et al. 2007；足立 2009）。

第2に、サブサハラ諸国の有機綿花に限定して分析した研究では環境的・社会的・経済的に大きな便益が零細農民にもたらされることが明らかにされているが、同時に、これまで国際機関やNGO等による開発援助プロジェクトに依存してきた有機農業がさらに拡大していくためには数々の制約を克服する必要があることも指摘されている（Ferrigno et al. 2005）。例えば、①有機綿花市場が拡大したため栽培農民の対実需者交渉力が低下し、プレミアム価格が縮小・失効する可能性があること、②政府・研究機関からの支援がないこと、③したがって有機農業に必要な資材や技術、インフラへのアクセスが欠けていること、④域内繊維産業への投資が不足し、輸出市場へのアクセスにも事欠くこと、などである。逆に、こうした制度的条件が整えば、有機農業の農業生産力としての潜在的可能性が開けてくるということだ。

第3に、害虫抵抗性綿花と農民教育を通じた総合病虫害管理（IPM）とを比較した中国の調査でも、両者の経済効果に差がなかったことが示されている（Yang et al. 2005）。農民および農村コミュニティの主体形成（エンパワメント）を考え合わせれば、汎用的で利便性の高いパッケージ型技術であるGM品種よりも、地域の実情に即して多様な技術・技能・知識を組み合わせる後者のアプローチの方が環境的にも社会経済的にも持続的な便益可能性、したがって広義の農業生産力形成への貢献可能性を有していることは明らかである。

最後に、先進国か途上国かを問わず、ワシントン州立大学のレガノルドとワクターは過去40年にわたる有機農業研究をレビューしながら、少し違う角度からメタ分析を試みている（Reganold & Wachter 2016）。すなわち、①生産性については、有機農業の収量は慣行農業より平均で10～20%低いものの、豊かな土壌環境のおかげで干ばつ下では有機農業の優位性が発揮されるし、有機栽培技術や品種改良が進めば両者のギャップは小さくなりうる。②環境面については、低い収量を補ってあまりある多様な環境サービス（土壌改善、生物多様性など）の

創出と環境負荷（土壌・水質の汚染、温暖化ガスの排出など）の軽減をもたらす。③経済性については、収量が低くとも、有機農業が創出する環境サービス価値に対する正当な報酬としての意味をもつ有機農産物のプレミアム価格によって、生産者の農業収入は保証される。そして、④社会福祉機能に注目した研究は少ないものの、より多くの雇用を創出するとともに、生産者・農場労働者の健康への影響も改善される。総じて、有機農業が世界を養うということは、単に生産性・収量だけの問題ではなく、農業自体を環境に優しいものに転換し、食料を必要とする人々に食料が行き渡るような、バランスのとれたシステムを作り出すことであり、有機農業その他の革新的で持続可能な農業システム（農林複合農業、耕畜複合農業、統合的農業など）を適切に組み合わせること、それを可能とする政策や制度環境を整えることが必要である、とする。こうした総合的な視点から、農業生産力のあるべき発展方向が検証されなければならないのである。

5. 消費者と生産者の権利をめぐる法制度

米国における GM 作物・食品規制の実態

端的に言って、米国に GM 作物・食品を独自に規制する法制度は存在しない。GM 作物・食品は未知の新規生物ではなく、実質的に同等とみなせる従来生物との対比で安全性を評価すれば十分だとされているからであり、そのため既存の作物規制や食品規制がつぎはぎ的に適用されている。高機能性を謳って付加価値を高めた GM 品種を別とすれば作物自体に違いはなく、つまり「実質的に同等」だから GM 作物・食品に表示義務はない。むしろ製法の違いによる「差別」は消費者に無用な混乱を与えるとの理由から、表示自体が制限されている。食品安全性を担当する食品医薬品局（FDA）が独自に安全性評価することではなく、開発事業者による自主規制にほぼ委ねられている。圃場栽培と州間移動については農務省（USDA）が担当するが、ここでも開発事業者による届出制となっており、簡単な審査で認可された GM 作物やそれと類似の GM 作物は規制対象から除外され、それゆえ商品化後のモニタリングも実施されることはない。交雑防止の栽培ガイドラインも開発事業者と農業生産者の自己責任である。

こうした米国における規制制度の杜撰さは、学術研究会議報告書（[National Academies 2004](#)）や USDA 内部監査報告書（[USDA-OIG 2005](#)）、政府説明責任局報告書（[GAO 2008](#)）などから再三にわたり改善勧告を受けてきた事実が物語っている。2000 年に発覚して世界中を騒がせたスターリンク・トウモロコシ事件をはじめ、米国でさえ未承認の GM 作物が栽培・流通過程に混入する事件が相次いできたのも無理はない。2008 年の GAO 報告書は 2000 年の害虫抵抗性トウモロコシ「スターリンク」（アベンティス、現バイエル・クロップサイエンス）以外に、2002 年の医薬品向けトウモロコシ（プロディジーン）、2004 年の害虫抵抗性トウモロコシ（シンジェンタ）、2006 年の除草剤耐性ライス「リバティーリンク 601」及び「リバティーリンク 604」（バイエル・クロップサイエンス）、2008 年の害虫抵抗性トウモロコシ「Event 32」（ダウ・アグロサイエンス）の計 6 系統の案件を取り上げ、とくに USDA が担当すべき認可制度の問題を指摘したが、2013 年 5 月にも未承認の除草剤耐性小麦（モンサント）がオレゴン州の農場で見つかり、日本をはじめ米国産小麦の輸入国が対応に追われたことは記憶に新しい。その後、2014 年にもモンタナ州の農業試験場で同品種が発見されており、USDA の規制能力の欠如が改めて露呈した。

交雑・混入を防止するための規制が求められているのは未承認 GM 作物だけではない。カリフォルニア州北部地区連邦地方裁判所が、環境保護団体や有機農業団体などが近縁種への交雑を懸念して訴えていた除草剤耐性テンサイの認可差し止め請求を受け、USDA が十分な環境影響評価をせずに栽培認可したのは国家環境政策法（NEPA）違反であるとの裁定を 2009 年 9 月に下し、翌年 8 月には USDA 認可の破棄処分を言い渡している。USDA が 2005 年に圃場栽培試験を認可した除草剤耐性アルファルファについても、2007 年になって有機農業団体が異議申し立てを行っている。しかし、生産者自身が集めた GM 品種の野生化に関する証拠資料が提出されたにもかかわらず、そして USDA 自身による環境影響評価で交雑による有機及び非 GM アルファルファの市場喪失や交雑防止費用の負担増の可能性が指摘されたにもかかわらず、USDA は 2011 年 1 月に同 GM 品種の最終認可を決定した。その後、2015 年 12 月に発表された USDA 研究者による調査報告（[Greene et al. 2015](#)）では、同品種の野生化が西部諸州のアルファルファ種子生産地域で広がっていることが確認されている。それによると、2011～2012 年にカリフォルニア州、アイダホ州、ワシントン州で調査を実施した 4,580 地点のうち 404 地

点で野生化したアルファルファが見つかり、そのうち 27%に相当する 109 地点のサンプルに組換え形質が含まれていたという。しかし、話はそれにとどまらない。GM アルファルファが圃場で栽培されたのは 2005～2006 年だけであり、2007 年には「新規」栽培が止められた。当時は全栽培面積の 1%にすぎなかった。調査が実施されたのは GM 品種が再認可されて数ヶ月後のことであり、発見された野生化 GM アルファルファは 2005/06 年当時に栽培されたものに由来していると考えられる。つまり、アルファルファのような多年生作物については、組換え体の挙動が制御不可能になる可能性が高まるということである (Freese 2016)。現在、アルファルファの GM 品種割合は 3 割を超えており、交雑・混入のより広範な影響が懸念されると同時に、こうした状況を放置してきた USDA の責任が問われている。

2015 年 9 月に発表された USDA 内部監査報告書 (USDA-OIG 2015) によると、先の報告書 (USDA-OIG 2005) で示された改善勧告の一部がいまだに実施されていないことが指摘され、組換え体の非意図的混入を防ぐために認可手続きの整備とモニタリングの強化を早急に進めることが改めて勧告されている。開発業者が一方的に通知するだけの届出制に問題があることは明らかである。例えば 2015 年に USDA が開発業者から通知された GM 小麦品種の圃場栽培試験は 620 エーカーにのぼったが、USDA は栽培試験を認可するための事前審査を行う労はもとより、そのための認可基準を設定することすら要求されないのが実態である。数々の批判を受けて、USDA は GM 小麦品種の認可手続きを強化することを検討しているようだが、なぜ小麦だけなのかの説明はない (Perkowski 2005)。バイオ業界団体は USDA の新方針を精査中とのことだが、他の主要 GM 作物と比べると、GM 小麦品種開発は中小企業や公的研究機関によって担われることが多いため、規制強化が大きな負担となる可能性が指摘されている。

政府説明責任局も新たな報告書 (GAO 2016) を発表しており、GM 品種の非意図的な交雑・混入を防止するための監督の強化を強く求める内容となっている。そのためには交雑・混入に伴う農業生産者への影響の把握が必要だが、第 3 節でも触れたように、有機農業への影響は関連する調査から推測可能になったものの、分別管理 (IP ハンドリング) して高値取引されている非 GM 品種への影響は調査されていない。同報告書ではまた、外来遺伝子やベクター遺伝子を用いないゲノム編集等の新しい GM 育種技術 (Steinbrecher 2015) で作出した品種が定義上は USDA 動植物検疫局 (APHIS) による規制の根拠法 (連邦植物検疫法＝外来の有害物質への対応) から外れる可能性があるため、そうした次世代 GM 品種の規制のあり方を早急に検討すべきことも併せて勧告されている。

そもそも米国政府・産業界によれば、GM 作物・食品の安全性は「健全な科学」によって検証されており自明である。だからこそ「実質的同等性」概念に基づいて、既存の法規制を適用するだけで十分だというのが、米国政府の立場であった。ここで「健全な科学」とは、純粋に技術的に処理しうる範囲内に評価項目を限定し、そうして得られた「科学的根拠」を政策決定の最大にして唯一の判断材料とするアプローチを指している。GM 作物・食品の規制をめぐっては米国と EU との対立が長年続いてきたが、EU 諸国が依拠するアプローチは「予防原則」と呼ばれている。それは主に環境保護に関連した国際条約や政策文書で採用されてきた概念で、EU では食品安全行政の柱の一つに据えられている。具体的には、健康や環境に有害だと判断するに足る科学的根拠が不十分・不確実な状況下でも、予備的評価によって潜在的リスクを指摘しうる場合には、その回避のための規制措置を未然に講じることを認める考え方である。これは「科学的根拠」を軽視するものでは決してないが、社会経済的・倫理的な評価視点の反映を可能にする点で、米国政府や産業界からは「非科学的・政治的・恣意

的」で「健全な科学にそぐわない」として批判されてきた。

こうした「健全な科学」を標榜する科学者や産業界からはほとんど無視されているものの、彼らが実施してこなかった長期給餌試験（90 日～2 年間）の結果を踏まえて GM 作物・食品の安全性に疑問を呈する研究も少なくない（Fagan et al. 2014 ; Robinson et al. 2015）。そもそも、科学的な安全性評価の「健全性」も定かではない。中立的な研究者が安全性評価試験を実施したくても、GM 種子を入手するためには開発企業の事前承諾を得る必要があり、その際に詳細な実験計画を開示しなければならず、研究成果の扱いにも制約が加えられる。もし企業利害と衝突するような結果が出ても、開発企業や推進派科学者からの組織的なパッシングに晒されるリスクを冒してまで公表する勇気をもつ研究者は多くはないだろう。研究者の間で萎縮と自己規制の雰囲気蔓延しているし、逆に、肯定的な結果を示す「健全な科学」の大半が開発企業の影響下で行われたものであるとされる（Pryme & Lembcke 2003 ; Domingo 2000）。

さらに、除草剤耐性作物で顕在化しているように、除草剤耐性雑草の相次ぐ出現が当該除草剤の大量散布や毒性の高い他の除草剤の散布を余儀なくさせていることは前節で明らかにしたとおりだが、結果的に生態系や周辺住民の健康に多大な悪影響を及ぼしていることが各地で報告されているし、残留農薬への不安も高まっている。社会経済的側面への影響も無視できない。GM 作物・食品への異議申し立てと表示要求の根拠は、推進派が「検証済み」と主張する食品安全性だけに向けられているわけではないのである。

GM 食品表示と消費者の知る権利

そのような米国でもようやく GM 表示の義務化を求める消費者の声が高まっており、2014 年の AP 通信調査で 66%が義務表示に賛成、反対は 7%にとどまった。しかし、これまでの道のりは決して平坦ではなかったし、これからも紆余曲折が予想される。米国で GM 表示の義務化を求める運動の中心となってきたのが、食品安全センター（Center for Food Safety : CFS）で、①GM 作物に関する訴訟活動や請願活動などの法的取り組み、②地方議会・州議会・連邦議会でのロビー活動を通じて立法化を図る取り組み、③企業への働きかけや消費者向けの啓発活動を含む市場での取り組みを展開している。市民・消費者団体としては「Just Label It!」や「Moms Across America」が全国的なキャンペーンを展開し、認証団体の「The Non-GMO Project」は Whole Foods 等の自然食品小売業者を巻き込みながら、非 GM 食品の普及に力を入れている（Bottemiller 2013）。

2012 年 11 月にカリフォルニア州で GM 食品表示法案の是非を問う州民投票が実施された。投票日前の 9 月下旬に行われた世論調査では法案支持が 61%、不支持が 25%、態度保留が 14%だったが、反対票を組織するためにモンサントやデュポン、ペプシコ、クラフトフーズ、ダウ・アグロサイエンス、シンジェンタ、バイエル、コカコーラ、コナグラフーズ、ケロッグ、ハインツ等の大手農業・食品企業が計 4,600 万ドル以上の資金を投入して宣伝攻勢を仕掛けた結果、最終的には支持 47%、不支持 53%で否決されてしまった。コスト上昇に伴う食料品の値上げに対する懸念が宣伝攻勢で煽られたためとされる。それでも、投票者の 67%は依然として GM 食品表示を望んでおり、不支持票を投じた有権者の約 2 割が義務表示の必要性を認めていたという（Center for Food Safety 2013）。

連邦上院議会では 2013 年の第 113 議会において、次期農業法案（2014 年制定）をめぐる GM 表示に関連した複数の修正案が提出された。ボクサー議員（カリフォルニア州・民主党）が提案した、GM 表示を求める修正案 1025 号は投票まで至らなかったが、民主党から大統領候補者選挙に出馬して世界的に有名となったサンダース

議員（バーモント州・無所属＝当時）が提案した「GM 原料が含まれる食品への表示を州レベルで許可する」修正案 965 号は 5 月に投票にかけられた。賛成 27 票、反対 71 票で否決されたものの、2012 年（第 112 議会）に否決された同趣旨の修正案 2310 号に続き、これまで箸にも棒にもかからなかった義務表示要求に 27 名もの上院議員が賛成票を投じた意義は小さくない。また、デファジオ議員（オレゴン州・民主党）が「GM 食品について知る権利」を求めて下院に提出した連邦食品・医薬品・化粧品法への修正案 1699 号には 66 名の議員が、ボクサー議員が上院に提出した修正案 809 号には 17 名の議員がそれぞれ共同提案者に名を連ねた。義務表示とは異なるが、マークレイ議員（オレゴン州・民主党）が通称「モンサント保護法」（2013 年 3 月から 9 月までの時限的措置ながらも、同年度の包括的歳出継続法案 933 号に挿入された条項で、栽培認可後に瑕疵が見つかったも、連邦裁判所は栽培と販売の取り消しを求めることができないという農業者保証規定）を撤回する修正案 978 号を次期農業法に関わらせて提案した。さらに、その認可をめぐる反対世論が強まっていた GM 鮭についても、次期農業法への修正案としてベギッチ議員（アラスカ州・民主党）が GM 鮭を禁じる修正案 934 号を提案したが、やはり投票には至らなかった。しかし、こうした議会内での相次ぐ規制要求の背景に国民世論の大きな変化があることは明らかである。

州レベルでは、2013～14 年に GM 表示を求める 70 以上の法案・条例案が全米 30 州で提出された。オレゴン州とコロラド州では僅差で不成立となったが、コネティカット州議会とメイン州議会では 2013 年 6 月に GM 食品表示法案が可決された。但し、その発効には他の数州でも同様の法案が可決される必要（トリガー条項）がある。他方、下院で可決され上院の審議待ちとなっていたバーモント州では企業・業界団体が「表現の自由」を盾に州政府を提訴するなど巻き返しを図っていたが、2014 年 4 月に 114 対 30 の大差で可決され、翌 5 月に知事署名をもって GM 義務表示法案が成立した（Hallenbeck 2016）。2016 年 7 月に発効し、2017 年 1 月から実施されることになっている。

こうした中、企業・業界団体は州政府・地方政府が GMO に関連して独自に条例や規則を導入することを禁止する法案 1599 号を支持・推進し、2015 年 7 月に下院を通過させてしまった。この法案には「安全で正確な食品表示法」という名前が付けられているが、市民団体は「米国人の知る権利を否定する」の頭文字に暗闇・秘匿を意味する単語をかけて「DARK 法」と呼んで痛烈に批判している。上院では審議を打ち切って採決に持ち込むための手続きが 2016 年 3 月にいったん否決されたものの、前述した 2013 年の「モンサント保護法」に反対票を投じた議員の一部も抱き込んで、妥協策として新たな修正案（2609 号）が提示された。彼らの正当化言説は「州ごとに異なる表示制度が導入されると大きなコストが発生し、食料品価格の高騰につながるため、生産者はもちろん、消費者の利益にも反する」ということに尽きるが、こうした法案を支持・推進する議員は同時に「健全な科学」論の立場から「GM 食品の安全性」を確信しているため、せいぜい自主的表示を容認するか、全国共通の義務的表示制度であっても骨抜きの内容になることは目に見えていた（Fatka 2016）。実際、上院の妥協案は GM 食品を規制する州法を無効化するかわりに全国レベルで GM 食品表示を求める内容となっているが、対象となる GM 食品（正確には bioengineered food）を狭く定義しているため、除草剤耐性など GM 作物であっても、高果糖シロップや大豆油、砂糖に加工されるトウモロコシ、大豆、テンサイや、ゲノム編集技術のような新しい育種技術で作出した GM 食品が除外される可能性がある。家畜飼料も GM 表示の対象ではなく、したがって畜産物はすべて適用除外となる。しかも、表示は「GM 使用」の文言やロゴの添付である必要はなく、スマートフォン等でスキャンしなければ内容にアクセスできない QR コードかバーコード（およびスマートフォンを使

用しない消費者向けのフリーダイヤル) を記載するだけのものが検討されている。具体的な運用については農務長官に大きな裁量権を与える一方で、違反した場合の罰則規定や回収命令はなく、施行までに最大2年間の猶予も与えられることになっている。このため、市民社会組織は引き続きこれを「DARK 法」や「モンサント保護法の再来」と呼んで反対運動を強めていたが、2016 年 7 月に審議が打ち切れ、賛成多数 (63 対 30) で可決、同月末にオバマ大統領の署名をもって法案が成立することとなった。こうした法案の起案者や支持者、審議の場となる農業委員会や歳出委員会の役員となっている両院議員は共和党と民主党とを問わず、モンサント等の大手アグリビジネス企業や食品産業団体・農業団体から大口の献金を受け取っていたことが、市民社会組織によって暴露されている (Paul 2016)。他方、一部の大手食品企業はバーモント州法の施行を前に、自社製品の GM 表示や GM 原料使用の停止を進める動きを見せていたが、例えばキャンベル社は、今回の妥協案の成立によっても「米国で販売されるすべての自社製品にクリアでシンプルな GM 表示を行う方針に変わりない」としており、バーモント州の義務表示規則が及ぼした影響は小さくなかったと言えよう (Blackmore 2016)。

新品種保護制度と種子に対する農民の権利

トウモロコシ (1920 年代～) や野菜 (1940/50 年代～) でいち早く実用化されたハイブリッド技術に加え、種子の商品化を一気に広げるきっかけとなったのが、新品種 (育種者権) 保護制度の制定である (久野 2002)。例えば、1961 年の国際条約 (UPOV) と 1970 年の米国植物品種保護法 (PVP) が知られるが、当初は農家の栽培利用や研究目的・改良目的の利用は育種者権保護の対象から除外されていた。ところが、UPOV の 1991 年改定によって育種者権が大幅に強化され、WTO 協定や二国間・多国間の自由貿易投資協定を通じて、同改定条約への加盟が半ば義務化される傾向にある。もちろん、環太平洋経済連携協定 (TPP) もその例に漏れない。さらに近年は UPOV 改定条約を拡大解釈して、これまで育種者権保護の対象外だったインフォーマル種子 (在来品種種子や自家採種種子) のフォーマル化——品種登録の義務化と管理強化を通じた非登録品種の排除・違法化——が世界各地で進行しつつある (GRAIN 2015b)。G8 ニュー・アライアンスや WEF ニュー・ビジョンなどの官民連携ガバナンス (食料安全保障ガバナンスの民営化) の下、アフリカ諸国で進行している問題については別稿で取り上げるため、ここでは先進国を含む他の地域で生じている問題について考察したい。

米国ではバイオテクノロジーの実用化が急速に進み、その成果物である遺伝子改変された微生物や動植物はもちろん、さらには同定され分離された遺伝子断片 (DNA) までは知的所有権化されるようになった。WTO 協定の一つ、知的所有権の貿易的側面に関する協定 (TRIPS) の第 27 条 3 項は特許の対象除外を定めたものであるが、これによると「本質的に生物学的な方法」ではない遺伝子工学技術等を用いて作出された動植物はすべて特許の対象になる (Shiva & Shroff 2015)。モンサントは実際、系列企業や他の種子企業を通じた GM 品種種子の販売に際して「特許料 (技術使用料)」を徴収するとともに、農家に様々な制約を課す「技術使用契約」を結ばせている。契約を結んでいない農家の圃場で「特許技術」である組換え形質が見つければ、それが非意図的な混入であっても同社から特許権侵害で訴えられる可能性がある。前述したように、北米ではそうした訴訟が相次いでおり、生産者の間に萎縮効果をもたらしている。

作物品種の登録を義務化し、区別性・均一性・安定性 (DUS) の基準に合致した品種種子のみに市場流通を限定する品種カタログ制度によっても、農家による自家採種や農家間の種子交換、あるいは種子業者や市場を介した在来品種等の利用が阻害されることになる。在来品種種子や有機種子であっても基準を満たして登録 (フ

ォーマル化)されるかぎり種子流通は可能だが、DUS 基準を満たすためには在来種栽培や有機農業で広く実践されている自家採種・種子交換という行為と衝突することになる。地域の中小種子企業や公的種子システムの積極的な役割が求められる所以である (今泉 2016)。

品種登録の義務化・フォーマル化については、EU 種子制度を特徴づける共通品種カタログがよく知られるが、2013 年 5 月に域内種子流通規制を強化する提案が欧州委員会より出され波紋を呼んだ。これまでは規制の対象外だった非商業的な種子取引を大きく制約し、加盟国内の流通規制 (国別品種カタログ) で許容されていた例外規定を無効化する内容を含んでいたからだ (Greens/EFA 2014)。有機農業団体や環境保護団体などの市民社会組織が欧州議会「欧州緑グループ・欧州自由連盟」などと連携しながら提案撤回を求める運動を繰り広げた結果、2014 年 3 月に欧州議会で否決され、2015 年 2 月に欧州委員会が提案を撤回して一件落着となったが、同様の動きはインドや米国でも見られた (Shiva & Shroff 2015)。インドでは 2004 年、既存の品種保護法が農民の権利条項を含んでいることに難色を示す関連業界が、品種の義務登録等を定めた種子法の導入を政府に要求するも、国民的反対運動によって阻止されている。他方、米国では同じく 2004 年連邦種子法によって品種登録・種子検査等が義務化され、コミュニティ・シードライブラリー等による種子交換や種子共有の取り組みを「アグロテロリズム」呼ばわりするなど、在来品種 (ローカル種子) の排除・違法化が進んでいる (Kinkaid 2015 ; Cook 2015)。ミネソタ州をはじめ州法で非商業目的の在来品種共有事業を通じた種子配布を容認する州やネブラスカ州のようにシードライブラリーを積極的に保護する州も生まれているが、カリフォルニア州では農家間の種子交換を大幅に規制する種子法が 2015 年 1 月に制定されている。

GM 作物品種が急速に拡大する中南米諸国でも「種子の権利」をめぐる激しい攻防が続いている (Shiva & Shroff 2015)。ここ数年来、種子法改正によって知的所有権の強化と自家採種・種子交換の違法化を求める動き (巷では「モンサント法案」と呼ばれている) が出てくるたびに大きな反対運動が起こり、メキシコ (2012~2013 年) やコロンビア (2013 年)、チリ (2013~2014 年)、グアテマラ (2014 年) などでもかろうじて撤回させてきた経緯がある (印綸 2014)。2013 年 10 月に連邦裁判所が GM トウモロコシの国内での栽培を禁じる判決を下したメキシコでは、バイオ産業界からの不服申立てを受けて、連邦地方裁判所の一つが 2015 年 8 月に同判決を覆そうとしたものの、同年 11 月には控訴審で再び栽培禁止判決が支持され、さらに別の案件で最高裁判所が GM 大豆の栽培を阻止する判決を下している。

しかし近年、2000 年代を通じて左傾化を強めていた中南米諸国で政変が続いており、再び新自由主義化・右傾化の動きを見せている。パラグアイでは 2012 年 6 月、小農や先住民族の権利を擁護する政策を進めていたルゴ大統領が保守派主導の上院議会で罷免された。同大統領が GM 品種の承認に否定的だったこと、新政権が矢継ぎ早に GM 品種の承認を進めたことから、中南米地域の社会運動や市民社会メディアはこれを「モンサントによるクーデター」として批判した。ブラジルでも 2016 年 5 月、中道左派のルセフ大統領が汚職事件を利用した議会の弾劾裁判によって権限を停止されるという「政治的クーデター」が発生し、アグロエコロジーや小農民支援を通じた農村開発と貧困対策に大きな役割を果たしてきた農業開発省 (輸出志向型の大規模農業を支援する農務省とは別組織) の廃止が即座に決定されるなど、急展開を見せている (teleSUR 2016) ⁵。

⁵ ここ数年、ブラジルをはじめ中南米諸国で環境活動家が殺害される事件が急増しており、2016 年 3 月には世界的に著名な先住民環境活動家の暗殺事件がホンジュラスで起きた。その多くは土地をめぐる紛争に関係しているが、農業関連の開発事業も無関係ではなく、同地域の今後の帰趨が懸念される。

他方、「種子の権利」をめぐる闘いとは異なるが、これまで GM 大豆に対する特許料（技術使用料）の徴収を認めてこなかったため、長年にわたりモンサントと対立してきたアルゼンチンでは、2013 年に認可された新品種（南米仕様の除草剤耐性＋害虫抵抗性品種）の販売を機に、政府に対する同社の圧力が強まっている。2016 年に入ると、モンサントはアルゼンチンから GM 大豆種子事業を撤収する可能性までちらつかせる一方（同社の大豆種子市場占有率の高さゆえ、その影響は極めて大きい）、政府の承認なしに大豆の輸出業者に依頼して集荷大豆の独自検査を始め、同品種の利用が発覚した生産者に特許料を請求するに及んだため、政府の対応が注目されていた。同国では 2015 年 12 月に中道右派政権が誕生し、12 年間続いた中道左派政権に終止符が打たれたところだったが、2016 年 6 月、政府が自ら集荷・輸出ターミナルで大豆の DNA 検査をして、必要な場合は生産者から特許料を徴収する方針を決定したことが報じられた（Bunge & Dube 2016）。

胎動する対抗運動とオルタナティブな種子制度の構築

農業の生命線であり、生物と文化の多様性の体现者であり、したがって生命の源でもある種子の商品化と私的所有権化の動きが強まるにつれて、それがもたらす矛盾も顕在化している。そして、それがゆえに、世界各地で様々な対抗運動とオルタナティブな種子制度の構築を目指す取り組みも広がっている。

世界的に著名な環境活動家で日本でも数々の翻訳書が出版されているヴァンダナ・シヴァが率いるインドの NGO (Navdanya) が、2012 年 10 月 16 日の国連「世界食料デー」に合わせて呼びかけた「シード・フリーダム運動」はその一つである。地方在来種や農民的知識、自家採種の実践を守るだけにとどまらず、それらを脅かす多国籍企業による種子独占や現行のアグリフード・レジームに対する抗議行動へと広がりを見せている。米国でも、クリエイティブ・コモンズ (CC) や Mozilla、Linux 等のオープンソース・ソフトウェアの挑戦に着想を得た「オープンソース種子イニシアチブ (OSSi)」が 2012 年 5 月に始動している。これは植物遺伝資源をコモンズ（共有資源）と捉え、持続可能な食料システムの構築を支えていくという考え方に賛同する公的機関や民間の育種家、地域の種子業者を巻き込みながら、彼らが保有する育種者権や所有権・ライセンス権を行使せずに広く社会に開放しようとする取り組みである。農家や園芸家の自家採種・種子交換を促し、そうした目的に資することを条件に他の育種家による自由な利用も認めている。いわばオープンソースの連鎖を広げていこうとする試みである。さらに GMO に関連して、2013 年 5 月 24 日に「モンサントに反対する行進 (March Against Monsanto)」が米国 48 州を含む世界 6 大陸 52 カ国で取り組まれ、200 万人を超える市民が参加した。その後、毎年同じ時期（2018 年は 5 月 19 日）に世界中で様々なイベントが企画されている。中南米諸国で「モンサント法案」の阻止に成功してきた背景に、こうした世界規模での情報共有の深まりと連帯運動の高まりがあるとされる。

こうした「種子を取り戻す」ための草の根の運動は、ピア・カンペシーナに代表される小農運動・食料主権運動とも連動しながら広範な市民社会組織を巻き込んだグローバルな運動へと発展している（La Via Campesina 2013）。彼らが共通に掲げる食料主権やアグロエコロジーの考え方は、国連食料農業機関 (FAO) や国連人権理事会 (UNHRC) 等の国連機関でも市民権を得つつある（久野 2012）。しかし、そうした国連機関でも熾烈なせめぎ合いが続いている。FAO が事務局を務める国際食料農業植物遺伝資源条約 (ITPGRFA) の 2015 年 10 月会合で提案され審議された、世界中のジェーン・バンクに保管されている植物遺伝資源を電子情報化してグローバルな情報管理システムに統合する計画 (DivSeek) に対して、ピア・カンペシーナ等の小農組織・市民社会組織はこ

れを企業によるバイオパイラシーを助長するものとして非難する声明を会合に先立つ9月25日に発表している。

多国籍アグリビジネスによる「種子の包摂」の度合いは、市場を通じた商品種子の囲い込みから遺伝情報の囲い込みへ、さらにインフォーマル市場のフォーマル化（非フォーマル種子の排除・違法化）を通じた法制度的な囲い込みへと深まっており、種子・遺伝資源へのアクセスと利用をすべての人々に開かれるべき基本的人権として主張し守っていくための世論と運動が正念場を迎えている。日本を含め世界各地で取り組まれている自家採種・種子共有をローカルなニッチ戦略として追求し、地域の遺伝資源と伝統知を自分たちの手で着実に守りつつ、条件のあるところでは公的機関や制度をうまく活用しながらオルタナティブな空間を強固なものにする努力を続け、さらにそうした可能性を阻害する国際的・国内的な法制度や政治経済力学に対する異議申立てや対抗運動をグローバルに展開するといった三層構造の戦略と戦術——多元的シード・ガバナンスの構築——が求められている。

参考文献

- Achenbach, J. (2016) "107 Nobel laureates sign letter blasting Greenpeace over GMOs". *The Washington Post*, June 29, 2016 (updated on June 30).
- African Centre for Biodiversity (2015) Profiting from the Climate Crisis, undermining resilience in Africa: Gates and Monsanto's Water Efficient Maize for Africa (WEMA) Project. African Centre for Biodiversity: Melville, South Africa.
- Anderson, T. (2014) Clever Name, Losing Game? How Climate Smart Agriculture is sowing confusion in the food movement. ActionAid International, September 2014.
- ASEED (2016) 'Climate Smart Fertiliser Addiction: Business as Usual'. ASEED Climate Change Background, January 25, 2016.
- Aubert, P.-M., Brun, M. and Treyer, S. (2015) "Ensuring transparency and accountability of the Global Alliance for Climate Smart Agriculture in the perspective of COP21". *IDDRI Policy Brief*, No.3, July 2015.
- Badgley, C., et al. (2007) "Organic Agriculture and the Global Food Supply," *Renewable Agriculture and Food Systems*, Vol. 22(2), pp.86-108.
- Barker, D., Freese, B., and Kimbrell, G. (2013) *Seed Giants vs. U.S. Farmers: A report by the Center for Food safety & Save Our Seeds*. The Center for Food Safety: Washington, DC.
- Benbrook, C. M. (2009) Impacts of Genetically Engineered Crops on Pesticide Use in the United States: The First Thirteen Years. The Organic Center Critical Issue Report, November 2009.
- Benbrook, C. M. (2012) "Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. – the first sixteen years". *Environmental Sciences Europe* 2012, Vol.24: 24.
- Blackmore, W. (2016) "Congress Moves One Step Close to Killing Vermont's GMO Labeling". *TakePart*, July 8, 2016.
- Bottemiller, H. (2013) "With Recent Victories, Movement to Label GMOs Gain Steam". *Food Safety News*, June 27, 2013.
- Bunge, J. and Dube, R. (2016) "Argentina Strikes Deal on GMO Seeds". *The Wall Street Journal*, June 23, 2016.
- Catacora-Vargas, G., Galeano, P., Agapito, S. Z., Aranda, D., Palau, T. and Nodari, R. O. (2012) Soybean Production in the Southern Cone of the Americas: Update on Land and Pesticide Use. A report published by GenØk (Centre for Biosafety, Norway), REDES-AT (Friends of the Earth Uruguay), Federal University of Santa Catarina (Brazil) and BASE-IS (Paraguay).
- Center for Food Safety (2005) *Monsanto vs. U.S. Farmers*. The Center for Food Safety: Washington, DC.

- Center for Food Safety (2012) Monsanto vs. U.S. Farmers, 2012 Update. The Center for Food Safety: Washington, DC.
- Center for Food Safety (2013) "Post-Prop.37 Poll Shows Strong Public Support for Future GE Food Labeling" CFS Press Release, January 9.
- CIDSE (2014) 'Climate-Smart Agriculture': the Emperor's new clothes? CIDSE: Brussels, Belgium, October 2014.
- Collins, E. D. and Chandrasekaran K. (2012) A Wolf in Sheep's Clothing? An Analysis of the 'sustainable intensification' of agriculture. Friends of the Earth International: Amsterdam, October 2012.
- Cook, C. D. (2015) "Seed Libraries Fight for the Right to Share". *Common Dreams*, February 13, 2015.
- ETC Group (2015) Breaking Bad: Big Ag Mega-Mergers in Play... ETC Group Communique No. 115, December 2015.
- ETC Group (2016) Merge-Santo: New Threat to Food Sovereignty, ETC Group Briefing Note, March 23, 2016.
- Fagan, J., Antoniou, M. and Robinson, C. (2014) *GMO Myths and Trutsh*, 2nd edition. Earth Open Source: London, UK.
- FAO (2010) "Climate-Smart" Agriculture: Policies, Practices and Financing for Food Security, Adaptation and Mitigation. FAO: Rome, Italy.
- FAO (2013a) Climate-Smart Agriculture: Sourcebook. FAO: Rome, Italy.
- FAO (2013b) *Success Stories on Climate-Smart Agriculture*. FAO: Rome, Italy.
- FAO (2014) Final Report for International Symposium on Agroecology for Food Security and Nutrition, 18-19 September 2014, Rome, Italy.
- Fatka, J. (2016) "Senate sends GMO labeling bill to the House", Feedstuffs news story, July 7, 2016.
- Fernandez-Cornejo, J., Wechsler, S., Livingston, M. and Mitchell, L. (2014) Genetically Engineered Crops in the United States. USDA Economic Research Report, No.162, February 2014.
- Ferrigno, S., et al. (2005) "Organic Cotton: A New Development Path for African Smallholders?" *IIED Gatekeeper Series* 120, International Institute for Environment and Development: London, UK.
- FoEI (2008) Who Benefits from GM Crops: The rise in pesticide use. Friends of the Earth International: Amsterdam, the Netherlands, January 2008.
- FoEI (2009) Who Benefits from GM Crops: Feeding the biotech giants, not the world's poor. Friends of the Earth International: Amsterdam, the Netherlands, January 2008.
- Food & Water Watch (2013) Superweeds: How Biotech Crops Bolster the Pesticide Industry. Food & Water Watch: Washington, DC.
- Food & Water Watch (2016) Genetically Engineered Food: An Overview. Food & Water Watch: Washington, DC.
- Freese, B. (2016) "Monsanto's Genetically Engineered Roundup Ready Alfalfa Has Gone Wild". *EcoWatch*, January 21, 2016.
- GAO: United States Government Accountability Office (2008) Genetically Engineered Crops: Agencies Are Proposing Changes to Improve Oversight, but Could Take Additional Steps to Enhance Coordination and Monitoring. GAO-09-60, November 2008.
- GAO: United States Government Accounting Office (2016) Genetically Engineered Crops: USDA Needs to Enhance Oversight and Better Understand Impacts of Unintended Mixing with Other Crops. GAO-16-241, March 2016.
- Glover, D. (2009) Undying Promise: Agricultural Biotechnology's Pro-Poor Narrative, Ten Years on, *STEPS Working Paper* 15, STEPS Centre, IDS, University of Sussex, Brighton, UK.
- GMWatch (2016) "Is Greenpeace really guilty of a 'crime against humanity'?" *GMWatch News*, July 8, 2016.
- GRAIN (2007) Stop the agrofuel craze! *Seedling*, GRAIN: Barcelona, Spain, July 2007.
- GRAIN (2013) The United Republic of Soybeans: Take Two. GRAIN: Barcelona, Spain, June 2013.
- GRAIN (2015a) The Exxons of Agriculture. GRAIN: Barcelona, Spain, September 2015.
- GRAIN (2015b) UPOV 91 and other seed laws: a basic primer on how companies intend to control and

monopolise seeds. GRAIN: Barcelona, Spain, October 2015.

- Greenberg, S. (2004) Global Agriculture and Genetically Modified Cotton in Africa. A paper for African Centre for Biosafety. <http://acbio.org.za/wp-content/uploads/2015/02/GMCottonInAfrica.pdf>
- Greene, S.L., Kesoju, S.R., Martin, R.C., and Kramer, M. (2015) "Occurrence of Transgenic Feral Alfalfa (*Medicago sativa* subsp. *sativa* L.) in Alfalfa Seed Production Areas in the United States". *PLoS ONE*, Vol.10(12): e0143296.
- Greene, C., Wechsler, S.J., Adalja, A., and Hanson, J. (2016) Economic Issues in the Coexistence of Organic, Genetically Engineered (GE), and Non-GE Crops. *USDA-ERS Economic Information Bulletin* No.149, February 2016.
- Greenpeace (2015) Twenty Years of Failure: Why GM Crops have failed to deliver on their promises. Greenpeace e.V.: Hamburg, Germany.
- Greens/EFA (2014) "All you need to know on the Seed Production and Marketing regulation", a Greens/EFA briefing note, January 10, 2014.
- Gurian-Sherman, D. (2009) Failure to Yield: Evaluating the Performance of Genetically Engineered Crops, Cambridge, MA: Union of Concerned Scientists.
- Gurian-Sherman, D. (2012) High and Dry: Why Genetic Engineering Is Not Solving Agriculture's Drought Problem in a Thirsty World. Union of Concerned Scientists: Cambridge, MA.
- Hansen, M. (2013) "Golden rice myths", GMWatch, August 28, 2013.
- Hallenbeck, T. (2016) "GMO bill one step from law", Burlington Free Press, April 24, 2014.
- IAASTD: International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (2009) Agriculture at a Crossroads: Synthesis Report, Island Press.
- James, C. (2014) Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. ISAAA Brief No.49, ISAAA: Ithaca, NY.
- James, C. (2015) 20th Anniversary (1996 to 2015) of the Global Commercialization of Biotech Crops and Biotech Crop Highlights in 2015. ISAAA Brief No.51, ISAAA: Ithaca, NY.
- James, C. (2016) Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016. ISAAA Brief No.52, ISAAA: Ithaca, NY.
- Kinkaid, E. (2015) "Is Sharing Seeds Illegal in Your States?" foodtank.com, May 8, 2015.
- La Via Campesina (2013) *Our Seeds, Our Future*, Notebook No.6, May 2013.
- MASIPAG: Farmer-Scientist Partnership for Development (Philippines) with BIOTHAI (Thailand), CEDAC (Cambodia), DRCSC (India), GRAIN, PAN-Indonesia (Indonesia) and UBINIG (Bangladesh) (2001) Grains of Delusion: Golden Rice seen from the Ground. MASIPAG: Los Banos, Philippines.
- MISEREOR (2012) "Carbon Markets in Agriculture: Benefiting the Poor and the Climate?" Climate Change and Agriculture Short Paper Series 2, MISEREOR: Aachen, Germany, May 2012.
- National Academies Institute of Medicine and National Research Council (2004) *Safety of Genetically Engineered Foods: Approaches to Assessing Unintended Health Effects*. National Academy Press: Washington, DC.
- Paul, K. (2016) "Damn the Torpedoes! Full Speed Ahead on GMO Labeling", Organic Consumers Association News report, July 6, 2016.
- Perkowski, M. (2005) "USDA proposes more scrutiny for biotech wheat field trials". *Capital Press*, October 1, 2005.
- Pretty, J. N., et al. (2006) "Resource-Conserving Agriculture Increases Yields in Developing Countries," *Environmental Science & Technology*, Vol. 40(4), pp.1114-1119.
- Pryme, I. F. and Lembcke, R. (2003) "In Vito Studies on Possible Health Consequences of Genetically Modified Food and Feed". *Nutrition and Health*, Vol.17, pp.1-8.
- Reganold, J. P. and Wachter, J. M. (2016) "Organic agriculture in the twenty-first century". *Nature Plants*, Vol.2, pp.1-8.
- Robinson, C., Antoniou, M. and Fagan, J. (2015) *GMO Myths and Truths, 3rd edition*. Earth Open Source: London, UK.

- Royal Society (2009) Reaping the Benefits: Science and the sustainable intensification of global agriculture. Policy document 11/09, Royal Society: London.
- Royte, Elizabeth (2013) "The Post-GMO Economy: One mainstream farmer is returning to conventional seed – and he's not alone". *Modern Farmer*, posted on December 6, 2013.
- Schmitt, T. (2016) "The Debate Over 'Climate-Smart' Agriculture". Pulitzer Center, April 26, 2016.
- SEARICE: Southeast Asia Regional Initiatives for Community Empowerment (2013) Going Against the Golden Grain, a primer on Golden Rice. SEARICE: Metro Manila, Philippines.
- Shiva, V. Shiva and Shroff, R. (2015) Satyagraha for Seed Freedom and Food Freedom, Navdanya International, August 2015.
- Steinbrecher, R.A. (2015) Genetic Engineering in Plants and the "New Breeding Techniques (NBTs)": Inherent risks and the need to regulate. *EcoNexus Briefing*, December 2015.
- Swaminathan, M. and Rawal, V. (2011) "Are there Benefits from the Cultivation of Bt Cotton? A Comment Based on Data from a Vidarbha Village," *Review of Agrarian Studies*, Vol.1(1), pp.101-124.
- teleSUR (2016) "In Just One Day, Brazil's Post-Coup President Sent the Country Back Decades". teleSUR News, May 13, 2016.
- Then, C. (2012) Golden Lies: The Seed Industry's Questionable Golden Rice Project. Foodwatch: Berlin, Germany.
- UNEP (2009) *Towards Sustainable Production and Use of Resources: Assessing Biofuels*. UNEP Division of Technology Industry and Economics: Paris, France.
- USDA Office of Inspector General (2005) Audit Report 50601-0008-Te, Controls Over Issuance of Genetically Engineered Organism Release Permits. December 2005.
- USDA Office of Inspector General (2015) Audit Report 50601-0001-32, Controls Over APHIS's Introduction of Genetically Engineered Organisms. September 2015.
- Yang, P, et al. (2005) "Impacts of transgenic Bt cotton and integrated pest management education on smallholder cotton farmers," *International Journal of Pest Management*, Vol.51(4), pp.231-244.
- 久野秀二 (1996) 「環境問題と史的唯物論」、鰐坂真・中田進編『現代に挑む唯物論』学習の友社、第9章。
- 久野秀二 (2002) 『アグリビジネスと遺伝子組換え作物——政治経済学アプローチ』日本経済評論社。
- 久野秀二 (2005) 「遺伝子組換え作物の社会科学——科学技術が社会に受け入れられるには？」『イリューム』17巻1号、4-21頁。
- 久野秀二 (2009) 「国連『食料への権利』報告と求められる農政改革」『農業と経済』75巻6号、37-48頁。
- 久野秀二 (2011) 「世界食料不安時代の到来と食料主権（上）」『経済』191号、108-123頁。
- 久野秀二 (2012) 「誰がタネを制するか？ 種子ビジネスの現状と対抗運動の可能性」『農業と経済』第78巻12号、5-21頁。
- 印鑑智哉 (2014) 「世界化するモンサント法案と人びとの種子の権利、食料の主権を守る闘い」2014年11月5日、<http://blog.rederio.jp/archives/2788>。
- 中島紀一 (2000) 「世紀的転形期における農法の解体・独占・再生」『農業経済研究』72巻2号、71-82頁。
- 祖田修 (2000) 『農学原論』岩波書店。