



Title	遺伝子組み換え作物の社会経済的評価
Author(s)	久野, 秀二; HISANO, Shuji
Citation	北海道大学農経論叢, 56, 1-26
Issue Date	2000-03
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/11188">https://hdl.handle.net/2115/11188</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	56_p1-26.pdf



# 遺伝子組み換え作物の社会経済的評価

—— 開発推進論拠の批判的検討 ——

久野 秀 二

## Socio-economic Impact Assessment of Genetically Modified Crops: Critical Review of the Legitimacy of Agricultural Biotechnology Development

Shuji HISANO

### Summary

The rapid adoption of genetically modified (GM) crops around the world has caused controversy about safety problems and socio-economic impacts. In this paper I address the latter aspect of GM technology in order to critically review the legitimacy of agricultural biotechnology development. Proponents portray GM crops as both indispensable and beneficial to everyone, including farmers and consumers, and moreover, developing countries. However, the rhetoric of neutrality embedded in science and technology masks a series of social contradictions. All of the processes concerned with new technology development are under the influence of domineering transnational corporations. In fact, GM crops have been commercialized through large amounts of R&D and approval procedures. These, when criticized, are deeply tied to private profit neglecting short and long-term social and environmental consequences. The analysis centers on 'farmers' benefits' including cost reductions, yield increases, and management flexibility. From cases in the U.S. and Canada, it is revealed that the benefits of GM are enjoyed by a small number of corporations rather than by farmers. Yet, we are left with another question; can there be other benefits, such as feeding the growing world population in ways compatible with sustainable agriculture, even if the on-farm economic benefits derived from GM crops are not enough? An answer of 'yes' or 'no' will depend on further study, however, it is essential for us to distinguish between the general potential of GM technology and its actual consequences under current political and socio-economic conditions.

### 1. はじめに

遺伝子組み換え（以下、GM と略す）作物の商業栽培が本格的に開始された1996年以来、GM作物・食品の健康や生態系へ及ぼす影響をめぐる消費者の反対世論の高まりは、国際的な政治経済上の一大争点にまで発展することになった。問題の性格上、議論がGM技術の安全性に集中することは避けられないが、GM技術の影響はプラスであれマイナスであれ社会経済的広がりを持たざるを得ない。ところが、

商品化以前から経済学、社会学、倫理学、政治学等の社会科学研究者を含めた幅広い議論の蓄積のあった欧米諸国と比べ、とくにわが国では安全性を疑問視する消費者団体や科学評論家と開発企業や関係省庁、技術研究者とが対峙する形で、もっぱら「安全か否か」に比重を置きながら議論が展開してきたように思われる（註1）。

本稿は、GM作物・食品が健康や生態系へ否定的な影響を及ぼす可能性（リスク可能性）があることを前提としており、そのことについてはあらためて

言及しない(註2)。本稿はむしろ、これまでの議論には十分に組み入れられてこなかったGM技術の社会経済的側面に焦点をあてることに主眼をおいている。

その際、GM作物の開発推進論拠を検証することが不可欠であると考え。本論で詳しく考察するように、リスク可能性と便益可能性との比較検討を踏まえてGM技術の農業・食料への適用を正当化するというのが開発推進者が採用するロジックであるからだ。開発推進者が主張するGM作物の便益可能性に根拠がないわけではない。また、新技術を評価する際にこうした費用便益分析が有効な手段になりうることは一般的に認められよう。問題は双方の可能性をいかに評価するかにある。そのための手法は技術的であっても、評価する視点は価値判断を伴う社会経済的なそれであることに留意しなければならない。他方で、GM作物・食品をめぐる批判的言説は往々にして当該技術の全面的否定に帰結することがある。だが、GM技術それ自体が有する将来可能性と、多様な経済主体が関与する開発普及環境下で実用化されている個別具体的なGM技術とを分析的に考察し、評価しなければならない。これが留意すべきもう一つの点である。日本語では科学と技術が一単語化されているが、中村【45】が指摘するように、「科学を営利の目的に利用する傾向が強くなればなるほど、基礎科学と技術学そして技術を概念的にも明瞭に区別しておかなければ科学研究や技術進歩の腐敗や歪みを匡し、正しい方向づけを与えることはできない」(p.176)だろう。バイオテクノロジーはそれ自体としては自然の法則的認識とその意識的適用を可能にする諸手段の体系であり、人間の制御能力(広義の生産力)の増大を可能にするかぎり人類史的な意義を有する重要な科学的営為の産物である。しかし、科学技術はたんなる科学的営為の産物ではなく、様々な政治的・経済的諸要因が複雑に絡み合って構成される一つの社会的産物である。それが社会経済的諸関係によって、いかなる形態規定を受けるのか。つまり、その研究開発がいかなる社会経済的環境のもとで進められ、実際の利用はいかなる社会経済的影響を及ぼすのか、を明らかにすること。これが本稿の課題である。

もとより、本稿でそのすべてを扱うことは到底不可能であり、検討課題の範囲を限定せざるをえない。そこで筆者は本稿を最終課題のための基礎作業と位

置づけ、以下の構成にしたがって考察を進めることにする。まず2節では、考察の前提としてGM作物の商品開発動向を最新のデータのなかに確認するとともに、GM作物の開発推進論拠を開発サイドの所説のなかから抽出・整理し、後節における批判的検討のためのたたき台を提示する。続く3節では、研究開発のあり方と方向性を制約する制度的環境を、主要な経済主体である米国の公的機関と開発企業の性格規定を通じて明らかにする。4節では、開発推進論拠を具体的に検証するが、紙幅の関係から直接的な推進論拠である「農業者利益」論に限定し、北米の実例から得られたデータをもとに検討を加える(註3)。最後に5節で以上を総括しつつ、当該技術の社会経済的評価に不可欠な視点のさらなる豊富化を展望し、本稿を締めくくりにしたい。

## 2. 遺伝子組み換え作物の商品開発と推進論拠

### 1) 遺伝子組み換え作物の商品化動向

表1は1996年から99年までの世界のGM作物作付状況の推移を示したものである。1999年の作付面積は3,990万ヘクタールだが、これはわが国の耕地面積の8倍に相当する。国別では米国が全体の7割を占めており、アルゼンチンとカナダがこれに次いでいる。作物別では過半を占めるダイズなど4作

表1 世界のGM作物の作付状況

(単位:百万ha)

国・地域	1996	1997	1998	1999	%
米国	1.5	8.1	20.5	28.7	72
アルゼンチン	0.1	1.4	4.3	6.7	17
カナダ	0.1	1.3	2.8	4.0	10
その他	1.1	2.0	0.2	0.5	1
作物	1996	1997	1998	1999	%
ダイズ	0.5	5.1	14.5	21.6	54
トウモロコシ	0.3	3.2	8.3	11.1	28
ワタ	0.8	1.4	2.5	3.7	9
カンノーラ	0.2	1.2	2.4	3.4	9
その他	1.0	1.9	1.0	0.1	0
合計	2.8	12.8	27.8	39.9	100

(注) その他には、中国、オーストラリア、南アフリカ、メキシコ、スペイン、フランス、ルーマニア、ウクライナ等が含まれる。作物については、ジャガイモ、タバコ、トマト等が含まれる。但し、中国のデータは正確に捕捉できていない可能性がある。

(資料) Clive James (ISAAA), 1999.

物でほぼ 100%であるという作物偏向を確認することができる。

米国では GM 作物の生態系へ及ぼす影響を評価する農務省(USDA)、食品利用の安全性を評価する食品医薬品局(FDA)、農業機能を有する作物の安全性を評価する環境保護局(EPA)が安全審査を分担している。USDAの最終認可を受けた作物は1999年11月末時点で50種類、同じくFDAの最終認可を受けた作物は45種類に達している。カナダでは主力作物のカノーラ(ナタネ)に偏っているものの、同様の安全審査を経て数多くのGM作物がすでに認可されている(註4)。実用的なGM作物の登場は1994年の日持ち性トマト(Flavr-Savr)に遡ることができるが、本格的な商業栽培は1996年の除草剤耐性ダイズ(Roundup-Ready)に端を発している。表2はすでに商品開発されている主なGM作物をリ

ストアップしたものである(註5)。品種特性についてはGlyphosate(商品名Roundup)とGlufosinate(商品名LibertyまたはBasta)の2種の除草剤に耐性をもつ品種、および土壤微生物である*Bacillus thuringiensis* (Bt) 菌が組み込まれた害虫抵抗性品種に集中していることがわかる。開発企業の詳細については後述するが、系列会社を含めれば、Monsanto, AgrEvo, DuPont, Novartis, それにトマトのGM品種を開発したZenecaを加えた5社に限られていることをひとまず確認しておこう。

また、図1に示されるように、USDA最終認可の前段として5,000件を超える開発品種の環境放出試験が実施されており、しかもその数は年々増加の一途を辿っていることから、今後さらなる実用品種の上市が予想される。そのなかで特に注目されているのが、すでに商品開発に成功しているCalgene

表2 商品開発されている主なGM作物

作物	品種特性	開発企業	商品名	栽培開始	日本	EU
ダイズ	Glyphosate 除草剤耐性	Monsanto	Roundup Ready	1996	○	○
	高オレイン酸含有	DuPont	Optimum	1998	△	未
	Glufosinate 除草剤耐性	AgrEvo	LibertyLink	2000	△	未
トウモロコシ	Bt hybrid	Novartis	Maximizer with Knockout	1996	○	○
	Bt hybrid	Novartis	NK YieldGard	1997	○	○
	害虫抵抗性 Bt	Monsanto	YieldGard	1997	○	○
	害虫抵抗性 Bt	DeKalb*	YieldGard	1997	○	未
	Glufosinate 除草剤耐性	AgrEvo	LibertyLink	1997	○	○
	Glufosinate 除草剤耐性+Bt	AgrEvo	StarLink	1998	△	未
	Glyphosate 除草剤耐性+Bt	Monsanto	YieldGard+Roundup Ready	1998	△	—
	Glyphosate 除草剤耐性	Monsanto	Roundup Ready	1998	○	未
Glyphosate 除草剤耐性+Bt	Pioneer Hi-bred*	unknown	?	△	—	
カノーラ	高ラウリン酸含有	Calgene*	Laurical	1995	—	—
	Glufosinate 除草剤耐性	AgrEvo	LibertyLink	1995	○	未
	Glyphosate 除草剤耐性	Monsanto	Roundup Ready	1996	○	未
	Glufosinate 除草剤耐性(hybrid)	PGS*	SeedLink/Invigor	1997	○	○
	Bromoxynil 除草剤耐性	Rhone-Poulenc	BXN	?	○	未
ワタ	Bromoxynil 除草剤耐性	Calgene*	BXN	1995	○	未
	害虫抵抗性 Bt	Monsanto	Bollgard	1996	○	未
	Glyphosate 除草剤耐性	Monsanto	Roundup Ready	1997	○	未
	Bromoxynil 除草剤耐性+Bt	Calgene*	Bollgard+BXN	1997	○	未
	Glufosinate 除草剤耐性	AgrEvo	LibertyLink	2000	—	—
	Sulfonylurea 除草剤耐性	DuPont	STS	?	—	—
ジャガイモ	害虫抵抗性 Bt	Monsanto	NewLeaf	1995	○	未
	害虫抵抗性 Bt	Monsanto	NewLeaf Atlantic (for Canada)	1996	○	未

(注) △は農水省に認可されたが、厚生省の認可がまだのもの。EU未認可には申請後ペンディングになっているものや、各国レベルで認可されているものが含まれている。この表に示された作物以外に、トマト、タバコ、テンサイ等の商業栽培がすでに行われている。\*Calgene および DeKalb は Monsanto に、PGS は AgrEvo に、Pioneer は DuPont に買収されている。また、AgrEvo と Rhone-Poulenc は合併して Aventis になる。

(資料) OECD BioTrack 資料, Information Systems for Biotechnology 資料, Canadian Food Inspection Agency 資料, 農林水産技術会議資料および各社資料より作成。

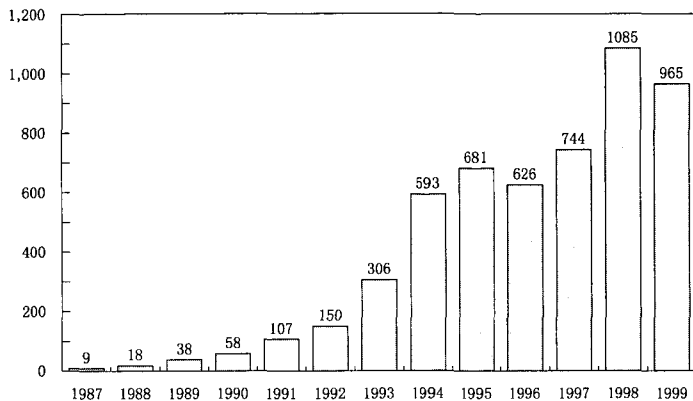


図1 USDA 環境放出試験の実施件数の推移

(資料) Information Systems for Biotechnology Database をもとに作成した。

(Monsanto)のラウリン酸含有カノーラや DuPont の高オレイン酸ダイズなど、必須アミノ酸や鉄分、ビタミンなどの特定栄養素の含有量を高めたり、油脂分量の調整を施した高機能性作物の開発である。これまでも従来育種技術で改良した高油糧トウモロコシがニッチ市場ながら飼料向けの高付加価値作物として生産・販売されているが、GM 技術はその可能性を大きく広げるものとして期待されている (USDA-ERS【34】)。開発企業の多くは、除草剤耐性や害虫抵抗性などの「農業者利益」をアピールした第1世代の GM 作物が消費者の反発を招いたことを受けて、「消費者利益」を全面に掲げたこれら第2世代の GM 作物の商品化を重視している。

## 2) 遺伝子組み換え作物の開発推進論拠

バイオテクノロジー産業の強化を国家戦略として重視する米国政府、あるいは GM 作物の開発で主導的立場にある開発企業の所説に共通してみられる GM 作物の開発推進論拠—— 便益可能性 —— は以下の4点に整理することができる。前述したように、一般論としての将来可能性を留保しつつも、当該技術の社会経済的影響評価のための基礎作業として、これらの開発推進論拠を改めて検討しておくことは有益かつ必要なことである。

第1に、病虫害や各種環境ストレスへの抵抗性を付与された GM 作物は、ますます増大する世界人口を養うための食料増産に貢献し、途上国の飢餓問題を解決する上で重要な役割を担うだろう。

第2に、環境に多大な負荷を与えてきた慣行農業と比べて化石燃料や化学資材への依存を大幅に減ら

すため、環境保全型農業の実現と食料生産の持続的発展に大きく貢献するだろう。

第3に、GM 作物の栽培は、農薬等の投入資材の量を大幅に減らすことによって生産コストの削減を可能とし、かつ圃場管理の効率化によって投下労働の軽減にもつながるため、先進各国で深刻化している経営困難や担い手不足にも十分に対応できるだろう。

第4に、高品質で高機能の食品を効率的に作り出すことが可能になるため、消費者も恩恵に浴するだろう。

これらの便益可能性が GM 作物反対世論への有力な対抗論拠として提示される場合、開発サイドが採用するロジックが「リスクと便益のバランス」である。例えば、米国政府がバイオ産業の育成を重要な国家戦略として位置づけた『バイオテクノロジー連邦政策に関する報告書』(1991年2月)は中心課題の一つである規制緩和策を次のように説明している。すなわち「規制的監視の原則の目標は、バイオテクノロジーに影響を与える規制及び指針が可能性ある危険のみを理由とし、バイオテクノロジーが社会に与える利益を減殺するような過剰な制約を回避するように慎重に構成され見直されることを確認することにある」(The President's Council on Competitiveness【24】：下線は筆者。以下同じ)。要するに、リスク可能性を理由とした規制によって便益可能性の芽を摘むことがあってはならない、前者は文字通りの可能性であり、後者の現実的な可能性を優先すべきである、というのだ。同様の論理は開発企業の資料のなかでも繰り返し展開されている。

また、生物学者兼倫理学者の Reiss & Straughan 【26】は、微生物、植物、動物、ヒト各々への GM 技術の適用の可否を倫理問題として捉え、「その技術をどこまで人間社会に適用すべきかについて、私たち二人はまだ決めかねている」(p.ii)と断りながらも、次のような見解を述べている。「哲学的に考えると、価値判断というものは、『良くて正しいとか悪くて間違っているとか』証明できないものである。しかし、得られる利益と支払う費用を秤にかければ、『生まれ育った環境で育成された価値観』を乗り越えるのが妥当かどうかは判断できる。そして、人類の苦しみを軽減するかもしれない大きな利益があり、そうなのだから、新しい科学技術の可能性にけることの方が、倫理的に望ましいのではないだろうかと判断できる」(p.168)。もちろん、彼らは安全性に関して科学者間でも意見の一致が見られていないものについては慎重かつ十分な管理にもとづきながら一步一步前進する必要があること、利益を得る国と企業はダメージを受けやすい国や人々の被害を最小にする倫理的な義務を有していることを指摘している。しかし、彼らが「私たち著者のとりあえずの判定は、人類の豊かさに大きく貢献できる可能性を高く評価して、これらの研究開発と応用はもっと進めるべきだと思う」(p.168)とする根拠、つまり「貢献できる可能性」の評価を曖昧に済ますわけにはいかないし、「研究開発と応用」の現実や「もっと進めるべき」方向性に対する彼らの認識にも不十分さは否めない。科学技術の社会経済的評価はけっしてテクニカルな作業ではないのである。

### 3) 社会経済的評価のための基本的視点

科学技術に対する社会科学からのアプローチはこれまで数多く試みられてきた。わが国では戦前の唯研論争以来、哲学およびマルクス経済学の領域において技術と生産力の概念規定をめぐる激しい論争が繰り返されてきた。技術を「労働手段の体系」と規定するか、「客観的法則性の意識的適用」と規定するかといった対立は残されているものの、「自然科学の成果の利用ということは技術の一つの側面にすぎず、技術の発達・進歩にはいま一つの重要な側面、すなわち自然科学の成果を生産のなかに取り入れる社会経済的な契機があること、技術は社会経済的条件下に決定的に左右されていること」(中村【45】: pp. 176-177)については見解の相違はないと思われる

(註6)。

他方、社会学の領域ではマルクスの哲学・社会学理論やフランクフルト学派の「批判理論」を基軸とした科学技術論を展開している Feenberg 【10】が傑出である。氏は既存のテクノロジー理論、すなわちテクノロジーを社会的領域で支配的な価値観にただ奉仕する性質のものとして捉える「中立的道具説」、およびテクノロジーを既存の価値観の上位に位置する自己完結的なイデオロギー装置(文化的強制システム)であると捉える「自立的存在説」や「テクノロジー的決定論」の双方を批判的に乗り越えながら、テクノロジーの社会的被規定性と修正可能性とを同時に把握する第三のアプローチを提示する。すなわち「テクノロジーを管理する場所が何処にあるか、といった問題は、テクノロジーの発達のあり方をまさに左右するものである。したがって、もしも下位にある側の者からの新しい管理の形態が存在しうらば、すなわちそれは、テクノロジーをかつてなかったような発達の進路へと向かわせることができるはず」(p.28)であるとし、産業主義社会(資本主義および旧社会主義)の民主主義的な再編成と一体のものとして、代替的なテクノロジーの再デザイン化を展望する。

農村社会学の研究者も、近代経済学で一般に採用されている理論、すなわち技術進歩の要因を市場ニーズ等のプル要因に着目する「誘発的技術進歩モデル」や開発・普及サイドからのプッシュ要因に着目する「普及モデル」などの理論を批判的に検討しながら、それらに欠けている新たな視点として以下の諸点を強調した。①農業技術の研究開発の方向性を左右する制度的環境(とくに公的機関の役割変化)、②新技術の商品化と普及に関わる経済主体(アグリビジネス)の影響力、③新技術の普及にともなう利益配分構造の変化とその階層性、といった社会経済的視点である(Busch et al.【4】、Buttel et al.【6】、Kloppenbunrg【17】)。そのための実証研究の蓄積と理論的体系化の所産として形成されたのが、「農業社会学(Sociology of Agriculture)」あるいは「農業政治経済学(Political Economy of Agriculture)」と呼ばれる研究潮流である(立川【42】)。

また、農業社会学グループとも交流のある農業倫理学の研究者も農業科学技術の問題に強い関心を示してきた。Thompson【31】は、従来の功利主義的な研究評価を批判して次のように述べている。それは

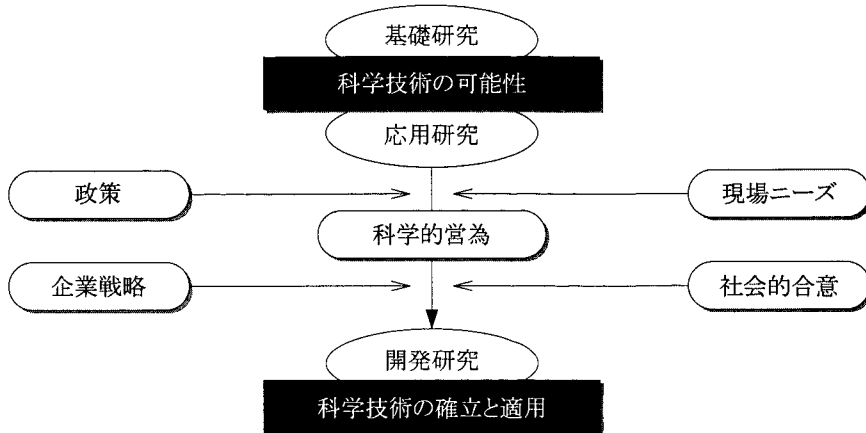


図2 科学技術の社会経済的被規定性

「生産性 (productivity)」と「効率性 (efficiency)」という二つの評価基準によって算定される費用便益分析にもとづいているため、重要な三つの視点——①公平性 (equity) ないし分配の問題、②持続性 (sustainability) ないし長期的影響の問題、③自律性 (autonomy) ないし基本的人間的価値の問題への配慮——を欠落させている、と。その上で、農業科学技術の影響を受ける関係主体の意思決定への参加と合意形成努力が重要であると主張している(註7)(註8)。

筆者は上記の研究成果を総合的に加味して図2を作成した。以下では、この図を念頭に置きながらGM作物が有する社会経済的被規定性を浮き彫りにして

いきたい。

### 3. 研究開発及び普及を取り巻く社会経済的環境

#### 1) 北米における急速な普及とその背景

先に世界全体のGM作物の作付けの7割以上を米国が占めていることを確認した。その米国におけるGM作物の実状をもう少し詳しく考察してみよう。表3は各作物に占めるGM品種の作付割合の推移を示したものである。データの連続性がないので正確なことは言えないが、1999年産の除草剤耐性ダイズはダイズ全体の57%に達している。トウモロコシとワタも40~50%の水準にある。カナダでもGM

表3 米国におけるGM品種の作付面積割合の推移 (%)

GM 品種	USDA-ARM Survey			USDA-0Y Survey		BIO***
	1996	1997	1998**	1998	1999	1998
Bt トウモロコシ	1.4	7.6	19.1	26	30	—
HT トウモロコシ*	3.0	4.3	18.4	9	8	—
HT ダイズ*	7.4	17.0	44.2	42	57	—
Bt ワタ	14.6	15.0	16.8	23	27	—
HT ワタ	id	10.5	26.2	3	38	—
トウモロコシ	4.4	11.9	37.5	—	—	25
ダイズ	7.4	17.0	44.2	—	—	38
ワタ	14.6	25.5	43.0	—	—	45

(注) \* 従来育種技術による耐性付与品種を含む。/\*\* 1998年のトウモロコシとワタについてはBtとHTの両方を付与した品種が重複している。/\*\* 業界団体のバイオ産業機構(BIO)による試算。id: 統計的に信頼できる評価をするだけの十分なデータがなかったもの。

(出所) USDA-ERS, *Genetically Engineered Crops for Pest Management*, June 25, 1999; および, USDA-NASS, *1999 Crop Production Report*, October 8, 1999, 等より作成。

品種のカノーラが50%以上にまで普及している(註9)。わずか数年の間に過半に達する勢いで普及した作物品種は過去に例を見ない。かつてのハイブリッド・コーンでさえ同じ水準に達するのに約7年、州によっては20年を要したという(Kalaitzandonakes【16】)。

なぜ、北米でこれほどまで急速に普及したのだろうか。この点について、1998年9月に米国中西部を視察したグループの一員としてレポートをまとめた酒井【41】を参考にしながら、ここでは以下のように整理しておきたい。

第1に、農業・食料部門における国際競争力を重視し、バイオテクノロジー産業の育成を国家戦略上の要と位置づける米国政府による強力な支持があったことである。なお、先に引用した1991年の『バイオテクノロジー連邦政策に関する報告書』に明瞭に示された米国政府の開発推進姿勢について、筆者は【49】ですでに論じているので、本稿では繰り返すのを避けるため、バイテク推進政策が研究開発過程に与える影響と問題点に的を絞って、次項で取り上げることとする。

第2に、バイオ部門への進出と競争力確保を企業戦略上の要と位置づける多国籍アグリビジネスの猛烈な販売競争が普及を促進したという点である。この問題についても、後で詳しく論じることとする。

第3に、国民性の相違に帰着させる議論も散見されるが、直接的には、政府や企業の安全性確保策に対する国民の一般的な信頼感が、狂牛病問題を経験した欧州諸国と比べて格段に強かったという点も無視できない。

第4に、慣行農業の環境負荷を問題視する国民的世論が、環境保全型農業への適合性という便益可能性の言説を受け容れやすくなったという点である。

そして第5に、農家の側の事情として、①農業保護政策を後退させた1996年農業法によって農家はさらなるコストダウンを追求せざるをえなくなったこと、および②家族経営の労働力・後継者不足が深刻化していることが内在的な要因として決定的であったと思われる。「その早い普及テンポというのは、実は家族労働力の脆弱化、家族経営崩壊のテンポを表現しているといえよう。逆に言えば、こうした技術革新を受け入れないと生き残っていけないのである」(酒井【41】:p.81)。低落する農産物価格と増大する生産コスト負担というシェレ構造がGM

作物の受容を促進したというわけだ。農業技術の普及に関する古典的な命題である「踏み車の論理(treadmill theory)」の現代版である(註10)。前述したように、直接的かつ具体的な開発推進論拠として「農業者利益」論が盛んに喧伝されている。GM技術の社会経済的影響を検証する上で不可欠な論点であるので、一節を割いて詳細に検討することにした。

## 2) 公的農業研究システムの現状

### (1) 公的研究開発の量的後退

農業技術の発達史を振り返るまでもなく、いずれの国においても公的機関が農業技術の研究開発において重要な役割を果たしてきた。とくに種子事業の根幹である育種研究が主として公的機関によって担われてきたことについては、民間企業主導の種子産業が最も発達した米国といえども事情は同じである。それは育種研究が有する社会的属性(農業・食料のあり方全体に及ぼす影響の大きさ)によるものだが、より直接的には外部性・不可分性・不確実性といった経済的属性に基づくこととされている。つまるところ、利潤形成の場となりうる部分に民間企業が参入し、投資効果の低い部分を公的機関が担うという役割分担の結果である(久野【48】)。事実、1920年代のハイブリッド育種技術の確立や1960~70年代の育種者権保護制度の整備強化は育種研究の産業としての包摂を可能にし、民間育種の枠をその都度拡大してきた経緯がある(久野【47】)。さらに、1980~90年代の農業バイオテクノロジーの実用化は、知的所有権制度に補完されながら農業技術の研究開発における民間企業の主導性をさらに強める契機となった。米国では公的部門の農業研究支出額が1980年初頭に民間部門の支出額を下回って以降、実質支出額は横這いで推移してきた。これに対し、民間部門の農業研究支出は一貫した伸びを示しており、1960年の13億ドルから1996年の40億ドルにまで増大している。もちろん、これは米国政府の意図せざる結果というわけではない。生物特許を認めた1980年のChakravarti判決(微生物)や85年のHibberd審決(植物)など一連の司法決定に結実した知的所有権政策の強化、1986年の技術移転法(Technology Transfer Act)をはじめとする民間研究開発の支援政策、それに1980年代後半以降の緊縮財政政策などがもたらした必然的な結果であるか

らだ。

だが、公的機関の役割の後退は民間企業による農業研究開発によっては埋め合わせすることのできない問題を孕んでいる。1992年に民間企業が農業研究に投資した34億ドルのうち4割以上が製品開発研究であったが、公的機関の場合は総額29億ドルに占める割合は7%以下であり、大半は基礎的な研究に費やされている。民間企業による植物育種への投資も4億ドルあり、近年増大傾向にあるものの、優良株の選抜育種といった基盤研究は弱く、応用育種についても作物偏向がみられる(USDA-ERS【33】)。また、種子会社に所属する研究者の4割は遺伝子工学を専門としており、従来育種技術を扱う研究者を上回っているという(USDA-ERS【37】)。したがって、この分野における公的部門の後退は優良な育種素材の供給や優秀な育種研究者の育成を妨げ、結果的に民間企業の種子事業にも否定的な影響を及ぼすおそれがある。Pioneer Hi-bred Intl.の元研究部長Duvick【10】は「植物育種は圃場での選抜育種といった古典的手法で訓練された育種家を必要とし続けるだろうし、その必要性は以前にも増して高まるだろう。……だが、そのための研究資金が枯渇しているため優秀な人材が適正に輩出されていない」(p.10)と警鐘を鳴らしている。

## (2) 公的研究開発の質的变化

公的研究機関の役割の後退はまた、その性格の変化(=存在意義の変化)をともなっていた。公的機関による基盤研究が必要であることは言うまでもないが、公的機関が基礎研究を担当し、民間企業が開発研究を担当するという役割分担そのものに批判がある。米国の公的農業研究は元来、モリル法(Morrill Act, 1862年)やハッチ法(Hatch Act, 1887年)、スミス・レバー法(Smith-Lever Act, 1914年)によって確立・整備された協同普及事業と一体のものとして機能してきた。州農業試験場(SAES)と土地交付大学(LGU)を中心とする公的農業研究普及システムは各州の農業者や農村社会に暮らす人々の経営と生活を向上させることを本務とし、基礎的・応用的研究の成果は公衆の具体的要求に応えるものでなければならないと考えられてきた。だが、1960年代以降、公的機関が本来奉仕すべきとされてきた家族農業経営の減少と農村社会の相対的地位の低下が進む一方で、一部の大規模層やアグリビジネス企業に公的サービスが集中しているとの批判が出される

ようになる(Hightower【14】)。また、機械化・化学化に偏向した近代農業への批判が強まる中、家族農業や農村コミュニティの擁護だけでなく、栄養摂取や食品安全性の問題、自然資源の保全の問題も公的研究の主要課題に据えるべきとの批判も目立った。ところが、全米研究協議会(NRC)の『ボンド・レポート』(1972年)をはじめとする一連の報告書やロックフェラー財団の『ウィンロック・レポート』(1982年)は、こうした外部からの批判に応えるのではなく、「貴重な研究資源の無駄をなくし効率化を図るために、公的機関は基礎研究に集中し、応用・開発研究における民間部門との競争を避けるべきだ」との議論を展開した(Danbom【8】、USDA-ERS【33】)。

公私間の役割分担をめぐる今日なお議論が続いているが、USDAは民間部門では補えない重要な役割が公的機関にあることを自認しつつも、実際には「研究予算の効率的配分」という行政的論理を優先せざるを得ず、例えば「協同研究開発協定(CRADA's)」に象徴されるように公私間分業の強化を前提とした機構改革を進めている(USDA-ERS【33】【37】)。これに対し、公的農業研究システムの理念と実態の乖離の問題を社会学・政治経済学・倫理学の観点から一貫して探求してきた「農業社会学」グループは、公私間分業体制の本質を「資本の参入障壁となっていた種子事業における公的機関の主導的役割を、資本の利潤追求のための補助的役割に転換するもの」として捉えている(Busch et al.【4】、Buttel et al.【5】、Kloppenbunrg【17】)。

公的機関の性格変化に関わって、予算配分システムの問題も指摘されている。州農業研究機関(SAES)およびLGUの研究予算の3割が連邦政府から、2割が民間企業からの助成金によって賄われている。USDAからの交付金は連邦政府助成の6割以上を占める。ところが近年、競争的研究助成(competitive grants)や特別研究助成(special grants)、あるいは委託研究助成(contracts)といったプロジェクト型予算が増大する一方で、経常的予算(formula funds)の全研究予算に占める割合は1970年の61%から94年の30%へと大幅に削減されてきた。USDA-ERS【33】は「助成メカニズムの選択は州研究機関における農業研究の性格に重大な影響を及ぼすことになる」(p.16)と自ら指摘している。経常的予算は州や地域の農業・農村問題を解決するための

任務遂行型 (mission oriented) の研究開発に充てられるのに対し、プロジェクト支援型の予算は出資機関 (民間企業を含む) が与える研究課題を優先せざるをえないからである。

これらの結果、公的研究機関は GM 技術の研究開発を促進する USDA や開発企業の要求に応えなければならないという役割と、その安全性と有効性を検証して地域の生産者や消費者に応えなければならないという役割との間のジレンマに陥ることになる (Benbrook【1】: p.10)。

### (3) 知的所有権と公的研究成果の私有財化

知的所有権の強化によって研究成果が私的独占に晒されている問題も無視できない。本来、特許制度は新技術の開発者に経済的インセンティブ (一定期間にわたる当該技術の独占的使用権) を与えることによって社会全体の技術発展を促進する役割を期待されている。だが、クレーム範囲の広い基本特許や資源独占と直結した生物特許などの拡充強化は研究者間の情報と技術の交流を妨げ、研究開発の促進をかえって阻害することになるとの批判がある (Kloppenborg【17】、USDA-ERS【32】)。とくに育種研究への影響は大きく、研究や教育に不可欠な育種素材の入手と利用にあたって民間企業による特許取得の拡大が大きな障害になっていると考えている大学研究者が少なくない (Price【25】)。前述した公私間分業によって、例えば公的機関が耐病性や耐冷性、耐乾性といった有用な特性をもつ育種素材の開発に成功しても、それを実用化する段になって民間企業が特許で抑え込むといった事態が予想される。1980 年の特許政策法 (Patent Policy Act) は、連邦政府の助成によって遂行された研究の成果を特許化し、自由にライセンス供与することを可能にしたが、本来「公共財」として広く社会に貢献すべき公的機関の研究成果が特定企業の「私有財」として囲い込まれることに対しては多くの疑問が投げかけられている (Knight【19】) (註 11)。さらに、農業バイオテクノロジーの今後の発展にとって不可欠なゲノム情報の私的独占についても懸念が広がっている (註 12)。現在、国際共同プロジェクトとして植物ゲノム解析が進行中であるが、米国の連邦科学技術評議会 (NSTC) は 1998 年 1 月に発表した報告書『国家植物ゲノム・イニシアチブ』の中で、「公的機関による研究支援体制の不足と現在の特許政策とが相俟って民間企業による膨大な投資を招いているが、

それは情報の自由な流通を妨げている。ゲノム計画の遂行に必要な資源およびその成果は本来すべての研究者に開かれていなければならない」と指摘し、国内外の公的機関がより一層のイニシアチブを發揮することが必要であると強調している (NSTC【22】)。技術移転と知的所有権強化を推進してきた米国政府自身が危機感を表明せざるを得ないところに、この問題の深刻さがある。

## 3) 研究開発を主導する開発企業の動向

### (1) 開発企業のプロフィール

前述したように、USDA が最終認可した GM 作物は 50 種類である。このうち Monsanto が子会社を合わせて 34 種類、AgrEvo が同じく 14 種類を開発している。また、環境放出試験を実施した作物品種についても、実際に商品化された品種の開発者である前述の 5 社だけで 6 割以上を占めている。現在商品開発が進められている GM 作物の社会経済的影響を評価するにあたって、研究開発に活発な投資を行っているこれら企業の素性を知っておくことは欠かせない (註 13)。

表 4 に示された企業はいずれも化学産業や医薬品産業に本業をおく巨大国籍企業であり、1990 年代以降、石油部門や素材化学部門を分社化し、ライフサイエンス部門に経営資源を集中させてきた。Novartis は 1997 年に Ciba-Geigy と Sandoz という 2 つのスイス企業が合併して誕生した会社である。フォーチュン誌が毎年発表している世界企業番付では 1998 年に 159 位を記録したが、医薬品部門では第 3 位、農薬部門では第 1 位という販売実績をもつ。前身の両社とも 1970 年代から種子産業に参入しており、世界種子販売額でも第 3 位となっている。農業関連部門は全事業の 24% に達している。DuPont はグループ全体で 390 億ドル、世界第 56 位の巨大企業である。農業関連部門は全事業の 13% にとどまるが、農薬販売額では世界第 2 位に位置する。また、世界最大の種子会社 Pioneer Hi-bred を買収した結果、種子販売額で第 1 位となった。Monsanto は Roundup-Ready (以下では R-R と略す) ダイズをはじめ GM 作物の開発で他の追随を許さないリーディング企業である (補註)。化学事業をスピノフシ、事業全体の 47% を農業部門に集中させている。そのため企業規模は相対的に小さく、世界番付 500 位の圏外にあるが、農薬販売額では世界第 7 位、

表4 バイオメジャーの農業部門販売額および研究開発費 (1998年)

(単位:百万ドル)

企業名	本社	販売総額	フォーチュン Global 500	農薬 販売額	種子 販売額	農業部門 合計	農業部門 の割合%	農業関連 R&D
Novartis	スイス	21,873	159	4,152	1,005	5,157	24	460
DuPont*	米国	39,130	56	3,156	(1,835)	4,991	13	340
Monsanto	米国	8,648	—	2,232	1,800	4,032	47	450
AstraZeneca	イギリス	9,132	482	2,790	(412)	3,202	35	290
AgrEvo**	ドイツ	24,842	134		2,410	2,410	10	280
Dow AgroSciences**	米国	18,441	205	2,132	220	2,352	13	200
Bayel	ドイツ	31,197	86	2,273	—	2,273	7	280
Rhone-Poulenc	フランス	14,714	279	2,266	—	2,266	15	180
American Cyanamid**	米国	13,463	317	2,194	—	2,194	16	200
(参考)Aventis***	ドイツ	20,000	n.d.		4,676	4,676	23	460
(参考)Syngenta***	スイス	7,947	n.d.	6,942	1,005	7,947	100	750

(注) \*DuPontの販売総額はグループ全体。DuPont本体は24,767百万ドル。また、種子販売額はPioneer Hi-Bred Intl. のものを用いた。/\*\*AgrEvoの販売総額は親会社Hoechstの、Dow AgroSciencesは同じくDow Chemicalsの、American Cyanamidは同じくAmerican Home Productsのデータを用いた。\*\*\*1999年よりHoechstとRhone-Poulencのライフサイエンス部門はAventisに、2000年よりNovartisとAstraZenecaの農業部門は後者の種子部門(Advanta)を除きSyngentaに合併予定。

(資料) 各社Annual Reportをもとに作成。

種子販売額では世界第2位となっている。AgrEvoは世界134位の巨大化学企業Hoechst(ドイツ)の農業関連子会社で、農薬販売額は世界第4位である(註14)。Hoechstが世界279位のRhone-Poulencとライフサイエンス事業を合併してAventisを設立することになったのに伴い、1999年度の農薬販売額はNovartisを抜いて世界最大になると予想されている。1993年にイギリスの大手化学企業ICIから分社したライフサイエンス企業Zenecaと医薬品大手のAstra(スウェーデン)との合併によって1999年に誕生したAstraZenecaは、世界482位にランクインしている。Zenecaはイギリスで表示入りのGMトマトピューレを販売したことで知られている。農薬販売額で第4位、種子部門とオランダの種子会社との合併企業Advantaを通じて種子販売額も第6位となっている(註15)。

これら5社で世界農薬販売額の6割、上位10社で9割という明らかな寡占市場を構成している。世界全体の種子販売額に関する正確なデータは存在しないが、仮に全体で250億ドルであるとすれば、これら5社に資本関係のある種子会社を加えると、3割近くの市場シェアになる。当該問題に詳しいRAFI(国際農村振興財団, [28])はこれらの企業を「Gene Giants」と命名しているが、本稿では世界の穀物取引市場を独占する穀物メジャーになぞらえて、以下バイオメジャーと称することにする。

## (2) バイオメジャーの影響力

バイオメジャーの農業生産部門への影響力をもう少し具体的に明らかにするために、表5と表6を作成した。前者は米国のダイズ種子市場、後者は同じくトウモロコシ種子市場における各企業のシェアを表している。いずれにおいても上記のバイオメジャーの支配的影響力を読みとることができよう。ワタ種子市場においても、Monsantoが買収したDelta & Pine Landが7割のシェアを有しており、まさに独占状態にある(補註)。

こうした市場の寡占化は農業生産者に直接・間接の影響を及ぼさざるをえない。第1に、州立大学(LGU)や州農業試験場(SAES)等の公的機関が育成し、地場の中小種子会社や育種家に安価ないし無償で提供している公共種子(public seed)に比べ、民間種子(private seed)は高価なものが多い。もっとも、民間種子は様々な付加価値を施されているため単純に両者の価格差を問題にすることはできないかもしれない。だが、USDA-ERS [33]は「種子産業の構造変化が市場の効率性に否定的影響を及ぼしたとみなす根拠はこれまでのところ認められない」

(p.43)と断りながらも次のようなデータを紹介している。ハイブリッド品種が普及し、ほぼ民間育種に置きかわっているトウモロコシやソルガムの種子価格は1975年から92年まで年4.75~5.08%の割合で上昇したが、収量は年1.33~1.54%しか上昇し

表5 米国ダイズ種子市場における各社シェア (1996年, %)

企業名	親企業	小売種子	原種種子	備考
Pioneer Hi-Bred Intl.	DuPont	21	18	Monsanto と技術提携
Asgrow Seed	Monsanto	11	14	
Stine Seed	独立系	4	35	
DeKalb Genetics	Monsanto	8	2	
Northrup King	Novartis	5	4	Aventis と資本関係
Callahan	Limagrain	3	4	
AgriPro	AstraZeneca	2	3	
Dairyland Seed	独立系	2	7	
Novartis Seeds	Novartis	2	1	Novartis および ADM と提携
Cenex/Land O'Lakes	農協系	3	1	
FS Growmark	農協系	5	1	
Golden Harvest	独立系	2	1	ADM と提携
その他		25	1	
公的機関		7	8	

(出所) Stine Seeds 社資料をもとに作成。

表6 米国トウモロコシ種子市場における各社シェア (1992年, %)

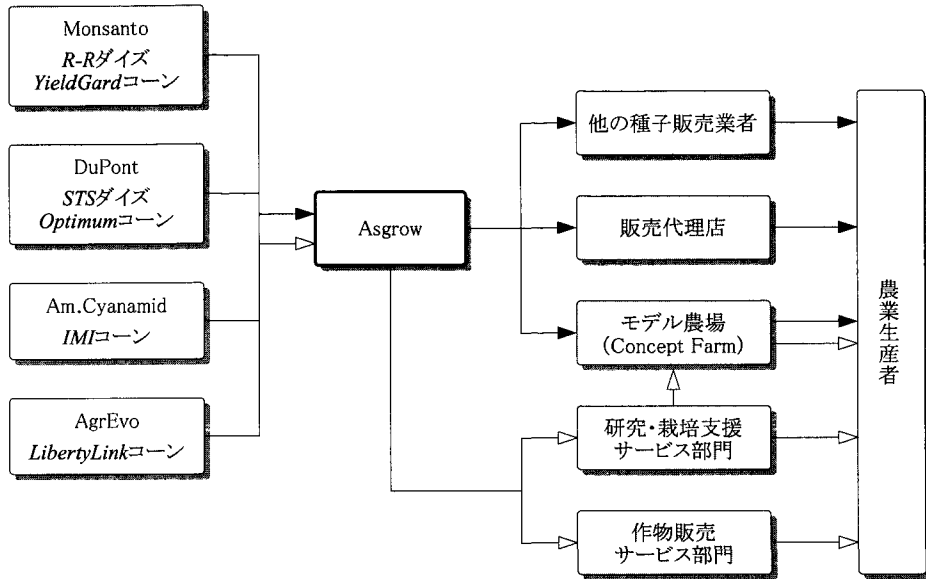
企業名	現在の親企業	シェア	参考	
Pioneer Hi-Bred Intl.	DuPont	38.7	DuPont	38.7
DeKalb Genetics	Monsanto	8.8	Monsanto	10.7
Northrup King	Novartis	4.5	Novartis	7.8
ICI Seeds	AstraZeneca	4.4	AstraZeneca	5.8
Cargill Seeds	Aventis(AgrEvo)	3.8	Dow AgroSciences	4.5
Ciba Seeds	Novartis	3.3	Aventis	3.8
Golden Harvest	独立系	3.1	6社計	71.3
Mycogen	Dow AgroSciences	2.7		
Asgrow Seed	Monsanto	1.9		
Keltgen & Lynks	Dow AgroSciences	1.8		
AgriPro	AstraZeneca	1.4		
NC+Hybrids	独立系	1.2		
その他		24.4		

(出所) L. P. Schertz & L. M. Darf eds., *Food and Agricultural Market : The Quiet Revolution*, 1994, p.79, および各社資料をもとに作成。

ていない。他方、ハイブリッド化されておらず、公共品種と自家採種がなお大半を占めているコムギについては、収量は1.13%の伸びを示したのに対し、種子価格は0.97%の上昇にとどまった。1980年代以降、急速に民間品種が普及したダイズについても、ハイブリッド化されておらず、公共品種や自家採種がある程度残っているため、やはり収量の伸びが1.23%に対し、価格は1.92%の伸びであった。さらに、GM品種が普及し始めた1996年以降の種子価格を農家生産費調査によって確認してみよう。トウモロコシの種子代は1990~95年の平均がエーカーあたり22.2ドルであったのに対し、96年26.7ドル、97年28.7ドル、98年30.0ドルと急騰している。ダイズについても、1990~95年の平均が12.9ドルで

あったのに対し、96年15.0ドル、97年19.7ドル、98年20.5ドルとやはり急騰している(註16)。種子価格は当該作物の需給状況に左右されるので単純な比較はできないが、これらのデータは供給独占を推察するに十分である。

第2に、例えば Monsanto の R-R 品種や Novartis の Bt 品種が系列以外を含む全国の種子会社を通じて短期日のうちに市場を席巻するに至った事実は、市場の寡占化に伴う商品選択の狭隘化を端的に物語っている。R-R ダイズは栽培地域や作型等に合わせて、米国だけで早くも1,000種以上が開発され、200社以上の種子会社を媒介して販売されている(註17)。大手種子会社 <sup>アスグロウ</sup> Asgrow は1996年に Monsanto に買収されたが、同社の GM 種子事業は



(注) R-R (Roundup Ready) は除草剤 glyphosate 耐性  
 STS は除草剤 sulfonyleurea 耐性 ※現時点では非 GM  
 Optimum は高油量 (high oil) ※現時点では非 GM  
 IMI は除草剤 imidazolinone 耐性 ※現時点では非 GM  
 LibertyLink は除草剤 glufosinate 耐性  
 —▶ は原種および種子の流通, —▷ は技術および経営指導の流れ。

図3 Asgrow 社における GM 種子事業の流れ

Monsanto の開発品種に限定されてはいない。図3に示されるように、Monsanto の R-R ダイズと YieldGard (Bt) トウモロコシに加え、AgrEvo の LibertyLink トウモロコシや DuPont の STS ダイズ、American Cyanamid の IMI トウモロコシなどの品種も扱っている(註18)。反対に、Pioneer Hi-bred や Novartis は R-R 技術のライセンスを受けている。これらの種子会社は様々な特性をもつ自社の従来品種に R-R の遺伝子を導入し、自社ブランドの R-R 品種として種子を販売する。そのため各社は相互に自社品種の優位性を宣伝し、熾烈な販売合戦を繰り広げることになる。表7にみられるように、Pioneer Hi-bred の 2000 年作付用トウモロコシ 66 品種 (主要生産州) のうち、IMI 品種を含めると 32 品種が GM 技術によるものである。ダイズについては、やはり STS 品種を含めて 63 品種 (主要生産州) のうち 35 品種が GM 技術によるものである(註19)。その他の種子会社も同様である。とくに 2000 年向けに新規に開発された品種については GM 比率が高くなっており、各社とも製品ポートフォリオを急速に GM 品種へシフトさせてきていることがわ

かる。すでに種子市場の寡占構造が形成されているだけに、バイオメジャーの圧倒的な宣伝力と全国の販売普及ネットワークをもってすれば、次節で検証する「農業者利益」の恩恵如何によらずとも、米国での急速な普及は容易に説明がつかうだろう。

上記2点に関わって、1999年12月に米国の環境保護団体 Foundation of Economic Trends (エコノミック・トレンド財団) と National Family Farm Coalition (全米家族農業者連合) とが Monsanto に対して起こした集団訴訟が興味深い。62ページに及ぶ訴状で主張された論点には、「安全性を十分に確認せずに GM 種子を販売した」とことと並んで、「種子会社や競争相手に対する GM 技術のライセンスを通じた価格支配と取引制限によって公正な競争を阻害した」こと、「他社とカルテルを結んで農家から高い種子代と技術使用料、さらに特定除草剤の使用を強制した」こと、「従来育種のための研究開発投資と育種素材の供給を制限することで種子市場を操作した」ことなどが含まれている(註20)。Monsanto はこれを「まったく根拠のない主張」と一蹴し、「当社は高品質の種子を選択する農家の権利を守っていく

表7 主な種子会社における2000年作付用品種の特性別内訳

	トウモロコシ											ダイズ					
	計	GM品種(一部従来育種を含む)*					機能性(従来育種)			その他 従来 育種	計	GM品種(同左)*				従来 育種	
		Bt	RR	LL	IMI	%	Waxy	White	High Oil			RR	STS	%			
Pioneer Hi-Bred(DuPont)** 〈主要生産州のみ〉	66	26	0	5	3	32	48.5	4	4	3	24	63	30	5	35	55.6	28
	41	21	0	4	1	24	58.5	2	3	2	11	13	6	2	8	61.5	5
Asgrow(Monsanto)** 〈主要生産州のみ〉	80	26	20	0	7	40	50.0	1	1	6	32	77	49	14	58	75.3	19
	12	7	6	0	0	9	75.0	0	0	3	0						
Garst Seed(AstraZeneca)***	95	13	3	11	20	38	40.0	2	3	6	46	55	25	4	29	52.7	26
Novartis〈主要生産州のみ〉	49	26	0	0	4	27	55.1	0	0	4	18	42	16	4	20	47.6	22
Stine Seed**	34	9	2	0	2	11	32.4	0	0	2	21	79	31	4	33	41.8	46
	15	9	2	0	0	9	60.0	0	0	2	4	43	25	2	25	58.1	18
NC+Hybrids	64	7	3	1	12	21	32.8	0	3	0	40	43	24	5	29	67.4	14

(注) \*IMI および STS は現時点で従来育種によって作出された品種のみだが、この表ではGM品種に含めた。複数の特性を有する品種も一部にあるため、GM品種全体の数が各特性の合計と一致しない場合もある。/\*\*二段に分かれている3社について、下段は2000年新規リリース品種のみの内訳を示している。また、Pioneer, Asgrow, Novartisの3社のデータに含まれる主要生産州は、トウモロコシ：アイオワ、イリノイ、ミネソタ、ネブラスカ、ダイズ：アイオワ、イリノイ、ミネソタ、インディアナ、オハイオ、ミズーリ、ネブラスカの各州を指す。/\*\*Garst SeedはAstraZenecaの合併種子会社Advantaの傘下にあるため、新会社Syngentaへは移行しない。

(資料) 各社種子カタログ(オンライン)をもとに作成。

責任がある」とコメントしているが、今後の法廷での争いが注目される(註21)。

第3に、バイオメジャーの戦略は農業資材部門における影響力行使に限定されてはいない。前述したように、除草剤耐性や害虫抵抗性といった第1世代のGM品種の次には第2世代、すなわち農業生産と飼料加工や食品加工とを結びつける機能性品種の商品化が控えている。例えば、DuPontはPioneer Hi-bredを買収する以前から同社との合弁会社 オプティマム・クオリティ・グレインズ Optimum Quality Grains(1997年設立)を通じて機能性品種の開発を行っており、さらに同年にはダイズ加工大手の プロテイン・テクノロジーズ Protein Technologiesを買収している。また、Monsantoは1998年にCargillの海外種子事業を買収するとともに、同社と飼料用途のGM作物開発で提携した。Novartisも穀物メジャーADMとの関係を強めている農協企業大手の ランド・オーズ・レイク Land O's Lakeと食品・飼料用途の機能性トウモロコシ開発事業で合弁会社を設立する計画を1998年秋に発表した。久野【51】は農業資材産業を水平的に統合した「農業バイオ商品化の第1段階」と対比させるため、これらの動きを「農業バイオ商品化の第2段階」と規定し、「Cargill等の穀物メジャーが先駆的に取り組んできた穀物の種子供給、集荷・流通、加工各事業の垂直的インテグレーションを、バイオテクノロジーによって再編強化しようとする試みに他ならない。それは従来の大量生産・大量流通型の

事業とは異なり、機能性をもたせた品種ごとに契約生産・契約流通・契約加工の流れを形成する新しいインテグレーション戦略といえる」(p.22)と指摘した。また、社会学の領域から当該問題へのアプローチを試みている立川【44】は、これらの動きを「農業の産業化(industrialization of agriculture)」の文脈において捉えなおし、今後の農業再編への影響要因として注意を喚起している。消費者運動のなかにはGM作物に反対する理由に「消費者利益が感じられない」ことをあげる向きもみられるため、この問題についての検討が早急に求められている。

#### 4. 農業者利益論の批判的検討

##### 1) 開発企業が主張する農業者利益

これまでに普及している除草剤耐性品種や害虫抵抗性品種の開発推進論拠は主に「農業者利益」にもとづいている。例えば、MonsantoはR-R品種について、次のように強調している(Monsanto【21】、山根【55】)。

第1に、雑草防除に要する手間とコストを節減できる。この点については若干の補足が必要であろう。これまで作物の生育期や雑草の種類に応じて3~5種類の除草剤を2~5回に分けて散布しなければならなかった。非選択性のRoundupを用いれば散布回数を減らすことができるが、作物自体を枯らして

しまうため散布時期を制約されていた。もし作物に *Roundup* への耐性があれば雑草の発生状況に応じて散布できるため、防除作業を柔軟化・効率化できるというわけだ。

第 2 に、作物の生育を妨げる雑草の効率的防除および中耕に必要なスペースの不要化に伴って単位面積あたりの収量が増加する。

第 3 に、除草剤散布量の節減により、土壌や水質の汚染を回避できる。さらに、発芽前処理をする必要がなくなるので、土壌流亡を防ぐために推奨されている不耕起栽培にも適している。

第 4 に、葉茎吸着型の *Roundup* は土壌中で不活性化するため後作物への影響がなく、輪作体系を柔軟に組み立てることができる。

第 5 に、新しい種子と使い慣れた除草剤とは別に新規ないし特別の設備投資を要しないため、生産者に新たな負担を強いることはない。相対的に高い種子代と技術使用料の負担が増えるが、防除コストの節減と収穫量の増加によって高収益性が期待できる。

さらに害虫抵抗性の Bt 品種 (Monsanto の場合は *YieldGard* と *Bollgard*) は、Bt タンパク質——トウモロコシの難防除害虫であるアワノメイガ、ジャガイモのコロラドハムシ、ワタのオオタバコガなど特定の蛾や甲虫類の幼虫に特異的に作用する——を産生する遺伝子が組み込まれたものである。土壌微生物である Bt 菌は長年生物農薬として有機農業の現場で使われてきたため、安全性も確証済みである。これを作物自体に作らせることによって殺虫剤使用量を削減し、害虫防除を効率化させることができる。害虫被害による収量減も避けることができる等々。

以上にみられるように、農業生産者には多大な便益が約束されている。表 8 は GM 作物を栽培した農家の主な採用理由を示したものである。除草剤耐性品種については「防除管理の改善による収量の増加」が圧倒的で、「除草剤コストの節減」がこれに次いでいる。Bt 品種についても、大半の農家が「収量の増加」と「殺虫剤コストの節減」を理由に GM 作物を採用したことがわかる。これらのアンケート結果はたしかに「農業者利益」に符合している。

実際、これらの「農業者利益」を実証するデータが開発企業から大量に発信されている (註 22)。Monsanto の資料によると、*R-R* ダイズの栽培に

表 8 GM 品種作付農家の主な採用理由

除草剤耐性ダイズ (アイオワ州, 1998 年)* <sup>1</sup>	
防除管理の改善による収量の増加	53%
除草剤コストの雪原	27%
作付体系の柔軟性の増大*	12%
その他	8%
Bt トウモロコシ (アイオワ州, 1998 年)* <sup>1</sup>	
収量の増加	77%
殺虫剤コストの節減	7%
その他	16%
除草剤耐性ワタ (USDA-ARMS, 1997 年)* <sup>2</sup>	
防除管理の改善による収量の増加	76%
除草剤コストの節減	19%
作付体系の柔軟性の増大	2%
より環境にやさしい栽培方法への対応	1%
その他	2%
Bt ワタ (USDA-ARMS, 1997 年)* <sup>2</sup>	
収量の増加	54%
殺虫剤コストの節減	42%
作付体系の柔軟性の増大	2%
より環境にやさしい栽培方法への対応	0%
その他	2%

(注) 作付体系の柔軟化とは、例えば輪作制約の回避、農薬残留の削減、減・不耕起農法への対応などを指す。

(出所) \*<sup>1</sup>については、Duffy & Ernst【9】;\*<sup>2</sup>については、C. Klotz-Ingram, S. Jans, J. Fernandez-Cornejo, & W. McBride, "Farm-Level Production Effects Related to the Adoption of GM Cotton for Pest Management", *AgBioForum*, Vol.2, No.2, 1999.

よって単位面積あたりの除草剤量が 11% (中西部) ~30% (南東部) も削減された。また、*R-R* ダイズと土壤処理剤+中耕 2 回の防除を組み合わせた場合と比べ、*R-R* ダイズと *Roundup* のみを組み合わせた場合は収穫量が 10~26% も上昇した。*R-R* ワタについても、全米平均で投入コストは 0.5 ドル (技術使用料 8 ドルを含む) 上昇したものの、収穫量が 6.5 ブッシェル増えたため、エーカーあたり 8.4 ドルの収益増となった。害虫抵抗性の *Bollgard* ワタも、南東部では収穫量が 14% 増えたため、20 ドルの投入コスト上昇分 (技術使用料 32 ドルを含む) を差し引いてもエーカーあたり 54.5 ドルの収益増になったという。さらに同社は、*R-R* 品種を採用した農家の 9 割以上が「満足している」と回答したことを紹介している。

しかしながら、民間企業が自社商品を低く評価するとは考えにくい。第三者的な立場から客観的に評価する必要がある。そこで以下、1999 年夏以降に相

次いで発表された実証研究のデータをもとに、開発企業の言い分を検証してみたい。

## 2) 米国農務省の調査と見解

USDA が 1999 年 6 月に発表した調査結果報告書は GM 作物の「農業者利益」を確認するものとなっているが、それを無条件に保証するものではない (USDA-ERS【35】【36】)。表 9 は USDA が新しく採用した地域区分にしたがって、各 GM 品種・各地域区分の収穫量と農薬散布回数を従来品種との対比で整理したものである。1997 年には増収が 12 区分中 6ヶ所で、減収が同じく 6ヶ所あった。1998 年は増収が 17 区分中 12ヶ所を占め、その増加率も相対

的に高くなっている。全国の平均値は算出されていないが、1998 年に関するかぎり、増収効果はあったといえる。また、農薬散布回数をみると、Bt 品種についてはターゲットとする害虫に対する散布は減少している。それ以外の害虫防除の負担は増えているものの、全体として農薬散布回数の減少を確認することができる。ただし、散布回数と有効成分ベースでみた散布量とはパラレルではない点、注意が必要である。

ところで、あくまでも副次的な効果であるとはいえ増収効果がある程度見込まれるはずのこれら作物が地域によっては収量を減らしている点をどう理解すべきだろうか。また、農薬散布の節減を最大の特

表 9 GM 品種と従来品種との収量および農薬使用量に関する比較

GM 品種	地域区分	収量の増減比*1,3			農薬散布回数*2		
		1996	1997	1998	1997		
					GM 品種	従来品種	変化*3
Bt トウモロコシ	Heartland	4.6	▲ 1.6	5.7"	0.00 0.30	0.07 0.29	-" +
	Northern Crescent	id	id	16.4	id	id	
	Prairie Gateway	id	id	30.0"	id	id	
Bt ワタ	Mississippi Portal	8.6"	0.6	15.0"	0.54 8.19	1.27 4.43	-" +"
	Southern Seaboard	id	19.6"	▲ 0.3	0.31 2.19	1.95 1.37	-" +
	Fruitful Rim	id	4.2	26.1"	0.63 3.19	0.60 4.14	+ -
除草剤耐性 トウモロコシ	Heartland	▲ 1.5	▲ 10.2	5.0"	2.18	1.88	+
	Northern Crescent	id	id	25.2	id	id	
	Prairie Gateway	id	id	▲ 10.1	id	id	
除草剤耐性 ダイズ	Heartland	▲ 2.4	13.6"	4.4	1.80	2.34	-"
	Mississippi Portal	2.8	▲ 6.2	▲ 3.6	2.09	2.62	-"
	Northern Crescent	id	▲ 4.6	4.8	2.22	2.15	+
	Prairie Gateway	id	21.0"	24.2	2.02	2.01	+
	Southern Seaboard	id	13.3"	21.4"	1.04	2.14	-"
	Eastern Uplands	id	id	▲ 8.0	id	id	
除草剤耐性 ワタ	Mississippi Portal	id	▲ 4.8	▲ 7.9	4.31	5.63	-
	Southern Seaboard	id	▲ 11.9"	18.5	3.69	4.76	-"
	Prairie Gateway	id	id	id	id	id	

(注) \*1: 従来育種品種 (購入種子と自家採種種子の双方を含む) との収量差 (%) を表している。

\*2: 複数の有効成分を混合した農薬の散布については、各々 1 回としてカウントしている。

Bt 品種の上段は Bt がターゲットとする害虫に対する散布、下段はそれ以外の害虫に対する散布。

\*3: "は統計的有意水準が 5% のもの。その他は 5% 未満のもの。

(出所) USDA-ERS 【36】。

徴とするこれら作物が、地域によっては農薬散布回数  
の増加を招いている点をどう考えたらよいの  
だろうか。USDA-ERS【36】はこれらの問題について、  
統計では分析不可能な諸要因、例えば害虫・雑草の  
発生状況や灌漑設備の状況などの地域的差異、ある  
いは栽培慣行やオペレーターの力量などの個別的差  
異の影響を唆している。

### 3) NCFAP の調査と見解

全国食料農業政策センター (NCFAP) も 1999 年  
7 月、業界団体であるバイオ産業機構 (BIO) の財政  
的支援のもとに調査報告書『農業バイオテクノロジー  
：害虫防除の便益』(Gianessi & Carpenter  
【12】) をまとめた。この報告書はトウモロコシ、ワ  
タ、ジャガイモの Bt 品種のみを対象とした研究  
サーベイで、開発企業や大学研究者が行った数多く  
のフィールド調査を踏まえたものである。例えば Bt  
トウモロコシについては、① Monsanto が 1997 年  
と 98 年にコーンベルト地帯の 310 地点で実施した  
従来品種との収量比較調査、② Novartis が 1997 年  
(1,048 件) と 98 年 (580 件) に実施した調査、③  
Pioneer が 1997 年 (35,000 件) と 98 年 (64,713 件)  
に実施した調査、④ アイオワ州立大学が 1997 年 (16  
品種 14 地点) と 98 年 (84 件) に実施した調査を総  
合して次のような結論を導いている。1997 年はエー  
カーあたり 11.7 ブッシェルの収穫増、98 年は同じ  
く 4.2 ブッシェルの収穫増があった。Bt 品種の作付  
面積から計算すると、増産効果は全体でそれぞれ  
4,680 万ブッシェルと 6,048 万ブッシェルあり、逆  
に平均収量を 130 ブッシェルとすると、これは  
35~45 万エーカー分の作付拡大に相当した。ところが、  
各年の市場価格と Bt 品種の種子プレミアム価格  
を考慮に入れると、1997 年はエーカーあたり 18.4  
ドルの収益増になったものの、98 年は逆に 1.8 ドル  
の収益減となった。両年の増収効果の差は Bt が  
ターゲットとする害虫の発生状況の差によるもので  
ある。この点について、報告書は「翌年の害虫発生  
状況を予測することは不可能である」が、「過年度の  
害虫被害状況を平均すれば、Bt トウモロコシの種子  
プレミアム価格をカバーして余るだけの効果が期待で  
きる」と結論している。

害虫発生状況の差異にともなう Bt 品種の費用対  
効果の問題はカナダの研究者によっても指摘されて  
いる。ゲルフ大学の Sears & Schaafsma【30】は、

オンタリオ州や米国北中部で Bt 技術の普及に携  
わってきた経験から次のように警告している。「従来  
のハイブリッド品種でも、上位品種であれば害虫被  
害がそれほど大きくない場合には Bt 品種と同等な  
いしそれ以上の害虫抵抗性効果を発揮する」ので、  
Bt 品種の高いプレミアム価格は害虫被害が大きくな  
ったときのための「保険」のようなものとして認  
識すべきである、と。さらに彼らは、Bt 菌耐性害虫  
の出現を抑えるために義務づけられている従来品種  
の作付け (=害虫のための「待避地 (refuge)」) の存  
在も、Bt 作物の収益性に大きく影響することを指摘  
している。彼らによると、耐性害虫の発生ゆえに「時  
間の問題である」と懸念されている Bt 技術の有効  
性を可能なかぎり持続させるためには待避地面積を  
大きくしなければならぬが、短期的な利益を減殺  
させないためには 20%水準が妥当であるという。そ  
の水準の是非はともかくとして、待避地の義務化は  
Bt 作物栽培農家に予想外の負担を強いる結果とな  
っている。

### 4) 主要生産州における収量比較調査

各州の農業試験場や州立大学農業普及センターの  
重要な任務として、各地域に適した品種の特性試験  
(varietal trials) が実施されている。この調査は同  
じ栽培条件の下で品種特性を比較するので、従来品  
種と GM 品種の収量を純粋に比較するにはベター  
な方法といえる。R-R 品種を含めたダイズの品種試  
験が実施されたのは、イリノイ、アイオワ、ミシガ  
ン、ミネソタ、ネブラスカ、オハイオ、サウスダコ  
タ、ウィスコンシン州の 8 州 (1998 年) である。調査  
地点は計 40ヶ所、従来品種のサンプル数が 2,374  
件、R-R 品種のサンプル数が 1,502 件である。いず  
れも、従来品種は一般に採用されている複数の除草  
剤散布による防除、R-R 品種は種子会社の推奨ど  
おり Roundup 散布による防除が適用された。ウィス  
コンシン州立大学の Oplinger ら【23】が全データを  
集計したところ、次のような結果が得られた。従来  
品種に対する R-R 品種の収穫量の比率は、調査地  
点によって 86~113%とばらつきがみられたが、加  
重平均すると従来品種 63.0 ブッシェルに対して R-  
R 品種は 60.2 ブッシェル、つまり収穫量は 95.6%  
にとどまることがわかった。また、上位 5 品種およ  
び最上位品種についても、各々 82~111% (平均  
94%) と 76~109% (平均 93.5%) であった。彼ら

はこの結果をもとに、「ダイズ生産者は R-R 品種の作付面積をさらに増やしていくだろうが、その結果、雑草防除の容易さと引き替えに最大収量の確保を犠牲にすることになると思われる」と結論づけた。

ただし、Oplinger らの分析は次の点で不十分さを免れない。R-R 品種は基本的に元となる従来品種と対の関係にあり、収穫量が減少した原因を R-R 技術に求めるためには対の関係にある品種を比較しなければならない。そこで、Benbrook【2】はウィスコンシン州南部とミネソタ州中部および南部の品種試験データを整理し直し、種子会社ごとに従来品種と R-R 品種の比較を試みた。その結果、R-R 品種の収量は各々88~113% (平均95%)、73~97% (平均86.9%)、85~118% (平均97.2%)と、やはり従来品種よりも低いことがわかった。

これらの問題について、ミネソタ州立大学農業普及センターが1997年12月時点で次のように指摘していた。「1997年に R-R ダイズを栽培した生産者の話によると、収穫量は従来品種と比べ『同等』ないし『かなり劣る』という評価であった。……(中略)……種子会社が R-R 遺伝子を導入した親品種の良質な特性を集積するために不可欠な『戻し交配』を適切に行う手間と時間を惜しんだとすれば収量の低下はありうる話である」。ただし、「数年後には R-R 品種の性能は改善されるだろう」という同大学研究者のコメントが併せて紹介されている (University of Minnesota Extension【32】)。Benbrook【2】も、種子企業による品種改良の努力によって、より

優良な R-R 品種が作出されるであろうことを指摘しており、その可能性をここで否定するつもりはない。問題はむしろ開発技術が不十分な段階にあるにもかかわらず、市場での販売競争に促迫されて商品化を急がざるを得なかった「企業の論理」の否定的影響である (註23)。

### 5) アイオワ州における栽培コスト比較調査

これまで考察してきた研究は基本的に試験圃場で得られたデータにもとづいている。これに対して、アイオワ州立大学のDuffy & Ernst【9】は、州農業統計局が実施している生産費調査の内容を拡充することによって、GM作物の収益構造を農家レベルで捕捉することに成功した (註24)。

1998年のアイオワ州におけるダイズ作付面積の40%強がGM品種であったが、採用率に各農家のダイズ作付規模による階層差は認められなかった(200エーカー未満層で42%、200エーカー以上層で43%)。表10によると、R-Rダイズについては、技術使用料を含めた種子代の負担が増えたものの、防除作業の効率化にともなって耕耘・播種費用および除草剤代・散布費用を節減できたため、生産費全体ではエーカーあたり9ドル減少した。ところが、収穫量が1.9ブッシェル低下しており、販売額はエーカーあたり約10ドル減少した。結果、農家収益は差し引き1ドル減となった。

他方、トウモロコシについては作付面積の24%がBt品種、14%が除草剤耐性品種 (R-RやLiberty-

表10 アイオワ州におけるGM品種と従来品種の栽培コスト比較 (1998年)

(単位:ドル/エーカー)

費 目	RR ダイズ			Bt トウモロコシ		
	GM 品種	従来品種	差	GM 品種	従来品種	差
耕耘・播種費用	11.6	13.1	▲ 1.5	—	—	—
種子代	26.4	18.9	▲ 7.5	39.6	30.0	9.7
防除費用 (農薬代+散布費用) *	24.9	33.7	▲ 8.7	17.6	14.9	2.6
生産費計 A **	A 115.1	124.1	▲ 9.0	199.1	179.1	20.0
生産費計 B	B 248.2	254.0	▲ 5.8	242.6	225.9	16.7
収量 (ブッシェル/エーカー)	49.3	51.2	▲ 1.9	160.4	147.7	12.7
農産物販売額***	C 259.8	269.8	▲ 10.0	304.8	280.6	24.1
農家収益 A	C-A 144.7	145.8	▲ 1.0	105.6	101.7	4.0
農家収益 B	C-B 11.6	15.8	▲ 4.2	62.1	54.7	7.4

(注) \*この費目では、RRダイズについては除草剤、Btトウモロコシについては殺虫剤のみを対象としている。/\*\*生産費計Aは自作地代および家族労働費を算入していないもの、同じくBは算入したもの。/\*\*ダイズについては5.27ドル/ブッシェル、トウモロコシについては1.90ドル/ブッシェルで計算した。

(出所) Personal communication with Dr. Michael Duffy concerning his article: Duffy & Ernst【9】。

Link)で、計38%をGM品種が占めていた。レポートではこのうちBt品種のみを扱っている。前掲の表8に示したようにBtトウモロコシ栽培農家の77%が収量増を期待していた。確かに、表10から収量はエーカーあたり12.7ブッシェル増加したことがわかる。だが、トウモロコシの市場価格は当時わずか1.9ドルだった。種子代をはじめ生産費がエーカーあたり20ドルも上昇したため、農家収益はエーカーあたり4ドル増にとどまっている。

Duffyらはこれらの結果を総括して、トウモロコシとダイズで事情は異なるものの「GM種子の使用はいずれの作物の場合も農家収益に影響を与えなかったようである」とし、農家がGM品種を選択するか否かは、収益性以外の要因によって規定されるのではないかと述べている。例えば、防除作業効率化の切実さやGM作物ないし非GM作物の市場性が考えられる。少なくとも後者の要因に関するかぎり、最近の非GM作物需要の高まりは農家の従来品種への回帰を促すものと予想される。しかしながら、Horstmeier【15】は「(とくにEU未認可の影響を受けているトウモロコシについては)幸いなことに市場性の問題が早くに露見したおかげで2000年産の従来品種種子の入手は比較的容易である」としながらも、種子会社の多くが育種プログラムをGM品種にシフトさせているので、いずれは優良な従来品種の種子を入手するのが困難になるかもしれないと警告している。GM品種の回避行動はしばらく続くものと思われるが、それが仮に短期的なものであるとしても、莫大な研究開発投資を行ってきたバイオメジャーへのダメージは小さくない。需要動向を見極めようと慎重になっている農家の品種選択行動に及ぼすバイオメジャーおよび種子会社の影響力行使に今後注意を向けていく必要がある。

## 6) 農業者利益の現実と開発者利益

これまでの考察から明らかになったように、開発企業やUSDA、あるいは農業者向けのメディアから「農業者利益」を裏付けるデータが大量に流される一方で、少なくない大学研究者から「農業者利益」に異議ないし慎重意見が申し立てられている。そこで指摘されていた問題点を端的に表現すれば、GM作物の実際の効果は様々な要因によって影響を受けざるを得ないということである。例えば、理論的に考えれば収量が増加することは自明かもしれない

が、圃場レベルでは必ずしも確定的とは言い切れない。防除コストの節減についても同様である。それは第1に、気象や土壌の条件次第で変動する病虫害や雑草の発生状況が収量や防除コストに大きく影響するからである。除草剤耐性品種でも当該除草剤の散布が複数回にわたることに加え、農業者の実際の行動として、予防的に他の土壌処理剤や選択性除草剤を併用する傾向にあることが指摘されている(Benbrook【1】【2】)。第2に、生態系への影響として懸念されている遺伝子拡散の問題とは別に、対抗進化によって当該除草剤やBt菌への耐性を獲得した雑草や害虫が発生するのは時間の問題であるとされている(Welsh【38】、Hartzler【13】)。企業はさらなる研究開発によってこれに対応しようとするだろうが、新製品の継続的更新は種子代および技術使用料を押し上げざるをえない。そもそも、画一的な品種(仮に増収を可能にしたとしても)と画一的な農薬(仮に散布量を削減したとしても)、さらに画一的な栽培方法(仮に効率化・柔軟化できたとしても)によって、本当の意味で持続的かつ環境保全的な農業が実現できるのだろうか。すでに問題が表面化しつつあるように、除草剤耐性技術も害虫抵抗性技術も、従来型の「農業パラダイム」から何ら脱却するものではないように思われる。第3に、農業者の収益性を左右するものとして農産物価格の動向は無視できない。さらに農業者自身の栽培管理技術の習熟度も個人の責任には解消しきれない重要な変動要因である。

もちろん、可能性としての「農業者利益」は否定されるべきではないし、現に利益を享受している農業者が存在することも事実である。しかし、開発企業が想定する環境モデル・経営者モデルにおいてのみ「農業者利益」が実現されるとすれば、それは「農業者利益」が実際の意味において成立しえないことと同義ではないだろうか。Benbrook【1】がいみじくも述べているように、「一つの問題を解決しても、その過程で別の問題を引き起こし、あるいは長期的なコスト上昇を招くような技術変化(technological change)は技術革新(innovation)ではない」(p.39)。不確実性や消費者(輸入国)の動向という「別の問題」を気にしながらも、コスト削減と農作業の効率化という「問題解決」の可能性に賭けようとするところに、北米農業者が置かれている現実——高まる市場競争下で「踏み車」をこぎ続けざる

表 11 米国の大豆作に使用された主な除草剤の散布面積割合の推移 (1991~1998 年, %)

有効成分(主な商標)	主要製剤企業	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Glyphosate ( <i>Roundup</i> )	Monsanto	5	7	15	15	20	25	28	46
Pendimethalin ( <i>Prowl</i> )	American Cyanamid	17	21	22	25	26	27	25	18
Imazethapyr ( <i>Pursuit</i> )	American Cyanamid	24	29	32	42	44	43	38	17
Trifluralin ( <i>Treflan</i> )	Dow AgroSciences	35	35	25	24	20	22	21	16
Chlorimuron-ethyl ( <i>Classic</i> )	DuPont	17	17	17	15	16	14	13	12
Imazaquin ( <i>Scepter</i> )	American Cyanamid	15	18	17	18	15	15	13	8
調査対象州(主要生産州)		16	16	16	9	14	12	19	16
調査対象面積(百万エーカー)		53.2	53.1	53.5	44.0	51.8	51.0	66.2	65.7

(資料) USDA, NASS and ERS, *Agricultural Chemical Usage : Field Crops Summary*, each year.; L. & W. T. Thompson, *The 1996-97 Pesticide Directory*, Thompson Publications, 1996.

をえないという現実——を垣間見ることができる。

これに対し、GM 作物の商品化と急速な普及は開発企業であるバイオメジャーに莫大な利益をもたらすことになった。例えば R-R 品種の隆盛は Monsanto に除草剤販売シェアの急伸という恩恵を与えた。表 11 から明らかなように、R-R 作物の商業栽培が始まった 1996 年以降に散布面積の割合は 2 倍近くに増えている。技術内在的な開発動機を含め、Monsanto の R-R 開発の経緯は大塚【40】が詳しいが、企業戦略との関連で重要なのは、*Roundup* 除草剤が世界各国で特許切れ時期を迎えているという事情である。米国では 2000 年 9 月に *Roundup* の特許が失効することになっており、これまで同社が享受してきた高いマージンは消失することになる。ところが同社は、①ここ数年アルゼンチンやブラジルなどで *Roundup* 製造工場の増強のために活発な設備投資を行う一方で、② 1998 年 9 月に *Roundup* の大幅値下げを断行するとともに、③ 1998 年から 99 年にかけて、American Cyanamid (AHP) や Zeneca、Novartis、Dow AgroSciences などのライバル企業、ならびにジェネリック専門企業の Nufarm および Cheminova との間で *Roundup* の有効成分 Glyphosate のライセンス契約を相次いで結んだ(註 25)。一見すると相矛盾するこれらの行動をどう理解すべきだろうか。②が特許失効後を見越したダンピングであることは容易に想像がつく。また、R-R 種子は Monsanto が指定したブランドの *Roundup* 除草剤とセットで販売される。R-R 品種の普及促進のためには、セット価格の低位設定は有効な手段である。そもそも同社は「2010 年にはトウモロコシとダイズにおける病虫害防除・雑草防除の 50%以上が種子を媒介するようになるだろう」との将来見通しを立てている (Monsanto【21】)。売上げ全体の相当部

分を占めてきた農薬販売額が減少しても、種子販売額によってそれを補うことができれば問題ないわけだ。さらに③は次のように説明できるだろう。農業者は R-R 品種に他の除草剤を散布してもかまわないが、R-R 種子の購入に際して同社と交わす契約書によると、指定されたセットでなければ種子保証の対象外になるため、農業者の選択肢はおのずと限られてくる。本来は自由に製造可能な特許失効後の Glyphosate をめぐってライセンス契約が成立したのは、R-R 種子とのセット販売によって販路を確保したいというジェネリック企業側の思惑と、提携企業以外のジェネリック品を排除することによってドル箱商品の除草剤を自社の掌中に囲い込もうとする Monsanto の戦略とが合致した結果である。最後に、①はこの短期間で成功が今後も世界的規模で継続するという自信の表れである。農業市場が飽和状態にある先進国ではシェアの奪い合いにとどまる話も、世界的にみれば R-R 品種の普及は農薬市場の絶対的拡大に結びつくことになる(註 26)。Bt など他の品種についても同じである。かつての「緑の革命」ですでに経験したように、画一的な改良品種の普及は、環境保全型農業への意識的な取り組みがなければ、必然的に農薬や化学肥料への依存をもたらすからだ。

Monsanto の収益を支えているものに、もう一つ技術使用料がある。例えば R-R ダイズでは 6.5 ドル(1袋 50 ポンド)、R-R ワタでは同じく 8 ドルとされている。表 12 は同社技術使用料収入の将来見込みである。1999 年の予測が正しければ、これは種子販売額の 4 分の 1 近くに相当する。Bt 品種や AgrEvo の *LibertyLink* 品種のように種子代にすべて含めることも可能であるが、あえて別枠で料金を設定した理由は、一つは「この技術使用料は他の作

表12 Monsanto社の技術使用料収入見込み

(単位:百万ドル)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ワタ	45	55	125	148	175	179	179
ダイズ	34	113	207	220	234	234	234
トウモロコシ	5	20	57	96	138	182	190
その他	4	25	44	64	95	112	112
海外	2	11	21	50	87	122	166
計	91	224	454	579	729	828	881

(出所) AGROW, No.333, July 23, 1999. 原資料は Morgan Stanley Dean Witter. 1999年以降は予測。

物技術のための研究開発の資金として役立てられます」という同社の説明に込められている。つまり、高い種子代を農業者に納得してもらおうためである。いま一つの理由は、特許料としての性格を有していることである。とくに自殖性のダイズは自家採種が可能のため、販売契約書で自家採種や他者への譲渡を禁じており、契約違反が発覚した際には技術使用料を根拠に多額の違約金を農業者に請求する旨を明記している(註27)。

GM作物の商品化によって最大の「利益」を確保したのが、農業者ではなく開発企業であったことは明白である。しかしながら、開発企業の多くは長期にわたる研究開発投資や大手種子会社の買収費用の負担に喘ぎ、さらに世界中でGM作物の忌避ムードが高まるなかで、経営的には必ずしも成功しているとはいえない(註28)。北米の実例から明らかになったように、GM作物の商品技術としての完成度はおよそ十分とは言えない。GM作物の食品としての安全性や生態系へ及ぼす影響についても未解明の部分が数多く残されている(Rissler & Mellon【27】, Welsh【38】)(註29)。農業者の絶大な支持を得られないまま、しかも消費者の反対運動を誘発してまで見切り発車を強行した背景に、GM作物の高い収益性によって短期間で投下資金を回収しようとする開発企業の事業戦略と、日欧に先駆けて商品開発や特許取得を推進し国際競争力を確保しようとする米国政府の国家戦略とが相互補完的に強く働いていたことは否定できない。

## 5. おわりに

本稿では、GM技術の農業・食料への適用の是非を考える際に、安全性の問題とは別に社会経済的評価もあわせて行う必要があるとの認識のもとに、次

の手順にしたがって考察を進めてきた。第1に、GM技術の社会経済的評価を行う手がかりとして、当該技術の開発推進論拠(便益)を内在的かつ具体的に検証するのが有効であること、その場合でも単純な費用便益論にとどまるのではなく、GM技術を取り巻く関係諸主体の利害の介在や、それに伴う費用と便益の階層性の問題への配慮が不可欠であることを確認した。第2に、研究開発と普及過程における主要な経済主体である公的研究機関と開発企業(バイオメジャー)の実態、そして厳しい市場環境下で新技術の採用に活路を見いだそうとする米国農業者の実態を明らかにした。第3に、開発推進者が主張する「農業者利益」論には一定の根拠が認められるものの、実際に栽培されたGM作物は必ずしも十全にその効果を発揮していないこと、しかも既存研究が提示した評価基準や中長期的な影響評価から判断するにせよ、少なくとも現時点ではリスク可能性や消費者の反対論を抑えてまで追求すべき便益を有しているとは言い切れないことを明らかにした。第4に、GM作物は「農業者利益」というよりはむしろ「開発者利益」の実現のために大きな効果を発揮したこと、言い換えれば研究開発および普及過程で強大な影響力を有するバイオメジャーの戦略が、多くの軋轢を生み出しながらも貫徹していることを明らかにした。

だが、2節で述べたようにGM技術の便益可能性は「農業者利益」に限らないのであって、食料増産を通じた飢餓問題の克服や持続的(環境保全的)農業の実現に貢献することができるのであれば、生産者や消費者に多少の不利益が生じるのもやむを得ないのかもしれないし、開発企業が相応の利潤を獲得するのは正当な権利なのかもしれない。検討対象を「農業者利益」論に限定した本稿からは、GM作物に対する最終的な社会経済的評価を下すことはできない。これらの問題については別稿で取り上げる予定だが、本稿を締めくくるにあたって、最小限度の言及はしておく必要があるだろう。

第1に、途上国農業者によるGM技術へのアクセスの問題である。開発推進論拠のうち「限られた耕地において環境に負荷を与えることなく食料増産を実現し、もって世界の飢餓問題を克服する」という便益が中長期的には最大の焦点になるだろう。これはたんに北米等の食料基地における増産を意味するだけでなく、今後人口増加が著しい発展途上国にお

ける増産をも意味している。だが、途上国の自給作物を対象とした研究開発はきわめて限られており、バイオメジャーの研究開発投資は一握りの戦略作物に集中している。また、自家採種を技術的に不可能にするいわゆる“ターミネーター技術”も途上国農業者に深刻な影響を及ぼすとみられる(註30)。途上国では今なお大半の種子が自家採種や近隣種苗交換によって賄われているからだ。国際的な批判を浴びた末に“ターミネーター技術”の商業利用はひとまずペンディングされたが、知的所有権の強化とバイオメジャーによる技術と資源の独占化はとどまるところを知らない。多くの NGO から批判の対象とされている CGIAR (国際農業研究協議グループ) やロックフェラー財団までが、GM 技術に対する途上国農業者のアクセス不可能性に大きな危惧を表明しているのはそのためである(註31)。

第2に、技術至上主義的な問題解決パラダイムの限界についてである。GM 品種を最初から負担能力のある国や農民階層のみに普及することもあり得よう。だが、それでは飢餓問題の解決につながらないことは言うまでもない。そもそも、食料増産と飢餓克服とを無批判的に直結させることに問題がある。かつての「緑の革命」が途上国における食料増産に果たした役割は否定できないが、それが貧富の格差の拡大や環境負荷の増大など様々な矛盾をもたらさずには達成し得なかったこともまた周知の事実である。1996年の世界食料サミットでも議論されたように、飢餓は不足の問題ではなく、貧困の問題であり、分配の不平等と民主主義の欠如の問題である。技術至上主義的な問題解決がもはや通用しないことは明らかである。

いずれも GM 技術の社会経済的規定性、すなわち、いかなる経済主体が、いかなる目的で、いかなる条件下で、いかなる展望をもって GM 技術を利用するのかという問題に帰着する。その上で考えるべきことは、当該技術の社会経済的外皮を取り除くことによって、その将来可能性が現実のものとなりうるのか否か、である。もしなりうるとすれば、社会経済的外皮をいかにして取り除くのか。なりえないとすれば開発推進論拠への代替的方向性をいかに展望するのか。GM 技術の社会経済的評価と批判的言説をより建設的なものとするためにも、こうした論点整理が必要であると考えられる(註32)。引き続き論稿の課題としたい。

## 注

(註1)もちろん、アカデミズムや行政レベルの議論がそのまま市民レベルの社会的合意形成を保障するわけではない。他方、GM 技術をめぐって活発な反対運動を展開している「遺伝子組み換え食品いらない! キャンペーン」等も、たんに安全性の問題にとどまらず、多国籍企業による農業・食料支配の問題にも言及し、企業や政府の国際的な動向に関する情報の収集、分析、告発を積極的に行っていることを付け加えておく。むしろ、開発推進サイドがそうした社会経済的側面からの批判に何ら応えようとしない点に問題がある。科学技術を社会経済的文脈のなかで捉え返すことの必要性を技術研究者や政策担当者に認識してもらうことが本稿の最終的な狙いである。

(註2)可能性が指摘されているリスクには、①導入遺伝子および導入遺伝子産生物質それ自体の安全性、②遺伝子導入による変異の誘発、③生態系への影響(a. 導入遺伝子の野生生物への拡散、b. 導入遺伝子に関連した新しい選択圧に対する新系統の対抗進化、c. 導入遺伝子産生物質の生態系への影響)などがある。①については制御可能と思われるが、②および③については現行の安全性評価では捕捉できないおそれがある。なお、英国ロウェット研究所の Dr. Pusztai が「組み換えジャガイモの実験によってラットの免疫力の不全と発育阻害が認められた」と発表したことをめぐる一連の事件は、開発推進者側が「実験上の不備」を指摘するなどの反論に終始したため評価に混乱が生じたが、大澤【39】が指摘するように、この実験は「研究開発段階のものであり、商品化とは無関係である」と言える。だが、この実験は②の問題が存在する可能性を示唆しており、さらなる検証が必要である。また、米国コーネル大学の研究グループが「Bt 毒素が効果の対象外であるオオカバマダラの幼虫に害を及ぼす可能性」を指摘した問題は、上記の③c に該当する。大澤は、アワノメイガ等の鱗翅目昆虫に特異的に作用する Bt 毒素が同じ鱗翅目のオオカバマダラに殺虫効果をもったのは「当然の結果」であり、自然生態系ではオオカバマダラの幼虫は Bt トウモロコシを食することはありえないので実際の栽培に問題はないとする。だが、自然生態系への影響については今なお未知数の部分が数多く残されている。高い確率のリスクとして多くの科学者が懸念している③a と③b を含め、長期的モニタリングを実施するなど慎重な影響評価が求められている。科学者が「当然の事実」と考えていても複雑な生態系では通用しないことは十分考えられる。社会的合意形成のためには、一見「無駄」で「形式的」とされる検証作業であっても、あらゆる領域に関わる科学的な最高度の検証手法が総合的に適用されていることが肝要である(藤原【52】)。

(註3)したがって本稿は続編を予定したものである。とりあえず、拙稿「遺伝子組み換え作物の社会経済的評価——〈食料増産＝飢餓克服〉論の批判的検討」『日本の科学者』2000年5月号(予定)を参照されたい。

(註4)カナダでは、従来育種技術によって育成された品種でも、STS等の除草剤耐性や高油量等の機能性を付与した品種は「新規の特性」を有するものとしてGM品種と同様の安全性評価を受けている。逆に言えば、GM技術を用いたかどうかで安全性評価の主眼ではないということでもある。

(註5)同表には日本とEUの認可状況も併記しておいた。国ごとに若干の差はあるが、EUとしてはこれまで18種類のGM作物を認可していたが、反対世論の強まりを受けて、1999年6月に新規の認可を凍結する方針を打ち出している。これに対し、日本では国産のものも含め数多くのGM作物が農林水産省の栽培試験段階にあり、厚生省の食品安全性評価をクリアしたものは、1996年8月以来すでに29種類に達している。対象作物の自給率の低さ、すなわちアメリカのダイズとトウモロコシ、カナダのカノーラを大量に輸入せざるをえない現状を考えると、すでに相当量のGM作物がわれわれの食卓に上っていると思われる。なお、日本の安全規制はこれまで「ガイドライン」にしたがってきたが、消費者からの批判を受け、各省庁ともようやく法制度化(つまり罰則をとともう義務化)を検討しはじめている。安全性評価システムの問題については、藤原【52】が詳しい。

(註6)仲村【46】は技術概念を生産力概念の下位概念と位置づけ、生産力の主体的契機(生きた労働主体の主体的・主観的モメント)を技術概念から区別して把握している。さらに、技術の領域を労働手段(及びその社会的体系)に限定せず、客観的存在形態をもつ生産の方法・技法なども含めて理解している。これによって、「科学的知識の客体化である広義の労働手段体系」である技術そのものと、その「意識的適用」による社会経済的被規定性とを統一的に捉えることが可能になるとと思われる。

(註7)以上は立川【43】の整理を参考にした。

(註8)費用便益分析の限界については、宮本【53】が公害・環境問題の事例を踏まえながら、価格評価が困難な社会的損失(絶対的損失)の存在や社会的便益の不平等性(階層間格差)といった問題点を指摘している。

(註9)カナダ・ナタネ生産者協会(CCC)の報告によると、GMカノーラの作付シェアは1998年が約50%、99年が55%であった。企業別にみると、37%をMonsantoが、18%をAgrEvoが占めていた。2000年作付ではカノーラ全体が減る見込みだが、GM比率は高まるとの予想もあるという。以上、Biotechnology Japan Hot Newsによる。

(註10)農業者は市場競争に駆り立てられる結果、農業所得を確保するための生産拡大と生産性向上の努力を生産資材購入(新技術導入)に振り向け、かえって費用負担の増加による経営の圧迫に苦しむという悪循環を説明するもの。詳しくは、Buttel et al.【6】:p.129, および Cochrane【7】:p.427, を参照されたい。実際、穀物相場は1996年農業法成立当時をピークに一貫した低落傾向にあり、1980年代半ばの「戦後最大の農業不況」期をさらに下回る水準にまで落ち込んでいる。南米(ダイズ)や中国(トウモロコシ)の増産の影響も無視できないが、これが生産調整・価格支持政策の後退→生産拡大→需給緩和→価格低迷→生産拡大と効率化による対応→一層の価格低迷、という悪循環の結果であることは明らかである。GM作物の導入は米国農業者にとっては自衛的な選択であったといえるが、それが結果的に市場環境のさらなる悪化を招いたという側面も否定できない。なお、1997年農業センサスによると、92年から97年にかけて農家数は微減にとどまったものの、販売額規模でみた両極分解傾向がさらに強まっている。この間の価格低迷が米国農業者に及ぼす影響については次のセンサスで明らかになるだろう。

(註11)目下、わが国でも大学の研究成果を産業界へ移転し、そのライセンス料を大学の自主財源にする必要性が議論されている。国立大学の独立行政法人化の動きもそれを加速している。欧米の先行事例の失敗の轍を踏まないためにも、大学が果たすべき「社会的貢献」のあり方をあらためて考え直す時期に来ていると思われる。なお、終節で触れる「ターミネーター技術」は、Delta & Pine Land と USDA 農業研究局(ARS)との共同研究の成果であるが、MonsantoによるD&PLの買収はこの技術の特許権がMonsantoの手に渡ることを意味する。当該技術自体の問題もさることながら、公的研究の成果が一企業の「私有財」として囲い込まれる問題を明示する典型的な事例である。※補註を参照

(註12)植物ゲノム以上に懸念されるのが、ヒトゲノム・プロジェクトの帰趨である。一部の民間企業が猛烈なスピードでゲノム解析を行い、次々に特許申請をしている。公的機関を主体とする国際共同プロジェクトはゲノム情報を人類共有の財産と位置づけ、対抗措置として解読成果の公表を試みているが、かなり後塵を拝している状況にある。

(註13)以下の企業情報は、各社ホームページや年次報告書、および業界誌を参考にまとめた。

(註14)正確には Hoechst (60%) と Schering (40%) との合弁子会社である。なお、AgrEvoの会計報告では除草剤耐性品種(LibertyLink等)が種子ではなく農業の販売額に含まれているため、表4では分けなかった。Monsantoも同じ事情を抱えているが、業界団体等が

種子販売額を別途推計しているため区分が可能だった。

(註15) 1999年12月にNovartisの農業・種子部門とAstraZenecaの農業部門を本体から切り離し、別会社としてSyngentaを設立することが発表された。AstraZenecaが50%を所有する合弁種子会社Advantaは今回の事業再編には含まれていないため種子市場に直接の影響はないが、この合併の結果、農業販売額で世界全体の22%を占める巨大企業が誕生することになる。企業本体からのスピノフを伴った合併の背景に、農業事業およびGM作物を含む種子事業の業績低迷が指摘されている。バイオメジャーによる業界再編の動きは今後も続くものと思われる。註28も併せて参照されたい。

(註16) 以上は、USDA, Economic Research Service, Farm Sector Performance Data: Historic Costs and Returns, による。

(註17) Monsanto Website: <http://www.monsanto.com/ag/>を参照。

(註18) Asgrow Website: <http://www.asgrow.com/>を参照。

(註19) Pioneer Hi-bred Intl. Website: <http://www.pioneer.com/>を参照。なお、表に注記したように、これらの数字は一部の生産州のみ集計したものである。また、本文中でも触れたように、DuPontの主力除草剤sulfonylureaに耐性をもったSTS品種と、American Cyanamidの主力除草剤imazethapyrn等への耐性をもったIMI品種とともに現時点では従来育種によって改良されたものであるが、目下GM品種も開発されているため、表ではGM品種に含めた。

(註20) Reuters News, Washington, December 14, 1999.

(註21) Monsanto Media Center, St.Louis, December 14, 1999.

(註22) Monsanto Website: <http://www.monsanto.com/ag/>を参照。

(註23) GM種子の品質をめぐるトラブルが各地で報告されている。例えば、R-Rダイズが高地温状態で脱粒する傾向にあること(1999年, 南部), Btトウモロコシが早魃によって従来品種では見られなかったような被害を受けたこと(1999年, 北西部), R-Rワタの綿実が脱落したこと(1997年, 南部)など。

(註24) この調査は、アイオワ州立大学Leopold Center for Sustainable Agricultureによる助成によって行われた。サンプルはランダム抽出されたトウモロコシ377戸とダイズ365戸である。一部データはDr.Duffyから直接Eメールを通じて入手した。

(註25) Monsanto Media Center, St.Lois, several articles.

(註26) 換言すれば、Roundup使用量の増加と全体としての除草剤使用量の減少はシェアの変動にとどまらざるが、除草剤依存度の低かった国や地域でR-R品種が普及すれば除草剤使用量を「削減」することにはならない、ということだ。例えば、アルゼンチンにおけるGM作物の急速な普及と農業使用量の急増とはパラレルな現象として理解すべきである。この点にも、GM作物の開発推進論拠の一面性を指摘することができよう。

(註27) 実際に1998年には全米21州で1,800件あまりの契約違反を摘発、475件の訴訟を起こしている。Progressive Farmer online, December 1998.

(註28) EUと日本という最大の輸出市場で反発を受けていることが大きな打撃となっている。ただし、各社とも長期的には農業・食料部門がバイオテクノロジー関連で最大の市場になると予想しており、今後は医薬との接合(agricultural system)を前提とした事業戦略の構築が焦点になると思われる。したがって、スピノフを断行した企業においても、素材化学部門や石油部門を分社化ないし売却した時とは企業戦略上の位置づけは明らかに異なる。むしろ、第2世代や第3世代のGM作物が市場に受容されるまでの一時避難的な対応策として慎重に評価すべきだろう。

(註29) 代替農業の研究で有名なHenry A. Wallace研究所のWelsh【38】は、全米研究協議会(NRC)の農業・自然資源委員会特別部会で「GM技術を用いた防除システムは可能性として持続的農業への移行をもたらすが、あくまでも適切な社会的目標が開発・規制・適用をリードしていることが条件であり、現時点では適用の急速なペースに比して環境への長期的リスクについての検証が不十分すぎる」と発言している。

(註30) “ターミネーター技術(terminator technology)”という呼称はRAFIの命名による(例えばRAFI【29】を参照)。正式名は「植物の遺伝子発現の抑制(control of plant gene expression, US patent no. 5,723,765)」である。クレーム範囲はすべての植物種をカバーしており、世界約80ヶ国で特許出願された。さらに、AstraZenecaの“ターミネーター技術”をはじめ同様の機能をもった技術が20数種類も開発され、特許申請されているという。

(註31) 懸念および批判の内容は、1999年6月24日にロックフェラー財団会長G. ConwayがMonsanto理事会向けに行った報告に明瞭に示されている。詳しくは註3で紹介した予定稿で論じる。なお、この報告を契機とする一連の議論の末、Monsantoは1999年10月に“ターミネーター技術”の商業利用の凍結を発表した。

(註32) 農水省のGM食品表示義務化案の発表後、日経産業新聞のインタビューに答えてNovartis種子部門

社長が次のようなコメントをしている。「非組み換え種子はもちろん持っているし開発も続けている。皮肉な話だが、組み換えがダメとなればグループの農薬の売上げは伸びるだろう……」(1999年10月6日付)。GMをとるか農薬をとるかといった二者択一的な問題設定が誤りであることは本稿の考察から明らかである。だが、実現可能なオルタナティブのあり方を同時に論じるのでなければ、GM反対の論拠が逆に問われることになりかねない。「農業者利益」論が実際に少なくない農業者を引きつけた現実、「食料増産＝飢餓克服」論に一定の積極的論拠を認めざるをえない現実を放置したまま、新技術の一方的拒否を主張し続けることはできないだろう。経営的視点や生産力視点から持続的農業を評価する研究も数多くみられる。そうした研究の成果に学びながら、GM技術の社会経済的評価をさらに鍛え上げていくことが要請されている。

補註) 1999年12月19日、以前から他のバイオメジャーとの合併の噂が絶えなかった Monsanto が医薬大手の Pharmacia & Upjohn (米・スウェーデン) と合併することが発表された。合併の狙いは医薬事業の強化とされている。医薬事業だけをみると P&U の売上高が 60~70 億ドルで、Monsanto の約 40 億ドルを上回るが、合意内容によると新会社の株式の 51% は Monsanto の株主が保有することになり、対等合併であるといえる。他方、農業バイオ部門の今後の位置づけについては明確にされていない。同社はこの数年間に実施してきた種子会社買収などで 60 億ドルの負債を抱えているとみられ、新聞報道では「不振の農業部門のリストラ」と報じられている。約 20% の新株公開が予定されているが、農業バイオ事業の継続のための R&D 資金が十分に調達できるのかは不透明である。さらにその翌日、司法省による反トラスト法(独占禁止法)の審査が遅れていた Monsanto による Delta & Pine Land の買収について、Monsanto が断念するという形で決着したことが報じられた。D&PL は本文中で触れたように、米国のワタ種子市場で 7 割のシェアをもつ最大手企業であるため、1998 年 5 月に買収計画が発表されてから議論を呼んでいた。当時、Monsanto 傘下の Calgene がワタ種子の第 2 位企業を所有していたため、独禁法違反を避けるためその会社を売却した経緯がある。以上の経過から、D&PL が Monsanto の傘下にあることを前提に作成した表 4、註 11、および 3 節 3 項「研究開発を主導する開発企業の動向」の叙述に修正を施す必要が生じたが、すでに査読を終えているため、本補註の追加にとどめることにしたい。

#### 参考文献

- [1] Benbrook, Charles M., "World Food System Challenges and Opportunities: GMOs, Biodiversity, and Lessons from America's Heartland", Paper on the University of Illinois World Food and Sustainable Agriculture Program, January 27, 1999.
- [2] Benbrook, Charles, "Evidence of the Magnitude and Consequences of the Roundup Ready Soybean Yield Drag from University-Based Varietal Trials in 1998", *AgBioTech InfoNet Technical Paper*, No.1, July 1999.
- [3] Benbrook, Charles, "Where Is the Biotechnology Revolution Taking Oklahoma Agriculture and Will Farmers Be Happy When They Get There?", Paper on Special Committee on the Economic Status of Agriculture, Oklahoma State Senate, November 4, 1999.
- [4] Busch, Lawrence, William B. Lacy, Jeffrey Burkhardt and Laura R. Lacy, *Plants, Power, and Profit: Social, Economic, and Ethical Consequences of the New Biotechnologies*, Blackwell Pub., 1991.
- [5] Buttel, F. H., M. Kenney, J. Kloppenburg Jr., J. T. Cowan, and D. Smith, "Industry/Land Grant University Relationships in Transition", in L. Busch and W.B. Lacy, eds., *The Agricultural Scientific Enterprise: A System in Transition*, pp. 296-312, Westview Press, 1986.
- [6] Buttel, Frederick H., Olaf F. Larson, and Gilbert W. Gillespie Jr., *The Sociology of Agriculture*, Greenwood Press, 1990.
- [7] Cochrane, Willard W., *The Development of American Agriculture: A Historical Analysis*, 2nd Edition, U of Minnesota Press, 1993.
- [8] Danbom, David B., "Publicly Sponsored Agricultural Research in the U.S. from an Historical Perspective", in Kenneth A. Dahlberg, ed., *New Directions for Agriculture and Agricultural Research*, pp.107-131, Rowman & Allanheld, 1986.
- [9] Duffy, Michael & Matt Ernst, "Does Planting GMO Seed Boost Farmers' Profits?", *A Newsletter of the Leopold Center for Sustainable Agriculture*, Vol.11, No.3, pp.1-4, Fall 1999.
- [10] Duvick, Donald N., "Future Sources of Plant Breeders for Industry", Paper for presentation to Texas Seed Trade Association, Production and Research Conference, January 1998.
- [11] Feenberg, Andrew, *Critical Theory of Technology*, Oxford UP, 1991 (藤本正文訳『技術——クリティカル・セオリー』法政大学出版局, 1995年)
- [12] Gianessi, Leonard P. & Janet E. Carpenter,

- “Agri-cultural Biotechnology: Insect Control Benefits, National Center for Food and Agricultural Policy”, June 1999.
- 【13】 Hartzler, Bob, “Are Roundup Ready Weeds in Your Future?”, Iowa State University Weed Science Online, November 3, 1998.
- 【14】 Hightower, Jim, *Hard Tomatoes, Hard Times: A Report of the Agribusiness Accountability Project on the Failure of America’s Land Grant College Complex*, Schenkman Pub., 1973.
- 【15】 Horstmeier, Greg D., “Alphabet Soup: GMOs Have Farmers Wondering about Bt, LL and RR”, Farm Journal online, November 1999.
- 【16】 Kalaitzandonakes, Nicholas, “Farm Level Perspective on AgroBiotechnology: How Much Value and For Whom?”, *AgBioForum*, Vol.2, No.2, pp. 61-64, Spring 1999.
- 【17】 Kloppenburg, Jr., Jack, *First the Seed: The Political Economy of Plant Biotechnology 1492-2000*, Cambridge UP, 1988.
- 【18】 Kloppenburg, Jr., Jack, and Beth Burrows, “Bio-technology to the Rescue?: Twelve Reasons Why Bio-technology is Incompatible with Sustainable Agriculture”, *The Ecologist*, Vol.26, No.2, pp. 61-67, March/April 1996.
- 【19】 Knight, Alan, “The Face of Change: Big Money and Small Genes are Changing the Structure of Agriculture and Your Place in It”, Farm Journal online, May/June 1999.
- 【20】 Middendorf, G., M. Skladany, E. Ransom, and L. Busch, “New Agricultural Biotechnologies: The Struggle for Democratic Choice”, *Monthly Review*, Vol.50, No.3, pp.85-96, 1998.
- 【21】 Monsanto Co., *Annual Report*, each year.
- 【22】 National Science and Technology Council (NSTC), Interagency Working Group on Plant Genomics, *National Plant Genome Initiative*, January 1998.
- 【23】 Oplinger, E. S., M. J. Martinka, and K. A. Schmitz, “Performance of Transgenic Soybeans: Northern U.S.”, Department of Agronomy, College of Agriculture and Life Science, University of Wisconsin Extension, 1999.
- 【24】 The President’s Council on Competitiveness, *Report on National Biotechnology Policy*, February 1991.
- 【25】 Price, Steven, “Public and Private Plant Breeding”, *Nature Biotechnology*, Vol.17, No.10, p.938, October 1999.
- 【26】 Reiss, Michael J. and Roger Straughan, *Improving Nature?: The Science and Ethics of Genetic Engineering*, Cambridge UP, 1996. (白楽ロックビル訳『生物改造時代がくる——遺伝子組み換え食品・クローン動物とどう向き合うか』, 共立出版, 1999年)
- 【27】 Rissler, Jane, and Margaret Mellon, *The Ecological Risks of Engineered Crops*, MIT Press, 1996. (阿部利徳他訳『遺伝子組み換え作物と環境への危機』, 合同出版, 1999年)
- 【28】 Rural Advancement Foundation International, “The Gene Giants”, *RAFI Communiqué*, March/April 1999.
- 【29】 Rural Advancement Foundation International, “The Terminator Technology: New Genetic Technology Aims to Prevent Farmers from Saving Seed”, *RAFI Communiqué*, March/April 1998.
- 【30】 Sears, Mark and Art Schaafsma, “Responsible Deployment of Bt Corn Technology in Ontario”, Paper on Plant Biotechnology Office, Canadian Food Inspection Agency Website, February 1999.
- 【31】 Thompson, Paul B., *Agricultural Ethics: Research, Teaching, and Public Policy*, Iowa State UP, 1998.
- 【32】 University of Minnesota Extension, “Check Breeding Program for Roundup-Ready Soybean Varieties”, News Information, December 3, 1997.
- 【33】 USDA-ERS (Fuglie, Keith, et al.), “Agricultural Research and Development: Public and Private Investments Under Alternative Markets and Institutions”, USDA-ERS, *Agricultural Economic Report*, No.735, May 1996.
- 【34】 USDA-ERS, “Value-Enhanced Crops: Biotechnology’s Next Stages”, USDA-ERS, *Agricultural Outlook*, March 1999.
- 【35】 USDA-ERS, “Impacts of Adopting Genetically Engineered Crops in the U.S.: Preliminary Results”, Paper on USDA Website, June 1999.
- 【36】 USDA-ERS, “Genetically Engineered Crops for Pest Management”, Paper on USDA Website, June 1999.
- 【37】 USDA-ERS, “Biotechnology Research: Weighing the Options for a New Public-Private Balance”, USDA-ERS, *Agricultural Outlook*, October 1999.
- 【38】 Welsh, Rick, “Testimony to the National Research Council’s Board on Agriculture and Natural Resources Committee on Genetically Modified Pest Protected Plants”, May 24, 1999, Accessible at Henry A. Wallace Institute Website.

- 【39】大澤勝次「遺伝子組換え食品の安全性論議」『育種学研究』第1巻第4号, 1999年。
- 【40】大塚善樹著「なぜ遺伝子組換え作物は開発されたか——バイオテクノロジーの社会学」, 明石書店, 1999年。
- 【41】酒井富夫「アメリカの農家はラウンドアップレディ・ダイズをどう見ているか」, 食糧の生産と消費を結ぶ研究会編「レポート・アメリカの遺伝子組み換え作物」, 家の光協会, 1999年。
- 【42】立川雅司「農業・食料システム再編への農業社会学的接近——バイオテクノロジーを軸として」『村落社会研究』第2巻第1号, 1995年。
- 【43】立川雅司「書評: ポール・B・トンプソン著『農業倫理学——研究, 教育, 政策』」『農業総合研究』第53巻第1号, 1999年。
- 【44】立川雅司「農業の産業化とバイオテクノロジー——近年の動向と社会学的含意」『村落社会研究』第6巻第1号, 1999年。
- 【45】中村静治著『技術論入門』, 有斐閣, 1977年。
- 【46】仲村政文・篠原陽一編著「現代科学技術の政治経済学」, 青木書店, 1987年。
- 【47】久野秀二「多国籍企業のアグリバイオ戦略と種子産業」『経済論叢』第153巻第5/6号, 1994年。
- 【48】久野秀二「種子産業における市場構造の特徴——その基本的性格と事業主体の存在形態」『農業市場研究』第3巻第2号, 1995年。
- 【49】久野秀二「アメリカ合衆国におけるバイオ規制政策の展開——遺伝子組換え作物と安全性論議」『環境と公害』第27巻第1号, 1997年。
- 【50】久野秀二「アメリカの農業資材産業とバイオテクノロジー」, 中野一新編著『アグリビジネス論』, 有斐閣, 1998年。
- 【51】久野秀二「多国籍アグリビジネスのバイオ戦略と《農業者の利益》」, 科学研究費補助金研究成果報告書(中野一新研究代表「WTO体制移行下におけるアグロ・フード・システムと農政再編に関する国際比較研究」所収, 1999年3月)。
- 【52】藤原邦達著『遺伝子組み換え食品を考える事典——光と影を正確に見極めるために』, 農文協, 1999年。
- 【53】宮本憲一著『環境経済学』, 岩波書店, 1989年。
- 【54】柳下登監著, 塚平・杉田著『遺伝子組み換え作物に未来はあるか』, 本の泉社, 1999年。
- 【55】山根精一郎「遺伝子組み換え農作物の開発状況と生産者」, 日野明寛編著『ぜひ知っておきたい遺伝子組換え農作物』, 幸書房, 1999年。

※本論文は文部省科学研究費補助金・奨励研究(A)「農業バイオテクノロジーの研究普及体制と利害調整過程に関する政治経済学的研究」(平成11~12年)の中間成果にもとづいている。