

ローマ教皇庁科学アカデミー(PAS)スタディウィーク、  
バチカン市、2009年5月15日～19日

食糧安全保障に資する遺伝子組み換え植物  
～発展・進歩という文脈において～(TRANSGENIC  
PLANTS FOR FOOD SECURITY  
IN THE CONTEXT OF DEVELOPMENT)

—英文は3ページから—

## 食糧安全保障に資する遺伝子組み換え植物

### ～発展・進歩という文脈において～

ローマ教皇庁科学アカデミー(Pontifical Academy of Sciences)の主催により、“食糧安全保障に資する遺伝子組み換え植物～発展・進歩という文脈において～”と題するスタディウィーク(学会)が、2009年5月15日から19日にかけて、バチカン市のピウス四世会館にあるアカデミー本部で開催された。同スタディウィークにおいては、遺伝子組み換え(GE)植物の新品種に関する科学的理解の最新の進歩について、また、農業全般を改善する上で、とりわけ貧しく弱い立場にある人々の利益になるように遺伝子組み換え技術を利用できるようにするための社会的条件について、検討を行なった。参加者たちの志は、科学技術への取り組みに関して教皇ベネディクト十六世が新たな回教で語った言葉に触発された。とりわけ、次の部分である。「テクノロジーとは人間の行動の対象であり(1)、その起源とレーゾンデートル(存在理由)は、むしろ主体的な要素すなわち働く(技術を生み出し活用する)人間自身の中にこそある。従って、テクノロジーは、ただ単にテクノロジーであるということとはありえない。それは、人間自身と人間が抱く発展と進歩への願いの表出であり、物理的な制約を序々に克服しようと人間を駆り立てる内なる緊張を表すものなのである。こうした意味において、テクノロジーとは、神が人類に委ねたこの地を“耕し、守れ”という神の命令に応える営みであると言える(参照：創生記 2:15)。テクノロジーは、また、人類と環境との間に取り交わされた契約を強める働きをしなければならない。そして、この契約は、万物を創造する神の愛を写し出す鏡でなければならないのである。」(2)

#### 主要な科学的結論

私たちは、2000年11月10日から13日にかけて行なわれた“科学と人類の未来(Science and

the Future of Mankind)”に関する大聖年(2000年)ローマ教皇庁科学アカデミー総会(Jubilee Plenary Session)の最終日に発行された研究文書『世界の飢餓と戦うための遺伝子組み換え作物の利用(Use of “Genetically Modified Food Plants” to Combat Hunger in the World)』の主要な結論を再確認するものである。これらの結論を要約、データ等を更新した上で以下に記す：

1. 現在、68億人に及ぶ地球の人口のうち、10億人以上が栄養不足に苦しんでおり、新たな農業システムとテクノロジーの開発が喫緊の課題である。
2. 2050年までに、地球の人口は、さらに20億人から25億人増加し、90億人に達すると予測されていることがこの課題の緊急性をさらに高める要因となっている。
3. 予測されている気候変動による影響とそれに伴う利用可能な農業用水の減少も、増加する世界の人口を養っていくための食糧供給能力に影響を及ぼすだろう。
4. 現行の方法による農業は、持続可能性が無い。その証拠に表土が大量に失われ、世界のほとんどの地域では、許容しがたいほど大量の農薬が使用されている。
5. 遺伝子組み換え技術などの最新の分子技術は、農業に適切に応用されることによって、こうした課題のいくつかに対処していく上で役立っている。
6. 作物の改良に遺伝子組み換え技術を利用すること自体には、改良後の植物やそれに由来する食品の安全性を損なう原因となるような固有の要因はない。
7. 科学界は、農業の生産性向上につながる研究開発に責任を持たなければならない。また、そうした進歩によって、現在相対的に高い水準の生活を享受している先進

#### 4 食糧安全保障に資する遺伝子組み換え植物～発展・進歩という文脈において～

国の国民だけではなく、貧しい人々にも利益がもたらされるように努めなければならない。

8. 発展途上国の貧しい農業生産者が、自分たちの地域の気候条件に適合するように改良された遺伝子組み換え作物品種を利用できるように、特別な努力を払わねばならない。
9. そうした改良作物開発のための研究においては、その地域のニーズと栽培作物の品種に留意しなければならない。また、遺伝子組み換え作物の導入を成功させるために、各国が伝統、社会的遺産、管理行政の実務などをどの程度適応させることができるのかという点に、特に注意を払わねばならない。

##### その後の証拠

上記の研究文書が作成された2000年以来、遺伝子組み換え技術の開発、応用、効果について、数々の科学的証拠が提示され、同分野の専門家による高い水準の精査を経てきたとともに、多くの遺伝子組み換え技術が実用化されて実経験も積んできている。今回のスタディウィークを通じて、これらの証拠を再検

討した結果、以下の結論に到達した。

1. 遺伝子組み換え技術は、責任をもって適切に利用すれば、作物改良を通して、様々な状況における農業の生産性向上に重要な貢献をもたらすことができる。例えば、収量や栄養価の改善、害虫抵抗性の強化、早ばつなどの環境ストレスへの抵抗性向上などである。こうした改良が、農業の持続可能性と生産性を向上させるために世界各地で必要とされている。
2. 作物および観賞用植物の遺伝的改良は、数多くの技術を、連続的なプロセスとして一体的に組み合わせることによって実現している。こうした技術は、ますます精密になり予測可能性も高くなっていることから、米国の学術研究会議は1989年に発表した報告書で、次のように述べている。「分子的手法がますます精密になってきているため、これらの手法を利用する者は、植物に導入する形質に関し、確実を期すことができる。従って、植物の育種に使用される他の方法に比べて、望ましくない影響が出てしまう可能性が低いのである。」

植物の育種に関わる数々のプロセスを説明するために、様々な用語が用いられている。あらゆる生物は細胞により構成されており、これらの細胞には、それぞれの生物独自の特性をもたらす遺伝子が内包されている。ある生物が持っている全遺伝子は、一そろいの遺伝子（遺伝子型）として、DNAにコード化されており、これをゲノム（全遺伝情報）と呼ぶ。ゲノムとは、親から子へと受け継がれる遺伝的情報である。植物の育種は全て、そして植物の進化も、遺伝的变化ないしは改変と、その子世代における有利な特性の選抜・淘汰を伴うものである。ある植物における表現型ないしは観察可能な形質（生体構造、発育、生化学的特性や栄養特性など）の変化は、遺伝子型に起こった変化の結果として生じる。従来型の植物育種では、交配可能な近縁種同士をかけ合わせることによって、無作為に遺伝子の入れ替えを行なう。そのため、育種の結果どのような植物が生まれるか予想が付かないことが多く、遺伝子における変化についても、その詳細の全てを解明することはできなかった。20世紀半ばになると、従来型の方法のほかに、突然変異育種法が開発された。突然変異育種法とは、種子ないしは植物全体を、突然変異誘発性の化学物質あるいは高エネルギー放射線によって処理し、表現型に偶然の改善がもたらされることを期待するという、やはり無作為的な手法である。しかし、この方法によっても、予測不能かつ未解明な遺伝的形質が生じる点は同じで、その中から、望ましい形質を育種家が選抜したのである。その後、最近になって開発されたのが、同定され、特性が十分に解明された特定の遺伝子または特定の形質を与えるいくつかの遺伝子の小さなかたまりを導入する技術である。併せて、遺伝子導入によって遺伝子や表現型に生じる結果を精密に分析できる技術も開発された。この、最後に開発された育種技術を“遺伝子組み換え”（遺伝子をドナーから移し変えて、受け取り手に組み込むことからこのように言う）または“遺伝子工学”と呼ぶ。しかし、原理的に言えば、全ての育種プロセスは、たどる経路こそ異なるものの、やはり遺伝子を組み換えるプロセスであることに変わりはない。

3. 遺伝子組み換え技術がもたらすこうした利点により、米国、アルゼンチン、インド、中国、ブラジルなど、遺伝子組み換え作物が広く栽培されている国々では、既に非常に大きな成果を上げている。
4. さらに、遺伝子組み換え技術は、保有資源が乏しい農業生産者や貧しい農村に住む立場の弱

#### 4 食糧安全保障に資する遺伝子組み換え植物～発展・進歩という文脈において～

い人々、とりわけ女性や子どもにとって、重大な意義を持つ。特に、害虫抵抗性遺伝子組み換えワタやトウモロコシの導入により、殺虫剤の使用を大幅に減らすことができたため、農村の安全性が改善された。また、収量も大幅に増大したことから、農家の収入も増え、貧困率が減少する（化学農薬による中毒件数も低下）など、インド、中国、南アフリカ、フィリピンなどいくつかの発展途上国の特定の零細農業セクターにおいて大きな成果が上がっている。

5. 最も広範に使用されている遺伝子組み換え形質は、環境に対する害が少なく安価な除草剤に対する抵抗性で、トウモロコシ、大豆、ナタネ、その他の作物に導入されている。このような形質の導入により、面積当りの収量が増加し、重労働であった手作業による除草が不必要になり、さらに、資源投入量が少なくて済むようになったため、不耕起農法が可能になった。その結果、土壌の浸食率が低下した。この技術は、高齢や病気などの理由により、伝統的な手作業による除草ができなくなってしまった発展途上国の農業生産者にとって、とりわけ役立つであろう。
6. 遺伝子組み換え技術は、必須微量栄養素を産生するように作物を改変することにより、栄養欠乏を改善する上でも効果がある。例えば、バイオ技術によってプロビタミンAを強化した“ゴールデン・ライス”に関する調査によると、このバイオ強化米を標準的な食生活に取り入れるだけで、ビタミンA欠乏症を十分予防できることが明らかになった。
7. 害虫抵抗性の強化に遺伝子組み換え技術を用いることにより、化学殺虫剤の使用量が減少し、農業における一部の資源投入コストが低下するとともに、農業生産者の健康改善にもつながった。こうした連鎖は、欧州などの地域において、とりわけ重要である。欧州の多くの国々では、他の地域に比べて殺虫剤の使用量が格段に多く、人間の健康だけでなく、生態系全体を損なう恐れがあるからである。
8. 遺伝子組み換え技術により、有害でエネルギー消費的な機械耕作を減らすことができる。機械耕作を減らせば、生物多様性を向上させ、環境を保護することができる。さらに、最も重要な人為的温室効果ガスである二酸化炭素の環境への排出を削減することもできる。
9. 気候変動がもたらすと予想されている影響もまた、遺伝子組み換え技術の必要性をさらに高める要因である。遺伝子組み換え技術と他の育種技術を併せて使用することにより、適切かつ目的を持って、できる限り迅速に、全ての地域の主要な食糧作物に乾燥耐性、冠水耐性などの形質を導入しなければならない。
10. 遺伝子組み換え技術により、貧しい農業生産者の作物収量が増加したという実績が既に確立されている。また、遺伝子組み換え技術が導入されなければ実現しなかったであろう、収入の増加や雇用創出の証拠もある。
11. 遺伝子組み換え技術の規制管理は、高いコストを要する。規制は、科学的に十分な根拠とリスクに基づいたものでなければならない。つまり、品種生産に用いた技術的手段を規制対象とするのではなく、植物の新品種が持つ特定の形質に基づく規制を行なうべきである。
12. リスクアセスメントを行なう際には、新品種の使用によって生じうる潜在的リスクだけでなく、その新品種を使用しなかった場合に、代わりに使用される手段によって生じうるリスクについても、併せて考慮すべきである。
13. 現在、公共セクターによって、キャッサバ、サツマイモ、米、トウモロコシ、バナナ、ソルガム、その他の主要な熱帯性作物など、貧しい人々に直接利益をもたらす遺伝子改良品種の開発が、大々的に推進されている。こうした取り組みは、強力で奨励すべきである。
14. 現在、非常に大規模かつ深刻な困難と栄養不足が世界の貧困層を襲っており、緊急に取り組みが求められている。毎年、栄養不足により多くの人々が病気にかかり、食糧さえあれば救えるはずの命が失われている。また、近年、世界中で食糧価格が高騰しており、貧しい人々が、資源を巡る競争においていかに弱い立場にあるかが明らかになってきている。こうした状況の中、対策を早急実現しなかったために失われたものは、取り戻すことができない。

## 5 食糧安全保障に資する遺伝子組み換え植物～発展・進歩という文脈において～

15. 以上の科学的認識を踏まえれば、遺伝子組み換え技術を欲している、貧しく、弱い立場にある人々に対し、彼らの生活水準を向上させ、健康状態を改善し、環境を保護することができるような条件の下で、大々的に技術提供すべき倫理的要請があると言える。

一般的に言って、農業生産性を向上させる上での遺伝子組み換え技術の重要性は、既に世界中で立証されている。しかしこれは、多面的な戦略をとるべき取り組みのほんの一部分に過ぎない。教皇ベネディクト十六世は語っている。「伝統的な方法だけでなく、革新的な農業手法も適切に導入することによって、実現しつつある新たな可能性を検討することは、有用でありうる。ただし、こうした新手法については、必ず十分な試験を行なった後、環境を尊重する技術であり、最も恵まれない人々のニーズを気遣ったものであることを確かめ、適切であるかどうかを判断することが前提となる」(3)。それでもなお、遺伝子組み換えによってもたらされる全ての新技術が、必ず本来の狙い通りの成果を上げるとは限らない。これは、どんな技術にも言えることである。あらゆる適切な技術がもたらしうる効果について継続的に評価を続け、各種の技術と従来型の植物育種法を組み合わせ、加えて、新たな戦略を導入することにより、将来世代のために食糧安全保障を高め貧困を緩和する総合的方策を模索しなければならない(4)。こうした多様な戦略の多くは、遺伝子組み換え技術と組み合わせることによって相乗効果を発揮することができる。以下に例をあげると、不耕起農法や他の土壌保全策を用いた表土の流出防止、適切な施肥、新種の肥料や環境に優しい農薬の開発、水資源保全、病虫害総合防除(IPM)、遺伝的多様性の保全、必要に応じた新作物の導入、そして既存作物(とりわけ“特定地域に限定されたマイナー作物(orphan crops)”)(5)の改良と官民共同の投資やパートナーシップを通じた改良品種の広範な活用などが考えられる。他にも、食糧安全保障の向上に極めて重要な要因、あるいは、資源の乏しい国にとってとりわけ重要な要因がある。交通、電力供給、貯蔵設備などのインフラの整備をはじめ、地元の農事相談事業所を通じ、種子の選抜方法などに関して、正確な知識に基づく公平な助言・指導を行なうなどの能力開発、資金調達・保険などに関する公正な制度の開発、そして特許技術のライセンス供与などである。しかし貧困、そして多くの地域における貧しい人々に対する差別の問題は、単一の方法によって解決できるものではない。遺伝子組み換え技術だけで、こうした問題を解決することができなくとも、全体的な解決に向けて有効であるならば、遺伝子組み換え作物を活用する道を閉ざしてはならない。

### 一般社会における広範な議論

多くの一般市民が、遺伝子組み換え技術に対して関心を抱いており、21世紀の人類社会が直面する健康や食品関連の課題に対処する上で科学が果たすべき役割について、世界中で議論を呼び起こしている。遺伝子組み換え技術の力、果たすべき役割、用途の範囲などに関するこうした議論は、歓迎すべきものであるが、人類の利益のために科学技術を適切に評価、規制、実用化するためには、専門家による精査を経た情報や、その他の検証可能な情報に基づいて議論を進めなければならない。何もせずに座して待つことは、もはや選択肢には含まれていない。また、科学技術とは、問題が起こるその都度、適切な解決方法を得るために、便利にスイッチを入れたり切ったりできるような、そういう性質のものではない。科学に役割があるとすれば、被害を防ぐために起こりうるダメージを予見し、可能な限り良い結果を確保することにある。こうした文脈の中で、科学者が注目し行動をおこすべき課題領域が6つある。それは、科学に対する一般市民の理解、知的所有権の位置づけ、公共セクターの役割、市民社会の役割、政府・国際機関・市民社会の協力、そして、適切かつコスト効率の良い、根拠に基づく規制制度である。

### 科学に対する一般市民の理解

今回の会合の参加者たちは、遺伝子組み換え技術に関する誤解が、一般の議論や政府による規制政策などに広く蔓延していることを繰り返し指摘していた。例えば、あらゆる種類の植物育種

## 6 食糧安全保障に資する遺伝子組み換え植物～発展・進歩という文脈において～

には、必ず何らかの方法による遺伝子の改良が付きものであることが、一般の議論においては、しばしば無視されている。また、“従来型”育種法の一つとされている放射線照射による突然変異誘発などは、遺伝子組み換え技術を使用した場合よりも、本来はるかに結果が予測しづらい方法である。

スタディウィークの参加者は、全員がそれぞれに、一般市民との対話や議論に積極的に携わっており、情報提供と啓発に努めている。科学者にとって、自らの見解を公表し、自分が探求する科学について説明し、テクノロジーを分かりやすく解説し、さらに科学技術がもたらす結論を広く知らしめることは、一つの義務である。遺伝子組み換え品種の使用や最新の遺伝学の活用全般に対して、反対ないしは懐疑的な人々に対し、これらの技術に関わる科学を詳細に評価すると同時に、それを最も必要としている人々からこれら実証済みの技術を遠ざけておくことによって生じる明らかな害についても、目を向けるように促したい。最も高い水準の科学的証拠に基づき、人々の意見交換が行なわれなければ、公共の利益は実現されない。

### 知的所有権の位置づけ

特許権は、どんな技術の開発においても、また、現代社会のあらゆる側面においても重要な役割を果たしている。医療や農業バイオテクノロジーにおいても、それは例外ではない。貧困の撲滅と食糧安全保障の確保という目標に向けて、商業セクターのベストプラクティスが重要な貢献をしてきたことを、私たちは認識している。しかし、キリスト教会の社会的教えも説いている通り、全人類は、地球の恵みを享受する生得の権利を有しており、地球の恵みは、全人類に対し普遍的にもたらされなければならない(6)。このような認識に基づき、民間そして公的な関係者双方に訴えたい。所有権に関する法的主張は、可能な限り、地球の恵みの普遍的分配という目標の下位に位置づけられるべきであり、多くの場合は、市民社会の既存の規範を超えて、普遍的分配の方を重視しなければならない。従って、不当な儲けや、貧しく弱い立場にある人々からの搾取を許してはならないのである。

発展途上国の人々が日常的に食べている作物の改良品種を開発・普及する上で、官民のパートナーシップがますます重要性を増している。人道主義的な“ゴールデン・ライス”プロジェクトは、こうした連携の素晴らしい見本である。このプロジェクトでは、民間企業が保有する特許が公営企業に無償でライセンスされており、これらの特許技術を活用して公営企業が開発した新品種が、今や地域社会の農業生産者の畑に植え付けられようとしている。また、これと類似のプロジェクトが、現在複数立案されている。これらの取り組みは、全ての人類が、地球の恵みを受け取る権利を有しているという信念に根ざしている。民間セクターが、貧しい人々の利益のために特許技術を提供する意志を示した場合、それは祝福に値する行為であり、今後もこの分野における最高の倫理的水準に従い続けるよう、励ましたい。

さらに言えば、ビジネスと倫理との関係について考えるとき、どんな企業であっても、とりわけ農業分野に携わる企業や多国籍企業は、経済的利益だけを追求すべきではない。他の全てに優先して、企業は、人間的、文化的、そして教育的な価値を伝達しなければならないのである。このような理由から、*Caritas in Veritate*『真理に根ざした愛』（教皇ベネディクト十六世回勅）においても“市民主義経済(civil economy)”あるいは“分かち合いの経済(economy of communion)”の確立に向けた展開を歓迎している。それは、そうした経済活動が利益の追求を排除するものではないが、利益が人間的・社会的目標に到達するための手段でもあるという複合的な現実を見ているのである。実際のところ、この回勅は、「ビジネスの制度的な形態が多数存在すること自体が、より文明的なだけでなく、より競争力のある市場の形成をもたらすのである」(7)としている。このような考察は、とりわけ、ある人口集団にとって入手可能な食糧の品質および量に関して、真実を突いていると言える。

### 公共セクターの役割

## 7 食糧安全保障に資する遺伝子組み換え植物～発展・進歩という文脈において～

20世紀において“緑の革命”を可能にした新品種の開発は、大半が、様々な国の公共セクターの研究所によって推進された。公共セクターは、もはや、そうした研究開発におけるかつてのような半ば独占的な主導力は有していないが、その役割は不可欠であり、今でも大きい。とりわけ有利な点は、国庫収入や寄付機関からの資金を活用して、最も貧しく恵まれない人々の作物ニーズに対応する研究を推進することができるという点である。公共セクターには、研究成果の広範な普及や、商品化のための品種開発が主要目標とならざるを得ない民間セクターにとっては難しい種類の革新技术を開発する上で、果たすべき重要な役割がある。これまで、人類の利益になるような科学技術、とりわけ医療などの分野における研究開発において、民間・公共セクター間の協力が大きな成果を生んできたのであれば、農業分野でも同じことが可能なはずである。しかし、残念なことに、最新のバイオテクノロジーを用いた作物改良に対しては、非科学的で過剰な規制が行なわれている。それが、研究開発のコストばかりが膨らむ原因となっているが、だからと言って、それで安全性が向上するわけではない。結果として、財政的な理由から、公共セクターがこうした技術を活用することが不可能となってしまうことを認識しなければならない。

### 市民社会の役割

各国政府、学会、NGO、慈善団体、市民社会組織、そして宗教も全て、科学がもたらすことができる有益性についての知識に基づく対話を促進し、広範な人々の理解を促す上で、また、恵まれない人々の生活のあらゆる側面を改善する上で、果たすことができる役割がある。貧しい人々が、いかなる場合・目的でも搾取されることが無いように、彼らを保護しなければならない。しかし同時に、恵まれないコミュニティの人々が、現代科学がもたらす利益へのアクセスを断られることが無いように保証し、貧困と病苦、食糧不安を不当に強いられたり、抜け出せなくなってしまうのを防ぐ責任があるのだ。

### 政府・国際機関・市民社会の協力

これまで述べてきたように、遺伝子組み換え技術は、既に作物改良および食糧安全保障の向上に多大な貢献をしてきた。遺伝子組み換え技術と植物育種における他の分子手法とを組み合わせることで適切に使用することにより、主要な商品作物だけでなく、途上国におけるいわゆる地域的に限定されたマイナー作物も大幅に改良することができる可能性がある。従って、有効性の検証済みのこうした科学的進歩の成果を活用することは、世界的な公共の利益に適っているのである。

これらの新たな作物改良手法の開発には、多額の研究開発費がかかる上に、新たな形質を市場に送り出すための規制コストも必要以上に高くつく。このため、こうした技術を適用することができたのは、これまで主として大手多国籍企業に限られており、しかも、先進国で大量に栽培されている商品作物にしか用いられなかったのである。遺伝子組み換え手法を用いた公共の利益のための植物育種は、以下のふたつの理由から、限定されてきた。

1. 開発コストが高いことと各国政府による投資の欠如：その結果、ソルガム、キャッサバ、プランテン（料理用バナナ）などの地域的に限定されたマイナー作物をはじめ、地域的に栽培されている作物の改良・適合に遺伝子組み換え手法を適用できずにいる。こうした作物は、地域住民にとっては重要であるが、国際的な取引は行なわれていないために、多国籍企業による商業投資の対象とはならない。
2. 遺伝子組み換え技術に対する過剰かつ不必要な規制：農業における他の全ての技術と比較しても、遺伝子組み換え技術に対する規制は過剰であり、そのためにコストが高くなり過ぎて、いわゆるマイナーな作物、投資額とリスクの大きさに釣り合う利益を開発者が期待できない作物には、適用することができない。この点は、無論、民間セクターだけに当てはまるものではない。民間、公共を問わず、全ての投資は、回収を期待できる利益を踏まえて行なわれなければならない。民間のみならず公共セクターでも、必要な投資額、問題の多い規制制度、

## 8 食糧安全保障に資する遺伝子組み換え植物～発展・進歩という文脈において～

投資回収の不確実性などを考慮すれば、主要な商品作物と比べて利用量が限定されている製品の開発からは尻込みするだろう。

だから、各国政府、国際機関、援助機関、慈善団体の協力が、この分野で必要なのである。そうした協力が大きな成果をもたらすことは、多国籍企業が、官民パートナーシップの協議に参加し、作物改良のために関連の特許技術が無償で提供した事例によって、既に実証されている。ゴールデンライスプロジェクトでは、こうした協力を通じて、アジアの多くの国々への技術移転が実現した。他にも、アフリカにおける乾燥耐性トウモロコシ、インド・アフリカにおける害虫抵抗性の野菜・豆、その他にも、アフリカ、アジア、中南米などで何十件というプロジェクトが実施されている。

### 適切な規制管理方法の定義

どんな新技術の場合でも、その成果が実用化されるためには、適切な方法による規制が行われなければならない。遺伝子組み換え作物に対する過剰に厳しい規制、しかも、豊かな国々によって設けられ、仮説に基づいたリスクにばかり注目した規制は、途上国や貧困国、零細農家や貧しい農業生産者・小売業者に対する差別である。こうした過剰な規制により、世界の貧しい人々は許容しがたい不利益を被っている。より精密で結果を予測しやすい生産技術を利用することができないために生じている損害は、取り返しが付かない。失われた投資機会、研究開発機会、開発されなかった製品とそれがもたらしたはずの利益は、二度と取り戻すことができないのと同じことである。

改良作物の新品種に対する評価は、その植物品種の形質に基づくべきであり、生産に用いた技術に基づくべきではない。その植物品種の実際の特性に基づいて判断すべきなのである。そうすれば、公共の利益に資するためにこの技術の活用を促進することができるようになり、主要作物と地域作物の両方について形質を改良した新品種を実現することができる。これは、断じて、貧しい人々を実験台として利用しようとする試みではない。そうではなく、安全性が既に証明済みで、先進国・途上国を問わず広く受け入れられている有用な技術に、貧しい人々がアクセスする権利を保証しよう、ということである。日常生活の他の側面においては許容できると見なされている範囲のリスクでも、なぜ科学技術、そしてその結果としての食品や農業におけるリスクに関しては、必要以上に回避しようとするのだろうか。

作物の遺伝子組み換えに関して言われている仮説に基づく危険性は、他の生物に対する遺伝子技術の応用（例えば、医療バイオテクノロジー、チーズやビールの製造に用いられている生物学的に改良された酵素の利用など）に伴うとされている危険性となんら変わりはない。有毒なあるいはアレルギー誘発性の物質の存在により引き起こされる短期的リスクについては、十分な研究を行い、新たな作物品種に含有されることが無いように、排除することができる。こうした手順は、従来の育種法によって生産された作物品種を栽培する場合には通常行われぬものであり、非常に慎重な予防的手段であるといえる。次に、より長期的なリスク、すなわち人為的進化の結果起こりうるリスクについて見てみよう。分子進化に関する現在の理解では、自然発生的な遺伝的変異によって、自然状態においても低い確率で分子進化が起きていることから、人為的にゲノム中の遺伝子操作を行なったとしても、それは、我々が既によく知っている、自然界の生物進化の戦略を逸脱することはないということが明らかである。遺伝子に対する改良は、少しずつしか実現できない。この点については、陸上植物のゲノムは、数百冊分の情報を含んだ膨大な百科事典のようなものであることを考えれば理解しやすいだろう。現代の遺伝子組み換え技術を用いた遺伝子改良は、平均的な植物のゲノムに含まれる約26,000個もの遺伝子の中から、ほんの数個の遺伝子に影響を与えるだけである。従って、遺伝子組み換えによってもたらされる進化のリスクが、自然界における生物進化プロセスや化学物質による突然変異誘発が有するリスクよりも大きいということはない。自然の生物進化や突然変異誘発は、遺伝子組み換えと比べて、はる



## 9 食糧安全保障に資する遺伝子組み換え植物～発展・進歩という文脈において～

かに広範かつ特性化されていない変化を遺伝子にもたらすものだからである。統計学的に、こうした遺伝子の変化によって望ましくない効果が現れることは、極めて稀であることが分かっている。また、従来の育種法においては、望ましくないものは、選抜によって排除される。

バイオセーフティに関するカルタヘナ議定書が2000年に採択されて以来、科学的理解はさらなる進歩を遂げている。こうした進歩に基づいて、規制のニーズや利点に関する科学的理解という視点から、同議定書を見直すべき時期が来ていると言える。

### 信仰、科学的根拠そして倫理

信者にとって、キリスト教的見地の出発点となるのは、人類の神聖なる起源、神から授かった使命を受け止め、これを守ることである。神は、万物の長として人間を造り、何よりもその魂ゆえに、地球の生きとし生ける物を統べる役割を人間に委ねた。人間は、精神の輝きに導かれ、身体の力の限りを尽くして労働に従事し、その労働を通じて神から授かった使命を果たすのである。こうして、人間は神が創られた世界の管理人として、改良という手法を用いて、栄養を与えてくれる自然の存在をさらに開発・修正していくのである (8)。この無限なる宇宙の中では、人間の営みなど、ほんの小さなものであるが、それでも人の営みは神の力を現す一部であり、人間は自らの住む世界を造ることができる。つまり、精神と肉体の両面における生存、生活、そして幸福のためにふさわしい環境を構築していくことができるのである。ゆえに、人間が、自然界に介入する新たな手段を得たからと言って、それを神が創造された世界に与えられた自然の法則に反するものであると見なしてはならない。実際、教皇パウロ六世は、1975年、ローマ教皇庁科学アカデミーに対し、以下のように語っている (9)。「一方で、科学者は、地球上における人類の未来について誠実に考えなければならない。そして、責任ある人間として、未来の生存と幸福のために備え、地球を守り、リスクを排除しなければならない。このように、私たちは、現在そして未来の世代との連帯と結束を表現しなければならない。それは、一種の愛であり、キリスト教的慈悲なのである。一方で、科学者は、自然の中には、未だ隠された可能性が秘められており、人類の知性によって発見され利用されるのを待っていることを信じなければならない。創造主は、はじめから、さらに高い次元への人類の発展を計画していた。科学者は、そうした確信と希望に基づいて、活発に研究を続けなければならない。従って、科学的介入は、人間の生活を利するための、物理的性質ないしは動植物の性質の発展と見なすべきなのである。まさに同様に、「神の法によって、そして人間の法によって、人間の生活を利するために、多くのものが自然の法則の上に付け加えられてきた。」 (10) のである。

### 勧告

1. 全世界の規制当局および農業生産者に対し信頼できる情報の提供を強化する。そうすることにより、生産性および持続可能性を向上させるための農場管理のあらゆる側面に関する最新情報と知識に基づいて、賢明な意思決定ができるようにする。
2. いわゆる“従来型”育種、マーカー育種、遺伝子組み換え技術などの開発手法を問わず、新たな作物品種の評価・承認に関する原則を世界的に標準化・合理化して、科学的で、リスクに基づく、予測可能な、透明性のあるものにする。個別審査の対象とする範囲の設定は、実際の審査そのものと同じくらい重要である。この点についても、科学的で、リスクに基づいていなければならない。
3. 農業に対する予防原則の適用を再評価して、その枠組みを科学的かつ実践的に再構築する。また、リスクとのバランスがとれた規制要件・手順を策定するとともに、行動を起こさなかった場合のリスクについても検討する。分別あるいは思慮深さ（プロネーシスまたはブルーデンティア）とは、行動を阻むのではなく、行動を導く実践的な英知であることを忘れてはならない (11)。こうした実践的な英知あるいは思慮深さには、善なるものを認識し悪を排除するために、一定の予防策を伴う必要があるが、その主たる構成要素は、予防で

## 10 食糧安全保障に資する遺伝子組み換え植物～発展・進歩という文脈において～

はなく、予測である。つまり、思慮深さの主要な特徴は、害悪を回避するための行動を抑制してしまうことではなく、科学的予測に基づいて行動を起こすことである (12)。<sup>1)</sup> それゆえ、教皇ベネディクト十六世は、「科学における予測可能性」と題する 2006 年ローマ教皇庁科学アカデミー総会(2006 Plenary Session on ‘Predictability in Science’)において、次の点を強調した。現代社会において科学の威信がこれほど大きいのも、その主たる理由の一つは、科学には未来を予測できる可能性があるからである。科学は、科学的手法を生み出し、これを用いて現象を予測し、その進行を研究することによって、人類の住む環境を制御する力を得たのである。「事実、自然を予測し、制御し、支配するという営みは、今日、科学によって、かつてよりも実践的になってきている。そして、そのこと自体が、創造主の計画の一部であると言えるのだ」とベネディクト十六世は語っている (13)。

4. カルタヘナ議定書を再評価する。同議定書は、遺伝子組み換え作物品種の貿易を規制する国際協定である。遺伝子組み換え作物に関する科学的知識が今ほど充実していなかった時代に策定されたものであるため、現在の科学的理解に合致するようにする。
5. 遺伝子組み換え技術のうち、精密かつ遺伝的改良の予測可能性が高い最新技術に対する過剰で非科学的な規制を撤廃する。そうすることで、作物の栄養価や生産性の向上を図るために、世界中どこでも遺伝子組み換え技術を活用できるようにする（ゆくゆくは、ワクチンなどの医薬品の生産にもこの技術を利用できるようにもする）。
6. 技術を通じて小規模農業生産者を支援できる可能性を追求する。そのために、適切な公共政策との連携の下、十分な研究資金供給、能力開発、研修を実施する。
7. 堅実で持続可能性および生産性が高い農業手法の導入や農事相談事業の実施を広く奨励する。これは、全世界の貧しく困窮している人々の生活の改善という点において、極めて重要である。
8. 適切な遺伝子組み換え技術や分子マーカー育種法を活用して、食糧が不足している貧困国で栽培されている重要作物の改良を図ることができれば、こうした国々における食糧安全保障の向上に大きな効果が期待できる。その実現のため、各国政府、国際支援機関、慈善団体に対して、この分野への資金供与を強化するよう強く要請する。この問題の緊急性を踏まえれば、食糧農業機関(FAO)、国際農業研究協議グループ(CGIAR)、国連開発計画(UNDP)、国連教育科学文化機関(UNESCO)等の国際機関は、現在ならびに将来の世界人口に対する食糧安全保障を保証する道徳的責任を有している。これらの国際機関は、全力を傾注して、技術が無償で活用するための官民協力関係の構築を仲介することにより、こうした技術が最も大きな効果を発揮することができる発展途上国の公共の利益に資する必要がある (14)。

### 背景

2009年5月15日から19日にかけて実施されたPASスタディウィークの開催に当たっては、ローマ教皇庁科学アカデミーの代理として、同アカデミーの会員であるインゴ・ポトリカス教授を中心に、ヴェルナー・アーバー教授、ピーター・レーブ教授らがオーガナイザーとして準備に当たった。彼らは、同アカデミーが研究文書『世界の飢餓と戦うための遺伝子組み換え作物の利用』を発表した2000年以降、遺伝子組み換え作物に関して、さらに多くの証拠が蓄積され、経験が培われてきたことを認識していた。従って、今回のスタディウィークのねらいは、遺伝子組み換えをはじめとする様々な農業手法の利点とリスクについて評価し直すことにあった。この評価は、現在の科学知識と、持続可能な発展という文脈において、世界的な食糧安全保障と人類の幸福の向上を実現する上での可能性という点に基づいて行なわれた。参加者たちはまた、バイオテクノロジーに関するキリスト教会の社会的教えについても十分理解しており、遺伝子組み換え技術は、社会正義という原則に基づいて責任をもって使用しなければならないという倫理的な要請を受け入れている。参加は招待者のみに限られた。参加者は、各自の専門分野における科学的な実績と科学の厳密性および社会正義に対する真摯な取り組みに基づいて選択された。オーガナイザーは、

## 11 食糧安全保障に資する遺伝子組み換え植物～発展・進歩という文脈において～

参加者を一定数に絞り込まなければならなかったため、今日までの経験を再検討するという開催の主目的に貢献できるという点を基準に選択を行なった。参加者の間には、意見、視点、強調すべき点についての考え方など、様々な違いがあったが、本文に収められているおおまかな原則に関しては、全員が賛同した。

### スタディウィーク参加者（アルファベット順）：

：

ローマ教皇庁科学アカデミー会員

*Prof. em. Werner Arber* • Switzerland, University of Basel: Microbiology, Evolution.

*Prof. Nicola Cabibbo* † • Italy, Rome, President Pontifical Academy of Sciences: Physics.

*H.Em. Georges Cardinal Cottier*, Vatican City: Theology.

*Prof. em. Ingo Potrykus* • Switzerland, Zurich, Swiss Federal Institute of Technology: Plant Biology, Agricultural Biotechnology.

*Prof. em. Peter H. Raven* • USA, St. Louis, President Missouri Botanical Garden: Botany, Ecology.

*H.Em. Msgr. Marcelo Sánchez Sorondo* • Vatican City: Chancellor Pontifical Academy of Sciences: Philosophy.

*Prof. Rafael Vicuña* • Chile, Santiago, Pontifical Catholic University of Chile: Microbiology, Molecular Genetics.

### 外部の専門家：

*Prof. em. Klaus Ammann* • Switzerland, University of Berne, Botany, Vegetation Ecology.

*Prof. Kym Anderson* • Australia, The University of Adelaide, CEPR and World Bank: Agricultural Development Economics, International Economics.

*Dr. iur. Andrew Apel* • USA, Raymond, Editor in Chief of GMObelus: Law.

*Prof. Roger Beachy* • USA, St. Louis, Donald Danforth Plant Science Center, now NIVA, National Institute of Food and Agriculture, Washington DC.,: Plant Pathology, Agricultural Biotechnology.

*Prof. Peter Beyer* • Germany, Freiburg, Albert-Ludwig University, Biochemistry, Metabolic Pathways.

*Prof. Joachim von Braun* • USA, Washington, Director General, International Food Policy Research Institute, now University of Bonn, Center for Development Research (ZEF): Agricultural and Development Economics.

*Prof. Moisés Burachik* • Argentina, Buenos Aires, General Coordinator of the Biotechnology Department: Agricultural Biotechnology, Biosafety.

## 12 食糧安全保障に資する遺伝子組み換え植物～発展・進歩という文脈において～

- Prof. Bruce Chassy* • USA, University of Illinois at Urbana-Champaign: Biochemistry, Food Safety.
- Prof. Nina Fedoroff* • USA, The Pennsylvania State University: Molecular Biology, Biotechnology.
- Prof. Dick Flavell* • USA, CERES, Inc., Thousand Oaks: Agricultural Biotechnology, Genetics.
- Prof. em. Jonathan Gressel* • Israel, Rehovot, Weizmann Institute of Science: Plant Protection, Biosafety.
- Prof. Ronald J. Herring* • USA, Ithaca, Cornell University: Political Economy.
- Prof. Drew Kershen* • USA, University of Oklahoma: Agricultural Law, Biotechnological Law.
- Prof. Anatole Krattiger* • USA, Ithaca, Cornell University and Arizona State University, now: Director, Global Challenges Division, WIPO, Geneva, Switzerland: Intellectual Property Management.
- Prof. em. Christopher Leaver* • UK, University of Oxford: Plant Sciences, Plant Molecular Biology.
- Prof. Stephen P. Long* • USA, Urbana, Energy Science Institute: Plant Biology, Crop Science, Ecology.
- Prof. Cathie Martin* • UK, Norwich, John Innes Centre: Plant Sciences, Cellular Regulation.
- Prof. Marshall Martin* • USA, West Lafayette: Purdue University: Agricultural Economics, Technology Assessment.
- Prof. Henry Miller* • USA, Hoover Institution, Stanford University: Biosafety, Regulation.
- Prof. em. Marc Baron van Montagu* • Belgium, Gent: President European Federation of Biotechnology: Microbiology, Agricultural Biotechnology.
- Prof. Piero Morandini* • Italy, University of Milan: Molecular Biology, Agricultural Biotechnology.
- Prof. Martina Newell-McGloughlin* • USA, Davis, University of California: Agricultural Biotechnology.
- H.Em. *Msgr. George Nkuo* • Cameroon, Bishop of Kumbo: Theology.
- Prof. Rob Paarlberg* • USA, Wellesley College: Political Science.
- Prof. Wayne Parrott* • USA, Athens, University of Georgia: Agronomy, Agricultural Biotechnology.
- Prof. Channapatna S. Prakash* • USA, Tuskegee University: Genetics, Agricultural Biotechnology.
- Prof. Matin Qaim* • Germany, Georg-August University of Göttingen: Agricultural Economics, Development Economics.
- Dr. Raghavendra S. Rao* • India, New Delhi, Department of Biotechnology, Adviser to the Ministry of Science and Technology: Agriculture, Plant Pathology.
- Prof. Konstantin Skryabin* • Russia, Moscow, 'Bioengineering' Centre Russian Academy of Sciences: Molecular Biology, Agricultural Biotechnology.
- Prof. Monkumbu Sambasivan Swaminathan* • India, Chennai, Chairman, M.S. Swaminathan Research Foundation: Agriculture, Sustainable Development.
- Prof. Chiara Tonelli* • Italy, University of Milan: Genetics, Cellular Regulation.
- Prof. Albert Weale* • UK, Nuffield Council on Bioethics and University of Essex now University College of London, Dept. of Political Sciences: Social & Political Sciences.
- Prof. Robert Zeigler* • Philippines, Metro Manila, Director General International Rice Research: Agricultural Biotechnology, Rice research and Development Policy.

### 13 食糧安全保障に資する遺伝子組み換え植物～発展・進歩という文脈において～

- (1) 参照：John Paul II, Encyclical Letter *Laborem exercens*, 5: loc. cit., 586-589. [『回勅 働くことについて』(教皇ヨハネ・パウロ二世)]
- (2) *Caritas in veritate*, § 69. [教皇ベネディクト十六世回勅『真理に根ざした愛』]
- (3) *Caritas in veritate*, § 27.
- (4) 「これは、農業生産自体においても忘れてはならない原則である。直接の経済的利益だけで測ることができないような、バイオテクノロジーの適用を通じた農業の進歩に対して疑問がある場合には、常にこのことを念頭においておかなければならない。つまり、事前に厳正な科学的・倫理的精査を行ない、人間の健康や地球の未来に害を及ぼすことが無いように確認しなければならないのである。」(John Paul II, Address to the Jubilee of the Agricultural World, 11 November 2000). (ヨハネ・パウロ二世『農業世界の大聖年にあたって』2000年11月11日)
- (5) 特定地域に限定されたマイナー作物 (Orphan crops)：「無視された」または「失われた」作物と呼ばれることもある。途上国において高い経済価値を有する作物で、穀類(キビ、テフ)、マメ科植物(大角豆、ガラス豆、バンバラホドイモ)、根菜(キャッサバ、サツマイモ)なども含まれる。特定地域に限定されたマイナー作物は、何百万人という、保有資源の乏しい農業生産者の生活にとって欠かせない作物であるが、世界的な主要作物とは異なり、これらの作物に関する研究は進んでいない。途上国における作物の生産性を高め、食糧自給率を高めるために、特定地域に限定されたマイナー作物の研究にもっと注意を振り向けるべきである。
- (6) *Centesimus annus*, § 6. [『回勅 新しい課題』(教皇ヨハネ・パウロ二世)]
- (7) *Caritas in veritate*, § 46.
- (8) 「神は、万物を絶対的に支配している。神は、自らの意志により、人間の肉体を維持するために一定のものを与えられた。このような理由から、人間は、他のものを統べる天与の権利、すなわち他のものを利用する権利を有するのである。」(Thomas Aquinas, *Summa Theologica*, II-II, q. 66, a. 1 ad 1). [『神学大全』(トマス・アクィナス)]
- (9) 参照：パウロ六世によるローマ教皇庁科学アカデミー総会での演説、1975年4月19日、出典は *Papal Addresses*, Vatican City 2003, p. 209. ([『教皇演説集』バチカン市、2003年)]
- (10) St. Thomas Aquinas, *Summa Theologica*, I-II, 94, a.5. 同 ad 3 を参照。
- (11) 「思慮(プロネーシス)とは、人間の善にかかわる行為をするところの、道理をそなえた、魂の真なる状態である」(Aristotle, *Eth. Nic.*, (アリストテレス『ニコマコス倫理学』VI, 5, 1140 b 20, 英訳 J. Bywater)。本章の他の部分も参照のこと。
- (12) 「予測(prediction)は、思慮(prudence)の本質である … それゆえに、思慮(prudence)という言葉の由来は、その主要な要素である予測(prediction)[神意による(providential)]という言葉から来ているのである。」(St. Thomas Aquinas, *Summa Theologica*, II-II, q. 49, a. 6 ad 1).
- (13) ローマ教皇庁科学アカデミー総会での教皇ベネディクト十六世の演説、ウェブサイト [http://www.vatican.va/holy-father/benedict\\_xvi/speeches/2006/november/documents/hf\\_benxvi\\_spec\\_2006\\_1106\\_academy-sciences\\_en.html](http://www.vatican.va/holy-father/benedict_xvi/speeches/2006/november/documents/hf_benxvi_spec_2006_1106_academy-sciences_en.html) において見ることができる。

## 14 食糧安全保障に資する遺伝子組み換え植物～発展・進歩という文脈において～

- (14) 参照：『世界科学会議：21世紀のための科学、新たなコミットメント(World Conference on Science: Science for the Twenty-First Century, A New Commitment)』（ユネスコ(UNESCO)、パリ、2000年)におけるパーサ・ダスグプタ(P. Dasgupta)による発表『機関としての科学：新たな社会経済的状況での優先順位の設定(Science as an Institution: Setting Priorities in a New Socio-Economic Context)』
- 

Translation facilitated by Peter Raven, Missouri Botanic Garden, St. Louis