

5) Nakano, M., Nishimoto, M., Ezaki, R., Furusawa, S. and Horiuchi, H. Requirement for chicken embryonic stem cells to achieve genetically modified chickens. The International Society for Transgenic Technologies, 10th Transgenic Technology (TT) meeting, Florida (USA), October 24-26 (2011).

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許所得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）

第3世代バイオテクノロジー応用食品等の安全性確保と

リスクコミュニケーションに関する研究

総合研究報告書（平成21～23年度：分担）

## 薬用 GM 植物の開発状況・生産実態の調査に関する研究

研究代表者 西島 正弘 国立医薬品食品衛生研究所 客員研究員

研究要旨：遺伝子組換え（GM）植物のうち、人の健康や、牛、豚、鶏等の家畜や動物の健康に影響を与える成分を生産する植物を「薬用 GM 植物」の範囲と定め、その開発及び生産に関する情報を環境浄化目的の植物に関する情報とともに収集した。用途・使用目的別に分類するカテゴリーとして、機能性食品、経口ワクチン、食用医薬、ワクチン抗原、抗体医薬、治療薬、診断薬・試薬、環境浄化の8種類を設定し、2006～2010年に収集した薬用及び環境浄化用遺伝子組換え植物の開発・生産に関する情報405件を、1) 機能性食品、2) 経口ワクチン、3) 食用医薬、4) ワクチン抗原、5) 抗体医薬、6) 治療薬、7) 診断薬・試薬、8) 環境浄化の8カテゴリー別に集計した結果、機能性食品：120件、経口ワクチン：65件、食用医薬：25件、ワクチン抗原：36件、抗体医薬：36件、治療薬：76件、診断薬・試薬：15件、環境浄化：40件であり、機能性食品、治療薬及び経口ワクチンに関するものが多かった。使用された食用作物は、イネ：51件、トマト：28件、レタス：22件、ジャガイモ：18件、トウモロコシ：15件であり、国別件数は、日本：142件、米国：97件、中国：56件の順に多かった。2011年のSciFinder®での調査結果では、機能性食品：17件、経口ワクチン：9件、食用医薬：1件、ワクチン抗原：0件、抗体医薬：3件、治療薬：8件、診断薬・試薬：1件、環境浄化：8件であり、2006～2010年と同様に、機能性食品、経口ワクチン、治療薬の開発が盛んである状況が伺えた。また、2011年の国別の件数は、中国：15件、韓国：7件、日本：5件であり、中国の研究が非常に盛んであることが伺えた。

協力研究者

吉松 嘉代（独立行政法人医薬基盤所薬用植物  
資源研究センター 筑波研究部）

### A. 研究目的

最近活発に研究開発が進んでいる高栄養、高機能食品または医薬品類を生産する遺伝子組換え植物（薬用 GM 植物）は、外見上は通常の作物と変わらないため見分けがつかず、外国では一般圃場栽培も行われている。このような意図的に特定成分を生産・蓄積させた、あるいは医薬品類を生産する薬用 GM 植物が誤って食用作物に混入し、一般の食品として摂取された場合、生産物の種類によっては健康へ影響を及ぼす恐れがある。従って、以上のような意図的に成分を変化させた作物や医薬品類を生産する作物の開発状況及び実態を調査し、把握しておくことは、食品の安全性確保の見地から非常に

重要である。本研究では、薬用 GM 植物の開発・生産・商品化に関する情報を収集整理し、開発企業等の現状を調査するとともに、カテゴリー別の分類を行い、食品の安全性評価基準作成の一助とする。

### B. 研究方法

遺伝子組換え（GM）植物のうち、人の健康に影響を与える成分を生産する植物を薬用 GM 植物の範囲と位置づけた。また、近年、牛、豚、鶏等の家畜は、人畜共通の感染症の報告があることから、これらの家畜の健康に影響を与える植物も、薬用 GM 植物の範囲とした。前年度に引き続き、薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する情報を文献データベース（SciFinder®）、インターネット、関連学会講演要旨集、雑誌等を用いて調査し、得られた情報は、カテゴ

リー別に整理し分類した。2011年の調査媒体は、SciFinder®（キーワード：transgenic plant）及び第29回日本植物細胞分子生物学会大会・シンポジウム（福岡）講演要旨集と、国内学会講演要旨集で収集した情報と SciFinder®で収集した情報は個別に集計を行った。

### C. 研究結果

1. 2006-2011年の米国における薬用及び環境浄化用 GM 植物野外圃場栽培申請・認可及び作付け状況

U.S. Department of Agriculture (USDA) Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) の情報公開サイト Release Permits for Pharmaceuticals, Industrials, Value Added Proteins for Human Consumption, or for Phytoremediation Granted or Pending by APHIS ([http://www.aphis.usda.gov/brs/ph\\_permits.html](http://www.aphis.usda.gov/brs/ph_permits.html)) で、2006-2011年の薬用及び環境浄化用 GM 植物米国野外圃場作付け申請・認可状況を調べた（表1、表2、2012年4月3日公表）。

認可面積は2008年までは年々増加し、特に2008年は対2007年327%の2650.50エーカーであったが、その後2010年までは減少し、2011年は2009年とほぼ同じ認可面積の1558エーカーであった。実際に作付けが行われた面積は認可面積よりも小さく、その割合（作付け面積/認可面積×100）は、2006年が最大（30.8%）で、2009年と2010年は10%以下であった（2009年：6.2%、2010年：8.3%）（表1）。

2006年から2011年に米国野外圃場に作付けされた薬用及び環境浄化用 GM 植物の状況（企業等名、作物、生産物、ただし産業利用のための物質生産も含む）を表2に示す。企業等のうち、Kentucky BioProcessing社は、非GMタバコ植物に組換え遺伝子を有するタバコモザイクウイルスを接種・感染させて物質生産を行っており、GM植物ではないが、組換え遺伝子（GM植物ウイルス）が利用されていることから、本データに加えられている。2006年は9社（大学を含む）、2007年と2008年は5社、2009年と2010年は6社、2011年は4社が野外圃場栽培を行っている。食用作物としては、トウモロコシ、エンドウ、ベニバナ、イネ及びオオムギの作付けが行われ、導入遺伝子産物または生産物は、環境浄化用酵素（水銀イオ

ン還元酵素、有機水銀分解酵素、チトクロームP450）、工業用酵素（エンドグルカナナーゼ：バイオエタノール生産、レンニン：チーズ生産、セリンプロテアーゼ不活性型前駆体）、医療用酵素（リゾチーム）、免疫抗原（大腸菌易熱性腸管毒素Bサブユニット、B型肝炎ウイルス外殻タンパク質表面抗原）、抗体（抗虫歯菌、抗カゼウイルス、抗炭素病菌、抗ボツリヌス毒素）、ホルモン（コイ成長ホルモン）、医療用タンパク質（ラクtofエリン、ヒト血清アルブミン、ウシ肺アプロチニン、レクチン様タンパク質：抗ウイルス作用）、生分解性プラスチック（ポリβヒドロキシブチレート）、機能性タンパク質（ブラゼイン：甘味タンパク質）、脂質（ワックスエステル、高オレイン酸）であった。

2. 2006-2010年の薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等の分類と件数

2006-2010年に公表・出版された薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等の情報件数は405件であった。これらのGM植物は、研究・開発目的、用途、導入遺伝子、宿主植物の種類が様々である。これらのGM植物に関する情報の分類方法として、利用方法・目的での分類と利用物質での分類が考えられるが、本調査研究では、利用方法・目的に基づいた分類を行った（図1）。

利用方法・目的として、そのまま食用又は経口での摂取、抽出・精製後の利用、栽培があり、食用又は経口での摂取では、機能性食品、経口ワクチン、食用医薬が、抽出・精製後の利用では、ワクチン抗原、抗体医薬、治療薬、診断薬・試薬が、栽培での利用では、環境浄化がある（図1）。

表3にそれぞれのカテゴリー別の代表例を示す。機能性食品では、高トリプトファン米、高コエンザイムQ10米、ゴールドライス（βカロテン米）、やみらくりんトマトが、経口ワクチンでは、インフルエンザ予防米、コレラ予防米、B型肝炎予防ジャガイモ、ペスト予防トマトが、食用医薬では、糖尿病予防米、花粉症緩和米、アルツハイマー病予防大豆が、ワクチン抗原では、インフルエンザワクチン、炭疽病ワクチン、ポリオワクチンが、抗体医薬では、ヒト化抗CD20単クローン抗体、抗大腸癌単クローン抗体、B型肝炎抗体が、治療薬ではヒトインスリン、ヒトプラスミン、ヒト顆

粒球・マクロファージコロニー刺激因子が、診断薬・試薬では、プロテアーゼ阻害タンパク質、 $\alpha$ -アミラーゼ、ウシラクトフェリンが、環境浄化では亜ヒ酸耐性イネ、重金属耐性カラシナ、水銀耐性シロイヌナズナなどの開発例がある。

表 4 に年別の情報件数とその内訳を示す。研究・開発例には複数の目的での実施例があり、それらは個別に集計したため、計 8 件の重複があり、情報件数はのべ 413 件であった。それぞれのカテゴリーに分類した研究・開発例数は、機能性食品 120 件、経口ワクチン 65 件、食用医薬 25 件、ワクチン抗原 36 件、抗体医薬 36 件、治療薬 76 件、診断薬・試薬 15 件、環境浄化 40 件であり、機能性食品に関するものが最も多く、次いで治療薬、経口ワクチンが多かった。

### 3. 2006-2010 年の薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等に使用された作物及び実施国

表 5 にそれぞれのカテゴリー別に使用された作物と研究・開発国の概要を示す。口からの摂取を目的とする、機能性食品、経口ワクチン及び食用医薬に使用された作物として非食用のシロイヌナズナ、タバコが含まれている。これらの植物は GM 植物作出・栽培方法が確立されており、本来の目的植物での研究・開発前に、植物中で目的遺伝子が機能し発現することを確認するために使用されることが多い。そこで、研究目的が上記の範囲であると判断されたものは、それらのカテゴリーとして集計した。

機能性食品では、機能性タンパク質やペプチドをコードする遺伝子を導入し、宿主植物が本来生産しないタンパク質等を生産させる場合、宿主植物が本来生産する機能性物質の含有量向上のための遺伝子を導入する場合、あるいは宿主植物が本来合成し蓄積する物質をより機能性を持った物質に変換させるための遺伝子（例えば代謝酵素遺伝子など）を導入する場合があります、使用された作物数が最も多い(34 作物)。治療薬も同様に、生物活性を有するタンパク質やペプチドをコードする遺伝子を導入し、宿主植物が本来生産しないタンパク質等を生産させる場合、宿主植物が本来生産する薬用成分（二次代謝物）の含有量向上のための遺伝子を導入する場合、あるいは宿主植物が本来合成し蓄積する物質をより生理活性

の高い物質に変換させるための遺伝子（例えば代謝酵素遺伝子など）を導入する場合があります、機能性食品に次いで使用された作物数が多い（26 作物）。

表 6 に国及びカテゴリー別に集計した結果を示す。学会等の情報収集が容易な日本が最も件数が多く 142 件、次いで米国 97 件、中国 56 件、ドイツ 20 件、韓国 20 件、カナダ 14 件、英国 12 件、スペイン 10 件であり、上位 3 カ国（日本、米国及び中国）は全てのカテゴリーについての情報が得られ、様々な用途・目的のための薬用及び環境浄化用 GM 植物の研究・開発が行われていることが明らかとなった。また、学会等での情報収集が困難な中国において第 3 位の情報件数（56 件）が得られた。このことは、中国での薬用及び環境浄化用 GM 植物の研究・開発は非常に活発であり、今回の調査で得られた情報数よりも、より多くの研究・開発が行われていることが示唆される。

表 7 に国及び年別に集計した結果を示す。前記の上位 8 カ国は、全ての年において情報が得られ、継続して薬用及び環境浄化用 GM 植物の研究・開発が行われていることが伺えた。

表 8 に使用された食用作物及びカテゴリー別に集計した結果を示す。調査した資料の要約中に作物の名称がないものは、穀類及び油糧作物として集計した。食用作物で最も使用頻度が高いのはイネ 51 件で、次いでトマト 28 件、レタス 22 件、ジャガイモ 18 件、トウモロコシ 15 件であった。

表 9 に使用された非食用作物及びカテゴリー別に集計した結果を示す。表 8 と同様に、調査した資料の要約中に作物の名称がないものは植物として集計した。非食用作物では、モデル植物としての利用の多い、タバコ（106 件）及びシロイヌナズナ（26 件）の使用頻度が高かった。

### 4. 2011 年に国内学会で公表・出版された薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等

第 29 回日本植物細胞分子生物学会大会・シンポジウム（福岡）で公表された薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する報告を表 10 に示した。関連報告 22 件の内訳は、機能性食品：10 件、経口ワクチン：2 件、食用医薬：1 件、治療薬：4 件、診断薬・試薬：1 件、環境浄化：4 件であり、機能性食品に関するものが最も多かった。

5. 2011年に公表・出版された薬用及び環境浄化用GM植物に関する論文等

SciFinder® (キーワード: transgenic plant) で調査した2011年に公表・出版された薬用及び環境浄化用GM植物に関する論文等を表11に示した。得られた情報45件の内訳は、機能性食品: 17件、経口ワクチン: 9件、食用医薬: 1件、ワクチン抗原: 0件、抗体医薬: 3件、治療薬: 8件、診断薬・試薬: 1件、環境浄化: 8件であり、機能性食品、治療薬、経口ワクチンの順に多かった(2件重複)。

国別及び情報種別集計結果を表12に示した。国別で最も件数が多いのは、中国: 15件で次いで、韓国: 7件、日本: 5件、米国: 4件、イラン: 3件、イスラエル: 2件、インド: 2件、台湾: 2件、マレーシア: 1件、ロシア: 1件、英国: 1件、アイスランド: 1件、イタリア: 1件であった。また、情報45件の内訳は、雑誌: 15件、特許: 30件であり、特許として出願されたものはるかに多く、特に最も国別件数が多い中国では、15件中12件が特許であった。

#### D. 考察

米国における薬用及び環境浄化用のGM植物野外圃場申請・認可及び作付け状況調査の結果、2008年以降の作付け面積は、減少していることが明らかとなった。このことは、GM食品(GM大豆、GMトウモロコシなど)への許容度が高いと思われる米国においても、薬用及び環境浄化用のGM植物の野外圃場での栽培は、容易ではないことが伺える。

2006-2010年に公表・出版された薬用及び環境浄化用GM植物に関する論文等を調査した結果、本研究で分類したカテゴリーのうち、機能性食品、治療薬、経口ワクチンの研究・開発件数が多いことが判明し、この傾向は2011年も同様であった。特に機能性食品及び治療薬は、使用される作物が多様であり、また、生産物・機能も多様であることから、食品への意図しない混入を検知するための普遍的技術を開発することが困難であり、情報を収集して行くことが特に重要であると思われた。

一方、経口ワクチンは、機能性食品及び治療薬に比べると使用される作物の種類が少なく、対象

とする感染症が限られていることから、応用性の広い検知技術開発が可能と思われる。ワクチン抗原及び抗体医薬で使用された作物は、圧倒的にタバコが多く、これらのカテゴリーの食品への意図しない混入についてはそれほど問題にはならないと思われた。

本調査対象とした情報で使用頻度の高い食用作物は、イネ、トマト、レタス、ジャガイモ、トウモロコシであり、いずれも様々なカテゴリーで使用されていた。これらの作物は、食物としての利用も非常に多いことから、特に食品への意図しない混入については注視する必要がある、検知技術の開発が特に重要であると思われる。

今回の調査において、国内学会等の情報を得るのは容易であるが、海外で開催された学会等の要旨は、実際に学会大会に参加しなければ入手することが出来ず、海外の学会等で公表された情報に関しては限られたものとなった。従って、2006-2010年の国別集計の結果、最も件数が多いのは日本となり。次いで、実際に学会に参加し情報を得た米国が続いた。しかしながら、それでも中国は56件の情報が得られていることから、中国は本調査対象の研究・開発が非常に活発であると思われる。そこで、2011年は国内学会での情報とSciFinder®で得られた情報を個別に集計したところ、45件中、中国: 15件で最も件数が多かった。中国は、日本にとって非常に重要な食品の輸入相手国である。健全な貿易関係を維持し、食品の安全性を確保して行く上でも、本調査研究の継続が重要であると思われる。

#### E. 結論

遺伝子組換え(GM)植物のうち、人の健康や、牛、豚、鶏等の家畜や動物の健康に影響を与える成分を生産する植物を「薬用GM植物」の範囲と定め、その開発及び生産に関する情報を環境浄化目的の植物に関する情報とともに収集した。用途・使用目的別に分類するカテゴリーとして、機能性食品、経口ワクチン、食用医薬、ワクチン抗原、抗体医薬、治療薬、診断薬・試薬、環境浄化の8種類を設定し、2006~2010年に収集した薬用及び環境浄化用遺伝子組換え植物の開発・生産に関する情報405件を、1) 機能性食品、2) 経口ワクチン、3) 食用医薬、4) ワクチン抗原、5) 抗

体医薬、6) 治療薬、7) 診断薬・試薬、8) 環境浄化の8カテゴリー別に集計した結果、機能性食品：120件、経口ワクチン：65件、食用医薬：25件、ワクチン抗原：36件、抗体医薬：36件、治療薬：76件、診断薬・試薬：15件、環境浄化：40件であり、機能性食品、治療薬及び経口ワクチンに関するものが多かった。使用された食用作物は、イネ：51件、トマト：28件、レタス：22件、ジャガイモ：18件、トウモロコシ：15件であり、国別件数は、日本：142件、米国：97件、中国：56件の順に多かった。2011年のSciFinder®での調査結果では、機能性食品：17件、経口ワクチン：9件、食用医薬：1件、ワクチン抗原：0件、抗体医薬：3件、治療薬：8件、診断薬・試薬：1件、環境浄化：8件であり、2006～2010年と同様に、機能性食品、経口ワクチン、治療薬の開発が盛んである状況が伺えた。また、2011年の国別の件数は、中国：15件、韓国：7件、日本：5件であり、中国の研究が非常に盛んであることが伺えた。

#### F. 健康危険情報

なし。

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

1) Yoshimatsu, K., Kawano, N., Kawahara, N., Akiyama, H., Teshima, R., Nishijima, M.: Current status of application and commercialization of genetically modified plants for human and livestock health and phytoremediation, YAKUGAKU ZASSHI, 132 (5), (2012), in press.

##### 2. 学会発表

- 1) 吉松嘉代、河野徳昭、川原信夫、穠山浩、手島玲子、西島正弘：非食用遺伝子組換え植物の開発・生産に関する最近の動向  
日本食品化学学会第17回総会・学術大会（2011.5.19-20、東京）
- 2) 吉松嘉代、河野徳昭、川原信夫、穠山浩、手島玲子、西島正弘：薬用及び環境浄化用遺伝子組換え植物の開発・生産に関する最近の動向  
第29回日本植物細胞分子生物学会（福岡）大会・シンポジウム（2011.9.6-8）

#### G. 知的財産権の出願・登録状況

##### 1. 特許取得

なし。

##### 2. 実用新案登録

なし。

##### 3. その他

なし。

表 1. 米国における薬用及び環境浄化用 GM 植物野外圃場栽培認可・作付け状況  
(2006-2011、2012 年 4 月 3 日公表)

	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
認可面積(エーカー)	589.00	811.08	2650.50	1554.00	773.00	1558.00
作付け面積(エーカー)	181.64 (30.8%)*	176.08(21.7%)	459.28 (17.3%)	96.90 (6.2%)	64.13 (8.3%)	未公開
作付け州	AL, AR, CA, CT, IA, KY, NC, ND, WA	AL, CT, IA, KS, KY, NC, WA	IA, KS, KY, NC, WA	CA, KS, KY, VI, WA	CA, ID, KS, KY, VI, WA, TX	CA, KY, NE, SD, WA

([http://www.aphis.usda.gov/brs/ph\\_permits.html](http://www.aphis.usda.gov/brs/ph_permits.html)) \* 作付け面積/認可面積×100

表 2. 米国における薬用及び環境浄化用 GM 植物野外圃場作付け状況 (2006-2011)

企業等	作付け作物(生産物:作付け州)					
	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
Applied Biotechnology Institute				トウモロコシ(B型肝炎ウイルス外殻タンパク質表面抗原:CA)	トウモロコシ(ブラゼイン、B型肝炎ウイルス外殻タンパク質表面抗原:CA)	
Chlorogen, Inc.	タバコ <sup>*</sup> (社外秘:KY)					
Edenspace Systems	タバコ(エンドグルカナーゼ:AR)					
Iowa State University	トウモロコシ(大腸菌易熱性腸管毒素Bサブユニット:IA)	トウモロコシ(大腸菌易熱性腸管毒素Bサブユニット:IA)	トウモロコシ(大腸菌易熱性腸管毒素Bサブユニット:IA)			
Kentucky BioProcessing		タバコ <sup>*</sup> (ウシ肺アプロチニン:KY)	タバコ <sup>*</sup> (ウシ肺アプロチニン:KY)	タバコ <sup>*</sup> (ウシ肺アプロチニン:KY)	タバコ <sup>*</sup> (ウシ肺アプロチニン、レクチン様タンパク質、フタ由来セリンプロテアーゼインヒビター不活性型前駆体:KY)	タバコ <sup>*</sup> (ウシ肺アプロチニン:KY)
Metabolix, Inc.				タバコ(ポリβヒドロキシブチレート:KY)	アマナズナ(ポリβヒドロキシブチレート:ID)	
Novoplant	エンドウ(社外秘:ND)					
Planet Biotechnology	タバコ(抗虫菌菌抗体、抗風邪ウイルス抗体)					タバコ(抗炭疽菌人工抗体、ボツリヌス毒素抗体、ライノウイルス人工抗体:CA, KY)
SemBioSys Genetics	ベニバナ(コイ成長ホルモン:WA)		ベニバナ(社外秘:WA)	ベニバナ(レンニン:WA)		
Venria Bioscience	イネ(ヒト血清アルブミン、ラクトフェリン、リゾチーム:NC)	イネ(ヒト血清アルブミン、ラクトフェリン、リゾチーム:NC, KS)	イネ(ヒト血清アルブミン、ラクトフェリン、リゾチーム、社外秘:NC, KS)	イネ(ヒト血清アルブミン、ラクトフェリン、リゾチーム:KS, VI)	イネ(ヒト血清アルブミン、ラクトフェリン、リゾチーム、社外秘:KS, VI)	
Washington State University	オオムギ(ラクトフェリン、リゾチーム:WA)	オオムギ(ラクトフェリン、リゾチーム:WA)		オオムギ(ラクトフェリン、リゾチーム:WA)	オオムギ(ラクトフェリン、リゾチーム:WA)	
University of Nebraska/Lincoln						アマナズナ(ワックスエステル、高オレイン酸油:NE)
MacIntosh & Associates, Inc.						ハマナ(脂肪酸組成改変又はワックスエステル改変:CA, SD)
Applied Phyto Genetics	ポプラ(水銀イオン還元酵素、有機水銀分解酵素:AL, CT)	ポプラ(水銀イオン還元酵素、有機水銀分解酵素:AL, CT)				
University of Washington			ハコヤナギ属(チトクローム P450 2E1:WA)		ハコヤナギ属(チトクローム P450 2E1:WA)	

作物名あとの ( ) 内は、生産物：作付け州をしめす。

\*1：葉緑体形質転換 (葉緑体遺伝子への遺伝子導入)

\*2：組換えタバコモザイクウイルス感染を利用した物質生産 (タバコは非組換え植物)



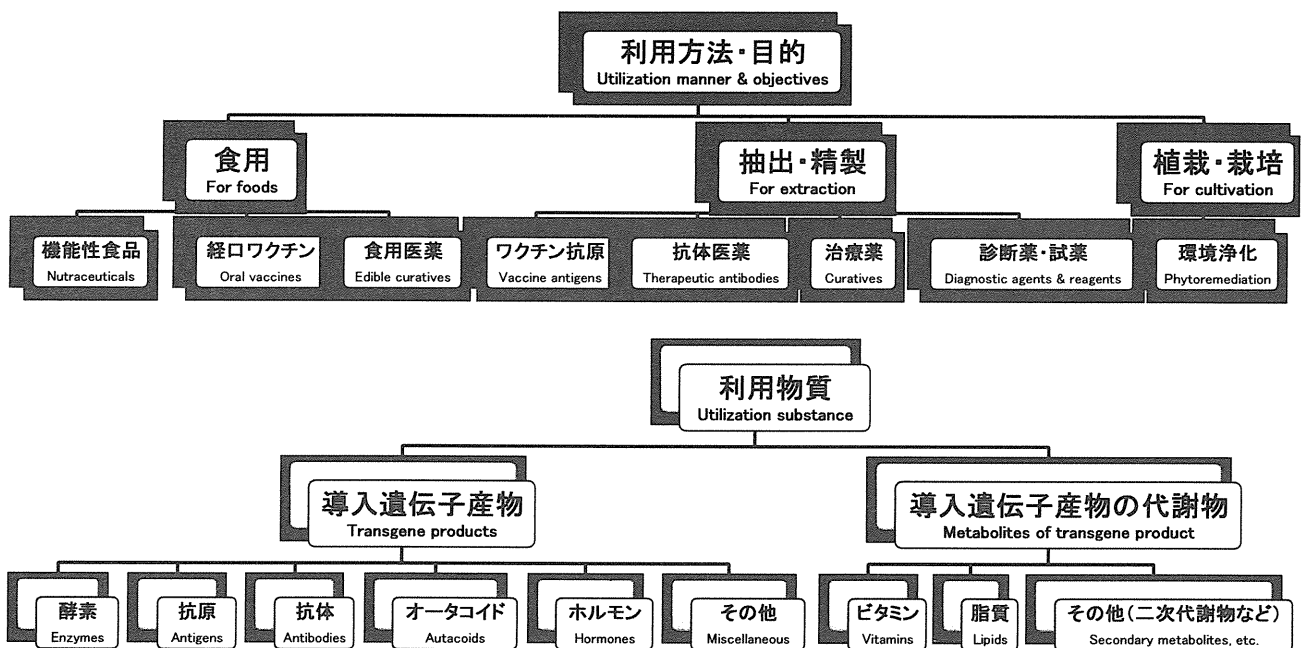


図 1. 薬用及び環境浄化用 GM 植物の分類方法

表 3. 2006-2010 年の薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等 (カテゴリー別の代表例)

区分	研究・開発例
機能性食品	高トリプトファン米, 高コエンザイム Q10 米, ゴールデンライス, ミラクリントマトなど
経口ワクチン	インフルエンザ予防米, コレラ予防米, B 型肝炎予防ジャガイモ, ベスト予防トマトなど
食用医薬	糖尿病予防米, 花粉症緩和米, アルツハイマー病予防大豆など
ワクチン抗原	パンデミックインフルエンザワクチン, 炭疽病ワクチン, ポリオワクチンなど
抗体医薬	ヒト化抗 CD20 単抗体, 抗大腸癌単クローン抗体, B 型肝炎抗体など
治療薬	ヒトインスリン, ヒトプラスミン, ヒト顆粒球・マクロファージコロニー刺激因子など
診断薬・試薬	プロテアーゼ阻害タンパク質, $\alpha$ -アミラーゼ, ウシラクトフェリンなど
環境浄化	亜ヒ酸耐性イネ, 重金属耐性カラシナ, 水銀耐性シロイヌナズナなど

表 4. 2006-2010 年の薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等 (カテゴリー別内訳)

年	情報 件数	重複 件数	内訳								内訳 合計
			機能性 食品	経口 ワクチン	食用 医薬	ワクチン 抗原	抗体 医薬	治療薬	診断薬・ 試薬	環境 浄化	
2006	105	1	31	19	3	9	13	17	5	9	106
2007	55	1	15	7	4	5	3	8	3	11	56
2008	71	0	13	13	2	10	9	13	1	10	71
2009	73	2	26	11	6	5	6	12	3	6	75
2010	101	4	35	15	10	7	5	26	3	4	105
合計	405	8	120	65	25	36	36	76	15	40	413

重複 Duplication

2006 年 機能性食品 Nutraceuticals : 環境浄化 Phytoremediation

2007 年 機能性食品 Nutraceuticals : 環境浄化 Phytoremediation

2009 年 機能性食品 Nutraceuticals : 環境浄化 Phytoremediation, 抗体医薬 Therapeutic anti-  
bodies : 治療薬 Curatives

2010 年 ワクチン抗原 Vaccine antigens : 治療薬 Curatives, ワクチン抗原 Vaccine antigens : 抗体  
医薬 Therapeutic antibodies, 抗体医薬 Therapeutic antibodies : 治療薬 Curatives (2 件)

表 5. 2006-2010 年の薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等 (使用作物、開発国の概要)

区分	作物 (合計)	件数	研究・開発国 (合計)
機能性食品	アマ, アビシニアガラシ, イチゴ, イネ, オオアラセイトウ, オリーブ, オレンジ, カラシナ, キャッサバ, クレソン, ゴマ, コムギ, サツマイモ, サトウキビ, ジャガイモ, ダイズ, テンサイ, トウモロコシ, トマト, ナタネ, ニンジン, ヒマワリ, ベニバナ, ラッカセイ, リンゴ, レタス, シロイヌナズナ, シンテツポウユリ, タバコ, タルウムゴヤシ, ハルザキヤマガラシ, ペチュニア, ミヤコグサ, レンギョウ(34)	120	米国, カナダ, 英国, フランス, ドイツ, スペイン, イスラエル, サウジアラビア, インド, オーストラリア, 韓国, 台湾, 中国, 日本(14)
経口ワクチン	アルファルファ, イネ, オオムギ, サツマイモ, ジャガイモ, トウモロコシ, トマト, ナガバクコ, ニンジン, ハツカダイコン, レタス, シロイヌナズナ, タバコ, ミヤコグサ(14)	65	米国, カナダ, メキシコ, フランス, ドイツ, イタリア, スペイン, スウェーデン, ロシア, インド, オーストラリア, 韓国, 台湾, 中国, 日本(15)
食用医薬	アマ, イチゴ, イネ, ダイズ, レタス, タバコ(6)	25	米国, 中国, 日本(3)
ワクチン抗原	イネ, タバコ(2)	36	米国, カナダ, イタリア, スペイン, ロシア, 南アフリカ, インド, ベトナム, 韓国, 中国, 日本(11)
抗体医薬	トウモロコシ, トマト, ウキクサ, シロイヌナズナ, タバコ, ヒメツリガネゴケ(6)	36	米国, カナダ, キューバ, 英国, ドイツ, オランダ, ベルギー, イタリア, ギリシャ, スペイン, ハンガリー, イラン, オーストリア, 韓国, 中国, 日本(16)
治療薬	イネ, ウラルカンゾウ, エンドウ, オオムギ, サツマイモ, ジャガイモ, ダイズ, トウモロコシ, トマト, ニンジン, ラッカセイ, レタス, ロジオーラ・サカリネンシス, ウキクサ, ケシ, クソニンジン, サウスレア・インボルクラタ, シロイヌナズナ, スウェルチア・ムソティ, ゼニゴケ, セリパオウレン, タバコ, ニチニチソウ, ヒメツリガネゴケ, ベラドンナ, マダラハウチワマメ(26)	76	米国, カナダ, ブラジル, 英国, フランス, ドイツ, アイスランド, イタリア, フィンランド, ロシア, ヨルダン, イスラエル, 韓国, 中国, 日本(15)
診断薬・試薬	イネ, オオムギ, ジャガイモ, トウモロコシ, シロイヌナズナ, タバコ(6)	15	米国, カナダ, アイスランド, 中国, 日本(5)
環境浄化	イネ, カラシナ, ジャガイモ, カバノキ, シバ, シャリンバイ, シロイヌナズナ, タバコ, ナタネ, トレニア, ペチュニア, ヘビノネゴザ, ポブラ, マリーゴールド, ヨシ, レンゲソウ(16)	40	米国, カナダ, スペイン, トルコ, イスラエル, インド, 韓国, 台湾, 中国, 日本(10)

表 6. 2006-2010 年の薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等 (カテゴリー、開発国)

国名	区分								合計
	機能性食品	経口ワクチン	食用医薬	ワクチン抗原	抗体医薬	治療薬	診断薬・試薬	環境浄化	
米国	26	14	1	16	8	21	4	7	97
カナダ	1	1		3	2	2	4	1	14
メキシコ		2							2
キューバ					1				1
ブラジル						1			1
英国	4				5	3			12
フランス	1	1				3			5
ドイツ	13	1			3	3			20
オーストリア					2				2
オランダ					5				5
ベルギー					1				1
アイスランド						2	1		3
イタリア		1		1	1	1			4
ギリシャ					1				1
スペイン	4	1		2	1			2	10
フィンランド						1			1
スウェーデン		1							1
ロシア		1		1		1			3
ハンガリー					1				1
トルコ								1	1
ヨルダン						1			1
イスラエル	1					2		1	4
イラン					1				1
サウジアラビア	1								1
南アフリカ				3					3
インド	1	2		1				1	5
ベトナム				1					1
オーストラリア	2	1							3
韓国	4	5		3	3	4		1	20
台湾	1	3						1	5
中国	20	12	1	2	2	10	2	7	56
日本	49	20	23	3	2	21	5	19	142
合計	128	66	25	36	39	76	16	41	427

表 7. 2006-2010 年の薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等 (開発国、年)

国名	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	合計
米国 USA	24	12	28	15	18	97
カナダ Canada	1	3	3	2	5	14
メキシコ Mexico	2					2
キューバ Cuba				1		1
ブラジル Brazil	1					1
英国 UK	3	1	2	2	4	12
フランス France	2		2		1	5
ドイツ Germany	7	4	4	2	3	20
オーストリア Austria			2			2
オランダ Holland	4	1				5
ベルギー Belgium			1			1
アイスランド Iceland					3	3
イタリア Italy	1		2	1		4
ギリシャ Greece	1					1
スペイン Spain	1	2	1	3	3	10
フィンランド Finland			1			1
スウェーデン Sweden				1		1
ロシア Russia	1				2	3
ハンガリー Hungary	1					1
トルコ Turkey					1	1
ヨルダン Jordan			1			1
イスラエル Israel			2		2	4
イラン Iran	1					1
サウジアラビア Saudi Arabia					1	1
南アフリカ South Africa	2	1				3
インド India	4		1			5
ベトナム Vietnam					1	1
オーストラリア Australia	2	1				3
韓国 South Korea	3	2	3	8	4	20
台湾 Taiwan	2			2	1	5
中国 China	16	10	5	10	15	56
日本 Japan	33	19	16	29	45	142
合計 Sum	112	56	74	76	109	427

表 8. 2006-2010 年の薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等（食用作物）

作物	区分								合計
	機能性食品	経口ワクチン	食用医薬	ワクチン抗原	抗体医薬	治療薬	診断薬・試薬	環境浄化	
アマ	4		1						5
アビシニアガラシ	1								1
アルファルファ		3							3
イチゴ	2		7						9
イネ	21	10	10	1		2	3	4	51
ウラルカンゾウ						1			1
エンドウ						1			1
オオアラセイトウ	1								1
オオムギ		1				1	1		3
オリーブ	2								2
オレンジ	1								1
カラシナ	1							1	2
キャッサバ	1								1
クレソン	1								1
ゴマ	3								3
コムギ	3								3
サツマイモ	1	1				1			3
サトウキビ	1								1
ジャガイモ	3	9				3	2	1	18
ダイズ	10		3			1			14
テンサイ	1								1
トウモロコシ	6	4			3	1	1		15
トマト	16	8			2	2			28
ナガバクコ		1							1
ナタネ	12							1	13
ニンジン	1	3				3			7
ハツカダイコン		1							1
ヒマワリ	2								2
ベニバナ	2								2
穀類	2								2
油糧作物	2								2
ラッカセイ	1					1			2
リンゴ	1								1
レタス	7	11	3			1			22
ロジオーラ・サカリネンシス						1			1
小計	109	52	24	1	5	19	7	7	224

表 9. 2006-2010 年の薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等（非食用作物）

作物	区分								合計
	機能性食品	経口ワクチン	食用医薬	ワクチン抗原	抗体医薬	治療薬	診断薬・試薬	環境浄化	
ウキクサ					3	1			4
カバノキ								1	1
ケシ						1			1
クソニンジン						2			2
サウスレア・インボルクラタ						1			1
シバ Lawny grass								1	1
シャリンバイ								1	1
シロイヌナズナ	8	3			1	2	3	9	26
シンテツポウユリ	1								1
スウェルチア・ムソティ						1			1
ゼニゴケ						3			3
セリバオウレン						2			2
タバコ(ウイルスベクター含む)	9	9	1	24	22	29	3	9	106
タルウマゴヤシ	1								1
トレンニア Torenia								1	1
ニチニチソウ						2			2
ハルザキヤマガラシ	1								1
ヒメツリガネゴケ					1	1			2
ペチュニア	1							2	3
ヘビノネゴザ								1	1
ベラドンナ						2			2
ポプラ								1	1
マダラハウチワマメ						1			1
マリーゴールド								1	1
ミヤコグサ	2	1							3
ヨシ								1	1
レンギョウ	3								3
レンゲソウ								1	1
植物(ウイルスベクター含む)	17	7	1	11	5	14	6	8	69
小計	43	20	2	35	32	62	12	37	243
合計(食用+非食用)	152	72	26	36	37	81	19	44	467

表10. 2011年に国内学会で公表された薬用及び環境浄化用GM植物に関する報告

区分	導入遺伝子	作物	目的・生産物・機能及び特徴等	機関
機能性食品	変型型イネアントラニル酸合成酵素	イネ	高トリプトファン含有飼料用イネ	日本・作物研究所、北興化学
機能性食品	phytoene synthase ( <i>Psy</i> ), carotene desaturase ( <i>CrtI</i> )	イネ	$\beta$ -カロテン強化米	韓国・National Academ of Agricultural Science
機能性食品	HARMLESS TO OZONE LAYER/AthHOL 遺伝子T-DNA挿入体	シロイヌナズナ	高ヨウ素蓄積作物の作出	日本・横浜国立大学
機能性食品	ゴマ由来ゴマリグナン精製酵素 (CYP81Q1), レンギョウ内因性ピレジンノール代謝酵素PLRのRNAi	チョウセンレンギョウ	ゴマリグナン(がんの予防, 更年期症状の緩和等を注目される機能性食品素材)生産	日本・サントリー, 神戸大学, 大阪大学
機能性食品	グルタミン酸脱炭酸酵素(GAD)	トマト	GABA(血圧上昇抑制作用等を有する非タンパク質態アミノ酸)高蓄積トマト	日本・筑波大学
機能性食品	ミラクリン	トマト	ミラクリン(味覚修飾タンパク質)高蓄積トマト	日本・筑波大学
機能性食品	ミラクリン	トマト	ミラクリン(味覚修飾タンパク質)高蓄積トマト	日本・筑波大学, 岩手大学
機能性食品	ミラクリン	トマト	組換えトマト果実からのミラクリン(味覚修飾タンパク質)精製方法の確立	日本・筑波大学
機能性食品	グルタミン酸脱炭酸酵素(GAD, C末端領域を欠失), GABAアミノ基転移酵素(GABA-T)RNAi	イネ	GABA(血圧正常化作用等を有する非タンパク質態アミノ酸)含量の増加	日本・島根大学
機能性食品	ミラクリン	トマト、レタス、イチゴ	組換え作物によるミラクリン(味覚修飾タンパク質)の安定生産とミラクリン精製技術の開発	日本・筑波大学
経口ワクチン	コレラトキシンBサブユニット(CTB)	イネ	コレラワクチン米	日本・大阪大学、日本製紙、農業生物資源研究所
経口ワクチン	腸管出血性大腸菌志賀毒素2eBサブユニット(Stx2eB)	レタス	ブタ浮腫病経口ワクチンレタス	日本・出光、奈良県農業総合センター、日本植生、帯広畜産大学、国際医療研究センター、奈良先端大学
食用医薬	ダニ抗原(Der p1: システインプロテアーゼ)断片(T細胞エピトープを含む)	イネ	ダニアレルギー症状緩和米	日本・農業生物資源研究所、作物研究所、東京大学
治療薬	グリチルリチン生成成酵素 <i>CYP88D6</i>	ウラルカンゾウ	グリチルリチン含量増加	日本・北海道医療大学、大阪大学、東京工業大学、医薬基盤研
治療薬	シロイヌナズナ転写因子(又はキメラリプレッサー)	セリパオウレン	ペルベリン(抗菌活性等を有するアルカロイド)取量の増加	日本・医薬基盤研、産総研
治療薬	放線菌 <i>Streptomyces coelicolor</i> 由来トランスフェラーゼSCO7190( <i>HypSc</i> ), クララ <i>Sophora flavescens</i> 由来トランスフェラーゼ <i>SFN8Dt-1</i>	トマト	プレニル化芳香族化合物(抗腫瘍活性, 抗菌活性, 抗NO産生, エストロゲン様作用, 抗チロシナーゼ活性等)の生産	日本・京都大学, 東京大学, 筑波大学, 神戸大学, 神戸薬科大学, 滋賀県立大学
治療薬	シロイヌナズナ転写因子(又はキメラリプレッサー)	ペラドンナ	ヒヨステアミン(副交感神経遮断作用を有するアルカロイド)の生産	日本・医薬基盤研、産総研
診断薬・試薬	<i>Nepenthes alta</i> (ウツボカズラの1種)由来ネペンテシンI	タバコ	ネペンテシン I(酸性アスパラギン酸プロテアーゼ, 広い pH レンジでの安定性, 熱安定性, 長期常温保存性等を有する)生産	日本・石川県立大学
環境浄化	ヘキサロースリン酸シンターゼ(HPS), ホスホヘキサロイソメラーゼ(PHI)	イネ	水田から発生するメタンの減少	日本・近畿大学、島根大学、理研、京都大学
環境浄化	$\gamma$ -ヘキサクロロシクロヘキサン(HCH)分解菌 <i>Spingobium japonicum</i> UT26株由来テハロゲナーゼ	カボチャ	広範囲の土壤中に混在するヘキサクロロシクロヘキサン(HCH, 殺虫剤, 人体への蓄積や毒性, 環境中での残留性から現在では使用禁止)浄化	日本・農業生物資源研, 筑波大学, 東北大学, 森総研, 農環研
環境浄化	ヘビノゴザ <i>Athyrium yokoscense</i> 由来鉄/亜鉛トランスポーター( <i>AyZIP1</i> )	シロイヌナズナ	カドミウム(動物や植物にとって典型的な有害・非必須重金属)除去	日本・東京理科大学, 電中研
環境浄化	<i>Portulaca oleracea</i> 由来ポリフェノールオキシダーゼ(PoPPO)	タバコ	環境中に放出された内分泌攪乱物質 bisphenolA (BPA, 代表的な内分泌攪乱物質)の除去	日本・大阪大学, 奈良先端大学, 関西電力



表11. 2011年に公表・出版された薬用及び環境浄化用GM植物に関する特許及び文献等 (SciFinder®)

区分	導入遺伝子	作物	目的・生産物・機能及び特徴等	開発国
機能性食品	クモ章引糸タンパク質	イネ	種子中のアミノ酸の改変(高栄養化)	中国
機能性食品	ダイズ、アマ、イネ、コマツナ由来 ω-3 脂肪酸デヒドロゲナーゼ	イネ、トウモロコシ、コムギ、モロコシ、エンバク、オオムギ、ライムギ	種子中の α-リノレン酸生産	中国
機能性食品	脂肪酸合成関連タンパク質 GmLEC1B	植物	脂肪酸含量増加	中国
機能性食品	マッシュルーム由来不飽和化酵素	植物	一価不飽和脂肪酸、例えばパルミトオレイン酸(16:1)	米国
機能性食品	Parietochloris incisa glycerol-3-phosphate acyltransferase (GPAT1)	植物	不飽和脂肪酸高含有	イスラエル
機能性食品	トウゴマ由来 PDAT (phospholipid diacylglycerol acyltransferase)	植物	ヒドロキシ脂肪酸生産量増加	韓国
機能性食品	緑色微細藻類(Parietochloris incisa)由来 Δ5, Δ6, or Δ12 不飽和化酵素	植物	超長鎖多価不飽和脂肪酸の生産	イスラエル
機能性食品	マイクロウラシキメンス(Microoula sikkimensis)由来 Δ-6 脂肪酸デヒドロゲナーゼ (Ms-Δ-6 FAD)	植物	種子油の改変、牧草の改変	中国
機能性食品	テトクローム(Cb5)、脂肪酸不飽和化酵素(FAD3)、酵母(Yarrowia)ATPクエン酸リアーゼ(ACL)	植物	種子油の含量増加及び改変	米国
機能性食品	キンセンカ(Calendula officinalis)、ツルレイシ(Momordica charantia)、ダイズ、ユーホルビア ラガスカエ(Euphorbia lagascae)由来膜結合性 O-アシル基転移酵素(MBOAT)及びジアシルグリセロールアシル基転移酵素タイプ2(DGAT2)	植物	脂肪油の改変(伸長、不飽和化及び性能向上)	米国
機能性食品	サツマイモ桂皮酸-4-ヒドロキシラーゼ(IbC4H)	植物	アントシアニン及びその前駆体含量増加	中国
機能性食品	シロイヌナズナ由来 DOF (DNA binding with one finger)転写因子(AtDof1.7) RNAi	シロイヌナズナ	脂肪酸代謝の制御(オレイン酸の増加及びリノレン酸の減少)	中国
機能性食品	BnL1L タンパク質(脂肪酸合成関連)	シロイヌナズナ、ナタネ、ラッカセイ、イネ、コムギ、オオムギ、ターフグラス	油脂含量の改善	中国
機能性食品	TT1 タンパク質	ナタネ、ダイズ、ワタ、ヒマワリ、ゴマ、トウゴマ、ナンヨウアブラギリ、ラッカセイ	不飽和脂肪酸含量改善	中国
機能性食品	ミラクリン	ミカン(ウンシュウミカン)	ミラクリン(味覚修飾タンパク質)の生産	韓国
機能性食品	転写制御領域を改変した At3g19990	植物	油脂及び脂肪の生産性改善	日本
機能性食品・治療薬	アセチル CoA カルボキシラーゼ (ACCase)、β-ケトアシル ACP 合成酵素 II (KASII)、ケトアシル ACP 合成酵素 I (KASI)、ケトアシル ACP 合成酵素 III (KASIII)、パルミトイル ACP テオエステラーゼ、その他テオエステラーゼ、ステアロイル ACP 不飽和化酵素、その他不飽和化酵素、オレオイル CoA 不飽和化酵素、脂肪酸伸長酵素、オレイン酸ヒドロキシラーゼ、アシル基転移酵素、β-ケトテオラーゼ、スレオニンデアミナーゼ、スレオニンデヒドラターゼ、アセトアセチル CoA 還元酵素、ポリヒドロキシ酪酸(PHB)合成酵素	アブラヤシ	種子油収量増加、脂質あるいは非脂質成分の改変、ヤシ油品質向上、産業用オイル・化学工業用オイル・機能性オイル・医療用化合物の生産	マレーシア
経口ワクチン	ウェルシュ菌(嫌気性の食中毒菌)α-toxin	植物	ウェルシュ菌(嫌気性の食中毒菌)α-toxin	中国
経口ワクチン	草魚出血性病毒(Grass carp reovirus, GCRV)抗原ペプチド(GCRV-VP6)、大腸菌 LTB	植物	草魚出血性病毒経口ワクチン	中国
経口ワクチン	豚繁殖・呼吸障害症候群ウイルス(PRRSV)ORF5 ペプチド、易熱性エンテロトキシン B サブユニット	植物	豚繁殖・呼吸障害症候群予防	中国
経口ワクチン	大腸菌易熱性毒素 B サブユニット	植物	下痢症の予防	韓国
経口ワクチン	トリインフルエンザウイルス HA	植物	トリインフルエンザ感染防止	中国
経口ワクチン	ブタ呼吸器病原菌(Actinobacillus pleuropneumoniae) ApxIIA フラグメント (A 46 ミノ酸 619-801) (ApxI-IA61947-801)、大腸菌易熱性毒素 B48 サブユニット(LTB)	タバコ	ブタ呼吸器病原菌予防	韓国
経口ワクチン	腸管出血性大腸菌インテグリン、Tir 又は EspA タンパク質	タバコ、ナタネ(カノーラ)	畜牛の腸管出血性大腸菌 O157:H7 感染予防	イラン
経口ワクチン	クリミア・コンゴ出血熱ウイルス(CCHFV)グライコプロテイン	タバコ(毛状根)	クリミア・コンゴ出血熱(CCHF)	イラン
経口ワクチン・治療薬	ウシウイルス性下痢症ウイルス(BVDV)遺伝子 E0	キバナオウギ (Astragalus membranaceus) (抗ウイルス作用を有し、食用可能な薬用植物)	ウシウイルス性下痢症(BVDV)予防	中国
食用医薬	コレラトキシンBサブユニット+ヒトプロインスリン	タバコ、レタス	経口糖尿病治療薬(ヒトプロインスリン、A、B、C ペプチド)の生産 cholera toxin B subunit fused with human proinsulin (A, B, C peptides) contg. three furin cleavage sites (CTB-PF <sub>3</sub> )	米国
抗体医薬	抗血管内皮細胞増殖因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)抗体	植物	抗血管内皮細胞増殖因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)抗体	ロシア

抗体医薬	細胞膜保持性抗マイクロシステン-LR(MC-LR)特異抗体	タバコ	マイクロシステン-LR (MC-LR、シアノバクテリアが産生する毒素、環境中の汚染物質)の除去	英国
抗体医薬	VHH single domain antibody	タバコ	単ドメイン抗体の生産	イラン
治療薬	血管内皮細胞増殖因子(VEGF)、デヒドリン(乾燥から細胞成分を守る蛋白質)	オオムギ	局所療法剤、外用剤、化粧品	アイスランド
治療薬	ニチニチソウ(Catharanthus roseus)由来 HMG-Co A 還元酵素(hmgr)、クソニンジン(Artemisia annua L.)由来アモルファ-4,11-ジエン 合成酵素(ads)(どちらも過剰発現)	クソニンジン(Artemisia annua L.)	アルテミシニン(抗マラリア薬)含量増加	インド
治療薬	ヒト血清アルブミン	ジャガイモ、イネ	ヒト血清アルブミン	中国
治療薬	ホスホリパーゼ、リポキシゲナーゼ、シクロオキシゲナーゼ	植物	エイコサノイド(脂性の局所ホルモン)生産	日本
治療薬	ヤケヒョウダニ(Dermatophagoides pteronyssinus)2(Der p2)抗原	タバコ	ヤケヒョウダニ(Dermatophagoides pteronyssinus)2(Der p2)抗原(経口免疫寛容によるアレルギー疾患の治療)	台湾
治療薬	ヒトアポリポrotein A-I(ApoA-I)	タバコ	ヒトアポリポrotein A-I(ApoA-I)	イタリア
診断薬・試薬	pER8:GUS	シロイヌナズナ	エストロゲン様活性の検出(植物成分及び植物からの単離成分、活性があるとGUS酵素の働きにより、基質溶液中でシロイヌナズナが青く染まる)	台湾
環境浄化	不明	イネ	アルミニウム吸収	日本
環境浄化	サツマイモ由来メタロチオネイン 1(1bMT1)	植物	重金属耐性	韓国
環境浄化	サツマイモ由来メタロチオネイン 2(2bMT1)	植物	重金属耐性	韓国
環境浄化	サツマイモ由来メタロチオネイン 3(3bMT1)	植物	重金属耐性	韓国
環境浄化	イネ由来メタロチオネイン OsMT1e	植物	重金属耐性	インド
環境浄化	単細胞紅藻シアニディオシゾン(Cyanidioschyzon merolae)由来遺伝子	植物	重金属耐性	日本
環境浄化	Thlaspi caerulescens(アブラナ科のカドミウム超集積植物)由来フィトケラチン合成酵素 1(TcPCS1)	タバコ	カドミウム耐性・集積	中国
環境浄化	カワラタケ(Trametes versicolor)由来リグニン過酸化酵素	タバコ	環境中のビスフェノール A 除去	日本

表 12. 2011 年に公表・出版された薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する特許及び文献等 (SciFinder®)  
(国及び情報種別)

国	件数	内訳		備考
		雑誌	特許	
中国	15	3	12	中国語の特許 11 件
韓国	7	2	5	韓国語特許 5 件
日本	5	1	4	日本語特許 3 件
米国	4	1	3	
イラン	3	3	0	
イスラエル	2	0	2	
インド	2	1	1	
台湾	2	2	0	
マレーシア	1	0	1	
ロシア	1	0	1	
英国	1	1	0	
アイスランド	1	0	1	
イタリア	1	1	0	
合計	45	15	30	

厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）  
第3世代バイオテクノロジー応用食品等の安全性確保と  
リスクコミュニケーションに関する研究  
総合研究報告書（平成21～23年度：分担）

クローン牛の開発の動向と安全性評価

研究代表者 西島 正弘 国立医薬品食品衛生研究所 客員研究員

研究要旨:2009年6月25日、食品安全委員会は、体細胞クローン牛及び豚並びにそれらの後代の安全性を示す食品健康影響評価を公表した。しかし、農林水産省は、1999年11月以来要請しているこれら家畜の出荷自粛の継続を決定している。そのため、体細胞クローン牛の生産頭数は、1999年度の93頭を頂点として、2011年度上半期には、わずか2頭まで減少した。この間のわが国における体細胞クローン牛の生産効率に、経時的な改善傾向は認められなかった。また、生後200日以降に生存している体細胞クローン牛の強健性は一般牛と同等と考えられた。一方、食品安全委員会や農林水産省が実施した体細胞クローン技術に関するパブルックコメント(2009)や欧州の意識調査(2008)などでは、この技術に対する国民理解の醸成不足が示唆された。そこで、先端バイオ研究に携わる研究者には、従来から取り組んでいる「技術」や「知識」に加え、「リスクコミュニケーション」に務める必要がある。

協力研究者

渡邊 伸也（独立行政法人 農業・食品産業技術  
総合研究機構 畜産草地研究所）

A. 研究目的

2009年6月25日、食品安全委員会は、体細胞クローン牛・豚およびその後代に由来する食品の食品健康影響評価の結果を厚生労働大臣に通知したり。それによって、「現時点における科学的知見に基づいて評価を行った結果、体細胞クローン牛及び豚並びにそれらの後代に由来する食品は、従来の繁殖技術による牛及び豚に由来する食品と比較して、同等の安全性を有すると考えられる」ことが示された。

厚生労働省は、翌日のプレスリリースで、「厚生労働省が所管する食品衛生法は、食品の安全性の確保を通じた国民の健康の保護を目的とする公衆衛生規則です。今般の食品安全委員会の食品健康影響評価により、その安全性に

ついては従来の繁殖方法で生まれた動物に由来する食品と同等の安全性を有すると評価されましたので、同法に基づくリスク管理措置を講じることは困難と考えております」という見解を示した<sup>2)</sup>。

一方、農林水産省は、この評価に対するパブルックコメントやリスクコミュニケーションにおける国民からの意見等を踏まえ、今後も研究開発が必要であり、現行の技術水準では商業生産への利用が見込まれる状況でないこと等から、体細胞クローン家畜等の研究、生産又は飼養を行う機関に対し、クローン家畜の飼養頭数の変更等を農林水産省に報告すること、生産物は研究機関内で適切に処分すること等を内容とする通知を同年8月26日に発出した<sup>3)</sup>。この内容は、実質的に、1999年11月以来、農林水産省により要請されている体細胞クローン家畜やその後代の出荷自粛の継続である。

本研究では、このような状況下における体細