

遺伝子組換え樹木をめぐる現状と課題

— EUの動向を中心に —

国際領域上席主任研究官 藤岡 典夫

1 はじめに

遺伝子組換え（GM）作物は既に世界各地で広範に商業栽培されるに至り、これに続いてGM樹木の研究開発が、地球規模での環境問題の解決や木質資源の安定的な確保等への期待⁽¹⁾を担って進められている。本稿は、わが国におけるGM樹木に関する今後の政策展開の上で参考になると思われる世界の現状や様々な論議を紹介するものである。

2 世界におけるGM樹木の栽培の現状

(1) 概観

世界におけるGM樹木の栽培の現状は、試験栽培（野外試験）が盛んに行われている状況であり、商業栽培はごく

第1表 GM樹木の主要国別の野外試験数

国 名	林 木	果樹・観賞樹木
米 国	103	47
中 国	9	0
イタリア	0	8
英 国	6	2
カ ナ ダ	7	0
ニュージーランド	3	3
フィンランド	5	0
ド イ ツ	4	1

資料：FAO (2004)。

第2表 GM樹木の主な樹種別の野外試験数

分 類	樹 種	野外試験数
林 木	<i>Populus</i> ヤマナラシ属	82
	<i>Eucalyptus</i> ユーカリ属	34
	<i>Pinus</i> マツ属	31
	<i>Picea</i> トウヒ属	6
	<i>Betula</i> カバノキ属	3
果樹・観賞樹木	<i>Malus</i> リンゴ属	33
	<i>Carica papaya</i> パパイア	18
	<i>Prunus</i> サクラ属	13

資料：FAO (2004)。

第3表 GM樹木の主な導入形質別野外試験数

形 質	林 木	果樹・観賞樹木
果 実 成 熟	0	7
ウィルス抵抗性	0	15
菌類抵抗性	2	17
除草剤耐性	41	1
リグニン量の変化	15	0
重金属の植物による除去	5	0
バクテリア抵抗性	3	3
植物の発達	9	2
害虫抵抗性	21	11

資料：FAO (2004)。

一部にとどまっている。

FAO (2004)⁽²⁾に基づいて概観すると、まず国別の野外試験数は、林木では米国が大多数を占めており、次は中国である。果樹・観賞樹木でも、米国が多い（第1表）。

樹種別に見ると、林木では、ヤマナラシ属（ポプラ）が最も多く、ユーカリ属とマツ属が続く。果樹・観賞樹木では、リンゴ属が最も多く、パパイアとサクラ属が続く（第2表）。

木においては、除草剤耐性が最も多く、害虫抵抗性とリグニン量の変更が続く。果樹・観賞樹木では大いに異なり、微生物（ウイルス、菌、バクテリア）に対する抵抗性が最も多く、害虫抵抗性が続いている（第3表）。

本稿の詳細については、農林水産政策研究第16号「遺伝子組換え樹木をめぐる現状と課題— EUの動向を中心に —」（平成21年10月）を参照されたい。

(2) 商業栽培の事例—米国と中国

世界で現在までに商業栽培が開始されたのは、米国（ハワイ）と中国のみである。

CBD（2008）⁽³⁾によれば、ハワイで商業栽培されている品種は、パパイヤ輪点ウイルス（papaya ringspot virus: PRSV）に耐性を有するよう組み換えられたパパイヤであり、1200エーカー以上が栽培されている。

中国については、山下（2009）によれば、2002年に食害害虫抵抗性を持つ2種類のポプラ（欧州黒ポプラ、741号ポプラ）が国家林業局から商業化植栽の許可を得た。欧州黒ポプラは商業化第1号の遺伝子組換え樹種で、現在、植栽面積は400ヘクタールに達している。また、PRSV耐性のGMパパイヤについては、2006年に農薬部から商業栽培と販売が許可されているが、実際に商業栽培が開始されているかは不明である（山下、2009、21・22ページ）。

3 GM樹木の環境等への影響に関する論議

CBD（2007）⁽⁴⁾は、GM樹木の環境等への影響に関する主な論議を整理している。その多くはGM作物の場

合と類似しているが、以下ではGM樹木に特徴的な点を紹介する。

① リグニン含量の抑制の影響

リグニン含量の減少は、セルロースを加工するために必要な化学薬品やエネルギーを削減することを目的とするが、他方で害虫やウイルス性の病気に弱くなり、樹木の健全性が損なわれるおそれ等が指摘されている。（CBD、2007、パラ11・12）

② 遺伝子移動の懸念

作物に比べて樹木の場合により懸念される問題が、受粉や野生類縁種との交配を通じ、導入された新規の遺伝物質が野生遺伝子プールに抜け出す恐れである。樹木の場合、種子や花粉は移動性が非常に高く、また異形交配可能な野生類縁種が至近距離にあるために、作物に比べて大きな環境影響が生じる恐れがあると指摘される。遺伝子の拡散を防止するため、花粉の生成や樹木の開花を防止することが提案されているが、これらの方法には、食物網のかなりの部分が阻害されるという問題が指摘される。（同上パラ21・23）

③ 文化への影響

病気によって減少した文化的に重要な樹種の保護というプラスの面と、組換え体と非組換え体の競合が高まる結

果、文化的に重要な種の消失が起きるというマイナスの面の両面が論議されている。（同上パラ25・26）

④ まとめ

以上のような懸念を打ち消すような研究成果も発表されている。いずれにせよ、樹木は寿命が長く、従って、GM樹木の研究は作物より長期間にわたるモニタリングが必要である。しかしながら、GM樹木の影響を判断するための実験は少なく、さらに、森林における樹木とその環境との相互関係は作物と環境の関係ほどよく知られておらず、広範囲にわたる不確実性がつきまといっているのが現状である（同上パラ24）。このような状況から、多くの専門家がGM樹木の利用を検討する際には予防的アプローチをとるべきだと指摘している。（同上パラ44、45）

4 EUの制度・政策

GM樹木をめぐる政策、特に規制の状況に関してわが国にとって最も参考となるのは、市民・消費者の環境・食品安全問題への高い意識等を背景にGMOに関して厳格な規制を設けているEUであろう。以下、2008年9月に実施した現地ヒアリング結果⁽⁵⁾に基づいて、共同体レベルでの政策と、各加盟国レベルでの政策の事例として

ドイツの政策とに分けて見ていく。

(1) 共同体レベル

1) GM樹木の試験栽培状況

EU全体におけるGM樹木の野外試験の状況は、JRC（共同研究センター）のウェブサイト（http://gmoinfo.jrc.ec.europa.eu/gmp_browser.aspx）に掲載されている「GMOの意図的放出に関するEC指令2001/18/EC」に基づく申請（notification）を調べれば知ることができる。欧州委員会でのヒアリングの際の情報では、2008年9月24日までのEC指令2001/18/ECに基づくGM樹木の野外試験の申請は全部で15件、うちポプラ6件、リンゴ5件等である。これらにおいて導入される形質は、ポプラについては、リグニンの変更や土壌改良、リンゴについては耐病性付与等である。GM樹木の商業栽培については、その前提となるGM樹木の市場流通の目的での上記指令に基づく申請はこれまで存在せず、近い将来における計画もないようである。

EUレベルにおいてGM樹木についての戦略や研究計画は制定されていない。すべてのGM樹木の申請は、上記EC指令に基づきケースバイケースでのリスク評価に従って処理されることになる。

2) GM樹木の規制枠組み

GM樹木に適用される関係法令等については、まず基本となるのは、1)で触れたEC指令2001/18/ECである。この指令以外に、いくつかの法令がGM樹木に適用される。ただし、上記指令も含めいずれの法令も樹木だけに特定の適用されるものではなく、GMO一般に適用されるものである。環境放出の許可に際しての要件の設定及び申請者がとるべき封じ込め措置のあり方については、EUレベルで決めたものではなく、加盟国が責任を有することとされている。

樹木には、花粉の飛散性や寿命の長いことなど、作物との違いがあることを踏まえ、理事会決定2002/813/EC（野外試験の申請のフォーマット）及び委員会決定2002/623/EC（環境リスク評価の原則に関する補完的指針）には、GM樹木に特別な言及がある。たとえば、前者のPart 2, Question B7には、GM樹木の場合に種子散布の方法や範囲等を記述するよう定めがあり、後者には、寿命が長いことをGM樹木のリスク評価に当たり考慮すべき旨の言及がある。

(2) ドイツ

1) GM樹木の試験栽培状況

ドイツでは過去に4件（すべてポプ

ラ）の野外試験が実施され、その試験内容は、遺伝子の安定性、土壌改良、mycorrhiza fungiへの遺伝子水平移動のレベル及び無性生殖能力であった。現在は野外試験は行っていないものの、温室内での研究は進められている。遺伝子の安定性、垂直的伝播、非標的生物への影響等などに関する研究が行われている。ドイツで商業化の計画は現時点では存在しない。

2) GM樹木の規制枠組み

GM樹木の規制枠組みについては、GM作物と同じように、EU全域に適用されるEC指令2001/18/ECと、国内法であるドイツ遺伝子技術法（Genetic Engineering Act）が適用される。

これらの法令は、GMO一般に適用されるものであり、現時点でGM樹木に焦点を当てた特別な規則またはガイドラインは存在しない。GMO一般と同様、樹木についてもケースバイケースでのリスク評価に従って認可がなされることになる。

以上のように現時点では、EU及びドイツにおいてもGM樹木に特定した政策展開はまだ本格的には見られない状況であり、安全性の確保対策のあり方については議論が始まったばかりの段階にあると言えよう。

5 今後の政策展開上の課題——GM作物との相違を踏まえた対応

周知のようにGM作物をめぐるのは、欧州やわが国等において賛成派と反対派とが鋭く対立してしまっている現状がある。GM樹木に関する今後の政策展開に当たっては、このようなGM作物の現状を踏まえつつ、GM樹木とGM作物との相違に留意した対応が求められるであろう。

GM作物とGM樹木とをいくつかの観点から比較してみよう。

第1に、物理的特性の比較からは、まず森林は辺境等に位置していることから、GM樹木による悪影響の定期的なモニタリングは相当困難である。また、野生の近縁種と極めて近接して存在することになるので、花粉交雑の可能性は一層増加する。樹木が作物に比べて長命であることから、GM樹木による予期しえない結果が何年間にもわたって表面化しない可能性があり、そしてそのリスクの評価のためにより多くの時間が必要である。さらに、樹木の花粉と種子の飛散性が極めて大きいことから、もしGM樹木が侵入的になれば、それらがより広い範囲にまん延するおそれがある。（Hall, 2007, pp.438-439）

第2に、市民の懸念の観点で比較すると、果樹は別として樹木は一般には食べるものではないので、市民のGM樹木に対する懸念は、GM作物ほどには大きくないであろうとの意見もある。しかしながら、市民のGM作物・食品に対する懸念は、それを食することに健康への影響だけでなく、生産方法の環境への影響にも関連しているという研究結果もある。（同上、pp. 440-441）

第3に、倫理上の観点から見ると、GM技術使用の環境への影響及び健康上の懸念に加えて、たとえば「人間はGM技術を自然の進路を変更するため用いるいかなる権利も有しない」というような倫理上の問題も指摘されるところである。こうした観点からの意見は、GM樹木に関してはGM作物の場合よりも一層強力になる可能性がある。森林は、歴史、神話及び文学の舞台であり、小麦やとうもろこしにはない、多くの人々にとっての情緒上の価値及び人間の文化にとっての重要性を有するからである。（Hall, 2007, p.441）

以上のようにみてくると、GM樹木はGM作物に比べてかえって種々の問題が存在するともいえる。GM作物のような世論の分裂状態をGM樹木に関して避けようとするならば、企業、研究者、市民、NGO及び政策決定者は、GM作物において生じた問題から学習

し、GM樹木の将来方向の決定について共同で作業をする必要がある。GM樹木の提唱者は、市民がどう考えているか、どのような点を懸念しているかを見いだすことが必要であろう。(同上、pp. 444-445)

森林は木材の供給、精神的な安らぎの場の提供、CO₂の吸収、土壌浸食の防止、水源の涵養のような重要な役割を果たしており、そのあり方は社会にとって大きな関心事項である。わが国においても、今後のGM樹木に係る研究開発や政策の展開に当たり、欧州を始め各国における本格的な政策展開にむけた議論を注視しながら、GM樹木に対する市民の懸念を踏まえた安全・安心の確保対策をとっていくことが重要である。

注(1)具体的には、「地球温暖化を軽減するための二酸化炭素固定能が高い樹木や環境ストレス耐性樹木の開発、木質バイオマスを効率的にエネルギー化するためのバイオマス生産性を向上させた高セルロースや低リグニンという特性を付与した樹木の開発、花粉を着けない樹木の開発、病虫害に対する抵抗性が高い樹木の開発等」が挙げられている(林野庁「森林・林業分野における遺伝子組換え技術に関する研究開発の今後の展開方向について」平成19年8月31日)。

(2)GM樹木の野外試験その他研究開発や栽培への応用に関する世界の現状を網羅的に把握した文書や記録、データベース等は存在せず、その中でFAO(2004)はデータ

がやや古いが、比較的良好とまとまっている。これは、2004年1月現在で各国のGM樹木の野外試験に関する情報を公開のデータベースから収集・整理している。

(3)CBD(生物多様性条約締約国会議)事務局が、2006年5月4日、生物多様性条約締約国及び関係機関にGM樹木の栽培状況等についてのアンケートを配布し、2007年9月までに受け取った35カ国からの回答を文書にとりまとめたもの。この文書は、回答の大半は欧米諸国からのもので、全世界を網羅してはいない。

(4)CBD事務局がGM樹木の潜在的影響に関する情報を様々な文献から収集しまとめたもの。

(5)2008年9月に、欧州委員会環境総局及びドイツ連邦食料・農業・消費者保護省を訪れ、遺伝子組換え技術担当者からヒアリングを実施した。

【引用文献】

- CBD (2007) *The potential environmental, cultural and socio-economic impacts of Genetically modified trees. Background document to the in-depth review of the forest programme of work.* UNEP/CBD/SBSTA/13/INF/6, 5 December 2007
- CBD (2008) *Compilation of views on the Potential Environmental, Cultural and Socio-economic Impacts of Genetically Modified Trees.* UNEP/CBD/SBSTA/13/INF/7, 13 January 2008
- FAO (2004) *Preliminary review of biotechnology in forestry, including Genetic modification.* Forest Genetic Resources Working Paper FGR/59E. Forest5 Resources Development Service, Forest Resource Division. Rome, Italy
- Hall, C. (2007) "GM technology in forestry: lessons from the GM food 'debate'." *International Journal of Biotechnology*, 9(5), Inderscience Enterprises Limited

立川雅司(2006)「EUにおける遺伝子組換え作物関連規制の動向―食品・飼料規則制定後の動きを中心に―」、藤岡典夫・立川雅司編『GMO・グローバル化する生産とその規制』農林水産政策研究叢書7号

山下憲博(2009)「中国の遺伝子組換え林木の現状」『遺伝子組換え樹木／遺伝子組換え作物をめぐる諸外国の政策動向』農林水産政策研究所

