


 巻頭言

## 遺伝子組換え作物と植物病理学

 岡山大学学術研究院 環境生命自然科学学域 いちの 瀬 せ 勇 ゆう 規 き


私は学部授業で「遺伝子工学」と「植物細菌病学」を担当している。「遺伝子工学」では、分子生物学の復習から酵素による核酸操作などの初歩的講義とともに、応用面として遺伝子組換え作物 (Genetically Modified Crops ; GMC) について紹介している。遺伝子組換え作物の栽培面積は 1996 年の 172 万 ha から増加の一途を辿り、2023 年には 20,626 万 ha にまで達している (バイオ情報普及会)。実に 27 年間で約 120 倍である。多くの方がご存知のように遺伝子組換え作物の主要作物はダイズ、トウモロコシ、ワタ、ナタネでありこの 4 種で全体の 99% 以上となっている。また、遺伝子組換え作物に付与された形質としては、除草剤抵抗性、害虫抵抗性あるいはその両者がほとんどである。

一方、世界の作物生産量において生物学的要因による損失量は、作物生産可能量のおよそ三分の一であり、その内訳は病原体、害虫、雑草が主要三大要因と言われている。しかしながら、遺伝子組換え作物の新規付与形質は、上述のように害虫抵抗性と除草剤耐性がほとんどで、病害抵抗性を付与された作物は数えるほどしかないのが現状である。その数少ない実用例が、ハワイのパパイアリングスポットウイルス抵抗性パパイアである。ハワイのパパイア産業はこのウイルスによって一時は壊滅的な状況に陥ったそうだが、パパイアにこのウイルスのコートタンパク質遺伝子を導入することにより、ウイルス抵抗性パパイアが育成され、パパイア産業も回復することができたという。しかし、GMC の栽培面積全体からすれば、病害抵抗性作物の栽培はほんのわずかである。何故、病害抵抗性 GMC は実用化されないのだろうか？ 上述のパパイアの例は、パパイアリングスポットウイルスに対しては抵抗性だが、そのほかの病原体に対する罹病性に変化はない。ウイルス核酸の導入により獲得される抵抗性は、基本的に導入核酸に対して同一の配列を持つ核酸 (ウイルス) を分解するサイレンシング効果によるものであるためだ。

広範な病原体に対して抵抗性を示す GMC はないのであろうか。実はわが国において、広範な病原体に対し高度抵抗性を示す GMC が 2 例報告されている。一つは *WRKY45* を高発現するイネである。*WRKY45* とはイネの転写因子遺伝子で、イネに抵抗性誘導剤ベンズチアゾールを作用した際に必須の役割を担うことが知られている。*WRKY45* 高発現イネはいもち病および白葉枯病に極めて強い抵抗性を示す。二つ目は、イネ遺伝子 *BSR1* (Broad-spectrum resistance 1) を高発現させたイネである。*BSR1* はレセプター様細胞内リン酸化酵素の一つで、微生物に特有の分子パターンを受容した植物細胞におけるシグナル伝達に寄与していると考えられてい

る。*BSR1* の高発現により防御応答シグナル伝達が増強され、抵抗性が高まったと考えられている。事実、*BSR1* 高発現イネは、いもち病や白葉枯病に加え、ごま葉枯病、もみ枯細菌病にも高い抵抗性を示した。興味深いことに、このイネは病害だけでなくヨトウムシに対する虫害抵抗性も増大することが示されている。また、*BSR1* はトマト、サトウキビ、トレンシアで高発現させた場合にもそれぞれの病害に対する抵抗性が増高したため、多くの作物において広範な生物ストレスに対する抵抗性増強に貢献することが期待されている。

一般的に、植物に病害抵抗性発現時に活性化する防御応答関連遺伝子を導入し、構成的に高発現させた場合、その植物は常にストレス状況下にあるようで、病害抵抗性は付与されるものの、正常な生育が阻害され、多くの場合、わい性となることが知られている。あるいは作物としての品質の低下、例えば発芽率の低下であるとか、部分的な褐変化などが起こることもあるという。いわゆる病害抵抗性と生育成長のトレードオフの関係である。そこで、高い病害抵抗性を示すものの、わい性であったり、作物としての品質に不都合が生じることをないように、高発現プロモーターを敢えて中程度の発現プロモーターや病原菌により誘導される植物遺伝子のプロモーターに置き換えたりすることにより、解決の糸口が探られている。また、病害抵抗性を担う主要ホルモンであるサリチル酸経路の抵抗性を増強すると、活物寄生菌や半活物寄生菌に対する抵抗性は増強されるものの、逆にサリチル酸と拮抗作用のあるジャスモン酸経路の抵抗性は低下し、殺生菌に対しては罹病性が増高してしまうことも報告されている。広範な病原体に対する抵抗性を高めるためには、特定のホルモン経路だけを活性化する遺伝子導入は適していないようだ。上述の *WRKY45* や *BSR1* を高発現させた GMC においても生育阻害等の問題が生じたいが、プロモーターの工夫により克服できているという。

私は「遺伝子工学」の授業などを通して、受講生に長らく GMC に関するアンケートを行っている。20 年ほど前は多くの学生がこの新しい技術に警戒感を持って受け止めていたようであるが、最近では以前と異なり、ほとんどの学生が既に多くの実利を享受している現実を素直に受け止めており、ハードルは確実に低くなっていると感じている。*WRKY45* や *BSR1* 高発現作物など、これらの素晴らしい研究成果が実際に農業の現場で生かすことができる日が来ることを切に願っている。なお、本稿を記すに当たり、*WRKY45* と *BSR1* 研究について農研機構の森昌樹様に情報をご提供いただいた。ここに記して感謝したい。

(日本植物病理学会 会長)