

研究 人類の未来を救う スーパー植物への期待

静岡県立大学
食糧(植物)細胞工学研究室
小林 裕和 助教授
静岡市谷田52-1
☎054-264-5582

訪問

植物は、炭酸ガス(CO₂)と水から有機物を作り酸素を発生する。人間を含む動物は、植物なしでは生きられない。しかし20世紀後半になって、人口が激増し工業化による大気中CO₂濃度上昇、土壌の砂漠化などが顕著になった。人間にとって何よりも大切な食糧が不足する危険性が高くなっている。これらの難問を打開する方法として現在研究されているのが、植物バイオによる新しい植物の創造である。

植物は光合成によって有機物を生産する。主な材料は空気中のCO₂と水。その際、酸素が空气中に放出される。しかし、現在の食用植物の光合成能力には限界がある。もし、現在より光合成の能力が高くなれば、より大量の炭水化物が生産され、空気中のCO₂濃度も減少することになる。つまり、食糧不足と、CO₂増加の二つの問題が一挙に解決できる可能性が高い。

また現在、砂漠化したり表土に塩分が析出して使えなくなる農地が続出、世界的な問題になっている。しかし、悪い条件に耐えられる作物をつくれれば、耕地として再び利用可能になる。

静岡県立大学大学院生活研究科学研究科、食糧(植物)細胞工学研究室の小林裕和助教授は、バイオテクノロジー

によって、有用な性質を持った植物を作る研究を続けてきた。1996年には遺伝子の組換えにより光合成効率を高める酵素の作出に成功、地球環境産業技術研究機構(RITE)との共同研究の成果として発表した。同助教授は、耐塩性遺伝子や強光耐性遺伝子の研究も並行して進めている。これらの有用な性質をすべて備えたスーパー植物の作製が当面の研究目標である。

スーパールビスコ遺伝子の組換え

植物の光合成のCO₂固定反応には、少なくとも13の酵素が順次働いている。最初に大気中のCO₂の取り込みをする酵素が、リブローズ-1, 5-ニリン



▲耐塩性シロイヌナズナ。海水の約半分の塩濃度での生育。(写真右側)

酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ(Rubisco)。この通称ルビスコという酵素が、光合成全体のスピードを決めていると考えられている。CO₂濃度の高い温室などでは、野菜類が大型化することが知られており、最初のCO₂取り込み量が多ければ生産量も増大する。つまり、ルビスコの改良が作物の生産増に直結する可能性が高い。

生物の酵素は、連結した20種類のアミノ酸の組み合わせでできている。単細胞の光合成細菌の酵素も、進化した双子葉植物の酵素も性質はほとんど同じものだ。小林助教授らは光合成硫黄細菌を使って、ルビスコのアミノ酸を一部分、他のアミノ酸に置き換えて、機能活性の変化を調べた。その結果、ルビスコのアミノ酸を2ヵ所リジンに置き換えると、通常的光合成硫黄細菌の2倍のCO₂固定能力が出ることが分かった。これは高等植物ルビスコの5倍以上の活性に相当する。

このスーパールビスコの遺伝子を現在はシロイヌナズナとタバコを材料に、高等植物に導入し発現させる研究

を進行中だ。シロイヌナズナはペンペン草の仲間で、いわゆる雑草だが、現在DNA含量が分かっている高等植物の中で、一番その含量が低い。そのため遺伝子組換えなどの実験上、扱いやすく、よく実験材料にされる植物。タバコは、遺伝子組換えしやすいモデル実験植物として知られている。

「スーパールビスコ遺伝子が、これらの高等植物でも機能を発揮すれば、スーパー植物に一步近付いたことになります」小林助教授は「さらに、塩耐性と強光耐性を持たせて、砂漠でも塩分析出土壌でも育つ作物を作りたいわけです」と続ける。

塩分にも耐えて育つ植物

多くの作物は塩耐性が弱く、塩分が析出した耕地や、海岸では成長できない。また、若い植物は強い光に弱い。特に低温、低CO₂濃度状態で光合成が阻害される。

小林研究室では、これらの悪条件に耐える植物を作る研究が行われている。塩分に強くするためには、塩耐性遺伝子を確保する必要がある。同研では、モデル実験植物としてシロイヌナズナを用い、さらに化学処理によってDNAを変化させ、海水の2分の1の濃度の塩水でも成長できる個体を作りだした。この個体の持つ塩耐性遺伝子の解析が現在進められている。

強光耐性遺伝子の方は、形質転換効

率の高いラン藻が材料になった。強光による光合成阻害は、活性酸素によるタンパク質損傷によって起こる可能性が高い。小林助教授は、光合成反応の中心を構成するD1タンパク質を改造すれば、光による損傷が起こらなくなると考えた。

ラン藻は、大量培養しやすい微生物。D1タンパク質遺伝子を試験管内でランダムに改変し、ラン藻細胞内に導入した。約50万の形質転換したラン藻を、野性株が生育できないような強い光を当てて培養し、生き残ったものを選抜、約20種類の変異遺伝子をスクリーニングした。

同研は、スーパールビスコ遺伝子と塩耐性遺伝子、強光耐性遺伝子を高等植物に組み入れて、2、3年以内にスーパー植物を作りたいとしている。高等

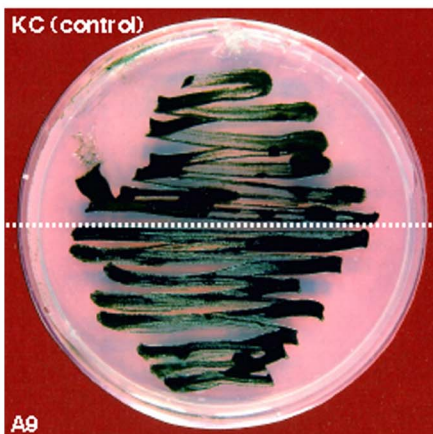


▲小林裕和助教授

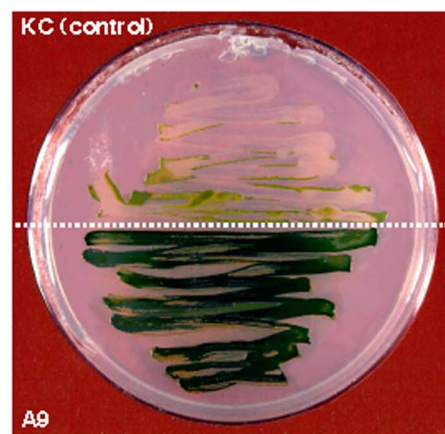
植物の場合、核と葉緑体の両方に遺伝子があり、微小な葉緑体の遺伝子組換えは難しい。

小林助教授らは、困難な葉緑体の遺伝子改変手法を確立し、スーパー作物を作り出すという、人類の未来がかかった研究の先端を走っている。

A 50 μmol m⁻² s⁻¹



B 320 μmol m⁻² s⁻¹



▲強光耐性改変遺伝子を持つラン藻（プレート下側）と持たない野性型ラン藻（プレート上側）。通常光（左）と強光（右）