

「食品・環境等の産業利用分野」の成果

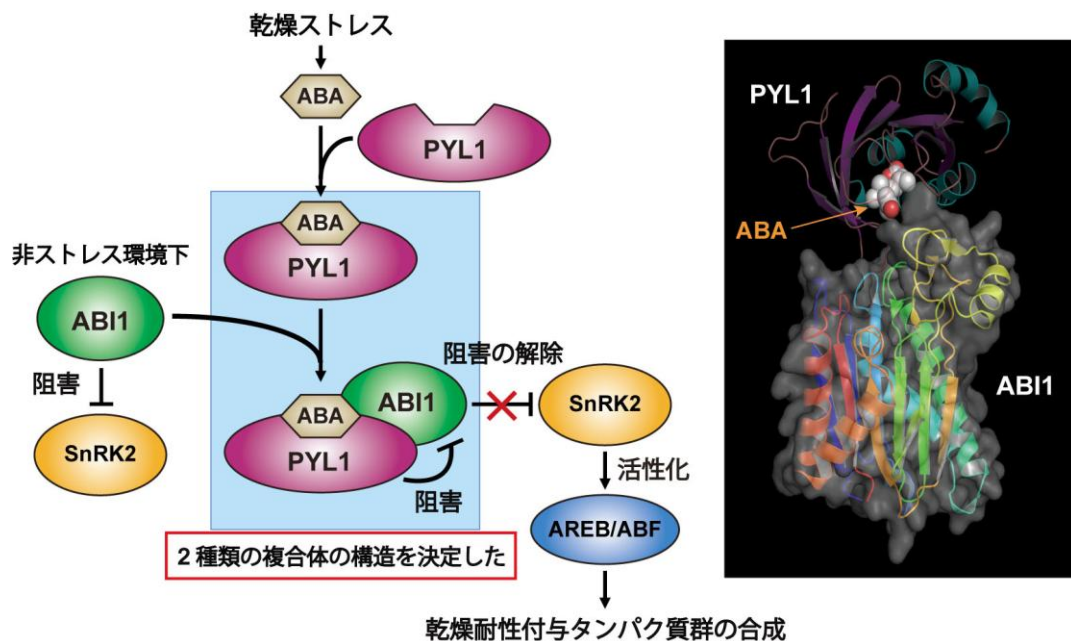
この分野では、植物ホルモンの研究、フェロモンの研究、酵素を利用した有用物質生産の研究が、私たちの生活に直結する成果をあげています。

3つの植物ホルモンが働くしくみを解明——品種改良への貢献に期待

植物は、生長、開花などを調節する物質を自ら作っています。これらは「植物ホルモン」と呼ばれ、おもなものは6種類あります。日本は、これまでも植物ホルモンの研究をリードしてきていますが、本プログラムでは、このうちの3つが働くしくみを着々と解明し、世界のトップを走っています。

奈良先端大の島本グループは、花を咲かせる「フロリゲン」という植物ホルモンを数年前にイネから発見し、小さなタンパク質であることを突き止めていました。最近、このフロリゲンが、他のタンパク質と結合して複合体を作り、その複合体が開花を引き起こす遺伝子に働きかけることを明らかにしました。現在は、この複合体の構造解析を進めています。複合体の構造と機能がわかれば、それに基づいてフロリゲンの構造を変化させ、開花を自在に操ることができるようになります。天然のフロリゲンよりも開花を早く、多くする「スーパーフロリゲン」を作れば、植物が若いうちに花をたくさん咲かせたり、実をたくさんつけさせたりすることができます。逆に、開花を抑える「アンチフロリゲン」を作れば、花を咲かせずに茎を伸ばすことができ、牧草やイグサなどの栽培に役立ちます。

一方、植物が乾燥状態におかれたときに作られる「アブシジン酸」という植物ホルモンについては、東大の田之倉グループが大きな成果をあげました。細胞の中にあるアブシジン酸が受容体・信号伝達因子（いずれもタンパク質）と結合した複合体の構造を決定したのです。これにより、アブシジン酸という信号が、どのようにして植物に乾燥耐性をもたらすのかという詳しいしくみが明らかになりました。この知見は、植物に乾燥耐性を与えるような薬剤の開発や、乾燥耐性をもった品種の創出を合理的に進める大きな力となり、世界の食糧事情の改善にもつながるものです。



<図説明> アブシジン酸の信号伝達機構と解析された複合体の構造

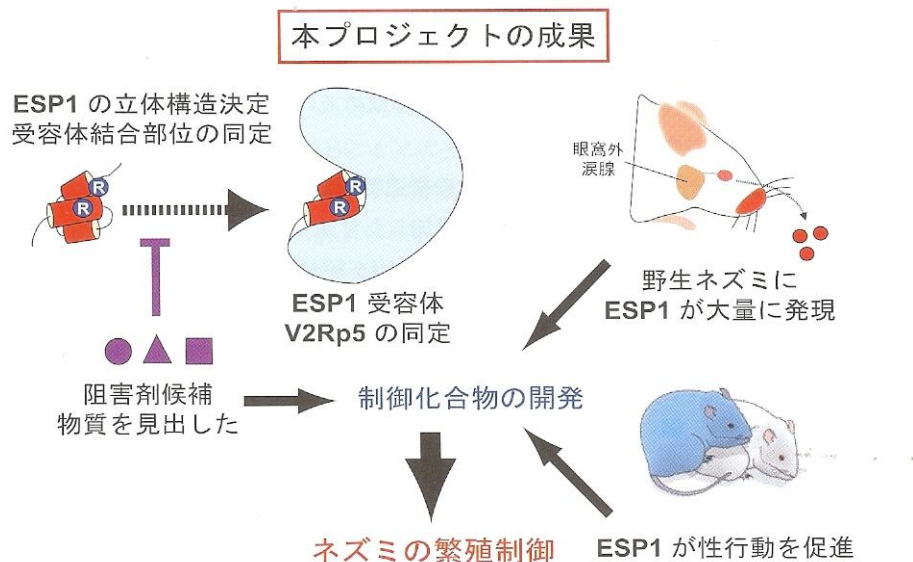
植物の生長を促す植物ホルモンである「ジベレリン」についても、名大の松岡グループが受容体の構造を決定しました。ジベレリンが受容体にどのように結合するかが明らかになったのです。これを利用して、ジベレリンがより結合しやすい構造の受容体を作れば、その受容体をもつ植物は生長が速くなるので、食糧作物や代替エネルギー作物の開発に大いに役立ちます。逆に、ジベレリンが結合しにくい受容体を作ることもできます。現在、イネの背丈が伸びすぎて倒れるのを防ぐため、ジベレリンの合成を抑える薬剤を散布することがありますが、受容体を受容性の鈍いものに変えれば、この散布は不要になります。

このように、植物ホルモンがどのように働くかを、タンパク質の構造に基づいて理解することは、新たな性質をもった植物を創出するのに役立ち、食糧生産に大きなインパクトを与えることになります。

フェロモンを使ったスマートな害虫・ネズミ駆除で清潔な環境作り

フェロモンは、動物どうしがコミュニケーションをとるための化学物質で、特に、繁殖行動の際に重要な役割を果たしています。熊本大の寺沢グループは、マウスやネズミなどげっ歯類のフェロモンの1つ (ESP1 というタンパク質) の立体構造を決定しました。ESP1 は、オスの涙腺から分泌され、これに触れたメスはオスの求愛行動を受け入れやすくなります。このコミュニケーションを断つことができれば、マウスの数は自然に減っていくことでしょう。そこで、同グループでは、ESP1 の立体構造をもとに、ESP1 と結合してその働きを抑えるような化合物を探索し、すでいくつかの候補物質を見つけています。さら

に、このフェロモンの受容体や、他のフェロモンの構造解析も進めており、フェロモンを利用したネズミの繁殖制御を目指しています。



<図説明>野生マウスでは、ESP1 が大量に作られることも同グループが突き止めた。

昆虫のフェロモンに関しては、東大の永田グループがカイコでフェロモンの合成スイッチをオンにする PBAN というホルモンと、その受容体の構造解析に取り組んでいます。最終的な構造はまだ決定されていませんが、構造に関する情報をもとに PBAN の一部のアミノ酸を入れ替えると、スイッチを逆にオフにする場合があることを見いだしており、フェロモンを作らせないことで害虫の繁殖を抑えるという、新たなタイプの農薬の創出につながる事が期待されています。

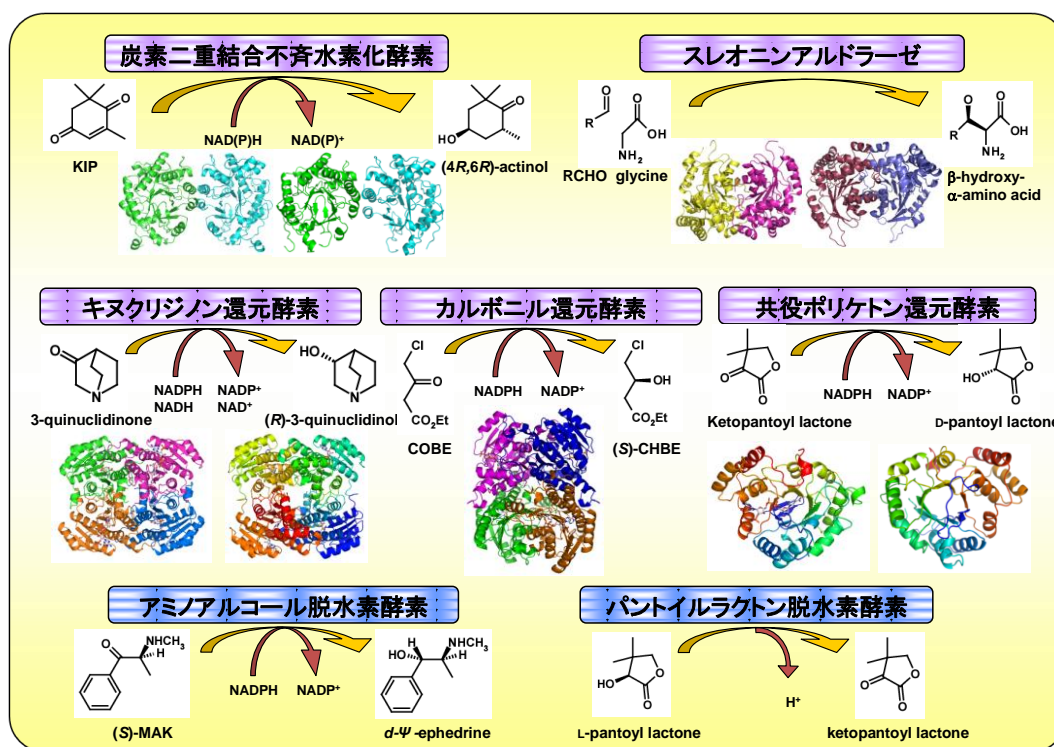
このほか、排水管のぬめりや歯垢（しこう）などのバイオフィルムを分解する細菌を、京大の橋本グループが研究しています。これはスフィンゴモナス属の細菌で、フィルムの主成分である巨大な多糖を飲み込んで分解するために、いくつものタンパク質が組み合わさった巨大な装置をもっています。同グループでは、それらのタンパク質の構造解析をほとんど終え、主要なタンパク質と多糖の複合体の構造解析に取り組んでいます。この「装置」は他の細菌にも移植可能で、環境浄化に応用できるだけでなく、緑膿菌の感染に必要なバイオフィルムの除去など、感染防御にも役立つ可能性があります。

地球にやさしい合成プロセス——複雑な化合物を省エネルギーで

生物は体内でさまざまな物質を生産しており、その反応を進めているのが「酵素」というタンパク質です。生物のもつ酵素を使うと、化学合成に比べて省エネルギーで複雑な化合物を合成できるため、酵素は有用物質の生産に多く利用されるようになってきました。

本プログラムでは、酵素の構造を決定して反応が起こる過程を明らかにし、酵素の構造を改変することで、生物では起こらない反応を行わせようとする研究がいくつか行われています。

その1つとして、京都学園の清水グループは、右手型と左手型が存在するキラル化合物の片方だけを作り出す酵素について、このような「構造に基づく機能改変」を行っています。特筆すべきは、酵素が働くときに必要な「補酵素」と酵素の複合体の構造を決定し、それをもとに、本来の補酵素より入手しやすい別の補酵素で酵素が働くように構造を改変できたことです。酵素を使う多くの有用物質の合成では、原料となる化合物の他に補酵素が必要であり、その価格も生産コストに影響するので、これは大きな成果です。



<図説明>キラル化合物生産に有用な酵素群とその立体構造