

植物育種学教育・研究分野

Plant Breeding Science

我々人類にとって有用な形質を持つ新しい植物を作り育てることを、植物育種学といいます。植物育種学教育・研究分野では、植物の中で起こっている様々な現象を正確に知り、その知識を植物育種に役立てることを目指してタンパク質や遺伝子の研究を行っています。

タンパク質は細胞の中で「働き手」として機能しています。例えば酵素として働くタンパク質は、細胞を構成する物質の合成や分解反応ばかりではなく、外界からの刺激に対する応答反応を制御していることも知られています。また、必要に応じて目的の遺伝子の発現を誘導している因子もタンパク質です。したがって、細胞の中で働くこれらのタンパク質の機能を知ることは植物育種にとって極めて重要なことなのです。

一方、「働き手」としての役割を担うタンパク質の設計図が遺伝子です。遺伝的な改良を行って有用な形質を持つ植物を作成するためには、有用な遺伝子を特定することが必要不可欠となります。また、タンパク質の機能を知る上でも、遺伝子を使った研究はとても有効です。現在、一部のモデル植物では全ゲノム情報が明らかにされ、遺伝子の解析を行いやすい研究環境が整ってきました。しかし、多くの植物種では未整備な状況にあります。したがって、多くの植物種で有用な遺伝子を特定するための技術を開発することも植物育種学では重要となります。

以上のような視点から、私たちの研究室では次のような研究を行っています。

1. 発芽能が高く寿命が長い種子を作成するために

植物の成熟した種子は、環境条件が整うと発芽します。この種子の発芽という現象は、休止していた生理的な活動のスイッチをONにし、爆発的な成長を誘導する過程だと捉えることができます。発芽誘導機構の解明は、栽培法に直結する問題なので重要ですが、未だ不明な点が多くこのされています。また種子は、環境条件がそろわなければ長期にわたり生理的休止期間を延長し、成長するのに適した環境になるのを待つことができます。400年前の遺跡から発掘されたハスの種子が、発芽能を有していた話は有名です。「寿命が長い」という形質は、良質の種子を持つ性質として強く求められています。私たちの研究室では、発芽を制御する酵素、発芽時の遺伝子発現を誘導する因子、種子の寿命に関わる遺伝子などについて、イネを材料として研究を進めています(図1)。

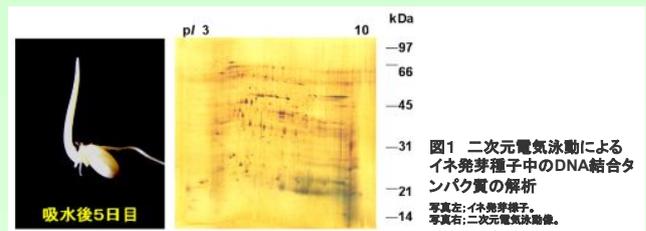


図1 二次元電気泳動によるイネ発芽種子中のDNA結合タンパク質の解析
写真左: イネ発芽種子。写真右: 二次元電気泳動像。

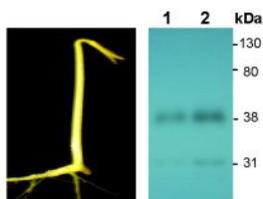


図2 乾燥ストレスで活性化されるキュウリ葉中のプロテインキナーゼの検出
写真左: 乾燥ストレス処理をしたキュウリ幼葉植物体。写真右: キュウリ葉中のプロテインキナーゼの活性の解析。(Lane 1: 水処理, Lane 2: 乾燥ストレス処理)

3. 概日リズムのしくみを明らかにするために

地球上で生活する生物の多くの生命現象は、概ね24時間の周期で起こることが知られています。これらのリズムをもった変化は、「概日リズム」と呼ばれています。概日リズムを持つ現象は、昼夜が逆転した場合や、「24時間屋」というような極端な環境でも自立的に継続して起こります。海外に行くと「時差ぼけ」になるのも、この概日リズムがあるからです。植物の様々な現象にも概日リズムがあり、農業上重要な形質に関わることがあります。例えば花成の誘導です。植物の中には日長により花成を誘導する時期が決まる種があり、この現象に概日リズムが関わることがあります。私たちの研究室では、イネの花成の誘導に関与する酵素と、概日リズムとの関係について研究しています。また、葉緑体の祖先と極めて近い生物でもあり、概日リズムの研究に適したシアノバクテリア(ラン藻)を材料として用いた研究も行っています(図3)。

2. ストレスに強い植物を作成するために

栽培に適した土地に限りがあることを考えると、様々なストレス条件下でも生育できる作物を作成することは、植物育種学の中でも緊急に解決すべき課題です。「乾燥ストレス」や「低温ストレス」は、農業でも特に深刻な問題です。したがって、ストレスに強い植物の中で起こっている現象を知ることや、ストレスが植物細胞内でどのように感知されているのかを明らかにすることは重要です。ストレスに応答する機構では、まず植物細胞でストレスが認識され、そのストレスのシグナルが細胞内に伝わり、その結果ストレスに対応するため反応が起こります。キュウリを材料にしたこれまでの研究から、「乾燥ストレス」のシグナル伝達で働いていると考えられる酵素(プロテインキナーゼ)が見つかっています(図2)。また北海道で多く栽培されているダイズを材料にして、「低温ストレス」に応答するタンパク質の解析も行っています。

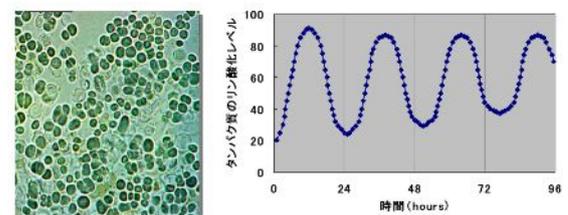


図3 シアノバクテリアの概日リズムに関わるタンパク質の探索
写真左: シアノバクテリア(Synechocystis sp. strain PCC 6803)。写真右: タンパク質のリン酸化反応に見られる概日リズムのモデル。

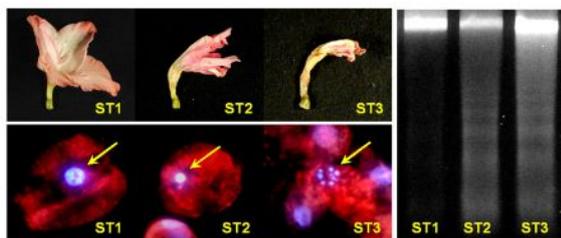


図4 花卉の老化に関与するプログラム細胞死
写真左上: グラジオラスの花弁が老化する様子。写真左下: 老化した花弁で細胞核(矢印)が凝縮して断片化する様子。写真右: 老化した花弁でDNAが断片化している様子。

5. 作物を改良する期間を短縮するために

工業製品とは異なり、作物の改良(育種)には多くの時間がかかります。通常、一つの新しい品種を育成するのに10年ぐらひは必要であるとされています。しかし、人口の増加や環境の悪化が急速に進んでいる現在、それらの変化に対応していくためには、より短い期間で作物の改良を行っていく必要があります。特に、ストレスに対する反応や老化など、プログラム細胞死に関与している植物の性質を改良していくことは、作物の安定的な生産を維持していくうえで重要ですが、従来の育種技術ではそれを短期間に行うことは困難であると予想されます。そこで、私たちの研究室では短期間にそれらの性質を改良することを可能にする新たな育種技術を確立するため、ゲノム情報を利用したDNAマーカーの開発や有用遺伝子の特定などを試みています(図5)。

4. 収穫後の作物の鮮度低下を抑えるために

野菜や果物、切り花などを購入した人は、それらができるだけ長持ちすることを期待します。しかし、多くの農作物は収穫した後、急速に老化が進み、鮮度が低下してしまいます。この鮮度の低下を抑えることができれば、収穫後の農作物を長期間保存することも可能となり、生産や消費の無駄を減らせるかもしれません。そこで、私たちの研究室では植物が老化するメカニズムを明らかにして、鮮度の低下を抑えた新しい農作物を開発するための研究を行っています。これまでの研究により、植物の老化にはプログラム細胞死と呼ばれる現象が関与していることを明らかにしました(図4)。これからは、このプログラム細胞死を誘導している遺伝子を明らかにして、老化の進行を遺伝的に制御する方法を開発していきたいと考えています。



図5 花卉の老化に連鎖したDNAマーカーの探索
写真左: パラの花弁老化に見出された品種間差。写真右: RAPD法によりDNA多型を抽出している様子。