

Organ Differentiation in Plants Responding to Environmental Stimuli

環境に対する植物の分化応答機構

プロジェクトリーダー 町 田 泰 則

名古屋大学 大学院理学研究科 教授



1. 研究の目的

将来における人類の生存と社会的発展にとって、地球環境と食料問題は重要かつ焦眉の問題となっています。歴史上、人間は、天変地異による飢饉あるいは伝染病等の蔓延により繰り返し生存の危機に直面してきました。しかし、昨今の地球温暖化、酸性雨、環境ホルモン等に代表される地球環境の悪化は、これまでに人間が経験してきた直接的危機とは異なり、よりグローバルな形で人類の生存そのものを脅かしつつあると言えます。つまり、現在の危機は地球上のすべての生物に対して全体的かつ長期的・漸進的であると考えられます。これを解決するためには、人間以外の生物と共生できるように地球環境を整えつつ、食料増産をはかることが肝要でしょう。特に、植物は動物生存のための重要なパートナーであり、必須な環境要因そのものでもあります。ですから、生存に適した環境作りを進めるだけでなく、生育条件が拡大した新しい植物を作り出すことが必要となります。さらに将来的なことを考えると、人間が地球を離れて生活する可能性も見据える時期にすでに入っているのではないのでしょうか。地球外での生存環境の維持と食料確保の方途を今から探ることも必要でしょう。

そのような新しい植物を育種するためには、植物の特性を多角的に研究し、その潜在能力を科学的に理解することが必要です。植物は、有性生殖を経ずに、個体から個体を発生することができます。このような植物の個体再生・無性的増殖には、光や植物病原微生物の機能など種々の環境要因が関わっていることが知られていますが、その仕組みを分子のレベルから知ることは、特に重要であると考えます。本研究プロジェクトでは、このような環境刺激による個体や器官の発生・分化の仕組みを解明すること、そのための研究手法を開発することを目標にしています。これにより、植物の繁殖・増殖に関わる能力を知ることができ、植物育種の新たな方途を見通すことができると期待されます。



2. 研究内容

植物の主要な器官である根、茎、葉の発生分化にはオーキシンやサイトカイニンといった生理活性物質（植物ホルモン）が重要な役割を果たしていると考えられています。また、これらの器官発生とカップルして細胞の増殖が起こります。環境刺激にตอบสนองして植物が様々な器官を発生分化する時にも、刺激はこれらのホルモンあるいはそれらの標的タンパク質などを介して発生分化を誘導すると考えられます。つまり、環境刺激による分化誘導は、通常は複雑に絡み合った発生分化反応の一つの側面を強調している現象であるとして見ることが出来ます。私たちは、まず種々の環境刺激がどのような遺伝子やタンパク質分子を介して特定器官の発生分化を誘導するのかを研究します。さらに、発生分化におけるそれらの分子の機能を詳細に研究する計画です。また、環境刺激のシグナルと植物が保持している細胞内因子のネットワークとの接点を知るために、有性生殖過程における器官分化の研究も行っています（図1）。

(1) 環境応答プログラムの解析

本研究では、環境因子として病原微生物であるアグロバクテリウム属の細菌、組織培養系に添加するオーキシンとサイトカイニン、光、ショ糖を取り上げています。アグロバクテリウム属の細菌は植物に感染すると、自らが保有する一群の遺伝子（腫瘍形成遺伝子）を植物染色体へ転移させ、細胞の自律的増殖（ホルモン無しの増殖）を誘導し、瘤（腫瘍）、根、茎・葉を形成します（図2A, B）。すでに、細菌由来の複数の腫瘍遺伝子が知られています。例えば 6b 遺伝子は、細胞内で単独で過剰に発現させても、図2Cに示すように、細胞の自律的増殖や根を誘導できます。また、rolB 遺伝子は細い根を大量に発生させる（図2B）遺伝子の一つです。しかし、これらを含め多くの腫瘍遺伝子の機能はわかっていません。私達は、タバコを用いて、これらの遺伝子から合成されるタンパク質と相互作用する植物のタンパク質を単離・同定し、その機能を研究しています。また、組織培養におけるオーキシンとサイトカイニンの作用の仕組みを知るために、それに対する応答が異常となったシロイヌナズナの変異体を研究しています。茎・葉の誘導には光が必要です。このような過程に関わっている遺伝子を同定し、その発現様式や性質を調べることにより、光による器官分化の仕組みを研究しています。光合成で作られたショ糖は体内を運ばれ、根に貯蔵される場合もあります。このような糖は、根の形態や原基形成にも顕著な影響を与えます。このような効果をシロイヌナズナの変異体を用いて研究しています。すでに、私達は、6b や rolB と相互作用する植物因子を単離・同定しています。また、環境刺激に異常な応答を示す変異体も多数分離しています。これらは、今後の研究発展の重要な基礎となると期待しております。

(2) 個体発生プログラムの解析

通常の発生過程では、すべての器官は、茎頂と根の先端にある成長点（メリステムと呼ばれています）から、個体の成長にともなって発生分化してきます。従って、メリステムの形成を知ることは、植物の分化の研究にとって大変重要な問題となっています。本研究では、このようなメリステム形成の仕組みをシロイヌナズナを用いた分子遺伝学的研究により解明しています。すでに、側根のメリステムが形成されなくなった変異体や茎頂のメリステムの大きさが変化したり、無くなった変異体が分離され、現在精力的に研究が進められています。

(3) 遺伝子破壊法の開発

上記した研究から種々の遺伝子が単離された場合、構造研究や生化学的研究により、それらの遺伝子のある程度の機能を推察できると期待されます。次に、それらの遺伝子の個体全体における役割を理解するためには、その遺伝子を破壊した変異体を作成して、その表現型を調べることが必要になります。しかし、植物では特定の遺伝子をねらって破壊する方法は、まだ一般的ではありません。そこで、本プロジェクトでは、相同組換えやトランスポソンを利用して、このような遺伝子破壊法の開発を行っています。

3. 研究の体制等

期 間：1997 年 7 月 ～ 2002 年 3 月

構 成：プロジェクトリーダー 1 名、コアメンバー 2 名、プロジェクトメンバー 5 名、研究協力者 1 名

実施場所：名古屋大学大学院理学研究科

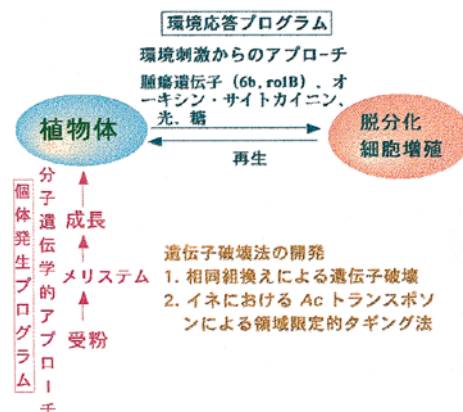


図1. 環境に対する植物の分化応答機構の研究の全体像

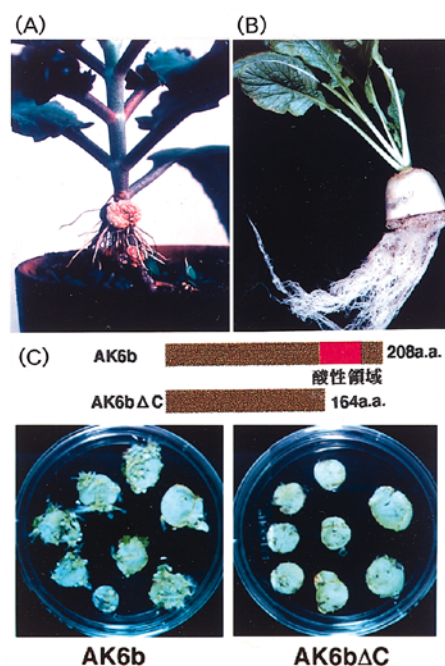


図2. アグロバクテリウム属により誘発された植物細胞の異常増殖（腫瘍化）。(A) クラウンゴール腫瘍（瘤）；(B) 毛状根；(C) AK6b 遺伝子をタバコ葉切片的の細胞に導入して誘導された自律的細胞増殖（左）。AK6b Δ C はカルボキシル末端付近の酸性領域の欠失変異遺伝子（上図）を導入したもの。この場合には増殖は見られなかった（右）。

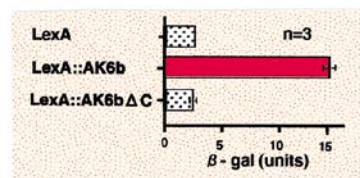


図3. 酵母細胞を用いて 6b タンパク質の転写活性化能を調べた結果。LexA::AK6b は酵母細胞中で UASLexA::LacZ (β-gal) 遺伝子の転写を活性化した。そのような活性化は AK6b Δ C では見られなかった。