

環境変化に応答する植物の危機管理システム

東京大学大学院総合文化研究科 生命環境科学系 教授 渡邊 雄一郎

【私の研究】

近年頻繁に猛暑、大雨、台風、地震に見舞われ、日本列島中、様々な自然災害が起こっています。被害に遭われた方々には心からお見舞い申し上げます。様々なインフラ設備、家屋、生活基盤となる田畑、森林、沿海部に多くの深刻な被害が起こりました。



図 1 被災から一年経過した陸前高田市の地で、
生えていたナズナ植物体

被災地に行った際に足下に植物を見つけました（写真 1）。身近な植物の一つ一つを見ると非常に弱い存在に見えます。でも考えてみると陸上に植物が登場して 4.5 億年が経過しています。その間恐竜などが絶滅するような大きな気候変動があっても植物は生き続けてきました。様々な気候に適応してきた植物が分化しています。陸上に上がった植物のうち、水を確保し、大きな温度変化に対抗しながら、現存している植物は絶えることなく生き続け、それらが動物や我々人類の生きる糧ともなっているわけです。

植物がさまざまな遺伝子の発現調節を受けて発生が進む様子について私たちは多く研究してきました。そして様々な環境変化に対応して、植物がどのように遺伝子のスイッチをオンまたはオフにしているかについて研究してきました。人が植物を直接育てる際には彼らが平穏に成長するように何らかの方法で守ろうとします。自然の中で環境変化が起こっ

た際には植物は弱くてすぐに枯れるわけではなく、自ら何らかの抵抗をします。発生あるいは成長する過程で生育環境が劣悪になった時、植物は多くの場合、さまざまに遺伝子の発現パターンを変えるのです。例えば他の植物の陰などで芽生えてしまった幼植物は、早く日に当たろうとし、茎の伸長を早めることがよく知られています。私は植物がこうした潜在的にもつ遺伝子の発現パターンを変えること、それによる適応の可能性に興味を持っています。植物が危機管理のために持っている未知なる遺伝子発現パターンを知りたいと思っています。こうしたことを知ることは、サステナブルな農業、林業のために、そして起こるかもしれない地球の環境変動の中で生物・人類がいかに生きていくべきかを指南する鍵を学ぶためにも意味があるに違いありません。

植物は通常より高い温度にさらされた際に、それまでと異なる遺伝子の発現パターンを示します。こうした新たな遺伝子発現パターンが、高温に対して耐性を示す上でどのような意義があるのか（生存のための生物学的意義）、どのようにダイナミックに遺伝子発現パターンを変化させるか（生存のための危機管理体制）に興味を持っています。植物は一般に 2.5 ~ 5 万種ほどのタンパク質遺伝子を持ちます。高い温度にさらされたとき千を超える数の遺伝子の発現上昇、それと同時に同じ数ほどの遺伝子の発現を低下させます。これは発現を上げる転写開始といった機構だけでは説明ができません。環境変化の前に発現していて“役に立たなくなった”遺伝子、あるいは緊急時となって“優先順位の低い”遺伝子の発現を抑える必要があります。いわば、植物は目的に見合った遺伝子の発現というスイッチをオンにし、目的にそぐわない遺伝子の発現スイッチをオフにする仕組みを持っていると言えます。その中で、私は特定の遺伝子 mRNA からのタンパク質翻訳を抑える仕組みとして、特定の mRNA 種の分解機構(図 2、図 3)に注目しています。

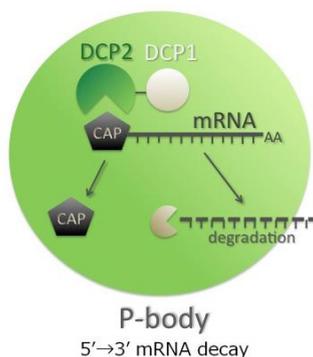


図 2 特定の mRNA を分解する構造体 P-ボディ
真核生物が共通に細胞質にもつ構造体であり、その機能は
生育、生存に必須である。



図 3 特定の mRNA からの翻訳を抑制する構造体 ストレス顆粒 (SG)

真核生物が共通に細胞質にもつ構造体であり、その機能は生育に必須である。特定の mRNA を緊急避難させる構造体で、危機の状況が去ると、再度その mRNA は利用できるようになると考えられている。

また、マイクロ RNA という 19-24 ヌクレオチド長ほどのノンコーディング RNA による特定 mRNA の抑制機構にも目を向けて研究をしています。その仕組みを解析するために、シロイヌナズナから研究を始め (図 4)、

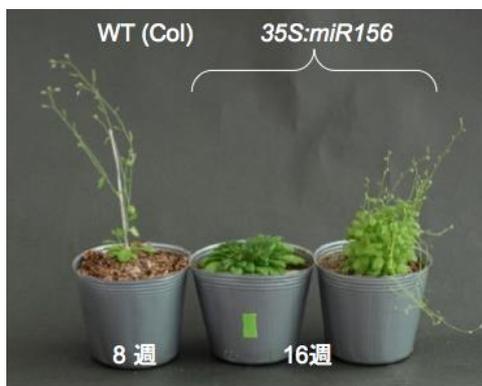


図 4 miR156 というマイクロ RNA が常に発現しているシロイヌナズナ (*35S:miR156*) では、通常の植物 (WT) と比較して、なかなか花が咲かない。

現在は陸上植物の中で基部に位置するゼニゴケにも対象を広げました。ここでご紹介したような環境変化に応答するための待機遺伝子、発現の制御機構に関わるタンパク質遺伝子、あるいは危機管理の機構などは、陸上植物がいずれも例外なく持っていることが様々な植物研究から明らかとなっています。こうした危機管理に関する発現制御のシステムを理解しようとしています。その研究を通じて、陸上植物の根幹にかかわる重要な戦略を明らかにし、人と植物の世界の共存を様々な考えていきたいと思ひます。