

植物遺伝子工学研究室

植物の未知なる能力を遺伝子レベルで明らかにする。

地中に根を張る植物は、暑くなっても水分が足りなくなっても、逃げることはできない。移動することのできない植物はどのように環境の変化を察知し対応しているのだろうか？こんな疑問が研究の始まりです。

教授 田中 重雄

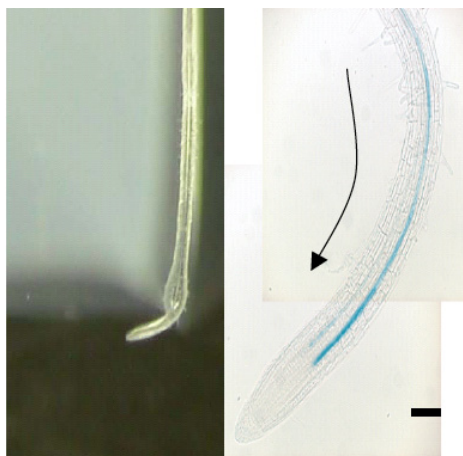
准教授 坂田 洋一

助教 太治 輝昭

植物の感覚応答と農業的応用

— “農業をする作物”の創出

植物は、生命維持に必要な水、養分、酸素、接触、温度、pHなどのセンサーを発達させ、わずかな環境の変化にも敏感に適応できるように進化してきました。地下深くにある遠くの水を感知し、根を効率よく水源まで発達させ、水の吸収を容易にするのは、車のナビゲーションのような働きをする水センサーがあるからです。お百姓さんは、作物に水や肥料をやり、また畑を耕して、土を軟らかくし酸素の供給を高め、pHや温度環境を整えて、たくさん収穫できるようにしますが、植物はセンサーを用いて最適環境を探索し、時には悪い環境を改善しながら暮らしています。お百姓さんのする仕事



水分屈性を示す植物の根

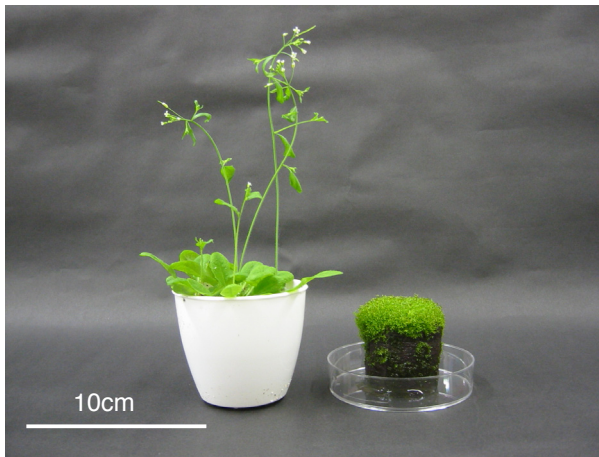
をもっとできるような遺伝子組換え植物を作れば、“農業をする作物”を活用した新たな農業も可能です。以下に私たちが現在取り組んでいるテーマの一部を紹介します。

植物ホルモンアブシジン酸 (ABA) を中心とした陸上植物の水分ストレス耐性の比較ゲノム学

植物は今から4.3億年前に陸上に進出し、現在の繁栄を築きました。植物が陸に上がるときに最も問題となったのが水分ストレスです。それまでは細胞の周りに豊富にあった水が、陸上では土壤に含まれる水分を積極的に吸収する必要があります。また、温度は高温から凍結まで昼夜や季節で大きく変動します。植物はどのようにしてこの水分ストレスに対応することができたのでしょうか。私たちは、その秘密を解く鍵がコケ植物にあるとらんでいます。コケ植物は植物が最初に陸上に進出した当時の特徴を現在も残しており、高山や極地といった高等植物が生育できないような場所にも生育するしぶとさを持ち、今の高等植物が失ってしまった柔軟性の高い環境応答能力を持つ優れた遺伝資源と捉えることができます。このコケ植物を研究することで、現在の作物は失ってしまった、未だ明らかにされていない植物の水分ストレス耐性機構が明らかになることが期待できます。ヒメツリガネゴケは遺伝子ターゲットングが可能な新たなモデル植物として、そのゲノム配列が解読されています。このヒメツリガネゴケと、やはりゲノム解読が終了して遺伝子機能解析が進んでいるシロイヌナズナを用いて、両者を比較しながら植物のもつ様々な能力を遺伝子レベルで明らかにしていこうと考えています。

植物ホルモンであるアブシジン酸 (ABA) はコケ植物から被子植物まですべての陸上植物に存在し、植物の水分ストレスに欠くことができない重要な役割を果たして

います。しかしながら、最近の研究からABAはバクテリアから哺乳動物まで幅広く存在し、多様な役割を持つことが明らかになりつつあります。植物特異的でないABAが植物において、どのように水分ストレスへの応答機構を引き起こす物質としての機能を持つようになったのかを明らかにすることで、植物がもつ高度の水分ストレス適応機構を明らかにすることができます。例えば、高等植物の種子は非常に強力な乾燥耐性能をもち、ABAが重要な働きをします。ヒメツリガネゴケにもやはりABAが存在しますが、最近の我々の研究からヒメツリガネゴケの栄養成長細胞では高等植物の種子にみられる分子セットがABAシグナルを伝達していることが分かってきており、種子のもつ乾燥耐性能の仕組みがコケ植物の研究から明らかにできるかもしれません。



シロイヌナズナ ヒメツリガネゴケ
(*Arabidopsis thaliana*) (*Physcomitrella patens*)

金属耐性 (ファイトレメディエーション)

金属は過剰に存在すると植物の生育に悪影響を及ぼします。例えばアルミニウムは酸性土壌で植物の生育が阻害される主要因です。産業活動の結果、カドミウムや水銀をはじめとする重金属による土壌汚染が広く浅く進行し、社会問題になっています。この重金属を植物に吸収させて汚染土壌を改善するとともに重金属の回収と再利用を行うファイトレメディエーションのために、重金属を多量に吸収しても枯れない植物が望まれています。我々は金属耐性メカニズムを解明して、このような問題の解決に貢献したいと考えています。

アクティベーションタギング

植物がもつ遺伝子を活性化することで、様々な能力を引き出す技術です。他の生物の遺伝子を必要としないので、遺伝子組換え作物が抱える問題をクリアすること

が期待されます。我々のグループではこの技術を用いて耐塩性シロイヌナズナを作出することができました。現在、どのような遺伝子が活性化されたのかを調べています。

ナチュラルバリエーションを利用した植物の耐塩性メカニズムの解明

砂漠化の原因の1つに「塩害 (塩ストレス)」が挙げられます。大規模農業や乾燥地での農業の場合、肥料を含む水を大量に放水する (灌漑) ため、蒸発にともない地中の塩が地表に蓄積します。塩が高濃度になると植物は水が吸えない、さらには植物体内のイオンバランスを崩し、生育することが不可能、すなわち砂漠化を引き起こします。

これまでにモデル植物のシロイヌナズナを用いて、遺伝子レベルでの塩ストレス応答が明らかとなってきました。耐塩性を付与できる遺伝子も明らかとなり、いくつかの耐塩性植物も作出されています。しかしながら、それらの植物が実用に耐えうる耐性を獲得しているのかというと、非常に厳しいのが現状です。

これに対して、自然界には塩に対して極めて耐性を示す植物が存在します。特に海水程度の高塩濃度でも生育可能な植物を塩生植物といい、マングローブなどが挙げられます。これまではそのような植物の存在は知られていたものの、遺伝子レベルでの解析が困難なため、その耐塩性メカニズムは不明でした。ところが最近、シロイヌナズナと近似種の塩生植物が発見され、また私たちの研究より、シロイヌナズナにも高い耐塩性を示す品種の存在が明らかとなってきました。そこで私たちの研究室では、このような高い耐塩性を示し、遺伝子レベルでの研究が容易な植物が持つナチュラルバリエーションを利用して、植物の耐塩性メカニズムを解明する、さらには現在、Micro-Tom (ミニトマト) に遺伝子を導入し耐塩性作物の作出を行っています。

