

Genetically engineered enhancement of tolerance for environmental stresses in higher plants

遺伝子工学的手法を用いた物理的、 化学的環境ストレス耐性植物の開発

プロジェクトリーダー 射 場 厚

九州大学 大学院理学研究院 教授



図1 遺伝子導入する装置（パーティグルガン）。

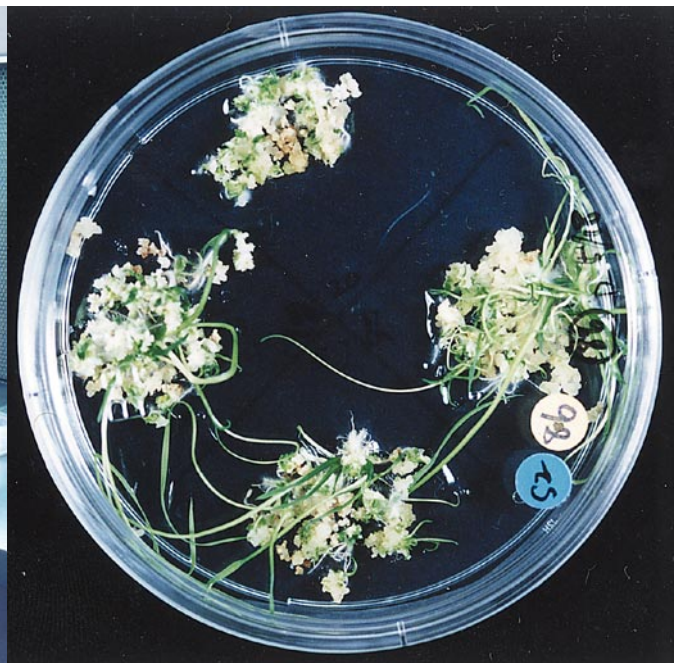


図2 遺伝子を組み込んだ細胞から植物体（イネ）が再生している。

1. 研究の目的

植物は移動することによって、環境の変化に対処することができないため、温度、光、水の化学ポテンシャルなどの物理的、化学的環境要因を迅速に感知し、応答して恒常性を維持する高度の能力を備えています。例えば、植物の低温に対する応答として、生体膜を構成する脂質脂肪酸の不飽和度を高め、また、高温に対しては逆にその不飽和度を低くすることが知られており、そのことが、植物の温度適応において重要な意味を持っていると考えられています。また、塩や乾燥ストレスに対する適応機構としては、細胞内に高濃度のグリシンベタインやプロリンを蓄積させることが知られています。これらの適応機構の鍵を握ると思われる遺伝子は、最近の急速なクローニング技術の発達によって、高等植物から直接単離することが可能になりつつあります。本研究プロジェクトでは、まず、低（高）温度耐性、塩耐性、乾燥耐性、紫外光耐性におけるキー遺伝子を検索し、単離します。次に、最新の遺伝子導入技術を用いてイネ、コムギなどの有用栽培植物に導入し、その遺伝子を効果的に働かせることによって、上記の環境適応能力を向上させることを試みます。地球の温暖化あるいは異常気象による環境の変動による農作物の収量減少は、近い将来の食料危機の大きな要因になると考えられています。本研究プロジェクトは、環境耐性能力を高めた有用栽培植物の開発に貢献し、世界レベルでの食料生産の安定化と増収につながると期待されています。



図3 閉鎖系温室での形質転換イネの栽培。

2. 研究の内容

(1) 低温および高温耐性植物の創出に必要とされる効果的な遺伝子発現制御システムの開発

高等植物は生育温度に応じて生体膜脂質における多不飽和脂肪酸（特にトリエン脂肪酸）の含量を変化させることが知られていますが、そのことが温度環境の変化に対する適応機構に重要であると考えられています。トリエン脂肪酸生成のキーエンザイムである ω -3 脂肪酸不飽和化酵素に着目し、この酵素をコードする遺伝子（FAD）を、イネ、コムギなどに導入し、その生理機能を解明します。また、モデル植物であるシロイヌナズナを用いた新しい遺伝学的アプローチによって、高等植物における温度センサーおよびそのシグナル伝達経路を明かにするとともに、サーモスタット機能を持つ組織特異的発現プロモーターシステムを開発します。これらの研究から、低温および高温耐性有用栽培植物の開発のための基本ストラテジーを立案します。

(2) UV 耐性遺伝子の検索およびその遺伝子を用いた紫外線耐性植物の開発

免疫化学的方法（ELISA 法）を用いて、植物細胞における DNA 損傷形成および損傷修復の機構を明かにします。また、シロイヌナズナの突然変異株から UV 耐性あるいは感受性のものを選抜し、クロモソーマルウォーキング等の手法を用いてそれらの変異に対応する遺伝子のクローニングを行います。さらに、形質転換植物の実験系を用いて、クローニングされた遺伝子の中で紫外線耐性の向上に有効なものを検索します。

(3) 高等植物における活性酸素による DNA 損傷の修復機構の解明

植物細胞内には UV 光や光合成によって、活発な活性酸素の生成が起きています。活性酸素が引き起こす主要な作用の一つであるグアニン残基の酸化は強力な突然変異原性を持つことが知られています。そのような活性酸素による DNA の損傷を修復する酵素群に着目し、その生理機能を解明します。

(4) 高塩濃度環境耐性植物の開発

植物は塩、乾燥ストレスに適応するために、細胞内に低分子有機化合物である適合溶質を蓄積したり、流入する有害な塩を極力排出するためにチャンネルを作用させて、浸透圧の調節を行うことが知られています。このようなストレスに対する抵抗性を付与すると考えられているグリシンベタインの生合成に関与する遺伝子を植物細胞内に導入し、特に高塩環境下での光合成能力低下の緩和を試みます。

3. 研究の体制

期 間：1996 年 10 月～2001 年 3 月

構 成：プロジェクトリーダー 1 名、コアメンバー 3 名、研究協力者 5 名（内日本学術振興会研究員 1 名）で構成されています。この他、これらの構成員の所属する研究室に在籍する大学院生が多数参加しています。

実施場所：研究の主拠点は九州大学ですが、他大学との協力方式でプロジェクトを進めています。九州大学理学部 射場厚研究室、石川県農業短期大学農業資源研究所 島田多喜子研究室、名古屋大学生物分子応答研究センター 高倍鉄子研究室、北海道東海大学工学部 竹内裕一研究室、北海道大学低温科学研究所 竹澤大輔（吉田静夫）研究室、北海道大学大学院地球環境科学研究科 山本興太郎研究室、奈良先端科学技術大学院大学遺伝子教育研究センター 草野友延研究室、東京大学大学院理学系研究科 西田生郎研究室が、密接な連絡をとってプロジェクトを進めています。



図4 トランスジェニックタバコにおける耐冷性の違い

トリエン脂肪酸の含量を増加させたタバコ（左）とそうでないタバコ（右）では、低温処理後の成長速度が大きく異なる。



図5 紫外光を照射されたタバコの芽生え UV-B を照射された植物体（右）では、葉の成長が阻害され、ブロンジングや葉周辺部のカーリングなどの可視害が見られる。



図6 ベタインアルデヒド添加によるイネの耐塩性の強化

塩ストレス下において、ベタインアルデヒドを加えた場合（右）は、コントロール（左）に比べ、成長の抑制が緩和される。