

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

Genetically Engineered Enhancement of Tolerance for Environmental Stresses in Higher Plants

(研究プロジェクト番号：JSPS-RFTF 96L00602)

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

コアメンバー

島田多喜子 石川県農業短期大学農業資源研究所・教授

高倍 鉄子 名古屋大学大学院生命農学研究科・教授

竹内 裕一 北海道東海大学工学部・教授



1. 研究目的

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る。これらの適応機構の鍵を握るとされる遺伝子は、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る。本研究プロジェクトでは、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探索し、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、これらの環境適応能力を向上させることを目的とする。

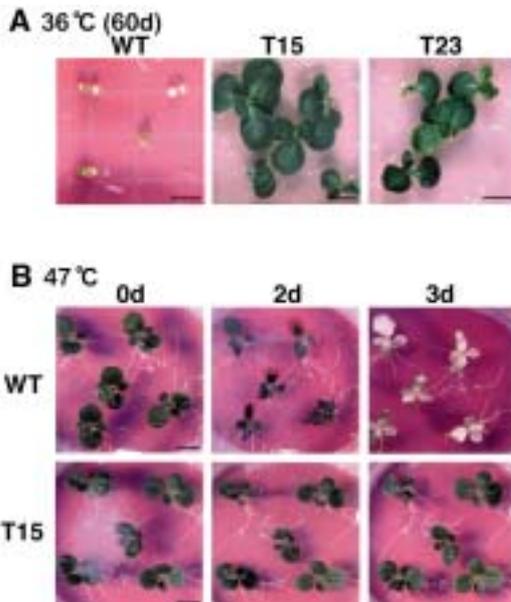


図1 トリエン脂肪酸レベルの低下したジーンサイレンシングタバコ (T系統) と野生株の高温耐性の比較 (*Science* 287, 476-479. 2000 より許可を得て転載)

(A) 36°C で長期生育 (60日間) させた場合
(B) 47°C に0、2、3日 (d) 間さらされた場合

2. 研究成果概要

2.1 高温耐性植物の開発

植物細胞の生体膜、とりわけ葉緑体膜を構成する脂質の主要成分であるトリエン脂肪酸は、温度環境の変化によって含量が大きく変動することが知られている。ジーンサイレンシングの手法を用いて、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の活性を抑制し、高温環境への適応性に優れた植物を創出することができることを示した (図1)。

2.2 耐塩性植物の開発

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動させて、浸透圧の調節を行うことが知られている。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關与する遺伝子をイネに導入したところ、特に高塩環境下での光合成能力の低下が緩和されることを明らかにした。

2.3 植物の凍結耐性メカニズムの解明

冬期に高い耐凍性を発現するフココムギやクワなどの植物において、低温馴化によって特異的に誘導されるタンパク質を調べた結果、親水性の極めて高いタンパク質や、アンチフリーズタンパク質 (AFP)、低分子量ヒートショックタンパク質 (smHSP) と相同性のあるタンパク質を同定した。親水性タンパク質は水分子の保持による膜の安定化に、AFP 様タンパク質は氷核の形成阻害に寄与していることを明らかにした。また、smHSP は凍結で失活しやすい酵素の保護や、変性タンパク質のリフォールディングに関わっていることを明らかにした。

3. 主な発表論文

- (1) Iba, K. (2002) Acclimative response to temperature stress in higher plants: Approaches of gene engineering for temperature tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 53, 225-245.
- (2) Murakami, K., Tsuyama, M., Kobayashi, Y., Kodama, H., Iba, K. (2000) Trienoic fatty acids and plant

tolerance of high temperature. *Science* 287: 476-479.

- (3) Kishitani, S., Takanami, T., Suzuki, M., Okikawa, M., Yokoi, S., Ishitani, M., Alvarez-Nakase, A. M., Takabe, T., Takabe, T. (2000) Compatibility of glycinebetaine in rice plants: evaluation using transgenic rice plants with a gene for peroxisomal betaine aldehyde dehydrogenase from barley. *Plant Cell Environ.* 23, 107-114.