

活性型に変換した転写因子の遺伝子 *DREB2A* を用いた乾燥・高温ストレス耐性植物の作出技術の開発

[要約] 植物の乾燥と高温の両方のストレス耐性の獲得に働く遺伝子群を制御する転写因子遺伝子の活性化に成功した。この活性化した遺伝子を導入した植物では、乾燥や高温ストレス時に機能する複数の耐性遺伝子が強く働くようになり、乾燥ストレスにも高温ストレスにも高いレベルの耐性を示した。地球温暖化等の環境劣化に対応した作物の分子育種への応用が期待される。

所属	国際農林水産業研究センター・生物資源領域	連絡先	029 (838) 6305		
専門	バイテク	対象	アブラナ科植物	分類	研究

[背景・ねらい]

地球温暖化等により世界的規模の環境劣化や異常気象が問題になっており、環境ストレス耐性植物の開発は農業問題からも環境問題からも重要な課題となっている。本課題では、乾燥、塩害、急激な温度変化といった環境ストレスに対して耐性な植物の分子育種を目指して、転写因子遺伝子である *DREB2A* に関する研究を行っている。*DREB2A* は環境ストレスに対する耐性の獲得機構で働く転写因子であり、一度に多数の耐性遺伝子を制御することから重要な有用遺伝子と考えられる。しかし、*DREB2A* は、植物の中で合成されてもそのままでは機能しないことが示されている。そこで、*DREB2A* の活性化の機構を明らかにし、活性化した *DREB2A* を有用遺伝子として用いて、環境ストレス耐性植物の作出技術を開発する。また、*DREB2A* が制御する耐性遺伝子群の同定を試みる。

[成果の概要・特徴]

1. 乾燥ストレスによる遺伝子発現を制御するシロイヌナズナの転写因子 *DREB2A* は、植物の中で合成されてもそのままでは機能しないことが形質転換体を用いて示された。
2. プロトプラストを用いたトランジェント発現系でドメイン解析を行い、*DREB2A* タンパク質の中央部に、このタンパク質の活性化を抑える働きを持つ領域があることを明らかにした。
3. GFP タンパク質と *DREB2A* の融合タンパク質を導入した形質転換体を用いた解析により、植物中で合成されたままの *DREB2A* タンパク質は、その活性化を抑制する領域の作用により、速やかに分解されてしまうために機能しないことを突き止めた。
4. この活性化を抑制する領域を削り取って活性型に改変した *DREB2A* を植物に導入すると、植物は乾燥ストレスに対して高いレベルの耐性を示した(図1)。さらに、高温ストレスにも高い耐性を持つことが明らかにされた(図2)。
5. マイクロアレイ解析法でゲノム全体の遺伝子の働きを調べると、この植物中では多数の乾燥ストレス耐性遺伝子のほか、ヒートショックタンパク質等の高温ストレス耐性遺伝子も強い働きを示すよう変化していた。これらの耐性遺伝子の働きで乾燥と高温の両方のストレス耐性が向上したと考えられた。
6. シロイヌナズナの *dre2a* 破壊株を用いて、マイクロアレイで同定された乾燥や高温ストレス耐性遺伝子の発現を定量PCR法で解析すると多くのストレス耐性遺伝子の発現が減少していた。また、これらの遺伝子のプロモーターには *DREB2A* の結合配列である DRE が存在することから、転写因子である *DREB2A* の直接の標的遺伝子と考えられた。

[成果の活用面・留意点]

1. 活性型 *DREB2A* 遺伝子は、地球温暖化に対応した作物の開発のための有力な遺伝子として利用できると期待される。
2. *DREB2A* の相同遺伝子はイネ等の単子葉植物も含めた多岐にわたる作物種に存在していることから、種々の作物で乾燥と高温の両方に耐性な作物の開発に利用できると考えられる。

1. [具体的データ]

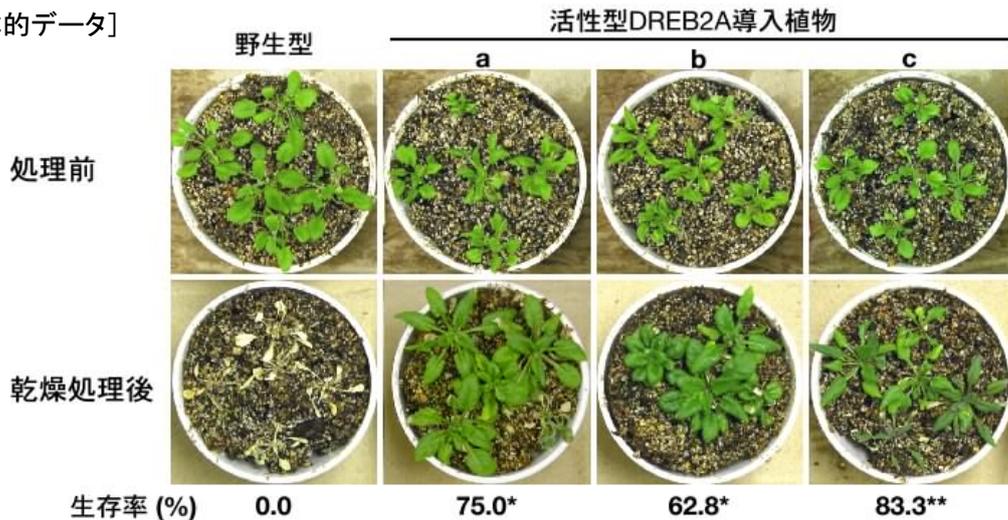


図1 活性型 DREB2A を導入したシロイヌナズナの乾燥ストレス耐性。2週間の灌水停止で野生型植物は全て枯れてしまう。このような過酷な乾燥条件でも、活性型 DREB2A を導入した形質転換植物(3種のライン)では多くが生き残った(Sakuma et al. 2006a 参照)。

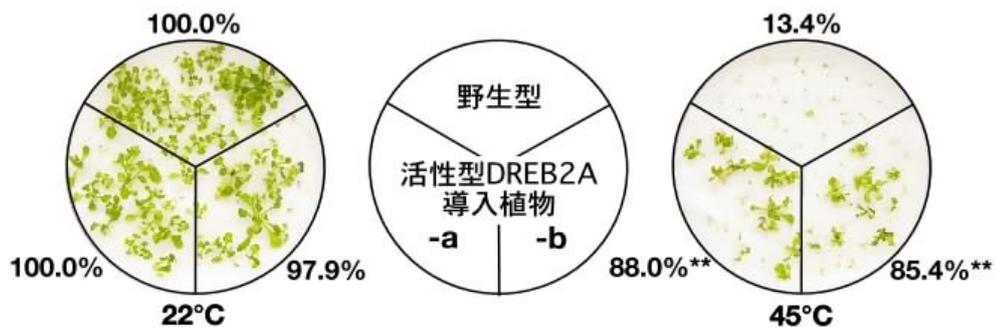


図2 活性型 DREB2A を導入したシロイヌナズナの高温ストレス耐性。発芽後1週間目の幼植物を45°Cで処理すると生存率はわずか 13%であったが、活性型 DREB2A を導入した形質転換植物(2種のライン)では生存率が 80%以上に向上した(Sakuma et al. 2006b 参照)。

[その他]

研究課題：植物の環境ストレス耐性機構の解明と耐性作物の開発

中課題番号：A-1)-(1)

予算区分：交付金[ストレス耐性機構・形態生理]、受託[農水省]等

研究期間：2006年度（2004～2011年度）

研究担当者：佐久間洋・圓山恭之進・秦峰・篠崎和子

発表論文等：

- 1) Sakuma, Y., Maruyama, K., Osakabe, Y., Qin, F., Seki, M., Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki, K. (2006): Functional analysis of an *Arabidopsis* transcription factor, DREB2A, involved in drought-responsive gene expression. *Plant Cell* **18**, 1292-1309.
- 2) Sakuma, Y., Maruyama, K., Qin, F., Osakabe, Y., Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki, K. (2006): Dual function of an *Arabidopsis* transcription factor DREB2A in water-stress- and heat-stress-responsive gene expression. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. **103**, 18822-18827.
- 3) 篠崎和子、佐久間洋：「改変型 DREB2A 遺伝子による植物の環境ストレス耐性の改善」平成 16 年 7 月 7 日国際特許申請、(PCT/JP2004/010003)。