

[成果情報名] 長期の乾燥による葉の黄化防止に関わる遺伝子を発見

[要約] 植物ホルモンのアブシジン酸 (ABA) は、乾燥ストレスを受けると葉に蓄積するが、シロイヌナズナの環境ストレス応答に関わる 7 つの SNAC-A 遺伝子は、ABA によって誘導される黄化関連遺伝子の発現を調節しており、長期の乾燥による葉の黄化において重要な役割をもつ。

[キーワード] 干ばつ、乾燥、葉の黄化、遺伝子発現、シロイヌナズナ

[所属] 国際農林水産業研究センター 生物資源・利用領域

[分類] 研究 A

[背景・ねらい]

干ばつは世界各地で発生し、農業生産に大きな被害をもたらしている。干ばつによる食料不足のリスクが高い開発途上地域での被害を抑えるため、干ばつに強い作物を開発することが重要である。農作物では干ばつ時の乾燥ストレスにより、葉の黄化や落葉、収量の減少などが引き起こされる。葉の黄化では、葉緑素 (クロロフィル) が分解し、その結果、光合成能が低下して成長や収量が低下するため、乾燥による葉の黄化の機構を明らかにすることは、農作物の開発などを通じて干ばつ下でも安定な食料生産を可能にするために重要である。植物ホルモンのアブシジン酸 (ABA) は、乾燥ストレス時に葉に蓄積し、気孔を閉じて水分の蒸散を抑え、ストレス応答遺伝子の発現を促す。一方で、ABA の処理が長時間に及ぶと黄化が進行する。しかし、ABA による葉の黄化の分子メカニズムは、明らかになっていなかった。本研究では、理化学研究所、東京大学と共同で、ABA 応答に関わる遺伝子群の中から、葉の黄化に関わる遺伝子を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. 植物に特異的な転写因子である NAC の遺伝子ファミリーは、実験植物シロイヌナズナにおいて 100 以上の遺伝子で構成される。その中で ANAC055, ANAC019, ANAC072/RD26, ANAC002/ATAF1, ANAC081/ATAF2, ANAC102, ANAC032 は、ストレス応答に関わる SNAC-A (A subfamily of stress-responsive NAC) 遺伝子で、長時間の ABA 処理によって発現が誘導される。
2. 野生型シロイヌナズナと上記 7 種の SNAC-A 遺伝子が働かないようにした 7 重変異体の葉を切断し、それぞれ ABA で長時間処理すると、野生型と比較して 7 重変異体では葉の黄化が抑制される (図 1a, b)。
3. SNAC-A 7 重変異体の ABA 応答性遺伝子発現を調べると、主要な ABA 応答を調節する転写因子である AREB/ABF ファミリーが調節する乾燥耐性に関わる遺伝子 (デハイドリン遺伝子 RAB18、親水性タンパク質遺伝子 RD29B 等) は正常に発現しているにもかかわらず、SNAC-A ファミリーが調節する葉の黄化に関わる遺伝子 (老化関連遺伝子 SAG26、チオレドキシン遺伝子 ATH8 等) の発現は野生型よりも弱い (図 1c)。
4. 以上のように、SNAC-A ファミリーは、AREB/ABF ファミリーが調節する ABA 応答性遺伝子とは別に、葉の黄化に関わる ABA 応答性遺伝子の発現を調節しており、長期の乾燥による葉の黄化において重要な役割をもつ (図 2)。

[成果の活用面・留意点]

1. この研究成果は、干ばつ耐性作物の開発において、干ばつ下での長期にわたる乾燥ストレスによる植物の黄化を調節し、作物の収量等の改良につながると期待できる。
2. SNAC-A 遺伝子ファミリーは、シロイヌナズナ以外にも、イネ、ダイズ、トウモロコシなどの作物にも保存されているため、多くの作物への応用が期待できる。

[具体的データ]

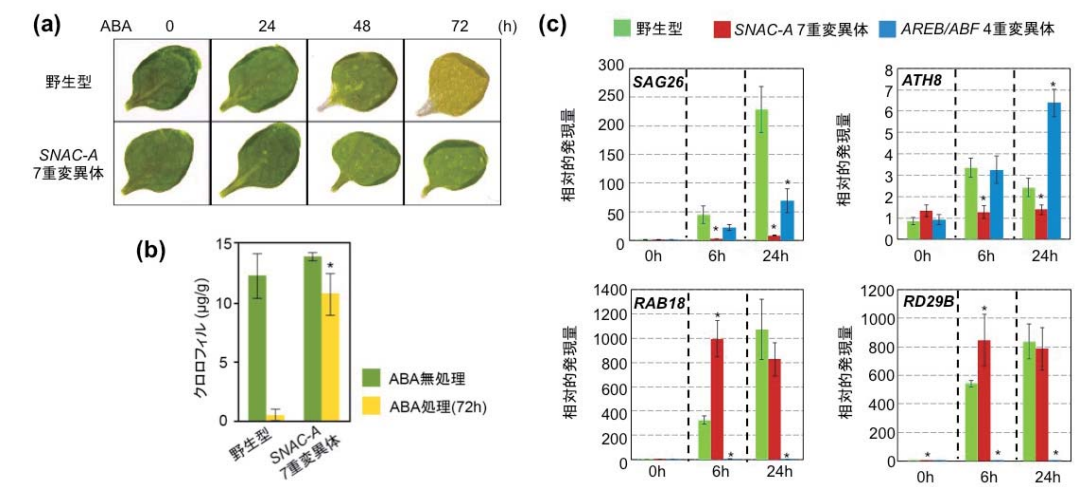


図 1 SNAC-A の 7 重変異体における ABA 誘導性黄化、黄化関連遺伝子発現の抑制

(a) ABA 処理した野生型および変異体の葉。(b) ABA 処理した野生型および変異体の葉のクロロフィル量。(c) ABA 処理した野生型および変異体の葉における遺伝子発現。\* 同条件の野生型の結果に対する変異体の結果の有意差検定 (Student's t-test;  $P < 0.05$ )。図は Takasaki et al. (2015)<sup>2)</sup>より転載 (Copyright © John Wiley & Sons, Inc.)。

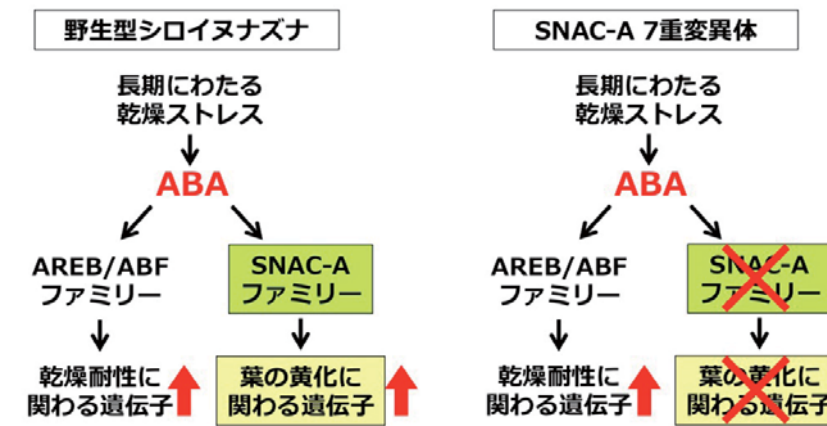


図 2 長期にわたる乾燥によって葉が黄化する仕組み

[その他]

研究課題：環境ストレス耐性作物の作出技術の開発

プログラム名：熱帯等の不安定環境下における農作物等の生産性向上・安定生産技術の開発

予算区分：運営費交付金 [環境ストレス耐性]、生研センター[ABA 応答]、JST/JICA 地球規模

研究期間：2015 年度 (2010~2015 年度)

研究担当者：中島一雄・圓山恭之進、高崎寛則 (理化学研究所、東京大学)、吉田拓也・篠崎和子

(東京大学)、高橋史憲・藤田美紀・明賀史純・豊岡公徳・篠崎一雄 (理化学研究所)

発表論文等：1) Nakashima K et al. (2012) Biochimica et Biophysica Acta 1819: 97-103、

2) Takasaki H et al. (2015) Plant J. 84: 1114-1123、

3) プレスリリース (理化学研究所 2015 年 11 月 27 日、JIRCAS 同年 12 月 14 日)