



Rice sodium-insensitive potassium transporter, OsHAK5, confers increased salt tolerance in tobacco BY2 cells

イネのナトリウムイオン非感受性カリウムイオン輸送体OsHAK5の導入により
タバコBY2細胞の耐塩性は向上する

(JBB, Vol. 111, No. 3, 346–356, 2011)

堀江 智明^{1a}・菅原 満男²・岡田 知之²・平 浩一郎^{3b}・
Pulla K. Nakayama²・且原 真木¹・新名 惇彦²・仲山 英樹^{4c*}

塩ストレスにより植物が受ける損傷は、細胞外の高濃度の塩分による「高浸透圧ストレス」、並びに細胞質ゾルに高濃度蓄積したナトリウムイオン (Na⁺) の「イオンストレス」の両因子が複合的に作用して引き起こされる。そのため、これらの両因子に応じた戦略が耐塩性植物の分子育種基盤として必要とされる。

塩ストレスに対する耐性を植物に賦与する重要な役割を担う遺伝子資源としては、高浸透圧ストレスに対抗するために細胞内の浸透圧を制御する適合溶質の生合成系遺伝子群が、イオンストレスに対抗するために細胞内のアルカリ金属カチオンのイオン恒常性を制御するアルカリ金属カチオン輸送系遺伝子群が、それぞれ挙げられる。また、植物、酵母および細菌において、細胞レベルでの塩ストレス応答は、その根幹機構は共通であるため、植物以外の酵母や細菌由来の遺伝子であっても、耐塩性植物の分子育種への利用価値は高い。実際に、これまでに筆者らは、好塩性細菌由来のエクトイン生合成系遺伝子群を用いた適合溶質生合成系強化による植物細胞の高浸透圧ストレス耐性賦与に関する研究¹⁾や、パン酵母由来のNa⁺排出ポンプ遺伝子を用いたNa⁺排出系の強化による植物細胞のイオンストレス耐性賦与に関する研究を行った²⁾。

本論文の研究では、塩ストレス条件下における植物細胞原形質膜上でのNa⁺侵入抑制とカリウムイオン (K⁺) 取込み能の強化を目指し、細菌、酵母、植物に広く保存されている高親和性のK⁺取込み輸送体である、HAK/KUPファミリー遺伝子群に着目した。特に、主要穀物であるイネのゲノム上に多数存在するOsHAKパラログの細胞内局在性とNa⁺/K⁺輸送能を調査し、塩ストレス条件下においても、原形質膜上でのK⁺輸送能が抑制されない塩ストレス非感受性のOsHAK遺伝子を探査することを試みた。

本研究では、HAK/KUPファミリー遺伝子が細菌にも保存されていることから、アルカリ金属カチオン輸送能

を欠損した大腸菌変異株を宿主としたOsHAK遺伝子の発現系を構築することが可能であったため、塩ストレス非感受性のOsHAK5遺伝子をうまく同定することに成功した。さらに、耐塩性植物の分子育種基盤としての有用性を評価するために、細胞レベルでの均一なストレス処理と増殖試験が可能なモデル植物細胞として、タバコBY2細胞を用いた。そして、OsHAK5遺伝子を導入した形質転換タバコBY2細胞を作製し、低K⁺条件下における塩ストレスがBY2細胞の増殖に及ぼす影響を調査した。その結果、塩ストレス条件下でOsHAK5のK⁺取込み能が抑制されない一方で、植物細胞内へのNa⁺の侵入が抑制されるため、イオンストレス耐性が賦与されたことが示された。

以上の本研究成果により、塩ストレス条件下における植物細胞原形質膜上でのNa⁺侵入抑制とK⁺取込み能の強化を可能とする新規遺伝子資源として、イネ由来のOsHAK5を同定することができた。

今後は、本研究成果に加えて、Na⁺排出系、および液胞へのNa⁺隔離系などのイオンストレス耐性賦与の戦略と適合溶質生合成系による高浸透圧ストレス耐性賦与の戦略を統合化することにより、より実用的な耐塩性植物の分子育種基盤を創出できることが期待される。実用的な塩ストレス耐性植物の分子育種技術は、植生の拡大に直結する技術であり、砂漠緑化などの環境修復や食糧増産に加え、乾燥地や塩害地などの農耕地に適さない地域での植物バイオマス増産を可能とするため、バイオリファイナリーによる低炭素社会の実現に資する重要基盤技術として意義深い³⁾。

- 1) Nakayama, H. *et al.*: *Plant Physiol.*, **122**, 1239 (2000).
- 2) Nakayama, H. *et al.*: *Biotech. Bioeng.*, **85**, 776 (2004).
- 3) 仲山英樹, 吉田和哉: 第二世代バイオ燃料の開発と応用展開, p. 83, シーエムシー出版 (2009).

* 著者紹介 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科環境科学領域 (准教授) E-mail: nakayamah@nagasaki-u.ac.jp

¹岡山大学, ²奈良先端科学技術大学院大学, ³奈良県農業総合センター, ⁴神戸大学,

^a現, 信州大学, ^b現, 奈良県農林部, ^c現, 長崎大学