

R&amp;D フロンティア

# イネのスーパー遺伝子「HAP2E」 ～耐病性，耐乾性，耐塩性の付与と収量増に向けて～

愛媛大学農学部

農業生物資源研究所

西口 正通 (にしぐち まさみち)

M. M. ALAM (えむ えむ あらむ)

小林 括平 (こばやし かっぺい)

市川 裕章 (いちかわ ひろあき)

## はじめに

イネゲノムの全塩基配列決定から十数年経過したが、機能未知の遺伝子も多く存在する。筆者らは、イネにおける感染に应答する遺伝子群から、転写因子であるイネヘムアクチベーター遺伝子 (HAP2E) に焦点を当て、その機能の解析を実施してきた。その結果、本遺伝子を過剰発現することにより、菌類病、細菌病およびウイルス病の三つの異なる範疇の病原体に対する抵抗性が付与されることを見いだした。さらに耐乾性や耐塩性をも同時に付与されることが判明した。これらストレス耐性に加え、光合成効率の向上や分げつの増加にも寄与するという多様な機能を一つの遺伝子が担っていることを明らかにしてきた。ここでは、病原体に対する抵抗性を中心に、これまでに得られた結果について述べる (ALAM et al., 2015 a; 2015 b)。

## I イネ HAP 遺伝子

ヘムアクチベータータンパク質 (HAP) は、核因子 (nuclear factor) Y または CCAAT 結合因子とも呼ばれており (HAP/NF-Y/CBF)、植物の発生・生育やストレス反応に重要な役割を果たすと考えられている (BALLIF et al., 2011; PETRON et al., 2012; LALOUM et al., 2013)。HAP はすべての生物に存在し、そのアミノ酸配列は広く保存されている。HAP は HAP2, HAP3 および HAP5 の 3 種類のサブユニットが複合体を形成し、DNA 上の CCAAT

配列に結合する転写因子として知られる。イネでは、HAP2, HAP3 および HAP5 をコードする遺伝子がそれぞれ 10, 11 および 7 コピー存在し、それぞれが異なる、あるいは類似した発現様式をとる。HAP2 については、干ばつ、高温や低温などの非生物学的ストレス、開花時期制御、小胞体ストレスなど多くの機能に関与していることが報告されている。しかし、病原体感染に対する抵抗性を扱った報告はこれまでになく、HAP2 は幅広い耐病性という新たな農業上重要な機能を持つことを初めて見出した。

## II HAP2E 遺伝子の発現部位

HAP2E 遺伝子は病害抵抗性誘導剤のプロベナゾールにより発現が誘導されることから、病害耐性に何らかの関与が予想された。本遺伝子の発現部位と感染による発現誘導について検討した。本遺伝子はイネ第 3 染色体上に存在し、7 つのエクソンと 6 つのイントロンからなる 5587 塩基対が相当する。本遺伝子のコード領域の上流部の約 2 キロ塩基対の領域、さらにこの配列から第 2 エクソンの数十塩基までを含む領域 (約 4 キロ塩基対) の 2 種類の推定発現制御断片をそれぞれ GUS ( $\beta$ -グルクロニダーゼ) レポーター遺伝子上流に接続し、2 種類の発現ベクターを構築した。それぞれのベクターをアグロバクテリウムを介してイネに導入し、質質転換イネを作出した。その結果、約 4 キロ塩基対の DNA 断片 + GUS 導入イネのみで、GUS 活性によって青色に染色された細胞がみられたことから、HAP2E 遺伝子の発現には、第 1 イントロンを含む約 4 キロ塩基対の領域が重要であることが判明した。このイネを用いて、本遺伝子の発現部位や感染に対する影響を検討した。その結果、対照区 (mock, 付傷) の葉組織でもわずかに発現が見られたものの、イネいもち病菌、イネ白葉枯病細菌、キュウリモザイクウイルスなどの感染によって GUS 発現が葉組織で高度に誘導され、表皮細胞を除くどの部位でも

A Multifunctional Gene of Rice (HAP2E): Towards Disease Resistances, Drought and Salinity Tolerances and Yield Increase. By Masamichi NISHIGUCHI, Md.MAHFUZ ALAM, Kappei KOBAYASHI and Hiroaki ICHIKAWA

Plant

(キーワード: イネ, ヘムアクチベーター遺伝子, HAP2E, 転写因子, いもち病, 白葉枯病, キュウリモザイクウイルス, イネえそモザイクウイルス, 耐乾性, 耐塩性, 光合成, 分げつ)