

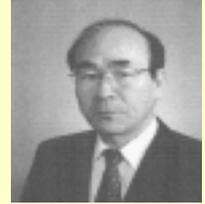
# 21世紀の食糧ならびに資源確保と環境保全に 対応するための植物の分子育種

## Molecular Breeding of Plants for Foods, Resources and Environment in the 21st Century

(研究プロジェクト番号：JSPS-RFTF 96R16001)

プロジェクトリーダー

磯貝 彰 奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科・教授



### 1. 研究目的

今世紀半ばには、世界人口は 100 億人を越すとされている。そのため、食糧などの資源の不足、環境の悪化などが予想される。こうした状況に対応するためには、地球の第一次生産者である植物の機能の開発と活用を進めなければならない。本研究では、食糧問題、資源問題の解決に向けての、病害耐性、塩・乾燥耐性などの有用な形質を持つ植物の分子育種を目的とした。

は感染しない。また、ヒエに感染する菌は、イネには感染しない。こうした宿主特異的な感染が成立するかどうかは、イネの側が、菌を認識して、過敏細胞死などを含む抵抗性を誘導するかどうかできる。イネが認識する菌の成分の1つはブラジェリンであり、菌ごとのその構造の違いが、宿主特異性を決定している。この成果はブラジェリンを利用した病害抵抗性イネの育種に利用可能であろう。

### 2. 研究成果概要

#### 2.1 病害抵抗性植物の作出のための基礎研究

##### 2.1.1 イネの病害抵抗性を誘導する活性酸素発生にかかわる遺伝子 OsRac

イネの病害抵抗性発現には、感染初期における活性酸素の発生系が関与している。これにかかわる酵素 NADPH 酸化酵素は低分子量 G タンパク質の1種である OsRac タンパク質によって制御されている可能性がある。そこで、OsRac 遺伝子の種々の変異体をイネに形質転換した結果、活性型 OsRac が、活性酸素の発生を誘導し、イネに耐病性を与えた。また、不活性型の OsRac は、抵抗性の発現を抑制した。この結果は、イネの病害抵抗性発現の情報伝達の解析につながり、将来の分子育種に有用である。

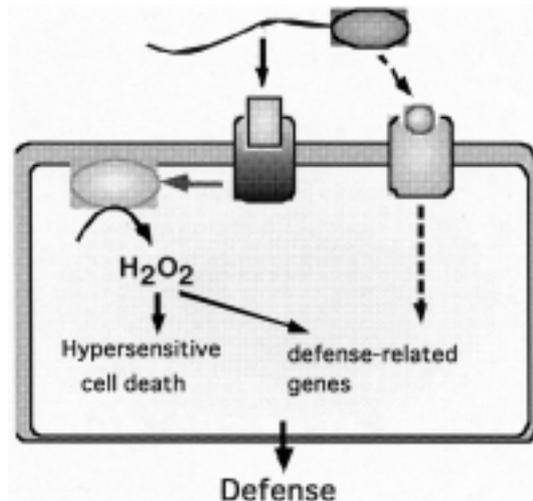


図2 ブラジェリンとイネの抵抗反応。イネは病原細菌のブラジェリンを認識して抵抗反応を誘導する。

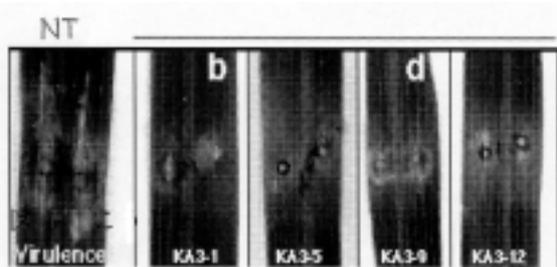


図1 OsRac を恒常的に発現させたイネ。形質転換体(右4つ)は病原菌に抵抗性を示す。

#### 2.2 塩耐性植物の作出のための基礎研究

耐塩性の細菌 *Halomonas elongata* は、アミノ酸の一種、エクトインを細胞内に蓄積して耐塩性を示す。この生合成遺伝子を単離し、それを植物に形質転換したところ、エクトインが生産された。形質転換植物には耐塩性は付与されなかったが、浸透圧ショックに対する抵抗性が付与された。これを基礎に、塩類の輸送にかかわる遺伝子群なども利用して、耐塩性植物の分子育種を目指す。

##### 2.1.2 イネの非宿主病原細菌のエリシターとしてのブラジェリン

イネに病害をもたらす細菌 *Pseudomonas avenae* は分離株ごとに、その宿主が限定されており、イネに感染しうる菌は、ヒエなどに

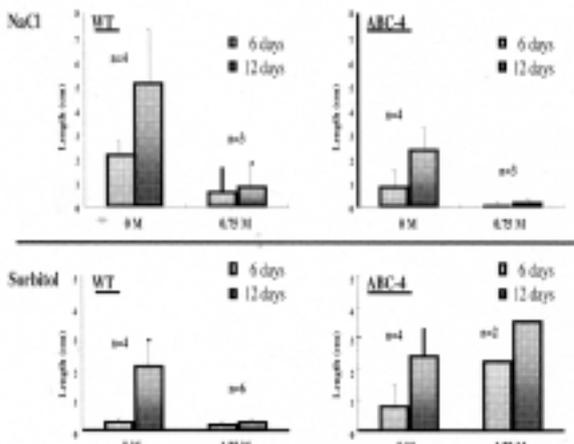


図3 エクトインの浸透圧耐性効果。WT：対照；ABC-4；形質転換体。

### 2.3 乾燥耐性植物作出のための基礎研究

野生スイカは、栽培スイカに比べ、乾燥に対する抵抗性が高い。この違いをタンパク質レベルで調べたところ、アミノ酸の生合成系のタンパク質に違いが認められた。さらに、アミノ酸類の含量の違いをみたところ、野生スイカの葉には、シトルリンが大量に蓄積していた。また、シトルリンは、これまでに知られているマニトールなどより強い活性酸素消去能を持つことがわかった。この結果、シトルリンが活性酸素をその生成場所で消去し、乾燥下での野生種スイカの酸化傷害を抑制していると考えられた。この結果は乾燥耐性植物の分子育種に利用できる。

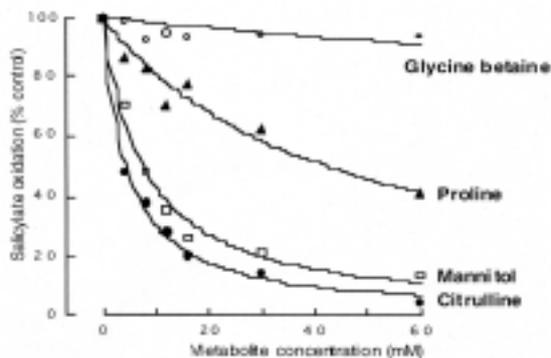


図4 適合溶質の活性酸素消去能。シトルリンは測定したものの中でもっとも強い活性を示した。

### 2.4 有用二次代謝産物の代謝工学的分子育種による生産

ナス科植物ペラドンナは、有用なアルカロイドであるスコポラミンの前駆体ヒヨスチアミンを蓄積する。これに、スコポラミンへの生合成遺伝子を改変して強制発現させたところ、ヒヨスチアミンは効率よくスコポラミンに転換された。この形質は世代を通じて安定であった。また、この形質転換植物は、野外で対虫性に優れていた。この結果は二次代謝産物の機能を示唆するものであり、こうした代謝工学は、今後二次代謝産物などの有用資源の確保のために有効な手段となる。



図5 野外での形質転換ペラドンナ。形質転換体ではスコポラミンを多く蓄積し、虫害による葉の穴が有意に少なく、虫害を受けにくい。

### 主な発表論文

- 1) E. Ono et al. Essential role of the small GTPase Rac in disease resistance of rice. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 98,759-764 (2001).
- 2) F. S.Che et al. Flagellin from an incompatible strain of *Pseudomonas avenae* induces a resistance response in cultured rice cells. J. Biol. Chem., 275, 32347-32356 (2000).
- 3) A. Kawasaki et al. Responses of wild watermelon to drought stress: Accumulation of an argE homologue and citrulline in leaves in water deficits. Plant Cell Physiol., 41, 864-873 (2000).
- 4) H. Nakayama et al. Ectoine, the compatible solute of *Halomonas elongata*, confers hyperosmotic tolerance in cultured tobacco cells. Plant Physiol. 122, 1239-1247 (2000).
- 5) F. Sato et al. Metabolic engineering of plant alkaloid biosynthesis. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 98, 367-372 2001.