

## 研究課題別 事後評価結果

### 1. 研究課題名:ホウ素耐性生物の育成と利用

### 2. 研究代表者:藤原 徹 (東京大学 生物生産工学研究センター 准教授)

### 3. 研究概要

本研究は植物の無機栄養素の輸送の制御を通じて、食糧増産、環境浄化に役立つ仕組みを確立することを目的としている。

具体的にはホウ素欠乏地域や過剰地域における食糧の増産を可能にする作物の作出、より効率的なホウ素欠乏耐性や過剰耐性の付与方法の開発、細菌を利用したホウ素汚染水等からのホウ素除去等を目指している。

現在までの成果概要は次の通り。

- 3-1. トマトについて、ホウ素トランスポーターBOR1 を過剰発現させることにより、ホウ酸欠乏耐性を付与することに成功した。このことからホウ素欠乏条件での作物の生育が改善出来る可能性を確認した。
- 3-2. トマト以外のホウ酸欠乏耐性植物の作出を目指し、シロイヌナズナでホウ酸吸収に重要なホウ酸チャンネル遺伝子 NIP5;1 の発現量を増やしたところ、ホウ素欠乏条件シロイヌナズナを作出することに成功した。
- 3-3. 次に、ホウ酸欠乏耐性植物とは反対に、ホウ酸過剰耐性植物の作出を検討した。ホウ素輸送体を使って、ホウ素過剰耐性の作物の作出を試みた結果、シロイヌナズナの BOR1 の相同遺伝子の研究により、BOR4 と名付けた遺伝子がホウ素過剰条件でも分解されない性質を持っていることが明らかになった。この BOR4 過剰発現植物は、野生型植物がほとんど発芽出来ない 10mM のホウ酸を含む培地でも良好に生育し、世界で初めて優れたホウ素過剰耐性を持つ植物の作出に成功した (Science誌 発表)。
- 3-4. 植物以外の生物におけるホウ素過剰耐性メカニズムの解明のため、ホウ酸過剰に極めて高い耐性を示す細菌を 16S rDNA の配列の解析より同定し、新種の細菌であることを明らかにした。
- 3-5. 上記のホウ素過剰耐性細菌 (*Bacillus boroniphilus*) と、非耐性細菌 (*Bacillus subtilis*) を 10mM ホウ酸を含む培地に移し経時的に細胞内のホウ素濃度を測定した結果、高濃度のホウ素に耐性を持つ細菌の耐性機構が細胞からのホウ素の効率的な排出であることを明らかにした。
- 3-6. *Bacillus boroniphilus* を用いて、ホウ素過剰耐性の分子機構を解明したところ、ホウ酸過剰耐性を付与する一つの ORF を同定することに成功した。
- 3-7. 細菌を利用してホウ素汚染水からホウ素を除去すること等を目指し、下水汚泥や土壌から、ホウ素を蓄積する微生物の検索を比色法によるホウ素検出を利用して行い、得られた候補株について、ホウ素蓄積を定量した。その結果、ある程度の蓄積を示す微生物が得られた。これらの菌株の分布は *Bacillus* 属をはじめとする、複数の属にまたがっていることを確認

した。

これら SORST の成果は世界的にも注目されるようになり、ホウ素トランスポーター遺伝子を導入した形質転換作物でのフィールド試験を行なうこととなった  
(遺伝子組み換え植物(イネ)の海外隔離圃場における栽培テスト／平成20年—21年度)。

#### 4. 事後評価結果

##### 4-1. 外部発表(論文、口頭発表等)、特許、研究を通じての新たな知見の取得等の研究成果の状況

発表論文:(邦文) 7件／(英文) 16件

口頭発表:(国内) 65件／(海外) 12件

特許出願:(国内) 1件／(海外) 1件

農作物であるイネやトマトについてホウ素トランスポーターである BOR1 の過剰発現株の作出に成功しており、トマトについてはホウ素欠乏耐性が付与できた。また、ホウ素の生体内輸送や利用についての分子機構の研究において、シロイヌナズナでの BOR4 遺伝子がホウ素過剰条件でも分解されないという発見から、BOR4 を過剰発現させることにより、ホウ素過剰耐性株の作出に成功した。このことは世界中で問題になっているホウ素過剰地帯での農作物の収穫に朗報をもたらすであろう。Science 誌の発表以来、代表者が次々と大型の受賞に浴するのはこのことを物語る。研究期間中には間に合わなかったが、イネの生育に関するフィールドテストも準備段階にあり、期待の持てる状況にある。

一方、世界中で土壌汚染が進み、その解決法として植物に依存しようという動きがあり、本研究で見出されたホウ素蓄積菌とその同定等の方法は、金属元素と植物構成分子との係わり合いに関する科学的なメスを準備したともいえ、インパクトのある成果だと評価出来る。

##### 4-2. 成果の科学技術への貢献

シロイヌナズナのホウ素トランスポーターBOR1 の相同遺伝子の研究を通じて、BOR4 と名付けたトランスポーターを見出し、結果的にホウ素欠乏耐性の付与だけでなく、ホウ素過剰耐性植物の作出方法を確立した。研究代表者はこの道では世界をリードしているので、現時点でこの技術が有用作物に適用が出来れば、世界の農業に応用することが十分考えられる。現在準備中のフィールド試験の結果が待たれる。

##### 4-3. その他特記事項

本研究の成果より 大型受賞が続いた。

日本学術振興会賞 (平成 20 年)

日本学士院学術奨励賞(平成 20 年)

日本土壌肥料学会賞(平成 21 年)