

**論文名** : Boron-dependent translational suppression of the borate exporter BOR1 contributes to the avoidance of boron toxicity (ホウ酸排出型輸送体 BOR1 のホウ素依存的な翻訳抑制はホウ素過剰症発生の回避に貢献する)

**著者名** : Izumi Aibara, Tatsuya Hirai, Koji Kasai, Junpei Takano, Hitoshi Onouchi, Satoshi Naito, Toru Fujiwara, Kyoko Miwa

**掲載誌名、巻、ページ、掲載年** : Plant Physiology, 177, 759-774, 2018.

### 松野環境科学賞受賞理由

ホウ素は植物の生育にとって必須な無機栄養素であり、土壌から吸収される。その一方、ホウ素は体内に過剰に存在すると毒性を示すため、植物はホウ素を取り込む量を厳密に調節する必要がある。モデル植物シロイヌナズナにおいて、ホウ素輸送体 BOR1 は、ホウ素が欠乏している環境でホウ素を根の内側に向けて輸送することでホウ素の吸収を上昇させる役割をもつ。生物では「DNA (遺伝子) →mRNA→タンパク質」と遺伝情報が発現する。BOR1 mRNA 量は環境中のホウ素濃度によって変化しないが、ホウ素が十分存在する環境では BOR1 タンパク質はタンパク質分解を受けて蓄積量が減少することが報告されていた。

本論文では BOR1 の発現が、環境中のホウ素濃度に応答して翻訳の段階においても制御されることを新たに示し、その分子機構を解明した。また、BOR1 のタンパク質分解と翻訳による発現制御が、植物がホウ素濃度の高い環境に適応する上で重要であることを実証した。

BOR1 のホウ素濃度に依存した翻訳制御機構の解明では、mRNA の上流部分である 5' 非翻訳領域が、ホウ素濃度が高い環境で下流の遺伝子の翻訳抑制に必要かつ十分であることを明らかにした。さらに BOR1 の 5' 非翻訳領域内に含まれる上流 open reading frame(ORF)と呼ばれる構造が翻訳制御に必要であることを示した。翻訳装置であるリボソームが上流 ORF を翻訳した後に下流で再翻訳を起こすことが BOR1 の翻訳に重要であり、ホウ素濃度が変化することでこの再翻訳の効率が変化する可能性があることを示した。

分解制御と翻訳制御の二つの発現制御機構の適応的な意義の解明では、発現制御を失った植物体を用いて実証を行った。どちらか片方の制御を失った植物体を用いた実験から、翻訳の抑制はタンパク質分解制御よりもホウ素濃度が高いときに引き起こされることを明らかにした。これは、再びホウ素欠乏が起こる可能性がある濃度範囲ではタンパク質分解によって素早い制御を行うが、明らかに BOR1 が必要ない環境では、BOR1 タンパク質を作っては壊すという応答をするのではなく、そもそもの合成を抑制しようとする働きであると考察される。

また、分解制御のみを失った植物体と比較して、分解制御と翻訳制御の両方を失った植物体ではより著しい生育阻害と地上部へのホウ素の過剰蓄積が観察された。このことは分解と翻訳の多段階の制御が、高濃度のホウ素環境で BOR1 の蓄積量を減少させることで過剰なホウ素の取り込みを防ぎ、植物の高濃度ホウ素環境への適応に貢献することを実験的に示すものである。

本論文は、発芽した環境から動くことができない植物が、変動する土壤栄養環境に適応するため、精巧な栄養輸送のしくみをもつことを分子レベルで解明したものである。無機栄養環境に応じた輸送体の発現量の調節機構には多数の報告例があるが、翻訳段階での制御はほとんど例がない。さらに、無機栄養の輸送体の多段階における発現制御機構がそれぞれ異なる濃度範囲で引き起こされることを示した例は本研究が初めてであった。

本論文は、生物の外部環境への応答機構の解明という生物学としての新規性を有するだけでなく、栄養が枯渇した環境や過剰に存在する劣悪な土壤環境にも耐える作物品種の選抜や開発につながる知見を提供しており、今後の持続的な植物生産に貢献することが期待され、環境科学として高い価値を有するものであることから、松野環境科学賞を受けるに相応しい論文と判断された。