



トランスポーター研究が土壌・肥料・植物栄養学にもたらすインパクト

1. はじめに

西澤直子

¹東京大学大学院農学生命科学研究科

²石川県立大学生物資源工学研究所

私達研究者には自明のことであっても、一般の人々に忘れられがちなことは、人類生存の物質的基盤は植物であるという事実である。ヒトは、植物が空気や、水と共に土壌から無機元素を取り込み、光合成により太陽エネルギーを使って合成した有機物を食糧としている。同時にヒトの生存に必須のミネラル類も植物が土壌から取り込んだものである。動物や魚も様々な食物連鎖を通して究極的には植物種にその生存を依存している。また産業活動のエネルギー源として重要な石油や石炭も、太古の昔に植物により固定された炭素に由来している。現在、環境に優しいゼロエミッション・エネルギー源として耳目を集めているバイオマスエネルギーはまさしく植物そのものを原料としている。したがって今回の連載のテーマである植物生産を支える「植物の養分吸収」という機能こそが、究極的には人間生存の物質的な基盤であるということになる。

海から陸に上がった高等植物が現在「必須元素」と呼ばれる養分の吸収同化機能を進化的に獲得しなければ、ヒトの生存はあり得なかったであろう。陸地には生成論的に複雑な土壌が存在しており、作物生産に不適切な劣化環境土壌である強アルカリ土壌、強酸性土壌、重金属集積土壌等などが陸地の約67%を占めていると言われている。しかし、地球のドラステックな気候変動の中で、幾多の極限状況を経過した後に残った現在の植物種(Plant Kingdom)は、その不良土壌と気候に適応し、巧みに次世代へと子孫を残し続ける再生産の仕組みを生みだし、それを自己の遺伝子の中に組み込んできた。すなわち、養分を吸収し、地上部へ移行し、光合成を行い、様々な代謝産物やミネラルを種子に転流し、最終的に親から子への遺伝子の授受を完結している。これらミネラルや低分子の輸送はすべて、細胞への取り込みや排出、あるいはオルガネラへの取り込みや排出を担っている様々な種類の膜輸送体(トランスポーター)が担っているのである。

これまで、植物栄養学は農業生産の現場から問題を汲み上

げて、フィールドレベルや個体生理のレベルにおいて、作物生産を支える必須栄養素の流れの法則性を解明することを主として研究対象としてきた。その研究プロセスは一見非常に地道なものであったのだが、あらゆる近代的手法を用いて、確実に成果を上げてきた。

一方、この植物栄養学研究分野にも、分子生物学の潮流は押し寄せ、近年急速に分子レベルでの研究が進展してきた。多くの研究者が、植物の必須元素の吸収・代謝・遺伝的制御のメカニズムの分子レベルでの解明に踏み入れてきた。従来植物栄養学がカバーしてきた主要必須元素の一つ一つの元素の動態の解明が絶好のテーマになってきたのである。すでに述べたように元素の吸収・移行・転流・細胞内分配などの動態は膜輸送体(トランスポーター)が担っている。現在このトランスポーターの遺伝子レベルでの研究が世界で急進展している。

以上のような機運のもとに、文部科学省の特定領域研究「植物の養分吸収と循環系：膜輸送を担う分子の同定と制御」が平成17年に発足した。この特定領域研究は、5年の研究期間を経て本年(平成22年3月)終了した。この間8つの計画研究班に加え、延べ40の公募研究班が加わり、新規トランスポーターの発見や解析に留まらず、それらの制御の分子機構解明など数多くの成果が得られてきた。

本講座では、この特定領域研究で得られた成果を中心に「植物の養分吸収」に関わる分子のうち、生体膜を貫通する膜輸送体であるトランスポーターに焦点を絞り、最新の知見とそのフィールドへの応用について6回にわたり取り上げることとする。

なお、本年4月に出版された教科書である「植物栄養学第2版」(間藤 徹・馬 建鋒・藤原 徹)にはすでに、現在最も先進的な日本の研究グループによる鉄、ホウ素、ケイ酸、モリブデン、アルミニウム等の元素に関して簡潔に紹介されている。講義を担当している教育関係者には、関連する元素に関して、この連載をその副読本としても活用していただければ大変ありがたい。

また、若い研究者達には、ここで述べられている基礎科学の成果が、農業の現場にどのように応用可能であるかを常に念頭に置いて読んでいただきたいと願っている。

Naoko K. NISHIZAWA: Research on transporters and its impact on the fields of soil science, fertilizers and plant nutrition. 1. Introduction

¹ 113-8657 文京区弥生1-1-1

² 921-8836 石川県野々市町末松1丁目308

2010年5月7日受付・2010年5月24日受理

日本土壌肥料学雑誌 第81巻 第4号 p.402 (2010)