



## 第 59 回土壌物理学学会シンポジウム 「土壌および帯水層中における吸着・微生物群集とモデリング」

第 29 期土壌物理学学会会長 石黒 宗秀

2017 年 10 月 14 日、北海道大学農学部大講堂において、上記のテーマでシンポジウムを開催しました。その開催趣旨と内容に関して、簡単にご紹介します。

自然科学の研究においては、現象の観察や測定、現象の根底にある理論、その理論を基礎とするモデル化の 3 つが大切です。現象を的確に把握しませんが理論は構築できませんし、理論によって現象の理解が進みます。自然現象は複雑多様ですので、理論を基礎としたモデルによって現象の予測が可能になります。観察・理論・モデルのいずれも大切です。農学や工学の分野で作物生育や環境保全の技術に展開する上でも、これらのことが基礎になりますし、モデリングにより、的確な予測や評価が可能となります。今回のシンポジウムでは、土壌と帯水層中で起こっている吸着や微生物反応に関して、測定・理論・モデルに関するその研究の第一人者の方々にご講演いただきました。吸着や微生物活動は、科学的に興味深い現象であると共に、農業や環境とも深く結びつきます。

最初に、「土壌中におけるリン酸イオンの吸着・沈殿現象」と題して、東北大学の南條正巳さんをお願いしました。南條さんは、これまでリン酸の土壌中における吸着・沈殿現象を実験や圃場測定で、明らかにしてきました。最近では、水田の還元状態において、リン酸が鉄と反応してビビアナイトという鉱物になり、これがリン酸供給に重要な働きをしていることを明らかにしてきました。ビビアナイトは、酸化状態になると溶解して消失しますが、還元状態の水稲根や土壌から短時間で分離・洗浄し、乾燥させるとその結晶を集めることができるそうです。リン酸が土壌から効率的に回収できるので驚きです。回収過程で空気にさらすので、その過程で酸化して消えてしまうのではないかと思います。短時間で乾燥させると水が無いので溶解せずに結晶が取れます。水が強力な反応促進物質であることを再認識する現象で

す。リン酸は化学反応や生物反応により形態変化し、土壌物理学の研究者には、厄介な対象に見えますが、農業上の養分管理や水質環境保全の視点から非常に重要な物質ですので、その動態を明らかにする研究は、物理学的な視点からも展開して行きたいところです。

次に、「土壌鉱物による微量元素吸着挙動の予測」と題して、金沢大学の福士圭介さんに講演をしてもらいました。福士さんは、鉱物の表面錯体モデル研究の第一人者です。吸着反応の理論モデルを用いて、吸着現象の本質を研究しています。科学として興味深いテーマであると同時に、作物の養分や汚染物質の動態を明らかにし、汚染対策を立てる上で重要な研究です。吸着の基礎理論式であるラングミュアの式について説明し、その限界を明らかにしたうえで、その欠点を克服する表面錯体モデルの解説がありました。表面錯体モデルの中にも、比較的単純なものから、非常に複雑なものまであり、シンプルなモデルはパラメータが少ない利点があり、複雑すぎるモデルはパラメータが飛躍的に多くなり、現実への適用が難しくなることを指摘しました。福士さんは、それらのうち **Extended Triple Layer Model** のスペシャリストで、微量元素吸着挙動の予測に最適であると述べています。この分野の展開が期待されます。

3 番目に、「土壌の pH 緩衝作用とそのモデリング」と題して北海道大学の佐藤努さんに講演してもらいました。佐藤さんは、粘土鉱物学の基礎的な研究とともに、それを工学として応用研究に展開する研究を精力的に進めてきました。pH は、言うまでもなく農学、工学、環境のいずれにおいても重要な値で、土壌中では非常に複雑な反応に影響されます。プロトンの吸着の基礎理論を含む地球化学モデリングソフトによって、驚くほど見事に pH 予測を可能にしました。pH と Eh (酸化還元電位) は、重金属の沈殿溶解反応を左右し、その反応は関連するイオン濃度でも大きく変化するため、土壌や水中での有害重金属の挙動を知る上で、熱力学反応定数から予測

<sup>1</sup> 北海道大学大学院農学研究院

する重要性を指摘しました。その計算は複雑で、手計算すると時間を要するのですが、地球化学モデリングソフトを使うとすぐに結果が得られます。この地球化学モデリングソフト *The Geochemist's Workbench* は、最後の講演の *Craig Bethke* さんが開発したソフトで、世界中で利用されています。

最後に、“*Origin of subsurface microbial communities: A thermodynamically consistent perspective*” と題して、イリノイ大学名誉教授の *Craig M. Bethke* さんに講演してもらいました。地下水文学が専門で、帯水層中における微生物種間の競合と共生関係をモデリングで明らか

にした先駆的な研究です。地層中の微生物は、酸化還元反応での電子移動のエネルギーを利用して活動しています。酵素反応と熱力学ポテンシャル因子を組み入れた微生物活動のモデルを用いて、微生物量と反応に関与する物質濃度を計算することができます。約 200 km の距離の帯水層中で、硫酸還元菌とメタン還元菌が棲み分けをしている現象を、流れと微生物反応のモデルから説明することに成功しました。土壌科学と物質循環を対象とする研究にも展開できる、示唆に富む内容です。

内容が豊富で、今後の関連研究の発展に大いに役立つ貴重なシンポジウムでした。