

巻頭言

土壌物理学とは何だろうか

石黒宗秀¹

このタイトルは、朝永振一郎の名著「物理学とは何だろうか」(岩波新書)からあつかましくも拝借したようなものですが、私の方は、土壌物理学とは何だろうか、そのタイトル通りさまよっている状態です。

土壌物理学を、その文字通りとらえると、土壌を対象とする物理学ですので、まずは物理学とは何かを朝永の著書から抜き出してみます。朝永は、物理学という学問は、現在にいたるまで絶えず変化しており、将来も変化するにちがないから定義することは不可能としています。しかし、その対象やゲームのおおよそのルールや守備範囲を規定して、さしあたり、「われわれをとりかこむ自然界に生起するもろもろの現象—ただし主として無生物に関するもの—の奥に存在する法則を、観察や実験事実に拠りどころを求めつつ追求すること。自然の法則を数学的に表現すること、そして個々の法則をばらばらに発見するだけでなく、そのなかから最も基本的なものをいくつか選び出し、それから他の法則が導き出されるような体系をつくること」としています。自然界に生起するもろもろの現象を扱うので、土壌も当然その中に含まれます。例えば拡散現象は、土壌中にも、水中にも、大気中にも生じるので、物理学の知見は当然土壌を対象とする場合に必要不可欠となります。アインシュタインは、1905年に、科学の世界に革新をもたらす相対性理論、光量子論、ブラウン運動の理論(拡散理論)を一度に発表したもので、この年を奇跡の年とよぶことがあります。そのうちのブラウン運動の理論は、われわれ土壌の研究者にとっても、大変重要な理論となっています。土壌圏は、他と比べて特徴があるため対象として区別することはありますが、特殊な場だからといって、例えば熱力学の諸法則が成立しないということは有り得ません。土壌中の諸現象を対象にする場合、物理学の基本法則を理解しておくことは、言うまでもなく重要なことです。土壌中で起こっている基本的な物理現象を理論的に明らかにすれば、それは土壌以外の物質にも当てはまるでしょうし、それは土壌物理学の枠にとどまりません。例えば、岩田進午は、湿潤土壌表面近傍数 nm の溶液相において高圧となることを明らかにしましたが、これはナノサイエンス・ナノテクノロジー分野でその後注目されるようになる現象です。ただし、発表論文が土壌科学の専門誌であったため、残念ながら他分野からは注目されず、これとは別に発展しています。このような土壌物理学の枠を超える研究もありますが、それによって当然ながら土壌物理学も発展します。

一方、土壌の研究者の多くは、土壌を他とは異なる特殊なものにとらえることが多いように思います。これは、土壌が母材・気候・生物活動など多様な要因によって歴史的過程を経て現在あることの反映でしょう。土壌をその場から取り出すと、それは土壌ではなく、単なる材料となると指摘を受けることもあります。取り出してしまうと、なるほど、最早その歴史的変化から切り離すことになってしまいます。また、取り出して乱してしまった土を実験に用いると、土壌構造が変化するので、かなり異なるものとなるでしょう。しかし、ガリレオは実験を導入して、物理学に飛躍的な進歩をもたらしました。そのことを考えると、条件を単純にすることによって、ある現象の本質を明らかにする実験が如何に重要かわかります。ガリレオは、物体の落下運動は、走行距離が時間の2乗に比例する加速運動であることを、斜面に球体をころがすことによって発見しました。ここで、自然な落下と斜面のころがりは同じではないから意味がないなどと皮相的な相違にとらわれてしまっていたなら、科学の発展はなかったでしょう。科学の発展を歴史的に振り返って思索することも、今後の学問の発展にとって意義のあることだと思います。

要素還元的に、現象をとらえることが今後とも大変重要と考えます。一方で、複雑多様な土壌を、ありのままとらえていくことも大切な方向のようです。朝永は、先の著書の中で、物理学と地球物理学を対比しています。物理学者は、ノーベル賞のメダルの絵柄のように、実験という直接的な方法で自然の女神のベールをめくってじかに見ようとするのですが、地球物理学者はベールをめくるような失礼なことはしないで外からいろいろ見て、どんな顔であろうかということを知ることができる。そうして、大陸の移動やプレートテクトニクス、地震のメカニズムがわかってきたと述べています。もちろん、それが明らかになってきた過程では、科学技術の発展に伴ってよい測定法ができたり、基礎学問の適用があったりします。土壌よりもきれいな系を扱うコロイド科学の研究においてさえ、コロイド現象は要素還元的方法のみで扱うには限度があると指摘されています。土壌物理学においても、要素還元的でない方法でとらえることも大切ですが、これ自体も険しく困難な道のようにです。土壌の研究分野でも、丹念な測定によって、これまで知られていなかったような現象が明らかになりつつあるようです。今後の発展が期待されます。

土壌は、無機物だけでなく、いろいろな有機物が含まれ、生物が活動しています。有機物に関する化学や、生物学は、

¹ 北海道大学大学院農学研究院

土壌物理学者には得意でないところですが、全体としては、これを無視して土壌は語れません。物質移動を研究すると、化学分析が必要になりますし、生物活動による分解合成反応もかかわってきます。これにまともに取り組もうとすると、化学や生物学の方法もしっかり取り入れることになり、また真に革新的な研究に至るには、最先端の科学の知識や、従来と異なるスケールの見方が必要になるに違いありません。ふとふりかえると、自分は土壌物理学者なのか何なのかとまどってしまうことになります。しかし、元来、科学は自然を知ることが目的であり、物理学の対象もわれわれをとりかこむ自然界に生起するもろもろの現象ですから、複雑多様な土壌を研究対象にするということは、科学および物理学の原点に回帰していると言えなくもありません。化学反応も、熱力学を通して見ると、熱力学的平衡定数でとらえられます。生命現象は、エネルギーや物質のやり取りと化学反応によって成立しています。これらも物理学の扱う範囲とすることも可能です。これまでの科学の発展がそうであったように、蓄積された科学知識を大切にしながら、従来の考えにとらわれない自由な発想によって学問の大きな発展が可能となるのでしょうか。目先の業績評価で厳しい昨今ですが、自由な良い研究環境を作っていききたいものです。

読者の皆さんの多くは、農学、工学、環境科学に籍を置く方が多いでしょうから、「土壌物理学とはなんだろうか」とおおげさなタイトルを掲げておきながら、とりとめが無く、実学とのかかわりにも全く触れなかったことにご不満があるかもしれません。これ以上はなしを発散させるのもどうかと思いますので、ここでは、優れた技術の背景には、優れた科学の基礎がある歴史的事実を指摘する程度でご勘弁いただきましょう。