

巻頭言

「境界条件」の重要性

安中武幸¹

第118号の巻頭言で波多野会長は、「土壤物理学会は、地球陸地の表面近くにある土壤における、水、エネルギー、物質の移動・変換・貯留、および大気、地下水との交換現象について、土壤に生息する植物、微生物、動物の活動との関係を含めて研究対象としている学会です。」と述べている。また、山崎不二夫監修「土壤物理」(1969年)の「第8章 広域における土壤物理の諸問題」では、土壤物理学の領域が次の3つに分類されている。すなわち、①土壤を素材として取り扱う領域(土壤物質に関する物理学)、②耕地などの場を対象にした領域(土壤体の物理学)、③地学的広がりと時間的变化を取り扱う領域(広域の土壤物理学)である。ここでいう土壤体あるいは広域の土壤物理学が、「地球陸地の表面近くにある土壤」の物理学に相当するであろう。

筆者の研究は「土壤物質に関する土壤物理学」が中心だった。最近、自らの研究を今後どう方向づけるか、地域の食料生産や環境の持続性の課題にどの様な関わりが持てるか、模索していた。そんな折、昨年夏から秋にかけて、庄内砂丘畑地の湛水問題が発生した。6月、8月、9月の大雨により、砂丘地中央低地にある畑地が長期に湛水し、農作物に多大な被害をもたらしたのである。砂丘畑地の湛水は、これまでも10年に1度くらいの頻度で春先の融雪期に発生していた。しかし、夏に発生しなかな水が引かない事態は、「原因不明」とされたり、「3.11大地震により地下水流動に変化が生じたのではないかと」ささやかれたりした。降雨浸入により地下水が涵養され地下水水位が上昇するというごく普通の現象ではあるが、数百haという空間スケールと数カ月の時間スケールで起こったこの現象・経過を物理的に説明し予測することは困難であった。そのために必要な「境界条件」を知らないこと、あるいはそれに無頓着であったことを痛感することとなった。

砂(土壤物質または土壤体)は保水性が悪く、透水性が良好であることは常識である。しかし、土地の排水性(広域の砂層・砂丘地の特性)となると話は別である。地下水水位が低く砂層が乾いている時に降雨があっても、湛水は生じない。すぐに土中に浸入し、さらに重力で排水してしまう。ところが、地下水水位が高い場合には事情が異なる。地下水水位低下がゆっくりである限り、一旦上昇した地下水水位はなかなか下がらず、降雨の度に湛水することになる。その際の地下水水位低下速度が境界条件なのであり、これが不明である限り、当該地区の地下水水位および砂層水分変動について予測は不可能である。このことは「常識」であり、決して新しいことではない。しかし、筆者に「これまでの自分の研究は要素研究でしかなく、現場の問題に寄与できないのではないかと」と自問させた原因はこの点にあることに気がついた。そして、現場のリアルな境界条件を把握することが不可欠であること、そして境界条件が明らかにできれば「土壤物質に関する土壤物理研究」と接続できそうだと考えるに至った。

土壤は複雑なシステムである。水・物質・エネルギーの移動・変換・貯留現象を解明するためには、土壤物質に関する物理学(および化学・生物学)を必要とする。ここではモデル化や支配メカニズムの解明が行われる。その際、植物根や動物・微生物活動が境界条件として設定されることがあるにしても、現場のリアルな境界条件は必ずしも考慮されなくても良いと思われる。また、土壤は、より大きなシステムの構成要素として他の要素との相互作用を行いながら、時間的变化する存在でもある。地球システムにおける1要素としての土壤は、地球システムの運動にどの様に作用するのか、またその場合、土壤はどの様に扱われるべきか。流域システムおよび圃場システムにおける土壤も、空間スケールこそ異なるがこれと同じ関係性を持っている。ここでは、システムの1要素としての土壤が他要素との相互作用のなかで果たしている役割、および他要素との相互作用で決まる境界条件のもとに生起する土壤内の現象が問われることになる。

この様な考えに及んだ時、「これまでの自分の研究は要素研究でしかなく、現場の問題に寄与できないのではないかと」の思いから脱却の方向が見えた様に思えた。複雑なシステムである土壤における移動現象の基礎メカニズムを研究するとともに、土壤をより大きなシステムの要素として捉え、システムの他の要素との相互作用(境界条件)およびそのシステム挙動との相互関係性を研究するという方向である。現場の現象に関わるには、移動現象の基礎的メカニズムを明らかにすること、およびリアルな境界条件を把握しそのもとで生起する現象を追究することがともに必要なのである。

¹ 山形大学農学部食料生命環境学科