



土壌調査・分類・情報の研究からみた土壌物理性の情報

神山和則¹

「土壌の物理性」編集委員の方から「土粒子」への執筆を頼まれ、これまで積極的な学会活動を行ってこなかった不良会員でもあり、学会に少しでも貢献できるかと思ひ承諾してしまっただけで、筆者はもともと土壌調査や情報解析に関する研究を行ってきたので、土壌物理性に関する研究の重要性は頭の片隅にあったものの、土壌物理性に関連する研究経験は皆無に近い。当然、土壌物理を主題とした内容は書くことはできないので、土壌調査・情報解析の立場から土壌物理性に対して思うところを書いてみようと思う。

1. 地力保全基本調査時代の土壌物理性情報

近代的な土壌調査（地力保全基本調査）が昭和20年代に開始され、昭和40年代後半にはわが国の農耕地の土壌の特性や分布が明らかになり、全国の5万分の1農耕地土壌図が作成された。これらの成果のうち、土壌分布については新しい土壌学の知見を取り込みながら、デジタル化され最新の土壌分類に基づいた「日本土壌インベントリー」（農研機構, 2017）としてWEB公開されている。また、土壌調査時に調べられた様々な理化学性に基づいて生産力阻害要因が明らかになり、肥培管理の改善に用いられるとともに、基盤整備や土壌改良など農地の生産力向上に利用された。しかしながら、これらの理化学性情報を振り返ってみると、炭素、窒素、CECなど化学性のデータは数多く揃えられているものの、物理性のデータは皆無に近い。わずかに仮比重のデータが記載されているだけである。この場合でも、仮比重のデータの多くは、深さ30cm程度までのデータがほとんどで、それよりも深くなるとデータ数は急速に少なくなる。これは、限られた時間と予算の中で実施された土壌調査において、試料採取に時間がかかる土壌物理性の分析まで手が回らなかったためと思われる。したがって、基盤整備や土壌改良を行った根拠となる情報は透水係数等の具体的な分析データではなく、排水性が悪い、等の定性的な情報に基づいている。例えば、地力保全基本調査報告書に記載されている生産力可能性分級における生産力阻害要

因の一つである「土地の乾湿」は「透水性」、「保水性」、「湿潤度」の3つから評価されるが、「透水性」の基準は大中小の3つで判断されている。

筆者が北海道農試（当時）において土壌情報を利用した情報の発信を目的として、土壌情報システムの研究を行った中で、各種理化学性に基づいた土壌特性図の作成手法について取り組んだが、粘土含量区分図やCEC区分図等、分析値がある情報について図示することは容易であったが、透水性区分図や保水性区分図等の作成は簡単にはできなかった。前述のとおり、分析値が整備されていなかったためである。各種の土壌調査報告書にはこうした土壌の物理性に関するデータはなかったが、土壌の種類と土壌物理性に関するデータが全くないわけではなかった。それまでに北海道農試では木下さんが土壌の水分特性と水管理に関する研究を行っており、北海道の多くの土壌について孔隙分布特性（pF-水分曲線）や有効水分量を測定し、5種類の土壌タイプ別に有効水分量の平均値とそれに基づく北海道のおおまかな有効水分容量分布図を公表していた（木下, 1973）。そこでいろいろと考えた末、土壌の保水性を地図化することに取り組むこととした。ただし、既存のようなおおまかに示される分布図ではなく、土壌調査結果（土壌図とそれに付随した理化学性の情報）を利用したもう少し詳細な保水性マップの作成を目論んでいた。最初、木下さんのデータには簡単な断面情報、孔隙分布特性および有効水分量以外の情報がなかったことから土壌図を利用した地図化はできなかったが、ある時、測定した試料に仮比重の情報があることがわかり、有効水分を仮比重から推定することができることがわかった。実際には、仮比重のデータが未公表であったこと、木下さんの孔隙分布特性の測定が遠心法を用いて行われていたことから、最終的にこれらのデータの利用は断念し（読者には釈迦に説法と思うが、当時、遠心法は加圧板法に比べ、短時間でpF-水分曲線が作成できるので多くの研究室で用いられたが、圧縮、目詰まり等の影響で正確ではないという指摘がされるようになった）、前述のデータに比べはるかに少ない点数であるが、新たに採取した試料

¹ 農研機構 農業環境変動研究センター
2019年6月13日受稿 2019年6月20日受理

を用いて仮比重および有効水分量の分析を行い、推定式を作成することとした(神山ら, 1993)。このように実際に利用することはできなかったが、当時、土壌に関する多くの情報が相互に利用できるデータセットとなっていれば利用価値は高まるのに、と思ったものである。

2. 土壌環境基礎調査以降の土壌物理性データベース

地力保全基本調査が終了した後、5年ごとに同一ほ場の調査を行い、経時的な土壌の特性の変化を明らかにすることを目的として土壌環境基礎調査事業が実施された。この事業では土壌化学性のみならず土壌物理性の変化をモニターすることも行われたため、透水係数や孔隙分布特性のデータも揃っている。これらのデータは、土壌分類(農耕地土壌分類第2次案)ごとに集計され、大分類ごとではあるが、「新編土壌物理用語事典」(土壌物理学会編, 2002)では土壌分類ごとに透水係数や保水性(pF 1.5 ~ pF 2.7の水分量)の平均的な値などが公表されている。ただし、集計に用いられているデータ数は深さとともに少なくなっていて、50 cmでは表層の2割程度である。また、分析項目も土壌物理性測定の中でも比較的手間のかからない、仮比重、3相分布などのデータ数は多い一方、透水係数や孔隙分布特性のように時間がかかる分析項目のデータ数は少なくなっている。また、都道府県ごとに得手不得手があるようで多くの分析を行っている都道府県、全く行っていない都道府県など様々である。

農研機構農業環境変動研究センターがWEB公開している「日本土壌インベントリー」では2019年から農耕地土壌の透水係数、pF別土壌水分量、有効水分量といった「土壌特性図」を表示する機能を加えた。これらのデータは同じ土壌環境基礎調査事業のデータを用いているが、少ないデータからより適切な代表値を算出するため、土壌水分に特化した土壌区分を導入している(滝本ら, 2017)。土壌図の分類法との対応がわかるようにするなど、より使いやすい情報となることを期待している。

土壌物理性の特性値が土壌分類ごとにあると、実測値が入手できない場合にモデルのパラメータとして利用ができる、などのメリットが非常に大きい。筆者自身が行った流域の窒素動態の解析においても、こうした土壌分類ごとの物理性の代表値を利用してSWAT(Soil and Water Assessment Tool)モデルによる解析を行うことができ、結果もそれなりの精度が得られている。こうしたことからわが国でも土壌分類ごとに様々な土壌物理性に関する代表値を整備していくことが望まれる。最近、AIなどの研究も盛んに行われ、何でもできるような風潮があるが、基礎となるデータがなければ何もできないことが理解されていないような気がする。AI研究においてもこうした基盤的な情報を収集し、整備することが基本であり、土壌情報を扱ってきた研究者の一人としては、こうした基盤的な情報収集に対してもっと適切な評価をして頂きたいと思う。世界的にも土壌に関する基盤的な情報のデータベース化を進めようという動きもある。土壌の物理性についても、これまでに土壌の物理性を対象とした研究の中で蓄積されたデータを体系的に整理して巨大なデータベースとして整備されることを期待しながら筆をおくこととする。

参考文献

- 土壌物理学会編(2002): 新編土壌物理用語事典, pp. 178-183. 養賢堂, 東京.
- 木下 彰(1973): 土壌の水分特性と水管理. 北海道農試研究資料, 1: 55-80.
- 神山和則・大塚紘雄(1993): 仮比重値を用いた有効水分容量図の作成. 日土肥誌, 64: 440-443.
- 農研機構(2017): 日本土壌インベントリー. <https://soil-inventory.dc.affrc.go.jp/>. (2019年6月12日)
- 滝本貴弘, 高田裕介, 桑形恒男(2017): 土壌温度・水分変動を予測するための都道府県別土壌物理環境データベースの作成. 日土肥誌, 88: 309-317.