



「トレンドか統計か」

原口 暢朗¹

1973年のNielsenらによる「Spatial variability of field measured soil-water properties」¹⁾の公表から20年余りにわたり、Soil Spatial variability*なるトピックが、国内外の土壌物理学に関わる学術誌を賑わせた。当時、筆者もその渦中にあった。Soil Spatial variabilityに対する主な科学的アプローチとして、「古典統計学」、「地質（地球）統計学」、「REV概念**もしくは観測スケール」、「Time stability」が挙げられる。筆者は、水田土壌のSpatial variabilityに対して統計学的なアプローチを用いた研究を行い、博士号を取得した。しかし、このアプローチでは研究の展開を見出せず、継続を断念した。

時は流れ、2015年から、栽培と土壌肥料分野を主体とした研究プロジェクトにおいて、水田転換畑圃場（以下、「転換畑圃場」）における排水性の良否の診断を担当することとなった。あわせて、プロジェクトに参画する複数の公立農業研究機関（以下、「公立農試」）による排水性の観測結果の取りまとめ役を拝命した。研究開始に先立ち、筆者と公立農試の研究者との間で、排水性の診断と土壌水分の観測方法に関して、意見交換の場が設けられた。公立農試の研究者は、土壌水分観測の経験に乏しい。早速、筆者に質問があった：“土壌水分計をどこに設置したら良いですか？”筆者：“1本設置するなら、圃場の中央付近が良いでしょう。暗渠があるなら、暗渠のラインから暗渠間隔の1/4程度の距離を離れた位置が良いでしょう”。追って質問があった：“1本で大丈夫でしょうか。何本くらい設置すべきでしょうか？”筆者：“予算や労力との関係があると思いますので、多くても3本。その場合、圃場の中央付近、用水路側、排水路側に設置が目安でしょう”。さらに質問があった：“土壌水分の平均値を算定するなら、3本は少なくないですか？”この質問に対して、後日電子メールで少し詳しく回答した。

一連のやりとりは予想された事案であり、筆者が自ら観測を担当する際の方法論の問題でもあった。このため、予め以下に記す自己流の考え方を整理していた：(i) 転換畑圃場による排水性の良否は、大雨の後の面的な観察によって、経験的にわかる。このため、診断の対象である排水性は面的な現象と見なせる。(ii) 土壌水分の観測は、この面的な現象と整合する位置で実施できれば良い。すなわち、面的な現象をある程度代表する観測値が得られれば良い。(iii) 転換畑圃場では、経験的に用水路側の土壌は湿っており、排水路側の土壌は乾いている。また、暗渠直上部の排水は早く、暗渠の丁度中間部の排水は遅いと見なせる。これらの場所は、面的に見れば偏った土壌水分の観測値が得られやすいので、避けるべきである。

Soil Spatial variabilityに係る筆者の研究経験から、転換畑圃場の土壌水分の場所によるばらつき*の見方として、以下の二通りがある：(i) 土壌水分の場所によるばらつきを純粋な確率・統計場と見なし、多点で観測して統計処理する。これは、場所によるばらつきに先験的知見を見いだせないという前提に立っている。(ii) 土壌水分の場所によるばらつきには、いくつかの先験的知見がある。例えば、用水路側の土壌は湿っており、排水路側の土壌は乾いているなど、転換畑圃場に特有な場所的傾向（Trend,トレンド）がある。

前述した自己流の整理は、後者に立脚したものであり、本小文の表題である「トレンドか統計か」の所以である。なお、これは土壌水分の観測位置や観測数に関する対象の捉え方の問題である。土壌水分の観測点を決定した後、排水性の良否を検討するためには二つの問題が残る。一つは「排水の良否を定性的に判断するための面的な観測」、もう一つは「土壌水分の時間変動と排水性とを結びつける論理」である。これらについては、前述の研究プロジェクトで検討中である。

「トレンドか統計か」という問題は、土壌の物理性に限らず、野外で起こる自然現象に共通する。この事情について、故岩田進午博士らが明快に述べている：“Researchers who choose the natural world as the subject of study, soil scientists, hydrologists, geologists, and meteorologists, have wrestled with the spatial heterogeneities of the physical and chemical quantities they measure.”²⁾ 筆者の勤務する機関は、故岩田博士らが例示した専門分野を概ね網羅する。関係する研究者が、場所によるばらつきの問題をどう解決しているか、ふとすることがある。単純な科学的アプローチによる解決は難しいと思われる。対象とする系ごとに、複数の観測方法や解析を組み合わせられていてと推察する。前述した自己流の整理も、そういった取り組みの一例かもしれない。

¹ 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門

最後に、本小文が同様な問題を抱える読者への一助となれば幸いである。

* 小文では“Spatial variability”と“場所によるばらつき”を同じ意味で使っている。

** 「REV 概念」；REV (Representative Elementary Volume) とは、本小文では、観測対象である物性のミクロな不均一性を十分に平均化する観測サイズ、とする。詳しい定義については、文献 2), 3) を参照されたい。

引用文献

- 1) Nielsen, D.R., Biggar, J.W. and Erh, K.T. (1973): Spatial variability of field measured soil-water properties. *Hilgardia*, 42(7): 215–259.
- 2) Iwata, S., Tabuchi, T. and Warkentin, B.P. (1995): Soil-water interactions, pp. 333–353. Marcel Dekker, inc.
- 3) Miyazaki, T., Hasegawa, S. and Kasubuchi, T. (1993): Water flow in soils, pp. 255–282. Marcel Dekker, inc.