



## 圃場とモデルのはざままで早 10 年

坂井 勝<sup>1</sup>

土壌の物理性 146 号掲載の論文「群落熱収支モデルと HYDRUS-1D の連結プログラムを用いた畑地の土壤水分・地温予測モデルの構築」に対して学会賞を頂き、本原稿の執筆を引き受けました。この内容と関連して、現在の自分の主な研究テーマとしている畑地の現場観測とその数値計算の取組みについて、雑感を含めながら紹介させていただきます。

2011 年に三重大学に教員として勤務し始めた際に、キャンパスから 10 km 離れた附属農場内の畑地で現場観測を始めました。それまで学部・大学院と室内実験の経験しかなかった私は、ポストク時代に携わった HYDRUS-1D と気象データをリンクした蒸発散や根の吸水モデルの適用をしようと、期待に胸を膨らませて気象測器や土壤水分センサーを設置しました。三重大学農場は山地を切り開いて造成されたこともあり、30 cm も掘ると岩盤の様に硬い層（乾燥密度  $1.6 \text{ g cm}^{-3}$  以上、飽和透水係数  $10^{-6} \text{ cm s}^{-1}$  以下）が出てきます。当時は「これが耕盤層か」と思っていました。ところが「硬盤層」と呼ぶのが正しいでしょう。センサー設置のために 60 cm 程度掘るのに、学生と数時間かけました。効率化と称して楽することを覚えてしまった現在では、技術職員の方をお願いして、パワーショベルでもの 10 分で掘ってもらっているのですが…。蒸発散、特に根の吸水特性のモデル化を主なテーマにするつもりだったため、まずは栽培期間中の畑地の土壤水分変化を大雑把にでも HYDRUS-1D を用いた数値計算で表すことを試みました。ところが水分変化の傾向も再現できず、指導学生達と頭を抱える日々が続きました。

1 つ目の原因として挙げたのは、土壤水分センサーの検量でした。検量は従来の方法に基づき、現地の土壤を持ち帰り、水分調整後に所定の乾燥密度で充填して行いました。最初はロッド長 30 cm のセンサーを用いたため、それだけでも大変な作業を学生にしてもらっていました。ところが、現場で度々行ったコアサンプリングと炉乾法によって求まる体積含水率は、センサー出力値とは大きく異なるものでした。特に硬度の高い下層土

で顕著なずれを示したため、センサーと土壤の間に隙間ができることによる接触の悪さが原因だと考えました。このようなセンサー設置時の問題、およびセンサーの個体差は避けられないと考え、現在では、武藤ら (2015) が提案したコアサンプリングによる土壤水分量を用いた簡易補正法を使うことにしています。

2 つ目の原因としては、不飽和水分移動特性の設定でした。博士論文研究の際に、吸引法、加圧板法、露点法を用いた水分特性曲線の測定、蒸発法を用いた不飽和透水係数の推定という室内実験による手法に取り組みましたが、現場を再現するには至りませんでした。特に、現場観測値は降雨終了後数時間で土壤水分量の低下を示すのですが、下層土に変水位透水試験で求めた  $10^{-6} \text{ cm s}^{-1}$  という低い飽和透水係数を与えた数値計算は、いつまでも高水分量を維持しました。おそらく現場では、100 cc のコアでは捉えることができない無数の亀裂を通る流れや、下層土上を水平方向に移動する流れがあり、作土層の排水が生じているのでしょう。現場土壤の不均一性に加え、室内実験手法と現場観測ではスケールが異なることが原因だと思います。そのため、現場土壤中の水分移動を再現するためには、中村ら (2016) が提案する土壤水分量の観測値に対する逆解析で van Genuchten パラメータを推定するなど、現場データに基づいた水分移動特性の推定手法が必要不可欠だと考えています。

以上の様な問題をあれこれと考えている内に、早くも 10 年が経過してしまいました。気づいてしまえば当たり前のことで、自分の勉強不足も大きいと思います。一方で、学生と一緒にセンサー設置や採土を行い、手を動かすことで納得しながら進めることもできました。この経験で得られた断片的な知識を繋ぎ合わせて、土壤中という目には見えない部分でどのように物質が移動しているかを想像しながら、今後の研究を進めたいと思います。また今回開発した群落熱収支モデルと HYDRUS-1D の連結プログラムは、土壤物理が主とする土壤中の物質移動現象の研究と、農業気象学や栽培学などの地上部もしくは上空を主とする研究とを結びつけるインターフェイスの 1 つになると考えています。さらに昨年度から、ダイズ栽培現場に対して多面的なデータを収集しダイズ生育のモデル化を目指すプロジェクトに参画しており、土

<sup>1</sup> 三重大学大学院生物資源学研究所

壤物理学だけでなく、土壌化学、土壌微生物学、栽培学、作物栄養学など他分野の研究者と協働しています。土壌環境のモニタリングやモデル化など、これまでの研究活動を還元し、また土壌物理学の意義をアピールするいい機会を与えてもらっていると考えています。

最後に、この場を借りて宣伝をさせていただきます。10月末に土壌物理学学会大会が三重大学で対面開催される予定です。今回の受賞論文の共著者である丸山篤志博士とは、アメリカでのポストドク時代に参加した AGU のポスター会場でたまたまお会いし、群落熱収支モデルについて教えて頂きました。また、現在三重大学に勤務しているのも、学生の時に農業農村工学会で取出伸夫先生とお話したことがきっかけでした。コロナ禍の影響からオンラインで気軽に学会参加や交流ができる時代になりました

たが、学会会場では研究の幅を広げたり、人生を変える様な出会いがあるかもしれません。学生や若い研究者の皆さんは、ぜひ会場まで足を運んで、多くの方と話をする機会を持って頂けたらと思います。

### 参考資料

- 武藤由子, 渡辺晋生, 山本清仁, 倉島栄一 (2015): 5TE センサーで測定した土壌水分量の簡易補正と電気伝導率の検証. 農業農村工学会論文集, 296: I.9-I.17.
- 中村公人, 大串祥子, 池浦康広, 田中宣多 (2016): 畑地用水計画のための HYDRUS-1D を用いた土壌水分移動解析における土壌水分特性パラメータの推定例. 土壌の物理性, 134: 25-40.