



畑地灌漑への数値解析の応用

宮本輝仁¹・取出伸夫²

畑地灌漑は畑作物に必要な水分を人為的に供給することである。畑地に供給された水分は、土層の持つ水分保持能力によって保持されて作物に使われる他、土壌面蒸発により失われる。また、土層の水分保持能力以上の水分が供給されると、重力作用により下層へ浸透してしまう。特に、湿潤地帯に属するわが国では、畑地に降った雨の一部は深部浸透しやすく、干天時や地下水位が浅い場合などには、下層から根群域への上向きの水分移動が生じるなど複雑な土壌水分動態を示す。そのため、より精度の高い水分消費量の算定には、植物の吸水量に加えてそれぞれの畑地固有の土壌水分動態を考慮する必要がある。

作物の栽培方法も様々なものが農業現場では使われている。たとえば、果樹栽培で行われているマルチ栽培とドリップ灌漑を併用した土壌水分管理技術や、水田の転換畑利用を可能にする地下水位制御技術なども農業現場で普及してきている。これらの栽培方法では、畑地の一部分のみ灌漑が行われたり、また、弾丸暗渠の施工により土層条件もより複雑となったりしている。このように作物栽培において土壌水分動態を予測し、適切な土壌水分管理を行っていくためには、より複雑な土層・境界条件のもとでの土壌水分動態の予測が必要となってきた。

不飽和土壌中の水分・物質移動のモデル化と数値解析は、土壌物理学の得意とするところであり多くの研究蓄積がある。これまでも「古典を読む」で Buckingham (1907) をはじめ、Gardner et al. (1922), Richards (1931) などを取り上げて紹介してきた通り、欧米において畑地の水管理と土壌水分動態を科学的に捉えようとする試みは並行して発展してきた。また、わが国においても、土壌物理学と畑地灌漑はお互いに貢献しながら発展してきており、これまでの経緯は筑紫・長 (1984) や長谷川 (2012) で紹介されている。このように、基礎学問としての土壌物理学の応用場面の一つとして、畑地灌漑や畑地の水管理も捉えることができる。

近年、水分・溶質移動汎用プログラムが整備され、土壌物理学が応用される周辺分野においても、道具として利用できるようになってきている。数値解析にもとづく土壌水分動態解析は、より複雑な土壌水分移動の把握に有効な手法である。特に畑地における水管理にかかわる試験・研究をしている研究者・技術者にとって、より効率的な水管理を検討できるようになることが期待される。

しかし、わが国の畑地灌漑が行われている農業現場に土壌水分移動解析を適用しようとした場合、まだ多くの解決すべき課題がある。たとえば、土層条件によっては多量の降雨や灌水があると計算が収束しない場合があること、圃場の土層条件が不均一であり土壌水分特性パラメータの推定が難しいこと、解析対象とする土壌の境界条件を設定する際に作物の種類や圃場条件（畝やマルチの有無等）についても考慮が必要なこと、下層の情報が限られているときの下部境界条件の設定や地表面からの蒸発量と蒸散量の評価が難しいことなどが挙げられる。さらに、砂地の圃場や亀裂の発達した転換畑では土壌水分特性が極端で、現場のモデル化自体に様々な工夫が必要である。

このように畑地灌漑を目的にした土壌水分動態解析には多くの土壌物理的な課題は多いが、土壌物理学においても、数値解析に関する具体的な問題点についてあまり議論がなされてこなかったと思う。これは、新しい数値解析手法の適用や特殊な物理現象のモデル化に多くの興味注がれ、既存の汎用プログラムの利用には、あまり関心が示されてこなかったことも一因である。しかし、畑地灌漑という具体的な場面に数値解析を応用する際に生じる様々な課題を克服するには、高度な解析技術が要求され、それらの解決方法に関する有益な情報を共有していくことは今後益々重要となると思われる。そこで、編集委員会では新たな試みとして、応用場面を明確にした汎用プログラムを用いた研究成果についても、土壌の物理性の投稿規定に記されている「独創性があり、土壌の物理性に関する技術の進歩に寄与すると見なされるもの」として積極的に評価することを検討した。

本特集では、畑地灌漑が行われている農業現場への数値解析の応用をテーマに執筆をしていただき、数値解析の応用と課題や対処方法について議論する素材を提供いただいた。弓削論文は、畑地灌漑計画で計画消費水量を

¹ Institute for Rural Engineering, NARO, 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8517, Japan. Corresponding author: 宮本輝仁, 国立研究開発法人 農研機構 農村工学研究部門

² Graduate School of Bioresources, Mie University, 1577 Kurima-Machiya, Tsu 514-8507, Japan.

2016年12月2日受稿 2016年12月2日受理

算定するための現場試験である土壌水分減少法と数値解析による算定方法について議論する。中村論文は、水分量変化の計算値を用いて土壌水分減少法による日消費水量を求めるために、畑地圃場の水分量変化を再現する土壌水分特性パラメータ推定手法について論じる。Hassan論文では、灌漑スケジューリングへの植物成長の数値モデルと天気予報を利用した数値解析の応用について議論する。坂井論文では、暗渠と弾丸暗渠が直交する地下水位制御システム導入圃場を対象に3次元的な排水過程の再現方法や弾丸暗渠の役割について論じる。宮本論文では、マルチ栽培が行われている圃場のモデル化における境界条件の設定の仕方やマルチの役割について議論する。

本号では、弓削論文と中村論文を掲載し、次号以降に他の論文を掲載する予定である。また、補足資料を公開できる体制が整った土壌物理学会のホームページを利用して、それぞれの論文内容の理解の助けとなるよう、また、数値解析の現場適用上の課題などについて更なる改良・発展がなされるよう、計算プロジェクトなどの補足

資料を公開していく予定である。本特集を機会に、数値解析の現場適用に関する研究がなされ、土壌の物理性への論文投稿が増えるとともに、学会員間の議論が深まることを期待したい。また、本特集へのご意見、提案を編集委員会までお寄せいただければ幸いである。

引用文献

- Buckingham, E. (1907): Studies on the movement of soil moisture. U. S. Dept. Agr. Bur. Soils Bul., 38: 1-61.
- 筑紫二郎, 長智男 (1984): 畑地灌漑. 土壌の物理性, 50: 16-19.
- Gardner, W., Israelsen, O.W., Edlefsen, N.E. and Clyde, H. (1922): The capillary potential function and its relation to irrigation practice. Phys. Rev., 20: 196.
- 長谷川周一 (2012): 日本の土壌物理研究の歴史を振り返る. 土壌の物理性, 120: 5-14.
- Richards, L.A. (1931): Capillary conduction of liquids through porous mediums. Physics, 1: 318-333.