

## 土壌の誘電特性

### —計測原理と応用—

マックス・A・ヒルホースト [著]

九州大学生物環境調節センター [監修]

筑紫二郎 [訳]

九州大学出版会 2010年3月31日発行

B5版 136頁 ISBN 978-4-7985-0017-1 定価 本体3,400円+税

本書は、ワーゲニンゲン大学で博士号を取得した Hilhorst 博士の学位論文の翻訳である。訳者がオランダに行く機会を得て、ワーゲニンゲン大学の Feddes 教授を訪問したときに入手したものである。Feddes 教授は Hilhorst の指導教官である。わが国でも TDR (Time Domain Reflectometry) が土壌水分計測法として急速に普及しつつあった頃、欧米では土壌の誘電特性についての理解もかなり進んでいたようである。事態を重く見た訳者は、欧米に遅れを取るまいとして本書の訳出に励まれたようである。

著者 Hilhorst について紹介しよう。電気技師の資格を持つ著者は1972年から1983年までオランダ宇宙研究機構で、ノイズが極めて低いアナログ機器の研究開発に従事した後、ワーゲニンゲンにあるオランダ農業研究所農業研究部の物理技術研究課に所属し、誘電式水分センサーの開発に関する研究を行ってきた。今日、TDR は標準的な土壌水分計測法として確立され、一般の研究者の間でかなり普及しているが、著者の問題意識としては、一般に、TDR 装置は正確であるが、高価であり、熟練技師を要し、農業には適していない。したがって、現場でのルーチン的な使用に対して誘電率計測技術を適用するには重大な障害があるために、農業の実際の場面において利用に適した低コストの誘電センサーの開発が必要であった。著者はこの問題を解決するために、電気回路にシステムを組み込んだ小さなチップを開発した。また、一度、開発したチップを組み込んだ誘電式土壌水分センサーが使えるようになると、多くの面で応用が進むことが明らかとなった。本書には、これらを背景に著者が行った土壌の誘電特性の計測と応用に関わる研究がまとめられている。

第1章では、TDR や FD (Frequency domain) センサーなど電磁波を使った誘電率測定に基づく土壌水分計測の開発の歴史が記述されている。また、本研究の目的と概要も述べられている。第2章では、誘電率の土壌への適

用に関する一般的理論がまとめられている。TDR とは異なった周波数を用いる新しいセンサーでは、誘電率が用いる周波数帯に依存するという課題も出てくる。そのため、土壌の誘電特性に対する結合水の影響、コロイドおよび気泡の周囲で起こりうる電気二重層、Maxwell-Wagner 効果と土性、脱分極係数に基づく新しい誘電混合式など、土壌の誘電特性を理解するうえで有益な計測原理の情報がまとめられており、今後の研究テーマとしても興味深いものが並んでいる。第3章では、著者が開発した新しいセンサーについて示されている。この誘電式土壌水分センサーでは、TDR と同様、一つのセンサーで誘電率と電気伝導度 (EC) が計測できる。これはセンサーに組み込まれている集積回路が一つのチップで4つのチャンネルを持つベクトル電圧計だからである。センサーに組み込む集積回路の設計とセンサーの電極設計に関する一般的考え方について書かれた部分は、電気工学の専門家向けの記述となっており、われわれエンドユーザーにはやや難しい。開発された誘電式土壌水分センサーは、現在、Delta-T Devices 社から WET-2 として販売されている。第4章では、新しいセンサーを用いた土壌水分計測および土壌溶液の EC 計測への応用、汚染土層の検出、コンクリート硬化過程の誘電特性の変化など、農業現場での利用のみならず広い応用場面を想定した試験結果が示されている。この章は、土壌物理研究者にとっても馴染みのある内容で理解しやすい。特に、誘電率と EC の同時計測から汚染土層を検出する試みは、わが国でも応用できそうである。また、コンクリートの硬化過程で示される誘電挙動には、材料の微細構造、イオン濃度、結合水が密接に関係しており、その類似性から土壌の誘電挙動を調べるのに有効であることも示されている。このような視点も、今後の研究活動の中で活かしていきたいところである。第5章は要旨と結論であり、将来の研究方向の提言も行なわれている。

最近、「土壌の物理性」でもセンサー特集が組まれるなど、土壌物理学会員からの誘電式土壌水分センサーの利用に関する研究成果発表が増えてきている。また、現地観測等で誘電式土壌水分センサーを使用する研究者も

増えてきており、土壌物理学大会講演会等では、学会員間で活発な情報交換がなされている。現在、土壌の誘電特性を利用した様々な土壌水分センサーが開発され、今後、フィールド科学が益々発展することが期待される。また、誘電式土壌水分センサーの原理・背景に視点を向

けると、また新たな土壌科学の研究テーマと出会うことができるだろう。本書は土壌の誘電特性の計測原理・応用の両面から参考になる有益な情報を提供する書として、土壌物理学会員にお勧めしたい一冊である。

宮本輝仁（農研機構農村工学研究所）