



## 論文賞を受賞して

辻本久美子<sup>1</sup>

### 1. はじめに

この度、「土壌の物理性」第151号に掲載いただいた論文「1～36 GHz帯のマイクロ波に対する湿潤土壌の誘電特性：モデルとその検証」（著者：辻本久美子，太田哲，藤井秀幸，小松満）に対して，2023年度土壌物理学会賞（論文賞）を賜りました。受賞にあたり，ご推薦くださった先生方ならびに選考委員の先生方に厚く御礼申し上げます。

もともとは土壌物理学を専攻していなかった私にとって，本研究の実施と取り纏めには困難も多く，その中で多くの方々にご指導・ご支援いただきました。それゆえに今回の受賞は思いがけず，たいへん嬉しく大きな励みとなりました。ご指導・ご支援いただいた皆様方への御礼と，これから道を切り拓いていく若手研究者への激励を込めて，この論文の掲載に至るまでの経緯を以下に記そうと思います。

### 2. 本研究に取り組み始めた経緯

私は2017年4月に岡山大学の森也寸志先生の研究室に着任し，そこでお誘いいただいて土壌物理学会に初めて入会しました。学位取得から8年余りが経った頃のことです。それまでは水工学分野で主に大気-陸面相互作用（局地気象）に関する研究を行っており，私にとって「土壌」とは，（私が興味関心をもつ）大気境界層に対して水・エネルギーを輸送する「下方境界条件」という位置づけで，この境界条件決定のために土壌水分量の時空間分布を大陸スケールで推定したいと考えていました。

2017年10月に初めて土壌物理学会大会（於：札幌）に参加させて頂いた折には，そこで議論されている「土壌」に対する見方や研究アプローチの方法が，これまで私が慣れ親しんできた分野とはあまりにも異なることに衝撃を受けました。一方で，広域を対象とする私自身の研究においても，本学会で議論されているようなミクロなスケールの精緻な物理現象の解明・モデル化も有用であると確信し，学会大会での議論を聴きながら（議論の中身はほとんどついていけませんでした...），この分野の皆様方と議論できるようにもっと勉強をして成果を出したい，と思いました。この経験により，「いつか「土

壌の物理性」に論文投稿できるような研究を目指したい」ということが私の1つの目標となりました。

私にとって岡山大学着任は，「これまでの経験・専門性を活かした上で，新しい職場での職務に合致した研究テーマとは何か」を探索する長い旅のスタートとなりました。その中で取り組み始めたのが，この「土壌誘電率の研究」です。この研究は，私が2017年3月まで在籍していた小池俊雄先生の研究室（東京大学（当時））にて，研究室の諸先輩方（共著者の藤井秀幸氏・太田哲氏のほか，玉川勝徳氏，会田健太郎氏，筒井浩行氏，Yang Kun 先生，Lu Hui 氏，David N. Kuria 氏など）が長年取り組んでこられた地球水循環マイクロ波リモートセンシングに関する一連の研究を基盤に，その成果やプログラムソースコードを使わせていただきながら進めたものです。定年退職を前に小池先生が「自分がやり残した研究テーマ」として挙げられた課題がいくつかあり，その中から選ばせていただきました。

### 3. 土壌の誘電率とは

「誘電率」とは，平たく言えば，「物質が電気を蓄えられる大きさ」の指標です。真空の誘電率との比（比誘電率）として表すと，およそ，空気は1，土粒子は5，水は80程度の値をもちます。水は分子が分極しているため，誘電率が大きいのです。したがって，「土壌」全体の誘電率を計ることで，その土壌に含まれる水分量を推定することができます。この学会の皆様方にとっては，現場計測で用いられるTDRの原理として，Toppの式とともに馴染みの深いものかと思います。

一方，同じ原理が，マイクロ波リモートセンシングによる土壌水分量推定においても用いられていますが，このアルゴリズムについては，水工学やリモートセンシング，気象学などの分野でこれまで多く研究がなされてきました。そこで用いられる誘電率モデルとしてはDobsonの式やWang and Schmuggeの式などがありますが，これらについては土壌物理学分野ではあまり研究されていないように見受けました。

水工学分野から本分野に飛び込んだ私にとっては，「同じ原理を使っているのだから一緒に考えればいいのに，なんでこんなに研究交流が少ないのだろう。もったいないな。」というのが率直な感想でした。奇しくも，学部学生時代の恩師である三野徹先生（京都大学・岡山大学）

<sup>1</sup> 岡山大学 学術研究院環境生命自然科学学域  
2024年2月22日受稿 2024年2月26日受理

や岡山大学の赤江剛夫先生らが以前より誘電率に関する研究成果を重ねておられたことを、本研究に着手して初めて知りました。自分自身の不勉強を恥じるとともに、何かご縁のようなものも感じ、本研究を進める意欲に繋がりました。学部学生時代にお世話になった中村公人先生（京都大学）にも、灌漑排水学・土壌物理学分野での先行研究群についてご紹介いただき、相談に乗っていただきました。

#### 4. 多くの先人・仲間たちとの新しい出会い

とはいえ、何からどう着手しようかと当初は困り果てました。というのも、小池先生の研究室に在籍していた当時に、私自身はマイクロ波リモートセンシングに関する研究をしておらず、「門前の小僧」に過ぎなかったからです。ゼミなどで見聞してきた内容と、自分自身の興味関心とを繋ぎながら、少しずつ研究構想の立案と具体化を進めました。

その中で大きな支えとなったのが、開発一郎先生（広島大学）です。それまでお話したことさえなかったのですが、マイクロ波リモートセンシングによる土壌水分量推定研究の第一人者のお一人として、私の方からはよく存じ上げていました。ある日、思い切って開発先生に研究相談のメールを差し上げたところ、思いもかけずたいへん丁寧に親身になって一緒に考えてくださり、いろいろと教えてくださいました。私が恐縮すると、「自分もこの分野の研究を始めた際に分からないことが多くてたくさんの人たちに教えてもらった。この分野はそういう性格の分野だよ」と言ってくださり、それがたいへん心に響きました。

その後、開発先生と諸泉利嗣先生（岡山大学）からご紹介をいただき、岡山大学で誘電率研究に長年取り組んでこられた小松満先生（共著者）に引き合わせていただきました。小松先生には、実験室や実験測器一式を貸していただいた上に、誘電率計測のみならず、土壌実験法の基本から教えていただきました。何もかも私は知らないことばかりで、学生のように勉強させていただきました。

さらに、当時（2019年）に私が卒業論文指導を担当していた大野晃太郎さん・栗屋奈那さんに加え、小松先生のもとで卒業論文に取り組んでいた山本理沙さんにも、実験をたくさん手伝ってもらいました。3人とも卒業論文としては別のテーマに取り組みながらも、いつも快く手伝ってくれて、どれだけ助けられたか分かりません。4人でカンボジアに調査・実験に行ったこともありました。カンボジア王立農業大学の Hor Sanara 先生と Lyda Hok 先生にご尽力いただき、同大学の学生であった Chea Koemorn さんと E-Nieng Muth さんも作業に加わってください、同大学の実験室で一緒に楽しく実験を行いました。この実験を実現できた背景には、2018年3月に岡香菜子さん（当時修士課程2年生）と2人でカンボジアに調査に行った経験がありました。研究活動の中で土壌採取・実験をしたことが無かった私にとっては、森先生のもとでしっかりと訓練を積んできた岡さんから教えて

もらうことがたくさんあり、そのおかげで、海外調査地という限られた環境と時間の中でどのように調査・実験を進めていくか、具体的な研究立案を行うことができました。

こうして得られた実験データを用いて2019年10月の土壌物理学会大会（於：つくば）でポスター発表を行いました。その後の結果のとりまとめに迷走し、学会後はすっかりお蔵入りさせてしまっていました。そのような折に、図らずも論文投稿のお声がけをくださったのが、当時の編集長であった宮本輝仁氏（農研機構農村工学研究部門）です。私は元来、研究成果を論文として取り纏めることがとても苦手で、せっかくのお声がけをいただいた後でさえも、なかなか論文として仕上げることができず、何度も諦めようと投げ出しかけました。しかし宮本さんには、「自分で自分のハードルを上げないように」と温かく励まし続けていただき、そのおかげで何とか投稿にこぎつけることができました。宮本さんのお声がけと温かい励ましのお言葉がなかったら、途中で諦めていたに違いないと思います。

査読過程でも、たくさん学びがありました。本論文の査読過程でいただいたご指摘は、いずれもハッと考え込まれる内容のものばかりで、「確かにそうだなあ... あれ、どうなってるんだろう...」と新たな思索を深める契機となりました。新しい気づきを与えていただき、査読を通じて大きく学び成長させていただいている実感があって、何だかとても楽しかったと記憶しています。本研究の内容のみならず、査読者としての取り組み姿勢についても学びが多く、自らを省みる良い機会となりました。

このように、この度論文賞を授与いただいた論文は、私が岡山大学にて7年間、新しい職場で試行錯誤や迷走を重ねながら、様々な方々に助けていただいてなんとか取り纏めることができたものです。改めて振り返ると大変感慨深く、改めて心より厚く御礼申し上げます。

#### 5. おわりに

冒頭で少し触れましたが、私のもともとの研究テーマは大気-陸面相互作用であり、特にカンボジアを対象に研究を進めてきました。現地での調査観測のみに立脚して研究を進めることは現実的でなく、「仕方なく」取り入れた手法がリモートセンシングでした。

そんな私にとって、全球リモートセンシングのアルゴリズム研究は、当初は興味関心の対象外でした。しかし研究を続けていく中で、「現場計測が困難な地域に対してリモートセンシングの精度を上げる」ためには、現場でのキャリブレーションを前提としてモデルやパラメータを設定するのではなく、様々な気候・地理・土壌特性の地点に対して「汎用的なモデル」を構築することが肝要であると認識しました。さらに、この「汎用的なモデル」を process-based model（素過程に基づく物理モデル）として組み上げ、それぞれの式を精査・改良していく研究は、たとえば土壌水分推定の場合、土壌の水分特性・熱特性・誘電特性に関する基礎研究（真理追求型の研究）そ

のものに直結すると認識しました。この点については、諸泉先生にたいへん興味深いご示唆をいただき、今後の研究課題として取り組みたいと楽しみにしています。

全球リモートセンシングのアルゴリズム研究は、実験室スケールの基礎科学研究を応用研究（リモートセンシング）に自ら繋げられる研究として、今の私はとても魅力を感じています。基礎科学としての学問の発展に貢献

できるような研究に取り組みながら、同時に、カンボジアなどのデータ取得困難地・途上国の食料・防災・環境問題解決に資するような応用研究にも貢献したい、というのが私自身の研究モチベーションです。まだまだ不勉強なことばかりですが、これからも学びを深めながら研究を進めていきたいと思います。今後ともどうぞよろしくお願い申し上げます。