J. Jpn. Soc. Soil Phys.
土壌の物理性
No. 127, p.31 ～ 32 (2014)

これまでの研究生活を振り返って

濱本昌一郎 [1]

私事ではあるが，現在の所属機関である東京大学に異動して半年が経った時に土粒子の執筆依頼を受けた．何を書こうか考えていたが，新天地で新たな研究に取り組み始めた時でもあり，折角の機会なので本誌を借りて学生時代からこれまでの自分の研究生活を振り返り紹介するとともに，思うところを述べてみたい．

広大な北の大地に憧れて北海道大学に入学したのが平成 12 年．恩師である長谷川周一先生の授業を聞いて土壌物理学の面白さに魅かれ，農業工学科土質改善学研究室（現土壌保全学研究室）にて卒業研究に取り組んだ．ちょうどその頃塩類土壌に興味があったことから，土壌中の溶質移動と関連して，単粒・団粒土の溶質分散特性の比較を行う研究テーマに取り組んだ．土壌を充填したカラムから流出する溶液を，一定時間ごとに採水し，イオンクロマトグラフでの濃度測定．フラクションコレクターの無かった当時，大学近くのマクドナルドでアルバイト中に仕事を抜け出し，大学に戻り採水し，またアルバイトに戻ることも多々あった．実験は辛い時もあったが，卒業研究を通して実験データを考察する難しさ面白さ，研究の楽しさも学んだと思う．

平成 16 年に北海道大学を卒業した後，修士課程から東京大学大学院農学生命科学研究科 生物・環境工学専攻 環境地水学研究室に入学した．修士研究で何を研究しようか考えていた時，汚染ガスの密度流現象に関する論文を目にした．これまで，土壌物理学の本で目にしたことが無かったキーワードに魅かれ，修士研究では，ガス態揮発性有機化合物（VOC）の土壌内挙動に関する研究に取り組んだ．密度の高い汚染ガスは密度差に起因して重力の影響により密度流が発生する．土壌内 VOC ガス移動における密度流の影響について，砂と火山灰土を用いて調べた．結果として，団粒化が進んだ火山灰土では団粒間の粗大間隙を通して，密度流の発生によって鉛直下方へのガス移動が飛躍的に促進することが分かった．修士研究を通して土壌内のガス移動に興味を持ち，ガス拡散や通気特性についてもっと深く研究したいという気持ちになった．これが博士課程に進学しようと思った大きな動機である．修士課程の間に研究成果を論文として取りまとめ，閲読者の厳しいコメントに挫折しそうになりながらも国際誌にて掲載できた（Hamamoto et al., 2008）ことは，その後の研究者人生の大きな励みになったと思う．

修士時代にガス拡散係数や通気係数に関する論文を読み漁る中，オルボー大学（デンマーク）の Per Moldrup 教授の名前を良く目にした．Moldrup 教授の近くで，土壌中のガス移動に関する研究を進めてみたいという希望を持ちながら，博士後期課程ではオルボー大学と共同研究の関係にあった埼玉大学大学院理工学研究科環境科学・社会基盤コース土質工学研究室に入学した．博士課程では，小松登志子教授，川本健准教授（現教授），Moldrup 教授の指導のもとで，土壌のガス拡散係数や通気係数のモデリングに関する研究に取り組んだ．博士課程入学後も，専門としては土壌物理学であることに変わりは無かったものの，農業土木の分野から工学の地盤工学の分野に立ち入ったことで感じる戸惑いも多少なりともあった．例えば，土壌ではなく地盤，土質力学ではなく地盤力学，研究サイトとしての廃棄物処分場など，学部・修士時代ではあまり目にしなかったキーワードや研究対象のスケール感の違いに慣れるのに少し時間がかかった．

博士時代に特に力を入れた研究は，物質輸送係数の類似性とモデリングに関する研究である．土壌中の物質（水・ガス・溶質）移動は，間隙中を通して生じる．これらの物質移動を表現する上で必要不可欠な透水係数，ガス拡散係数などの物質輸送係数の予測モデルを構築する場合，間隙の屈曲性や連結性をいかに定式化しモデルに組み込むかは難しい問題である．土壌内を移動する物質がガスであれ溶質であれ，同一の間隙ネットワークを移動するのであれば，物質輸送係数間に類似性・相関性が存在するはずである．そこで，熱伝導度や電気伝導度などの比較的測定が容易な輸送係数から他の物質輸送係数を予測できないかと考えた．国内外の異なる土性を有する土壌を対象に電気伝導度，ガス拡散係数，通気係数，溶質拡散係数，熱伝導度のデータを収集・実測し，物質輸送係数間の相関関係について調べた．結果，各物質輸送係数に対して無効流体含有率（各物質輸送に寄与しない体積含水率または気相率）を考慮した場合，土壌によらず各物質輸送係数間には流体含有率に対して類似性が見

[1] 東京大学　農学生命科学研究科
2014 年 5 月 26 日受稿　2014 年 6 月 10 日受理

られた．さらにこの類似性は，無効流体含有率を考慮した修正アーチー式によって表現することができた．研究成果を国際誌に投稿し，閲読者からも好意的なコメントを頂き掲載することができた（Hamamoto et al., 2010）．

上記研究に関連する一連の解析や論文執筆活動は，オルボー大学での半年間の留学中に行い，その際 Moldrup 教授に大変面倒を見て頂いた．海外での研究生活では，英語の壁に悩まされることも多々あったものの，同じ分野で研究者を目指す海外の学生達と交流を持つなど貴重な研究者ネットワークを築くことができたと思う．現在，X 線 CT 装置を用いて得られる間隙構造情報を組み込んだ物質輸送係数の予測モデル構築にも取り組んでおり，博士時代に開始した研究は私自身のライフワークの一つとなりつつある．

学位取得後は，同じく埼玉大学にて助教の職に就くことができた．着任早々に，科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業（CREST）の中で地中熱利用ヒートポンプに関する研究に携わる機会を得た．近年 CO_2 削減やヒートアイランド対策として，地中熱利用のヒートポンプ（GSHP）システムの実用化が急速に進んでいる．GSHP システムは大気と熱交換する従来の空気熱源の空調機と異なり，地下水を採熱・放熱の場として利用するものである．そのためシステムの普及が進むと地下の温度変化（熱かく乱）が起る可能性がある．一方で，熱負荷を加えた際の地下環境リスクについては十分検討されていない．そこで，地下環境に熱負荷を加えた際の地下物質動態変化について現場試験・室内試験から検討することになった．埼玉大学構内に地下 50 m に渡りボーリング掘削し，地中熱交換器を設置した後，40 °C の温水を一年間循環させた．地中熱交換器設置井の周囲に地下水採水用の観測井を設け，人為的に地下を加熱した際に地下水質がどのように変化するか調べる現場試験を実施した．地中熱交換器設置井から 1 m 程離れた場所にある地温は約 7 ～ 8 °C 上昇し，特に海成層の地下水中のホウ素イオン濃度が水温上昇に伴い増加するなど非常に興味深い結果が得られた．約 3 年半在籍した助教としての埼玉大学時代は，この CREST プロジェクトに力を注ぐことになったが，地中熱利用ヒートポンプに関して勉強する機会を頂き，私自身の研究の幅を広げる良い経験となった．

昨年度，現在の所属機関に異動してから，地中熱利用ヒートポンプに関連した研究として，飽和多孔質体における熱分散現象に関する研究を始めることにした．土壌中の熱分散現象に関する研究は，溶質分散に関するものに比べ非常に少なく，土粒子の粒径や熱特性の違いが熱分散現象に与える影響について調べるつもりである．また，全く別の研究テーマとして土壌中の微細気泡（マイクロ・ナノバブル）挙動に関する研究も開始した．土壌中のマイクロバブル挙動に関する研究は，埼玉大学時代にマイクロバブル水注入による液状化対策効果の検証として予備的検討を進めていた研究である．東京大学では，油などの汚染物質除去を目的として，微細気泡および汚染物質担体微細気泡の土壌内挙動解明に向けた研究を行う予定である．

私事ではあるが，これまで学部時代を含めて三大学に所属し，所属する分野も農業土木–工学系土木–農業土木と渡り歩いてきた．興味のある研究がその場所でできるのであれば，所属機関や農学系又は工学系の違いを特に気にせず，一貫して土壌物理学を専門とし研究を進めてきたつもりだ．最近は，博士課程に進学する学生が少ないという話をどこに行っても耳にする．ただ，もし博士課程や研究者に少しでも興味がある学生がいたならば，所属する大学や分野に囚われず，将来の選択肢を柔軟に検討する姿勢を持ち，積極的に自分の進路を切り開いていって欲しいと思う．少なくとも若いうちはそうすることが，研究視野や研究者ネットワークを広げるという意味でプラスになると感じる．また，埼玉大学時代の影響もあり私自身地盤工学会の諸委員会に顔を出すことが多い．地盤工学分野で土壌物理学が果たす役割は非常に大きく，地盤の変形とカップリングさせた形での地盤内物質挙動解析など工学系でも積極的に研究が進められていると感じる．地盤工学会系の委員会などに出席すると，農学系で土壌物理に携わっている研究者ともっと交流したいという話を良く聞く．異なる研究対象ではあるものの，同じ物質移動現象を扱う研究者同士，密な意見交換や共同研究できる雰囲気があれば素晴らしいと思うし，私自身今までの研究履歴とも関連して，そういった雰囲気づくりに役に立つことができれば嬉しい．

最後に，本稿の執筆機会を与えて下さった本誌編集員会に感謝を申し上げ，本稿の結びとしたい．

引用文献

Hamamoto, S., Tokida, T., Miyazaki, T. and Mizoguchi, M. (2008): Dense gas flow in volcanic ash soil: Effect of pore structure on density-driven flow. Soil Sci. Soc. Am. J., 72: 480–486.

Hamamoto, S., Moldrup, P., Kawamoto, K. and Komatsu, T. (2010): Excluded-volume expansion of Archie's law for gas and solute diffusivities and electrical and thermal conductivities in variably saturated porous media. Water Resour. Res., 46, W06514, doi:10.1029/2009WR008424.