



これまでの歩み、わが恩師たち

山下祐司¹

私が思春期を過ごした 1990 年代、インターネットはまだ普及しておらず、子どものもっぱらの情報源はテレビ番組でした。その中で今でも印象に残っているのは、燃え盛る熱帯雨林や湾岸戦争の爆撃で漏洩した原油による海洋汚染など、世界の自然環境が破壊されていると警告する映像です。テレビが地球環境問題時代の到来を告げていました。「戦争や災害で人が苦しんでいることより、環境破壊にお前は憤慨していた」とは両親の弁。本誌第 120 号「日本の土壌物理研究の歴史を振り返る（長谷川周一, 2012）」によれば、「農業と環境の問題が大きくなってきたのを受けて 1999 年に会則が農業技術及び環境科学の発展に貢献すると変更された」とあります。時代の要請とはよく言ったものです。多くの学生が環境問題に関心を持って大学へ入学した時代であり、私もそのうちの一人でした。どの学部がよいか決めあぐねていた私は、生物・化学・工学・経済コースを入学後に選択できることを謳い文句にしていた筑波大学生物資源学類に入学しました。ちょうど 1999 年のことです。

テレビから刷り込まれた熱帯雨林の悲惨な映像と宮崎駿の名画『風の谷のナウシカ』の影響もあり、入学後しばらくは森林保護に関わりたいたいと考えていました。ところが森林生態学の講義にどうしても興味が持てず、当初の夢は早々に諦めてしまいます。当事者意識もないまま、マスメディアのイメージだけで膨らませた憧れだったからでしょう。その代わりに、足立泰久先生が開講していた水質工学に興味を持ちます。わが国の公害問題の歴史や水質の基礎を学習し、『水の環境戦略（中西準子, 1994）』を課題図書として読みました。私がやりたかったことは水処理工学と呼ばれる分野だったのかと気付かされます。一方、東照雄先生が開講していた土壌資源科学で、鉱物と腐植物質の結合により土壌が土壌たり得ていること、土壌は貴重な資源であるとともに、その緩衝能が自然環境の維持に欠かせないことを学びました。水処理工学と土壌科学に惹かれた私は、土の浄化機能に目を向けるようになります。いずれの研究室も捨てがたいと思いましたが、結局は足立研究室の門を叩いたのでした。

卒業研究では土による濁水のろ過、まさしく水処理工学と土壌科学のいいとこ取りをしたようなテーマをいただきました。土壌カラムに白濁したコロイド分散液を流し入れ、下端から透明な水が流れ出てきたときの感動は鮮烈でした。土は水を浄化する、土と水とは切っても切れない関係にあるとの実感が私の中に植え付けられた瞬間でした。

修士課程に進んで汚濁粒子のろ過のメカニズムについて少しずつ理解を深めました。コロイド粒子のブラウン運動と凝集分散現象、界面動電現象などコロイド界面化学に関することがらや、水処理工学の分野で培われてきた充填層によるコロイドろ過の理論などを学び、火山灰土壌中におけるコロイド粒子のろ過過程を考察しました（山下・足立, 2006）。研究のかたわら、加藤英孝さん、江口定夫さん、中野恵子さん、そして本誌第 132 号土粒子『北陸採水顛末記』の鈴木克拓さんが在籍していた農業環境技術研究所（現農研機構農業環境変動研究センター）の研究室にアルバイトとして通いました。今にして思えば、皆が土壌物理学会員なのでした。当時は鈴木さんが転換畑でのコロイド担体輸送の研究プロジェクトを始められた時期で、北陸に移られる前のいわゆるつくば時代のお手伝いをしました。例の採水ボトルを冷蔵庫から持ち出し、濁質成分の乾燥重量測定や溶液のイオンクロマト測定などをしました。この時期、茨城大学農学部で開かれていた故岩田進午先生の熱力学ゼミにも通い、『エントロピー（小出昭一郎, 1979）』を 1 ページ 1 ページ丁寧に読むこともしていました。学生二人に先生一人、なんと贅沢なゼミであったかと今にして思います。修士 2 年生の春には、ドイツで開かれた国際会議 **Interfaces Against Pollution 2004** に参加します。初めて訪れたヨーロッパでのカルチャーショック、会議で次々と交わされる議論、こんな世界があるのだという衝撃が契機となり、当初就職を考えていた私は、あっさりと翻意して博士課程に進学するのです。

博士課程進学と同時に、日本原子力研究所（現日本原子力研究開発機構）の研究奨学生となりました。週日は原研、週末は筑波大と茨城県を南北に縦断する日々を過ごします。博士課程の学生に経済的な問題は付きものですが、私の場合には原研の奨学生として 2 年間、JSPS

¹ 筑波大学 生命環境系
2016 年 11 月 5 日受稿 2016 年 11 月 7 日受理

特別研究員として1年間過ごすことができ、ことなきを得ました。指導教員の配慮と幸運に恵まれていたのだと思います。博士課程では腐植物質の土中移動現象を研究し、腐植物質という多分散な有機高分子の集合体の移動特性について、条件を限ればコロイド粒子の移動として解析しうることを見出しました (Yamashita et al., 2013)。

博士取得後は特別研究員 PD に切り替えて約1年間研究室に留まりました。この時期、コロイドろ過理論で著名な Yale 大学の Elimelech 教授にポストドクの受け入れをお願いする手紙を作成していました。しかしながら結局は送信することなく断念してしまうのでした。今にしてみれば、そのときの自分の背中を強く押してやりたいと思いますが、当時の自分には一歩踏み込む勇気がなかったのでしょう。3年後、別の機会を得て3か月だけ客員研究員として滞在することができたのですが、博士取得直後にポストドクとして1年間を過ごしていれば…と今でも後悔の念に駆られます。本稿をお読みの学生・ポストドクの方には、ぜひとも機会を捉えて海外での研究生活にトライしていただきたいと願います。

ポストドクも終わりの頃、東京大学原子力国際専攻から、コロイド界面化学を基礎とする放射性廃棄物処分および処分に関する社会学というテーマで特任助教の公募がありました。原研での経験と博士論文の内容に合致するので、これ幸いと応募し、幸運にも採用されました。社会学は関係ないだろうと高をくくっていたのですが、そうもいきませんでした。斉藤拓巳さんとともに、腐植物質のサイズ評価や重金属との相互作用に関連した研究 (Yamashita and Saito, 2015) をおこなう一方、原子力発電所から排出される使用済み核燃料の最終処分施設の立地可能性と社会受容性という大変難しいテーマをいただき、自然科学と社会科学の二足のわらじを履くこととなりました。日本と米国での処分場に関する科学技術政策の事例比較研究をおこない、素人ながらなんとか論文投稿までこぎ着けたのでした (山下・田中, 2012)。

3年間の任期満了後、原研のポストドクとして再び茨城の地に戻ってきました。ここでは主に、油水エマルジョンを用いた溶媒抽出によるレアメタル回収技術の開発や、原発事故対応の研究としてポリイオンコンプレックスと湿式分級を組み合わせた土壌洗浄法の研究をおこな

いました (Yamashita et al., 2015)。

3年前に現職へ異動してからは、土壌環境で腐植物質が果たしている役割を明らかにすべく、粘土鉱物と腐植物質の複合体が示す土壌物理現象の研究を進めています。従来の腐植物質研究では、その化学構造や鉱物表面への吸着現象、土壌生成過程への寄与などが調べられてきましたが、粘土-腐植複合体のマクロな力学特性にはスポットが当てられてこなかったように思います。一方の土壌物理学分野でも、土壌の諸性質に対する有機物の影響はあまり考慮されてこなかったように思います。従来の腐植物質研究と土壌物理学との境界領域にある未解決問題に焦点をあて、物理と化学の両面から粘土-腐植複合体の性質を明らかにできればと考えています。

さてこのように、これまでの歩みを振り返ってみますと、多くの恩師たちに巡り会い、有り難いことに教え導いていただき、今日の自分に辿り着いているのだと改めて気付かされます。後進の育成が恩返しになると肝に銘じ、学生の指導にあたらなければと思いを新たにします。

最後に、本稿の執筆機会をくださった本誌編集委員会ならびに末筆までお付き合いくださった読者の皆さまに感謝を申し上げて結びと致します。

引用文献

- 山下祐司, 足立泰久 (2006): ガラスビーズ及び鹿沼土充填カラムにおけるコロイド粒子の捕捉に関する界面動電的測定に基づく考察. 農業土木学会論文集, 245: 47-53.
- 山下祐司, 田中 知 (2012): 放射性廃棄物処分事業における科学アカデミーの役割 — 日米アカデミーの比較から得られる示唆. 日本原子力学会和文論文誌, 11: 177-192.
- Yamashita, Y., Tanaka, T. and Adachi, Y. (2013): Transport behavior and deposition kinetics of humic acid under acidic conditions in porous media. *Colloids Surf., A*, 417: 230-235.
- Yamashita, Y. and Saito, T. (2015): Effects of weak organic acids on the size distribution and size-dependent metal binding of humic substances as studied by flow field-flow fractionation. *J. Env. Chem. Eng.*, 3: 3024-3029.
- Yamashita, Y., Yanase, N., Nagano, T., Mitamura H. and Naganawa H. (2015): Decontamination and volume reduction of cesium-contaminated soil by combining soil solidification with interpolyelectrolyte complex and wet classification. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 305: 583-587.