

田淵先生と「土壌の物理性」

田淵俊雄先生は2020年11月15日に85歳で逝去された。

先生と初めて言葉を交わしたのは、1976年に先生と岩田進午さんが主催した「夏の学校」であった。このときの印象は優しさよりも厳しさが前面に出ており、晩年の先生とは違って近寄りがたかった。以来、1982年に始まった「水田ゼミ」を中心に半世紀近くお世話になった。

先生は4つの分野で大きな仕事をされている。それらを「土壌の物理性」をひもときながら振り返ることにした。

土壌水の運動 第1, 5, 11, 19, 27, 103号

土壌物理学会は1958年に土壌物理研究会として発足した。当時は土壌の物理性と作物生育に焦点を当てていた。記念すべき第1号(1959)の論説で「負圧浸透について」を執筆されている。先生の興味は乾燥している畑の水移動ではなく、毛管飽和もしくは限界負圧より若干負圧側の水移動が対象であったため、土壌中に存在する空気が孤立した閉鎖状態なのか、それとも大気と連続しているのかに非常にこだわっている。このヒステリシスではない一価性の議論は一回り下の我々の世代が不飽和流を研究する際に戸惑いを与えたことは間違いない。

先生は浸潤とそれに続く浸透を、その頃に安価に出回ってきたアクリル円筒を使って数多くの実験を行っている。そして、上層に細かいガラス粒、下層に粗いガラス粒を充填した浸潤試験において、下層に水柱状の「部分流」を発見している。この発見は24歳の大学院生のときであり、第103号の「古典に学ぶ」(2006)に自ら紹介していただいた。部分流の発見は日本語で書いたために世界に知られることはほとんどなく、後にフィンガー流として海外からの研究が知られるようになった。本号には研究に取り組む若い頃の先生の様子も描かれている。日中は実験をし、夕方からは日米安保条約反対のデモに参加し、夜は論文を書いておられたそうだ。第5号(1962)では現地の水田の浸透を対象とする際、下端の境界条件をどのように扱うべきかを論じている。湛水面から土壌を通して排水路に流れる水移動を考えると誰でも悩むことを先生も悩んでいたようだ。第13号(1965)、15号(1966)、19号(1968)の「土壌水運動理論の諸系列」では、浸透理論体系化研究グループの一員として飽和、不飽和流に関する国内外の研究をレビューしている。このレビューは私達の世代には大きな影響を与えた。そして、このような土壌水運動に関する本格的なレビューは本誌以外でも目にすることがない。第27号(1972)では、水分特性曲線を、粒状体のできるセルとセルの間のネックをメニスカスが通過する確率から求めている。この研究は部分流の反省から *Soil Science* (1966) に投稿したが、今度は日本の研究者が余り読んでくれなかったと嘆いておられた。

先生は岩田さんと一緒に1988年 *Soil water interactions* を *Marcel Dekker* から出版している。我が国の土壌物理研究者が海外の出版社から出した最初の本である。本書では田淵先生が粒状体を対象に、岩田さんが粘土を対象に執筆しており、お二人の研究対象の違いが明瞭に出ている。先生は、欧米の本には無い水田の排水についても書いている。

粘土質水田の排水 第50号

土壌の物理性にはレビュー特集の第50号(1984)に1報しか掲載されていない。しかし、粘土質水田の排水に関する一連の研究は、第140号(2018)の「古典を読む」で長谷川が紹介している。水田では代掻き、湛水、中干しが行われる点が畑と大きく異なる。先生は、現場での観察や測定を重視して亀裂や埋め戻しの重要性、均平や落水期間など、従来顧みられなかった要因を数多く指摘しており、欧米追従の暗渠万能論を否定している。また、水田排水は土壌物理学者にとって格好の研究フィールドであったと述べておられる。さらに、日本独自の暗渠排水理論が誕生したことに加えて、今後はこの新しい理論に基づいた公式が生まれてくるだろうと40年近く前に予想している。さて、現状はどうであろうか。水田は汎用農地としての整備が一般化し、排水に対する弾丸暗渠や心土亀裂の重要性も指摘され、土壌や立地条件を重視する類似地の知見が重視されているようだ。

農地からの窒素流出 第72, 78, 87, 99号

霞ヶ浦の水質汚濁の研究を1972年に開始されてから、粒状体の保水、通水機構、水田の排水の研究からは離れ、水田および集水域の硝酸態窒素の動態と流出、収支の研究を70歳頃まで精力的に行っている。共同研究者に黒田久雄さんがおられたことが定年後も精力的に研究を続ける原動力になったに違いない。ライシメータ、水田群そして農業集水域を対象とした研究の根底に見られるのは、物理的発想である質量保存則である。土壌の物理性には6編の論文が掲載されているが、これらは先生が手がけた研究の一部である。筆者は水質に関わる研究をしてこなかったもので、上手な紹介が出来ないのが残念である。脱窒のメカニズムの解明は、ポット試験から休耕田に展開し、温度、植生の影響や経年変化を測定し、最終的にモデル化している。記憶に残っていることは、水田が硝酸態窒素の負荷源かどうか

かは流入量と流出量の差である差し引き負荷量で考えなければならないこと、水田は窒素除去機能を有するという指摘である。また、流域の土地利用や養豚密度と河川水質、地形連鎖の過程での水田窒素除去機能付き流出モデルなども挙げることが出来る。先生の水質の研究ではモデル化まで発展させているが、それには適切な調査地の選定が不可欠であり、先生特有の緻密な思考があったに違いない。

水田工学に関する研究 第 46, 75 号

筑波研究学園都市が建設され、茨城大の田淵先生に加え、筑波大の多田 敦先生と農土試の岩田進午さんの呼びかけで「筑波水田工学研究会」（通称水田ゼミ）が 1982 年に発足した。その頃の状況を先生は次のように書いておられる。「研究会発足当時はすでに米生産過剰の中で、水田に関するプロジェクトは少なくなり、また若い研究者の中で水田に取り組む人も減少する一方であった。しかし世界的には水田はすぐれた農地であり、人類のための重要な食糧生産の場であった。にもかかわらず世界の場における水田工学に関する研究ははなはだ不十分であった。日本の水田工学も、そのままでは国際的に通用し得ないのは当然で、そこに一つの研究発展が必要であった」。第 46 号（1982）にイタリアの水田を紹介しているがこの経験も研究会発足の端緒になったのだろう。初期にはゲストを招いて海外の水田を紹介していただいた。タイの水田では水は降下浸透をせずに横に流れるといった指摘には驚いた。また、「水田の良いところ、悪いところ」についてみんなと知恵を絞ったことが思い出される。

先生は 1984 年に IRRI で開催された Physical aspects of soil management for rice-based cropping systems の国際研究集会で水田の排水について発表した。その中で炎天下、イネが繁茂する田んぼの中に残った水たまりをスケッチする仕事が非常にきつく、そのために髪の毛を失ったと話して聴衆の笑いを誘っていた。この研究集会の記録は 1985 年に Soil physics and rice として出版された。この集会在きっかけとなり 1987 年に IRRI から Physical measurements in flooded rice soils: The Japanese methodologies を出版した。また、1992 年にバンコクのアジア工科大学で開催された Soil and water engineering for paddy field management には農業土木学会長として挨拶をされるとともに、水田ゼミ会員の多くが発表した。そして私にとって非常に思い出深いのは、山崎不二夫先生の寄金により農業土木学会の中に海外水田工学特別研究プロジェクトがスタートし、水田ゼミのメンバーが主体となって Paddy fields in the world を 1995 年に出版したことである。この本の編集には原稿の集まりが悪くて大変苦労した。最後には 10 日に一度は先生のお宅にお邪魔して作業をする有様だった。

水田ゼミでは日本各地の水田を見学した。特に多かったのは棚田だったがそれ以外に、上越の秋に代掻きをする水田、木島平の初期の水田暗渠と疎水材、第 75 号（1996）の八郎瀧の不耕起移植水田などである。先生は 2009 年に水田ゼミ 28 年の軌跡と発足までの背景を辿るとメモを残されている。水田を大変愛した研究者だった。

先生は共同研究を重視している。粘土質水田の排水、霞ヶ浦の水質研究さらに水田工学研究となるにつれ共同研究者の範囲は広がり調査地も多様となった。

研究論文や専門書を中心に見てきたが、他に先生が一般向けに書かれた本として、「世界の水田・日本の水田」（1999）、「湖の水質保全を考える」（2005）がある。先生は非常に多くの研究業績を残された。研究の根底に流れているのは、既往の学説を学習するが、安易に追従せずである。先生の残した研究成果は一里塚として今後とも引き継がれていくでしょう。

先生、ご苦労様でした。「私達は先生の科学に取り組む姿勢を引き継ぎ、土壌物理学を発展させていきます」をお別れの言葉とします。

長谷川周一（北海道大学名誉教授）



フィリピンイファゴの棚田を背景に田淵先生、河野英一さんと。