J. Jpn. Soc. Soil Phys.
土壌の物理性
No. 162, p. 1 ～ 3 (2026)

実証的土壌物理研究の歴史と展望

中村公人 [1]

歴史ある学会誌「土壌の物理性」の巻頭言を執筆する機会を賜り，その責任の重さを改めて実感している．ここでは，所属研究室と土壌物理学との関わりを中心に紹介し，そのうえで今後の自身の土壌物理研究に対する考えを述べたい．

1. 冨士岡義一教授

私が所属する京都大学大学院農学研究科の水環境工学分野は，1924 年に京都大学農学部農林工学科第 2 講座として発足して以来，農業工学第 2 講座，土地改良学および農地造成学講座，かんがい排水学講座を経て現在の名称に至り，2024 年度に創設 100 年を迎えた．諸先輩方は一貫して，土壌物理学 · 水文学 · 地下水学を基礎とする灌漑排水学の教育研究を推進してこられた．

この 100 年を振り返ると，1961 年から 1973 年に教授を務められた冨士岡義一先生の時代に，土壌物理学を強く意識した実証的研究が精力的に開始されたことが際だっている．冨士岡先生は，1919 年 10 月に大阪府に生まれ，岐阜高等農林学校を経て，京都帝国大学農学部 · 大学院を修了され，京都大学の助手 · 助教授 · 教授を歴任された．1957 年には農業土木学会学術賞を「土壌中の浸透に関する研究」で受賞され，1963 年の農業土木学会土壌物理研究部会の立ち上げに尽力されて初代研究部会長を務められた．灌漑排水学のみならず，土壌物理学の発展にも大きく貢献された方である．しかしながら，1973 年 1 月，53 歳の若さで急逝された．

門下生らは先生の業績を顕彰するために「かんがい排水学への歩み」（冨士岡義一教授論文集編集委員会，1973）を刊行し，主要論文とともに，先生の農業土木と灌漑排水学に対する考え方や冨士岡時代の研究の位置づけを整理している．本書は冨士岡先生の立場から農業土木の学問と技術の形成過程を理解する上で重要な資料であり，私自身の研究姿勢を考える際の参考の一つとなっている．本書からは，土壌物理研究が灌漑排水学の進展に大きく寄与したことが改めて読みとれる．以下では本書を引用しつつ，当時どのような土壌物理研究が行われたかを示す．

2. 灌漑排水学と実証的土壌物理学

冨士岡先生の出発点は水田灌漑であり，そこから畑地灌漑や圃場排水へと展開している．本書には以下の記述がある．

“「水田」あっての水稲であり，水稲の最適生育環境づくりのためのかんがい，さらに水の合理的，経済的利用が冨士岡のかんがい論の基点に位置づけられ，この目的を達成するために基礎科学，なかんずく実証的土壌物理学が重視されてくる．この農業（米生産）の基本認識から出発する水田かんがいの重要性，かんがいにおける水の経済的利用のための技術，その基礎科学としての土壌物理学の導入という一連の思考展開は冨士岡の農業土木観形成にとっての基本的側面であったことがうかがわれる．

また一方で，冨士岡の農業土木観は “水田”，“畑” そして将来は “施設園芸” などにみられるように農業の生産基盤，すなわち農用地を中心に展開していったともとらえられるが，このいずれの場合においてもその場のコントロール要素として水を中核にすえたことが特徴的であった．

すなわち，冨士岡の農業土木観の根底に流れるものは水の生産性を通じての作物の最適生育環境づくりであったといえる．”

先生は労働生産性と農地の生産性に加え，用水の生産性（灌漑効率の向上）の重要性を強調している．農業以外の他産業での水需要の増大という社会的要請に応えるという側面があったと思われるが，水の合理的利用が求められるとしている．これに対応する研究として，そもそも水稲水田においてどれだけの水が必要となるのかを解明するための水田土壌の鉛直降下浸透に関する実験が行われた．ここでは，現場透水係数の測定法，単層 · 成層土壌中の鉛直降下浸透における負圧発生機構，還元が浸透量に及ぼす影響などが実験的に明らかにされている．さらに，畦畔浸透による横方向の損失水量とその経路を明らかにするため，放射性同位元素 Co-60 を用いた現地トレーサ試験も実施している．また，収量確保のための適正浸透量を提案したうえで，これにできるだけ接近するように，漏水田では過剰浸透を抑制する手法としてベントナイトの合理的利用法を検討している．電解質溶液の種類と濃度が膨潤性に与える影

[1] 京都大学大学院農学研究科

響，透水抑制機能の発現と持続性に関する実証研究を行い，ベントナイト懸濁液の浸透流動，膨潤による浸透抑制，代かきによる透水抑制の 3 つのパターンを検証している．

畑地灌漑に関しては，畑地灌漑用水量の合理的決定，とくに，日本のような湿潤地帯における補給灌漑の計画設計諸元の確立のため，複数土性での圃場容水量と遠心水分当量の測定，これらの水分恒数と有効水分との相互関係の解明，灌水タイミングの提案を行っている．土壌水分計測の重要性から，ガラスフィルタブロック電気抵抗式土壌水分計の改良や中性子水分計の現地適用といった測定法の研究も進めている．さらに，砂丘砂の改良剤としての PVA（ポリビニルアルコール）やベントナイトの保水性 · 透水性への影響も調査している．

圃場排水に関しては，暗渠排水の設計基準作成を目的に，1 次元非定常鉛直排水の実験的研究と Richards 式による解析，暗渠埋戻し部の排水に及ぼす影響を考慮した成層土壌中の基礎的問題の解析，2 次元 Richards 式による非定常暗渠排水解析などが行われた．粘質土壌水田における暗渠埋戻し部の透水係数とクラックの発達した暗渠間部分の透水係数の比較，排水と蒸発の促進に寄与する粘質土壌水田でのクラックの発生条件の解明，暗渠排水計画のためのオーガーホール法による現場透水係数試験，合成高分子土壌改良剤による粘質土壌の物理性改良なども研究対象となっている．

以上の土壌物理研究は，水田 · 畑地において最適な生育環境を形成するための水のコントロール技術を開発することを目的とし，その成果は現在も計画設計基準として活用されている．研究室はその後，現日本学士院会員の丸山利輔先生，故三野 徹先生へと受け継がれ，土壌物理研究は灌漑排水学の基礎学の一つとして継続されている．

本書では，冨士岡先生にとっての土壌物理学という学問分野について以下のように位置づけている．

“土壌物理学は土壌科学の中の一分野を形成し，物理的な方法によって土壌を科学するものとして認識される．しかし，学そのものの明確な定義づけは困難かつ多様であり，現在，土壌物理学を物体概念により体系づけようとする方向と，農学および工学の基礎として，いわゆる関係概念で体系づけようとする方向との二つに分極しつつあると考えられる．

前者の方向では土壌物理学は物理学や数学と同様に自己完結的でいわゆる閉じた系を構成するが，後者では他の目的に使われることに学の存在意義があり，その結果必然的に開いた系を構成しなければならない．元来このような全く異なる 2 つの概念に分けられるべき性質をもったものが，前述した単なる “物理的方法” という弱い結合の下で混在していたことが，土壌物理を学として体系づけることに困難を生ぜしめてきたといえよう．

かん排研（注：かんがい排水学研究室の略）における土壌物理研究の取り組みは学自身のための学の研究ではなく，かんがい排水学や土質工学の基礎として土壌物理を認識し，基本的には前述した開いた系としての取り扱いに徹したといえる．このような研究方法と態度は，常に理論とそれが実際に役立つような実証的な研究との融合を図ろうとする冨士岡自身の研究実践哲学に依るところが大きい．これは目で見，肌で感じたものを帰納ではなく演繹の出発としてとらえる方法論へと展開されてきた．したがってかん排研における土壌物理研究の方法論は，認識の出発点としての測定法の重要視，およびその結果を目的試行的に展開するという二つの形で定着し，数々の成果を収めてきた．”

このような二面性こそが土壌物理学の魅力であり，面白さではないかと思うが，長谷川周一先生が，2012 年に執筆された総説では，1958 年の土壌物理学会の前身である土壌物理研究会設立以降の研究の流れが当時の農業情勢を踏まえて詳細に整理されており，最後に次のように述べている．「土壌物理学会の出口である農業技術と環境科学への貢献を目指すならば，農業技術や環境が抱えている課題に積極的に取り組み，研究の面白さを若い世代に伝える必要がある．土壌物理の将来の夢を語るよりも現実の土と作物や環境を直視し，正しく理解させることが土壌物理の目指す方向だと考えている．」この指摘は，実証的土壌物理学という側面の重要性に通じるものがあると思われる．

3. 現代的課題

冨士岡時代の研究目的は「水の生産性を通じての作物の最適生育環境づくり」であったが，当時から現在にかけてその目的が多種多様化している．作物の最適生育環境づくりに加え，農業の多面的機能の発現 · 強化（とくに土壌と関わる機能としては，地下水涵養，洪水防止，土壌保全，生態系保全，気候緩和など），窒素 · リンや重金属 · 放射性物質などの汚染低減，資源循環型社会に向けた農地管理（バイオマス利用），さらには水田からの温室効果ガス抑制といった多様な課題に配慮する必要がある．これらへの総合的な対応は，土壌 · 地形 · 気候など地域特性に大きく依存するため，地域特性に応じたきめ細かな研究が求められる．

また，これらの課題に取り組むには，水の生産性という概念自体の再考が不可欠であり，かつ水のコントロールに加えて他の手法や多面的なアプローチを併用することが必要である．こうした研究は言うまでも無く，会員諸氏によってこれまでも数多く行われてきたが，その継続と発展が一層重要である．

加えて，気候変動や社会情勢の変化により，望ましい環境を実現するために必要な水や資源が制約される状況や容易に制御できない異常な温度環境に直面する可能性が高まっている．すなわち，作物の最適生育環境づくり自体が困難になりつつあり，原点回帰的な検討も求められると考えられる．

課題は依然として多く，かつ複雑である．目的意識をもった実証的土壌物理研究を着実に進めていきたい．

引用文献

長谷川周一 (2012): 日本の土壌物理研究の歴史を振り返る. 土壌の物理性, 120: 5–14.
冨士岡義一教授論文集編集委員会 (1973): かんがい排水学への歩み, p. 627. （社）畑地農業振興会.