

これまでの学究人生を振り返って — 会長就任に当たっての自己紹介に代えて —

九州大学名誉教授

平松 和昭

1. はじめに

2023（令和5）年6月6日に開催された一般社団法人農業土木事業協会の第12回定時総会で新会長に選任頂いた。会長就任に当たっての抱負・思いは本号冒頭の「会長就任挨拶」で述べたが、本稿では、自己紹介に代えて、本年3月に九州大学を定年退職するまでの40年余の学究人生を振り返ってみたい。

2. 農業土木との出会い

私は小学生の頃から、「これからは農業の時代」、「将来は人々の食を支える分野に進みたい」との思いを持ち続けていて、大学進学時には農学部が第一志望で、1977（昭和52）年4月に地元の九州大学農学部に入學した。そして、一年半の低年次教養教育の後、1978（昭和53）年10月に、学生の希望と成績によって決定される進級振分けで、農業工学科農業土木学専修に配属となった。これが私と農業土木のお付き合いの始まりである。化学系・生物系の学科が多い農学部にあって、農業工学科は数少ない数物系で、また農業土木の分野は公務員・民間企業と就職の選択肢が広いとの説明を進級ガイダンスで聞いて、数物系が好きだった私は迷うことなく農業工学科農業土木学専修を第一希望とした。当時、農業工学科農業土木学専修は人気の分野であったが、幸いに第一希望の分野に進級することができた。1980（昭和55）年4月に学部4年生に進学する際に、農業土木学専修を担当する4講座（研究室）の一つである排水干拓工学講座（現在の水環境学研究室）に配属となり、大学院修士課程、博士後期課程を経て、1987（昭和62）年3月に同じ研究室の助手に採用され、その後も同じ研究室で助教授、教授を担当し、2023（令和5）年3月に定年（65歳）で九州大学を退職した。農業工学科農業土木学専修に配属になって以来、今日まで45年間に亘って農業土木との付き合いが続いていることになり、排水干拓工学講座・水環境学研究室での教育研究活動も43年間になる。

3. 九州大学水環境学研究室

現在の水環境学研究室は、1952（昭和27）年に設置された干拓工学講座をスタートとし、1962（昭和37）年の改組に伴い排水干拓工学講座に改称され、さらに1998（平成10）年度の大学院重点化改組により水環境学研究室に改称された。干拓工学講座が設置されたのは第二次世界大戦の直後で、国土は荒廃し深刻な食糧難の時代で、食糧増産のため九州の有明海沿岸部では干拓による農地造成が進められていたが、初代教授は、当時の日本の国営干拓事業を牽引した高田雄之（たかた ゆうし）教授であった。高田教授は干拓工学および農業水理学の教育研究を担当し、研究面ではとくに干拓潮止工に関する研究に力を注ぐなど干拓水工学の発展に大きく寄与した。図-1は1959（昭和34）

年のアサヒグラフ新年特大号に当講座の干拓水理実験室が紹介された記事である。九州大学干拓工学講座が当時の日本の干拓水工学を先導していたことがご理解頂けるであろう。このように、設置当初の干拓工学講座やその後の排水干拓工学講座では、干拓ならびにその関連研究を対象として、水理学・干拓工学・排水工学を主軸とする教育研究を担っていた。排水干拓工学の名称は平成10年度まで存続したが、日本全国で干拓の名を冠した最後の大学研究室となった。



図-1 昭和34年発行のアサヒグラフで紹介された九大干拓水理実験室

初代の高田教授に続く歴代教授は、田中宏平(たなか こうへい)二代教授、戸原義男(とほら よしお)三代教授、四ヶ所四男美(しかしよ しおみ)四代教授で、研究内容もその時々時代の時代が求めるテーマへと拡大・進化し、四ヶ所教授や五代教授の私が研究室を担当する頃には、「地域水環境の多面的機能の解明と制御」をメインテーマとする教育研究へと変遷している。

上述した学部教育組織の九州大学農学部農業工学科農業土木学専修は、現在の九州大学農学部生物資源環境学科生物資源生産科学コース生物生産環境工学分野に相当し、現在では灌漑利水学研究室(旧灌漑利水工学講座)、水環境学研究室(旧排水干拓工学講座)、土環境学研究室(旧土質理工学講座)、土壌学研究室(2010(平成22)年度より農芸化学系の分野から移動)、気象環境学研究室(旧農業気象学講座)、以上の5研究室で構成されている。この研究室構成からも見て取れるように、同分野にあって水環境学研究室は、地域水環境全般(水の量と質)を対象とした教育研究を担当している。

4. 私は地域水環境のモデル屋

(1) 地域水環境のモデリング研究

その九州大学水環境学研究室で、卒業論文研究から今日まで、私が長年、従事してきたのが地域水環境のモデリング研究である。農林水産業の生産基盤や生活基盤となる沿岸浅海域を含む農林水産流域圏を対象に、健全で持続可能な地域水環境の保全・修復・創成を目的とし、環境水文学や環境水理学、生態水理学を基本ツールとした地域水環境の数理モデルの開発、開発モデルを用いた数値シミュレーション・シナリオ分析である。水理学的モデル、水文学的モデルに加えて、現在から30年以上前の1990年代前半頃から、人工知能・機械学習技術によるモデリング研究も導入している。

(2) 数理モデルは必須のツール

地域水環境の諸現象に限らず、また人為的現象か自然的現象かに拘わらず、数理モデルとそれを用いた現象の模擬(シミュレーション)は、次のような目的・役割を持つ。

①現象のより良い理解や説明のための道具

現象の観測には、対象としている素過程の情報だけではなく、様々な情報が重畳していることが常であり、そこから必要な情報を抽出して、本質的な要素部分をモデルで表現し、現象の理解や説明を支援する。

②観測や測定の時間的頻度や空間的制約の補完

現象の観測や測定には、様々な理由から、時間的頻度や空間的點配置に制約がある場合が多く、モデルによるシミュレーションによって、それを時間的、空間的に補完する。

③実験困難な将来の現象の疑似体験

現象の実験的な再現が困難な場合に、それをモデルによるシミュレーションで模擬し、施策の優先順位決定を支援したり、適切かつ柔軟な管理への判断材料を提供したりする。

健全で持続可能な地域水環境の保全・修復・創成のためには、地域水環境の実態を把握し、そのメカニズムを明らかにし、現象のモデル化とシミュレーションによって、自然的要因や人為的要因が地域水環境に与える正負の影響を予測・評価することが必要で、その目的のために、数理モデルの開発や開発モデルを用いた数値シミュレーション・シナリオ分析は必須の手順と位置付けられる。

(3) 数理モデルの適切な使い分け

水の流動プロセス、それに伴う物質の輸送プロセス、生物化学的プロセスの内部メカニズムが明らかになっており、それらのプロセスを現象に忠実に記述して、これを数値的に解くことで現象を再現・予測する手法をプロセスモデルという。プロセスモデルでは、現象を偏微分方程式系で記述することが多く、水理学的モデルの多くがこれに相当する。一方、内部プロセスが非常に複雑で内部メカニズムの直接的記述が難しい場合に、現象の内部メカニズムは一切無視して、入力と出力の相互関係を記述する数理表現を用いて現象を再現・予測する手法をブラックボックスモデルという。人工知能・機械学習技術はこれに相当する。両者の中間的な手法が準プロセスモデルで、現象の内部メカニズム（の一部）を概念的に捉え、これを数理的に表現し、数値的に解くことで現象を再現・予測する。水文学的モデルの多くがこれに相当し、現象は常微分方程式系で記述されることが多い。

地域水環境に係る諸現象を解析する場合、現象の内部プロセスの複雑さも内部メカニズムの解明度も多様であり、また解析目的や解に求められる精度などによっても、これら3種類のモデリング手法を適切に使い分ける必要があり、3種類のいずれも解析者が具備すべき必須のツールである。

5. これまでの地域水環境研究 ～山地小流域から沿岸浅海域まで～

私はこれまでに地域水環境のモデリングに関する多様な研究を行ってきており、構築した数理モデルも上述のプロセスモデル、準プロセスモデル、ブラックボックスモデルと多様であるが、ここでは自分自身にとって転機となった研究を中心に概要を紹介する。これまでの研究業績は、原著論文186編、国際会議プロシーディングス101編、著書・解説・講座・その他15編、国内学会発表238件であるが、紙面の都合、これらの紹介・引用は控えたい。詳細は各種の文献検索ツールで検索願いたい。

(1) 学生・院生時代は山地小流域の水文学

農学部4年進級時に配属となった排水干拓工学講座は、当時、排水工学が専門の田中宏平教授が担当しており、当時の排水干拓工学講座では水文学的な研究が多く行われていた。私の卒業研究のテーマも「山地小流域における洪水ピーク流量の推定に関する研究」となった。私の研究生生活の始まりである。山地小流域を対象に、流域形状や降雨波形が洪水ピーク流量に及ぼす影響を、降雨流出モデルの一つであるkinematic wave法（雨水流法）で評価したもので、演習的な内容であったが、プログラミング言語Fortranや九州大学大型計算機センターの利用法を修得することができ、その後の研究の基礎を固めることができた。加えて、卒業研究を実施して、数理モデルを用いた数値シミュレーションに強い興味を持ち、大学院に進学して研究職の道に進もうとこの段階で心に決めた。

大学院修士課程では、田中教授の勧めもあって、研究テーマ「山地小流域の流出予測に関するシステム論的研究」に取り組んだ。一般に、降雨流出現象の発生場である流域の流出特性は一定のものではなく、季節や先行降雨などの水文学的要因、さらには長期的な土地利用の変化などによって異なってくるため、過去の洪水データによって求めた流出モデルパラメータがそのまま使えるとは限らない。そのため、逐次入手される降雨量や流出量データによりパラメータを逐次更新し、それにより実時間（real time）で洪水を予測する、いわゆるオンライン予測が有効となる。修士論文では、降雨流出モデルである木村の貯留関数法や菅原のタンクモデルと非線型フィルタリング手法（Kalman フィルターの非線形システムへの拡張版）を組み合わせたオンライン予測手法の有効性を検討した。

大学院博士後期課程も修士論文研究の延長で、研究テーマ「山地小流域の洪水流出機構に関する確率システム理論的研究」に取り組んだ。貯留関数のパラメータが、流域内で卓越する流出メカニズム（地表面流や中間流）に応じて時々刻々と変化することに注目して、その時々で卓越している流出メカニズムを非線型フィルタリング手法で逆推定するとともに、その結果を活用した洪水流出モデルを新たに提案した。

（2）助手になると水理学も

私の大学院博士後期課程修了と同じタイミングで田中教授は定年退職となり、干拓水工学が専門の戸原義男教授が着任し、私は助手に採用された。これを期に、水文学と併せて、排水干拓工学講座の教育研究のもう一本の柱である水理学的研究に分類される研究テーマ「閉鎖性内湾における粘性微細底泥の挙動に関する研究」をスタートさせた。有明海では、筑後川を始めとした多くの流入河川があり、火山灰を含む微細な土砂が流入しており、日本一の干満差や内海であることなどから、干潟が形成されやすいという特性がある。干潟が成長すると背後地の排水が困難となり、機械排水が無かった時代では、この排水不良を解消するために、新たに堤防を築き前面の干潟を干拓する、ということが繰り返されていた。そのため、この地域では「一世代に一干拓」あるいは「50年に一干拓」と言われていた。教員に採用されて始めたこの研究は、その有明海を対象に、干潟の発達過程を数理モデルで予測しようとするもので、円形回流水槽による底泥の巻き上げメカニズムの解明（図-2）、回流型直線水路による浮遊底泥の乱流拡散メカニズムの解明（図-3）、現地観測による室内実験結果の検証（図-4）、そして得られた知見を組み込んだ数理モデルによる大規

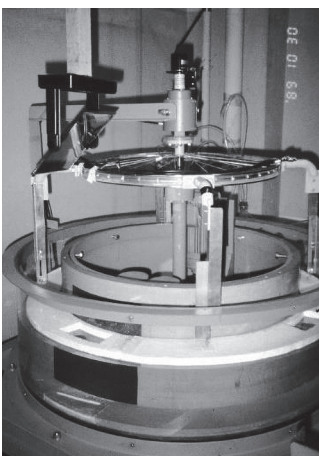


図-2 底泥の巻き上げ実験に使用した円形回流水槽

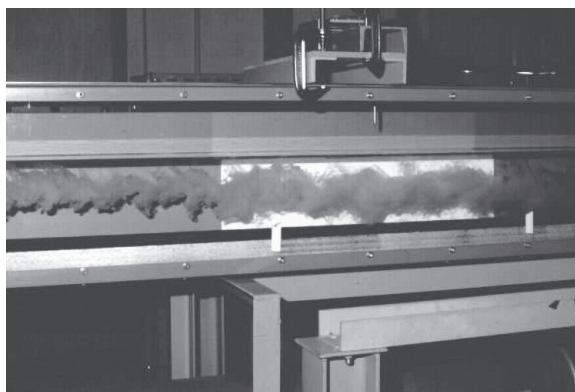


図-3 浮遊底泥の乱流拡散実験に使用した回流型直線水路

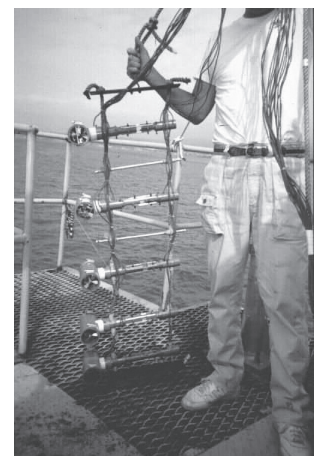


図-4 有明海諫早湾での現地観測(濁度・流速の鉛直分布)に使用した自家製の観測機器

模水理解析，すなわち数値シミュレーションによる有明海の濁り・堆積予測を行った。

(3) 人工知能・機械学習技術の導入

助手に採用された直後の1990年代初頭頃，ニューラルネットワークモデルという，データ識別・分類やパターン認識に威力を発揮するモデルがあることを知り，早速，当時の四ヶ所四男美助教授（後に同講座の教授に昇任）とその導入を進めた。モデルの出力計算や，Back-propagation法による学習計算のFortranプログラムを作成して，感潮河川の水位・塩素量，浅海域の濁り，降雨流出など，プロセスモデルや準プロセスモデルの適用が難しい各種の水理・水文現象の状態推定問題や予測問題へ適用し，その強力な再現・予測能力が示された。

ニューラルネットワークモデル以外にも，大学院在学中から助手の時代には，ファジィ推論，カオス理論，遺伝的アルゴリズムやSCE-UA法などの大域的探索手法，スペクトル解析やウェーブレット解析などの周波数解析手法など，多様なデータ処理ツールを排水干拓工学講座に導入し，Fortranプログラムも完備して，水理・水文現象の状態推定問題や予測問題に幅広く適用した。

(4) 大学院重点化改組後は地域生態系も対象に

1998（平成10）年度の大学院重点化改組により，排水干拓工学講座は水環境学研究室に改称された。時期を同じくして，1999（平成11）年に食料・農業・農村基本法が制定され，農業・農村の有する多面的機能の発揮が明文化され，2001（平成13）年には土地改良事業（農業農村整備事業）の法的根拠となっている土地改良法が改正され，事業の実施原則として環境との調和への配慮が明文化された。特に水環境学研究室への改称は，農業土木における伝統的な取り組みであった「排水」と「干拓」を廃して「水環境」に置き代えるもので，従来からの水理学・水文学を基礎とする教育研究に重点を置きつつも，物理面に加え，以前にも増して環境面も重視しよう，との研究室の強い意思表示であった。

このような中で，以前から生態系に関する研究シーズを模索していた私は，1999（平成11）年度に申請していた科学研究費が幸いに採択されたのを機に，メダカ関連の研究を本格的にスタートさせた。メダカを選んだのは，メダカが近年，農村地域の生態系保全およびその修復のシンボリックな存在の一つになっていたことが大きい。メダカの環境選好性の定量化，メダカの群行動モデルの開発，バイオモニタリングのためのメダカの異常行動の検出指標の開発などの研究である。特に，メダカの環境選好性の定量化には，水環境学研究室に豊富な利用実績があったファジィ推論を導入し，2005（平成17）年8月に農業土木学会論文奨励賞を受賞している。

環境面も重視しようとの方向性は有明海研究にも波及し，有明海湾奥部のノリ区画漁場の最適配置に関する研究へと展開した。有明海湾奥部で養殖されるノリは，筑後川などの河川から供給される栄養塩によって成長し，養殖海域の栄養塩が不足するとノリの色落ちが発生して品質が劣化し，生産額が激減する。この研究では，河川流入の栄養塩を最大限に活用するためのノリ区画漁場の最適配置を，大規模水理解析によって明らかにし，関係機関に提言した。

(5) 流域モデリング研究の展開

九州大学での教員生活も長くなり，教授に昇任する頃になると，組織の管理運営業務が増え始め，時間を掛けた室内実験や現地観測が難しくなり，公的機関や研究カウンターパートから入手できるデータに基づいてモデル構築が可能な流域モデリング研究に，研究の軸足が移って行った。

対象流域は，国内では，九州第一の河川である筑後川流域，九州大学の新キャンパス（伊都キャンパス）近くを流れる瑞梅寺川流域，国外では，ベトナム北部の紅河流域（図-5），南部のサイゴン・ドンナイ川流域などで，構築した分布型降雨流出モデル・分布型負荷流出モデル（水文学的モデル），

平面2次元洪水氾濫モデル（水理学的モデル）などを用いた数値シミュレーション・シナリオ分析である。

特に、2003（平成15）年にベトナムの Water Resources University（現在の Thuyloi University）を訪問して以降、多くの同大学出身者を修士留学生や博士留学生として水環境学研究室に受け入れ、その研究テーマとして各種の流域モデリング研究を実施するとともに、帰国した留学生とも共同研究を継続し、ベトナムでの流域モデリング研究は大きく広がった。その結果、Water Resources University 卒業生を始めとする多数のベトナム人留学生を受け入れ、その教育に尽力したこと、そして共同プロジェクトなどを通じてベトナムの農業農村開発に貢献したことが評価され、2019（令和元）年11月に、ベトナムの教育訓練大臣（Minister of Education and Training）と農業農村開発大臣（Minister of Agriculture and Rural Development）から友好勲章（the Order of Merit）が授与された（図-6, 7）。

その後、日本学術振興会・科学研究費・基盤研究（A）にも採択され、ベトナムでの流域モデリング研究を更に拡大・強化しようとしていたが、新型コロナウイルス感染症の世界的流行で研究は頓挫し、2023（令和5）年3月の定年退職を迎えることとなってしまった。



図-5 ベトナム・ハノイ近郊での現地調査（2003年9月）



図-6 ベトナム友好勲章（左：教育訓練大臣より、右：農業農村開発大臣より）



図-7 友好勲章授与式に駆けつけた水環境学研究室のベトナム人卒業生

6. おわりに

以上の研究面に加えて、教育面では、授業科目として、助手の時代は水理実験、助教授時代は水理学、教授昇任後は排水工学、水環境工学、水文学を、また共通授業科目として、助手時代から定年退職まで応用数学・物理数学を担当するとともに、研究室では卒業論文、修士論文、博士論文の指導を行った。さらに、組織の管理運営面では、2005（平成17）年の教授昇任以降、特に学部・大学院の教育組織運営に関するマネジメントを担当するとともに、2013（平成25）年度から4年間、農学研究院長・生物資源環境科学府長・農学部長を拝命した。

現在、農業土木の分野では、大学等の教育現場においても、行政機関や民間企業などの事業現場においても、「次代を担う人材の確保と育成」が喫緊の課題となっている。今後は、九州大学での教員生活 36 年間の教育研究面でのキャリアや、この間に培ったネットワークを最大限に活用して、業界の方々、行政の方々、そして大学などの教育研究機関の方々と幅広く連携し、「次代を担う人材の確保と育成」を中心に、業界の発展のため、そして豊かさを実感できる農業農村の実現に向けて尽力したいと考えている。会員各位からの忌憚ないご意見や、なお一層のご指導・ご鞭撻、ご支援・ご協力を切にお願い申し上げて、本稿の結びとしたい。

<補遺>

九州大学での 40 年余の学究人生は、九州大学を定年退職するに当たって本年 3 月 17 日に行った最終講義「九州大学での 46 年を振り返って～地域水環境のモデリング研究～」でも紹介しており、その内容は YouTube で限定公開されている。



最終講義
YouTube URL

