

研究論文

農学系学生のための専門科目「水理学」の教育指導に関する研究

細川吉晴・竹下伸一・長坂貞郎¹⁾・岡澤 宏²⁾・小島信彦³⁾・嶋 栄吉⁴⁾

宮崎大学農学部森林緑地環境科学科

¹⁾日本大学生物資源科学部生物環境工学科, ²⁾東京農業大学地域環境科学部生産環境工学科,

³⁾明治大学農学部農学科, ⁴⁾北里大学獣医学部生物環境科学科

(2010年12月27日 受理)

Study on effective teaching methods of a technical subject “Hydraulics” for students in the agricultural course

Yoshiharu HOSOKAWA, Shinichi TAKESHITA, Sadao NAGASAKA¹⁾, Hiromu OKAZAWA²⁾, Michihiko KOJIMA³⁾, and Eikichi SHIMA⁴⁾

Department of Forest and Environmental Sciences, Faculty of Agriculture, University of Miyazaki,

¹⁾Department of Bioenvironmental and Agricultural Engineering, College of Bioresource Sciences, Nihon University,

²⁾Department of Bioproduction and Environment Engineering, Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture,

³⁾Department of Agriculture, School of Agriculture, Meiji University,

⁴⁾Department of Environmental Bioscience, School of Veterinary Medicine, Kitasato University

Summary : Recently, in agricultural engineering courses of both several Private and National Universities, it is remarkable that students who passed some entrance examinations by using mainly Biology subject in Science subjects have been increasing. It is necessary to study how teachers affiliated with those courses educate these students about the technical subject “Hydraulics”, one of Physics subject, by effective teaching methods.

The investigation of educational teaching conditions of “Hydraulics” was done for four Private Universities; Kitasato University, Tokyo University of Agriculture, Nihon University, and Meiji University, and one National University of Miyazaki. There are various subject names concerning “Hydraulics”, and the basic subjects of them are situated at the first semester of second year, and the applied subjects are at the second semester of second year or third year. In spite of the department or the course accredited by JABEE, “Hydraulics” has been made as either “Elective subject” or “Compulsory subject”. The contents of technical textbooks used in three Universities are ranged from “Ordinary” to “Easy” in the difficulty’s rank, and at their lectures, the assistant technical information are distributed for students. In case of using no textbook with enough technical contents, teachers often make some devices to distribute the special assistant-technical information, and tried many practices for some public service examinations, for students.

As the preparation to write a Hydraulics textbook, we studied the detailed contents on 30 Hydraulics textbooks, and selected the textbook’s model with content from “Ordinary” to “Easy” in the difficulty’s rank, and then made the chapter and the detailed contents. Based on these principles, we, 6 teachers, started to write it on September 2009, and then the book titled “Hydraulics for Agricultural course” was published 1,500 copies with B5 size and 186 pages on June 2010. It was the best way in this time to publish this textbook while thinking about various characteristics and future course trends of the agricultural course students.

Key words : Hydraulics, Educational teaching method, Agricultural course, Technical textbook.

はじめに

宮崎大学農学部地域農業システム学科のアドミッションポリシーは、学生便覧（宮崎大学農学部2007）によると「身近な動植物の生態システムと共生しながら豊かで美しい国土・農村空間を創出するために、農山村地域の農地、水、森林、草地、動物などの資源の利用・管理・整備・保全や食料の生産・流通の技術開発を目標にしています（中略）。したがって、本学科では次のような人を求めています。1. 数学、理科の基礎学力を有している人（以下略）」である（下線は筆者による）。本学科に入学してきた学生には、国土の整備・保全や資源の利用管理などに必須な学問をしっかり学んで欲しいために、専門的な教育課程（カリキュラム）が設定された。その専門科目の中には水理学や測量学、構造力学、土質工学などがあるが、これらは土木工学や農業工学の分野を問わず、一般にはいずれも従前から専門基礎科目として位置づけてきているものである。

しかしながら、下線部のように、学生が数学や理科の基礎学力を有して入学してきているかどうかは甚だ疑わしい。水理学や測量学などを学ぶ上での理科とは、主に物理学のことを指している。私立大学における入学試験では、いや地方の国立大学でも同様であると思われるが、特に入学定員の確保が経営的に優先されることから、少なくとも2倍以上の倍率で受験生を確保する必要があるといわれている。また、同じ学部でも他学科との足並みを揃える必要から、農業工学系学科では理科の中の物理学を受験の際に生物や化学と同様な選択科目に含めるか、あるいは物理学を課さない大学も増えてきている。すなわち、専門課程で期待される「数学・物理学」に強い学生は、今や私立大学や地方の国立大学の農業工学系学科では少なくなっている現状であり、この傾向はますます強まるものといえる。

それでは、「数学・物理学」に弱い学生たちに、どのような対策を講ずる必要があるのであろうか。ゆとり教育の弊害だといっても何ら解決にならないから、多くの大学では苦慮している。「数学の基礎的内容を学ぶ科目」や「物理学の基礎的内容を学ぶ科目」を1年次に受講を課す大学もあるが、これは、少しでも数学や物理学の学力を養い、物理学を基礎とした専門科目の授業について来て欲

しいからに他ならない。農業工学系の学科のカリキュラムでは、2年次に専門基礎科目を、3年次に専門応用科目をステップアップの形で開講するのが一般的である。科目数も専門課程では多いので、限られた講義時間の中で、専門科目の指導を行わなければならない。講義や実験の指導を担当する教員は、いずれの科目であっても教育指導の水準や質を落とすのではなく、多様な学生に如何に解らせるかに苦慮し指導法に工夫を凝らして、毎年少しずつ改善しているのが現状である。

ここでは、現在の宮崎大学地域農業システム学科における教育指導状況も含め、私立大学を主対象とした「水理学」の指導の実態と、その水理学指導において学生の理解を高めるための教科書発行への取り組み、また、新教科書「農学系の水理学」の特徴の3点について取りまとめた。

「水理学」の指導の実態

1) 宮崎大学地域農業システム学科の単位取得と卒業生進路

2000年度改組で設置した本学科のカリキュラムでは、卒業に必要な単位として共通科目が38単位、専門科目が90単位以上を修得する必要がある（宮崎大学農学部2007）。その専門科目の中では必修科目8単位以外は選択科目、換言すれば選択単位がほとんどとなっている。当時は、広い知識を有するジェネラリストを養成する趣旨で学科を設置したようであるが、学生に自由に選択させる点に特徴を持たせたため、必修科目をごく少なくし選択科目を大幅に多くし、かつ、学科間の垣根を越えて他学科の科目や他学部との単位互換科目などを36単位まで認めるようにも配慮された。

しかし、学生の自主的な科目選択を尊重するねらいは良かったし、それが可能な学生たちであれば問題はなかったが、実態はそうではなかったらしい。その履修モデルはほとんど効果がなく、方向性を考慮した履修がほとんど行われなかったと聞く。また、学外からは、学科の編成が見えづらく解り難いとの指摘もあったようだ。

第一筆者が2009年4月以降、高学年の学生と接して、彼らの単位取得や就職活動について学んだ事柄は、①学生自体が自由な選択であるため単位取得し易い科目を取り敢えず多めに受講し、その単位取得に躍起となっている。②そのため必然的

に専門の方向性がばらつき職業意識の構築が希薄なまま学年が進行し、2年後期の最後には研究室配属が決まる過程を踏み、就職ガイダンスを3年次に受けながらも方向性が思うように決まらないことが少なくない。③公務員受験の計画を立てるときに、物理・数学が弱く計算も不得意という理由で農業工学系公務員ではなく、受験科目の範囲が広い農学系公務員を目指すものの、1～3年次に受講した科目とに相違が多く悩む。④公務員受験を目指す学生は、3年次早々に計画を立て受験勉強に早く取り組むため合格率が高い。⑤選択科目がほとんど全てのため学年ごとの進級判定を経ることはなく、研究室配属後に緊張感を持ったにしても、進路の迷いは4年前期まで引きずるか、就職しないか、就職できなかったから大学院でも受験するか、最悪のケースとして卒論研究も不十分で卒業できないこともある。⑥地元で就職を希望する学生については、例えば地元周辺のJA系を数か所受験するも合格しない。地元から近隣都市まで就職先を広げ多くの会社説明会を受けても厳しく、結局「就職できれば何でもいいや」の考えで小規模なサービス業などに職を決めてしまう、などの点であった。

ここで過去にさかのぼって農業工学系卒業生の進路を眺めてみる。図1は、卒業生の進路区分を整理して同窓会誌に掲載されたもの(稲垣 2010)を、第一筆者がその一部を改変したものである。図中、横軸の2000は2001年3月卒業時を意味し、「農業土木・農業機械業界企業」とは、建設会社・設計コンサルタント・測量会社・ソフト開発会社・

農業機械メーカー等を示す。この割合算出の母数である卒業生の数は、1975年度から1996年度までが平均で35名、1997年度から2008年度のそれが平均で27名と推移するものの、そのバラツキは少なくない。特に2005年度と2007年度は20名を割り込んだ。これは、2000年度以降の本学科学生定員は55名であるが、講座制のために学生数が変動するからである。進路の状況は、図1から明らかなように、その区分別・卒業年度別にきわめて変化が大きい。ここで特徴的なことは、2000年度以降に「農業土木・農業機械業界企業」が減る一方、「就職なし」が大幅に増加し、2004年度以降に「国家公務員I種・II種、公団職員」および「県職員」が減った点である。また、「進学」は、大学院だけとは限らないが、1998年度以降20%平均で推移しているものの、就職浪人の大学院受験も少ないようだ。選択科目がほとんどの教育課程では、学生が目的意識を定めづらい側面があり、社会的な情勢変化もさることながら、結果的に専門職への就職の回避を導いたかもしれない。

学科を改組するには、それなりの理由がある。一般的には、入試の倍率が思った以上に確保できないことが最大の理由に挙げられる。しかし、学科の名称と実際の内容・中身とが一致していないため、学生からも外部からも内容の解りづらい学科だと指摘されるようになったら、学科の教員らがそれに敏感に気づき、いまの教育内容では将来性がそれほど望めないと判断し、学生に魅力ある解り易い入口と産業界(就職先)に対応した出口の整備に着手することは急務なことであろう。卒業生の進路は近年の景気の悪さも影響しているが、その動向等を分析することは改組等を検討する指標の一つとなる。また、最近の受験生は、大学情報の中で入口(学科の特徴と入試の倍率)と出口(卒業後の進路など)を受験雑誌や予備校の情報、そしてインターネット情報などで入念に研究している。受験生受けする羊頭狗肉な学科のネーミングや実体では、学科再編等が必至となる。

一方、技術者教育プログラム、通称JABEEプログラムが認定された学科やコースではどうか。「統一的基準に基づいて高等教育機関における技術者教育プログラムの認定を行い、その国際的な同等性を確保するとともに、技術者教育の向上と国際的に通用する技術者の育成を通じて

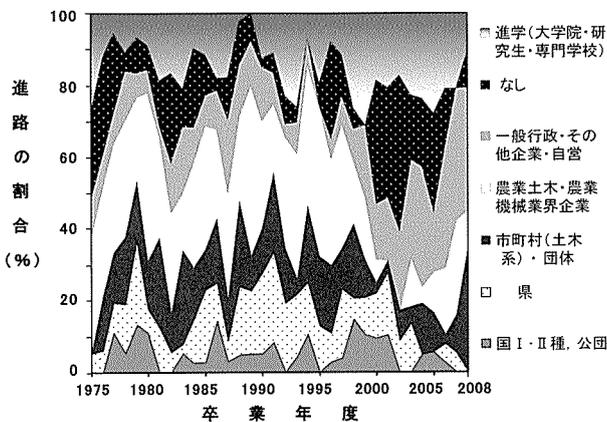


図1. 宮崎大学農業工学系卒業生進路の変化
注) 一般行政には警察・消防・一般事務系を含む。

社会と産業の発展に寄与すること」を目的（日本技術者教育認定機構 2010）とし、カリキュラム的にハードではあるが必修科目を多くし独自の教育プログラムを施行している。農業工学関連分野で2002～2008年度にJABEE認定プログラムを受理された大学は14国立大学と北里大・農大・日大の私立3大学であった。明治大学農学部農学科食糧生産・環境コースは2009年4月に農学一般関連分野で認定を受けた。JABEE認定学科となることは、私立大学・国立大学も、他大学・学科との差別化で優位に立つことを目標とし、受験情報でも大学の特徴の一つに掲げている。第三者評価によって質の保証が確認されていないと国際的に一流大学とは言われない時代に至っていることを、教員らが認識し危機意識を持つことが大切であろう。ただ、JABEE認定では継続審査も必要で、その経費もかかるので、大学・学部側の理解は必要である。

宮崎大学農学部の中にも、農学一般関連分野でJABEE認定学科がある（酒井 2004）。この学科の専門課程の必修単位は47単位で、前述の地域農業システム学科の8単位とは大差がある。この学科では教員の総意はもちろん、創意工夫や改善のある教育指導を遂行している。その指導のもと、学生はおのずと専門性の深い探求や将来の方向性を真剣に考えることになる。同時に、教員側は産業界やOBの要望にも配慮し、学生の将来設計の方向付けに強くかかわるために、その学科の専門科目内容の充実や教育評価・点検などの遂行はもちろん、教員自らが日ごろのFD（Faculty Development）に心がけている。宮崎大学農学部ではこの学科と獣医学科を除いて、2010年4月に学科改組があった。改組したからといって安心とはいかず危機意識を持って日々教育指導をしないと厳しい状況が待ち受けることになる。ともすれば、教員らは社会情勢の変化や学生の動向等にアンテナを張るのを忘れがちである。改組後の評価を怠らず次の学科再編等への準備を恐れずに考えておくべきであろう。

2) 水理学の教育指導の実態

表1に、農業工学系学科のある私立4大学と宮崎大学における2009年度の水理学教育指導の実態を示した。水理学の科目名として、基礎系には

「水理学」や「基礎水理学」、「水理学Ⅰ」があり、概ね2年前期に開講している。応用系には「応用水理学」と「水理学Ⅱ」が2年後期から3年に配置されている。演習科目は「水理学演習」として基礎系と並行の年次かその後の3年に配置されているが、5大学中2大学だけの開講である。単位は講義が2単位で、演習と実験がそれぞれ1単位で、また、JABEE認定学科・コースであっても必修科目と選択科目の両方があった。

また、使用している教科書は、高専学生向けのものや、「絵とき水理学」や「考え方解き方 水理」の高校生向けのやさしい内容のものがあるほか、適宜資料を配布しての講義形態をとっている。学生に提示する参考書では、大学生向けのものもあるが、前述のやさしいものが示されている。さらに実験では、「水環境学実験」が2年前期（冬に水が凍るため前期に開講する事情もある）、「農業水利実験」が3年前期に、そのほか私立大学の多くは土質や材料の実験と組み合わせて水理実験を行っている。その教科書は「水理実験指導書」が1大学で使用しているほかは、実験項目や水理実験設備内容に応じて（「水理実験指導書」を参考に）自作の資料を用いている。

さらに、教科書を使用しない理由に、既存の教科書だけでは内容的にじっくりしたものがないことや、板書して学生にノートを取らせないと授業について来ないこと等を挙げている。配布資料としては、講義や実験のシラバスに合わせた内容のものを適宜作成しているほか、質問カードやミニテスト・小テストを実施している大学もある。

ここで、水理学の講義のシラバス例を表2に示す。JABEE認定学科のものであり、この科目の教育の目標や内容、方法のほか、15コマ分の授業項目と内容、到達目標および成績評価の方法と基準などが、学生に解り易く記載されている。基礎系科目であるこの科目は、水の物理的性質から水圧、水の流れの理解へと、ステップアップで展開・進行する一般的な授業構成である。特にJABEE認定のための学習・教育目標との関連事項やキーワード、他の科目との関連の説明、試験の解説、オフィスアワーなども記載されていて、学生への配慮は徹底している。

また、「水理学」の指導上、担当教員が注意している点を以下に列挙する。①使用中の教科書の

表1 2009年度における水理学の教育指導の実態

大学	北里大学	東京農業大学	日本大学	明治大学	宮崎大学	
学部	獣医学部	地域環境科学部	生物資源科学部	農学部	農学部	
学科	生物環境科学科 J)	生産環境工学科 J)	生物環境工学科 J)	農学科 J)	地域農業システム学科	
1. 水理学の科目名称と学年配置、必修・選択別単位数	講義	水理学 (2年前期・必修/環境修復コース、選択/生態環境コース・2単位)、応用水理学 (3年後期・必修・2単位)	流体力学 (2年前期・必修・2単位)、水理学 (2年後期・必修・2単位) 注1	基礎水理学 (2年前期・選択・2単位)、応用水理学 (2年後期・選択・2単位)	水理学概論 (2年後期・選択・2単位)、応用水理学 (3年前期・選択・2単位)	水理学 I (2年後期・選択・2単位)、水理学 II (3年前期・選択・2単位)
	演習	なし	流体力学・水理学・基礎力学のセット科目として流体力学演習、水理学演習、基礎力学演習がある。	なし	なし	水理学演習 (2年後期・選択・1単位)
	実験	水環境学実験 (2年前期・必修・1単位)	2年生後期より4つの分野に分かれ実験・実習を行う 注2	水・土環境工学実験 (3年前期・選択・1単位、水：土の割合 7.5:7.5)	農学実験VI (水理実験を4コマ実施、2年後期・選択・1単位)	農業水理学実験 (3年前期・選択・1単位)
2. 使用している教科書や参考書など	講義・演習	水理学 (日下部ほか2名, コロナ社), 参考書: 絵とき水理学 (栗津監修, オーム社), 大学土木水理学 (玉井信行・有田正光共編, オーム社), 水理学演習 (上・下) (椿東一郎・荒木正夫, 森北出版)	絵とき水理学 (國澤ほか2名, オーム社) 参考書: 考え方解き方水理 (近畿高校土木会, オーム社)・水理学演習 (有田正光・中井正則, 東京電機大学出版)	配布資料による。参考書: 水理学 (日下部ほか2名, コロナ社), 明解水理学 (日野幹雄, 森北出版), 水理学演習 (上・下) (椿東一郎・荒木正夫, 森北出版)	配布資料による。参考書: 土木基礎力学 2 (井上和也監修, 実教出版)	水理学 (日下部ほか2名, コロナ社), 参考書: 図説わかる水理学 (井上和也編, 学芸出版社), 絵とき水理学 (國澤ほか2名, オーム社)
	実験	水理学実験指導書 (土木学会編)	水理実験指導書 (土木学会編) を参考した自作テキストを配布。	配布資料による	配布資料による	参考書: 水理実験指導書 (土木学会編)
3. 教科書を選定した理由など	水理学に関する概念が簡潔に説明している。	平易な内容であるために選定。内容的に大学生向けのものが必要なため水理学演習を参考に補足している。	教科書は使用していない。参考書は他大学 JABEE コースでも使用しているもの。	教科書は使用していない。しっかりしたものがないのと、板書して書かせないと授業についてこない。	高専向けでやや高度な個所もあるが、授業で補足すれば農学系学生には手ごろである。	
4. 配布資料の種類や指導上の工夫など	講義・演習	必要に応じて資料配布、演習問題とその解説を重視している。	演習時間に絵とき水理学・水理学演習を参考に演習問題を作成し配布。問題文だけでなく学生が解きやすいように所々にヒントを記載している。	公式誘導などの配布資料	配布資料、復習の宿題(毎週)、実際の水理現象の観察。	配布資料、講義質問カード・ミニテスト(毎週)・小テスト(3回)の実施。講義パワーポイントおよび現場写真の詳細な解説。
	実験	実験項目に沿った資料を配布し、重要な事項は板書で図解し解説する。	水理学実験指導書だけでは学生が理解できないため、自作テキストで基礎知識を補っている。	学内実験施設で使える形で作成した資料を配布。	配布資料。水理学未履修者へ配慮した資料作成および実験の説明。	自作プリントの配布。

J) JABEE認定学科・コースである。

注1) 2010年度入学生よりカリキュラム改正。流体力学が基礎力学 (1年後期・必修) と統合し、講義時間が1/3 (5コマ) となる。水理学が必修科目から選択科目に変更となる。

注2) 水理学を扱う分野は1つであり、おおむね各学年の1/4の学生が受講する。基礎実験 (2年後期・必修・30コマ、1単位)、専攻実験 (3年前期・必修・1単位、30コマ)

表2 水理学のシラバスの例（北里大学 JABEE認定学科）

科 目 名	水 理 学	3 群科目	必修	2 単位
科 目 英 名	Hydraulics	授 業 期 間	前期	
科 目 責 任 者 名	嶋 栄 吉	授 業 対 象	2 E	
担 当 者 名	嶋 栄 吉	科 目 の 位 置 づ け	基礎	
教 育 目 標	水理学における水の物理的性質と静水圧の特徴を把握し、流体の種類、連続の式とベルヌーイの定理の誘導と証明、開水路と管水路の水理的な流れについて学習し、さらに水理学に関する基本的・基礎的な専門英語についても習得する。 【学習・教育目標（表6）との関連】：E			
教 育 内 容	自然界と水利用における水の物理・工学的現象の基礎理論と計算方法を学ぶ。 【キーワード】次元と単位、水の物理的性質（密度、比重、粘性、流体の種類）、静水圧の強さ、平面・曲面に作用する水圧、浮力、層流と乱流、連続の式、ベルヌーイの定理、平均流速公式、開水路の流速分布、常流と射流、管水路の摩擦損失水頭と管路網、流速と流量の測定方法 【他の科目との関連】本講義は、1年次の数学と物理学が基礎となり、水理学実験と補完連携し、応用面では水環境学、水生環境学、水文学、環境修復学などの基礎となる。			
教 育 方 法	講義は双方向で行い、適宜、例題と演習問題を出し、解説を加えながら講義を行なう。			

授 業 内 容

回	担当者名	項 目	内 容
1	嶋	概説	講義の予定、概要、方法、注意事項の説明
2	〃	単位と次元	水理学で用いられる単位、次元
3	〃	水の性質 (1)	密度、比重、粘性
4	〃	水の性質 (2)	流体の種類とその特徴
5	〃	静水力学の基礎 (1)	静水圧の強さ
6	〃	静水力学の基礎 (2)	平面・曲面に作用する水圧、浮力
7	〃	静水力学の基礎 (3)	水圧と浮力に関する演習問題
8	〃	流れの基礎理論 (1)	流体、流量、流積、潤辺、径深、演習問題
9	〃	流れの基礎理論 (2)	水流の種類/定流・不定流、等流・不等流、層流・乱流
10	〃	流れの基礎理論 (3)	連続の式
11	〃	流れの基礎理論 (4)	ベルヌーイの定理 (1)
12	〃	流れの基礎理論 (5)	ベルヌーイの定理 (2)、演習問題
13	〃	原書輪読	水理学の専門用語
14	〃	流速と流量の測定方法	水環境学実験での測定項目と測定結果の考察
15	〃	まとめ	講義の総括
到 達 目 標	①水の物理的性質と静水圧の特徴が理解できるようになる。 ②流体の種類、特に層流と乱流について理解できるようになる。 ③連続の式とベルヌーイの定理が理解できるようになる。 ④水理学に関する基本的、基礎的な専門英語について理解できるようになる。		
成績評価の方法と基準	成績評価は、期末試験（100点）で行い、到達目標に達していない場合は、再試験を1回行う。		
学生へのメッセージ	【試験の解説】試験の解説は別途実施する。 【質問】講義内容、レポートの課題については随時可、授業中の質問、歓迎する。 【オフィスアワー】月曜日から金曜日の18:00 までの随時、但し予約必要。		

教科書および参考図書

教科書・参考書	書名	著者名	出版社名	定価(円)
教科書	環境・都市システム系 教科書シリーズ7 水理学	日下部重幸	コロナ社	2,730
参考書	「Practical Hydraulics」Melvyn Kay, E&FN SPON	Melvyn Kay	E&FN SPON	
〃	絵とき 水理学（改訂2版）	栗津清蔵監修	オーム社	2,730

内容は学生には優しすぎである。基礎的な部分しか載っておらず応用力が身につかなく、技術者養成としては不十分である。②水理学の理解には、現場における水の現象に即した問題を実際に解いてみる事が不可欠。そのため基礎的問題と幾つかの応用例題を通して理解を深めさせている。③土木系・農業工学系の公務員試験・民間入社試験における必須科目の一つが「水理学」である。その基本的問題を学生が解けることを第一とし、その後各自の実力等に応じて応用問題にチャレンジできる足がかりを作っている。④水理学では、河川や農業用排水路など土木工学の一分野として流れを取り扱うのが一般的であるほか、水辺空間利用や公園のせせらぎなど環境整備に水を利用する場合に水の挙動の基本的性質を知っている必要がある。さらに応用的に農業用水利用のためのパイプラインや環境配慮の近自然型水路の設計に必要な基礎事項の理解と簡単な水理設計ができるように講義している。⑤水理学演習では国家公務員試験Ⅱ種や地方上級の公務員試験の出題問題程度が解けるような指導に心がけている。⑥実験では、その農業用水路設計などを行えるように様々な水形態に対応する測定技術を習得し、水の流れを定量化する際の実験計画、データ取得、解析、考察、報告する技術者能力の修得を到達目標としている。

これらには、「水理学」教科書の執筆に際して注意すべき事柄がみられた。その観点から三つに整理すると、①教材としての教科書は高校レベルでは技術者養成上物足りないため、シラバス内容に応じた自作の資料を配布している。②学生には水の流れを理解させることが基本的に重要で、応用的に水路設計法も理解させたい。このため水の流れに即した基礎的問題や応用例題を解かせて理解を深めさせている。③農業工学系の公務員試験や民間入社試験で必須な専門科目の一つであるので、基本的問題が解けることと実力等に応じて応用問題も解ける能力を養う。水理学演習では国家Ⅱ種や地方上級の公務員試験問題が解けるような配慮が必要である、と要約される。

「水理学」教科書発行への取り組み

1) 教科書執筆に至る過程とその方針

第一筆者が2009年4月から水理学の講義を担当するにあたり、多くの出版社から教科書選定用に

水理学系書籍を頂いた。そして、シラバス内容とともに教科書の適・不適を早急に検討した。その結果、数学・物理学に弱い学生でも解る内容で書かれた教科書が少ないことが分かった。4カ月間の講義授業には、高専向け教科書と水理学教材のパワーポイント画像を主に使用し、補足的に水の物理的性質と水の流れに関する多様な現場の写真画像を映写して詳細な解説を行い、さらにミニテスト・小テストで理解のステップアップを確認し最終的に到達目標確認のための期末試験を行った。最後の講義の中で行った授業評価アンケートでは、意外にも評点が高く、大半が解り易い講義であったとの回答を得た。このアンケート結果を受けて、生物受験学生でも解る水理学の教科書を執筆の方がより理解を深めることができるのではないかと考えられた。

第一筆者は34年の教師歴の中で測量学やその実習の教育指導も携わったことがあり、私立大勤務の時に、近隣の工業大学と高専の土木工学系教員5名で、自作の測量実習マニュアルをもとに測量実習用教科書を執筆したことがあった(細川他1998)。その経験から、2010年4月から使用する水理学の教科書を残り5カ月程度で執筆するには作業量的に無理なことは明白であった。また、教科書は多数冊販売でないと出版社の了解が得られないのが通例であるから、執筆陣は「水理学」受講生の多い私立大学教員を中心に考えた。そして、その執筆の承諾をもらうために、事前調査として、執筆の際の目標となる市販教科書を早期に選定し、その目次構成を方向付けする必要がある。この場合、内容的に解り易い書き方や作図、SI単位等に留意し、公務員試験の受験勉強にも利用できるようにその過去問や既往教科書の演習問題を参考に多く取り入れ、かつ、現場写真を多用する、などを執筆コンセプトと考えていた。

「内容的に解り易い」とは、具体的には、微分積分を極力使用していないで、高校卒業程度の能力(数学Ⅱ)でも理解されるものであり、対象は農学系・生態系の大学生と高専の学生である。また、その理解を深めるには、「絵とき水理学」程度の解説や身の回りにある水理構造物・水利施設の現場写真と、必要に応じて写真のイラスト解説図も添付し、現場的な雑談コラムも部分的に挿入することであり、教科書の見開きの口絵にはカラー

表3 市販されている水理学教科書の代表一覧と特徴など

No.	書名	著者	初回発行年	発行所	版・ページ	(演習)問題有無	(演習)問題解答有無	付録有無	参考文献有無	索引有無	ISBN	本体(定価,円)	内容の難易度(難・普通・易)	特徴	執筆上, 参考となる事項
1	水理学	物部長徳	1933	岩波書店(第2刷)	B5 578	なし	ない	あり(諸表)	なし	4段・和英別, 人名索引	—	5.80	難(古い)	わが国水理学のバイブル。広範にわたる水理を網羅	
2	水理学入門改訂版	本間仁・米元卓介・米屋秀三	1957(1979)	森北出版	A5 160	あり	あり(詳しい)	あり	なし	2段・和文	4-627-49131-X	1,100	難～普通	入門編としては言葉数が少なく, 現象の説明, 式の導入・展開などに難	
3	水理学演習上巻/下巻	椿東一郎・荒木正夫	1962	森北出版	A5 288/334	あり	問題の後に解答つき	あり	あり1ページ	2段・和文	4-627-49110-7/ 49120-4	2,800/ 2,900	難～普通	土木工学向き	
4	水理学詳説	丹羽健蔵	1971	理工図書	A5 260	あり	問題の後に解答つき	なし	あり1ページ	なし	4-8446-0054-0	2,200	普通～易	内容的に系統だてて整理されているが, SI単位でない	基本的に参考, 写真・図・イラストを加えSI単位とする
5	最新水理学 I/II	大西外明	1981	森北出版	A5 184/161	あり	あり(やや詳しい)	単位の換算表	あり1ページ	2段・和文	4-627-43040-X	2,400/ 2,400	難～普通	土木工学向き	やや詳しい演習問題解答
6	水理学(土木系大学講義シリーズ6)	鮎川 登	1987	コロナ社	A5 240	あり	あり(やや詳しい)	あり, 参考書含む	あり(英文で付録の中)	3段・和文	4-339-05045-8	2,900	難	土木工学向き	ギリシャ文字の読み方, 式の展開など
7	絵とき水理学(改訂2版)	粟津清蔵監修: 園澤正和・福山和夫・西田秀行共著	1992	オーム社	A5 186	あり	あり(やや詳しい)	あり(SI単位など)	あり1ページ	2段・和文	4-274-10220-3	2,600	易	わかりやすい, 東京農業大で使用	工夫されたイラストあり
8	水理学入門(基礎シリーズ)	岩佐義朗監修(岩佐義朗ほか4名共著)	1998	実教出版	A5 159	あり	あり(答えのみ)	あり(開水路断面形状のRなど)	なし	3段・和文	978-4-407-03167-6	1,300	易	高校の教科書をカバー替えし, 一般書として販売	付録内容, 高校生向けに系統的整理がよい
9	考え方解き方水理学	近畿高校土木会 編	1998	オーム社	A5 163	あり	あり	あり	なし	2段・和文	4-274-13131-9	1,900	普通～易	非常にわかりやすい, 絵とき水理学とセットで使用が最適	
10	水理学演習	有田正光・中井正則共著	1999	東京電機大学出版	A5 324	あり	あり(やや詳しい)	あり	あり・わずか	2段・和文	4-501-61740-3	3,400	難～普通	解説は詳しいが, ひねった問題が多い, 扱っている現象の幅が広く, 波や透層内の流れ等も含む	各章に基本問題として文章がある。重要な個所は枠をつけて表示
11	水理学(環境・都市システム系教科書シリーズ7)	日下部暉幸・檀和秀・湯城豊勝共著	2002	コロナ社	A5 187	あり	あり(やや詳しい)	なし	あり1ページ	3段・和文	4-339-05507-7	2,600	難～普通	北里大・宮崎大で使用, 書名の環境・都市システム系教科書・・・が特徴	高専向けで, やや高度
12	土木基礎力学2(水理学・土質力学の基礎)	井上和也ら3名監修(垣谷敦美ら10名共著)	2004	実教出版	B5 138 (水理学編のページ)	あり	あり	なし	なし	3段・和文	4-407-20041-3	1,485(検定教科書のため非課税)	易	水理学編がある高校教科書, 内容が系統だててよく整理され理解しやすい	微積分がなく問題解答つき, わかりやすい表記
13	エクセル水理学入門	本間仁・萩原国宏・田中寿美・IT土木技術研究会	2004	三省堂	A4 169	なし	なし	あり(EXCEL VBAプログラム)	なし	なし	4-381-01619-X	3,200	難～普通	本間水理学をそのまま移植し, 計算例をエクセルでできる仕組み	
14	Excelで学ぶ水理学	長岡 裕	2005	オーム社	B5変 222	なし	なし	水理公式集・EXCELの基本操作	なし	2段・和文	4-274-06603-7	2,800	普通～易	写真・図がとても分かりやすく, 視覚による理解は進む	写真・図のセンスが良い
15	水理学の基礎	有田正光	2006	東京電機大学出版局	A5 221	あり	あり(解説つき)	あり(三角関数など)	あり	3段・和文	4-501-62160-5	2,700	普通～易	よく整理されている	付録の基礎公式と単位換算は参考
16	図説 わかる水理学	井上和也編(綾史郎・石垣泰輔・澤井健二・戸田圭一・後野正雄共著)	2008	学芸出版社	B5 143	あり	あり(とても詳しい)	なし	なし	2段・和文	978-4-7615-2441-8	2,600	普通～易	写真・図がとても分かりやすい	写真・イラスト・表・コラムのセンスが良く解答はとても詳しい

写真を解説付きでまとめて掲載し、生物受験学生であっても一層の理解を得られる内容にしたいと考えていた。

2) 市販されている水理学教科書の内容調査

教科書執筆の前に、目標とする内容のある市販教科書を早期に選定することは、教科書モデルとなり、執筆陣の協力を得られ易く近道である。市販されている水理学教科書の数は宮崎大学の図書館を見回すと古いものも入れて40冊程度であった。そこで宮崎大学2教員の手持ちの教科書と出版社からの献本を合わせた30冊程度の内容を検討した。その結果を表3に、代表例として示した。この表では書名、著者名、初回発行年、発行所、版・ページ、(演習)問題やその解答の有無、付録や参考文献、索引の有無、ISBN番号、本体定価、学生向け内容の難易度(難・普通・易)、特徴、執筆上参考となる点について項目別に整理した。特に吟味した項目は最後の下線部の3点である。

教科書モデルを選定する上で、最初に微分積分・偏微分を多用したものを除いたが、中にはEXCEL利用の図書も数冊あったほか、図説や絵ときなど学生の理解を助ける工夫がされたものもあり、大変参考になった。そして、教科書モデルの候補を、学生向け内容の難易度では普通から易の教科書がふさわしいとの判断から、「水理学詳説(理工図書)」と「水理学入門(実教出版)」の二つに絞った。前者は大学生向けに水理学全般にわたって詳細な解説や多くの演習問題がある点で、後者は高校生用教科書にカバー換えした解り易い市販教科書である点で、選んだ。これらの目次の項目をさらに比較検討した結果、「水理学詳説」を教科書モデルと決め、次に、大まかなページ数の把握も含め、章立てや目次の構成に基づいて各項目・内容の精選を具体的に検討した。この検討過程で、表3の右端に示すような、執筆上とても参考になる事項があった。それらを列挙すると、①やや詳しい問題解答やとても詳しい問題解答がある。②ギリシャ文字や式の展開、工夫されたイラストがある。③高校生向けで系統的整理が良い。④各章ごとに基本問題として文章の穴埋め問題もある。⑤重要な箇所は枠をつけて表示している。⑥高専向けでやや高度でも、微積分が少なく解り易い。⑦写真や図・イラスト・表・コラムのセン

スがよい。⑧付録の基礎公式と単位換算は参考になる。

3) 水理学教科書の章・目次の方向付けと執筆者の選定

水理学の各大学の2009年度シラバスをもとに、先に具体化した章・目次の構成と、各大学において指導している項目・内容とについて比較対照した。この結果は表4に示すとおりである。講義では全ての項目について指導しているわけではないが、表4で具体化した目次・内容で方向付けはほぼ十分であると考えられた。なお、表中で塗りつぶした箇所は、当初この目次項目になかったもので関係箇所に補足として挿入したものである。

次に、執筆陣は私立大学中心で検討した結果、表5に示すものとなった。水理学の担当教員は農業農村工学会会員であるものの、執筆の承諾を得るために、メールで執筆依頼を行う一方、研究室を訪問して直接理解を頂いた。途中、執筆者の入れ替えもあり、役職に配慮して負担の少ない章を担当するなどの変更もあった。宮崎大学教員2名(宮崎大学グループ、以下MGと略)は、執筆ならびに事務連絡や全体調整役の事務作業を行ったほか、教科書の特徴調査と執筆する目次項目・内容・図表・例題問題などの具体的な検討作業を、執筆作業に先行して行った。また、MGは、その先行作業の結果や執筆の際の注意事項などを、出版社とともに執筆者へ逐次連絡した。

さらに、出版社のホームページ(HP)に掲載する担当者も決めた。これは、教科書発行後に、正誤表や、購入した大学教員向けに講義で共通利用できる教材画像を、また学生向けに演習問題の解説を、HPで共有するためである。さらにまた、ブックカバーや目次、参考文献、索引、奥付の原案作成も、全体調整役が行うことになった。本来は出版社が行うべき作業と思われるが、出版社のスタッフ不足によるものであろう。

4) 教科書発行までの作業工程

教科書発行までの作業の中で、その執筆計画を立て宮崎大学に事務局を設置した2009年7月以降、執筆承諾まで順調に進んだ。執筆が開始された9月上旬以降、後期授業開始や12~2月の入試業務が重なり執筆作業やその後の校正作業も遅れ、出

表4 2009年度における水理学の指導項目・内容

指導項目・内容	北 里	東 農	日 本	明 治	宮 崎	指導項目・内容	北 里	東 農	日 本	明 治	宮 崎
第1章 総説	○	○	○	○	○	5.2 開水路の流速分布	○	○	○	○	○
1.1 水の大切さと水理学	○	○	○	○	○	5.3 開水路の平均流速公式	○	○	○	○	○
1.2 水利用の歴史と水理学の先駆者たち				○		5.3.1 シュエーの公式	○	○	○	○	○
1.3 水理で用いる物理・数学の知識	○	○		○		5.3.2 バザンの公式		○			
1.3.1 物理の知識	○	○		○		5.3.3 ガンギレー・クッターの公式		○		○	
1.3.2 単位と次元	○	○	○	○		5.3.4 ヘーゼン・ウィリアムスの公式	○	○		○	
1.3.3 接頭語		○		○		ダルシー・ワイズバッハの公式			○	○	
1.3.4 精度と、有効数字と桁		○		○		5.3.5 マニングの公式	○	○	○	○	
1.4 水の物理的性質	○	○	○	○	○	5.4 開水路断面の形状要素と等流計算	○	○	○	○	○
第2章 静水圧	○	○	○	○	○	5.5 開水路の有利断面(台形・長方形断面水路)		○	○	○	
2.1 静水圧	○	○	○	○	○	5.6 円形断面水路の水理特性曲線		○	○	○	
2.2 圧力の伝達～パスカルの原理と水圧機～	○	○	○	○	○	5.7 河川の流量計算・複断面水路・合成粗度係数	○	○		○	
2.3 水圧の測定	○	○	○	○	○	用水路設計の考え方・近自然型水路・農業用排水路				○	
2.4 平面に作用する水圧	○	○	○		○	5.8 開水路の不等流	○	○	○	○	○
2.4.1 水平な平面に作用する水圧	○	○	○		○	5.8.1 不等流の基本式	○	○	○	○	○
2.4.2 鉛直な平面に作用する水圧	○	○	○		○	5.8.2 常流と射流	○	○	○	○	○
2.4.3 傾斜した平面に作用する水圧	○	○	○		○	5.8.3 限界水深と限界流速	○	○	○	○	○
2.5 曲面に作用する水圧	○		○		○	5.8.4 フルード数	○	○	○	○	○
2.6 浮体(浮力)	○	○	○		○	5.8.5 跳水	○	○	○	○	○
第3章 水の運動	○	○	○	○	○	開水路の不定流	○		○		
3.1 水路の種類	○	○	○	○	○	段波・洪水流など			○		
3.2 流速と流量	○	○	○	○	○	5.9 背水			○	○	
3.3 流れの種類	○	○	○	○	○	5.9.1 せき上げ背水と低下背水		○	○	○	
3.3.1 定常流と非定常流	○	○	○	○	○	5.9.2 不等流の水面形			○		
3.3.2 等流と不等流	○	○	○	○	○	5.9.3 背水または低下背水曲線を求める公式			○		
3.3.3 層流と乱流, レイノルズ数	○	○	○	○	○	5.10 開水路における損失水頭					
3.4 定流の連続性	○	○	○	○	○	第6章 オリフィスと水門	○	○	○	○	○
3.5 ベルヌーイの定理	○	○	○	○	○	6.1 小オリフィス		○	○	○	○
3.6 ベルヌーイの定理の応用(ピトー管・ベンチュリ管)	○	○	○	○	○	6.2 大オリフィス		○	○	○	○
3.7 運動量の法則	○	○	○	○	○	6.2.1 大オリフィスと接近流速		○	○	○	○
第4章 管	○	○	○	○	○	6.2.2 長方形・円形大オリフィス		○	○	○	○
4.1 管水路	○	○	○	○	○	6.3 もぐりオリフィス		○	○	○	○
4.1.1 管水路の定義	○	○	○	○	○	6.4 オリフィスからの排水時間		○	○	○	○
4.1.2 潤辺と径深	○	○	○	○	○	6.5 口金				○	○
4.1.3 損失水頭	○	○	○	○	○	6.6 ノズル					
4.1.4 動水こう配線とエネルギー線	○	○	○	○	○	6.7 水門(ゲート) 自由流出・もぐり流出		○	○	○	○
4.2 摩擦損失水頭と平均流速公式	○	○	○	○	○	第7章 せき	○	○	○	○	○
4.3 摩擦以外の原因による損失水頭		○	○	○	○	7.1 せきの種類	○	○	○	○	○
4.4 単線管水路	○	○	○	○	○	7.2 四角せき	○	○	○	○	○
4.4.1 単線管水路の動水こう配線とエネルギー線		○	○	○	○	7.3 三角せき	○	○	○	○	○
4.4.2 2つの池を結ぶ管路		○	○	○	○	7.4 広頂せきと越流ダム		○	○	○	○
4.4.3 サイホン		○	○	○	○	7.5 もぐりせき(潜り堰)		○	○	○	○
水車・発電機と揚水機:有効落差・実揚程		○		○		7.6 ベンチュリーフリューム	○				
相似則・模型実験		○	○			第8章 地下水				○	○
4.5 分流・合流する管水路		○		○		8.1 地下水の流れ ダルシー則				○	○
管網		○		○		8.2 井戸					
第5章 開水路の流れ	○	○	○			8.3 集水暗きよ					○
5.1 開水路	○	○	○	○	○						

注) 塗りつぶし箇所は、当初の項目・内容になかったもので、補足として挿入した。

表5 執筆者の一覧 (2009年8月, あいうえ順)

氏名	大学名	役割分担	執筆担当章など	役職
岡澤 宏	東京農業大学	執筆, HP主担当	5章	
小島 信彦	明治大学	執筆	3章	
嶋 栄吉	北里大学	執筆	2章	専攻主任
竹下 伸一	宮崎大学	執筆, 庶務, HP担当	4章	
長坂 貞郎	日本大学	執筆	7章・8章	
細川 吉晴	宮崎大学	執筆・全体調整・出版社連絡	口絵, まえがき, 1章・6章, ブックカバー・目次・引用参考文献・索引・奥付	

表6 教科書発行までのおおまかな作業工程

年月旬	作業内容
2009. 7	上 教科書出版社からいただいた献本内容の教材研究に着手.
	中 手持ち教科書の特徴などの整理を始める.
	下 授業評価の結果等から教科書執筆を決め, 宮崎大に事務局設置 (以下, MGと略記).
2009. 8	上 MG: 教科書モデルの決定と, 教科書発行で出版社と打ち合わせ調整. MG: 章構成や目次項目, 内容などの具体的な検討.
	中 MG: 予定執筆者への連絡と執筆了解を得る手続きを開始. MG: 出版社と, 教科書モデルを執筆陣へ献本可能かどうか調整.
	下 MG: 執筆者へ目次案と執筆担当案, 教科書モデルの送付. MG: 執筆者と執筆箇所の調整と確定.
2009. 9	上 出版社から執筆者へ執筆要領を送付. 執筆者: 執筆開始. MG: 執筆者へ執筆の際の注意事項と参考文献類を送付.
2009.10	上 MG: 執筆進捗状況の確認. 執筆着手が遅れている.
2009.11	上 早い執筆者から出版社へ原稿提出開始. MG: 遅い執筆者へ催促する.
	中 補足原稿の提出も並行して続く.
2010. 1	中 農大岡澤 HP 担当: 出版社とHPの検討を行う.
2010. 2	上 出版社から執筆者・MGへ初校送付. 執筆者・MGが初校開始.
	中 初校を出版社へ送付. MG: ブックカバー原案提出.
2010. 3	上 出版社から執筆者・MGへ第二校を送付. 二校開始.
	中 二校を出版社へ送付. 追加原稿と書き換え二校などが出版社に入る. 索引案提出.
2010. 4	上 出版社から, 執筆者・MGへ第三校を送付. 三校開始.
	中 執筆者・MGから出版社へ追加原稿と書き換え三校などが入り, 滞る.
	下 ほぼ原稿が確定しつつあったので, 目次・奥付案提出.
2010. 5	上 全体調整役として時間的余裕がなく, 最終校正を出版社へ一任する.
	中 出版社の最終校正が遅れに遅れ, 印刷発行も遅れる.
2010. 6	上 6月2日, 1500部を発行. 執筆者・MGの三校と出版社の最終校正が不十分で正誤表を作成. 北里大・宮崎大で教科書初使用 (学生は著者割で購入).
	下 執筆者推薦のあった国立大学・高専の水理学担当教員へ, 出版社の協力で見本として送付.

版社側は3~4月の教科書販売で忙しくなり, 4月初旬発行とならず, 結局2カ月遅れの6月2日に発行となった.

以上の教科書発行までの作業工程を表6にまとめたが, 原稿から発行までを記すと, 以下のよう流れとなる.

ステップ1 執筆者原稿→出版社→印刷所→初校:
出版社→執筆者・MGの両方が初校: 初校済み原稿→出版社の校正作業→印刷所
ステップ2 二校: 印刷所→出版社→執筆者・MGの両方が二校: 二校済み原稿→出版社の校正作業→印刷所 注) ここで, 追加原稿・訂正

図表→出版社→印刷所 も一部加わる

ステップ3 三校：印刷所→出版社→執筆者・MGの両方が三校：三校済み原稿→出版社の校正作業→印刷所

注) ここでまた、追加原稿・訂正図表→出版社→印刷所 も一部加わるが、訂正FAXが出版社の校正作業に入っていなかったりして校正作業の遅れにつながった

ステップ4 最終校正：印刷所→出版社の最終校正作業→印刷所→印刷発行

すなわち、校正作業では、執筆者とMGが並行校正したものを出版社が再度校正し、その後、印刷所に提出する、さらにこれを繰り返すことを三校まで行って、十分に見直すことを目指したつもりであった。しかし、最終校正はMGに時間的余裕がなく、出版社へ一任せざるを得なかった。結果として、印刷発行後に訂正箇所が見つかったので正誤表を差し込むことになった。国立大学や高専の水理学指担当教員へ教科書見本として送付したものに正誤表を差し込んでから送るように出版社に依頼したが、出版社はそれを忘れて発送してしまった。

また、校正途中、すなわち二校や三校の時点で、印刷所の作図が上手ではなく書き換えが多数出てしまった。例えば、水面のマークや重力加速度 $[g]$ の表記がまずく、管の断面を楕円とすべきところをアーモンドアイの形状にしたり、オリフィスや水槽の断面が厚壁ではなく薄板状であったりして、執筆者の意図する作図になっていないことが多々あった。一般に書籍の中の図表は、出版社御抱え印刷所の作図能力や経験、そして出版社の校正能力次第であり、これが書籍の出来栄を左右する。そこで、事前に出版物中の図表等の出来栄を検討しながら、出版社の選定を検討する必要がある。

さらに、追加原稿・訂正図表なども加わり、二校・三校のやり取り作業が添付メールだけでは容量的に送れずに困ったことがあった。原稿類を送るには、正確を期すために郵送手段を取れば確実だが、宮崎市から東京の出版社には宅配でも3日を要する。そこで原稿のカラーPDFの添付メールやFAXを用いたほか、「宅ファイル便」を有効に利用した。後者は、会員登録さえすれば100MBの容量まで添付ファイルで送ることができるもので、容量が多く急ぐ際はとても便利で助かる

ものであった。

「農学系の水理学」の特徴

1) 書籍のタイトルとカバー

書籍のタイトルは、執筆者から「農学系でもわかる水理学」や「農学系の水理学」、「農学系のための水理学」、「農学系・生態環境系でもわかる水理学」など案をたくさん出していただき、その後、出版社と協議し、長くもなくインパクトのある「農学系の水理学」に収まった。また、著者名は50音順に並べ共著とした。本教科書が大方の執筆者は初著作であるから、この発行に至る手続きやその煩わしさ、責任性などを共通理解し、これを今後の著述活動に活かしてもらおうと考えたからである。

本書のカバーを写真1に示す。水理学だから水色のカバーも案にはあったが、農学系ということで緑色とし、前面にはハスの花が美しく咲いている景色を大判で表した。この写真は、青森県八戸市「対泉院」境内の池の大賀ハス(古代ハス)である。水理学的には、ハスの葉に落ちた水滴は表面張力で丸くなり、表面の微細突起構造により葉の汚れはその水に絡められて落ちてしまう現象の理解に用いられる。そのためであろうか、ハス(睡蓮)はよごれのない仏様ということで仏像の台座に彫刻されたり仏画に描かれたりしている。また、小さい写真3枚組は、左から、マカオのヴェネツィアン内のゴンドラが浮かぶ人工の小運河、宮崎県西都市の杉安頭首工、鹿児島県南の開聞岳周辺畑地のスプリンクラー灌漑である。いずれも水に親しむものや水の利用にちなむものであり、

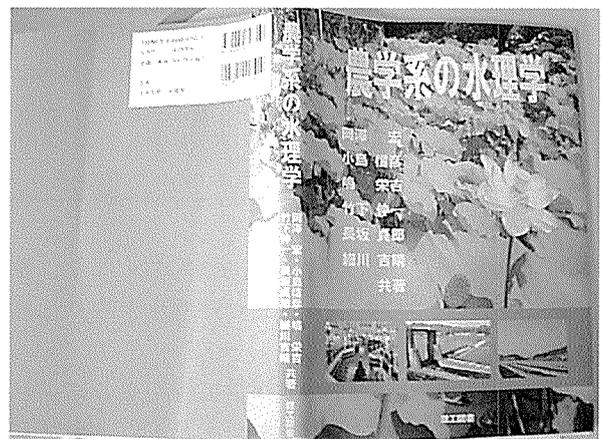


写真1. 「農学系の水理学」のカバー

教科書の口絵にも掲載している。

発行部数は1,500部で、B5判の186ページ、定価が2,800円となった。書籍の価格は、多数冊販売可能ということで、当初から出版社とできるだけ安くするように交渉していたものであった。

2) 「農学系の水理学」の特徴

理科離れが進み、物理系科目にチンプンカンプンな学生でも水理学に興味を持って学べるように、今までまとめた執筆上注意すべき事柄を参考に執筆した。とりわけ以下の点が特徴といえる。

- ①身近なところに水理学が使われていること理解してもらえるように「口絵」で現場写真を多数用いて詳細な解説をしている。
- ②ルビを多くつけ中学卒業程度でも読める工夫をし、高専学生や農学系・環境・生態系の大学生を対象としている。
- ③重要な用語の解説をページの1/3ほどで右側に掲載し、それが無い場合はメモの欄とし、ノート代わりに書き込みを勧めるようにしている。
- ④微分積分は基礎的な箇所では極力避け、解り易い表記と解説に心がけ、かつ、例題を多くしている。
- ⑤公務員等の受験にチャレンジできるように演習問題を多くしている。

また、水理学をより広く学ぶために多様な構造物の画像や多くの公式、そして関連する多くの図表などが必要である。しかし本書に掲載するには、「口絵」が4ページと制限があったため、それらを出版社のHPに掲載することになっている。本書を購入した学生や教員はそのHPを活用できるし、教材画像の利用も可として情報の共有化を考えているが、その内容は逐次充実していく予定である。

3) 2010年度の教科書購入予定冊数

表7に、2010年度の教科書購入予定冊数を示した。これは執筆者が本教科書を採択する冊数をあらかじめ知っておく必要があったために、大学別に取りまとめたものである。また、シラバスに記載する時期が2010年2月頃であるので、本書の執筆進行状況との兼ね合いで、記載できる大学にはシラバスに記載してもらった。結果的に2010年度は約420冊が販売可能と判断できる。2011年度以降にカリキュラム変更で選択科目に変わったとしても、年400冊の販売予測は可能であった。

教科書発行は予定より2カ月遅れたものの、北里大学と宮崎大学とで150冊弱を初使用することになった。2010年度前期の途中での発行であったので、両大学における4～5月の講義には、本教科書の初校のコピーを教材として用いた。また、学生は書店を通して購入できなかったため著者割価格で安く購入できた。

4) 今後の課題

今後の課題として、大別して2点ある。

一つは、正誤表と改訂版発行のことである。前述したように、校正した部分が印刷所で十分に直されていなかったことがあり、三校から最終校正の段階での訂正や追加書き換え箇所が見落とされた部分もあり、発行後に訂正箇所が見つかった。この訂正箇所は、明らかに訂正しなければならないものと、改訂版まで待てるものがあった。前者の方は、出版社が取りまとめてくれないというので、各執筆者の訂正箇所を第一筆者が整理し出版社に送ることになった。その正誤表は発行した

表7 執筆者大学の2010年度教科書の購入予定冊数

大学名	対象学年(科目名)	必修・選択	開講時期(前・後期)	受講学生数(名)	「農学系の水理学」の教科書採択	2010年度購入予定冊数
北里大学	2年(水理学)	必修・選択	前期 4/5～	約 100	水理学:指定, 応用水理学:参考書に指定	90
	3年(応用水理学)	必修・選択	後期 9/1～	約 100		
東京農業大学	2年 (水理学, 水理学演習)	必修	後期 9/21～	約 210	指定	210
日本大学	2年(基礎水理学)	選択	前期 4/9～	約 100	別のものを指定済み	なし
	2年(応用水理学)	選択	後期 9/24～	約 100		
明治大学	2年(水理学概論)	選択	後期 9/20～	約 60	2010年度は暫定的	30
	3年(応用水理学)	選択	前期 4/9～	約 20		—
宮崎大学	2年(水理学Ⅰ・水理学演習)	選択	後期 10/1～	選択 40	指定	40
		選択	後期 10/1～	(選択 40)	(同上)	—
	3年(水理学Ⅱ)	選択	前期 4/14～	選択 49	(同上)	43

計 413

教科書に差し込むためのものであり、また、すでに見本として送った国立大学・高専の水理学担当教員へ詫状とともに送るためのものである。また、後者の場合は、教科書内容をより精査し、補足するものや削除すべきものなども訂正箇所とともに洗い出し、1,500冊が完売となる前に改訂版を発行する段取りになっていて、すでに担当者も決めている。

二つ目は、発行したばかりだが、この教科書の評価である。今後、後期の授業で使用する教科書も含めて、教科書の口絵から奥付まで、目次、項目・内容等全てにおいて妥当なものかどうか評価点検し改善すべき箇所を取りまとめ、改訂版の作成を行う必要がある。そのことによって、一層利用価値の高い教科書に生まれ変わることが期待される。

おわりに

水理学は、水系で言えば、高地の森林域から低地の平野・海岸域までの広範な「水」にまつわる多様な現象・形態を理解し、水災害の抑制に関わり、また生活や生産のための利活用を図る技術の一つとなっている。ルネサンス時代に活躍した万能の人物“レオナルド・ダ・ビンチ”がもっとも多くのメモを残した対象は、「水」に関するもので、その様々な流れの現象の描写とその効率的な利用技術（橋等の設計技術）であったと言われていた。また、先の土木学会会長の近藤氏が、「総合土木工学とコア技術」と題し「土木工学は、道路、河川、港湾、鉄道、水力、都市計画、水道、下水道等々多くの技術分野に分化してきた。それぞれの技術がベストを目指して国土を整備してきた。（中略）複雑化する社会全体と向き合い（中略）総合化された土木工学が必要（中略）そのときに必要な共通言語は、構造力学、水理学、土質力学、コンクリート工学等のコア技術だ（以下、略）」と、土木学会誌に寄稿している（近藤 2010）。社会基盤の構築や管理などに少なからず関わる学生はそのコア技術をきちんと学ぶべきものであり、それはまた、土木工学や農業工学に共通した専門基礎科目として従前位置づけられてきた所以でもある。

このように「水理学」は、歴史的にみても、そして現在の社会においても、重要な専門技術の一つとの認知は手堅いものである。今回、農学系学

生の特徴・動向に配慮した「水理学」指導のための教科書を発行したことは、最良の選択であったと自負したい。2010年4月に宮崎大学農学部において学科改組が行われ、農業工学系科目が多い森林緑地環境科学科において「水理学」は専門必修科目となり、明確にスペシャリスト養成の専門技術指導が引き継がれることになった。

大学におけるスペシャリストの養成は社会がどう変わろうと、前述したようにコア技術が専門的知識技術として活かされる場面が多いだけでなく、普段の生活環境の中で快適に生きるための貴重な知恵にもなる。そういう知識・技術の教育指導においては、教員は今後の社会構成員を育てる意味で決して手抜きをしてはならない。教員みずから多様な学生に対応した教材研究の研鑽を積み、そして教員仲間で相談し合い、既存の指導法に一層の工夫を加えながら教育指導の改善をスパイラルに行う努力を惜しむことはないであろう。

要約

農業工学系学科では生物学で受験する学生が最近多くなってきており、物理系の専門科目「水理学」をどのように効果的に教育指導すべきか検討する必要がある。

水理学指導の実態を私立4大学と国立の宮崎大学とで調査した結果、科目名は相違するが基礎系水理学が2年前期に、応用系水理学が2年後期から3年次に配置され、JABEE認定学科・コースであっても必修科目と選択科目に分かれていた。使用教科書は難易度で普通から易の内容のものであり、補助的に資料も配布していた。適当な内容の教科書がない理由で自作資料を用い、理解を深めるために講義内容を工夫し演習問題を多用し公務員受験にも配慮している。

また、解り易い教科書を執筆するために、30冊の水理学教科書の内容を精査し、難易度で普通から易の内容のある教科書モデルを選定し、それを例として執筆する章・目次・項目・内容の精選を具体的に行った。この方針に基づき2009年9月から6名で分担して執筆を開始し、2010年6月にB5判、186ページの「農学系の水理学」を1,500部発行した。現時点では、農学系学生の特徴・動向に考慮して教科書を発行したことは、最良の選択であった。

キーワード：キーワード：水理学，専門科目，
教育指導法，農学系，技術教科書

謝 辞

本研究の一部は，宮崎大学農学部「平成21年度学部長裁量経費：多様な学生に対応した専門科目指導のための教材検討—水理学を対象として—」によるものである。また，本稿執筆にあたり，宮崎大学農学部の複数の教員から学科教育指導に関する助言を賜るとともに，多くの出版社から教科書の献本や情報をいただいた。ここに記して，深く謝意を表す。

引用文献

- 細川吉晴・西田修三・今野恵喜・藤原広和・諸泉利嗣（1998）よくわかる測量実習，コロナ社，東京，163 p.
- 稲垣仁根（2010）くろつち同窓会大学支部解散のご報告，くろつち，宮崎大学農学部くろつち同窓会，宮崎，第51号，pp. 8-11.
- 近藤 徹（2010）総合土木工学とコア技術，土木学会誌，第95巻第5号，pp. 4-5.
- 宮崎大学農学部（2007）平成19年度キャンパスガイド（学習便覧），pp. 129-506.
- 日本技術者教育認定機構，技術者教育プログラム，<http://www.jabee.org/> [2010/8/4参照]
- 酒井正博（2004）農学部応用生物科学科でのJABEEの取り組み，宮大広報，Vol.1，p. 2，<http://www.miyazaki-u.ac.jp/examinee/publication/kouhou/20041224kouhou1.pdf>. [2010/8/4参照]