

まえがき

地球は別名「水の惑星」と呼ばれ、豊富な水の存在が他の惑星と全く異なる様相を呈し、膨大な種と数の生命を生みだし、生態系を支えてきている。その生命の一種であるヒトは、この水を積極的に利用することによって、他の種とは異なった発展を遂げてきている。古代4大文明のエジプト文明、メソポタミア文明、インダス文明、黄河文明は、いずれも大河のほとりに発生し、水の恩恵を受けて発展し、また水が理由で衰退していったとされている。メソポタミア文明は、チグリス・ユーフラテス川のほとりに発生した文明であるが、両河川の豊富な水を灌漑用水として利用し、農業生産を高めていった。しかし、過剰な灌漑が塩分の蓄積を生み、これがこの地を不毛の大地に変え衰退を招いたのである。インダス文明もインダス川の水を利用して栄えたが、洪水により流路が大きく変わり、水が得られなくなり衰退したとされている。

またローマ帝国は、ヨーロッパから北アフリカ、西アジアを含む広い領土を有し、約400年存続した史上最強の国家であるが、広く張り巡らされた道路網に加えて水道網の整備が帝国の発展と存続を支えていた。今もヨーロッパの各所に残る水道橋の遺跡は訪れる人を圧倒する。これらの文明や国家の中心にあるのが、水を利用する技術である。

水理学は、この技術を発展させたもので、川、湖沼、海など我々の環境にある水の利用や制御を目的とし、水の運動を解析し予測する学問分野である。古代から続く水利用の目的を共有し、経験的な知識に加えて、ニュートン、ベルヌーイ、オイラー、ストークスなど17世紀から19世紀にかけて活躍した物理学や数学の大科学者によって、力学的な基礎が整備され、定量的かつ解析的な道具を兼ね備えた学問体系へと衣替えしてきている。

人間社会の発展に伴い、水利用に対する要請も多様化し、これに対応して水理学も深化し、分化してきている。河川や海岸の管理を目的とした河川工

学や海岸工学，また降水の性質や挙動を解析する水文学，水の運動に伴って輸送される土砂の挙動の予測や制御を目的とした土砂水理学，水環境の保全を目的とした環境水理学などである。

なお，水理学の語源は，英語の hydraulics であるが，この日本語訳は，水理学の他にも，水利学，水力学と水利用の仕方によって複数ある。水利学は，農学分野で使われ，農業に特化した水利用の技術・学問体系である。水力学は，機械工学の分野で主に使われ，ポンプやタービンなど，水輸送や発電などに必要な水力機械に特化した学問分野である。

本書は，水理学導入部分の基礎を理解させることを主な目的として用意したもので，筆者の大学では2年の2学期から3年の1学期にかけて行われる水理学の科目において，教科書として使われていた講義ノートを発展させたものである。本書を作るに当たって，以下に述べるいくつかの工夫を行っている。

1つ目は，高校物理学との接続に関する工夫である。初等物理学で習うニュートンの運動の法則やエネルギー保存の法則は，質点に対して適用されている。これらの法則の適用を，自由に変形する連続体に拡張して，水がもつ運動量やエネルギー保存則を誘導し，知識の連続的な展開を目指した。

2つ目は，応用力を高める工夫である。水理学の高度な分野の学習や，卒業研究などで行われる未開拓の分野の問題解決に，この水理学の学習が役立つようにした。質量，運動量，エネルギー保存則を基礎式として用い，これから様々な公式を誘導し発展させている。また，水理学の入門書では，問題を簡単にするために，様々な仮定が導入されるが，仮定や近似の意味を解説し，仮定を導入しない発展的問題への出発点を示している。

3つ目は，興味をもたせるための工夫である。土木工学の分野ででてくる実際の現象や技術を紹介し，現場への適用性を説明した。また，学術の発展をコラム記事で紹介し，時間的な発展をイメージできるようにした。

4つ目は，理解を深めるための工夫である。代表的な問題を例題として解説し，公式の利用の仕方を説明した。また，各章末には演習問題を載せ，その解答を巻末に示し，自習の助けとした。

本書は，前述した2つの接続，すなわち初等物理学との接続とさらに発

展的な接続を図る構成とした。前半の第1章から第4章は、質量保存則、運動量保存則、エネルギー保存則を水に対して適用する場合の扱い方を示し、問題を簡単にするために、摩擦を無視した扱いを行っている。第5章は管路流、開水路流の解析に摩擦を導入する場合の共通知識として、摩擦の基礎的な考え方を述べている。第6章は静止流体の力学を扱い、圧力分布や力の釣り合いについて述べている。第7章と第8章は管路流や開水路流に摩擦を適用し、実現象の問題を定式化している。最後に、第9章で次元解析について述べている。

2010年10月

真野 明・田中 仁
風間 聡・梅田 信