

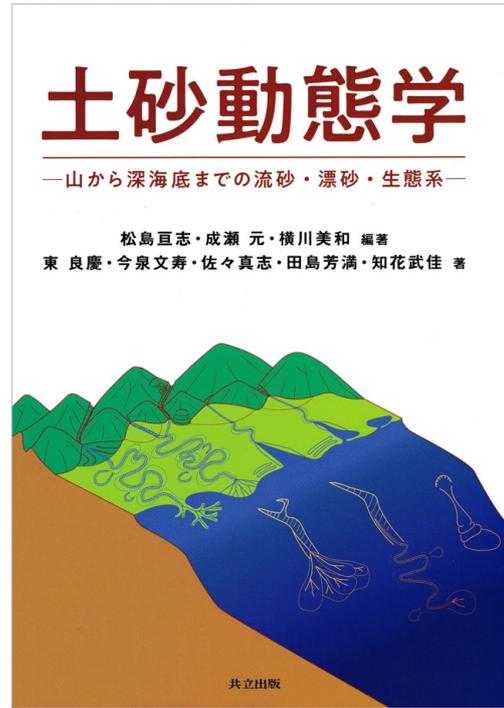
土砂動態学

—山から深海底までの流砂・漂砂・生態系—

松島亘志・成瀬 元・横川美和 [編著]

共立出版
発売日：2020年5月30日
定価：本体3,500円＋税
ISBN: 978-4-320-04735-8
25.6 cm x 18.4 cm x 1.6 cm
ソフトカバー
312ページ

地球表層部では、重力や流水によって大小様々なサイズの岩塊や土粒子が挙動している。これらは総称して土砂 (sediment) と呼ばれている。これまで土砂移動に関しては、主に3つの研究分野からのアプローチが行われて来た。1つは土壌学等の農学分野、次に砂防工学、河川工学、海岸工学等の土木工学の分野、もう1つは我々が所属する地形学や地質学等の地球科学分野である。前者2つは、社会生活に根ざした実学である点が重要である。特に土木工学の研究成果は社会インフラ整備や防災・減災の基礎データとして提供されることもあり、社会的な需要があり、学界の規模も資金も巨大と言える。一方、我々のような地球科学分野の研究者も地層や微地形成因論的な観点から、現世の河川や海域での土砂移動について現地観測を行い、それらの成因について斉一論的な立場から解釈を行っているが、この分野は社会的に見ると極めてマニアックな少数派と言える。ようするに、我々地球科学分野の研究者と土木工学の研究者では、見ている対象物や現象はほぼ同じではあるが、研究の目的とゴールが大きく異なるのである。例えば、津波堆積物の研究は両分野の研究者が積極的に行っているが、堆積物の構成物や堆積構造等の記載情報から堆積過程の復元をめざす地球科学分野の研究者と、土砂密度や流速等の現地観測データやそれを用いた数値シミュレーションによって津波による土砂移動の再現をめざす土木工学の研究者では、その研究スタンスは大きく異なっている。このため、両分野の研究者が交流する学会や



集会等も限られている。両者の間では、土砂の粒度区分についても定義が異なっているし、その他の専門用語も読み替えが必要な状況である。ゆえに、土木工学の研究者と地球科学分野の研究者が共同で作業を行う場合、まずは共通の専門用語の整備が不可避となる。

土砂は山地や丘陵での風化や侵食によって生成され、地すべりや土石流等の斜面崩壊や河川の流水に伴って運搬される。そして、低地や水域で定置し、脱水した後、長い続成作用の時間を経てバラバラの粒子から固体、即ち岩石(堆積岩)へと変化し、さらにその一部は、プレート運動に巻き込まれ、火成岩や変成岩へと変化する。これらの岩石は、プレート運動による地殻変動によって隆起して山地や丘陵を形成し、再び風化や侵食の対象となる。本書では、このサイクルを土砂動態と呼んでいる。土砂動態は、他の物質循環と比較して、定量的な研究手法が確立されていない。大気や水はシンプルな流体であり、これらのメカニズムを扱う流体力学の方程式はほぼ確立している。これに対して、土砂移動は、そのメカニズム自体が未だによくわかってはいない。また多くの場合、土砂は流水に伴われて移動するため、水の動きと粒子の動きを合わせて考えなければならないこと、また、現象の時間スケールが長く、解析に用いることができる観測データが限られること、などが主要な原因と考えられている。

ここで仮に、“現象を定量化ができない!”、“現象を方程式で表現できない!”となれば、これは同時に、将来の



災害等の予測に使用することも不可能となる。そこで、両分野に跨がるこのような未解明の課題を解決するための新しい学問分野、すなわち、「地球表層の土砂の移動形態メカニズムを明らかにしようとする学問」としての土砂動態学(sediment dynamics)が提唱されたのである。本書はその記念すべき最初の教科書であり、以下3名の編著者等によって編纂された。筆頭編者の松島亘志氏は筑波大学システム情報系教授であり、土木工学分野の著名な研究者として知られている。成瀬元氏ならびに横川美和氏は、私の専門とほぼ近い地球科学分野の研究者である。その他、著者として5名の土木工学分野の研究者が名を連ねている。本書は10章からなり、その目次は以下の通りである。

1. 概論：山から海への土砂の移動と地形
2. 堆積土砂の基礎的性質
3. 土砂の移動とベッドフォーム・堆積構造
4. 山地における土砂生産と土砂移動
5. 河川流域の地質と河床構造・生態系
6. 沖積河川の土砂収支
7. 干潟・砂浜の生態地盤学
8. 沿岸域における土砂の移動と海浜変形
9. 沿岸地盤の多相系ダイナミクス
10. 海底扇状地と土砂重力流

1章「概論：山から海への土砂の移動と地形」では、土砂動態学の全体像を様々な地形との関係を俯瞰的に示し、次章以降の展開を示している。

2章「堆積土砂の基礎的性質」においては、土砂の性質として、土粒子の性質およびそれらの集合体としての性質を定量的に表す物性値について、分野を横断しての整理を行っている。また、土粒子と土砂の運動についての力学モデルの解説を行っている。

3章「土砂の移動とベッドフォーム・堆積構造」では、土砂の移動によってどのように微地形や地層が形成されるかについて、その基本的なメカニズムと土砂の物性値との関わりについて解説している。この章は、我々の堆積学の教科書でよく見るベッドフォーム・堆積構造の解説文に近い。

4章以降では、山地から始まり深海に至るまで、それぞれの場所での土砂動態の詳細について述べている。まず4章「山地における土砂生産と土砂移動」では、山地における土砂移動形態としての、斜面の重力崩壊や土石流の挙動、土砂生産、下流への土砂供給や植生との関連を土木工学的

に解説している。

5章「河川流域の地質と河床構造・生態系」では、溪流河川の河床構造の形成メカニズム、侵食や堆積によって形成される流域の地質について解説し、それらと河川生態系との関わりについて土木工学的に解説している。

6章「沖積河川の土砂収支」では、河川において、どの程度の土砂がその地域に流入し、また流出しているのかの土砂収支の観測と、それが河川地形に与える影響や人間活動の影響などについて土木工学的に解説している。

7章「干潟・砂浜の生態地盤学」では、干潟および海浜での生態系と土砂移動との相互関係について、最近の土木工学研究成果を例に挙げて解説している。

8章「沿岸域における土砂の移動と海浜変形」では、波浪や沿岸流によって、海岸付近の土砂がどのように移動するか、そのメカニズムとそれに伴う地形の変化について土木工学的に解説している。

9章「沿岸地盤の多相系ダイナミクス」では、沿岸低地の軟弱地盤について、特に液状化現象とそれが構造物に及ぼす影響などについて、土木工学的に解説している。

10章「海底扇状地と土砂重力流」では、浅海域から深海域に向けて流れ下る重力流と呼ばれる流れによる土砂移動現象について詳しく解説している。この章の前半は堆積学分野の教科書の内容に近く、逆にこれまでの土木工学の教科書の範疇には無かった記述内容とも言える。

このように本書は、山地から深海までの土砂移動現象について、現在まで得られている理解を分野の垣根を越えて総括的に論じたものである。

巻頭には読者の本文の理解をサポートする目的で、28ページ分のカラーグラビアが付けられている。各章の最後には、大学等での授業で使えるような演習問題も添えられている。補遺として力学モデルで用いる偏微分方程式等の補足説明が付けられている。巻末の「より深く学ぶための」の章では、その後の学習の参考となる関連分野の専門書がリストアップされている。

私はこの書籍を筑波大学構内の書店で見かけて、私費での購入を決断した。これまでの堆積学や土木工学の教科書には無い、たいへんユニークな内容だったからである。本書を完読した上で、GSJ地質ニュースの読者の多くが土砂動態の現象に興味を持つきっかけになると思い、この紹介文を書くことにした。但し、この書籍は主に土木工学分野の学部生を対象とした土砂移動を解説した教科書であり、例えば、理学部の地球科学分野で地形や地質を学んでいる学生にとっては、やや敷居が高い内容にも思える。特



に力学モデルに関する方程式の多さは半端ない。しかしその一方で、数10年後の地形学や地質学分野の将来像を見通した場合、より規模の大きな土木工学分野との融合や連携は不可欠に思える。確かに、私がこれまで参加した多数の国際学会の中で、世界最大級の地球科学分野の国際学会であるAGUや世界最大級の土木学会であるASCEにおい

ては、両者の垣根は日本ほど大きくは感じられなかったことも事実である。このような視点で見た場合、この書籍は地形学や地質学分野の研究者の将来のあるべき姿の一端を垣間見せてくれているようにも私には思えた。

(産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門 七山 太)