

河床礫の粒径分布を考慮した地形変化シミュレーション手法の開発

Development of numerical simulation method of topographic change considering grain-size distribution of fluvial gravels

谷川 晋一^{1*}, 安江 健一¹, 三箇 智二², 梅田 浩司¹

Shin-ichi Tanikawa^{1*}, Ken-ichi Yasue¹, Tomoji Sanga², Koji Umeda¹

¹原子力機構, ²日鉱探開

¹JAEA, ²Nikko Exploration & Development Co., Ltd

1. はじめに

地殻変動やその後の侵食・堆積に伴う地形の発達によって、動水勾配や地盤の透水性の変化などといった将来の地下水の流動特性のほか、水質を含めた地質環境条件に変化が生じる。そのため、長期的な地形の変化が地層処分システムに及ぼす影響を評価することは重要な課題である。本研究では、地形変化をシミュレートする技術として、河床礫の粒径分布に基づき、河川の土砂運搬を模擬したアルゴリズムを開発するとともに、その妥当性についての検討を行った。

2. 河床礫の粒径分布を考慮したアルゴリズムの開発

隆起・沈降に伴う地形変化は、数十万年程度の時間スケールにおいて、ほぼ一定の速度と方向で累積していると考えられており、過去から現在までの隆起・沈降の範囲と変動量を定量的に把握することにより、将来の隆起・沈降による地形変化を推定することが可能と考えられる。一方、侵食・堆積による地形変化は、侵食基準面からの比高、気候（降水量）、および地質の侵食抵抗性によってその程度が変化すると考えられる。特に、河川による線的侵食は、面的侵食に比べて速く、流域全体の侵食をコントロールしていると考えられている。実際の河川においては、様々な凹型を示す河床縦断形（河川勾配の曲線）が形成されており、気候・海水準変動に対応した流域ごとの侵食・堆積の違いによって、氷期には河成段丘が形成される（貝塚,1969）。そのため、地形変化シミュレーションにおいてはこうした河川地形を適切に再現することが重要な課題となる。

筆者らはこれまでに、野上（2005）による斜面および河川の地形変化を記述する二つの基本式を用いて、これに地質の侵食抵抗性をパラメータとして組み込んだアルゴリズム（三箇・安江,2008）を開発してきた。しかし、従来のアルゴリズムは河川の土砂運搬・堆積といった実際の現象を再現したものではなく、河床縦断形が指数関数により近似されるという結果をパラメータとして与えているため、河川による物質輸送が上流から下流に進展しないといった問題を有している。そのため、本研究では河川勾配を規定する要因の一つと考えられている河床礫の粒径の減少傾向に基づいて、河川の土砂運搬・堆積過程を組み込んだアルゴリズム「粒径変化モデル」を開発した（特許出願中）。粒径変化モデルは、河川による生産土砂の堆積範囲を下流側ほど拡大させ、その要因を「土砂の破碎・摩耗による細粒化、移動容易化」、「流域面積の増大に伴う運搬力の増加」によって説明した。

3. 新しいアルゴリズムの検討方法と結果

今回、この粒径変化モデルの妥当性について検討するため、粒径係数（河川による運搬・堆積を表す）、地質係数（地質の侵食抵抗性を表す）、拡散係数などのパラメータについて感度解析

を行ったところ、粒径係数が河床縦断形や平均侵食速度に対する支配的な要素となることを確認することができた。さらに、実際に取得した河床礫の粒径データをパラメータに反映させた地形変化シミュレーションを行った。河床礫の粒径データについては、岐阜県南東部の土岐川（庄内川）において「破碎・磨耗が卓越する区間」を抽出し、同区間における岩種別の粒径減少率

(Sternberg, 1875) を求めた。これをもとに設定した粒径係数などのパラメータと土岐川中・上流域のDEMデータを用いて、氷期・間氷期サイクルを考慮した12.5万年間の地形変化シミュレーションを行った。これによると、運搬力が最小となる時期（氷期最寒冷期相当）に堆積面が形成され、その後段丘化していくという結果が得られた。また、シミュレーションで得られた比高は、最近の氷期・間氷期サイクルにより形成された現在の土岐川の低位段丘の河床比高（約10 m；田力ほか, 2008）とほぼ同程度となること、流域の平均侵食速度は起伏度による推定値（岡野ほか, 2002）と整合していることを確認した。

今後は、河成段丘の分布から推定した古地形をもとに、シミュレーションによる再現性（段丘形成など）の確認を行い、パラメータの変化幅についてのデータを蓄積していく必要がある。

（謝辞）

本研究において、プログラムの開発当初からご協力を頂いた野上道男氏（首都大学東京名誉教授）に篤く御礼申し上げます。

（引用文献）

貝塚, 1969, 科学, 39, 11-19 ; 野上, 2005, 地理学評論, 78, 133-146 ; 岡野ほか, 2002, 平成14年度ダム水源環境技術研究所所報, 31-37 ; 三箇・安江, 2008, 地形, 29, 27-49 ; Sternberg, 1875, Zeitschrift fur Bauwesen, 25, 483-506 ; 田力ほか, 2008, 日本地球惑星科学連合大会予稿集, Q139-P006

キーワード: 地形変化, シミュレーション, 河川地形, 河川の土砂運搬, 粒径分布

Keywords: topographic change, simulation, fluvial topography, fluvial sediment transportation, grain-size distribution