

隆起と降雨による地形発達実験における山地成長と河床縦断形進化 Evolution of river profile of experimental mountain building

大上 隆史^{1*}; 大内 俊二¹
OGAMI, Takashi^{1*}; OUCHI, Shunji¹

¹ 中央大学理工学部

¹ College of Science and Engineering, Chuo University

隆起と降雨による地形発達実験において、異なる隆起速度で山地が発達する際の河川網を解析し、河床縦断形の変化、特に定常的な状態に達した際の河床縦断形の形状を検討した。実験装置は細砂とカオリナイトの混合物を 60 cm × 60 cm の正方形の形状で間欠的に隆起させるように設計されており、霧状の人工降雨を発生させることによって隆起した砂山を侵食させ、地形を発達させる。実験は A-D の 4 回行い、各実験における隆起速度は A : 0.2 mm/h, B : 0.5 mm/h, C : 1.2 mm/h, D : 5.0 mm/h であり、隆起継続時間/実験時間はそれぞれ 1350 時間/1350 時間, 582 時間/582 時間, 270 時間/646 時間, 61 時間/710 時間である。降雨の強度・様式は 4 つの実験すべて同じ条件で行われた。

隆起範囲を中心とした 110 cm × 110 cm の範囲の地形計測を行い、1 cm × 1 cm の標高モデルを作成した。また、標高モデルにもとづいて傾斜を算出した。いずれの実験においても隆起継続時には平均標高および平均傾斜は増加していく傾向があり、C および D では隆起が停止したあとは平均標高および平均傾斜が低下している。起伏が大きい範囲（山地）を抽出して平均標高、平均傾斜の変化をみると、隆起が継続している期間内でも A では 582 時間以降、B では 190 時間以降、C では 78 時間以降、D では 30 時間以降は平均傾斜の変化が小さくなる。特に、A の 902-1094 時間、B の 486-582 時間、C の 174-270 時間は平均標高および平均傾斜の変化が小さく、いわゆる平衡状態と呼ばれる定常状態を呈する。

それぞれの標高モデルについて水系網を作成し、河床縦断形を作成した。各流路について 5 cm 間隔の河床平均勾配 (S) と、その区間に流入する上流側の集水域面積 (A) を計算した。横軸に log A、縦軸に log S をプロットし (S-A プロット)、河床縦断形の時間変化を検討した。C (隆起速度 1.2 mm/h) の河床縦断形をみると、S-A プロットは隆起開始直後から河床勾配が大きくなるように変化し、30-46 時間では上に凸状をなす。その後の隆起に伴う変化をみると、62-94 時間はほぼ直線状をなし、110-270 時間はやや下に凸状となる。隆起速度が 0 となった 286 時間以降は下に凸状を呈する。

隆起と侵食による河川網発達モデル、特にストリームパワー侵食に重点をおいたモデルでは、河床の高度変化が 0 である定常状態では河床勾配が集水域面積の冪関数で表されるとしている。すなわち定常状態では S-A プロットが直線状をなすことが予想される。本実験では、山地が定常的な状態にあるとき、河川の S-A プロットはやや下に凸の状態を呈している。これはモデルから予想される定常状態にある河床縦断形に比べて、下流側の河床勾配が急勾配になっていることを意味する。この説明として、従来のモデルでは考慮されていなかった土砂流入フラックスの効果を挙げるができる。すなわち、下流ほど土砂流入フラックスが大きいために、従来のモデルから予想される定常状態に比べて河床勾配が大きくなる傾向があると考えられる。

さらに、山地の成長と河床縦断形の変化を比較すると、河床縦断形は山地に先行して定常状態に達している。山地をみると、まず平均傾斜が定常状態に達し、その後に平均傾斜・平均標高の両者が定常状態になっている。河床縦断形は、山地の平均傾斜が定常状態に達する前に S-A プロットが直線状となり、平均傾斜・平均標高が定常状態に達する前にやや下に凸状を呈するようになる。これらは、定常状態を考える際に、河川の定常状態と山地 (平均傾斜・平均標高) の定常状態が実現するまでの時間差があることを実験から実証する結果である。このことは、いわゆる山地の平衡状態を実現するためには先に定常的な河床縦断形が形成される必要があることを示し、山地の発達における河川網の重要性を指摘している。

キーワード: 降雨侵食実験, 隆起, 河床縦断形, 平衡状態, 土砂フラックス

Keywords: rainfall-erosion experiment, uplift, river profile, equilibrium, sediment flux