

降雨侵食と隆起による実験地形の発達に現れる隆起速度の影響

Effects of uplift rate on the development of experimental erosion landforms rising from a flat surface

大内 俊二 [1]

Shunji Ouchi[1]

[1] 中大・理工

[1] Science and Engineering, Chuo Univ.

実験地形の発達過程は、実際の地形とはスケールが大きく異なるが、地球上で起こり得る現象による時間的な変化を示しており、手がかりが乏しい地形進化の理解につながる有用な知見をもたらす可能性がある。今回は、平坦面から一定の速度で隆起する砂山に人工降雨を降らせて侵食地形を発達させた実験のうち、同一の初期条件で隆起速度を変えて行った4回について報告する。

正四角柱状(底面:60x60cm)のケース中を天板がステップモーターとギアによって上下する隆起装置を地下に埋設し、下限(深さ約30cm)まで下げた天板の上に細砂(D50 0.17mm)とカオリナイトの混合物(透水係数: $k = 4.0 \times 10^{-4}$ cm/s)を詰めてゆっくりと上昇させた。これに灌水チューブから細かい雨(約40mm/h)を降らせて侵食地形を作り出し、その発達過程を観察・計測した。隆起速度を変えて4回の実験(Run18~21)を行った。実験時間は582時間、隆起速度・隆起継続時間は、Run18:1.2mm/h・270時間、Run19:0.5mm/h・582時間、Run20:5mm/h・61時間、Run21:0.2mm/h・582時間、である。実験時間内の総隆起量は、それぞれ、340mm, 277mm, 310mm, 127mmであった。表面形態はレーザーセンサを用いたポイントゲージで定期的に計測した(測定範囲110x110cm)。

Run18, 19, および21では、隆起部の周辺から細かな溝状の侵食が始まり、深く大きな谷が発達することもなく、低位の平坦地形面と急斜面で囲まれた山ないし丘陵状の地形が発達した。Run18, 19では、隆起する始原平坦面が、侵食の進行とともに面積を減じ、崩壊によって消滅した。隆起継続中は、山地~丘陵状地形および扇状地に連続する比較的平坦な地形面の発達が見られた。山地~丘陵状の地形は、周囲の急斜面が隆起による上昇と基部の流水侵食によって限界に達して崩壊することを繰り返して、次第に面積を減じて行った。Run18の隆起終了後は、侵食による起伏の低下が進み、最後はほぼ平坦な面に小さな残丘が点在する地形となった。隆起速度最小のRun21では、始原平坦面の上昇も急斜面の崩壊もほとんど観察されず、実験終了時まで隆起とともになだらかな丘陵状の地形が発達した。隆起速度最大のRun20では、隆起によって砂山外縁に段差・急崖が成長したが、谷の発達とともに急崖の崩壊が頻繁に起こり、全体として一つの山岳地形の様相を呈するに至った。面積を減じながら隆起を続けた始原平坦面が、隆起終了時まで頂部にわずかに残っていたが、その直後崩壊によって消滅した。隆起終了後は、侵食によって地形が低下・平坦化し、最終的には、わずかな起伏が残る平坦な面の周りに開析扇状地の断片である残丘が見られる地形となった。

隆起範囲の平均高度は、どの実験においても始めは隆起と一緒に上昇したが、すぐに侵食による低下の影響が現れ、隆起継続中は、侵食の進行とともに速度を少しずつ減じながら上昇を続けた。Run18と19では、隆起終了間際には一定の大きさで落ち着くような傾向も見られた。実験時間内に隆起が終了したRun18と20では、隆起終了以降平均高度が指数関数的な低下を示した。隆起部の最低点高度も隆起とともに緩やかに上昇し、隆起継続中は扇状地の発達が続いたことを示している。尾根部の高度を反映する最高点高度は、隆起とともに上昇したが、Run18, 19では隆起継続中に崩壊によって低下した。Run20, 21においても隆起がさらに継続されていけば、隆起継続中に同様の低下が起こったと考えられる。

4回の実験のうち、山岳地形に類似した形態が出現したのは、隆起速度最大のRun20であった。ここでは、谷の発達と頻繁に起こった急斜面の崩壊が特徴的であり、このような地形プロセスが山岳の地形を形成することを物語っている。また、Run20での隆起は約5mm/hという極端な速さであり、山岳地形の形成に急速な隆起が条件となることを示唆している。隆起が比較的遅い場合には、丘陵状の地形と平坦面の発達が目立つが、隆起速度が大きいほど山岳地形に近づくようであった。隆起速度の違いは、丘陵地形の成長速度、起伏の大きさ、堆積域を含めた高さ、などの違いとして表れた。Run18, 19および21で平均高度の上昇速度が隆起継続時間中に少しずつ低下していったことは、平均高度がいずれ隆起速度に対応した一定の値で落ち着く、すなわち、隆起と侵食の間に平衡状態が出現する可能性を示している。しかし、そのような状態に到達するには、極めて長時間(隆起速度が小さければより長時間)にわたって一定速度の隆起と降雨侵食が続くことが必要と考えられ、実際の地形においてこのような“平衡状態”が成立するのは疑問である。