

実験地形の発達における山地の成長限界について Limit of mountain growth in the development of experimental landforms

大内 俊二^{1*}
OUCHI, Shunji^{1*}

¹ 中央大学理工学部

¹ Faculty of Science and Engineering, Chuo University

細砂とカオリナイトの混合物からなる四角い砂山 (60 × 60cm) をゆっくり隆起させながら人工降雨によって侵食地形を発達させる実験では、隆起速度がある閾値 (下方閾値) を越えると、起伏が 60mm を越えるあたりから流水侵食によって発達した水系の尾根部が隆起を続けて斜面が成長するようになる。斜面は小規模な崩壊を起こしながらも成長を続け、起伏が増大して山地状の地形が形成されていく。起伏が十分大きくなると大規模な崩壊が集中して起き、起伏も平均高度も一時的に低下するが、その後、隆起とともに起伏が増大して大規模崩壊が起こる過程がくりかえされるようになる。斜面 (起伏) が砂山構成材料と降雨強度に規定されるある限界 (critical slope) まで成長して崩壊することを繰り返して、隆起速度に関係なくある一定の起伏で“平衡状態”に達すると考えることもできる。しかし、隆起速度が上方と下方の閾値の間にある場合は、起伏は隆起速度が大きいほど大きくなる傾向を示し、単純な限界斜面 (起伏) や“平衡状態”を想定することは難しい。1cm グリッド内の最大傾斜はどの run においても 80° 以上に達しているが、乾燥材量の安定角が 34° 程度であることを考えると、この最大傾斜をもって critical slope とすることには疑問がある。実験経過の観察からは、大規模崩壊には引き金現象が必要であり、これがなければ斜面は崩壊が発生するような勾配あるいは高さに達した後も成長を続ける。実験では、計測のために降雨をしばらく止めた後の降雨再開直後に大規模崩壊が発生することが多く、このような降雨の停止と再開が最大の引き金現象であったと推定できる。計測の間隔は必ずしも一定ではなかったが、各 run で大きく異なるわけではなく、計測時の降雨停止と再開が最大の引き金現象であれば、隆起速度が大きいほうが起伏・斜面の成長が進むのは当然であろう。また、隆起速度が小さければ流水の作用による谷底の拡幅が進んで緩傾斜の面が広がり、全体の平均傾斜、起伏、平均高度、最大高度などがどれも小さくなる。隆起速度が下方と上方の閾値の間にある場合 (平衡状態段階) は、このようにして隆起速度に応じた平均高度・起伏となるのであろう。これを“平衡状態”と呼んでよいものか疑問であるが、隆起継続中に平均高度や起伏の変化が隆起速度に応じたある範囲に収まる様子は“平衡状態”に類似していることも確かである。一方、隆起速度が上方閾値を越えている場合 (山脈形成段階) は、起伏が堆積場の幅に規定されるまで成長するため、隆起速度がさらに大きくなっても平均高度・起伏がそれ以上大きくなりなくなると考えられる。この場合は、一定の高度で安定したとしても隆起-侵食間の“平衡状態”に達したとは言いがたい。侵食速度は平均傾斜の増大とともに大きくなるとされており、最近ではその増大の仕方が nonlinear であると考えられている。実験においては、隆起に伴う起伏の増加とともに 1cm グリッドの平均傾斜 (起伏) が隆起速度にかかわらず同じように直線的に大きくなるが、斜面崩壊が顕著になってくる起伏 60mm を越えるとこの関係がほとんど見られなくなってしまう。侵食速度も平均傾斜とともに直線的に増加するが、地形変化において大規模な斜面崩壊が支配的になるころから平均傾斜の増大にかかわらずほぼ一定の値となるようであった。その値は隆起速度に応じて大きくなっており、nonlinear とされている侵食速度と平均傾斜の関係も隆起を考えに入れて再考する必要があることを示唆しているようである。

キーワード: 降雨侵食実験, 山地成長限界, 隆起速度, 限界斜面, 大規模崩壊

Keywords: rainfall-erosion experiment, limit of mountain growth, threshold uplift rate, critical slope, landslides