

立命館大学理工学部 学生員 ○ 藤井 陽子
立命館大学大学院 学生員 上妻 由拓

立命館大学理工学部 正会員 江頭 進治
立命館大学大学院 学生員 伊藤 隆郭

1.はじめに 流域における土砂管理の重要性が高まる中、流域からの流出土砂量の予測を合理的かつ容易に行う方法が求められている。江頭ら¹⁾は本研究に関連して、河道貯留土砂を対象とした河道の任意の地点における短期および長期にわたる流出土砂量の予測モデルを提案している。しかし、河道堆積物の生成については議論されていない。これは、河道に間欠的に生産され貯留する土砂量の評価が困難なためである。山地流域では豪雨時に数多くの山腹崩壊が発生し、これが河道堆積物の直接的な供給源となったり、移動過程において土石流へ遷移し大量の土砂を河道へ供給することが知られている。ところで、従来、山腹崩壊に関する研究において崩壊面積率と降雨特性・地形・地質などの関係が議論されているが、対象地点の上流域を一括して扱っていることが多く、崩壊による生産土砂量と河道堆積物の生成との関係がほとんど議論されていない。そのため、その後における土砂流出予測を行う際にはこれらのデータの適用は難しい。ここでは、江頭らの土砂流出予測モデルに用いられている単位河道を対象とし、河道堆積物の生成モデルを構築することを目的としている。

2.崩壊個数密度の予測の概要

図-1 は、江頭らの土砂流出予測法で用いられている単位河道のモデルである。河道が樹枝状に分布している実際の流域を河道と河道との合流点に着目し、上流側の合流点を含み下流側の合流

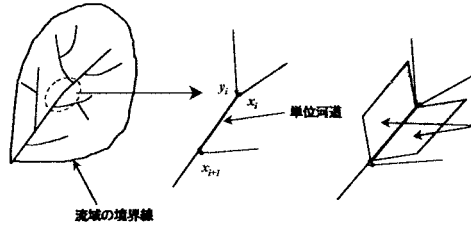


図-1 単位河道および単位斜面

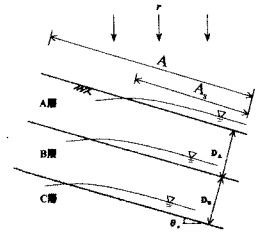


図-2 土層モデル

点を除く区間を単位河道としている。ここで、単位河道の両側に接続する山腹斜面をそれぞれ単位斜面とし、単位河道を一边とする平行四辺形で近似すれば、単位斜面の地質や斜面勾配が容易に考慮できるばかりではなく、降雨に伴う表面流の計算を容易に行うことができる。

山腹崩壊は微地形・地質および土層の水分などに依存するが、これらを詳細に議論することは不可能に近く、合理的でもない。そこで、単位河道の土砂供給量を推定することに重点を置き、単位斜面の地質・勾配および降雨に伴う表面流と崩壊個数密度との関係を調べる。ここでは、単位斜面の土層は、図-2 に示すように3層からなる土層を想定する。山腹崩壊として表層(A層)崩壊を対象とし、表面流の形成率 A_{s1} と崩壊個数密度の関係を勾配および地質ごとに調べる。 A_{s1} は単位斜面の面積 A あたりにおける表面流の形成面積 A_s の占める割合である。なお、降雨の代わりに表面流をパラメータに選ぶのは、これが崩壊を支配するより直接的なパラメータであること、および降雨をパラメータとしたときの前期降雨に関する取り扱いの曖昧さを避けるためである。表面流は kinematic wave 法を用いて計算する。

3.崩壊個数密度と表面流の形成率との関係 崩壊個数密度と表面流の形成率との関係について、昭和52年～57年、58年～61年および62年～平成1年の3つの期間において、奈良県南部十津川上流に位置する旭ダム流域を対象に検討を行った。流域面積は約39km²で、対象領域は日本有数の多雨地帯である。図-3は流域の概要である。図中の番号は単位河道番号であり、当該流域の河道は14本(No.7～20)の単位河道と10°以上の領域(No.1～6)に分割され、流域は40の単位斜面に分けられる。単位斜面の平均斜面長、平均斜面勾配、斜面面積については1/25000の地形図から設定した。崩壊個数は、空中写真から作成された判読図より各期間に発生した新規崩壊を単位斜面ごとに集計した。表面流の形成率は、各期間の旭雨量観測所で観測された降雨量を与え、表面流が形成された面積が最大のものをを用いた。降雨流出計算の条件として、斜面におけるマンニングの粗度係数は0.7(m-s)、空隙率は0.4を与えた。A層の浸透能は150～130(mm/hr)、B層の浸透能は6～4(mm/hr)、C層の浸透能は0.05～0.03(mm/hr)、A層の厚さは0.45(m)、B層の厚さは0.4(m)、A層の

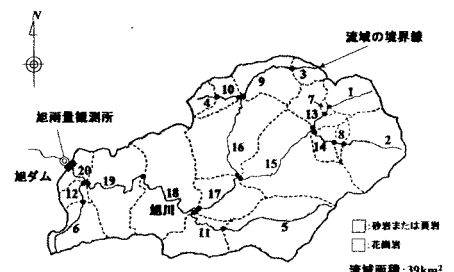


図-3 旭ダム流域および単位河道

透水係数は 0.005(m/s)、B 層の透水係数は 0.0001(m/s)とした。

図-4 は、先に述べたように崩壊発生に対する一つのパラメータと考える表面流の形成率と降雨特性値の関係である。斜面長 1000m で斜面面積の等しい単位斜面において、降雨量を連続して与え、斜面勾配に対する違いを見てみる。図によれば、表面流の形成率は降雨特性値に支配されており、斜面勾配が大きくなるにつれて表面流の形成率が小さくなっている。図-4 の結果を踏まえて、単位斜面ごとの表面流の形成率と崩壊個数密度の関係を検討する。

山腹崩壊の発生は、地形および地質特性に影響される。ここでは、単位斜面勾配と地質に着目し、次のように分類分けを行った。斜面勾配は、20°～25°、25°～30°、30°～35°および 35°～45°の 4 つの範囲で分類した。また、旭ダム流域は、図-3 に示すように大きく花崗岩と砂岩・頁岩の 2 つに分けられるので、単位斜面に分布する割合が多いいずれかの地質に分類した。図-5 は、以上のような分類によって得られた崩壊個数密度と表面流の形成率の関係である。図において、同じ表面流の形成率で比較すると、花崗岩の割合が多い単位斜面の方が崩壊個数密度が大きい。これは、一般に言われているように、花崗岩の方が砂岩・頁岩に比べ脆弱であり、崩壊しやすいことが、図-5 から判断できる。花崗岩の割合が多い単位斜面は右上に分布し、砂岩・頁岩の割合が多い単位斜面は下に分布している。表面流の形成率は、図-4 の結果からわかるように斜面勾配に支配されるため、図-5(a)～(d)を比べると、斜面勾配が大きくなると全体に分布が左にずれており、表面流の形成率が小さくても崩壊しやすいといえる。なお、実際の斜面では、表層の厚さは勾配が大きくなると小さくなり、表面流が形成されやすくなるが、計算においては表層の厚さを一定としているため、形成率が 0 の時にも崩壊が見られる。図-5(a)～(d)の結果を見ると、全体的な傾向として、崩壊個数密度と表面流の形成率との関係には正の相関が認められ、斜面勾配と地質に注目することで、降雨に伴う崩壊発生の傾向がみられる。以上のことから、単位斜面を用いると、斜面勾配などの地形特性および地質を容易に考慮することができ、それらをパラメータとして、表面流の形成率に着目すれば、降雨に伴い発生する崩壊個数を容易に評価できるといえる。

4.おわりに 本研究は、単位斜面という概念を用い、新規崩壊を対象に崩壊個数密度と表面流の形成率との関係を検討した結果、単位斜面の斜面勾配と地質に着目することで、明瞭に正の相関が認められた。今後、普遍的な崩壊発生の予測モデルとして確立するために、崩壊個数密度などの現地データをさらに収集する必要がある。なお、現地データの収集に当たり、関西電力株式会社および電源開発株式会社の諸兄に御協力いただいた。ここに記し感謝いたします。

参考文献 1)江頭進治・松木敬:河道貯留土砂を対象とした流出土砂の予測法,水工学論文集,第 44 巻,2000. 2) 芦田和男・江頭進治・青井博志:豪雨時の山腹崩壊に関する資料解析的研究,京大防災研究所年報,29 号,B-2,1986.

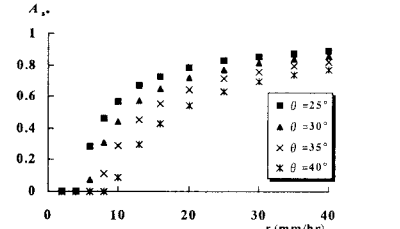
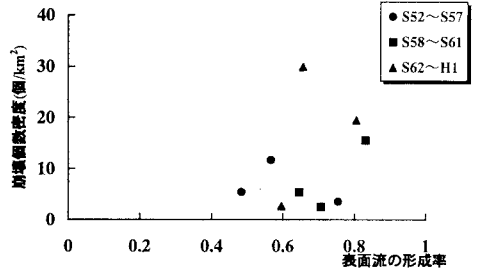
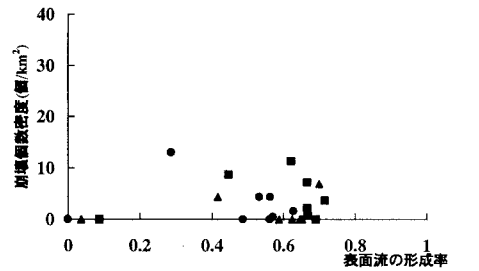


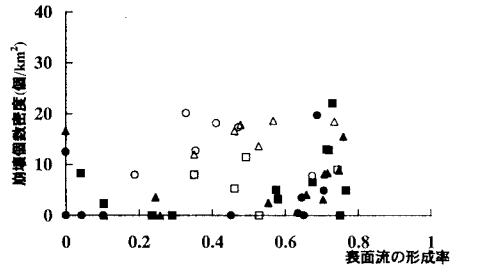
図-4 表面流の形成率と降雨特性値の関係



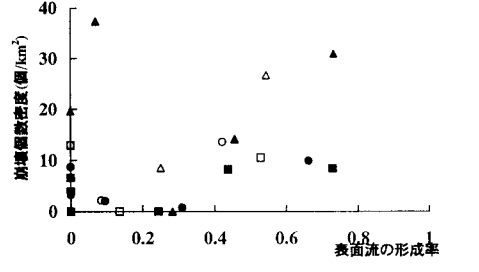
(a) 勾配:20°～25°



(b) 勾配:25°～30°



(c) 勾配:30°～35°



(d) 勾配:35°～45°

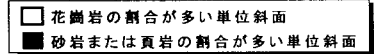


図-5 崩壊個数密度と表面流の形成率との関係