

リル侵食様態と流出土砂の特性について

山口大学工学部 正員 藤原輝男
山口大学大学院○学生員 本吉文明
山口市役所 川野英明

1. まえがき

裸地斜面上に発達したリルはその時間の経過とともに発達し、やがて深さ方向と横方向の侵食が平衡状態を保つようになる。ここ数年、リル網の形態についてフラクタルやフーリエ解析の考えを導入して、リル網形態の数値化できることを確かめた。本論文では、流出土砂量の繊細な特徴および経時変化をつかもうというものである。実験はフローおよび降雨において流出水量、流出土砂量および流出土砂の粒径分布、傾斜角がそれぞれの関係、またリル発達過程の特性についていくつかの知見を得た。

2. 実験方法

幅2.4m、長さ5.45m、深さ0.95mの試験枠に宇部市近郊の真砂土を充填し、フロー実験においては15°と10°、降雨実験においては15°、10°、5°に整形した斜面に、流出水量約20ml/sec～500ml/secの範囲でそれぞれ約4回づつの実験を行なった。また、流出水量、流出土砂量、平面形態、横断面形態を計画した各時間ごとに測定した。平面形態は斜面上方にセットしたカメラで撮影し、一方横断面形態は Fig.1 に示す楕形の土壌面接触型の測定装置を作成して用い、各時間ごとに横断面形態をカメラで撮影し、これを引き伸ばした後、デジタイザーによってコンピューターに入力して解析を行った。

3. 実験結果および考察

まずリル侵食発達過程においてフロー実験では初期の段階で表面侵食を起こし、やがて水が集中しリルを形成する。その後深さ方向への侵食が進み、上流から下流へリルが伸びていき、オーバーハングを形成し斜面崩壊が起こる。降雨実験では初期の段階ではフローと同様に表面侵食を起こし水の集中がありリルを形成する。その後徐々に横方向および上流方向へヘッドダウン現象を起こしながら侵食が進んでいく。ここで、フローと降雨の侵食の大きな違いは、ヘッドダウン現象の有無と水の集中の仕方であろう。水の集中の仕方はフローでは供給する場所からすぐに集中するのに対し、降雨では全体から集中しているということである。

流出土砂量の結果を Fig.2 に示す。流出土砂量の傾向としてはフロー実験、降雨実験ともに時間経過とともに増加傾向を示し、ピークのような値をとってその後一定値または減少の傾向を示す。

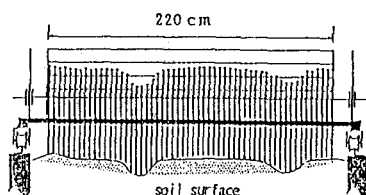


Fig.1 Measuring device for cross sectional patterns of rills

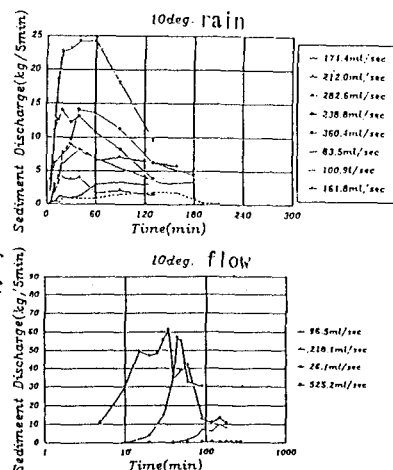


Fig.2 Changes in the sediment discharge out of slop over time

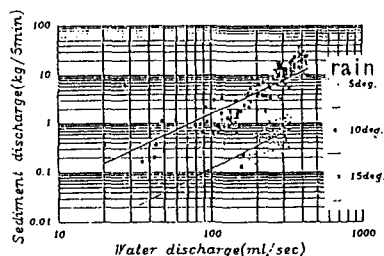


Fig.3 The relation between water discharge and sediment discharge

しかもこのピーク値は、流出水量が多いほど顕著である。ここでフロー実験と降雨実験との比較を行うと同じ程度の流出水量においてはフロー実験の方が流出土砂量は多いことがわかる。つぎにFig.3は、流出水量と流出土砂量の関係を示したもので、流出水量と流出土砂量の関係は指数的なものであると考えられるが、詳しい検討までは至っていない。

粒径分布について、まず、フロー実験、降雨実験の粒径加積曲線を見ると、小さな粒径が初期の段階で流れだしその後に、大きな粒径が流れだしていき安定してく傾向がみられあた。この傾向を細かく見るために次のような粒径比というものを考えてみた。

$$\text{粒径比} = \frac{\text{流出土砂量中の各粒径が占める割合}(\%)}{\text{試料土の各粒径が占める割合}(\%)}$$

粒径比を示したものがFig.4で、どの粒径も流出水量に関係なくほぼ同じ傾向を示している。しかし流出水量の小さいものだけは違った傾向を示している。また、時間的にみると流出水量の多いものほど粒径はほぼ同じ割合になって流出し出す時間が早いことがわかる。流出水量と傾斜角が流出土砂粒径の関係を見るために流出水量とD50（粒径の代表値とした粒径加積曲線の50%の値）の関係をFig.5に示す。これより傾斜角と流出水量は大きく関係しており、傾斜角が大きくなると流出水量の影響による粒径の変化も大きく、傾斜角が小さくなると流出水量の影響による粒径の変化も小さいことがわかる。すなわち、どちらも大きく影響していることがわかる。

4. まとめ

1) リル侵食過程

- * フロー実験では上流から下流へ伸び、上流部で水は集中し深く掘れてオーバーハングを形成し側壁の崩壊とともに発達していく。
- * 降雨実験では水が全体から集中ため下流から上流へまた横方向へのヘッドダウン現象によって発達する。

2) 流出土砂量はピークをもち、その後安定状態にはいる。また流出水量と流出土量は $Q_s = a Q_w^b$ という指数的な関係があると思われる。

3) 流出土砂の粒径は、初期に小さいものが多く徐々に大きいものが流出しはじめ、ほぼ安定した割合で、大から小までの粒径が流出する。

4) 粒径の流出は流出水量と傾斜角に大きく影響される。

今後の課題

- * 流出水量と流出土砂量との関係を理論的に明らかにする。
- * 流出土砂の粒径の意味づけをする。

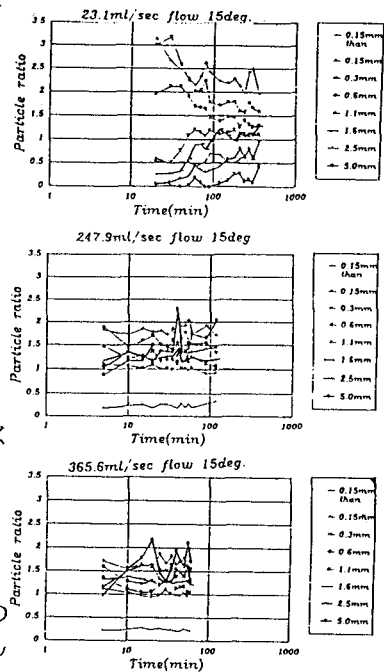


Fig.4 Changes in the particle ratio over time

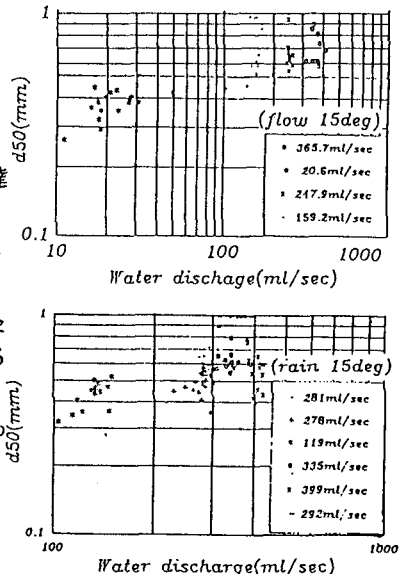


Fig.5 Relation between water discharge and d50