

山地斜面における水みち形成機構に関する研究

早稲田大学理工学部 正会員 関根正人
 早稲田大学大学院 学生員 金尾昌広
 早稲田大学大学院 学生員 新田 明
 東京都 正会員 石井 威

1. はじめに

勾配の急な山地斜面では水みち、あるいは河道網と呼ばれる網状の河川が形成されることが知られている。この水みち形成については、ホートンの水系網理論を発端としていろいろな研究がなされてきた。近年では、泉¹⁾や関根・小西²⁾により力学的モデルが開発されている。本研究では水みちの形成機構の十分な理解を得るため、モデル斜面をつくり、この上で人工降雨を発生させることにより実験的検討を行った。さらに、関根・小西らの解析モデルに浸透流の影響を加えたモデルを構築し、水みちの初期形成について検討した。

2. 水みち形成機構に関する実験的検討

幅50cm、長さ150cmの可変勾配水路に、透水層として平均粒径0.5mmの珪砂を敷き、人工降雨を上方から斜面全体にほぼ一様に降らせた。実験条件をTable.1,2に示す。

case1では、降雨開始から11分後に下流端から0~70cm部分の全域にわたって浸潤し、13分後に地表流が生じ始めた。そして、16分後にガリ侵食が生じ始め、それ以降Photo.1に示すようにガリ侵食が徐々に上流側へ遡上した。そのガリ侵食に伴う土砂の供給により、流路が変動し、水みちの網状化が起こった。なお、同一条件下で降雨強度を23.0mm/hrまで減少させた場合には地表流が全く現れず、また、93.3mm/hrまで増加させた場合には土砂が一気に流されてしまい、水みちの網状化は起こらなかった。

次に、case1より水路勾配を急にしたcase2では、幅の広い1次元的な地滑りが数回起きただけで(Photo.2)、水みちは形成されなかった。

また、case1のマウンドを取り去ったcase3では、地表流によって流路が形成されたが、ガリ侵食のように多量の土砂が供給されないため、流路が網状化せず、いったん形成された流路は拡張されるだけでcase1のように刻々と流路が変動することはなかった(Photo.3)。

3. 水みち形成に関する数値実験

浸透流が復帰流として表面に現れることに伴うガリ侵食の発生機構を調べるために、次のような1次元の計算を行った。解析にはKinematic Wave近似を適用し、浸透流においてはDarcy則を、地表流においてはManning則を用いた。また、地表流の変形については流砂の連続式に基づいて解析し、掃流砂のみを対象とする。なお、掃流砂量式としてはMayer Peter and Müllerの式を用いた。計算過程で斜面勾配が安息角を越えたときには、安息角ですべり面が生じるものとし、それにより崩落する土砂量を算出し、その土砂量を流砂量の形で下流に供給するものとした。初期条件、境界条件は以下の通りである。浸透流の水深：0cm、表面流の水深：0cm、浸透強度：降雨強度と同値（50mm/hr）上流端の水深：0cm、下流端の水深： $\partial h / \partial x = 0$

計算結果をFig.1に示す。

Table.1 実験装置

case	水路勾配	降雨強度	浸透層厚
case1	13deg	52.0mm/hr	マウンドあり
case2	18deg	45.0mm/hr	マウンドあり
case3	13deg	58.3mm/hr	3cm(一定)

Table.2 マウンドありの場合の透水層形状

下流端からの距離	0~70cm	105~150cm
浸透層厚	3cm	10cm

注) 70~105cmは両端を直線で結ぶものとする。

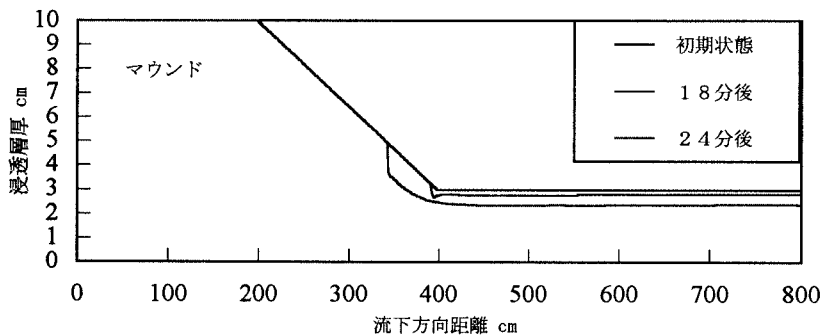
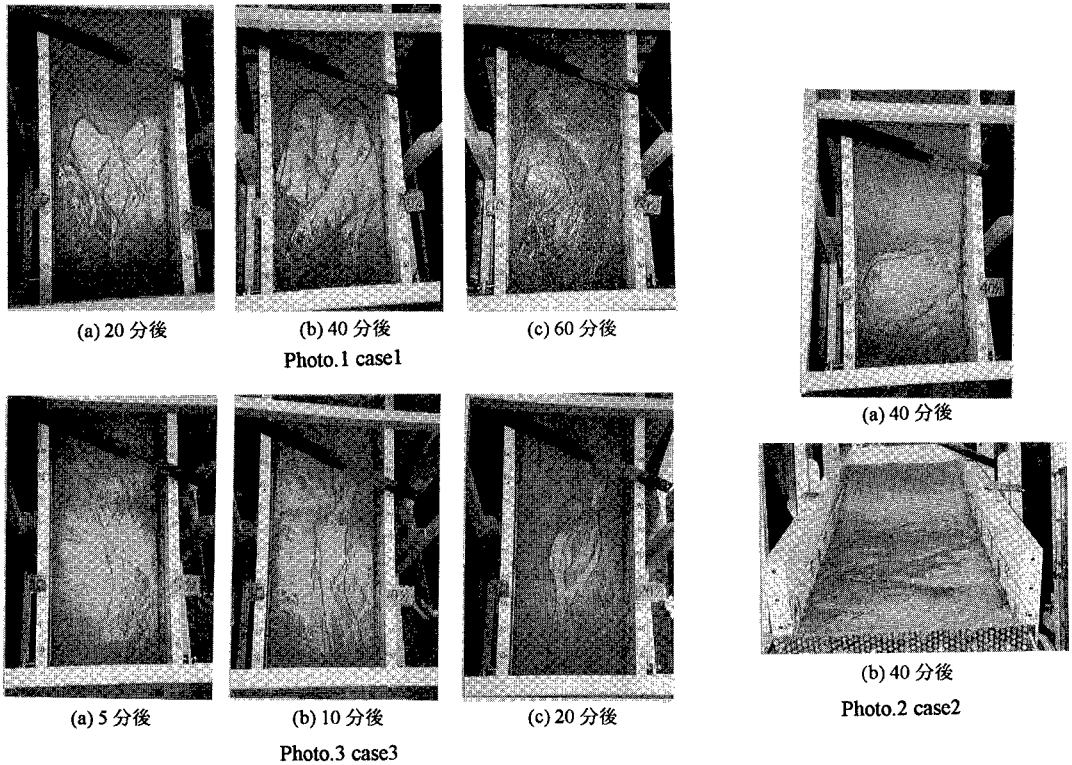


Fig.1 浸透層厚の時間変化

4. おわりに

実験および計算により水みち形成の機構の一端を明らかにすることができた。今後はさらに定量的な議論を可能にするため、広範囲にわたる実験を行うとともに計算モデルの精緻化をめざして研究を進めていく予定である。

謝辞：本研究の遂行に当たり、文部省科学研究費一般研究C（代表者：関根正人）の援助を得た。また、実験の遂行に当たり、早稲田大学流体実験室の諸氏の支援を得た。ここに記して謝意を表します。

参考文献：

- 1) 泉：チャンネルネットワークの初期形成機構、第38巻水工学論文集、pp.203-208,1994.
- 2) 関根・小西ら：山地斜面における河道網形成に関する研究、第49回年次学術講演会概要集、pp.576-577,1994.