

京都大学大学院農学研究科 ○道畠 亮一 内田 太郎
小杉賢一朗 水山 高久

1. はじめに

パイプの形成は斜面の排水性を向上させ、斜面安定に大きく寄与すると考えられている。しかし、パイプの形成・拡大過程と斜面土壌の排水性に関する経時変化を観測した例は少ない。特にそこで本研究では人工水路内に斜面土壌を作り、斜面土壌の排水性の変化を観測した。その際、土層内にパイプの形成・発達が見られるか観察した。

2. 実験方法

実験装置の概要を図-1 に示す。土層は水締めによって水路に詰め、高さ約 11cm、幅 7cm、長さ約 70cm とし、土層下流端から 10cm、30cm、50cm の地点に地下水位測定用パイプを埋めた。斜面土層内に地下水位測定用パイプのみある場合の実験を Case1 とした。Case2 では、地下水位測定用パイプの他に、土層下流端の水路底から約 1cm の高さの位置に、水路底と平行に水路上流側に 20cm の長さをもつ外径 1cm のアクリルパイプを土層作成時に埋め、実験開始前に引き抜いて土壌パイプを作成した。それぞれの Case について、芦生(中古生層の堆積岩、粘質土)、田上(風化花崗岩、砂質土)の土を用いて斜面土層を作成し、実験した。また、土層上流端の定水位タンクに水 384~576 時間供給し続けた。なお、定水位タンクと土層はろ紙を用いて仕切った。約 24 時間毎に地下水位を計測し、土層下流端から流出した水をろ紙に集め流出流量と流出土砂量を計測した。また、実験終了直前に着色料(Brilliant Blue FCF)を 4g/l の割合で溶かした水を土層上流端から供給して土層内の流路を染色した。染色後、土層下流端から 3cm ごとに土層断面を整形し、目視により土層の染色域とパイプの形成・拡大を観察した。

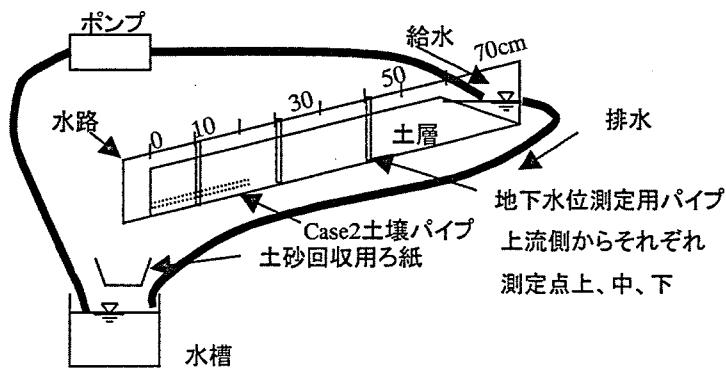


図-1 水路模式図

3. 結果

3. 1 Case1(図-2) 芦生の土(粘質土)では、流量・地下水位・等価透水係数のいずれも実験開始以後増加し、220~509 時間後にピークに達した後、減少し。流量・等価透水係数は初期値に比べて最大でそれぞれ 3.2、21.9 倍になった。地下水位はピークに達した後、いずれの測定点でも約 1.5cm になった。一方、田上(砂質土)では流量、地下水位、等価透水係数それぞれにおいて、500 時間実験を継続したものの粘質土で見られたような大きな変化は生じなかった。実験を通して、粘質土、砂質土のどちらも、土層下流端から極微量の土砂流出が見られた。しかし、いずれの土でも実験開始から終了までの総流出土砂量は 0.1g に達しなかった。

3. 2 Case2(図-3,4) 芦生の土では、流量・地下水位・等価透水係数のいずれも実験開始以後増加し、123 ~242 時間後にピークに達した後減少し、ピークに達するまでの時間は Case1 に比べ早かった。流量・等価透水係数は初期値に比べて最大でそれぞれ 4.2、25.7 倍になった。地下水位はピークに達した後減少し、約

1.5cm になったが、直径 1cm のパイプが存在する地点の測定点では地下水位のピークは見られず、地下水位は約 2.5cm で変化がほとんど見られなかった。一方田上の土では Case1 と同様ほとんど変化が見られなかつた。また、いずれの場合も流出土砂量は 0.1g 以下であった。

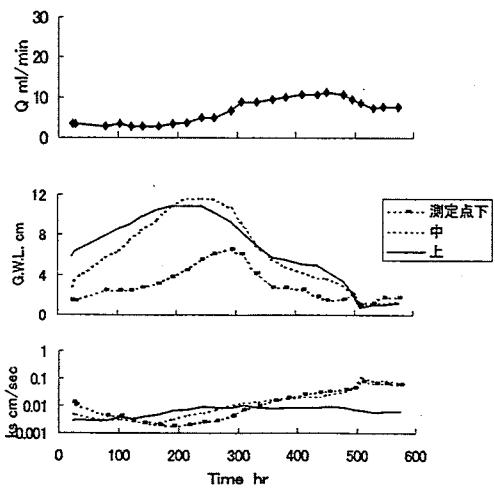


図-2 芦生 Case1

流量、地下水位、等価透水係数

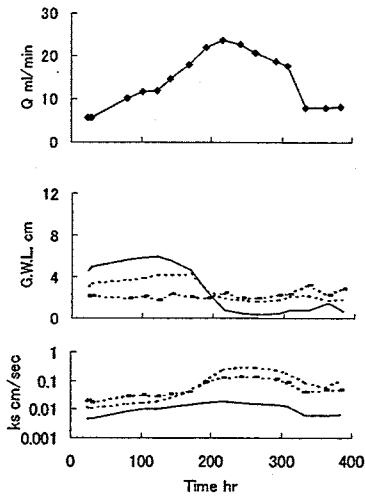


図-3 芦生 Case2

流量、地下水位、等価透水係数

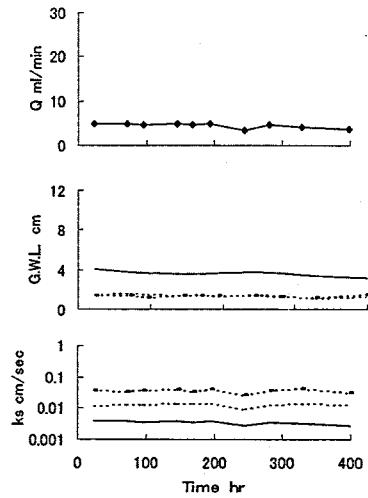


図-4 田上 Case2

流量、地下水位、等価透水係数

3.3 染色断面観察結果(図-5) Case1、2 いずれも芦生の土のみ地下水の局所的な集中が見られた。特に芦生 Case2 ではパイプを上流側に延長させた部分に地下水の集中が見られた。田上の土では地下水の局所的な集中は見られず、土層断面は一様に染色された。

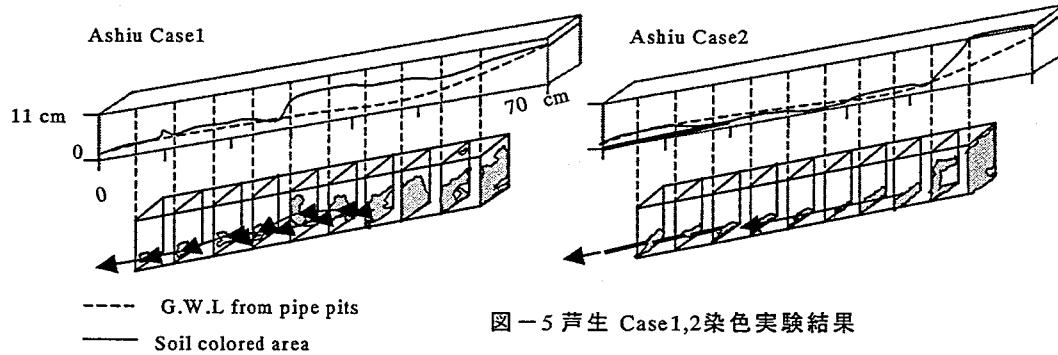


図-5 芦生 Case1,2染色実験結果

4. まとめ

芦生の土(粘質土)では、均質な土層に比べて、下流端にパイプがある土層(Case2)の方が流量、等価透水係数の増加量が大きく、ピークに達する時間が短かった。しかし、どちらの場合でも流量、等価透水係数は増加し続けることなくピークに達した後減少し、目視により確認できるようなパイプの形成・発達を含めた土壤の侵食は起きなかった。しかし、染色実験の結果から、芦生の土では実験の経過に伴って地下水流が局所的に集中していくことが観察された。さらに、下流端が開放したパイプを含む土層では、パイプを上流側に延長させた部分の土層に地下水流の集中が見られた。つまり、継続的な地下水流により土層内に選択的流路が形成されること、下流端に開放したパイプが選択的流路形成に寄与することが分かった。一方、田上の土(砂質土)では、実験時間内で、流量、等価透水係数、地下水位の変化がほとんど見られず、土壤の侵食も起きなかった。また、田上の土では土層内に選択的流路が形成されなかったことから、選択的流路の形成には土壤の性質が影響していると考えられる。

参考文献) Noguchi S., Y. Tsuboyama., Roy C. Sidle. and I. Hosoda : Morphological Characteristics of Macropores and the Distribution of Preferential Flow Pathway in a Forested Slope Segment, SOIL SCI. SOC. AM. J., VOL. 63, SEPTEMBER-OCTOBER 1999