

## 斜面土層内部における雨水の挙動に関する基礎的研究

信州大学農学部 ○稲田 隆平・平松 晋也・福山 泰治郎

### 1. はじめに

山腹斜面を構成する表層土は、表層崩壊の発生源として位置づけられ、この表層土内には樹木根系、孔隙、礫、クラック等の不均一性を構成する要素が多数存在している。このため、崩壊発生の予知・予測精度を向上させるためには、これらの不均一性が土層内部での水移動に及ぼす影響を定量的に把握する必要がある。本研究では、森林土層内で最も一般的かつ多量に存在する不均一性構成要素である樹木の根系に着目し、花崗岩地域における斜面土層内の水移動に樹木根系が及ぼす影響を定量的に把握することを目的として、現地流域で水文観測を実施した。さらに、自然降雨時の水文観測に加えて、降雨強度を制御した現地散水実験を実施し、降雨時（散水時）の流出過程を詳細に把握することを試みた。

### 2. 観測施設と散水実験の概要

研究対象地は、長野県上伊那郡飯島町に位置する与田切川流域内の小流域で、地質は花崗岩である。2011年9月9日に流域内の尾根付近に、深さ140cm×幅120cmのトレンチ断面を作製し、図-1に示す根系周辺部(7箇所)と同一深度のマトリックス部(7箇所)の計14地点で土層断面からの流出水量と降雨量を観測した。また、2012年3月20日にトレンチ断面の深度20, 40, 60, 70cm地点にテンシオメータと土壌水分計を設置し、土層内部の土壌水分吸引圧と体積含水率を自動計測した。2013年には6月7日と9月4日に散水実験を2回実施した。1回目の実験の散水範囲は41cm×69cmであり、散水強度と散水時間は175mm/hrと5時間である。2回目の散水範囲は100cm×39cm+100cm×26cm+32.5cm×65cmであり、散水強度と散水時間は97mm/hrと6時間である。

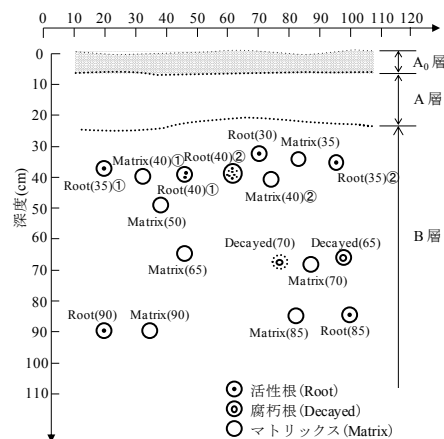


図-1 トレンチ断面での採水位置

### 3. 観測結果と実験結果

観測期間は2011年10月29日～2013年10月2日であり、観測期間内に流出の確認された降雨イベントは33回である。一例として、イベントNo.3 (2011年11月19日～20日；総降雨量130.5mm)、イベントNo.27 (2013年6月15日～18日；総降雨量73.8mm)と2013年9月4日に実施した散水実験 (2013年9月4日12:30～9月4日17:48；散水量676.8mm)時の流出状況を図-2示す。観測開始から2011年12月までに観測されたイベントでは、イベントNo.3のように活性根周辺からの流出量が最も多く、腐朽根周辺からの流出量も同深度のマトリックス部に比べて多くなるという結果が得られたのに対し、2012年4月～2013年10月までに観測されたイベントと2013年の散水実験では、逆に、樹木根系周辺部よりも同深度のマトリックス部からの総流出量が多くなるという逆転現象が見られた。また、35cm深度周辺のマトリックス流に着目すると、Matrix(35)の流出量が20～50cc程度であるのに対し、Matrix(40)①からの流出量は180cc (イベントNo.3)～300cc (イベントNo.20)と極端に大きな値を示した事実は注目に値しよう。

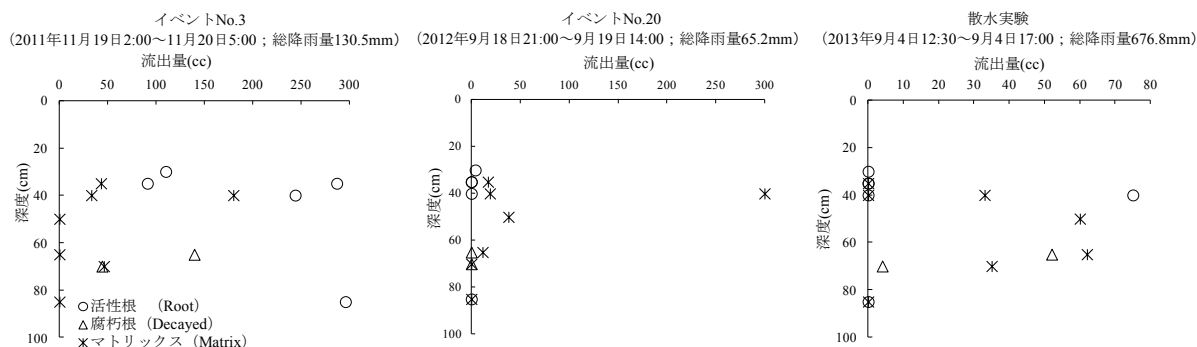


図-2 断面流出量の深度分布

#### 4. 樹木根系や礫の分布と流出との関係

自然降雨観測で見られた流出状況の逆転現象やマトリックス部間での流出量に大きな差異が生じた原因を明らかにするため、2013年10月にトレンチ断面を掘削し、トレンチ断面の奥行き方向の構造変化を把握した。具体的には、トレンチ断面に150cm×100cmの方形枠を設置し、奥行き0、5、10、15、20cmの5断面で写真撮影を行うとともに、断面に出現する樹木根系や礫の形状をトレースした。トレンチ断面の奥行き0cmと20cm断面での樹木根系と礫の分布を図-3に示す。

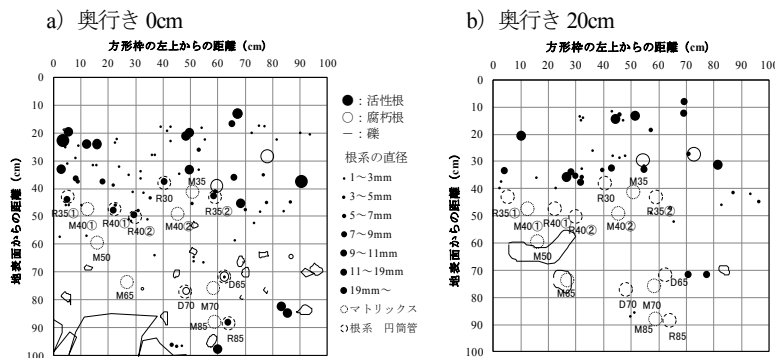


図-3 トレンチ断面での樹木根系と礫の分布図

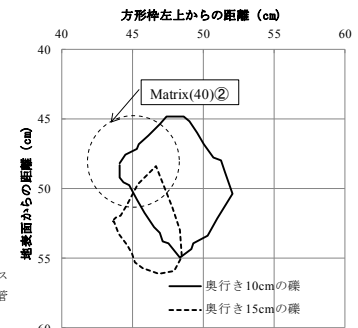


図-4 奥行き0~20cmのMatrix(40)2周辺の構造変化

採水用円筒管設置時にはマトリックス部と判断したMatrix(50)と(85)の5cm深度には根系と礫が確認された。さらに、図-3b)に示すように、奥行き20cm断面にはMatrix(50)の下部に巨礫が確認された。また、Decayed(65)に関しては、奥行き15cm深度で腐朽根が消失している事実が確認された。前述のMatrix(35)とMatrix(40)2の流出量の差異に関しては、Matrix(35)では奥行き0~20cmまで円筒管周辺に樹木根系と礫は見られないのに対し、Matrix(40)2周辺を掘削すると図-4に示すように樹木根系や礫が複数確認された。これらの事実から、Matrix(35)と比較してMatrix(40)2からの流出量が極端に多く見られた原因としては、トレンチ断面の奥行き方向深部に見られた樹木根系や礫の存在が挙げられる。

#### 5. 新トレンチでの自然降雨による観測

トレンチ断面の整形後に再設置した流出量の採水位置を図-5に示す。樹木根系部への採水装置の設置にあたっては、断面掘削時に把握した樹木根系の伸長方向と同じ角度で円筒管を取り付けた。採水装置の再設置後に観測された2014年2月28日~3月27日までの融雪による断面流出量の経時変化を示す図-6より、樹木根系周辺部からの流出量は再設置前の値を大きく上回っていることがわかる。また、マトリックス部では観測している6地点のすべてで少量ではあるものの流出が確認され、樹木根系周辺部では12地点のうち8地点で多量の流出が確認された。特に、Root(35)2からは最大16cc/minもの流出がみられた。観測された5イベントによる総流出量は、マトリックス部では984ccであったのに対し、樹木根系部周辺からは2,517ccと大きな値を示し、土層内での雨水の挙動に樹木根系が大きな影響を及ぼしている事実が確認された。

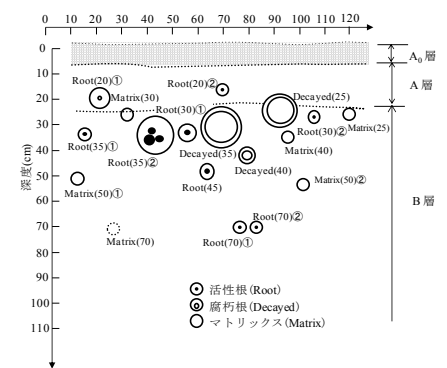


図-5 新トレンチ断面での採水位置

#### 6 おわりに

新設したトレンチ断面での観測結果より、樹木根系周辺部からはマトリックス部を大きく上回る流出が確認され、透水性の高い花崗岩地域においても樹木根系周辺部には雨水の選択的な流れが存在する事実が明らかになった。今後は、現地観測の継続と現地散水実験に加え、擬似根系を埋設した室内側方流出実験を実施することにより、樹木根系周辺部での雨水の浸透過程（鉛直・側方）のモデル化を行う予定である。

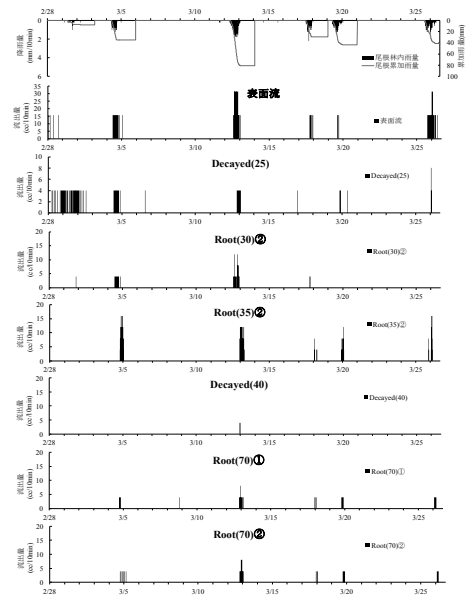


図-6 自然降雨時の断面から流出量（再設置）