

結果、土層変位の開始とはほぼ同じくして、崩壊部における動水勾配が斜面傾斜方向へと急激に変化していたことが明らかになった。土層の変位開始から崩壊発生までの崩壊部分の重量変化を求め、一面せん断試験の結果と比較したところ、降雨の浸透による土層の自重増加ではせん断応力がせん断抵抗力を上回らないことが判明した。すなわち、降雨の浸透による土層の重量増加だけでは崩壊発生を説明できず、斜面傾斜方向に流れる浸透流の作用が土層の変位および崩壊の駆動力になっていると考えられた。その定量化を行うために、浸透力を用いて地中水が土層変位に与える力を評価しようと試みており、損失エネルギーや体積力として駆動力を評価できないか検討している。

キーワード：斜面崩壊、室内降雨実験、浸透力、前兆現象、クリープ性土砂移動

P 27. 斜面土層内の土壌パイプ閉塞時における地中水の挙動に関する基礎実験

内田一平（千葉大・学）・片山祥吾（日興コーディアル証券）・
宮島弘行（千葉大・院）・寺嶋智巳（千葉大）

Ippei UCHIDA, Shogo KATAYAMA, Hiroyuki MIYAJIMA and Tomomi TERAJIMA: Two dimensional experiment related to movement of subsurface water controlled by the stoppage of a soil pipe

パイプ流は森林斜面土層中の水移動において大きな役割を担っているため、パイプと土砂移動、特に斜面崩壊との間には密接な関係があると言われている。本研究では土壌パイプが閉塞したときに地中水全体（マトリックス流およびパイプ流）の挙動がどう変化するかについての知見を得るため、2次元の小規模実験装置を用いてパイプ閉塞時の地中水挙動を把握するための実験を行った。実験では2種類の閉塞方法を用いた。ひとつはパイプ流出口（下流端）から連続的に閉塞させる方法（continuous stoppage）で、もうひとつはパイプ内のある地点を局部的に閉塞させる方法（partial stoppage）である。実験の結果、以下のようなことが明らかとなった：①土層内の地下水面形状はパイプ流出口を閉塞するかどうかにより大きく影響される、②パイプ流出口が閉塞していても斜面内部に未閉塞部分が長く存在するほど、地中水の流出挙動に大きな影響を与える、③下流端から斜面長の4～5割程度の長さまでのパイプが存在すれば、土層内のマトリックス流がパイプ流へ十分に変換され地下水の排水が十分に行われる。本実験では、未解明なことが多いパイプ流の特性の一部が明らかになるとともに、地下水位の変化に及ぼすパイプの影響という視点からは、パイプ流と斜面崩壊の関係のような防災的に重要な知見が提示されたのではないかと考えている。

キーワード：土壌パイプ、パイプ流、マトリックス流、パイプ閉塞、流出実験

P 28. ヒノキ人工林と広葉樹天然林における地表流およびバイオマットフローの流出メカニズムの解明

平野智章（千葉大）・寺嶋智巳（千葉大）・水垣 滋（JST）・恩田裕一（筑波大）

Tomonori HIRANO, Tomomi TERAJIMA, Shigeru MIZUGAKI and Yuichi ONDA: Process of overland flow and biomat flow generation at slopes in natural deciduous and coniferous plantation forest

管理放棄された森林では、林床面が裸地化することによって地表流が大量に発生することが指摘されている。このような流域では降雨時に大量の雨水がすみやかに溪流へと流出するため、洪水が発生しやすくなると懸念されている。そこで本研究では、管理放棄されたヒノキ人工林と広葉樹天然林において地表流の流出量を計測することで流出実態の把握を行った。さら

に、土層内における地中水の移動量を概算することで、地表流の流出メカニズムを考察した。計測の結果、ヒノキ人工林では、広葉樹林の約2.4倍の地表流が流出した。また、降雨強度が小さく(2.0~5.0 mm/h)長時間継続する降雨イベントにおいては、地表流流出率(地表流流出量/総降雨量)が高くなる傾向がみられた。このことは、本流域における地表流の流出形態がホートン型の地表流では十分に説明できないことを示している。深度20 cmの地中水の移動量を概算したところ、ヒノキ人工林では土壌表層部における浸透余剰量(浸透不可量)が大きいという計算結果が得られるとともに、観測からは水平根が密集する有機質土壌層(深度10 cm~15 cmまでの範囲)から降雨時に大量の水の流出が確認された。したがって、本研究斜面では、土壌最表層部の主に有機物や鉱物質土壌が根系に緊迫されて形成される層(便宜的にバイオマットと呼ぶ)を選択的に流下する水の流れ(バイオマットフロー)の一部が、地表流として計測されているのではないかと考えられた。電気伝導度とSi濃度を用いて、各流域のハイドログラフを「新しい水」と「古い水」の2成分に分離したところ、針葉樹林流域では流出水量ピーク時における「新しい水」の寄与率が非常に大きかった。このことから、本地域の針葉樹林流域において降雨時に鋭い流出ピークを形成するのは、主にバイオマットフローの作用によるものであらうと考えられた。

キーワード：地表流、バイオマットフロー、洪水流出、ヒノキ林

P 29. 渓流水の流出成分分離と斜面における地表流および表層流の流出との関係

境 優 (千葉大・学)・平野智章 (千葉大・院)・寺嶋智巳 (千葉大)・
福島武彦 (筑波大)・恩田裕一 (筑波大)

Masaru SAKAI, Tomonori HIRANO, Tomomi TERAJIMA, Takehiko FUKUSHIMA and
Yuichi ONDA: Relationship between hydrograph separation in streams and initiation
of surface & near surface flow at hillslopes

一般に、間伐や枝打ちのような管理が放棄された人工針葉樹林では、林床への日照不足により下層植生が消失し林床が裸地化すると考えられている。そのため、斜面において地表流が発生することが指摘されてきている。そこで本研究では、管理放棄された針葉樹林(40年生のヒノキ人工林)と隣接した天然生の落葉広葉樹林からなる2つの森林小流域において、まず、渓流水の電気伝導度(EC)とSi濃度を用いて、降雨イベント時におけるハイドログラフを地表流や浅層側方流などによる新しい水(Event Water)と地下水流・復帰流・パイプ流などによる古い水(Pre-Event Water)の2成分に分離した。そして、新しい水が渓流の流量にどれほど寄与しているのかを検討した。さらに、斜面上・中・下部に設置した小プロットにおいて流出する地表流量を計測することで、地表流の流出特性を把握し、これら新しい水が渓流での水流出に及ぼす影響について考察した。ハイドログラフの分離によって、ヒノキ林では降雨イベント時における新しい水の寄与率が高く、降雨強度が最大するとき出水に寄与する新しい水の割合が90%近くに達することが明らかになった。一方、広葉樹林では新しい水の寄与率は、数10%以下と常に低くなっていることが明らかになった。地表流量は両林分とも季節によって変動しながらも、ヒノキ林からの流出が広葉樹林からのものを大きく上回っていた。2006.4月~11月の期間内での各プロットにおける最大地表流流出率(降雨に対する割合)は、ヒノキ林(上, 中, 下)=(6.8%, 4.9%, 15.3%), 広葉樹林(上, 中, 下)=(1.6%, 2.2%, 0.9%)であった。以上のことから、ヒノキ林では降雨イベント時におけるハイドログラフが降雨強度の変動に伴う地表流の流出で鋭い流出ピークを形成し、広葉樹林では地表流の影響が小さく流量が緩やかに増加すると考えられた。

キーワード：ヒノキ林、広葉樹林、地表流、新しい水