

斜面崩壊時の立木の影響に関する検討

日本工営株式会社 ○太田敬一

1. はじめに

斜面内の立木には、斜面表層の崩壊や侵食を防止する機能等が期待されており、斜面崩壊時の立木（樹林）と崩壊土砂に関する既往の研究事例では、樹林の有する土砂防止効果の内、土砂流出抑制機構に関する知見を取りまとめたものや¹⁾、立木の土砂流下時の衝撃緩衝効果を実験的に確認した事例がある²⁾。また斜面崩壊地内の崩壊土砂と立木の関係に着目した事例として、実際の斜面災害事例から立木の径と崩壊幅の関係を整理し、斜面崩壊地内に崩壊土砂が堆積した場合と流下した場合の条件を示した事例がある³⁾。土砂災害防止に対し、立木の有する「粘り」や「柔軟性」の適用を検討した事例と考えられる。

これらの事例によれば、立木には斜面を流下する土砂をその下方に配置した立木で捕捉し、土砂の流下を抑制する効果や、斜面内に配置された立木により土砂の流下を抑制する効果が示されている。前者の場合は、崩壊地外に配置した立木に擁壁と

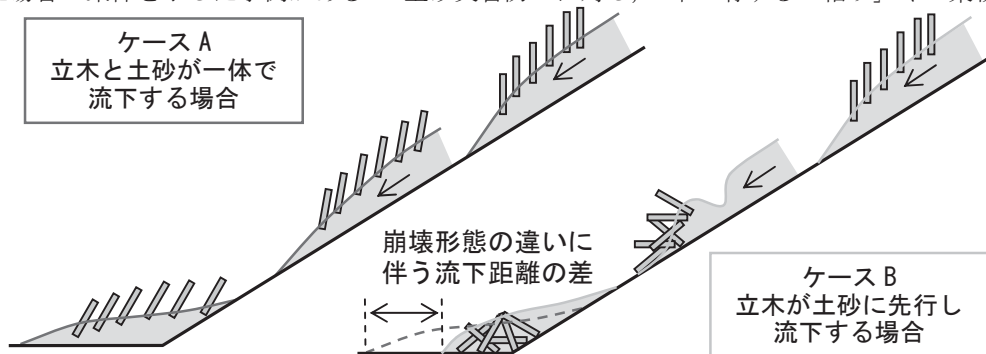


図1 立木と崩壊土砂の流下時のイメージ図

類似した効果を示したもので、対象の崩壊現象と、立木の有するポテンシャルを定量的に評価できれば、立木の効果を定量的に示せると考えられる。一方後者の場合は、土砂の流下時の運動エネルギーを立木で減衰させるもので、その効果は、斜面内の立木の数量の他、対象斜面の崩壊土砂量や勾配等の条件に依存する崩壊の形態にも影響される。例えば図1左のケースAに示すように、崩壊地内の立木が崩壊土砂と一体で流下する崩壊形態の場合、斜面崩壊に対する立木の効果は殆ど期待できない。図2は数値シミュレーションを用いて、斜面に配置した土砂に立木を配置し流下させたものであるが、立木は土砂の表層に分布したまま流下するため、流下中の土砂は立木の影響を受けず、そのまま斜面下方で堆積している。また図1右のケースBに示すように、崩壊土砂が斜面を流下する際に斜面上で分布する崩壊形態の場合、立木は土砂の流下時に崩壊土砂に取り込まれ、立木が斜面下方で堆積した後、土砂が流下する、立木には土砂の流下を抑制する効果が見込まれると考えられる。

そこで本稿では、斜面崩壊時に土砂と立木が流下し、斜面下方で堆積した場合の立木による土砂の流下の抑制効果について、その基本的な機構に関し数値シミュレーションを利用して検討した。

2. 検討内容

立木を有する斜面で崩壊を想定した場合、例えば崩壊形態と斜面勾配の組み合わせから、立木の影響と斜面下方の堆積域での流下距離への影響について、模式的に表1に示した。ここで示した崩壊形態は、崩壊土砂そのものが有する摩擦角の大きさから、表1に示したように崩壊土砂が立木と一体となって流下する場合とそうでない場合を示している。

例えばケース1と2,4を比較した場合、崩壊土砂の摩擦角が小さいと、立木は崩壊土砂に先行して流下するが(ケース1)、摩擦角が大きいと崩壊土砂は立木と一体となって流下すると考えられる(ケース2)。またケース2と同じ摩擦角でも斜面勾配が急勾配の場合、崩壊土砂は立木と一体となって流下し、流下距離はケース2より大きくなると考えられる(ケース4)。このようなことを数値シミュレーションで示し、立木の無い結果と併せて検討することで、崩壊形態に対する立木の影響を確認することができ、また、ケース1と3を比較することで、斜面勾配に対する立木の影響を確認することができる。

立木を用いた数値シミュレーションに際しては、本稿では個別要素法を用いて検討した。ここで用いる個別要素法は、土砂などを球状の粒子でモデル化する方法である。立木は棒状のモデルに見立て、数個の粒子を直線状に結合させることでモデル化した。崩壊土砂は、図2に示すように、直線状の勾配を有した斜面の上方に配置し、立木はその表層に数十センチ貫入させて配置した。

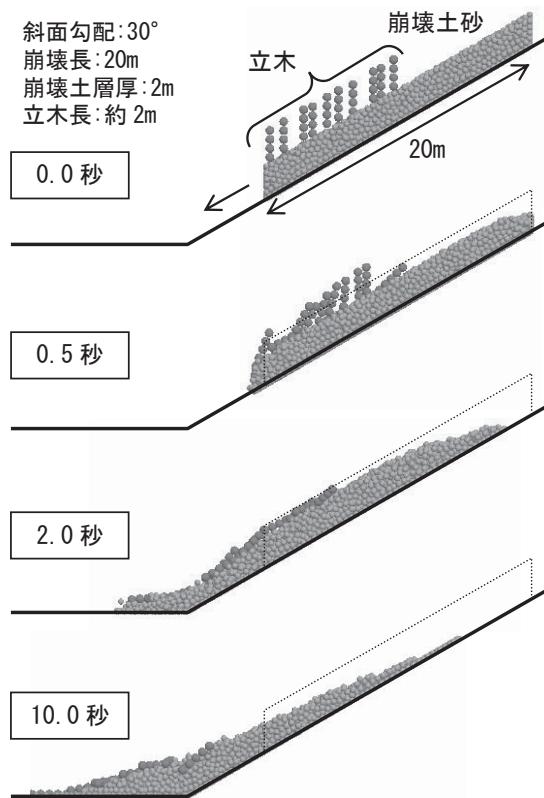


図2 立木と崩壊土砂のシミュレーション結果

3. シミュレーション結果

ここでは立木による崩壊土砂の流下の抑制効果について、その基本的な機構を検討するため、図2に示す諸元とほぼ同様の立木と崩壊土砂のモデルを用いて、表1に示すケース1に相当する場合を想定し、立木のある場合と無い場合でシミュレーションを実施した。シミュレーションの結果を図3に示す。

崩壊発生後の2秒後、立木は崩壊土砂の表層を流下し、その一部は5秒後には斜面下方の堆積域に達し、残りは斜面内に残置されている。この時の立木の有無による崩壊土砂の流下状況を比較すると、斜面内の崩壊土砂の分布は殆ど同じであるが、斜面下方の堆積域の土砂は、立木がある場合の方が僅かながら少ない。その後、崩壊土砂の流下が進行し、40秒後にはほぼ崩壊土砂の流下は停止した状況になるが、立木がある場合は、斜面下方の堆積域での流下距離が小さくなっていること、斜面内の崩壊土砂は、立木が無い場合よりもやや厚く堆積していることが示されている。また立木は、崩壊土砂の表層に分布する他、崩壊土砂に取り込まれていること、完全に倒れることなく斜面内に留まった立木も見られる。

これらの結果を踏まえれば、立木により、斜面下方の堆積域での崩壊土砂の流下の抑制効果が発揮され、また斜面内に立木が留まったことにより、斜面内でも立木の効果が発揮され、その結果、斜面下方の堆積域での崩壊土砂の流下距離は小さくなったと考えられる。

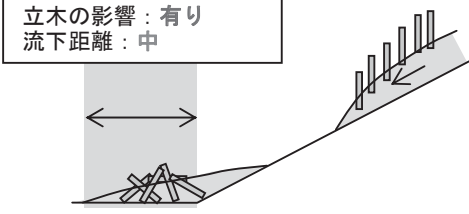
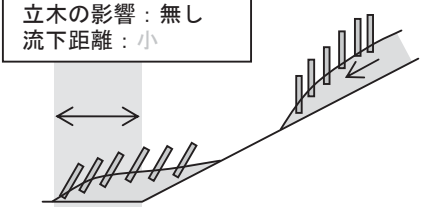
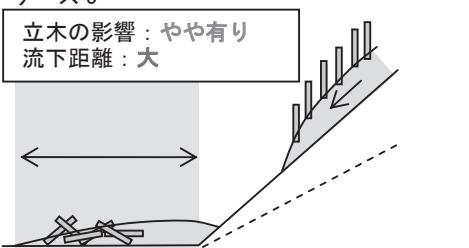
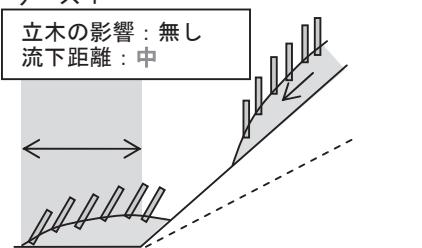
4. 今後の課題

本稿では数値シミュレーションを用いて、立木による土砂の流下の抑制効果が見込まれるケースについて示した。今後、立木や崩壊土砂の諸元、斜面勾配などの条件を設定し、想定した他のケースについて検討を進め、立木の効果の発揮される条件を整理する予定である。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所：樹林の砂防学的効果に関する研究の現状，土木研究所資料第3679号，2000年1月，
- 2) 水山高久，天田高白，栗原淳一，小林幹男：樹林帯の抵抗特性と土砂堆積促進効果，新砂防 Vol. 42, No. 42, 1989年，
- 3) 林拙郎，内田芳貴，櫻本智美，沼本晋也：森林斜面における立木の崩壊土砂への影響，砂防学会誌，Vol. 65, No. 4, p. 24~31, 2012年

表1 崩壊形態と斜面勾配の組み合わせ

摩擦角 斜面勾配	小さい (立木が土砂に先行し流下)	大きい (立木と土砂はほぼ一体で流下)
緩勾配	ケース1 立木の影響：有り 流下距離：中 	ケース2 立木の影響：無し 流下距離：小 
急勾配	ケース3 立木の影響：やや有り 流下距離：大 	ケース4 立木の影響：無し 流下距離：中 

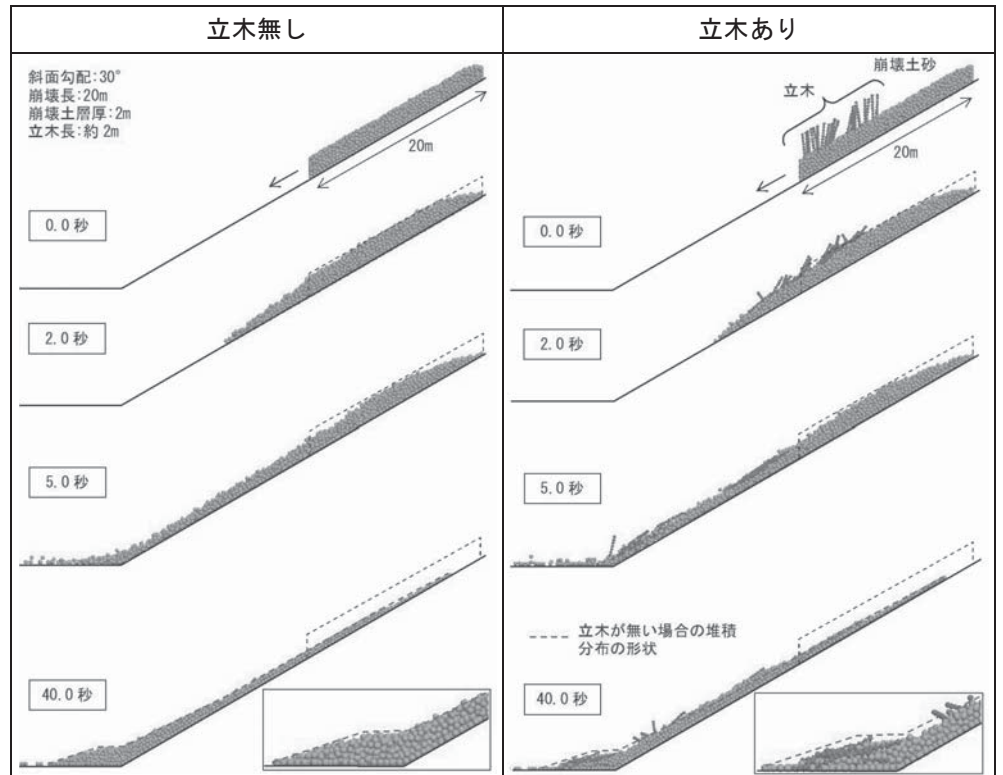


図3 立木の有無の違いによるシミュレーション結果