

# 粒子法を使って流木の動きを再現して治山対策に活かす



写真1 豪雨の時に流れ下った土砂と流木が残った立木によって捕捉された事例

森林研究部門 森林防災研究領域

主任研究員 鈴木 拓郎

平成29年7月に発生した九州北部豪雨では、記録的な豪雨により多くの斜面崩壊が発生しました。崩壊した斜面からは土砂とともに、斜面に生育していた立木が流れ下り、下流に甚大な被害をもたらしました。一方で、流れ下った土砂と流木が、治山ダムや残った立木によって捕捉されたために、被害が軽減された場所（写真1）もありました。今後、流木を捕捉する構造を備えた治山ダムなどの整備が必要になると考えられます。流木がどのように斜面を流れ下り、治山ダムなどに捕捉されるかを明らかにするために、コンピュータシミュレーションによる予測が有効です。しかし、従来の手法では流木の複雑な動きを計算することができませんでした。そこで私たちは、粒子法という新しい手法により、流木が土石流とともにどのように流れ下り、どのように捕捉されるのか、という動きを再現するシミュレーションの研究開発を行っています。

粒子法は、もともと流体の動きを計算するために作られたもので、流体を粒子の集合体として表現して、一つ一つの粒子の動きを計算することで流体全体の動きを表すものです。1個の粒子の

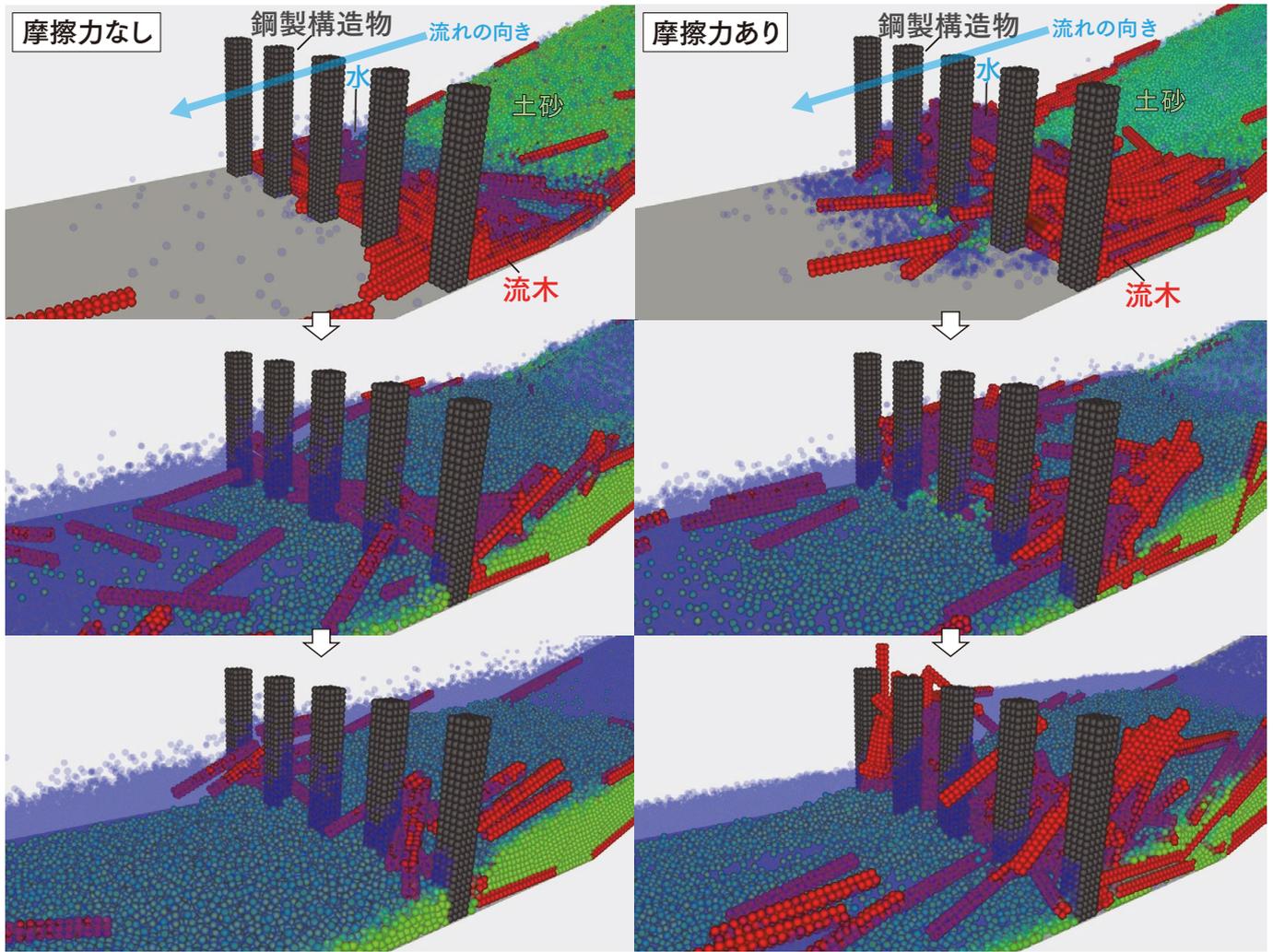


図1 鋼製の柱構造物による流木の捕捉過程の計算例  
 摩擦力を考慮しないと鋼製の柱構造物の間から流木がすり抜けて流木捕捉率が小さくなるが(55%)、摩擦力を考慮すると柱構造物と流木が絡み合っ  
 て流木捕捉率が大きくなり(90%)、実験結果と一致した。

動きは運動方程式を解くことで計算します。私たちは、これまで、この方法を土石流の動きに応用してきましたが、今回、粒子を直線上に連結することで流木の動きを表現することに成功しました。この方法を使うと流木の複雑な動きを計算できるだけでなく、流木が他の物体と接触する時に生じる摩擦力の影響も調べることができます。

図1は、5本の柱でできた鋼製の構造物に流木がどのように捕捉されるのかを調べた実験(防衛大学校が実施したもの)をコンピューター上で再現した結果です。流木同士、あるいは流木と鋼製の柱が接触する時に作用する摩擦力のあり・なしによって、流木の捕捉率はそれぞれ90%、55%と大きく異なりました。実際の実験での流木の捕捉率は90%であり、摩擦力を考慮することで、どれくらいの流木が捕捉されるのかをほぼ正確に予測できることがわかりました。

新たに開発した計算方法によって、コンピューター上で土石流の中の流木の動きを再現することが可能になりました。つまり、山中のいろいろな場所にいろいろな構造物を置いて、どれくらいの流木が捕捉されるのかをシミュレーションによって予測できるのです。この方法は今後、効率的な治山対策を検討する時に非常に有効なツールとなるはずです。そのためにも、更なる計算精度の向上を目指して研究を続けていきます。