

P46 マツ枯れあと二次林に期待される土石流の減勢・導流効果について

広島大学大学院 ○古澤英生
広島大学総合科学部 海堀正博

1. はじめに

広島県では昭和 63 年の加計町周辺での土石流災害に続いて、平成 11 年 6 月 29 日に広島市や呉市周辺で発生した土石流災害の際も、多量の流木が民家を直撃、破壊し、犠牲者を出した。一方、同年東広島周辺で発生した土石流においては、民家までの流路が長かったため、もしくは勾配の緩い部分により民家があったため、民家に至る前に土石流の中の流木自身がからみ合ったり立木に引っかかるような形態で、破壊力の大きい土石流の一部あるいは主要部を堆積させていた。東広島周辺での氾濫域は、マツ枯れあとに常緑・落葉広葉樹の二次林が入り込んでいる植生状況である。近年、土砂災害防止のために樹林の緩衝作用を利用したグリーンベルト構想が実施されつつある¹⁾²⁾。樹林の土石流に対する緩衝効果については、主に水理学実験によって、その効果を定量的に評価することがなされている³⁾。この場合使用される擬似木は直線的で樹径の大きいものが多い。しかし、東広島地域の二次林については樹径は比較的小さなものが多い。そこで、マツ枯れあと二次林について、どの程度の土石流に対して緩衝効果があるのかを検討するため、1999 年 6 月と 9 月の豪雨により東広島周辺で起こった土石流発生場でいくつかの調査を行った。

2. 土石流流路の土砂収支調査

土石流の規模を把握するために土石流発生渓流について源頭部崩壊から氾濫・堆積域にかけてのエリアで土砂収支調査を行い、崩壊・侵食・堆積土砂量を現地で求めて、氾濫域への流出土砂量を算出した。また、氾濫域の堆積地について、堆積流路長、堆積幅、堆積厚について調査した。

樹林内で土砂が堆積していた 6 つの土石流発生渓流での流出土砂量と堆積流路長の関係を図 1 に示す。流出土砂量の増加に伴い氾濫域での堆積流路長は長くなる傾向にある。6 渓流で比較すると、助実 F・曾場ヶ城 D と助実 L・馬木 A・助実 M・馬木 B の二組に分けることができ、助実 F と曾場ヶ城 D が同じ流出土砂量のイベントに対し、氾濫域での堆積流路長が長くなっていたといえる。

助実 F は土石流につながった崩壊源頭部が最低 5 つ存在

し、その集水面積の合計も 6,000m² を超えるため、崩壊土砂が最初から多量の水分を含んでいたと考えられ、土石流の流動性が高くなり、氾濫域での堆積流路長が長くなったのではないかと考えられる。曾場ヶ城 D については、土石流につながる源頭部崩壊はほとんど流域境界付近に発生しており、崩壊源頭部の集水面積は最小であるが、源頭部崩壊から約 230m にわたって勾配が 32° 前後と他の渓流と比べると急勾配な区間が長く続いたため流速が上昇し、下流へと流下する距離が長くなったものと考えられる。

次に流路長が短くなった土石流渓流について、助実 L は崩壊源頭部の集水面積も 200 m² 前後と小さいことや、源頭部崩壊の直下から約 300m にわたる区間で勾配が 18° 程度と緩やかであることから流速はあまり上昇しなかったため、堆積流路長が長くなれなかったと考えられる。馬木 A と助実 M は集水面積がどちらも 450m² 前後であり、流下時の平均勾配はそれぞれ 22°、29° と流速の大きな土石流であったと考えられる。馬木 B についても、集水面積は 1,200 m² を超え、流下時の平均勾配も 26° であり、流速も流動性も大きな土石流であったと考えられる。しかし、これらの土石流は堆積長は短めである。このことから、馬木 A、助実 M、馬木 B は土石流の流動性は高かったが、停止を促す要因があったものと考えられる。その一つとして樹林帯による土石流の緩衝効果の可能性が考えられる。

また、最大堆積幅 (B) を谷出口直上部の流路幅 (b) で除したもの (B/b) と流出土砂量とを比較すると、馬木 A を除いて、流出土砂量が増加すると、B/b は減少する傾向が見られた (図 2)。樹林内を流れる自然流路において、流出時の谷出口直上部での流路幅と流出土砂量が仮定されると、堆積幅を推定できる可能性が示唆された。

樹林内で土石流が堆積・停止に至っていた現地においては、先端部で流木が立木に引っかかり、閉塞されダムのように土砂を捕捉し、停止したもの (助実 F、助実 M、馬木 A、馬木 B) や流木ともに巨礫も流下し、立木に衝突し、土石流が減勢・停止したもの (助実 L、曾場ヶ城 D) などの状況が見られた。

3. 氾濫・堆積地の状況調査

現地調査により氾濫・堆積地における堆積勾配 θ_1 を測定し、1/2,500地形図より元河床勾配 θ_0 を判読し勾配の変化について見てみた。横軸に $\tan \theta_0$ 、縦軸に $\tan \theta_1$ を取ると、図3のようになる。従来の研究⁴⁾で、今回の調査地と同様の花崗岩類地帯での砂防ダムの設置場所における $\tan \theta_1/\tan \theta_0$ の値は1/3に近い値を示していることが報告されている。今回の調査地では同様な花崗岩地質であるにもかかわらず、樹林内で堆積した場合には、およそ2/3の値となっている。このことから、樹林が存在することによって、より大きな勾配で堆積しうるものと考えられる。

4. 氾濫・堆積地周辺の植生調査

堆積地周辺に残る樹木がもともと土石流堆積域にも生育していたと仮定して、土石流堆積地周辺の植生について調査を行った。方法としては、土砂が堆積している周辺の樹林内で10m×10mの方形調査区を取り、その範囲内で毎木調査を実施し、樹種、樹高、胸高直径を測定した。

調査の結果、常緑・落葉広葉樹が大部分(90%以上)を占めた。立ち枯れたマツが目立つ調査区画もあった。測定値は調査地でばらつきはあるが、100m²に占める立木本数は196~670本、平均胸高直径は1.09~3.94cm、平均樹高は1.92~3.23m、樹木面積占有率は1.64~5.06%となった。従来の研究³⁾と比較すると、中低木の樹木が密集している樹林帯を形成していることがわかる。

先述したように、助実Mや馬木Bは土石流の堆積・停止に樹林帯の緩衝効果をあげたが、この堆積地周辺では面積占有率が4.8%前後と他の調査地より高い値を示しており、樹林による緩衝作用が大きかったことが示唆される。

5. まとめ

今回の調査により以下のことがわかった。

- 1) 流動性の高い土石流の堆積流路長が短い要因の一つとして樹林帯による緩衝効果があげられるが、その氾濫域での樹木面積占有率は高い値を示していた
- 2) 土石流が樹林内で氾濫・堆積するとき、最大堆積幅(B)/谷出口直上部の流路幅(b)は、流出土砂量が増加すると減少する傾向がある
- 3) 樹林帯の中で停止した土石流の堆積勾配は、元河床勾配に対して、その2/3前後の値を取っていた

今後、定量的な評価のために、二次林が被覆する氾濫域をモデルとした室内実験を並行して実施する予定である。

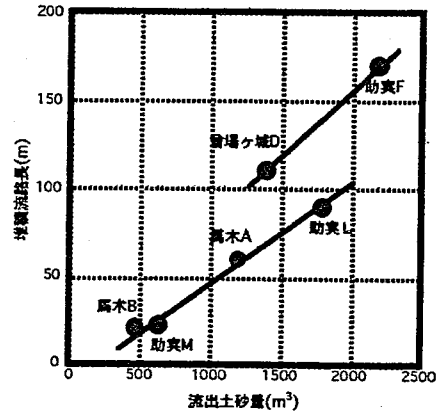


図1 流出土砂量と堆積流路長の関係

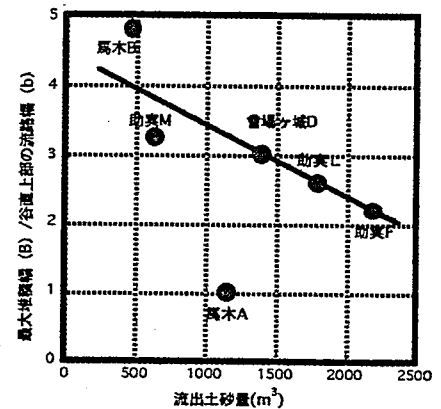


図2 流出土砂量と最大堆積幅(B)/谷直上部の流路幅(b)の関係

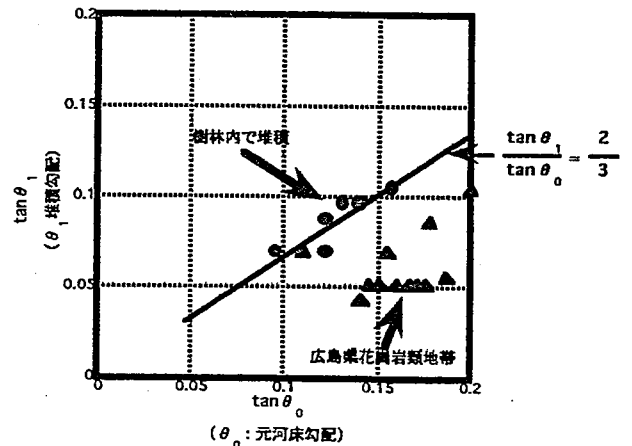


図3 元河床勾配と堆積勾配の関係

引用文献

- 1) 田畑・牧田 (2000) グリーンベルト、鹿島出版会
- 2) 水山・本田 (1999) グリーンベルト設定区域における土石流対応、平成11年度砂防学会研究発表会概要集
- 3) 例えば、水山ら (1990) 樹林帯の土石流制御効果に関する水理模型実験報告書、土木研究所資料第2837号
- 4) 海堀・栃木 (1991) 土砂災害防止に対する砂防施設の効果に関する研究、新砂防Vol43(6)
- 5) 例えば、桜井ら (1998) 樹林帯の崩土流下に対する減勢効果、平成10年度砂防学会研究発表会概要集