

立木が発揮する引き倒し抵抗力の現地実験

In-stiu pulling-down experiments on standing trees

岡田康彦*1

Yasuhiko OKADA*1

* 1 森林総合研究所

Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba, Ibaraki 305-8687

要旨：森林が有する多面的機能には、流下してくる土石や流木を捕捉する機能が含まれる。樹種、胸高直径、樹齢のほか、斜面傾斜や樹木が立地する水分条件などの影響をうけてその機能発揮の程度は変動すると推定されるが、その実態は明らかではない。ここでは、38年生のスギ(30度傾斜、安山岩)および48年生のヒノキ(35度傾斜、花崗閃緑岩)を対象に、現地森林で引き倒し試験を実施して、そこで発揮された傾斜方向の引き倒し抵抗力と胸高直径の関係を調べた。その結果、スギ、ヒノキに関して、主に緩斜面で計測がなされてきた従来の試験結果に対し、30度および35度の急斜面で計測された今回の結果は、引き倒し抵抗力が小さくなる傾向が示された。また、ヒノキに関しては、同一林班内の溪流沿い(約15度)の立木についても検討した結果、山腹斜面に対し溪流沿いでは胸高直径は大きいものの、引き倒し抵抗力は小さくなる傾向が認められた。

キーワード：立木、引き倒し抵抗力、スギ、ヒノキ

I はじめに

地球温暖化の影響も受けてか、時間雨量が100mmを超えるような極端な豪雨の発生が珍しくない状況となり、毎年のように豪雨による土砂災害が発生している。斜面が崩壊して流動化した土砂は、土石流として下流へ流下して被害をもたらしている。これらの中で、平成26年8月の広島豪雨災害や、平成27年9月の関東・東北豪雨災害において、森林が流下土砂および流木を捕捉した事例が認められた(2, 3)。

森林による流下土砂の捕捉現象を定量的に検討するため、従来より立木の引き倒し実験が実施されてきており、引き倒し抵抗力を胸高直径の関数として整理されてきた(1)。

$$F_{pd} = a \times D^b$$

ここで、 F_{pd} は引き倒し抵抗力(kN)、 a および b は係数、

D は胸高直径(m)。引き倒し抵抗力は樹種、胸高直径、樹齢のほか、斜面傾斜や立木の水分条件などの影響を受けてその機能発揮の程度は変動すると推定されるが、実態は明らかとはいえない。そこで、国有林内の38年生のスギ(30度傾斜、安山岩)および48年生のヒノキ(35度傾斜、花崗閃緑岩)を対象に、現地で引き倒し試験を実施して、そこで発揮された傾斜方向の引き倒し抵抗力と胸高直径の関係を調べた。

本報では、急勾配の山腹斜面で計測した立木の傾斜方向の引き倒し抵抗力を示すと共に、ヒノキについては溪流沿いで計測した結果も示し、既往研究(1)と比較検討した結果を報告する。

II 現地実験および結果

立木の現地引き倒し実験は、群馬森林管理署倉渕森林管理事務所管内の国有林(スギ、38年生)および棚倉森林管理署管内の国有林(ヒノキ、48年生)の2箇所で行った。前者の基盤地質は安山岩で30度傾斜の山腹斜面に生える立木を対象とした。他方、後者の地質は花崗閃緑岩で35度傾斜の山腹斜面に生える立木に加え、同一林班内に位置した約15度傾斜の小溪流沿いに生える立木も対象に実験を行った。

計測には、0.45m³容量の重機を使用した。重機とワイヤーを連結し、途中で滑車を噛ませることにより重機がワイヤーを索引する方向と、樹木が傾倒する方向を変えて安全性を確保して実験を行った(図-1)。荷重計は容量100kNを使用し、毎秒10回のサンプリングを行った。重機による荷重は勢いをつけることを極力避け、静的な载荷は傾斜方向に平行となるように実施した。ワイヤーの樹木へのまき付け高さは、地表から1.1m地点として、傾斜方向に発揮された引き倒し抵抗力の最大値を、立木の胸高直径の関数として表現することを試みた。

図-2に、傾斜30度の山腹斜面で実施したスギ(38年

生)の引き倒し試験の結果を示す。傾斜方向に載荷された荷重の計測最大値は、胸高直径の2.73乗に比例する結果が得られた。これに対し、既往研究で得られた近似曲線(1)では、今回の結果よりも強度が大きく見積もられていることがわかった。既往研究は約6度の緩斜面で実施された結果が示されており、30度の急斜面で計測された今回の結果とは異なる特性が示されたものと推定された。

図-3に、傾斜35度の山腹斜面で計測されたヒノキ(48年生)の引き倒し抵抗力の結果を示す。この図には、同一林班内に認められた約15度勾配の溪流沿いに生えたヒノキのデータ、さらには、既往研究(1)で求められた近似曲線も合わせて示す。実験の本数が少なく胸高直径のばらつきも少ないため近似関数を示してはいないが35度の急傾斜の山腹で計測された引き倒し抵抗力は、スギの結果と同様、緩斜面で得られた既往研究よりも抵抗力が小さくなることが示唆された。これらの結果は、緩斜面と急斜面では、発揮される引き倒し抵抗力と胸高直径の関係は異なる可能性があることを示している。同一林班内の溪流沿いに生えたヒノキは、山腹斜面のヒノキと同齢ではあるものの、胸高直径が大きいことが示され、他方、引き倒し抵抗力については、山腹斜面よりも小さめに見積もられる結果が読み取れた。溪流沿いでは水分が豊富にあり生長が促進される一方で、浅い地下水面よりも深い場所に太い根を伸張させる量が少ないものと推定され、このことが小さな引き倒し抵抗力の要因と考えられる。

終わりに

急斜面に生えるスギとヒノキを対象に、立木の引き倒し試験を実施した。胸高直径と、斜面傾斜方向に計測された引き倒し抵抗力の最大値の関係は、緩斜面で計測された従来の結果よりも小さく見積もられることが示唆された。ヒノキに関しては、溪流沿いの立木も対象に引き倒し試験を実施したところ、胸高直径は山腹に位置するヒノキよりも大きいものの、引き倒し抵抗力については小さいことが示唆された。これらの結果は、樹種の違い、傾斜や地形条件が引き倒し抵抗力に影響を与えている可能性を示している。今後、モデルを用いた水路実験や計算技術を用いた数値実験で、立木の流下土砂捕捉に関する研究を推進するためには、正確な条件設定がその基盤となる。引き続き現地引き倒し試験を行いその詳細を解明することが必要であると考えられる。

引用文献

- (1) 深見悠矢・北原曜・小野裕・宮崎孝幸・山内仁人・片倉正行・松澤義明 (2009) スギ・ヒノキ・カラマツ・コナラ立木の引き倒し抵抗力. 中部森林研究 57: 195-198.
- (2) 岡田康彦・黒川潮 (2016) 平成26年8月広島豪雨災害において立木が崩土の運動を抑止した事例. 関東森林研究 67(1): 153-154.
- (3) 岡田康彦・小西千里 (2017) 平成27年9月関東・東北豪雨災害において樹木が流下土砂の運動を抑止した事例. 関東森林研究 68(1): 61-62.

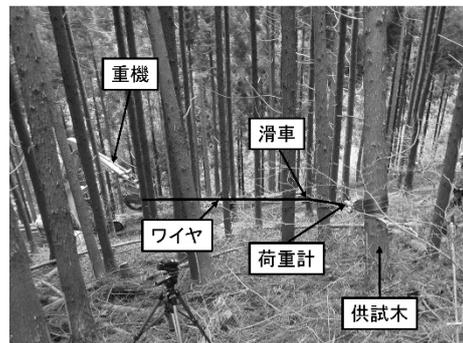


図-1. 立木の引き倒し現地実験の様子

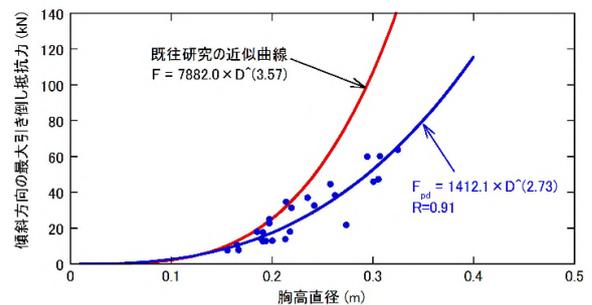


図-2. 38年生スギ(30度傾斜)の引き倒し実験の結果

図には既往研究(1)による近似曲線を合わせて示す

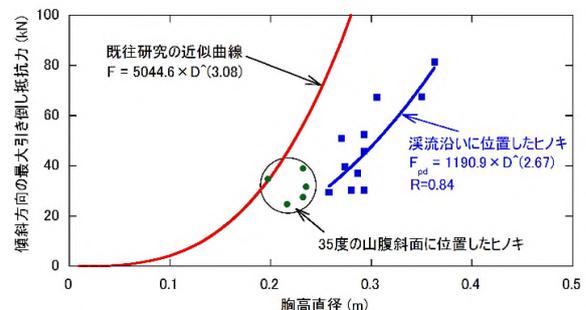


図-3. 48年生ヒノキの引き倒し実験の結果

図には、35度の山腹および約15度の溪流沿いのヒノキ、既往研究(1)による近似曲線を合わせて示す。