

砂礫州上樹木の洪水時破壊限界に関する抗力モーメントと底面せん断力の評価

ANALYSES ON THE THRESHOLD MOMENT BY DRAG AND CRITICAL BED SHEAR STRESS AT FLOODS FOR BREAKING TREES ON GRAVEL BARS

田中 規夫*, 八木澤順治*

Norio TANAKA and Junji YAGISAWA

This paper reports the research project in Arakawa River and Tamagawa River related to breaking condition of trees vegetated on gravel bars. Field surveys and laboratory experiments were conducted for elucidating the tree breaking condition due to the flood. The river flow analysis is also applied to the Arakawa River for evaluating the tree wash-out condition. The tree breaking and tree wash-out can be evaluated by drag moment acting on the tree trunk and the non-dimensionalized bed shear stress, respectively. The threshold drag moment and shear stress are discussed and the papers are introduced in this manuscript.

Keywords: forestation in rivers, drag moment, shear stress, river bank

1. はじめに

全国各地で問題となっている河道内の樹林化の動態を予測する上で、洪水による樹木の破壊形態を分類し、それぞれの破壊形態に対する破壊限界を把握する必要がある¹⁾。従来、図-1に示すような様々な破壊形態が報告されているにもかかわらず、既往研究における樹林化予測手法の多くは、洪水による植物の流失による裸地化のみで評価されている場合が多い。しかし、既往研究によって報告されているように、洪水によって破断・倒伏された樹木は、破壊されながらも再生長する²⁾ことで、破壊前に比べて繁茂域や繁茂密度を拡大させ、治水的に負の効果となる場合もある。そのため、河道内植生分布の将来動向に影響を与える破壊形態も含めて樹林化の可能性を評価する必要がある。一方、

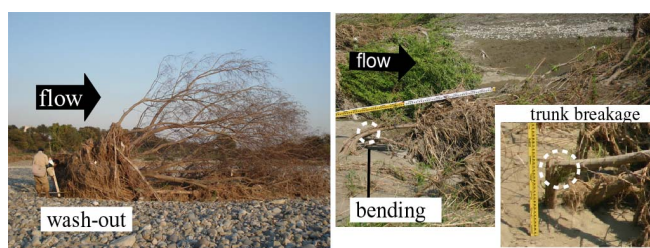


Fig. 1 The breaking pattern of trees due to floods

(a) wash-out, (b) trunk bending and trunk breakage
流失限界に関しては河道地形の影響が大きいことが予想される。すなわち、砂礫州の端部に繁茂した樹木は、側方侵食による基盤の流出を伴うため、砂礫州の内部に繁茂した樹木よりも流失しやすくなると考えられる。しかし、従来の研究において、繁茂場所の違いが樹木の流失限界自体に及ぼす影響を把握した例はない。

本研究プロジェクトは、破断・倒伏、流失という異なる破壊形態を評価するための指標を明らかにするとともに、繁茂場所の相違が流失限界に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。以下に樹木の破壊限界に関する研究成果の概要を報告する。2008年度の研究成果の詳細は、文献^{1), 4), 5), 6)}を参照されたい。

2. 研究項目

*埼玉大学 大学院 理工学研究科

Graduate School of Science & Engineering, Saitama University, 255 Shimo-Okubo, Sakura-ku, Saitama, 338-8570, Japan

2.1 樹木の破断・倒伏限界評価

田中ら³⁾は樹木の破断・倒伏限界を把握するため、2007年9月洪水後に多摩川における破壊樹木の痕跡調査および樹木の室内破断実験を実施している。それらの結果から、室内破断実験によって得られた破断限界モーメントは実際の洪水時の破壊状況をよく説明していることを報告しており、樹木の破断・倒伏が抗力モーメントで評価できることを明らかにしている。Tanaka and Yagisawa⁴⁾は、さらに破断破壊は胸高直径の3乗、倒伏破壊は胸高直径の2乗に比例することを示し、樹種の違い(主幹の曲げ剛性)や生育基盤の河床材料特性によって変化するものの、ある胸高直径を境に破断破壊が生じるか倒伏破壊が生じるかが決まることを指摘している。

2.2 樹木の流失限界評価

八木澤ら⁵⁾、田中ら⁶⁾は樹木の流失限界を把握するため、2007年9月洪水を対象に平面二次元の河川流計算を実施した。数値解析より樹木に作用した抗力モーメント、底面せん断力を把握し、洪水後の樹木破壊状況の現地調査結果との比較により、より正確に流失破壊を評価できる指標の検討を行なっている。その結果、流失破壊の評価には底面せん断力が適していること⁵⁾、さらに、50%粒径の移動限界よりも84%粒径の移動限界の方が流失の可否を少ない誤差で判断できること⁶⁾も指摘している。

2.3 繁茂場所の相違が樹木の流失限界に及ぼす影響

田中ら⁶⁾は砂礫州の端部、平坦部という河床材料の移動特性が大きく異なる場所に着目し、繁茂場所の相違が樹木の流失限界に及ぼす影響を84%粒径の無次元限界掃流力を用いて把握した。その結果、砂礫州端部の樹木は内部の樹木に比べて流失限界値が小さく、流失を評価する際には、繁茂場所の違いを区別する必要があることを指摘している。

本研究プロジェクトの実施により、以下に示す重要な知見が得られた。

- (1) 樹木破壊は、破断・倒伏、流失という異なるメカニズムの破壊形態が存在し、前者は樹幹に作用する抗力モーメントによって、後者は河床のせん断力あるいは84%粒径の移動限界で評価可能である。
- (2) 砂礫州の端部に繁茂した樹木は、平坦部に繁茂した樹木よりも、流失しやすいことを定量評価した。

謝辞

2008年度の埼玉大学重点研究「環境共生・防災機能強化型都市域の創生」経費の一部を使用した。また、国土交通省荒川上流河川事務所に多くの資料を提供頂いた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 八木澤順治, 田中規夫: 河道内植生の洪水による破壊・再生を考慮した植生動態モデルの開発, 水工学論文集, 第53巻, pp.1171-1176, 2009.
- 2) 田中規夫, 八木澤順治, 佐々木寧, 福岡捷二: 河道内樹木の洪水破壊形態と破壊限界値の基盤土壌条件による相違, 水工学論文集, 第52巻, pp.649-654, 2008.
- 3) 田中規夫, 八木澤順治, 青木信哉, 福岡捷二: 河道内樹木の洪水攪乱規模と樹齢による破壊限界変化, 河川技術論文集, 第13巻, pp.177-182, 2007.
- 4) Tanaka, N. Yagisawa, J., Effects of tree characteristics and substrate condition on critical breaking moment of trees due to heavy flooding, *Landscape and Ecological Engineering*, Vol. 5, No.1, pp.59-70, 2009.
- 5) 八木澤順治, 田中規夫, 福岡捷二: 砂礫州上に繁茂する植生の洪水時流失限界評価, 河川技術論文集, 第14巻, pp.139-144, 2008.
- 6) 田中規夫, 八木澤順治, 福岡捷二: 砂礫州上における繁茂場所の相違が樹木の洪水時流失限界に及ぼす影響, 水工学論文集, 第53巻, pp.631-636, 2009.

4.おわりに