

出水時の河川草本類の流出条件について

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻
東京理科大学理工学部土木工学科

学生員 ○堀田 琢哉
正会員 二瓶 泰雄

1. 序論

河道における樹木管理を行う上では、植生の生育・繁茂状況のみならず、洪水時における破壊・流出状況を把握することは必要不可欠である。このうち前者の研究事例は多数見られるものの、後者の事例については樹木に限定されており、草本類の破壊・流出条件についてはほぼ手がつけられていない。このような河川内の草本類は、近年沿岸海域で問題化している漂着ゴミの重要なソースと考えられており¹⁾、流域圏全体でのゴミ管理を推進する上では、河道部における草本類の流出状況やその流体力条件を把握することは必要不可欠である。このことを背景として、著者らは、草本類の流出状況調査に関する基礎的検討を開始し、中小河川（大堀川）における調査を実施し、草本類の流出形態である「葉及び茎の部分・全体流出」のうち、「茎の全体流出」以外の破壊形態を記録し、それらと流体力の関連性を検討した²⁾。本研究では、未解明事項であり、多くのゴミ輸送量の元となる「茎の全体流出」（以下、単に全流出と呼ぶ）の実態を把握するとともに、全ての破壊形態に関する流出条件・要因を検討することを試みる。そのために、江戸川を対象として、A) 出水前後の草本類の流出状況調査、B) 流出要因解明を目的とした超音波ドップラー流速分布計による洪水流調査、草本類の簡易引張試験を行う。

2. 研究方法

(1) 研究サイト：本研究では、大河川で複断面河道の江戸川・野田橋、複断面河道で河床変動が顕著な浅川・高幡橋、中小都市河川の大堀川・木崎橋の3つを観測サイトとした。このうち、江戸川では、台風1112号（2011/9/2～9/6, H.W.L.: 8.69Y.P.m）と台風1115号（2011/9/21～22, H.W.L.: 9.21Y.P.m）にて高水敷が冠水するほどの中規模出水が生じ、出水前後の草本類の流出を明瞭に捉えられたので、以下では、江戸川のみ結果を述べる。**図1**は、江戸川・野田橋における横断形状と右岸側高水敷に設けられた6つの観測地点を示す。

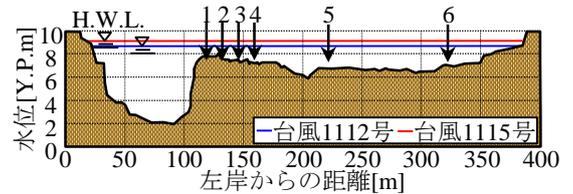


図1 江戸川・野田橋における観測位置

(2) 草本類の流出状況調査：出水前後の草本類流出・破壊状況を捉えるために、各観測地点において卓越する優占種（主にヨシとオギ）を選定し、その胸高直径や茎の高さ、全ての葉の長さを計測した。観測日は、2011/8/31, 9/15, 9/28であり、二つの台風の前後のデータを比べることで、出水時の流出状況を把握可能となる。

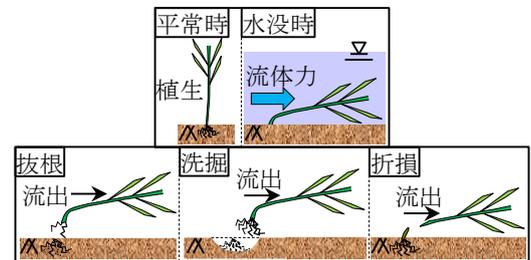


図2 草本類の全流出に関する要因の分類

(3) 流出状況要因解明調査：草本類の流出要因としては、葉の部分・全体流出や茎の部分流出は流体力による破損が考えられるが、茎の全体流出については「流体力による抜根」、「河床洗掘」、「流体力の倒伏モーメントによる折損」の3つが挙げられる（**図2**）。これらを調べるために、まず、①ADCP 流況調査を行い横断面内の流速分布を計測し、葉・茎への流体力や倒伏モーメント、底質移動状況を算定する。本調査を草本類調査断面（江戸川野田橋）にて台風12号・15号時に実施した。また、底質を採取し、底質粒径分布を把握した。次に②草本類の簡易引張試験を行い、茎・葉が破壊される時に作用する流体力 F を求める。ここでは、デジタルフォースゲージ（ZP-500N, イマダ(株)製）を用い、葉・茎の先端や根元に測定器を取付け、水平を保ちながらそれぞれの軸方向に引っ張り、破断時の値を流体力として採用する。

3. 結果と考察

(1) 出水時の葉・茎の流出状況：台風12・15号前後における葉や茎の流出状況を**図3**に示す。ここでの流出率とは、葉では、出水後の葉の長さから出水前の値を引いたものを出水前の葉の長さで除したものであり、それを計測地点毎に平均したものをを用い、破壊形態には葉の部分・全流出が含まれる。一方、茎に関しては、部分流出が無く、全て全流出であったので、茎の流出率は対象サンプル中に対する全流出の割合に相当する。

キーワード：漂流ゴミ、草本類、破壊、出水、流体力

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎2641 TEL：04-7124-1501（内線4069）FAX：04-7123-9766

これより、葉では、台風12号時では1~21%、台風15号時では25~52%となり、台風12号時よりも15号時の方が多く流出した。場所的には、低水路に近いStn.1, 2の流出が卓越した。また茎についても、台風15号時の方が大きな流出率を記録している。流出率が大きな地点としては、Stn.1と5, 6が見られる。茎全流出の要因は、現地の観察から、低水路から近いStn.1付近では洗掘、その他は折損が挙げられる。

(2) 出水時における流速横断分布：この流出した草本類に働く流体力を調べるために、ADCPにより得られた右岸側高水敷上の水深平均流速の横断分布を図4に示す。ここで横軸の横断距離は野田橋左岸基準点からの距離であり、各出水の水位ピーク時の結果が表示されている。なお、流速として、主流方向成分でなく、流体力算出に必要な絶対値を採用する。これより、洪水規模の大きい台風15号時の流速レベルが相対的に12号時より大きい。また、流出率の大きかったStn.1や5の流速値は相対的に大きい。この高水敷はゴルフ場があり、植生群落の間で高流速となるとともに(Stn.5や6付近)、低水路から高水敷への横流入によりStn.1~4においても流速レベルが大きい。

(3) 草本類の葉・茎流出モデル式の提案：これらの結果に基づいて、葉一枚毎の流出率 L と作用する流体力 F の相関図を図5に示す。ここでは、葉の底面からの鉛直位置 h を20cm以下とそれ以上に分けている。これより、 h が20cm以上の葉は、概ね流体力との関連性が見られ、葉流出モデルとして次式が得られた。

$$L = 2.7823F^{1.6467} - 1 \quad (r = 0.752) \quad (1)$$

ここでは、流体力が0の時に葉流出率も0となる近似式を当てはめている。このように両者概ね良好な相関関係があることが分かる。なお、 h が20cm以下では葉流出率が大きく、100%となるものも多い。これは、底面近くに繁茂する葉は掃流砂の影響を受けるためであり、土砂が堆積して一部埋まった葉も見られた。

同じく茎流出率 S と流体力 F の相関関係を検討するために、ある範囲の流体力(=5N)毎に茎流出率 S を算出し、それと流体力との相関図を図6に示す。これより、次式の茎流出率モデルが得られた。

$$S = 0.0501F^2 - 0.2493F \quad (r = 0.960) \quad (2)$$

これより、茎に関しても流体力 F と S には高い相関がある。以上から葉や茎に作用する流体力から、それらの流出率を概ね良好な精度で推定し得ることが明らかとなった。

参考文献：1) 二瓶泰雄・白川明宏・鈴木達裕・赤松良久：海岸工学論文集, Vol.66, pp.1171-1175, 2010, 2) 加茂川優紀・二瓶泰雄：河川技術論文集, Vol.17, pp.239-244, 2011.

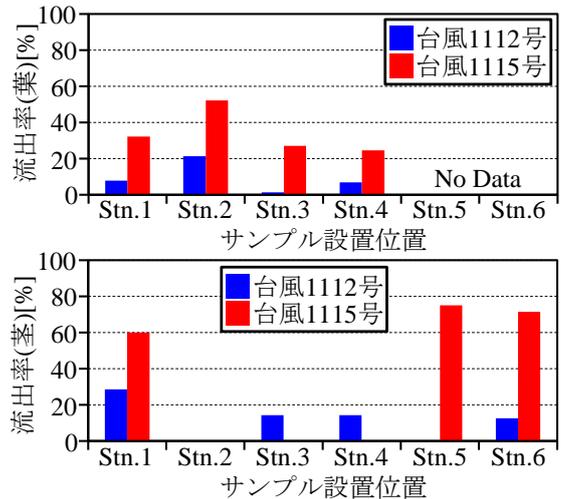


図3 出水後における葉(上)と茎(下)の流出率

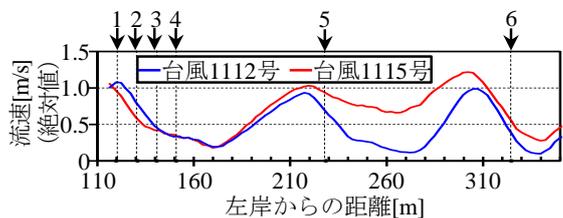


図4 各出水の水位ピーク時に水深平均流速の横断分布(図中の矢印は植生調査地点を示す)

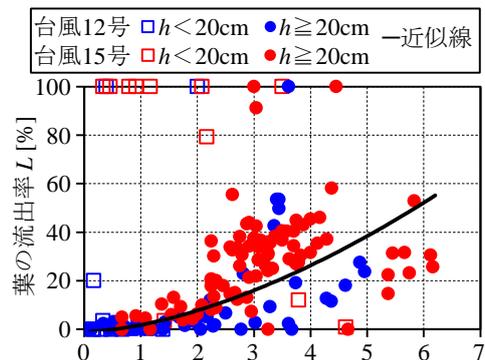


図5 葉一枚の流出率 L と流体力の相関関係

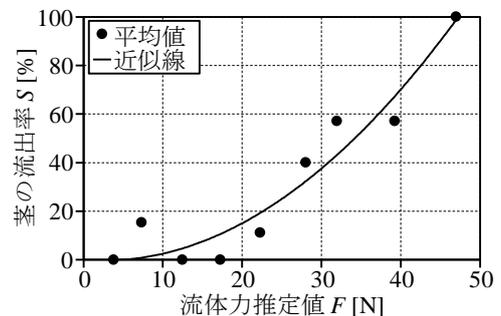


図6 茎流出率 S と流体力 F の相関関係