

2017年秋田豪雨によって水田に堆積した流木の特徴*

岩手大学 松林 由里子

1. はじめに

2017年7月22日から23日の梅雨前線による大雨によって、秋田県内では、雄物川とその支川、中小河川などで氾濫が発生した。以下、秋田豪雨とする。1,940箇所の農地（水田・畑）が被害を受け、被害額は、約16億5千万円、農作物の被害額は約15億4千万円にのぼり、作物別で被害面積が最も大きいのは、水稻である。林業関係では約2億円の被害額で、林地113箇所、林道249箇所の被害が報告されている¹⁾。

2016年に発生した、台風第7号、第11号、第9号、第10号及び前線による大雨・暴風²⁾では、岩手県岩泉町内を流れる小本川や安家川など多くの中小河川で氾濫が発生し、氾濫流に運ばれて、橋などに堆積した大量の流木による被害が目立った。1999年に岩手県軽米町で発生した雪谷川の洪水³⁾、2003年台風10号による北海道沙流川での洪水⁴⁾など、洪水時に大量に発生する流木に関する調査が行われているが、流木の発生源は、上流域の山地や河畔林の植生、土石流や地滑りの発生状況と深くかかわり、河川ごとにことなる要因を持つ。

秋田県は、天然の秋田杉だけではなく、植林されたスギも多く、民有林と国有林を合わせたスギ人工林面積は、367,000haと全国1位の面積を持つ。⁵⁾ 2017年秋田豪雨では、雄物川支川で、スギの流木が多く見られた。大仙市内の荒川沿いの水田では、河川の氾濫による土砂の移動とともに、大量のスギの堆積が見られた。

図-1に、雄物川小支川の荒川の荒川橋水位観測所で観測された水位を示す。7月22日深夜から23日にかけてはん濫注意水位を超えた。23日朝には、はん濫注意水位を2m近く越えた。本論文では、水田に堆積した流木の長さや太さ、状態を整理し、流木の大きさの分布や漂流時の破損の状況、漂流時の向きなどを明らかにするために、雄物川の支川淀川に

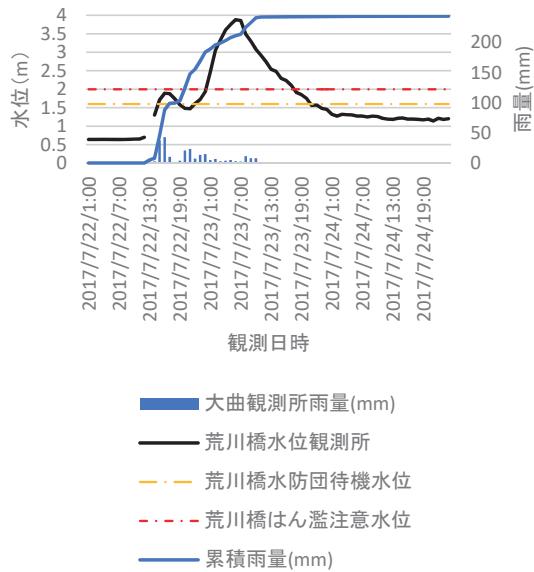


図-1 荒川橋水位観測所の水位と降雨量

* Field survey of driftwood deposited in rice paddy filed during flood in 2017 at Akita prefecture by Yuriko Matsubayashi

合流する小支川荒川沿いの協和荒川漆原の水田に堆積した流木の状況についての調査結果を報告する。

2. 調査について

2-1 調査範囲

図-2に、協和荒川漆原付近の調査範囲と周辺の状況を示す。図の右から左に荒川が流れおり、北から宮田又沢川が合流する。合流地点より上流で、荒川から水田への越水が発生し、水田が冠水し、表土が流出し、流木が堆積した。また、水田を横切った流れによって水田の洗掘が観察された。

2-2 調査内容

図-2の緑色で示した約80,000m²の水田を調査範囲とし、堆積した流木の特徴を調査するために、2017年7月から10月にかけて、調査を行った。8月2日に小型UAV(DJI社製、Phantom4)で空中から撮影を行い、8月28日、9月6日、9月26日、10月6日に、流木の計測を行った。ハンディーGPS(Garmin Oregon650TCJ)を用いて位置情報を記録し、写真を撮影し、長さ、根の高さと幅、幹周を計測し、根の有無、折れ、皮のはがれ等の状態を記録した。流木の長さと幹

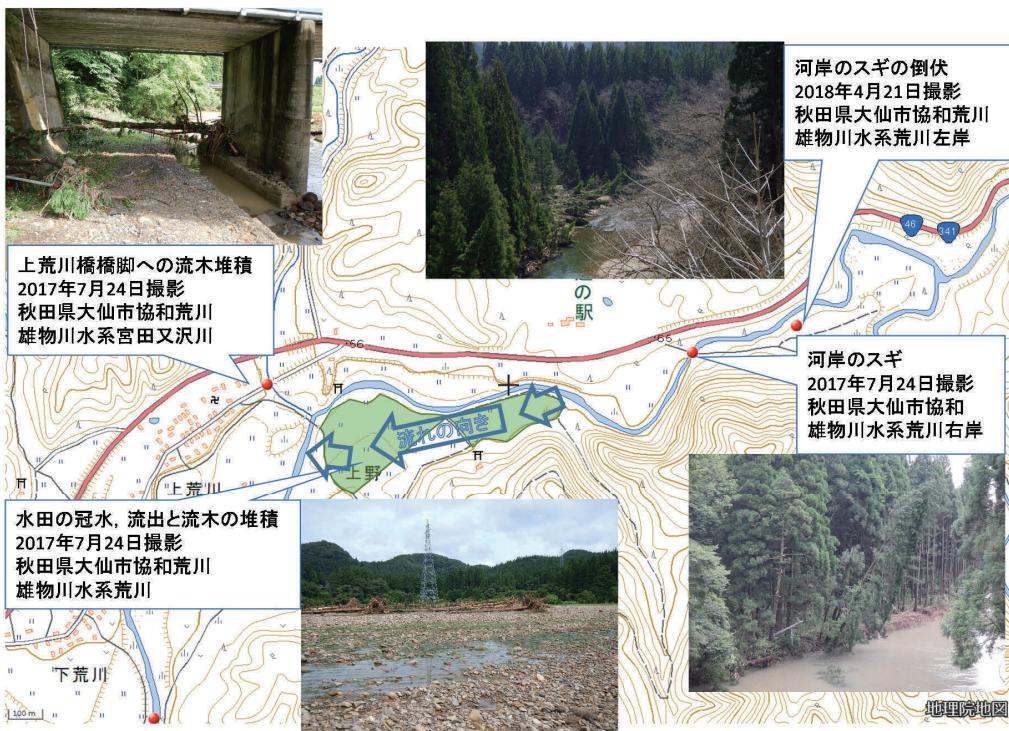


図-2 調査対象の水田と周囲の状況（国土地理院地図に写真と図を追加）

周は巻き尺で計測した。流木の長さは、根元より上の幹の長さとし、幹と根の境界は、立木だった時に垂直だった幹と水平方向に広がる根へと角度が変化する場所とした。根の有る流木の幹周は根もとから 120 cm の胸高幹周とし、根が無い流木の幹周は長さの中央付近で計測した。横たわって堆積している流木の根に関して、立木だった時の根の深さ方向を長さとし、横たわって堆積しているときの鉛直高さと、それに直交する幅を計測した。

調査範囲の流木のうち、多くが枝葉や根、皮が残ったスギで、立木が 7 月 22 日から 23 日の大雨によって流出したものと考えられる。形状は、樹幹部と根が残ったもの、根が残っているが幹が折れているもの、根が無く、幹が折れているものなどが見られた。図-2 に示すように、調査範囲の上流では、河岸近くに植林されたスギの倒伏や根元の侵食によって傾いたスギが観察され、また、過去の空中写真で確認された河川敷内のスギが流出していたことから、これらが、流木の発生源の一つだと推測される。ただし、空中写真で確認されたスギが、植林されたものか、実生のものは不明である。

3. 結果

(1) 水田への氾濫流の流入について

小型 UAV による写真を、Photoscan(Agisoft 社製)を用いてオルソ写真を作成した結果を図-3 に示す。図中の矢印は、平常時と、予測される氾濫時の流れの向きを示している。氾濫による水田の侵食が大きかったのは、オルソ画像中央で、しばらく直進した流れが北向きに湾曲を開始する地点で、左上の大雨直後の写真に示すように、南西方向へと水田を横切る流れが生じている。水田を横切る流れを土嚢でせき止める処置がとられた後で、およその侵食深さを計測したところ、右上の写真のように、河川に近い点では約 1.8m で、水田の内部に進むにつれて浅くなつた。水田を侵食しながら横切った流れに乗って、大量の流木が水田に流入し、水位の低下とともに堆積したと考えられる。

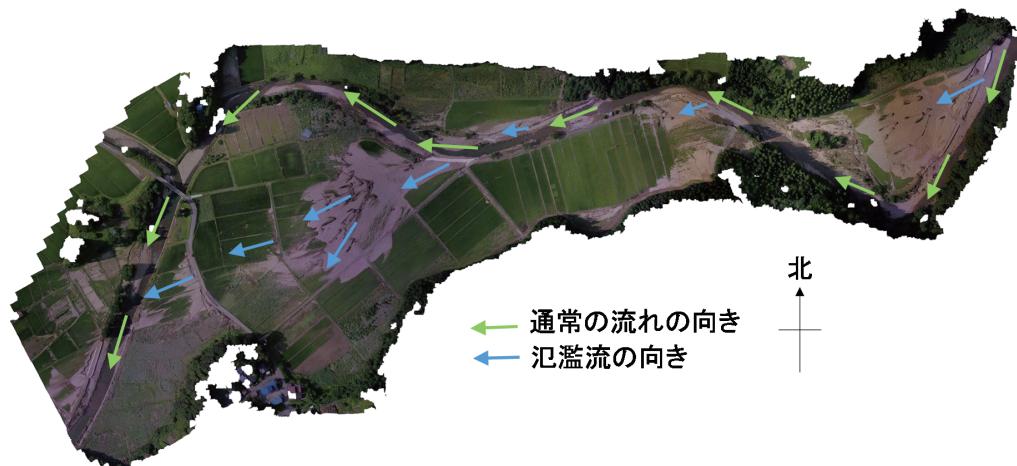


図-3 ドローン画像によるオルソ画像と流れの向き

(2) 流木の計測結果

氾濫原で計測した流木は、表-1に示す通り、112本で、そのうち、スギの木は99本であった。根が絡み合って2本、または3本一緒に漂流して堆積したと考えられる木がそれぞれ、2組ずつあった。人工的な細工や切断が見られるものを木材とした。

図-4に、スギ流木の長さと幹周の分布を示す。根の有るものと根の無いもの、それぞれの幹周と長さの線形の比例については、相関係数が0.4未満で、弱い相関が見られる。植林され、似た環境で育成されたスギの長さと幹周であれば、形状が似通ったものとなり、既往の研究で報告さ

表-1 計測した流木のうちわけ

種類	本数
スギ	89本
スギ2本一緒に漂流したもの	4本
スギ3本一緒に漂流したもの	6本
クロマツまたはアカマツ	1本
広葉樹	7本
クルミ類	2本
木材	3本
総計	112本

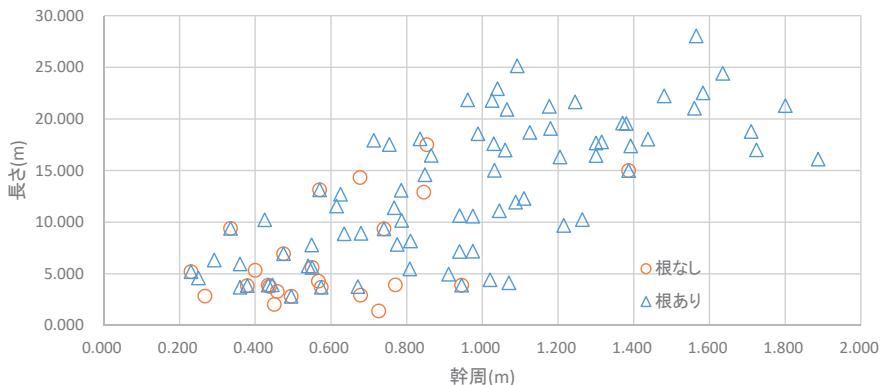


図-4 流木の幹周と長さの関係

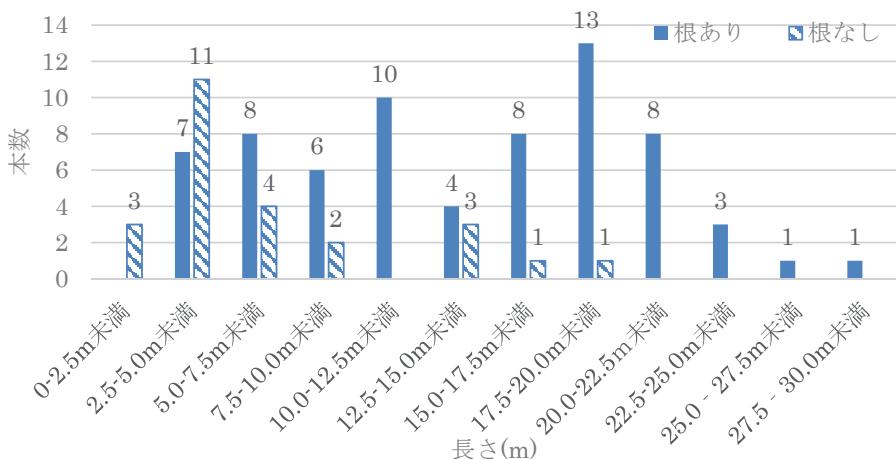


図-5 流木の長さのヒストグラム

れるような成長曲線に沿った分布になるが、流出時、漂流時の損壊によって、それぞれの形状が異なるため、ばらついた結果となった。

次に、植生時は一定の形状だった流木が、漂流時に損壊して形状が変化したと考え、部位ごとの損壊状況に関連が見られるかどうかを検討した。図-5に、流木の長さのヒストグラムを示す。ここで、根の有るものも無いものも、長さには、根の部分を除いた幹の長さだけを計測したものを用いている。根の部分が損壊、または幹が折れて根のない流木では、2.5から5m未満のものが最も多く、根がある流木では、17.5から20m未満のものが最も多く、分布には大きな違いがある。根の有るものは、漂流時の折損があまりない状態で堆積したことが予測される。広島県庄原市で土石流にともなって発生した流木を調査した渋谷ら⁶⁾は、枝葉の残った流木は無く、10m以下の流木が大半を占めていると報告しているが、今回対象とした流木は枝葉が残っており、損傷が少ない木であった。

図-7に、流木の根の幅と高さの比の値の分布を示す。ここで、根の幅と高さは、図-6に示すように、堆積して横たわる流木の根を計測した結果である。比の値が1.2以上1.4未満で、高さよりも幅が大きい根の流木が多く、根の幅と高さの比が極端に偏ったものは少ない。根の下部が堆積物に埋まっている流木も多く、また、流木の重さによって下側になつた根が変形して、漂流時よりも高さが小さくなっていることが考えられ、漂流している流木の根の形状は、円に近い。

図-9に、空中写真のオルソ画像から判断した根の向きを8方位に分けた結果を示す。根が向いている方角で最も多いのは北東方向で、水田全体の流れの向きの上流にあたり、漂流時に根が上流を向いた状態だった流木が多いと推測される。今回は、氾濫原に堆積する流木の向きについてだが、河川内に単独で堆積する流木の90%の根が上流を向いているというRavazzoloら⁷⁾の報告と同様の傾向となった。また渋谷ら⁸⁾は、水理実験と数値計算により、根付き流木が流下する際に、流れに対してまっすぐに流れることを報告し、理由として、根と底面の摩擦による上流向きの力が働くことを指摘している。水田に堆積した流木も、根と底面の摩擦によって、流れに沿った向きで堆積していることが考えられる。

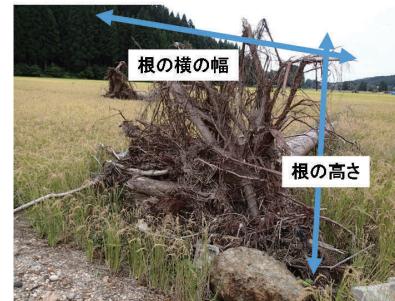


図-6 流木の根

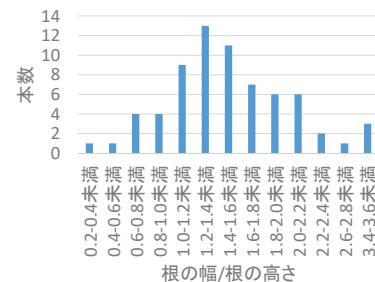


図-7 流木の根の幅と高さの比



図-8 流木の樹頂の方向

4. まとめ

雄物川水系荒川の氾濫によって浸食を受けた水田に堆積した流木の調査結果では、水田内に堆積した流木の8割以上を、枝葉や皮の付いた新規流木のスギが占めており、上流の河岸近くに植林されたスギや、河川敷内のスギが流出している可能性が高いことがわかった。

根のある流木とない流木では、長さの分布のピークが異なり、根の無い流木は漂流前や漂流中の折損によって、幹周も小さく、長さも短い結果を示した。

流木の根の縦横比は、横幅の方がわずかに大きい計測傾向が見られた。流木の向きは、根を上流に向けて堆積したものが多く、河川流木の堆積方向について調査した既往論文と同様の傾向を示した。

謝辞：本調査には、岩手大学工学部の卒業生、清野亮氏、佐々木勇人氏、佐々木優作氏、澤村健人氏、菅原健太氏、鈴木直人氏の協力を得た。謝意をあらわす。

参考文献

- 1) 秋田県総合防災室：平成 29 年 7 月 22 日からの大雨による被害状況，平成 29 年 9 月 12 日 12 時 00 分.
- 2) 気象庁, 災害時気象報告 平成 28 年台風第 7 号・大 9 号・第 10 号・第 11 号及び前線による 8 月 16 日から 8 月 31 日にかけての大嵐及び暴風等, 2017.
- 3) 福田孝之, 三輪式, 永吉武志：雪谷川（岩手県輕米町）における平成 11 年洪水災害について, 水工学論文集, 第 46 卷, pp1199-1204, 2002.
- 4) 鈴木優一, 渡邊康玄：沙流川での台風 10 号における流木の挙動, 水工学論文集, 第 48 卷, pp1633-1638, 2004
- 5) 秋田県農林水産部：平成 29 年度版秋田県林業統計, <https://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/1762>, 2019 年 5 月 30 日確認
- 6) 渋谷一, 香月智, 大隅久, 國領ひろし：平成 22 年 7 月 16 日に広島県庄原市で発生した豪雨災害における流木実態調査, 砂防学会誌 64 卷 1 号 p. 34-39, 2011.
- 7) Ravazzolo, D. and L. Mao, L. Picco, M. A. Lenzi : Tracking log displacement during floods in the Tagliamento River us-ingRFID and GPS tracker device, Geomorphology, 228, pp. 226-233, 2015.
- 8) 渋谷一, 堀口俊行, 香月智, 大隅久, 石川信隆：円柱形集合体要素を用いた個別要素法による根付き流木の捕捉シミュレーション, 土木学会論文集 A2 (応用力学), Vol. 67, No. 2 (応用力学論文集 Vol. 14), I_323-I_334, 2011.