

# 砂州の形成に着目した小規模出水時における 流木の発生・再移動・堆積に関する現地調査

FIELD INVESTIGATION FOCUSED ON FORMATION IN BARS  
FOR THE WOODY DEBRIS BEHAVIOR AFTER A SMALL SCALE RAIN EVENT

上野順也<sup>1</sup>・齋藤健一<sup>2</sup>・布田哲朗<sup>3</sup>・佐藤創<sup>4</sup>・渡邊康玄<sup>5</sup>

Junnya UENO, Kennichi SAITOU, Tetsuro FUTA, Hajime SATOU, Yasuharu WATANABE

<sup>1</sup>正会員 工修 (株)シン技術コンサル 河川・砂防部 (〒003-0021 札幌市白石区栄通2丁目8-30)

<sup>2</sup>(株)シン技術コンサル 空間情報部 (〒003-0021 札幌市白石区栄通2丁目8-30)

<sup>3</sup>(株)シン技術コンサル 河川・砂防部 (〒003-0021 札幌市白石区栄通2丁目8-30)

<sup>4</sup>正会員 農博 地方独立行政法人北海道立総合研究機構 林業試験場 (〒079-0198 美唄市光珠内町東山)

<sup>5</sup>正会員 工博 国立大学法人北見工業大学 社会環境工学科 (〒090-8507 北見市公園町165番地)

Woody debris flow causes various damage at the time of a flood. One of the causes of river channel blockade, dropped bridge and a fishing net damage is the woody debris flow. Based on the results of past research, it is considered that the woody debris behavior is correlated to the bars. In this study, we investigated detail relationship of development in the bars and the woody debris behavior such as their generation, removal and accumulation. For tracking the woody debris behavior, we tagged numbered tape to each piece of woody debris found along two selected rivers where the development situation of their bars was different. As a result, we confirmed the great correlation of the numbers of the woody debris per unit distance and the area of the bar at the rivers where bars develop. Thus, after a small scale rain event, the accumulated woody debris re-moved and then it re-accumulated again in a bar around the water's edge with the high submergence frequency. Therefore, we conclude that a bar has the effect which catches woody debris.

**Key Words :** *woody debris generation, woody debris re-movement, woody debris accumulation, tag and track investigation, bars*

## 1. はじめに

河畔林は、良好な河川環境を形成する要素となる一方で、山腹崩壊や河岸侵食などにより河川に流出すると流木となる。平水時の流木は多様な流れを生じさせて水生生物の生息・生育空間を形成しているが、洪水時には橋脚や橋桁に絡みつくと、また海域に流出することから、河道閉塞や落橋あるいは漁網などの被害を引き起こしている。そのため、山地河川では流木捕捉工やダムでの捕捉などの流木対策が進められている<sup>1)</sup>。このように、沖積河川における流木の発生・流下・堆積機構を明らかにすることは、洪水に対する安全度の向上にとって重要な意義を持っている。しかしながら、流木発生の不確実性や洪水時の追跡の困難さから、現在十分解明されていないのが現状である。本研究では、既往の研究で流木の挙動に砂州が大きく関与している結果<sup>2)3)</sup>を踏まえ、砂州の発達と流木の発生・再移動・堆積の関係について、砂州の発達状況が異なる流域における現地調査を実施し、検

討を行うこととした。

## 2. 対象流域の概要

調査対象とした河川は、砂州の発達状況が異なる紋別川と隈川である。

### (1) 紋別川の概要

紋別川は大樹町と広尾町を流れ太平洋に注ぐ河川であり、流域面積は95.6km<sup>2</sup>である。河口から約17km上流までの区間には発達した砂州が認められる。流域図を図-1に示す。2014年には小規模な出水が生じており、確率評価すると2~3年確率程度の出水であった。

### (2) 隈川の概要

隈川は北見市を流れオホーツク海に注ぐ常呂川の支川である。流域面積は38.2km<sup>2</sup>である。常呂川との合流点から約6km上流までの区間には発達した砂州は認められない。流域図を図-2に示す。2014年には小規模な出水が生じており、1~2年確率程度の出水であった。



図-1 紋別川流域位置図

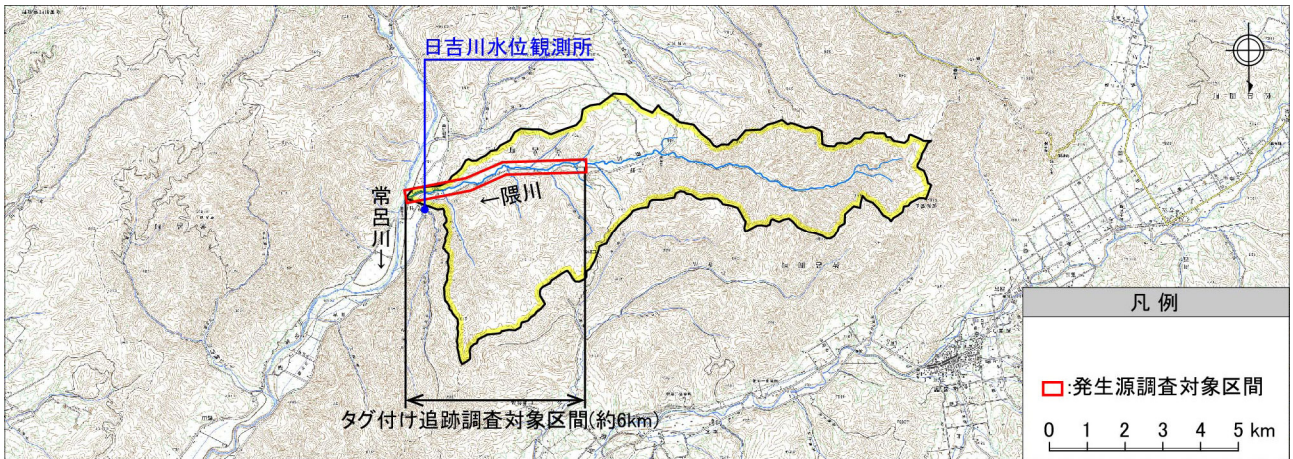


図-2 隈川流域位置図

### 3. 調査方法

流木の発生・流下・堆積に関する調査は、流木の再移動・堆積状況を把握するため、流木にタグを付けて実施した<sup>4)</sup>。流木が細すぎるとタグ付けが困難となることから、本研究では平均直径15cm以上、流木長2.0m以上の流木を対象とした。調査方法を以下に述べる。

#### (1) 流木の発生源調査

河道に堆積している流木の発生源(山腹斜面、河岸)を推定するため、2014年11月中旬～12月上旬に流木の樹種を判定した。流木の樹種は流木の樹皮や葉等の特徴から判定し、樹種の判定が困難な樹木については不明とした。流木の発生源は、山腹斜面や河岸に生育している時点からモニタリングしなければ明確にならないが、本研究では既往の研究<sup>5)6)</sup>にならない樹木の生育立地条件における土壌水分に着目し、比較的乾燥土壌に生育するものを「山腹斜面を好む樹木」とし、比較的湿潤土壌に生育するものを「河岸を好む樹木」に区分した。なお、隈川の調査対象区間は約6kmであったため全数調査としたのに対し、紋別川は調査対象区間が約17kmであり調査が膨大な作業量となることを避けるため、代表的な3地点(1地点500m)でのサンプリング調査とした。

#### (2) 流木のタグ付け追跡調査

河道に堆積している流木の再移動・堆積状況を把握するため、積雪前である2013年11月に河道内の裸地等に堆積している流木にタグを付けて追跡調査を実施した。追跡調査では、発見したタグ付け流木の番号毎に測点や樹種、流木長、平均直径、腐朽度、根付きの状態、平水時の水際との位置関係等について記録した。また、流量量は平均直径と流木長を用いて実体積を算定した。なお、調査対象区間については「流木の発生源調査」と同様としたが、紋別川ではサンプル調査地点から河口までの区間を追加した。

調査の時期は、河川流量が増加しなければ流木が移動しないため、最寄りの水位観測所における水位の変動を把握しながら決定することとした。両河川とも融雪出水や夏水出水、夏水出水後で流木が移動したことから、平水時の水位に戻った8月上旬と8月中旬～9月上旬、11月中旬～12月上旬に実施した。図-3に2014年の日最高水位の時系列変化を示す。なお、紋別川は紋別水位観測所のデータであり、隈川は日吉川水位観測所のデータである。空白期間は欠測期間である。

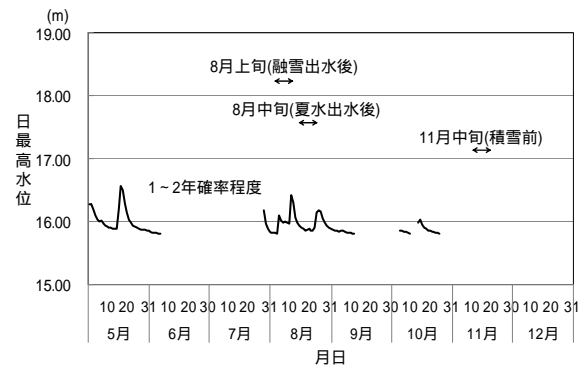
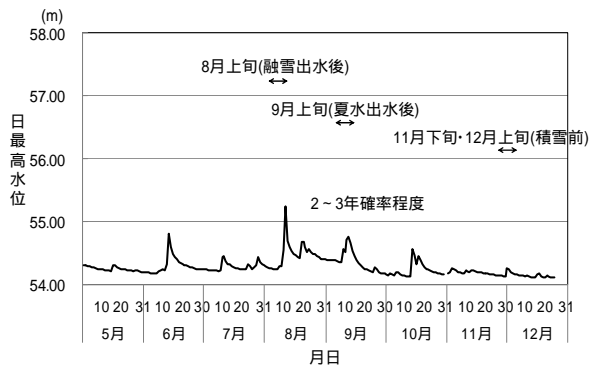


図-3 2014年調査期間における日最高水位(左:紋別川/右:隈川)

#### 4. 調査結果

##### (1) 流木の発生源調査

両河川における流木の発生源調査結果を図-4に示す。樹種の判定が困難な流木があったものの、いずれの河川においても山腹斜面よりも河岸を発生源とする可能性が高いことがわかった。このことは、調査対象河川では、山腹斜面の崩壊等が生じるような大規模な出水が近年発生していないことを反映しているものと考えられる。

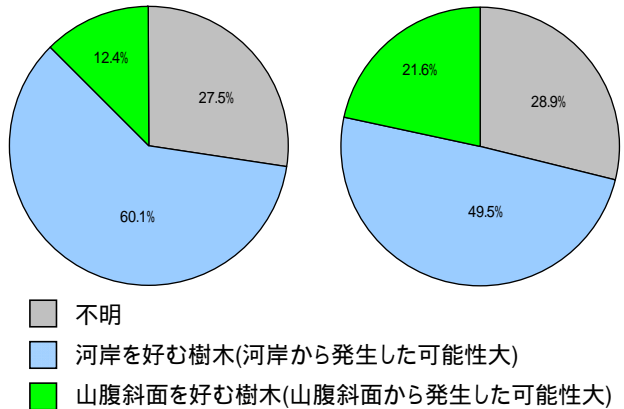


図-4 流木の発生源調査結果(左:紋別川/右:隈川)

調査箇所 調査区間	流木長	平均直径	水際からの距離	水面との比高
紋別川①	<p>移動割合 (%)</p> <p>2~4m: N=11, 4~6m: N=22, 6~8m: N=25, 8~10m: N=15, 10m~: N=20</p>	<p>移動割合 (%)</p> <p>10~15cm: N=15, 15~20cm: N=40, 20~25cm: N=19, 25~30cm: N=11, 30cm~: N=8</p>	<p>移動割合 (%)</p> <p>0.0~1.0m: N=35, 1.0~2.0m: N=4, 2.0~3.0m: N=0, 3.0~4.0m: N=50</p>	<p>移動割合 (%)</p> <p>0.0~0.5m: N=67, 0.5~1.0m: N=14, 1.0~1.5m: N=9, 1.5m~: N=3</p>
紋別川②	<p>移動割合 (%)</p> <p>2~4m: N=24, 4~6m: N=31, 6~8m: N=42, 8~10m: N=17, 10m~: N=36</p>	<p>移動割合 (%)</p> <p>10~15cm: N=13, 15~20cm: N=67, 20~25cm: N=36, 25~30cm: N=18, 30cm~: N=16</p>	<p>移動割合 (%)</p> <p>0.0~1.0m: N=36, 1.0~2.0m: N=6, 2.0~3.0m: N=4, 3.0~4.0m: N=3, 4.0m~: N=101</p>	<p>移動割合 (%)</p> <p>0.0~0.5m: N=32, 0.5~1.0m: N=37, 1.0~1.5m: N=33, 1.5m~: N=48</p>
紋別川③	<p>移動割合 (%)</p> <p>2~4m: N=16, 4~6m: N=15, 6~8m: N=20, 8~10m: N=16, 10m~: N=15</p>	<p>移動割合 (%)</p> <p>10~15cm: N=11, 15~20cm: N=42, 20~25cm: N=20, 25~30cm: N=7, 30cm~: N=2</p>	<p>移動割合 (%)</p> <p>0.0~1.0m: N=30, 1.0~2.0m: N=2, 2.0~3.0m: N=0, 3.0~4.0m: N=0, 4.0m~: N=50</p>	<p>移動割合 (%)</p> <p>0.0~0.5m: N=30, 0.5~1.0m: N=13, 1.0~1.5m: N=17, 1.5m~: N=22</p>
隈川	<p>移動割合 (%)</p> <p>2~4m: N=68, 4~6m: N=42, 6~8m: N=54, 8~10m: N=21, 10m~: N=63</p>	<p>移動割合 (%)</p> <p>10~15cm: N=56, 15~20cm: N=118, 20~25cm: N=55, 25~30cm: N=11, 30cm~: N=8</p>	<p>移動割合 (%)</p> <p>0.0~1.0m: N=122, 1.0~2.0m: N=13, 2.0~3.0m: N=15, 3.0~4.0m: N=10, 4.0m~: N=88</p>	<p>移動割合 (%)</p> <p>0.0~0.5m: N=156, 0.5~1.0m: N=34, 1.0~1.5m: N=31, 1.5m~: N=27</p>

図-5 再移動した流木の特性

(2) 流木の流下・堆積

流木は洪水時に浮遊して移動することから、流木の移動しやすさという観点から、流木の堆積位置(水際からの距離、水面との比高)および流木形状(流木長、平均直径)を調査時に記録している。

再移動した流木の特性として再移動した流木の移動割合を図-5に示す。再移動した流木とは、タグ付け後の流木が下流に移動して河道内の裸地等に堆積したものおよび河口等に流出したもののことであり、タグ付け追跡調査3回の総計である。図-5のNは各クラスにおける流木の調査本数である。

河道内には砂州や水際等に様々な形状の流木が堆積しているが、流木形状に関しては全体的に同程度の移動割合となっており、再移動に対しての決定的な要因は見られない。堆積位置に関しては水際からの距離と水面との

比高ともに小さいクラスで移動割合が高くなっており、流木の再移動と関連しているものと推察される。

再移動前と再移動後の流木の堆積位置別本数を図-6と図-7に示す。いずれの河川においても再移動前後の流木の堆積位置は、平水時の水際から1.0m以内、水面との比高が0.5m以内に集中していた。

このように、小規模出水時における流木の再移動に対しては、堆積位置と関連しているものと考えられる。

また、図-6中の赤字は単位距離あたりの再移動した流木本数である。単位距離あたりの再移動した本数は対象流域で異なっているうえに、同じ流域であっても調査箇所でも異なっている。このことから、堆積位置を規定する水際周辺の地形のひとつである砂州の発達状況や面積に着目し、再移動流木と砂州発達状況や砂州面積との関係について検討することにした。

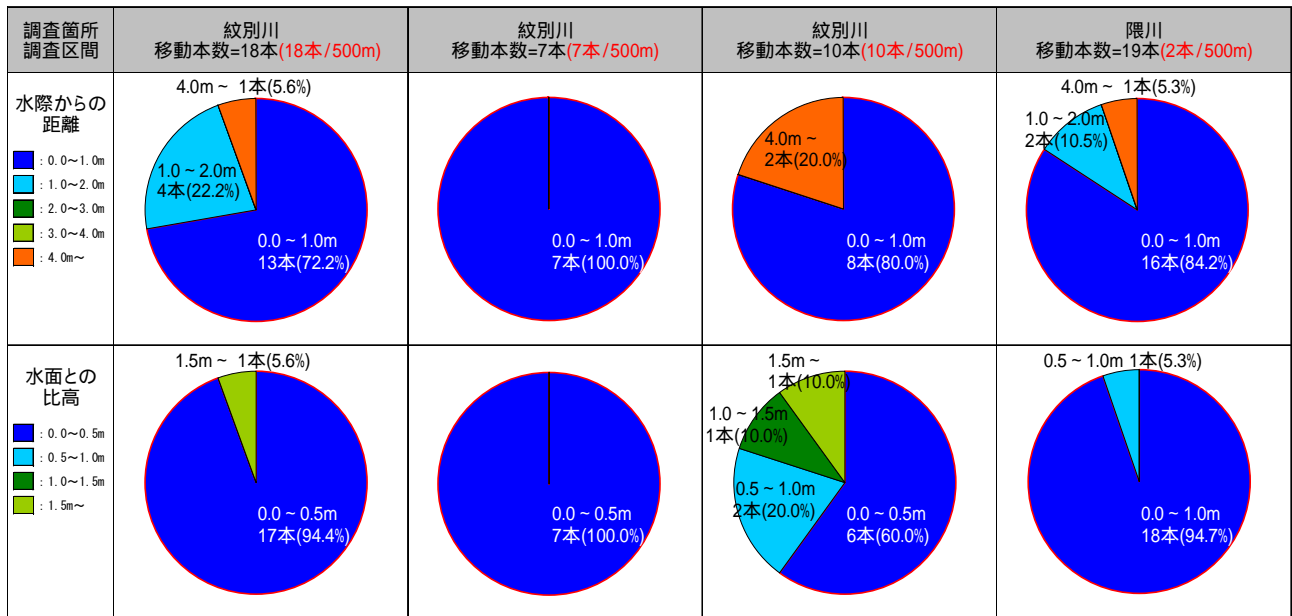


図-6 再移動前流木の堆積位置

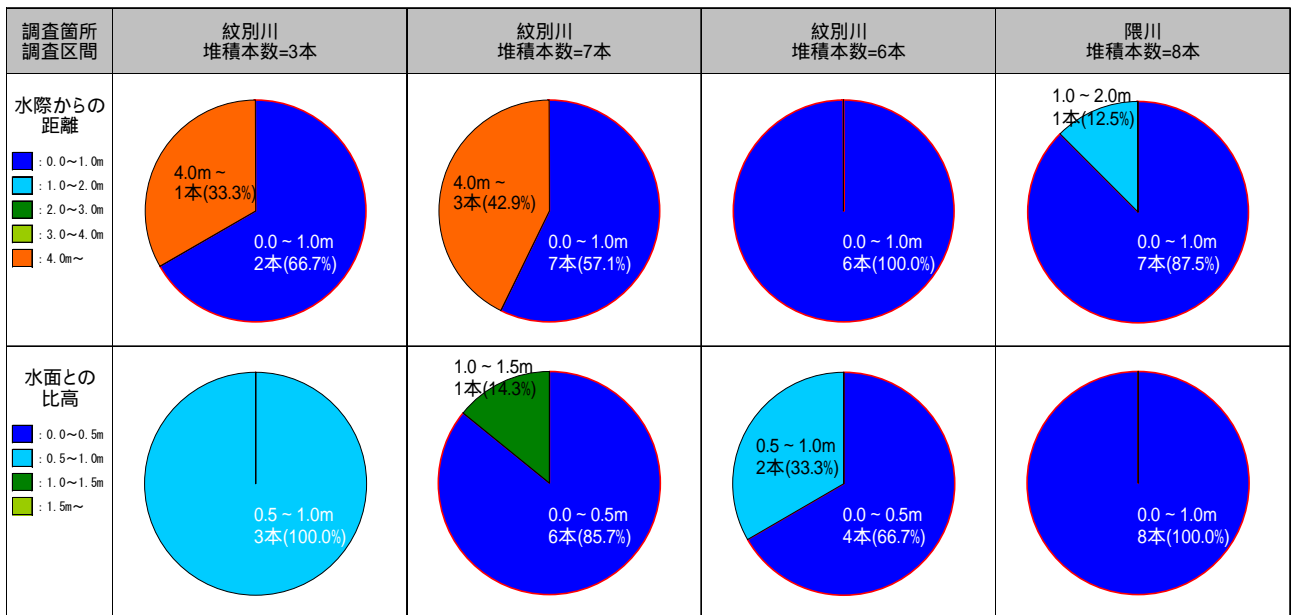


図-7 再移動後流木の堆積位置

## 5. 砂州の発達状況と流木の流下・堆積の関係

流木のタグ付け追跡調査結果から再移動した流木は、水際から1.0m以内、水面との比高が0.5m以内の水際周辺に集中して堆積していた。また、単位距離あたりの再移動した流木本数は河川ごとに差異が生じており、隈川よりも紋別川で多くなっている。さらに、再移動した単位距離あたりの移動流木本数は同一河川であっても調査箇所ごとに差異が生じており、紋別川では紋別川①、紋別川③、紋別川②の順で多くなっている。以上のことを踏まえ、砂州の発達状況の違いおよび砂州面積の違いと再移動流木の移動との関係を考察した。

### (1) 砂州の発達状況の違いによる再移動流木の差異

水際周辺の地形のひとつである砂州に着目し、調査箇所における砂州の形成領域を把握することとした。砂州の領域区分は黒木・岸<sup>7)</sup>の区分図を用いた。用いた水量量は、年最大流量やその時の平均川幅、平均粒径等を用いた。調査箇所の値をプロットしたものを図-8に示す。隈川の調査区間は砂州非発生領域に該当し、紋別川の調査箇所は単列砂州と複列砂州に該当する。写真-1に紋別川①における砂州の発達状況と流木の堆積状況を一例として示す。砂州が形成されると、小規模出水時でも河道内に水深が浅くなる部分が生じるため、この部分に流木が堆積しやすくなる。砂州の形成による冠水頻度の高い水際周辺の面積の拡大に伴って堆積流木量が増加し、次期出水によって水際周辺の堆積流木が再移動するため、砂州が存在する河川では再移動流木量が多くなると考えられる。

- 紋別川①    ■ 紋別川②    ▲ 紋別川③
- 隈川下流    ■ 隈川上流

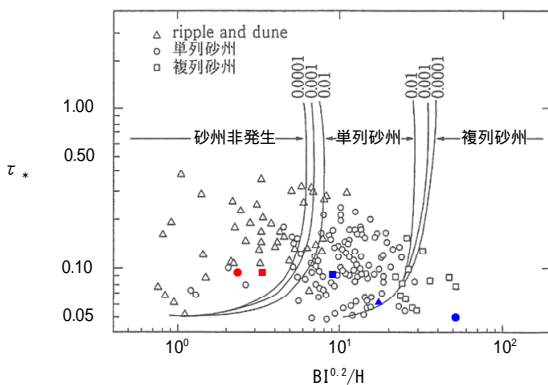


図-8 砂州の領域区分図



写真-1 紋別川①における砂州発達と流木堆積状況

※写真中の赤い部分は流木及び流木群を示す。

### (2) 砂州面積の違いによる再移動流木の差異

砂州が発達する河川であっても、場所によって砂州面積が異なっていることから、調査箇所の砂州面積を計測した。砂州面積の集計にあたっては、2014年11月に実施したパラグライダー撮影結果等を用いて、樹木が繁茂していない裸地化した面積を計測した。計測に用いたパラグライダー撮影写真等を写真-2に示す。裸地化している部分がすべて冠水しているとは言えないが、冠水した面積が不明であることから、ここでは傾向を見ることを目的としてこの値で流木の本数を基準化することとした。この結果、図-9に示すように裸地化した砂州面積は、再移動した単位距離あたり流木本数と一定の相関が認められた。すなわち、砂州面積が大きい河道では再移動流木量が多くなる傾向がある。

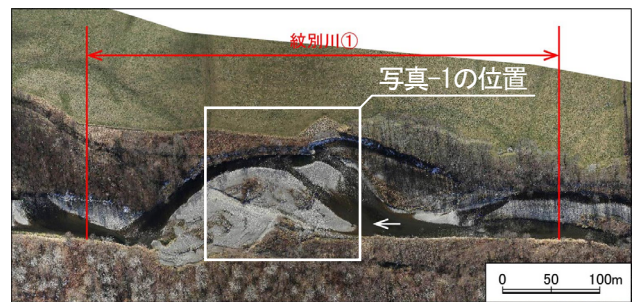


写真-2 パラグライダー撮影写真等(上段:紋別川① 中段:紋別川② 下段:紋別川③<sup>8)</sup>)

表-1 裸地化した砂州面積

調査箇所	単位距離あたりの移動流木本数 (本/500m)	裸地化した砂州面積 (m <sup>2</sup> /500m)
紋別川	18	13,500
紋別川	7	1,000
紋別川	10	6,200

※紋別川③についてはパラグライダー撮影していないので、2007年に撮影された空中写真<sup>8)</sup>より判読した。

表-2 裸地化した砂州に堆積した流木の移動割合

調査箇所	単位距離あたりの移動流木本数 (本/500m)	流木本数(本/500m)			裸地に堆積した流木の移動割合(%)
		裸地化した砂州に堆積	河畔林内に堆積	合計	
紋別川	18	83	10	93	22
紋別川	7	13	137	150	54
紋別川	10	79	3	82	13

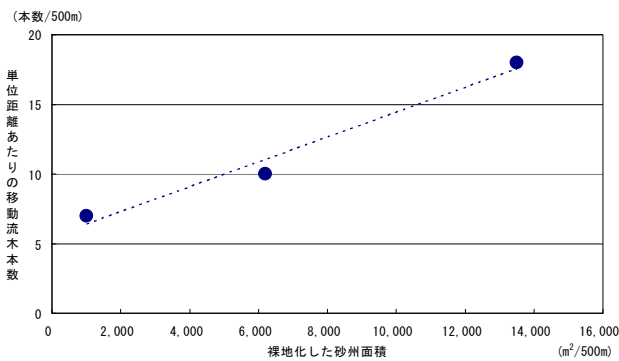


図-9 裸地化した砂州面積と単位距離あたりの移動流木本数

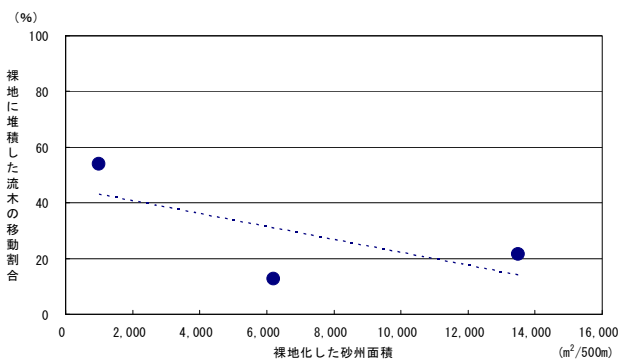


図-10 裸地化した砂州面積と裸地の堆積流木の移動割合

また、調査期間中の出水が小規模であったことから、砂州での流木堆積本数とそれに対する再移動した流木割合をまとめたものを表-2に示す。この結果、図-10に示すように今後の追加調査は必要であるものの、裸地化した砂州面積は流木の移動割合と一定の相関が認められた。

すなわち、裸地化した砂州面積が大きいと流木の再移動割合が低くなることが推察された。

このことから、小規模出水時において砂州が発達する河川では面積の大きい砂州の堆積流木の再移動割合は低いものの、本来流木堆積量が多いため、小規模出水時には砂州に堆積した流木の再移動本数が多いと考えられる。

## 6. おわりに

山腹斜面の崩壊等が生じていない時期の流木の発生源は山腹よりも河岸が多いことが認められた。また、砂州などの冠水頻度が高い水際周辺には堆積流木が多いことや砂州面積が大きい河道では堆積流木の移動割合が低くなることから、砂州には流木を捕捉する効果と砂州面積に応じて捕捉した流木を供給する効果が認められた。しかし、中規模・大規模出水時における流木の発生・移動・堆積については未調査である。今後は、中規模・大規模出水時における流木の発生・流下・堆積に関する調査を実施して、沖積河川における流木の発生・流下・堆積を詳細に把握することが重要と考える。

謝辞：本研究は、北海道環境生活部から環境省のグリーンニューディール基金制度を活用して調査依頼を受けたものの一部<sup>9)</sup>であり、データの使用等について快諾をいただいた。

## 参考文献

- 1) 技報堂出版株式会社,流木と災害-発生から処理まで-,2009年12月
- 2) 矢部浩規,渡邊康玄：流木の堆積、捕捉調査と河道流況特性について，土木学会水工学論文集第52巻，pp661-666.2008年2月
- 3) 佐々木章允,渡邊康玄,益本孝彦：砂州が形成された河床における流木の流下に関する実験，土木学会河川技術論文集 Vol.15,pp177-182,2009年6月
- 4) 佐藤創,阿部友幸,南野一博：河川流木の移動パターンに基づいた流木流出量の予測，砂防学会誌，Vol.68,No.3,pp31-38.2015年
- 5) 土木学会水工学委員会・平成15年台風10号北海道豪雨災害調査団：平成15年台風10号北海道豪雨災害調査団報告書.2004年
- 6) 佐藤創,長坂有,浅井達弘,寺澤和彦：2003年台風10号災害における厚別川流域の流木の堆積量と組成，砂防学会誌，Vol.58,No.6,pp11-17.2005年
- 7) 黒木幹男,岸力：中規模河床形態の領域区分に関する理論的研究，土木学会論文集，第342巻，pp87-96.1984年
- 8) NTT空間情報株式会社GEOSPACE,2007年
- 9) 北海道環境生活部：平成26年度北海道海岸漂着物等対策検討業務報告書.2015年

(2015. 9. 30受付)