

沙流川での台風 10 号における流木の挙動

BEHAVIOUR OF DRIFTWOOD IN THE SARU RIVER DURING TYPHOON NO.10

鈴木 優一¹・渡邊 康玄²
Yuichi SUZUKI and Yasuharu WATANABE

¹ 正会員 (独)北海道開発土木研究所 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1 番 34 号)
² 正会員 工博 (独)北海道開発土木研究所 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1 番 34 号)

Typhoon No.10 attacked the Pacific side of Hokkaido on August 9, especially in Iburi and Hidaka sub prefectures. The flood generated large amounts of driftwood and caused bridge washout in the Saru River basin. Based on an onsite survey conducted immediately after the typhoon, we examined the driftwood in the Saru River. We studied the distribution of locations where driftwood beached in the river channel, the volume of such driftwood, the distribution of driftwood origin in the river channel, reasons for driftwood originating there. The influence of driftwood to the rivers structures (bridge piers etc) is also investigated. It became clear that the driftwood generated from the river channel and the mountain area occupied 20% and 40% of all driftwood, respectively as a result of investigation. The generating places of the driftwood from the river channel were the flood plain at the inner bend and the eroded outer bank shore.

Key Words: channel vegetation, driftwood, flood, riparian trees, the Saru river

1. はじめに

沙流川は、北海道胆振地方の東端に位置し、日高山脈に源を発し南西に流下して太平洋に注ぐ、流域面積 1,345 km²、流路延長 104 km の一級河川である。図-1 に流域の概要図を示す。

2003 年 8 月 3 日に発生した台風 10 号は、9 日に北海道に接近し停滞していた寒冷前線を刺激したため、台風による降雨と前線による降雨が重なり合い、太平洋側を中心に強い降雨となった。特に、日高、胆振地方では非常に強い降雨となり、沙流川流域の山間部では、一日の降雨量が年間平均の 1/3 に迫る地点や総降雨量が 400 mm を越える地点が出現した。また、上流域の時間雨量が 3 時間連続で 30 mm を越え、上流域平均総降雨量も約 330 mm になるなど記録的な豪雨となった¹⁾。

このため、沙流川では計画高水位を超過する大洪水となり、河口から 15.6 km の平取観測所地点では計画高水位を約 70cm も上回った。この時の水位変化を図-2 に示す。また、河口から 21.4 km に位置する二風谷ダムでもダム流入量がダム設計洪水流量(6,200m³/s)を上回る約 6,350m³/s に達する流入となった。ただし、水位及びダム流入量は速報値であり確定値ではない²⁾。

この大洪水で、沙流川流域では山間部等から大量の

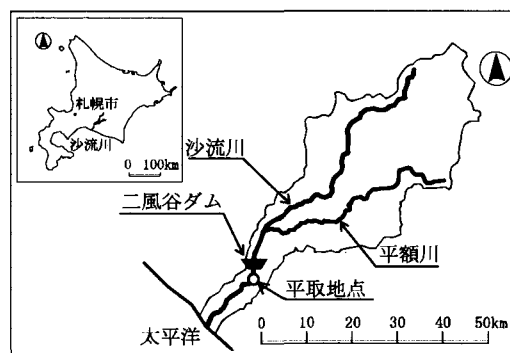


図-1 沙流川概要図

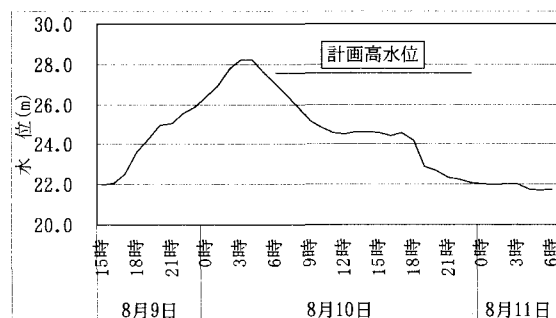


図-2 平取観測所水位変化図

流木が発生し、河道内や橋梁の橋脚等に堆積した。このため、沙流川の支川額平川では橋梁の一部が流出した

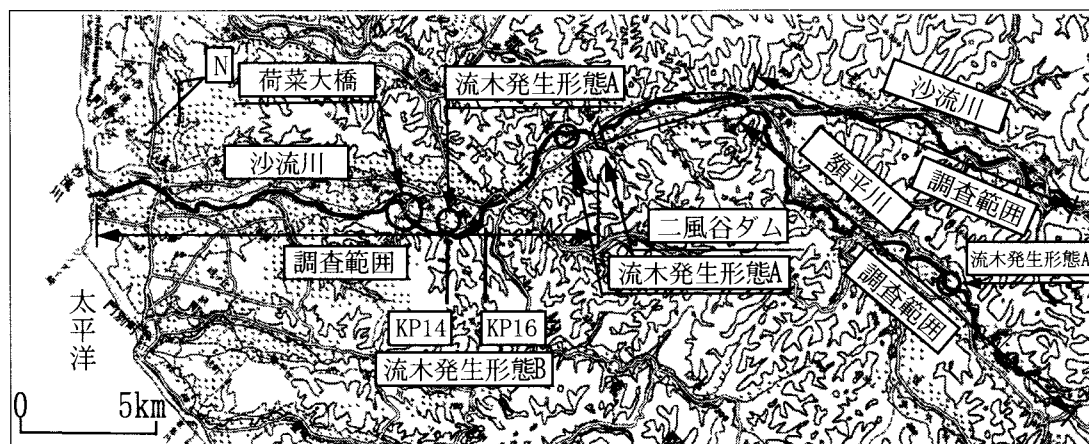


図-3 沙流川調査位置図

箇所や橋脚と橋桁が下流側に傾斜する等の被害が発生した。さらに、二風谷ダムでは、洪水後に1年間にダムで処理される流木の67年分に当たる約6万7千 m^3 の流木が貯水池内に滞留していた¹⁾。

沙流川流域では近年、1992年、1997年と2001年に大きな洪水が発生している。これらの洪水の中で、1992年の洪水では流木が大量に発生した。この流木について、矢部ら³⁾は流木の流出量について、また、渡邊ら⁴⁾は沙流川の西隣の鶴川流域で河道内樹木の倒伏状況について研究している。なお、この1992年洪水では流木の影響で橋梁が流出するような被害は発生していない。

近年、河川環境に配慮した河川整備を行う必要性が高まり、河畔林の再生あるいは保存が積極的に行われている。その一方で、河畔林は洪水時に流木の発生源ともなっている。今回のような記録的な洪水では、流域全体から流木が流出したものと推定されるが、河畔林の流木流出対策を行うことは、洪水被害の低減につながるため今後の河川環境を踏まえた河川整備や河川管理を行う上で必要不可欠な要件である。

このため、本論文では洪水直後の現地調査を基に、河畔林の倒伏状況、流木の堆積分布や堆積量、さらに河道内での流木の発生源等について検討を行っている。

2. 現地調査

(1) 調査範囲

調査範囲は、図-3に示す沙流川が河口から約35 km、支川の額平川が合流点から約22 kmの河道内とした。ただし、二風谷ダムの貯水池については、二風谷ダム管理所で別途流木調査を行っているため、一部調査範囲から除外した。

調査範囲の内、河口から二風谷ダム下流までの沙流川の河道特性は次のようになっている。河口付近(河口から5 km付近まで)はセグメント2-2に分類され、代表粒径6 mm、河床勾配1/700程度である。残りの区間は、

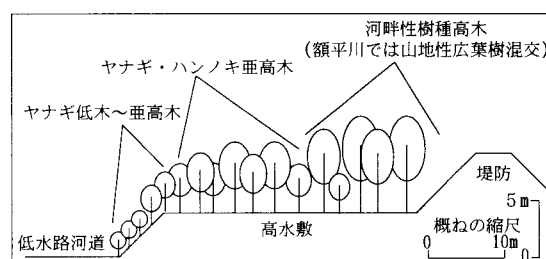


図-4 河畔林構成模式図

セグメント2-1で代表粒径25~33 mm、河床勾配1/600~1/1100となっている。地形分類は、河口付近も含め移行帯河道に分類される。

(2) 調査内容

各調査の内容を以下に示す。

a) 河畔林の倒伏状況

残存している河畔林と倒伏林について、その樹種や構成、倒伏の程度、洪水痕跡等を地形情報が得られる定期河川横断測量が行われている断面毎(0.2 km間隔)に調べることとした。

b) 流木堆積状況

調査範囲全体を踏査し、地形特性を踏まえ流木堆積地の分布状況や形態を調査することとした。また、堆積量は、流木の大きさが長さ1.8 m以上、末口径10 cm以上のもの全てについて、長さ、径、樹種及び今回の洪水で流木化したものかどうか等詳細な調査を行うこととした。上記寸法以下のものがまとまって堆積している場合には、その塊の寸法も把握することとした。

c) 流木発生源

今回の洪水における流木の発生源としては、洪水時及び直後に撮影された航空写真及び現地踏査から判断すると、山腹斜面、小規模沢沢等多数存在する。しかし、本論文では、焦点を絞るため沙流川本支川の河道内を対象としている。

河道内において発生源となった箇所については、現地踏査でその箇所を確認し、洪水痕跡から洪水時の河

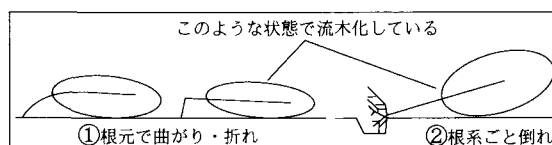


图-5 倒伏状况模式图

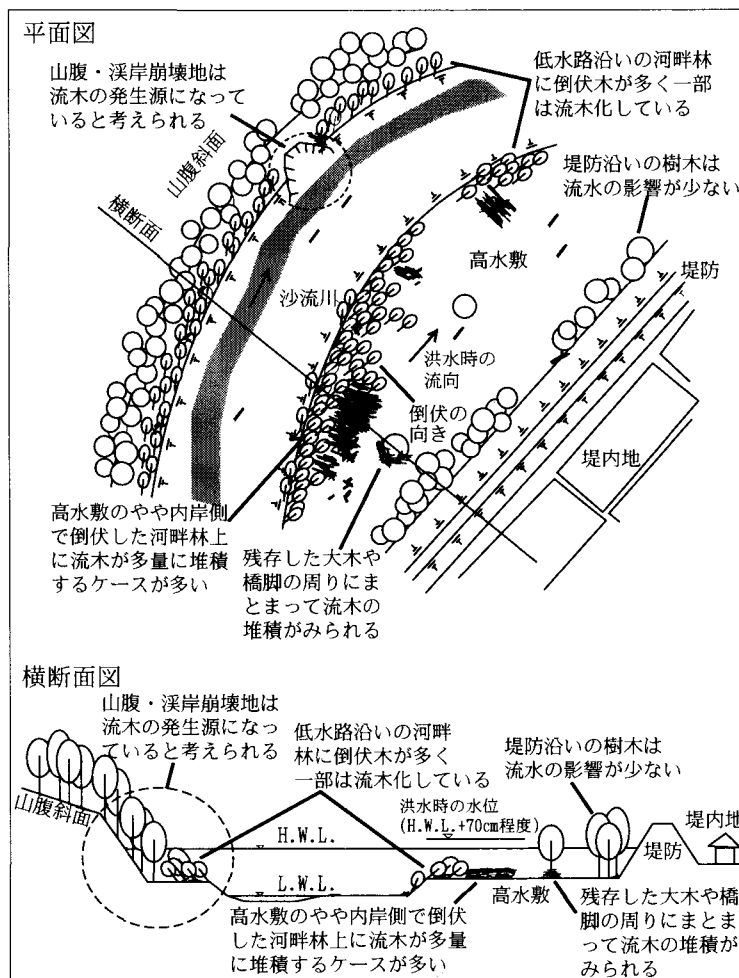


图-6 流木堆积状况模式图

幅, 流れの方向, 土砂の堆積状況及び流木化した状況等を調べるとともに, 洪水直後に撮影された航空写真を参考として, 発生源の位置や大きさを明らかにすることとした。

3. 現地調査結果

現地調査は、8 月下旬から開始され現在進行中(9 月 29 日現在)であるが、調査がほぼ終了した沙流川が河口から二風谷ダム下流まで、額平川が沙流川合流点から上流 22 kmまでの区間について、現地調査に基づく結果の概要を示す。次に、上述した流木毎の調査が終了した沙流川の河口から 12.4 kmに位置する荷菜大橋の前後 2.8 km区間の詳細な調査結果を示し、さらに、今回の洪水で被害を受けた橋梁について、その状況を示す。

(1) 河畔林の分布と樹種

現地調査で河畔林の河道内での分布状況や樹種の構成を調べた。

河畔林は河道内の低水路沿い、高水敷、堤防沿いに連続または断続的に分布しており、樹種はヤナギ類が優先し、その他、高木層としてハンノキやドロノキ等の河畔性樹種が混生している。なお、額平川ではナラ類等の山地性の広葉樹が出現しており、沙流川とは差異が見られた。

河川の横断方向に見た河畔林の構成は、図-4 に示す様に堤防沿いに樹高 10 数 m の高木が見られ、低水路に近づくほど樹高が低くなる傾向である。

(2) 倒伏状況

調査終了箇所全体を通じて河畔林の倒伏が確認された。倒伏の形態について、北川ら⁵⁾は河畔林が倒伏し根

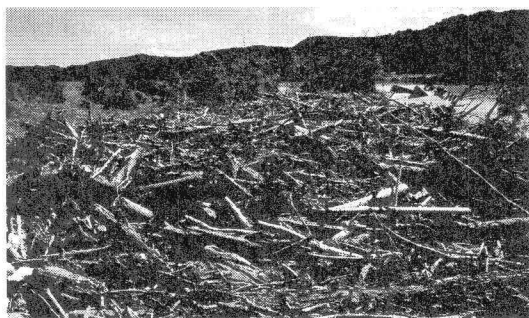


写真-1 高水敷での堆積状況 (沙流川右岸側)

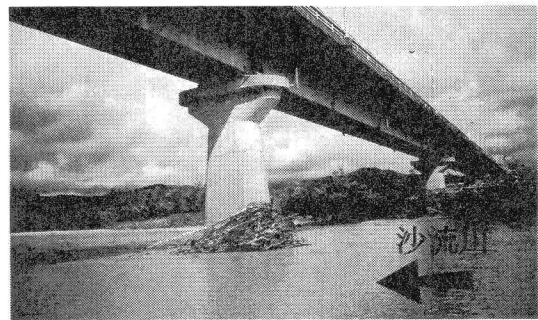


写真-2 橋脚での堆積状況 (沙流川荷葉大橋)

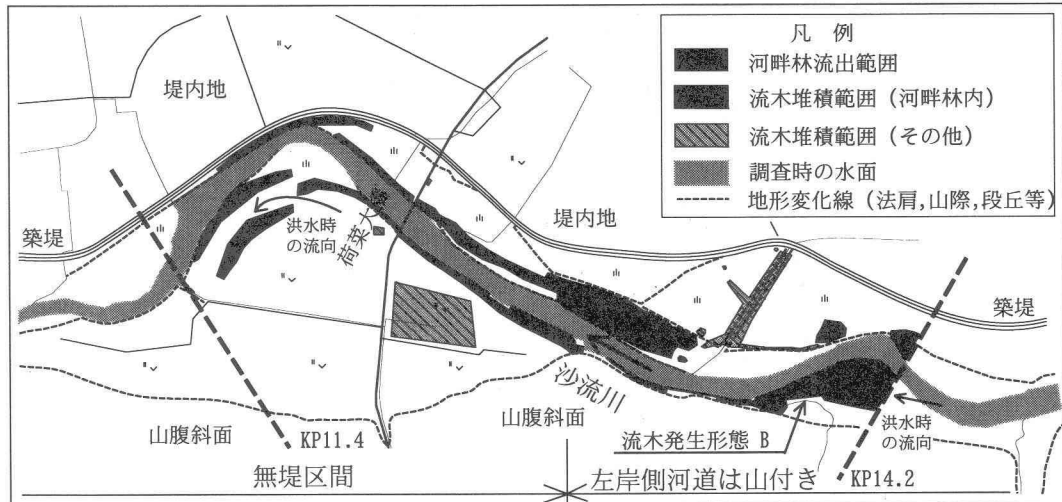


図-7 詳細調査平面図

から流出した場合を除き、4つの形態に分類している。今回の調査でも同じ状況が確認されており、根系が地面からむき出しになっている場合とそうでない場合で、図-5に示す①根本付近で曲がったり、折れたりしている、②根系ごと倒れている、の2つの形態に区分した。

現地では、洪水の影響を強く受けた低水路沿いで倒伏木が多く、高木の場合は②の形態、低木は①の形態となる傾向であった。また、堤防沿いの河畔林は、洪水による影響が低水路沿いより少なかったことや高木が多いこともあり、倒伏しているものは少なかった。なお、図-5に示した形態以外に、河畔林が樹高の中間付近で曲がったり、折れたりしているものも考えられたが、調査の結果高木、低木ともそのような形態の形状はほとんど見られなかった。

(3) 流木堆積状況

流木堆積の状況を模式的に表したものを図-6に、また、その代表的な堆積状況を写真-1,2に示す。流木の堆積は、洪水時に流れの主流線が内岸側による流れとなっていたため、わん曲部内岸側の高水敷や低水路沿いの倒伏した河畔林上に多く、また、高水敷上の大木や橋脚の周りにもまとまって堆積していた。一方、堤防沿いの河畔林については、流木の堆積は少なかった。

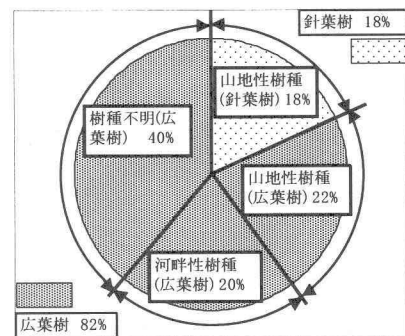


図-8 樹種の割合

(4) 流木発生源

現地調査から得られた流木発生の形態としては、A河畔林が折れたり、根系ごと倒れまたは引き抜かれて流木化したもの(図-5参照)、B土壌ごと河畔林がまとまって流出したもの、C今回の洪水以前から河道内に滞留していて再移動したもの、に区分することができる。なお、Cについては大量に再移動木が河道内にあったと考えにくいため、今回の検討対象から除外した。

発生源の分布は、Aの形態がまとまって発生している箇所として、沙流川においては河口から14km付近右岸側と21km付近左岸側の2箇所、額平川においては合流点から15km付近右岸側の1箇所が確認された。いずれの箇所もわん曲部の内岸側で洪水流が高水敷に乗り

上げた箇所となっている(図-3 参照)。発生量は1箇所
 当り数 m^3 から数十 m^3 と推定され、全体の流木発生量に
 与えた影響は小さいものと考えられる。また、B の形態
 では、沙流川河口から14km~16kmの左岸側の山付き部
 分(この区間は大きな時計回りの河道となっている、図
 -3 参照)で断続的に河岸または高水敷が浸食されてい
 いた。一部では露岩するほどの浸食が発生している箇所
 もあり、大量の流木が発生したものと推定される。額平
 川では小規模ながら各所で河岸浸食の発生が確認され、
 それに伴い流木も少量ながら発生したと推定される。

(5) 詳細調査

流木の発生源や堆積箇所が広がっている荷葉大橋の
 上下流で、河口から11.4kmから14.2kmまでの2.8km区
 間についての調査結果を図-7に示す。

この区間の上流左岸側(KP14.2 付近)は、流木発生源
 B の形態で内岸側の高水敷が浸食され河畔林がまとま
 って流出していた。また、この区間では河畔林内に流木
 が堆積した箇所が点在しており、これらの箇所での河
 畔林の倒伏状況は、ほとんどが折れ曲がる等の形態①
 であった。この倒伏した河畔林の上に流木が大量に堆
 積していた。荷葉大橋から上流では、左岸側の河岸に河
 畔林の流出区間が連続しているため、洪水時の主流線
 は左岸寄りであったと推定される。

図-7に示す2.8km区間における、流木を1本ごとに
 調べた結果は以下になっている。

流木の本数は3,602本、材積は372.5 m^3 であった。こ
 れを材積別で樹種の割合、流木化の時期、堆積箇所につ
 いて調べた。樹種の割合を図-8に示す。内訳は、針葉樹
 18%、広葉樹82%で広葉樹が主となっている。針葉樹と判
 断されたものは全て山地性樹種であった。また、広葉樹
 の内20%(流木全体の数量に対して)は河畔性樹種であ
 り、山地の溪畔林や崩壊した山腹斜面等から流出した
 山地性樹種が40%、樹種不明の樹木は40%であった。流
 木化した時期については、根系や枝葉が残存している、
 樹皮自体が新しい、樹皮の剥離した跡が新しいものは
 今回の洪水で流木化したものとした。その結果、これら
 新規流木の割合は43%となり、洪水前に既に枯損木や放
 置材等として上流域の林床にあったと推定されるもの
 は52%で、不明が5%であった。河畔性樹種と山地性樹種
 の樹種の違いによる流木化の時期をまとめたものを図
 -9に示す。この図から河畔性樹種ではそのほとんどに
 当たる91%が新規流木で再移動は9%である。一方、山地
 性樹種では新規流木が56%で、再移動が30%となってい
 る、両者の違いが明らかである。また、これを材積で見
 てみると、372.5 m^3 の中には樹種の不明な流木も含ま
 れているため正確な数値は算出できないが、河畔性樹種
 と山地性樹種の新規流木の材積はほとんど同数(70
 ~80 m^3)となっている。これに対し、再移動の流木は河
 畔性樹種約7 m^3 、山地性樹種が約45 m^3 で後者が圧倒的

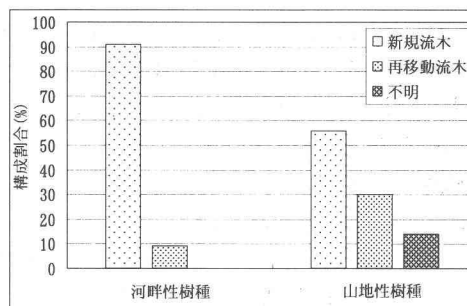


図-9 樹種による流木化の時期

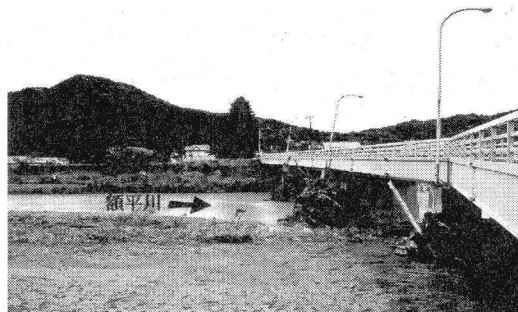


写真-3 貫気別橋の状況

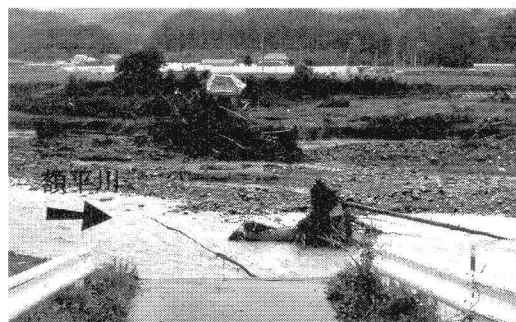


写真-4 アブシ橋の状況



写真-5 アブシ橋の状況

に多くなっている。堆積箇所は図-7に示すように、高
 水敷で倒伏した河畔林上や河畔林内に堆積していたも
 のが多く83%を占めていた。残りの17%は高水敷上の大
 木、橋脚の周りや堤外水路沿い等に堆積していた。

(6) 橋梁調査

今回の洪水で被害を受けた貫気別橋、アブシ橋は、共
 に額平川に架橋されている。額平川上流域では今回の

降雨で日雨量が 300 mm を、また時間雨量は 60 mm を越える地点が出現しており、記録的な降雨となっている²⁾。

貫気別橋は沙流川との合流点から 7.3 km に位置し、河道の直線部分に架橋されている。橋梁自体は右岸側付近で橋軸が上流側に向かって方向を変えており、上流側には人道橋が併設されている。

また、アブシ橋は沙流川との合流点から 10.8 km に位置し、反時計回り(右岸側が浸食される)の河道に架橋されている。

被災状況は、貫気別橋が写真-3 のとおり上流側人道橋の橋脚と橋桁が下流側へ傾斜している。また、アブシ橋は写真-4, 5 に示すように 4 径間あった橋桁の内、右岸側橋桁は右岸河岸に流出し、右岸中央寄りの橋桁は下流へ流出していた。さらに、右岸寄り橋脚は折れて倒れていた。

二橋とも現地調査では、橋脚に堆積した流木の樹種等に違いはなく、高水敷に堆積している流木と同じ流木が堆積していた。

二橋の流木堆積状況を写真-3 と写真-4, 5 で比較してみる。貫気別橋は、橋脚の上部まで流木が堆積しているが、橋脚以外には高水敷にも流木は見られない。一方アブシ橋は、流木が橋上の舗装面付近にまで堆積しており、舗装面上にも流木が見られ、水位が高かったことが推定される。また、上下流側の高水敷にも流木が見られる。上述したがこの近辺は反時計回りの河道のため、洪水のピーク付近では右岸側寄りに流木が集中したものと考えられる。また、写真-5 に示すように、アブシ橋を挟む痕跡水位には水位差が認められ、洪水ピーク時に橋の部分でせき上げが生じていたと考えられる。

写真-2 には、被害を受けなかった荷葉大橋を示している。橋の規模が異なることや現在までのところ橋脚周辺の河床洗掘の程度が不明のため単純には比較できないが、この二橋と堆積状況を比較してみる。荷葉大橋では、堆積している流木の高さが橋脚の中間付近までであり、橋脚長に対する流木堆積の比率は低くなっており、被災した二橋とは明らかに異なっていることが分かる。

4. まとめ

今回の沙流川河口から二風谷ダムまでの調査結果から、上流域も含め河道内や河道付近から流出したと推定される河畔性樹種の流木が全体の 20% を占めており、そのほとんどが新規流木であった。このことは、河畔林が流木の発生源として大きな存在であることを示している。さらに、発生源の分布箇所が、わん曲部の内岸側高水敷や低水路沿いと河岸浸食の発生している外岸側の水衝部であったことは河川管理上大きな問題を含ん

でいる。すなわち、河畔林は、今回のような記録的な出水では流木の発生源であると共に流木を捕捉する役目も有しているが、その一方で発生回数の多い中小洪水では流れを低水路中心寄りへと向けるとともに洪水流を減勢させ、水衝部では河岸保護の役目も果たしている。このため、流木発生源として予想される河畔林を、大洪水と中小洪水で河川管理上どの様に扱うのが今後の課題であり、今回の事例等を参考として河畔林の在り方を検討していく必要がある。また、上流域から流出したと思われる山地性樹種の割合は 40% であり、高水敷上の河畔林の少なくなる上流部ではその割合は更に高まっているものと推定され、流木の特性を把握する上で、上流域の調査も必要と考えられる。

次に、詳細調査から得られた流木量 372.5 m^3 を用い、沙流川河口から二風谷ダム下流までの流木量を推定すると約 $2,850 \text{ m}^3$ ($21.4 \text{ km} \div 2.8 \text{ km} \times 375.2 \text{ m}^3 = 2,847 \text{ m}^3$) となる。これは、二風谷ダムに滞留していた流木量のわずか 4% にすぎない。二風谷ダム上流域から流出した流木はそのほとんどが二風谷ダムによってせき止められたものと考えられる。ダムにとっては非常に危険な状態となっている。詳細調査による再移動の流木の割合は 52% であるため、上流域の枯損木や放置材対策は、流木被害の低減を図る上で重要な問題である。

被災を受けた橋梁は、写真に示したとおり橋脚への流木堆積が著しく、洪水ピーク時には橋梁に与える流水の影響が大きかったものと推定される。河床の洗掘や河岸浸食の程度は不明であるが、被災原因は、河床洗掘、流木の堆積や地形的要因等様々な要因が複合したものと考えられ、流木の低減や橋脚への流木堆積の低減を図ることが重要な課題である。

謝辞: 本論文は、国土交通省北海道開発局建設部及び同室蘭開発建設部の方々の協力によって行われた。また、樹種等の調査については、(財)林業土木コンサルタントの協力を得た。ここに記し、感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省北海道開発局室蘭開発建設部
HP: <http://www.mr.hkd.mlit.go.jp/>
- 2) 国土交通省北海道開発局室蘭開発建設部: 平成 15 年 8 月 8 日～10 日出水報告書(速報), 平成 15 年 9 月。
- 3) 矢部浩規 吉井厚志: 平成 4 年 8 月洪水による鶴川・沙流川流域の流木流出, 開発土木研究所月報 No. 493, pp.13-25, 1994.6.
- 4) 渡邊康玄, 橋本識秀, 三谷修司: 鶴川平成 4 年 8 月洪水における河道内樹木の倒伏調査, 河道の水理と河川環境シンポジウム論文集, pp.169-176, 平成 5 年 6 月。
- 5) 北川明, 島谷幸宏, 小栗幸雄: 洪水による樹木の倒伏, 土木技術資料, 第 30 巻, 第 7 号, pp.9-14, 1988.

(2003. 9. 30 受付)