

15.5 河道形成機構の解明と流木による橋梁閉鎖対策等への応用に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 18～平 22

担当チーム：寒地河川チーム、寒地技術推進室

研究担当者：村上 泰啓、唐澤 圭、佐藤 徳人

【要旨】

急流河川の多い日本では、洪水時にしばしば大量の流木が発生し、被害を拡大させる要因になっている。流木は降雨によって山地崩壊や河岸決壊が発生することによって河道に流出し、河道を流下しながら橋梁などの河道内構造物に集積して河道を閉塞させるなどの被害をもたらす。また、海域まで流下した流木は漁業被害や航行被害を引き起こすため、流木が被害をおよぼす前に捕捉・処理することは河川管理および河道設計において重要な事柄のひとつである。本研究では、橋脚周辺の流木集積機構の解明を目的として橋梁周辺における流木の挙動監視調査を行った結果、出水時に水位がピークに達する前の洪水初期に最も流木の流下量が多くなる傾向を把握した。また、河畔林の流木補足機能に着目し、実験水路において河畔林粗密の違いによる流木流下実験を行った結果、河畔林が密な場合に最も流木堆積傾向が異なることを把握した。

キーワード：流木、挙動監視、砂州、堆積、水路実験、

1. はじめに

河川区域には多くの樹木が存在している。これら樹木は、これまで洪水の流下を阻害する、流木化して洪水被害を拡大させる、などとして治水上問題視されてきたが、近年では生態的機能、景観的機能の有効性からその存在意義が見直されている。また、河畔林による流木の捕捉機能や、超過洪水対応としての水防林など、治水上の機能の有効性も示唆されている¹⁾。

洪水時の流木被害については、

- ・橋梁などの河道内構造物に堆積することにより河道を閉塞させ、流下能力の低減を招く。
- ・氾濫水と一緒に流下し被害を拡大させる。
- ・河床に堆積して舟運の妨げになる。
- ・海域まで流下し漁業、舟運の障害となる。

などがあげられる。図-15.5.1は胆振日高地方で2003年9月に起きた洪水で沙流川ダムに流入し集積した流木の様子である。この時発生した記録的な豪雨により、沙流川ダムでは通常1年間に処理する流木の50倍に相当する約5万m³もの流木が貯水池内に滞留した。また、ダム上流域では多くの橋梁が被災した²⁾。図-15.5.2は2003年9月洪水後の沙流川の支川額平川の貫気別橋の被災状況である。多量の流木が集積し、橋脚が傾倒していることが解る。流木の流下を抑制することは、洪水被害の軽減に大きく寄与することが期待できる。

洪水後の河道内には大量の流木が堆積している。ダムや橋梁などの構造物に堆積したものは収集処分され

るが、砂州や高水敷上、低水路内に堆積したものは放置されるのがほとんどである。流木化した樹木の多くは、過去洪水で発生したものが再流木化したものであるという報告¹⁾もあることから、この放置されている流木を撤去することで流木被害を軽減することができ



図-15.5.1_二風谷ダム流木集積状況(2003.8)

写真;株式会社 シン技術コンサル提供



図-15.5.2_額平川貫気別橋(2003.8)

る。

また、河口域まで流下し塩分を含んだ流木はチップ等に再利用することができず、焼却するにもダイオキシンが発生してしまうため、処分がより困難になるという報告もある¹⁾。よって下流まで流下する前に捕捉することも重要である。

以上のように、適切な流木管理を行うためには、まず洪水時の流木の挙動や構造物周辺および砂州・高水敷上への流木堆積状況を把握することが重要である。本研究では、橋脚への流木集積機構を解明することを目的に、橋脚に監視カメラを設置し、出水時の橋脚周辺への流木集積状況の調査を行った。また、流木を効率よく処理するためには、堆積箇所を特定することが必要である。そこで、砂州や高水敷上に堆積した流木に着目し、流木を捕捉しやすい河道形状について検討した。

2. 橋梁周辺における流木の挙動監視調査

2.1 調査概要

観測地点は、橋脚に集積する流木の映像を効率よく収録するため、中小規模河川で橋脚が河道中央部に位置しており、過去の洪水で流木集積の実績がある箇所とした。調査はH17～H19 鶴川水系パンケシュル川更生橋、H19～H21 沙流川平和橋、H21 尻別川留産橋で行った。現地観測機器は、図-15.5.3～図-15.5.5に示す現地観測基地（監視カメラ、投光器、流速センサー、水位計）と遠隔監視用の札幌基地をADSLでネットワーク

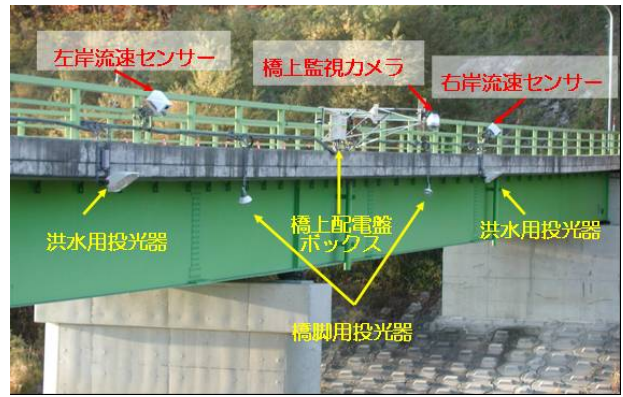


図-15.5.3 観測機器設置位置図(沙流川平和橋)

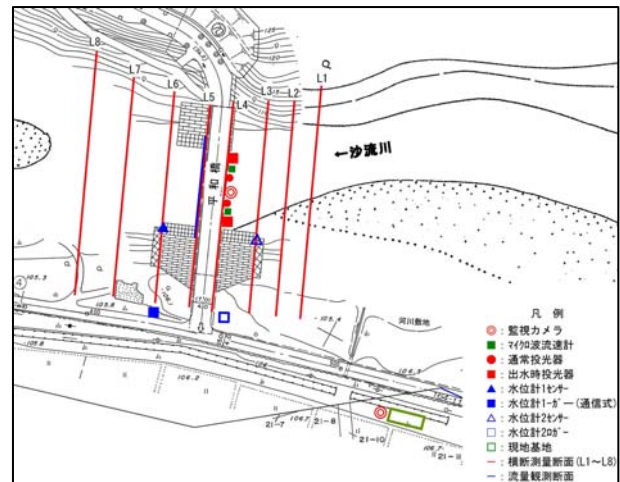


図-15.5.4 観測機器設置状況(沙流川平和橋)

化している。これらの機器で得られた情報はインターネットで配信され、随時状況確認および遠隔による操作が可能であり、出水時には遅滞なく対応できるよう

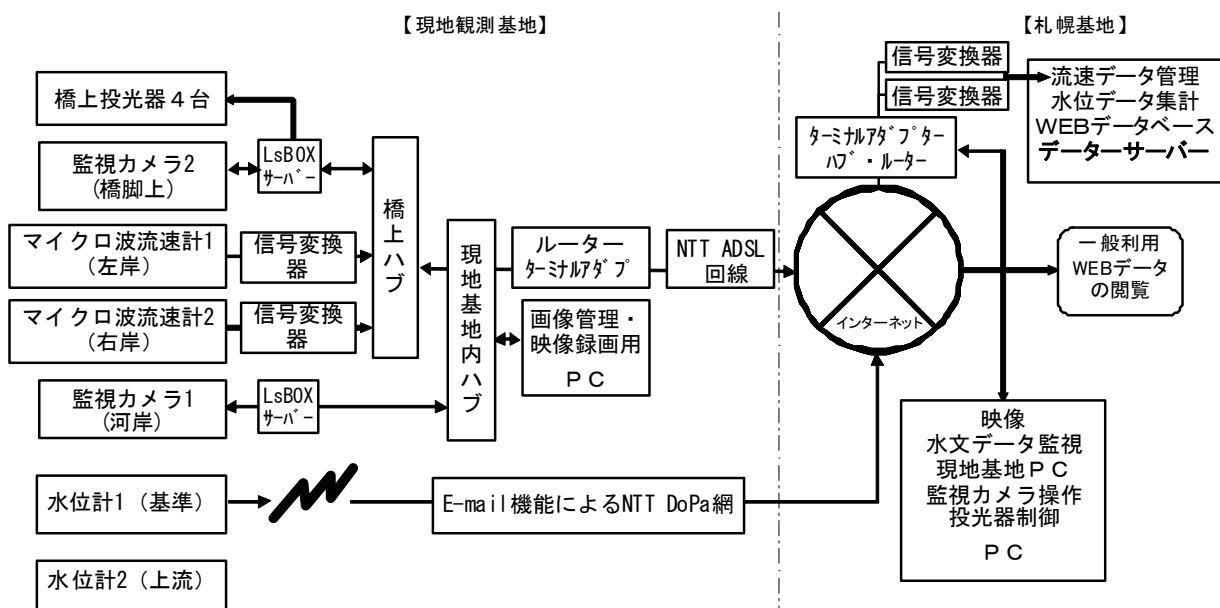


図-15.5.5 観測機器ネットワーク

表 15.5.1 平和橋橋脚集積流木調査結果表

No.	位置	流木長	胸高周囲長	樹径	備考
①	ピア前面水平	12.2	1.20	0.45	根無倒木
②	ピア左岸側	4.7	0.33	0.11	根無倒木
③	ピア左岸側	3.5	0.12	0.04	根無倒木
④	ピア右岸側	1.3	-	0.04	根無倒木
⑤	ピア右岸側	1.6	-	0.10	根付き
⑥	ピア右岸側	1.4	-	0.02	折枝

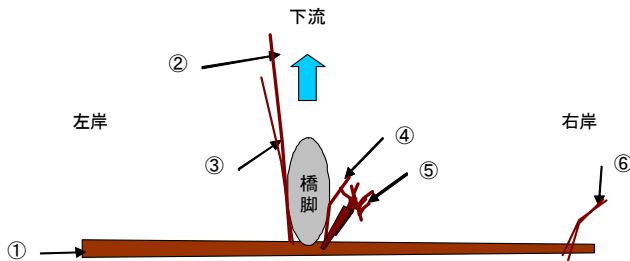


図-15.5.6 集積流木調査結果

なシステムとなっている。

2.2 調査結果

平和橋観測地点では、平成21年7月19日22時をピークとする出水で若干の流木の集積があったことが確認され、現地流木集積調査を8月10日に実施した。集積した流木は、最大のもので長さ12.2m、樹径0.45mの根がついていない倒木で梢を右岸側に向け、橋脚の上流端を支点としてバランスを取った状態で引っかかり、このほかの集積流木は長さ1mから5m程度、樹径0.1m内外のものが橋脚部分に集積していた。

表15.5.1に現地での計測結果を示し、図15.5.6に集積流木の概略のレイアウトを示した。図に示す①の流木は平成22年3月22日まで確認されており、観測期間中、大きな出水が無かったこともあるが、8か月以上もの長期にわたり、流木が橋脚部に残存する可能性を示した。出水時の流木流下数については、監視カメラで撮影された画像から目視により流下する流木の本数、長さ、位置などを計測した。H21年7月出水の沙流川平和橋における流木流下本数と水位の経時変化を図-15.5.7に示す。当地点の水位はH21年7月22日9時にピークを示したが、流木流下本数のピークはその前のH19年9月16日5時にきていることがわかる。これは、他の調査でも同様の傾向を示している³⁾。H19年5月のパンケシュル川更生橋の融雪出水時においても、水位がH19年5月2日16時にピークを示しているが、流木流下本数はその前のH19年5月2日13時の水位増加量が最大付近で最も多くなっているように見受けられる。このことから、流木は洪水初期に最も多く発生する傾向があると考えられる。これらの流木は、河岸周辺に堆積していたものが水位上昇に伴って洪水

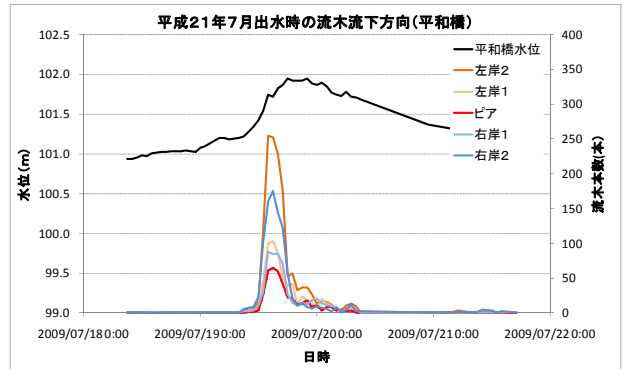
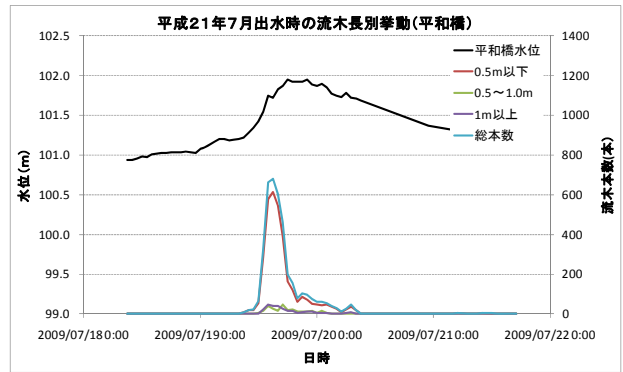


図-15.5.7 流木流下実験ハイドログラフ

初期に再移動したものと考えられる。

2.3 今後の課題

これまでの橋梁周辺における流木挙動監視調査により、流木の発生傾向を見ることができた。しかし監視カメラの可視域に限界があることや、洪水時の波や渦、夜間撮影時の視界不良などにより計測精度の低下がみられるため、計測手法の改善が必要である。また、橋梁への継続的な流木集積状況の把握には至っていない。自然現象が対象となる観測ではあるが、連続モニタリングはコスト的にも負担が大きいため、今後発生する出水に向けて例えば出水開始タイミングを見計らってモニタリングを開始できるような、低コストなオフライン型の計測手法の確立が必要である。

3. 流木の堆積と河道形状に関する模型実験

3.1 実験概要

流木流下実験は、砂州形成実験で形成した河道(固定化)を使用し、河畔林の樹林密度の違いによる流木堆積を比較する目的で行った。実験水路は延長50m、水路幅0.9mの直線水路である。砂州形成実験と同様に時間～流量～バルブの関係から、スルースバルブを開閉し1分間隔で流量制御を行った。砂州形成実験で形成された河床に河畔林を設置し流木実験河道を製作した。流木長や河畔林密度は、平成15年8月台風10号災害

15.5 河道形成機構の解明と流木による橋梁閉鎖対策等への応用に関する研究

の厚別川流域での調査結果から、比重が約0.9の材料を使用し、長さ40mm、φ1mmに整形したものを用いた。

調査河川の河道形状および実験水路形状から縮尺を1/125と想定し、実際の流木長は調査結果が5~10mであったことから、実験水路形状を勘案し40mmとした。河畔林密度は調査結果から1本/8.3m²であり、流木長を勘案し樹林間隔を24mmとした。樹林間隔24mmを密な河畔林とし、流木長より広い樹林間隔48mmを疎な河畔林、および河畔林がない場合の3ケースで実験を行った。河畔林は太さ2mmの針金により必要量製作し固化した河床に穴を開け設置した。併せて、流木判読の視認性を高くするため河床を墨汁により塗装した。流木実験ハイドロは、流木が河岸に堆積する現象を見るため、砂州形成実験で用いた減水期ハ

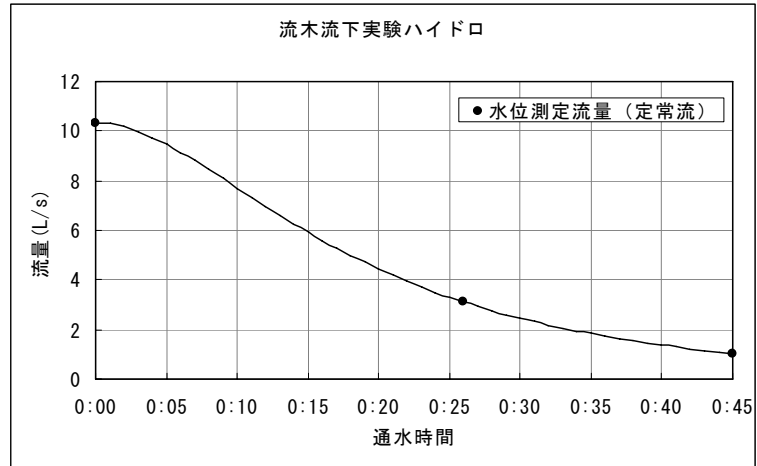
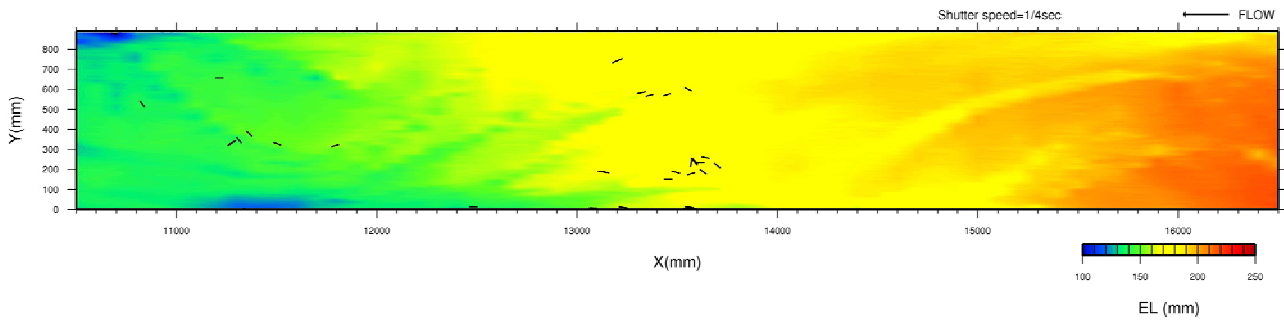


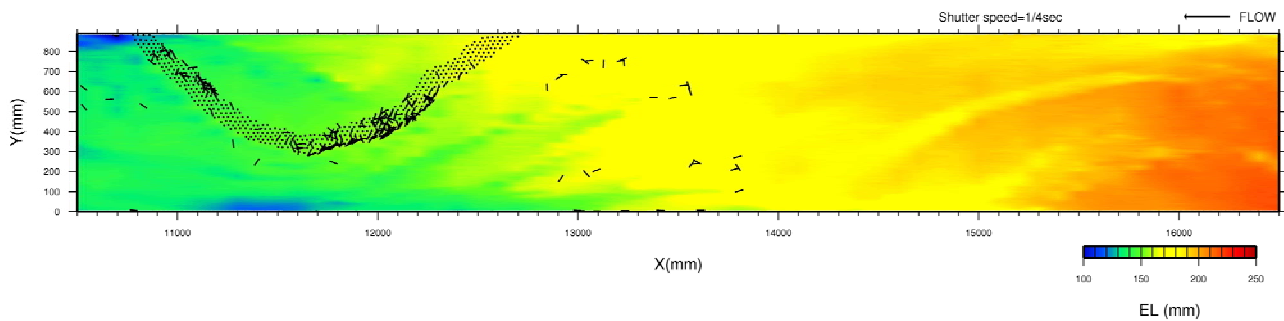
図-15.5.8 流木流下実験ハイドログラフ

イドロ case1 (図-15.5.8) を適用した。砂州や河畔林での流木が堆積する過程を把握するため、60本/分の間隔で流木を流芯から投入し、ビデオカメラを用いて

case1 (No forest belt)



case2 (Dense forest belt, Interval trees=24mm)



case3 (Sparse forest belt, Interval trees=48mm)

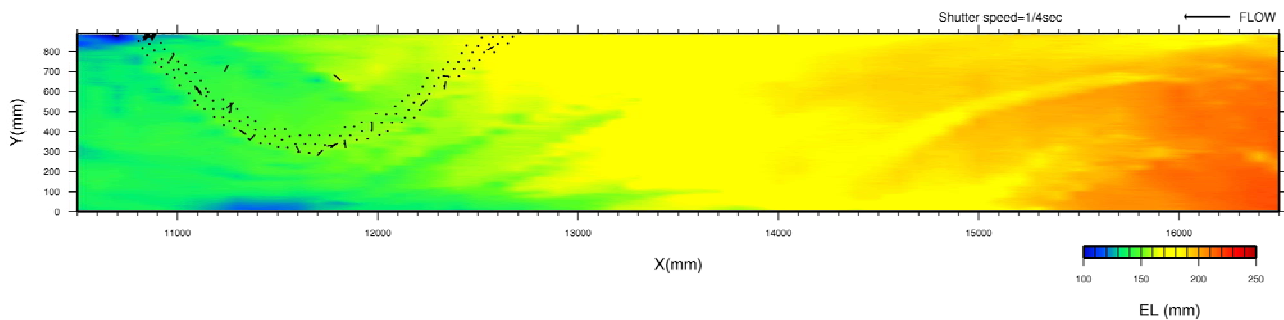


図-15.5.9 集積流木調査結果

対象とする砂州 1 波長で流木流下状況を撮影した。

3. 2 実験結果

図-15.5.9 に流木流下実験の流木堆積状況を示す。図の上から河畔林なし、河畔林有(密)、河畔林有(粗)の流木の集積状況を示す。流下本数に占める堆積本数の割合は以下の通りである。

- ・河畔林なし : 6 / 2700 本 (0.2%) 《図 5.5-2》
- ・河畔林(密) : 342 / 2700 本 (12.7%) 《図 5.5-3》
- ・河畔林(疎) : 28 / 2700 本 (1.0%) 《図 5.5-4》

河畔林なしの場合、流木は全量砂州上を通過してしまひ、う。河畔林(密)の場合、通水開始時から上流側で捕捉する。また上流側河畔林を通過した場合でも砂州上を流下し下流側河畔林で捕捉されていた。河畔林(疎)の場合、河畔林(密)と同様の傾向であったが、下流側河畔林を通過する量も多かった。

3. 3 今後の課題

今回の実験により、河畔林密度の違いにより流木の捕捉傾向が異なることが確認された。出水時には水位ピーク前に流下流木量が多くなり、流芯付近に流木が集中する傾向がみられることから、中小規模の出水ケースにおいては河畔林を利用した流木捕捉は困難であると考えられる。しかしながら、斜面崩壊が多発し、高水敷が冠水するような規模の出水においては、河畔林が流木集積に重要な役割を果たす可能性が高い事が判明した。しかしながら、河畔林が密だと、流木の捕捉は効果的となる一方、十分な洪水流下能力が確保されない可能性があるため、河畔林整備にあたっては河道形状・高水敷形状を考慮し、効果的に流木を捕捉し

つつ、かつ洪水流下阻害にならないような整備が必要になるものと考えられる。

4. まとめ

橋梁周辺における流木の挙動監視調査の結果、洪水時に流下する流木は水位がピークに達する前の洪水初期に最も多くなる傾向をみる事ができた。今後はローコスト型の流木モニタリングを継続する。

流木の堆積と河畔林に関する模型実験の結果、河畔林が密な場合に最も流木を捕捉し、流下本数の 10%強を捕捉した。一方、河畔林が粗の場合は 1%程度であり、河畔林の粗密による流木捕捉効果が明らかとなった。研究計画の最終年である H22 年度は、積雪寒冷地の河畔林立地の特性を考慮した、流木の挙動機構解明と流木化防止対策及び現地への適用性について、とりまとめを行う。

参考文献

- 1) 財団法人 河川環境管理財団：河川整備基金自主研究事業 流木災害軽減対策と河川樹木管理に関する総合的研究、2009.2
- 2) 阿部修也、渡邊康玄、長谷川和義：2003 年台風 10 号出水における沙流川での橋梁被害、河川技術論文集、第 11 巻、pp109-114、2005.6
- 3) 佐藤徳人、渡邊康玄、白井博彰：橋梁周辺における流木の挙動監視調査、河川技術論文集、第 13 巻、pp409-414、2007.6
- 4) 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、水工学論文集、第 52 巻、pp661-666、2008.2

CLARIFICATION OF THE RIVER CHANNEL FORMATION MECHANISM AND STUDY OF ITS APPLICATION TO MEASURES AGAINST WOODY DEBRIS ACCUMULATION AT A BRIDGE

Abstract : The high number of torrential rivers found in Japan means that large amounts of woody debris are often generated widespread by large storm. When woody debris flows into river channels as a result of storm induced shallow landslides or riverbank failure, they accumulated around bridge piers and other structures in many channels and causes blockages and other problems. As woody debris flowing down to sea may also have various impact on fisheries and navigation, prior collection and disposal of those debris are important issues in river management and design. In this study, behavioral monitoring of woody debris in bridge areas was conducted to clarify the mechanism behind its accumulation around bridge piers. The results indicated a tendency for woody debris amounts to be greater in the early stages of flooding before the peak flood level. Focus was also placed on the woody debris accumulating mechanism of riparian woods. As a result of a woody debris flow experiment involving changes in the form of sandbars in an experimental channel, the accumulation tendency of woody debris was found to vary by riparian woods density.

Key words : woody debris, behavioral monitoring, sandbar, accumulation, channel experiment