

久著呂川土砂流入対策事業 — 釧路湿原土砂流入対策の計画と効果について —

釧路開発建設部 治水課 ○金谷 将志
佐藤 尚樹
阿部 祥一

釧路開発建設部では、釧路湿原の自然再生を目的として湿原再生や旧川復元など様々な施策を実施している。そのうち釧路川の支川の一つ久著呂川では、湿原中心部へ流入する土砂の低減を図るため湿原流入部に土砂調整地を設け出水時に土砂の捕捉を行っている。

本報告では久著呂川土砂調整地の施設計画やモニタリング調査、氾濫シミュレーションにより把握した保全対象である湿原内部への土砂流入抑制効果を報告するものである。

キーワード：自然再生、土砂流入対策、自然環境

1. はじめに

釧路湿原は日本最大の湿原であり、タンチョウ、キタサンショウウオをはじめ、約2,000種の野生生物が生息・生育している我が国を代表する傑出した自然環境を有している。釧路湿原は、1980年に我が国初のラムサール条約登録湿地に指定され、1987年に国立公園に指定されている。釧路湿原が直面している最も重要な課題は、湿原面積の減少とハンノキ林の急激な拡大である。釧路湿原は農地拡大や河道の直線化及び市街化に伴い面積が減少し、図-1のように1947年から2013年に約250km²から約180km²と3割減少し、同じ期間にハンノキ林の面積が約20km²から約80km²と4倍に増加した。特に湿原への土砂流入量の増加により湿原の乾燥化が進み、ヨシやスゲ類の湿原にハンノキ林が侵入し拡大したと考えられている。そうした人為的な影響による湿原の急激な変化により、湿原特有の希少な野生生物の個体数や分布面積の減少が見られなど、早急な対策をとる必要が生じている。

このような課題の解決に向け、「釧路湿原自然再生協議会」(2003年11月発足)では、釧路湿原自然再生の基本的な考え方や目標などを定めた「釧路湿原自然再生全体構想」を策定し、湿原再生を行う各実施主体が実施計画に基づき様々な自然再生事業の取り組みを進めている。

2. 久著呂川土砂流入対策

釧路湿原自然再生事業の一つである土砂流入対策の対象河川については、平成12年度に示された提言²⁾により釧路川及び支川の6河川が選定され、釧路湿原へ流入するの浮遊砂量が最も多い久著呂川を先行河川として選定した(図-2)。

(1) 久著呂川の概要

久著呂川は、鶴居丘陵を流下し、釧路湿原に北側から流入する流域面積148.0km²、幹川流路延長60.2kmの河川である。久著呂川流域では、1960年代から道営の農地開発事業により牧草地が造成され、1966年から1980年には、直轄明渠排水事業による排水路整備が進み、久著呂川の流路も整備されている。

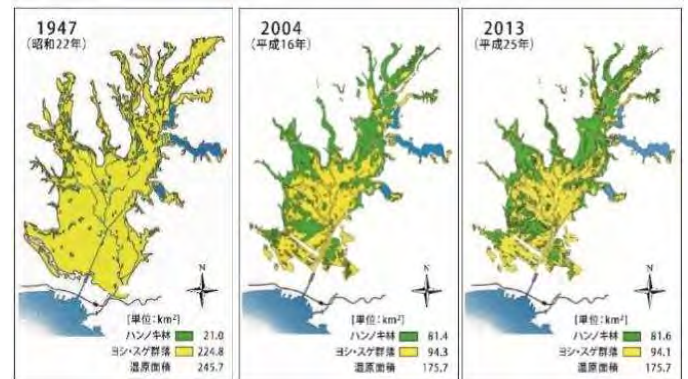


図-1 釧路湿原の植生変化

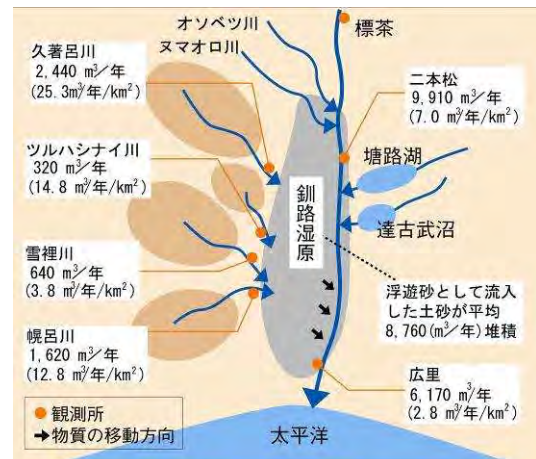
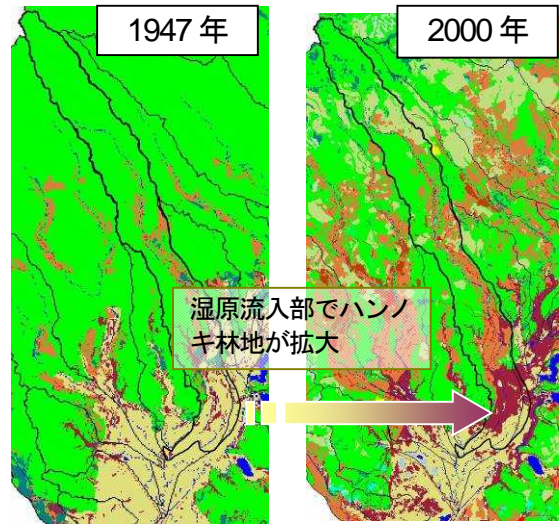


図-2 主要河川での観測結果をもとに推定した浮遊砂の収支(1990年～2001年の平均年間浮遊砂量と流域単位面積当たり換算値)

(2) 久著呂川の課題

久著呂川流域は、流域の開発に伴い土地利用状況や植生が変化し、生産土砂量が増加するとともに、河道のショートカットなどにより掃流力が増加し、中流域の一部区間では河床低下が進行している。このことで、河道の整備により氾濫する危険が減少した反面、従来湿原上流で氾濫により捕捉されていた土砂も下流まで到達するようになった。

この結果、湿原に流入する土砂が増加し、以前に比べ大量の土砂が湿原で堆積するようになり、湿原内でハンノキ林が拡大するなど湿原生態系への影響が指摘されている(図-3、図-4)。久著呂川の湿原流入部では、開発前に比べ細粒土砂の堆積量が約3倍に増加した³⁾。



(3) 事業の目標と実施内容

上記の課題を踏まえ、土砂流入対策実施計画〔久著呂川〕（以下：実施計画）では、流域の土砂の生産・掃流・堆積のメカニズムを把握した上で、土砂生産源での流出を抑制するとともに、土砂の流出を抑えることが困難な場合は、湿原に流入する手前での沈砂を図る計画とした。土地利用状況や流域での実施可能な対策を考慮し、現状で湿原に流入する土砂の4割軽減を目標とした。

目標達成のための具体的手法として、「湿原流入部土砂調整地」や「排水路合流部沈砂地」など湿原に流入する土砂を軽減する対策、「河道の安定化対策」「森林の再生」により土砂生産の抑制対策が計画され各主体により推進されているところである。このうち本報告では、「湿原流入部土砂調整地」について報告する(図-5)。

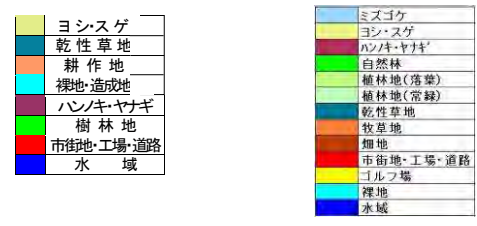


図-3 久著呂川流域の地被・土地利用の変遷

3. 湿原流入部土砂調整地

(1) 湿原流入部土砂調整地の概要

湿原流入部土砂調整地（以下：土砂調整地）は、湿原より上流の対策では捕捉することが難しく湿原域で広範囲に拡散する細粒土砂を捕捉し、湿原内部へ流入し堆積する土砂の軽減を目的とする施設である。

当施設は流域対策と合わせ湿原に流入する細粒土砂を現況から4割軽減することを目標としている。

設置にあたっては後述する人工ケルミなど順応的管理が比較的容易な施設とし、土砂軽減効果や環境変化のモニタリング結果に応じて検証しつつ進める方針とした。

(2) 対策施設の配置計画

土砂調整地は、周辺環境に配慮するとともに土砂軽減目標を達成できるよう、久著呂川の左右岸に配置する計画とした。左岸側は、土砂堆積が見られ、ハンノキ林となっている範囲を囲うように配置した。右岸側の土砂調整地は、下流のヨシスゲ類の生育地への影響に配慮してヨシスゲ類の生育地上流に配置した(図-6)。

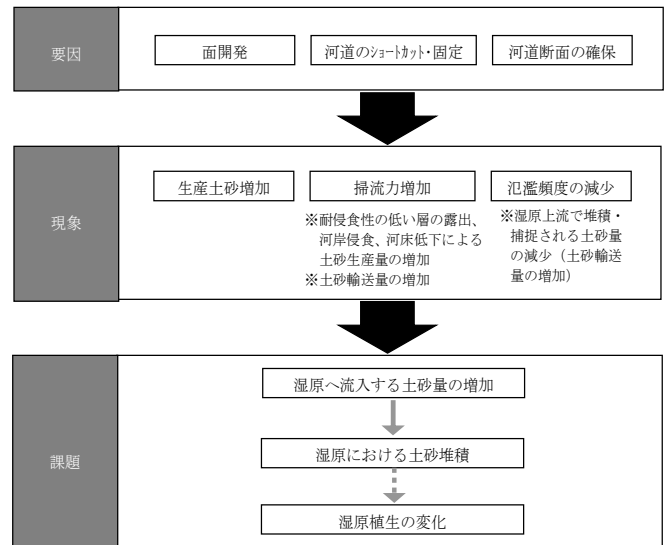


図-4 久著呂川の課題

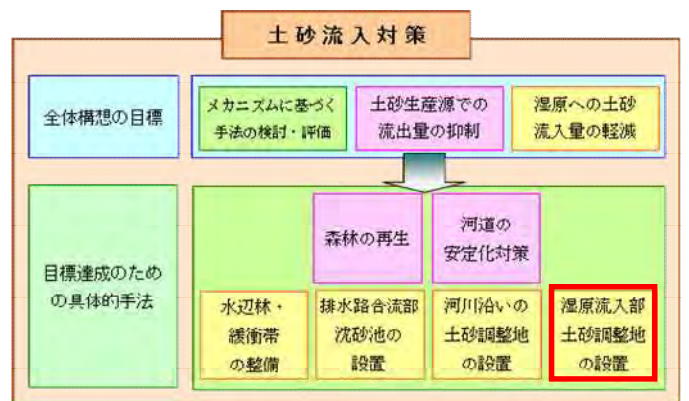


図-5 目標と目標達成のための具体的手法

(3)人工ケルミの構造

人工ケルミの機能としては、土砂調整地内で氾濫水を一時的に貯留して細粒土砂を沈砂する「沈砂効果」と濁度を低下させた水を下流に流す「緩除排水効果」を有する必要がある。また、当調整地では、これらの効果を満足するとともに湿地上の環境や施工性、順応的な管理の実施に配慮した構造として、粗朶束・木柵など、軽量な自然素材を活用するものとした。

上記の機能を確認するため、平成20年～21年に現地において試験施工を実施し、施工性や湛水による機能の検証を行った。その結果、図-7に示すように当初想定していた人工ケルミ構造を見直し、パイピング対策と冬期の施工性を考慮し、遮水シートを用いる構造とした⁴⁾。

(4)工事の概要

工事は平成21年度に左岸土砂調整地の施工に着手し、人工ケルミの設置及び直線河道から土砂調整地に濁水を引き込むための越流部を河岸部に設け、平成25年3月までに完成し運用を開始している。また、右岸土砂調整地は平成25年に工事に着手し平成31年に完成した(図-10)。

4. 土砂流入対策効果の検証・予測

(1)夏期出水時モニタリング調査

a) モニタリング調査概要

左岸土砂調整地の完成後の平成25年以降に、土砂軽減効果を把握するため、8～9月にかけて夏期出水を対象に図-8の地点において表-1に示す調査を実施した。土砂調整地上流地点では、水位・流量観測とともに出水時の浮遊砂量調査を実施し、Q-Qs式を作成して土砂調整地上流から流入する細粒土砂量を把握した。土砂調整地下流地点では、水位・流量観測を行い、下流側への流出水量を算定した。また、左岸土砂調整地内では、水位観測に加え、図-9に示す土砂トラップを出水前に21箇所設置し、出水期間中の堆積土砂を捕捉し、出水後に各土砂トラップの堆積土砂を回収した。回収した土砂は室内分析を行い、土砂トラップ毎に乾燥重量を求め、土粒子密度とトラップ面積(0.22m×0.22m=0.0484m²)により単位面積あたりの体積に換算し、さらにティーセン分割により土砂トラップ毎の受け持ち面積を乗じて、左岸土砂調整地内に堆積した土砂量を算定した。

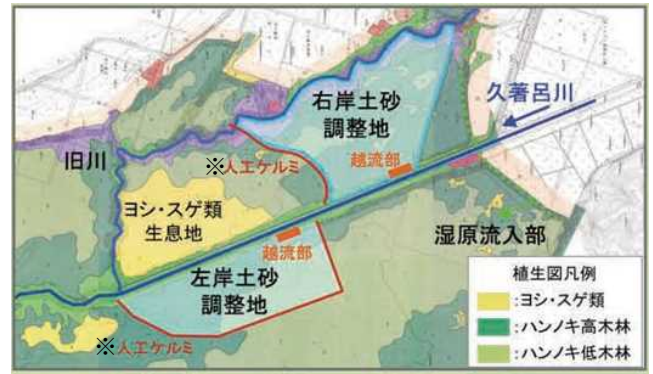


図-6 湿原流入部土砂調整地平面図

(※湛水域を創出するため設置する畦状の高まりを人工ケルミと称す)

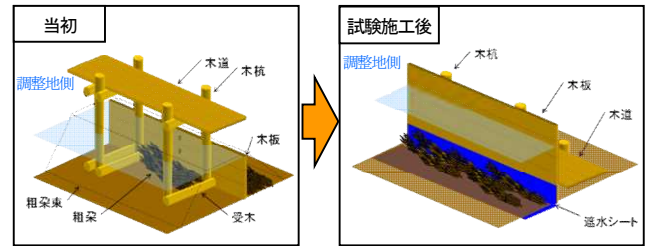


図-7 人工ケルミ構造図



図-8 モニタリング項目と調査地点(左岸土砂調整地)

表-1 モニタリング調査一覧表

モニタリングの目的	モニタリング項目	モニタリング時期・頻度	調査項目
調整地における土砂捕捉量の把握	堆積土砂量	洪水後	土砂トラップ調査 乾燥減量、密度試験
	堆積土砂分析	洪水後	粒度分布、強熱減量 総窒素、総リン
代表地点における流量・流砂量の把握	流量・流砂量	平水時 洪水時	水位観測
			流量観測
			浮遊砂量(SS)調査 濁度観測

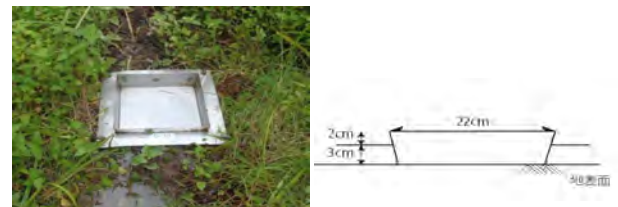


図-9 土砂トラップの設置状況と模式図

平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22～24年度	平成25年度	平成26年度	平成27～29年度	平成30年度	令和元年度
● 実施計画策定 (H18.8)					左岸土砂調整地完成				
左岸土砂調整地施工				左岸モニタリング					
右岸土砂調整地施工						右岸モニタリング			

図-10 事業工程表(湿原流入部土砂調整地)

モニタリングは、左岸土砂調整地供用開始後の平成25年度より継続しているが、これまでの中間的な夏期出水規模であった平成26年8月及び、最大出水であった平成28年8月のモニタリング結果について以下に述べる。

b) モニタリング結果（平成26年8月 中規模出水時）

平成26年の夏期出水は、図-11の水位変化に示すように8月11日～12日にかけて発生した。土砂調整地上流地点のピーク流量は約24m³/sであった(表-2)。

土砂トラップ設置期間は8月9日～9月2日であり、この間に土砂調整地上流から流入した細粒土砂量は約510m³であった。また、同期間中に左岸土砂調整地に堆積した細粒土砂量は約120m³であった。土砂調整地未設置の場合にはこの堆積土砂が湿原に流入したと考えられ、湿原に流入する細粒土砂の軽減効果を確認することができた。

図-12に現地計測による堆積厚分布を示す。左岸土砂調整地への越流部付近及び左岸土砂調整地下流端付近に土砂堆積が多くみられる。下流端付近の堆積は河岸の低みからこのエリアに濁水が流入したことによるものである。また、図-13に示す粒度分布から、堆積土砂の9割程度が粒径0.075mm以下の細粒分を占めた。

c) モニタリング結果（平成28年8月 大規模出水時）

平成28年8月の北海道豪雨時では、図-14及び図-15に示すように水位の高い状態が続いた。平成28年より、越流部付近に水位計を追加し、水位と越流部敷高の関係により越流期間を把握しており、8月～10月の観測期間内で77日間と長期間となった。

出水期間中に土砂調整地上流から流入した細粒土砂量は、約2,400m³であった(表-2)。実施計画において、左右岸の土砂調整地を合わせた年間の土砂堆積量は平均値で620m³/年と算定しており、平成28年8月の1洪水により、左岸土砂調整地だけでその約4倍となる土砂を捕捉しており、湿原に流入する細粒土砂の軽減に大きく貢献したことを確認した。

d) モニタリング結果のまとめ

モニタリング調査による左岸土砂調整地内の堆積土砂量を表-2に示す。出水規模により堆積土砂量は異なるが、毎年の夏期出水時に土砂軽減効果を発揮していることが把握できた。

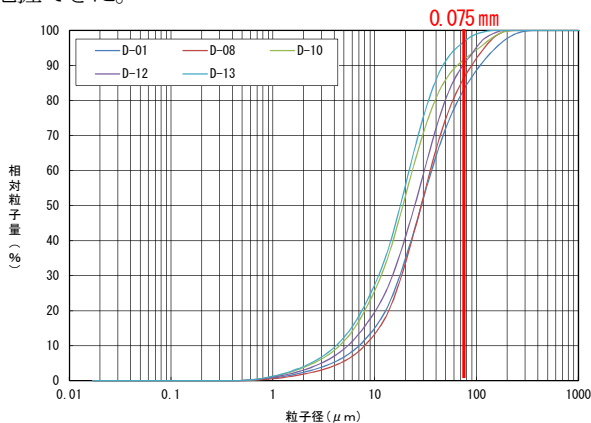


図-13 堆積土砂の粒度分布

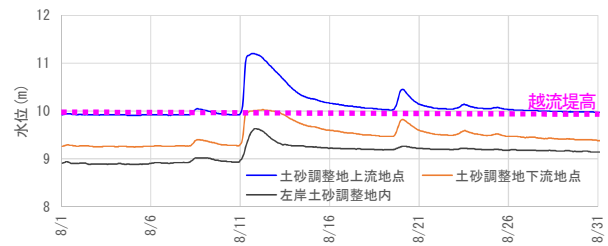


図-11 平成26年8月出水の水位変化

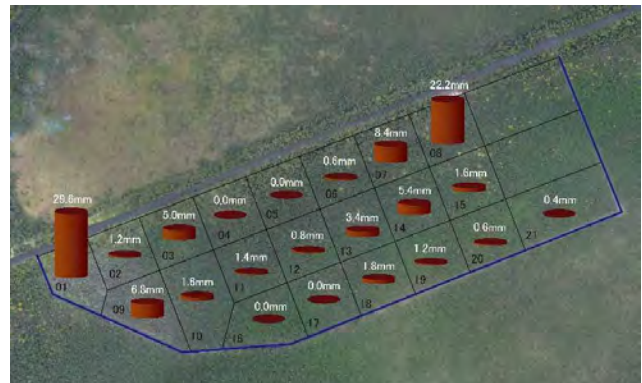


図-12 平成26年8月出水による土砂堆積厚



図-14 平成28年8月出水時の状況

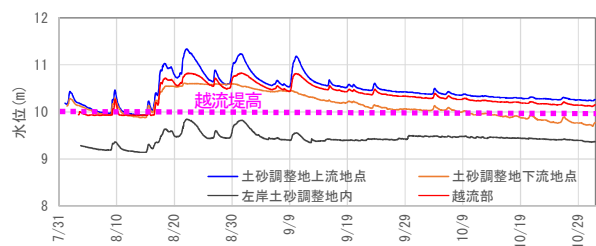


図-15 平成28年8月出水の水位変化

表-2 夏期出水における左岸土砂調整地土砂捕捉量

	ピーク流量 (m ³ /s)	堆積土砂量 (m ³)	備考
H25	25.7	240	
H26	23.6	120	
H27	27.8	250	
H28	39.5	2400	77日間越流
H29	18.4	5	2.5日間越流

(2)数値シミュレーションによる土砂軽減効果検証

湿原流入土砂軽減目標とした「4割」については、計画検討時に年間を通じた流況に基づき設定したものである。そのため、目標と比較した土砂調整地の効果検証にあたっては、夏期モニタリング期間以外も考慮する必要があり、数値計算により検証した。

計算手法は、浮遊砂を考慮した平面二次元河床変動計算であり、出水時の水位や土砂堆積厚について、中規模洪水であった平成26年の夏期出水を対象に再現計算を実施し、良好な再現性を確認した。

a) シミュレーションの実施

シミュレーションの対象出水は、左岸土砂調整地完成後における実績洪水のうち、小・中・大規模出水を選定するものとし、小規模出水は平成29年9月出水、中規模出水は平成26年8月出水、大規模出水は平成28年8月出水を選定した。上流端条件は、モニタリング調査により得られた各出水の実績流量とQ-Qs式から求めた浮遊砂量の時刻データを与えた。

各対象出水について左岸土砂調整地設置前・後のシミュレーションを行った。大規模出水時の結果を図-16に示す。各出水規模において、土砂調整地設置前に比べ設置後の方が湿原中心部に堆積する土砂量が減少していることが確認された。このことから土砂調整地の設置により湿原に流入する土砂量が軽減していることがシミュレーションからも確認できた。

b) 湿原流入土砂量の年間値の算定

左岸土砂調整地完成時点における土砂軽減目標の達成状況を確認するため、左岸土砂調整地設置前・設置後における年間の湿原流入土砂量をそれぞれ算定し比較した。年間を通じたシミュレーションには長時間を要する。そこで、上記の各規模別に実施したシミュレーション結果により時刻毎の流量と湿原に流入する土砂量の関係を整理し、図-17に示す回帰式を作成した。回帰式に左岸土砂調整地整備後の平成25年～平成29年までの5年を対象に年間を通じた実績流量を適用し、土砂調整地設置前・設置後における年間での土砂軽減効果の算出を行った。

左岸調整地完成後の現時点までのモニタリング期間中における流入土砂量の軽減割合は、表-3に示すように3～4割程度であり、5年平均は約3割となった。この評価時点では、左岸土砂調整地だけの設置であり、目標の4割軽減には達していない結果となった。

(3)右岸土砂調整地設置後の効果予測

上記の検証と同様の計算手法・条件により、右岸土砂調整地も含めた湿原流入部土砂調整地の整備完了後の土砂軽減効果をシミュレーションにより予測した。その結果を図-18に示す、実施計画検討時の15ヶ年の年間流量に対して上流域の対策効果と合わせて4割の土砂流入軽減効果が期待できる予測結果が得られ、右岸土砂調整地完成に伴い事業目標が達成できることが期待される。

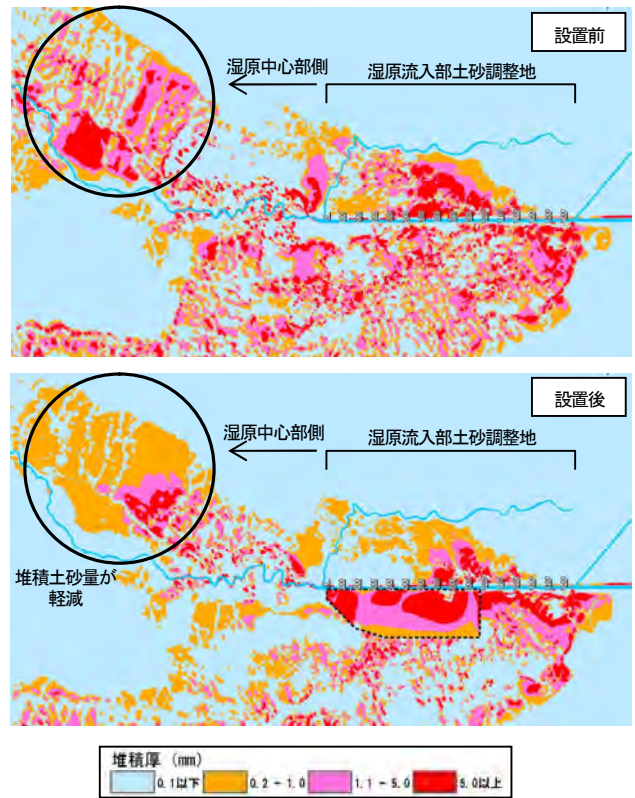


図-16 H28.8(大規模出水)のシミュレーション結果

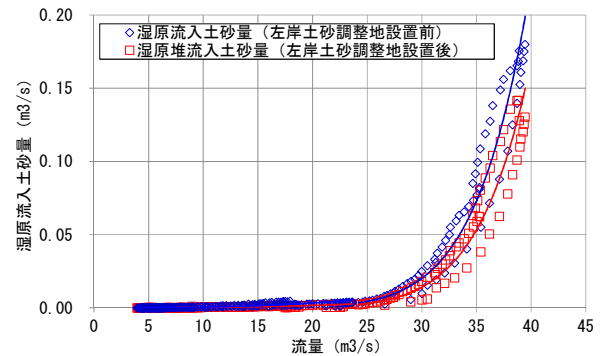


図-17 流量と湿原流入土砂量の関係

表-3 土砂軽減割合の算定

年	左岸調整地整備前 (m ³ /年)	左岸調整地整備後 (m ³ /年)	軽減量 (m ³ /年)	軽減割合
H25	3,300	1,900	1,400	42%
H26	1,600	900	700	44%
H27	3,500	2,100	1,400	40%
H28	30,100	21,700	8,400	28%
H29	1,200	800	400	33%
5ヶ年合計	39,700	27,400	12,300	31%

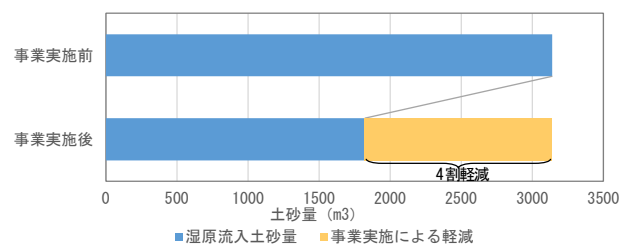


図-18 右岸土砂調整地設置後の効果予測
(実施計画検討流量H2～H16の15ヶ年の年平均値)

5. おわりに

本稿で示した湿原流入部土砂調整地に関する報告内容は以下の通りである。

- 1) 湿原流入部土砂調整地は、周辺の自然環境や対策効果に配慮した配置計画とした。
- 2) 土砂調整地の周辺を囲う人工ケルミは、現地での試験施工で検証のうえ、機能、周辺の自然環境、施工性、順応的な管理に配慮した構造とした。
- 3) 夏期出水を対象とした現地モニタリングを行い、左岸土砂調整地による湿原流入土砂の軽減効果を確認することができた。
- 4) 左岸土砂調整地設置に伴い、湿原中心部の堆積土砂量が軽減する効果を数値シミュレーションからも視覚的に把握することができた。
- 5) 左岸土砂調整地設置による土砂軽減目標の達成状況を検証した結果、平成25年から平成29年の年平均値で約3割の効果となり、目標の4割を下回った。
- 6) 右岸土砂調整地も含めた対策効果を予測した結果、目標の4割を満たす効果が期待できる結果が得られた。

現段階のモニタリング結果では、湿原流入部土砂調整地は土砂抑制対策の効果が目標値に対しても十分期待できる結果となった。今年度に右岸土砂調整地が完成したことから、左右岸の土砂調整地運用後のモニタリングを引き続き実施し、その結果を踏まえ検証を行う。

なお、久著呂川土砂流入対策は、土砂生産の抑制から湿原に流入する土砂の軽減方策を各主体が実施しており、今後は他の対策も含めて、流域全体での総合的な評価の取り組みを進める必要があると各主体と連携しつつ検証を行う予定である。

また、久著呂川の自然再生の取り組みでは、地域住民に土砂流入対策の事業内容や効果を知っていただくため、現地見学会等のイベントを開催している。令和元年度は、現地にて土砂トラップ調査の方法や人工ケルミの見学、堆積土砂調査の見学を行った。11月中旬には、寒い中現地を歩き熱心に説明を聞いていただき「毎年このような見学会をやってほしい」などの感想をいただいた。今後も多くの方々に関心を持てるような現地見学会を企画したいと考えている。



写真-1 現地見学会の状況（土砂調整地越流部の見学）



写真-2 現地見学会の状況（人工ケルミの見学）



写真-3 現地見学会の状況（堆積土砂調査の見学）

参考文献

- 1)国土交通省北海道開発局釧路開発建設部：釧路川水系河川整備基本方針，平成18年9月
- 2)釧路湿原の河川環境保全に関する提言：釧路湿原の河川環境保全に関する検討委員会，平成13年3月
- 3)釧路湿原自然再生協議会：釧路湿原自然再生事業，土砂流入対策実施計画〔久著呂川〕，平成18年8月
- 4)釧路湿原自然再生協議会 第11回土砂流入小委員会，平成21年3月