

釧路湿原の浮遊砂収支と湿原流入部における土砂堆積実態について

Sediment accumulation actual condition at the inflow parts of wetland with suspended load balance of the Kushiro Wetland

北海道大学大学院工学研究科 正会員 工博 清水康行 (Yasuyuki Shimizu)
 (財)北海道河川防災研究センター 正会員 新庄 興 (Ko Shinjo)
 応用地質(株)札幌支社 ○正会員 住友慶三 (Keizo Sumitomo)
 北海道開発局釧路開発建設部治水課 非会員 渋谷直生 (Sunao Shibuya)

1. はじめに

釧路湿原は、我が国を代表する傑出した自然環境を呈しており、野生生物の生息・生育場、保水・水浄化機能、地域気候の緩和機能など、重要な価値や機能を有している。しかし、近年の釧路湿原の変化は顕著で、最近 50 余年の間に湿原面積は 2 割程度減少し、湿原植生もヨシ・スゲ群落からハンノキ林に急激に変化してきている。1)

湿原は、長い年月をかけて少しずつ変化し、やがて陸地となる。その変化の速度は、周辺からの栄養物質や土砂の供給量に左右される面が大きいと考えられ、特に、浮遊砂は栄養塩類を吸着して河川氾濫に伴って湿原内部まで供給されて堆積することから、湿原の変化に及ぼす影響は比較的大きいと考えられる。その一方で、浮遊砂の釧路湿原における堆積実態については未解明な点が多く、湿原変化の原因の把握及び効果的な保全対策の検討を進める上での課題となっている。

以上のような背景を踏まえ、釧路湿原の浮遊砂収支を推定するとともに、モデル河川として久著呂川を選定し、湿原流入部における土砂の氾濫・堆積実態を把握した。

2. 釧路湿原の浮遊砂収支に関する調査・検討

2.1 釧路川及び釧路川支川における浮遊砂観測

釧路湿原集水域を流れる河川の浮遊砂量及び湿原の浮遊砂収支を把握する目的で、釧路川及び釧路川の 4 支川で平水時及び出水時に流量及び浮遊砂の観測を行った。

流量観測は浮子測法²⁾、浮遊砂観測はバケツ採水法³⁾により行った。河川水位は、自記記録計を用いて 1 時間間隔の水位データを取得した。横断方向の測線数は、河川の幅に応じて 3~5 測線とした。

次の図-1 には観測地点位置図を、表-1 には観測で採取した土砂の粒度組成と平均粒径を、また、図-2 には河川流量と浮遊砂量の関係及び浮遊砂量推定式を示す。

表-1 観測で採取した浮遊砂の粒度組成と平均粒径

河川名	粒度組成	平均粒径(mm)	観測年	
釧路川	二本松	シルト~細砂分	0.0454~0.0466	H7~8
	広里	シルト~細砂分	0.0474~0.1436	H7~8,12,14
久著呂川	シルト~細砂分	0.0126~0.0705	H7~8,13~14	
雪裡川	シルト~細砂分	0.0543~0.0591	H7~8	
幌呂川	シルト~細砂分	0.0715~0.0836	H7~8	
ツルハシナイ川	シルト~細砂分	0.0569~0.0703	H7~8	

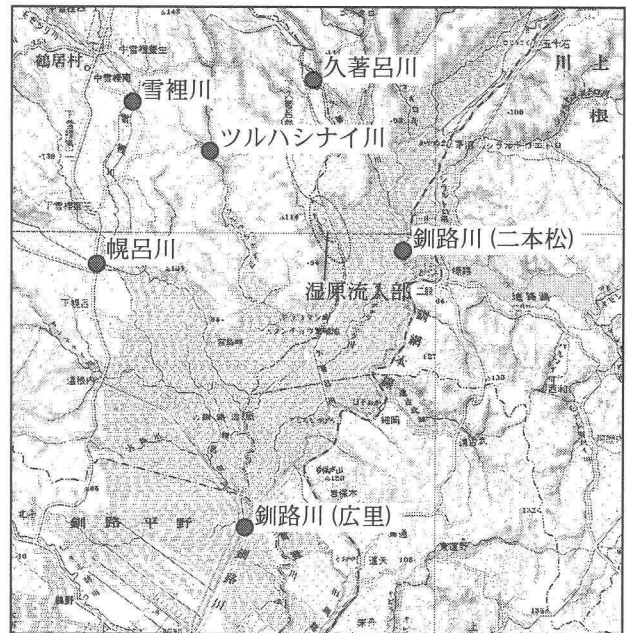


図-1 浮遊砂観測地点

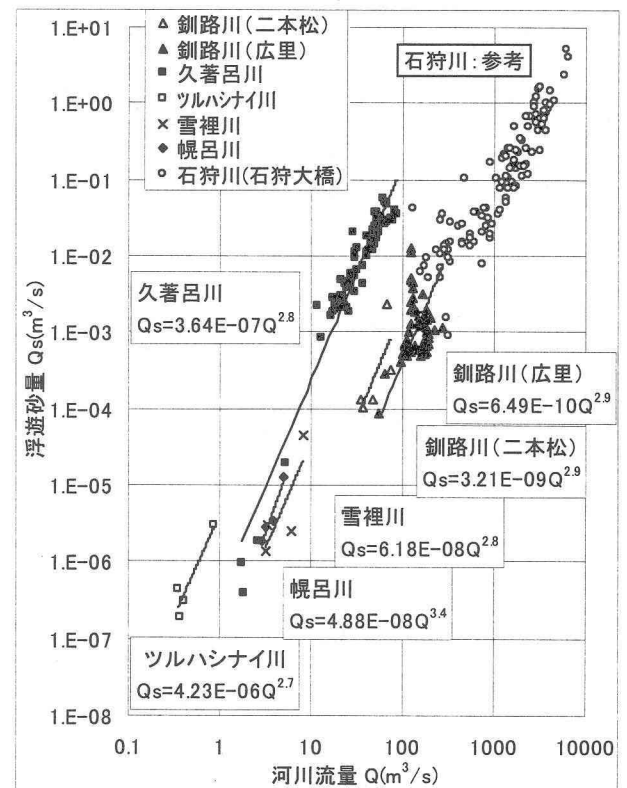


図-2 河川流量と浮遊砂量の関係及び浮遊砂量推定式

2.2 釧路湿原の浮遊砂収支の推定

前項で求めた浮遊砂量推定式に 1990 年～2001 年の時系列日流量を代入し、各河川の年間浮遊砂量を推定した。この 12 年間の平均値から、釧路湿原における浮遊砂収支図を作成した（図-3）。

図-3 の 12 年間の平均的な土砂収支から、

- 湿原流入浮遊砂量と湿原下流端広里での流出浮遊砂量との差分から、釧路湿原に浮遊砂として流入した土砂の平均的な堆積量は 8,760(m³/年)程度と推定される
- 久著呂川の流域単位面積当たりの浮遊砂量は、他の河川よりも多く、年間の浮遊砂量も主要支川の中で最も多い

こと等が分かった。

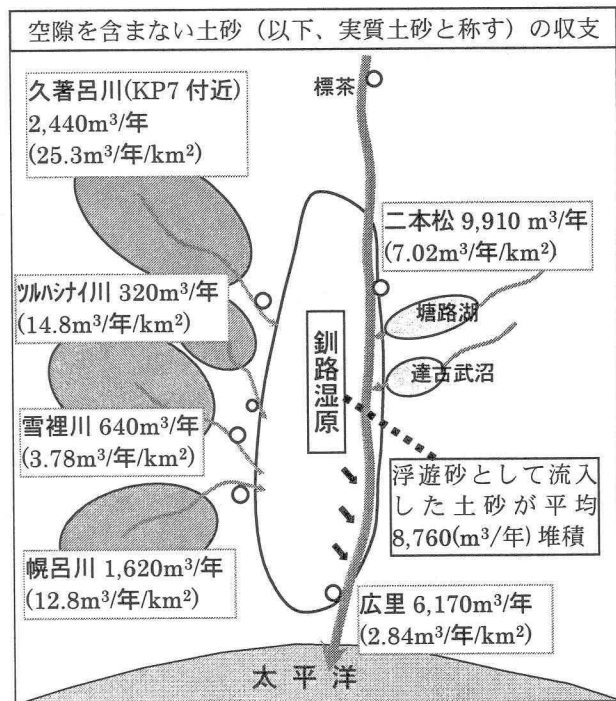


図-3 釧路湿原の平均的な浮遊砂収支

3. 久著呂川流域の土砂収支

2章で述べたように、久著呂川は流域単位面積当たりの浮遊砂量及び年間の浮遊砂量がともに多い。この原因を把握するため、久著呂川流域の土砂収支について検討した。

既往資料⁴⁾によると、

- 久著呂川集水域の土砂発生量：4,000(m³/年)程度
- 河道侵食による土砂発生量：KP13～16の区間から 9,000(m³/年)程度 (平成7～13年の測量成果から求めた平均)
- 河床堆積量：KP0～2.5の区間で 5,400(m³/年)程度 (平成7～12年の測量成果から求めた平均)

という調査・検討結果が報告されている。

これら土砂量を、地質と空隙率⁵⁾及びダムにおける一般的な堆砂空隙率⁶⁾から実質土砂量に換算し、久著呂川における土砂収支を推定した（表-2）。

表-2の土砂発生量の内訳を見ると、KP13～16の区間から発生している土砂が占める割合は大変大きい。久著呂川

は、1966～1980年に行われた明渠排水路事業によりKP0～10の区間が直線化され、また、KP13～16の区間も過去に直線化されている。KP13～16の区間は、河道が直線化された後に河岸侵食及び河床低下が顕著になった区間である。

このことから、流域における土砂発生量の増加及び流下土砂量の増加は、過去に行われた河川改修が要因の1つになっていると考えられる。

表-2 久著呂川の土砂収支

KP	状態	空隙率 [*]	実質土砂量 (m ³ /年)
集水域【発生】	裸地、森林、農地等から発生	0.5 ⁵⁾	4000×(1-0.5)=2,000
13～16【発生】	固結度の低い凝灰岩が侵食	0.2 ⁵⁾	9000×(1-0.2)=7,200
流域の土砂発生量合計			9,200
0～2.5【堆積】	河床に緩く堆積	0.4 ⁶⁾	5400×(1-0.4)=3,200
2.5の上流及び湿原(土砂発生量とKP0～2.5の河床堆積量の差分)【堆積】			6,000 (9,200-3,200)

※ 空隙率は、文献の一般値を参考に設定した。

4. 久著呂川湿原流入部における土砂の氾濫・堆積実態

久著呂川の土砂収支に関する検討結果を受けて、久著呂川湿原流入部における土砂の氾濫・堆積実態を把握するための調査を行った。調査内容は、測量及びピートサンプラーを用いた地質調査とした。次ページの図-4には湿原流入部における調査位置図を、また、表-3には地質調査の際に採取した試料の物理試験結果を示す。

表-3から、当地区の堆積物の特徴を整理し、次に示す。

- 泥炭の上部と下部に堆積するシルト及び有機質土（粘土分やシルト分が主体で、有機物含有量が比較的多い土）の土粒子の密度の平均値は、泥炭上部が 2.476(g/cm³)、泥炭下部が 2.357(g/cm³)であった。
- 泥炭の上部に堆積する土砂の土粒子の密度は、河道から離れるにしたがって値が小さくなる傾向であった。
- 泥炭の強熱減量及び含水比は、河道から離れるにしたがって値が大きくなる傾向で、上部に土砂堆積が認められない範囲でそれぞれ最大値を示した。

ここまでの調査・検討結果から、湿原流入部における土砂の氾濫・堆積実態を次のように推定した。

- 久著呂川は、現在と比較すると河道直線化以前は流域における土砂発生量が少なく、湿原上流の蛇行河道部における氾濫も多かったため、湿原に到達する土砂量は少なかった。また、湿原流入部の河川の掃流力も小さかった。
- そのため、湿原流入部の後背湿地に氾濫して堆積する土砂は、土粒子の密度が小さいより浮遊しやすい土砂が大半であった。（泥炭下部の方が上部より土粒子の密度が小さいことから）
- 河道周辺で見られる泥炭は地下水位面下で発達し

た泥炭で、空隙も大きいことから、氾濫土砂が少なかったときは流れ着く土粒子等を取り込みながら発達していた。(河道に近い程泥炭の強熱減量及び含水比が小さく、河川の氾濫に伴う土砂の混入が考えられることから)

- しかし、河道直線化後は、土砂発生量が増加し、湿原上流部での氾濫の規模及び頻度が低下するとともに、湿原流入部における河川の掃流力も大きくなった。これにより、氾濫に伴う湿原流入部での土砂堆積の量及び頻度がともに増加し、泥炭層中に取り込まれる土量(堆積速度)の限界を超え、泥炭上に明瞭な土砂堆積が認められるようになった。
- また、土粒子の密度が大きい土砂も後背湿地部に堆積するようになった。(泥炭上部の方が下部より土粒子の密度が大きいことから)

以上の推定結果を踏まえ、河川改修後に河川の氾濫に伴って堆積した土砂(以下、“河川改修後の氾濫堆積土砂”と称す)の分布について検討した。図-5には、地形・地質調査の結果に河川改修後の氾濫堆積土砂の分布推定線を併記した図を示す。

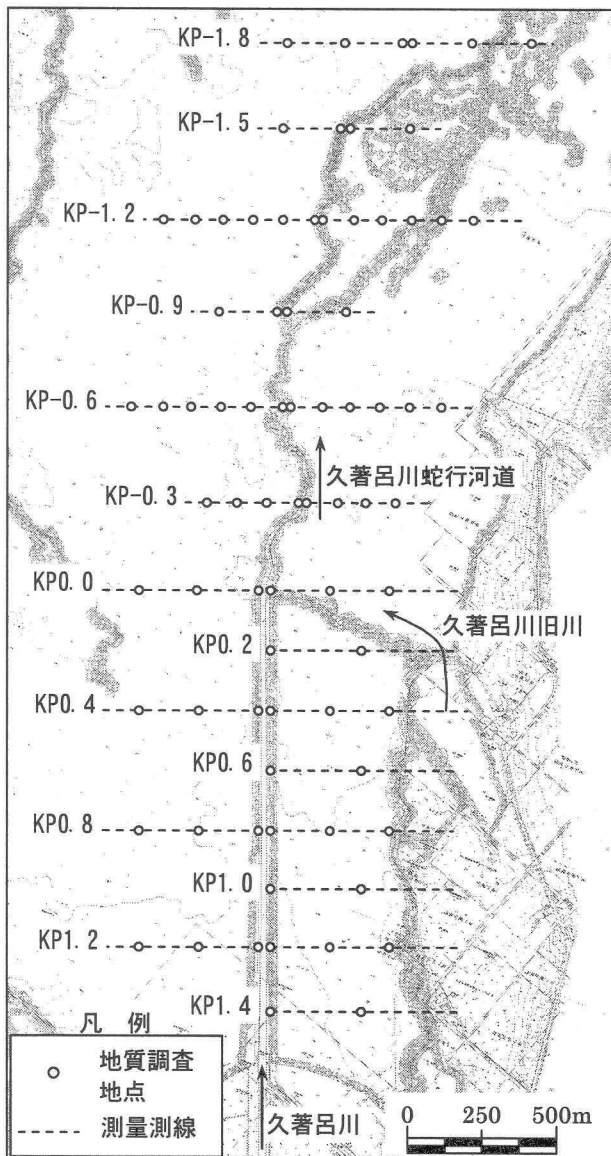


図-4 久著呂川湿原流入部調査位置図

表-3 物理試験結果 (KP-0.6 測線)

試料番号*	試料採取深度(m)	含水比 (%)	強熱減量 (%)	土粒子の密度(g/cm ³)	地質分類
1-1	1.00~1.50	828.1	71.1	—	泥炭
2-1	1.00~1.50	653.2	68.4	—	泥炭
3-1	0.00~2.40	352.1	27.1	—	有機質土
4-1	0.20~0.50	126.3	12.6	2.458	有機質土
4-1	1.50~2.00	423.2	37.5	—	泥炭
5-1	0.00~0.30	117.1	9.3	2.497	有機質土
5-2	1.00~1.50	304.6	30.8	—	泥炭
6-1	1.00~1.50	89.3	8.4	2.498	有機質土
←久著呂川					
7-1	0.00~0.20	86.6	8.2	2.506	シルト
7-2	1.00~1.50	86.2	9.9	2.491	有機質土
8-1	0.00~0.20	137.9	13.3	2.470	有機質土
9-1	0.00~0.40	163.9	16.4	2.410	有機質土
9-2	1.50~2.00	528.2	57.4	—	泥炭
10-1	1.00~1.50	664.0	79.7	—	泥炭
10-2	2.10~2.50	186.5	19.3	2.343	有機質土
11-1	2.10~2.40	172.8	17.8	2.370	有機質土
12-1	1.00~1.50	791.4	78.2	—	泥炭

網掛けしたものは、泥炭下部の堆積物である。

※：試料番号の先頭の数字は、孔番号を示す。

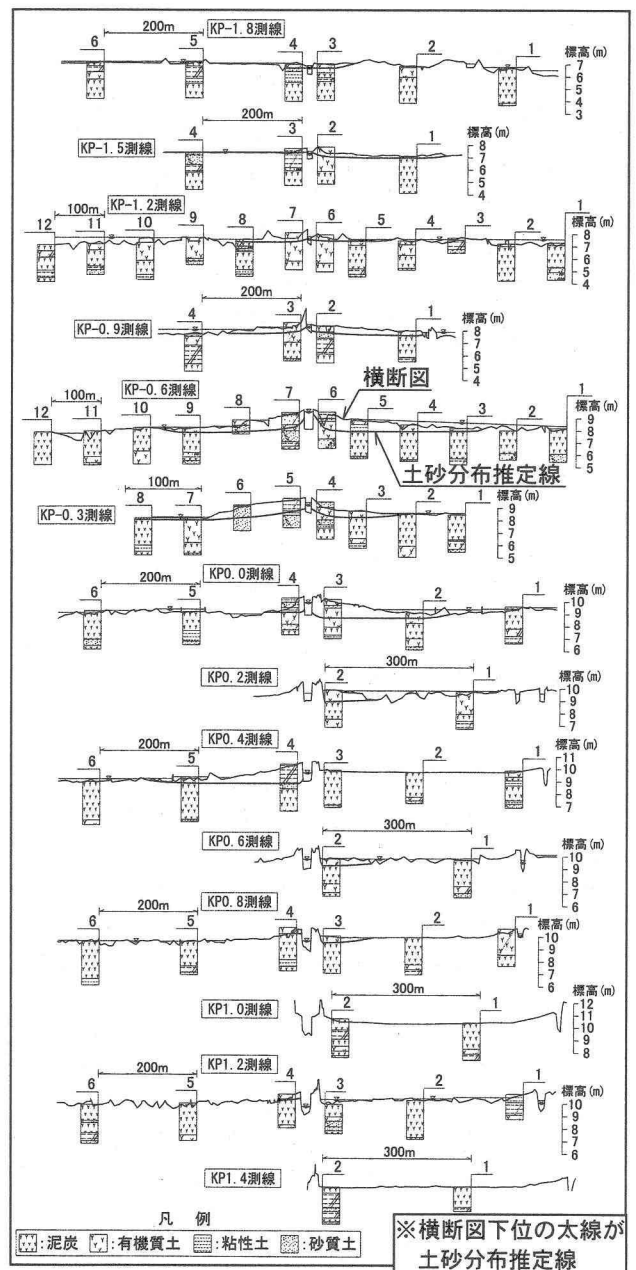


図-5 地形・地質調査結果、土砂分布推定結果図

図-5 では、河川改修後の氾濫堆積土砂を前述の推定結果に基づき、次のように設定した。

- 後背湿地部：泥炭の上部に堆積している土砂とした。
- 河岸部：泥炭の上部に堆積し、かつ、後背湿地の泥炭表面の水準より上位に堆積している土砂とした。それより下位に堆積している土砂は、河川改修前に形成された自然堤防であると判断した。ただし、直線河道末端部（KP0～1.6）右岸には、明渠排水路掘削時の土砂が置土されたままの状態となっていることから、この部分に見られる土砂は全て置土として取り扱った。

図-5 から、各測線の土砂堆積範囲の面積を求め、さらに、平均断面法により河川改修後の氾濫堆積土砂の体積を求めた（表-4）。この体積は間隙を含むものであることから、各測線の土砂堆積範囲箇所にて採取した試料の含水比及び土粒子の密度から土砂の間隙比を求め、実質土砂量に換算した（式-1）。この結果、湿原流入部（KP1.4～-1.8）における河川改修後の氾濫堆積土砂量の合計は、128,000(m³)程度と推定された（表-5）。

久著呂川における河川改修は1966年頃から本格化していることから、推定された土砂量は概ね最近40年間に堆積したものである。したがって、河川改修の後、湿原流入部には平均3,200(m³/年)程度の土砂が堆積していることになる。3章で述べたように、河川改修の影響を除いた流域における土砂発生量は平均2,000(m³/年)程度であり、湿原流入部における土砂堆積量はこの量を上回っている。河川改修の後に増加した氾濫堆積土砂量の多さが伺える。

表-4 河川改修後の氾濫堆積土砂の体積

KP (km)	距離 (m)	堆積範囲面積(m ²)		堆積土砂の体積(m ³)	
		左岸	右岸	左岸	右岸
-1.8	300	15.3	23.1	3,206	13,307
-1.5	300	6.1	65.6	8,377	14,293
-1.2	300	49.7	29.7	17,453	19,758
-0.9	300	66.6	102.0	35,689	46,683
-0.6	300	171.3	209.2	52,640	41,742
-0.3	300	179.6	69.1	31,976	43,683
0.0	200	33.6	222.1	—	28,584
0.2	200	—	63.7	46,235	6,370
0.4	200	197.6	0.0	—	4,737
0.6	200	—	47.4	40,801	8,061
0.8	200	6.4	33.2	—	3,323
1.0	200	—	0.0	3,083	0
1.2	200	9.0	0.0	—	0
小計				239,000	231,000
合計				470,000	—

表-5 河川改修後に堆積した実質土砂量

KP (km)	堆積土砂の体積		間隙比(平均)		実質土砂量	
	左岸(m ³)	右岸(m ³)	左岸	右岸	左岸(m ³)	右岸(m ³)
-1.8	—	—	4.0	5.4	782	2,661
-1.5	3,206	13,307	2.2	2.6	2,327	3,761
-1.2	8,377	14,293	3.0	3.0	4,418	5,002
-0.9	17,453	19,758	2.9	2.9	10,072	12,269
-0.6	35,689	46,683	2.2	2.7	15,745	10,781
-0.3	52,640	41,742	2.5	3.0	9,136	11,249
0.0	31,976	43,683	2.5	2.7	—	7,116
0.2	46,235	28,584	—	3.3	13,467	1,535
0.4	46,235	6,370	—	2.4	—	—
0.6	40,801	4,737	—	2.7	11,884	1,230
0.8	40,801	8,061	—	2.5	—	2,239
1.0	3,083	3,323	—	2.5	—	950
1.2	3,083	0	—	—	881	0
小計					69,000	59,000
合計					128,000	—

$$\text{実質土砂量} = \sum \left\{ \frac{\text{各測線の土砂の体積}}{1+e} \right\} \dots\dots (式-1)$$

ただし、eは間隙比

5. まとめ

本調査・検討の結果及び把握した事項を次に示す。

- ① 現地調査結果に基づく河川流量と浮遊砂量の関係式から各河川の浮遊砂量を推定すると、釧路湿原には浮遊砂として流入した土砂が平均8,760(m³/年)のペースで堆積している結果となった。
- ② 久著呂川の流域単位面積当たりの浮遊砂量は、釧路川流域の他の河川よりも多く、年間の浮遊砂量も主要支川の中で最も多い。これは、過去に行われた河川改修が要因の1つになっていると考えられる。
- ③ 久著呂川流域では、平均9,200(m³/年)程度の土砂が発生し、湿原流入部（KP1.4～-1.8）には平均3,200(m³/年)程度の土砂が堆積していると推定された。また、久著呂川の土砂収支から、湿原流入部における河川改修後の氾濫堆積土砂量の増加が示唆された。
- ④ 久著呂川 KP0～2.5 の区間の河道内には、平均3,200(m³/年)程度の土砂が堆積していることから、流域における土砂発生量から堆積量を差し引いた残り2,800(m³/年)程度の土砂がKP2.5の上流部及び下流の釧路湿原に堆積し、また、一部が海まで流下しているものと考えられる。（①、③、④に示した土砂量は、いずれも実質土砂量である。）

今回の久著呂川をモデルとした調査・検討では、流域の土砂発生量が増加したのは過去の河川改修が要因の1つになっていると考えられること、湿原に流入・堆積している土砂量も河川改修に伴って増加した可能性があることなどを結果として示した。

今後は、河川改修前後の土砂堆積速度の変化及び土砂堆積と湿原変化の因果関係等を科学的な方法で可能な限り明らかにし、近年の釧路湿原における急激な変化の原因究明、湿原保全のために必要な効果的・効率的な対策の検討等を行っていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 釧路湿原の河川環境保全に関する検討委員会：釧路湿原の河川環境保全に関する提言、pp.1,2001.
- 2) 建設省河川局監修、社団法人日本河川協会編：改訂新版 建設省河川砂防技術基準（案）同解説・調査編、pp46-48,1997.
- 3) 国土交通省 国土技術研究会：流砂系における土砂移動実態に関する研究、2001.
- 4) 釧路湿原の河川環境保全に関する検討委員会事務局：釧路湿原の河川環境保全に関する検討委員会 第6回土砂流入小委員会 資料、pp7-8,2003.
- 5) 建設省河川局監修、社団法人日本河川協会編：二訂 建設省河川砂防技術基準(案)・調査編、pp203,1986.
- 6) 建設省河川局監修、社団法人日本河川協会編：改訂新版 建設省河川砂防技術基準（案）同解説・設計編 [I]、pp163,1997.