第17回水循環小委員会資料

平成31年2月14日

目　　次

1. 水循環小委員会の検討経緯

2. 物質循環メカニズムの把握
   - 2-1. L-Q式モデルによる物質循環メカニズムの検討
   - 2-2. SWATモデルによる物質循環メカニズムの検討
   - 2-3. 物質循環モデルの構築に向けて

3. 自然再生施策評価検討
   - 3-1. 対象施策
   - 3-2. 施策のモデル化

4. 施策への展開
   - 4-1. これまでの取り組みの評価
   - 4-2. 他の小委員会との連携
   - 4-3. 地域と連携した水循環小委員会の取り組み
   - 4-3. 成果の活用

1. 水循環小委員会の検討経緯

1. 水循環小委員会の検討経緯

水循環小委員会の目的と成果目標

目的：河川水・地下水などの水循環の保全・修復を図り、流域における健全な水循環・物質循環の維持を図る。

目標①：湿原再生のための望ましい（1980年※以前の）地下水位を保全する。

目標②：釧路川流域の水・物質循環メカニズムを把握し、湿原再生の各種施策の手法の検討や評価が可能となるようにする。

目標③：湿原や湖沼、河川に流入する水質が良好に保たれるように、栄養塩や汚濁物質の負荷を抑制する。

上記の目標は、「釧路湿原自然再生全体構想(2005年策定,2015年改定)」に示された目標等を踏まえ、第4回水循環小委員会(H17.6.2)で議論されて設定された目標である。

※釧路湿原がラムサール条約（正式名：特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約）の登録湿地に登録された年

1. 水循環小委員会の検討経緯

水循環小委員会の検討の流れ

釧路川流域の水循環の検討

・釧路川流域の水理地質構造の検討
・湿原域の水循環メカニズムの解明

施策への展開

幌呂地区
湿原再生実施計画

釧路川流域の物質循環の検討

・栄養塩負荷量の検討
・物質循環メカニズムの検討
・物質循環メカニズムの解明

施策への展開

水循環小委員会の検討の流れ

目的：河川水・地下水などの水循環の保全・修復を図り、
流域における健全な水循環・物質循環の維持を図る。

目標①：湿原再生のための望ましい（1980年※以前の）地下水位を保全する。

※釧路湿原がラムサール条約（正式名：特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約）の登録湿地に登録された年

目標②：
釧路川流域の水・物質循環メカニズムを把握し、湿原再生の各種施策の手法の検討や評価が可能となるようにする。

目標③：
湿原や湖沼、河川に流入する水質が良好に保たれるように、栄養塩や汚濁物質の負荷を抑制する。

水循環	・釧路川流域の水理地質構造の検討 ・湿原域での水収支の算出 ・水循環モデルの構築	・施策への展開 幌呂湿原再生実施計画
物質循環	・湿原流入河川での物質循環モデル(L-Q式モデル、SWATモデル)の構築 ・湿原流入河川からの負荷量算出 ・湿原域での物質収支の算出 ・施策評価手法の開発	・施策への展開 ・目標値の設定 ・他小委員会との連携 ・成果の活用

水循環小委員会の開催状況

回	年月日	検討内容	講演会・勉強会
第1回	2004/2/15	『流域の健全な水環境の保全』のためには？ データ収集整理、蓄積 達成すべき目標の設定	
第2回	2004/6/29		
第3回	2005/1/26		「釧路湿原の水循環について」
第4回	2005/6/2		「泥炭地の地下水　ー釧路泥炭地にみる」
第5回	2005/11/2	現地見学会	「釧路湿原周辺の地質と地下水」
第6回	2007/2/8	釧路湿原の『水循環(水の移動)』の解明 釧路湿原の水理地質構造の把握 地下水位シミュレーション 湿原域の水収支の計算	
第7回	2008/1/17		
第8回	2009/3/23		
第9回	2011/3/28		
第10回	2011/12/27		
第11回	2013/3/21	釧路湿原の『物質循環』の解明 釧路川流域の水質 釧路川流域における栄養塩負荷量の推定	
第12回	2014/3/12		「釧路湿原の水の動きを探る！」
第13回	2015/3/24		「泥炭地を釧路湿原にみる」
第14回	2016/3/23		「釧路湿原で水を測り、分析して、水循環を明らかにする」
第15回	2017/3/8		釧路湿原SWAT勉強会
第16回	2018/3/13		「平成28年洪水における釧路湿原の水・物質循環」
第17回	2019/2/14		**「自然再生 現地見学会」** (2018/11/29開催)

物質循環モデル構築のまとめ

水循環小委員会の成果目標②

釧路川流域の水・物質循環メカニズムを把握し、湿原再生の各種施策の手法の検討や評価が可能となるようにする。

観測、SWATモデル構築

⇒ 物質循環メカニズムを把握した。

久著呂川土砂調整地の効果検討への適用

⇒ 各種施策の手法の検討や評価への適用性を確認した。

水循環小委員会の成果目標③

湿原や湖沼、河川に流入する水質が良好に保たれるように、栄養塩や汚濁物質の負荷を抑制する。

1. 水循環小委員会の検討経緯

本水循環小委員会での審議内容

目的：河川水・地下水などの水循環の保全・修復を図り、
流域における健全な水循環・物質循環の維持を図る。

目標①：湿原再生のための望ましい（1980年※以前の）地下水位を保全する。

※釧路湿原がラムサール条約（正式名：特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約）の登録湿地に登録された年

目標②：
釧路川流域の水・物質循環メカニズムを把握し、湿原再生の各種施策の手法の検討や評価が可能となるようにする。

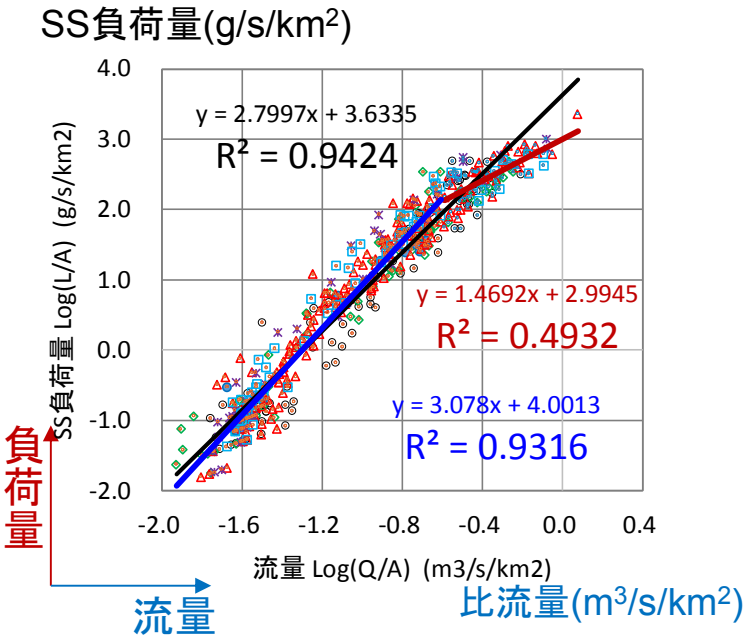
目標③：
湿原や湖沼、河川に流入する水質が良好に保たれるように、栄養塩や汚濁物質の負荷を抑制する。

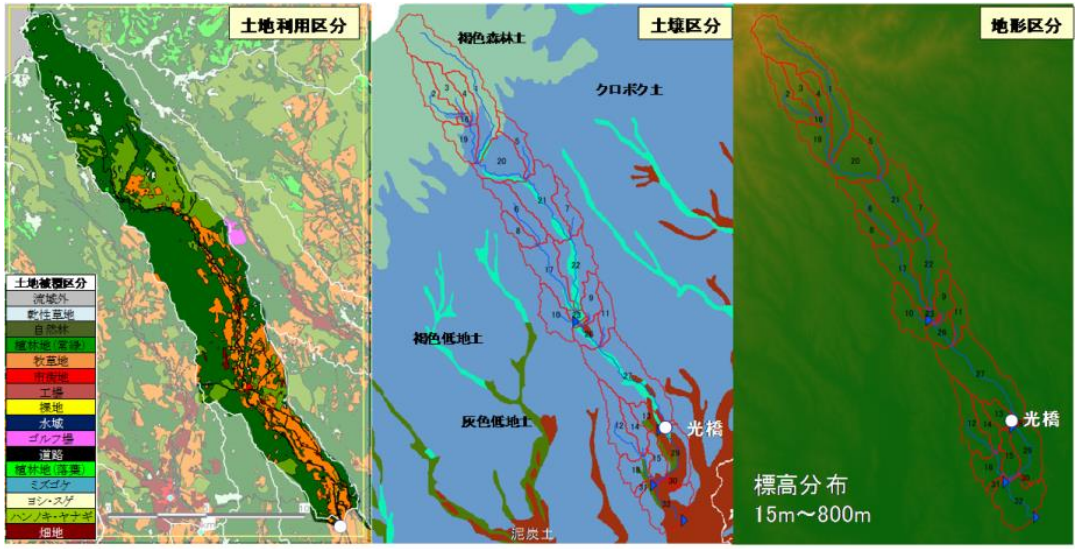
水循環	・釧路川流域の水理地質構造の検討 ・湿原域での水収支の算出 ・水循環モデルの構築		・施策への展開 幌呂湿原再生実施計画	
物質循環	・湿原流入河川での物質循環モデル(L-Q式モデル、SWATモデル)の構築 ・湿原流入河川からの負荷量算出 ・湿原域での物質収支の算出	2章	・施策への展開 ○これまでの取り組みの評価 ○他小委員会との連携 ○成果の活用	4章
	・施策評価手法の開発	3章		

2. 物質循環メカニズムの把握

2-1. L-Q式モデルによる物質循環メカニズムの検討
2-2. SWATモデルによる物質循環メカニズムの検討
2-3. 物質循環モデルの構築に向けて

物質循環メカニズム評価方法





L−Q式モデル

観測結果から直接導出した関係式

SWATモデル

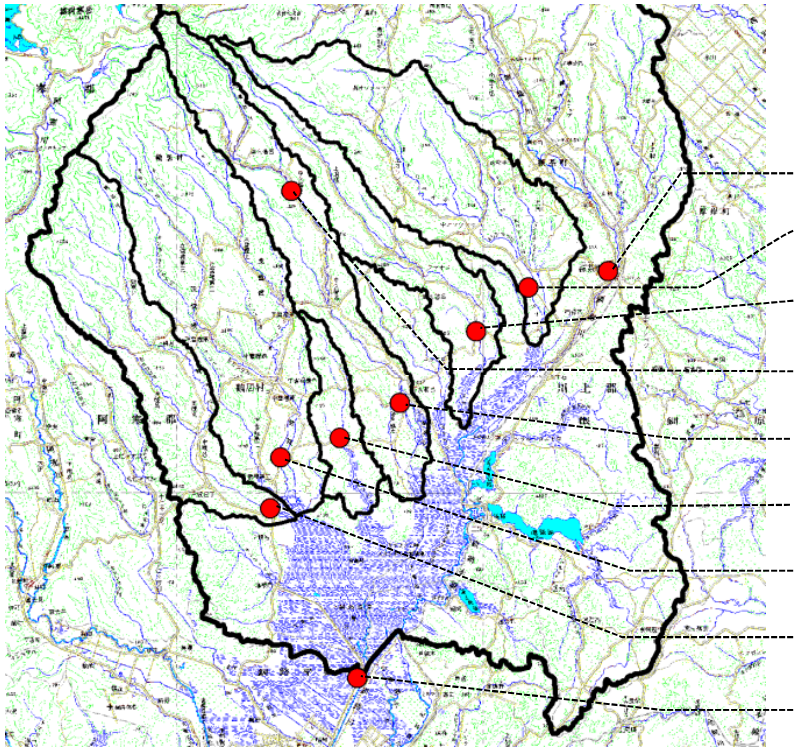
観測結果を素因である「条件」とプロセスである「物理式」で再現する分布物理型シミュレーションモデル

2-1. L-Q式モデルによる物質循環の検討

(1)釧路湿原流入支川を代表するL-Q式の算出
　(栄養塩観測データが十分ではない流入河川への展開を見据えて)
(2)流量観測データが十分ではない流入河川への適用
(3)湿原の物質収支
(4)まとめ

2-1. L-Q式モデルによる物質循環の検討

栄養塩調査箇所



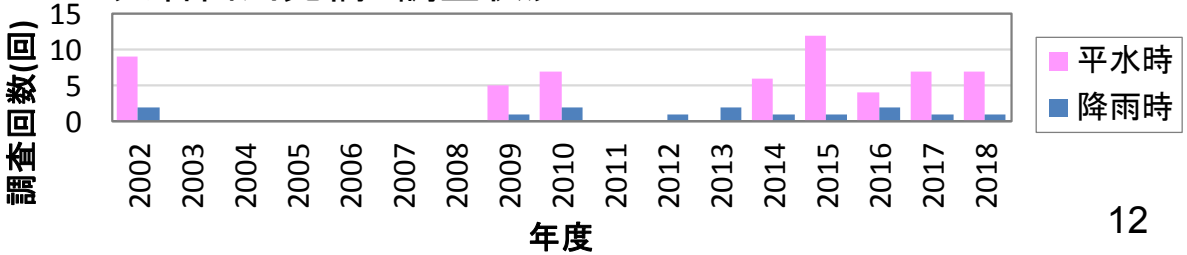
N W E S 0 5 10km

栄養塩調査実績

2002年～2018年

河川名	地点名	調査実績(回)	
		平水時	降雨時[試料数]
釧路川	開運橋	16	2 [14]
オソベツ川	厚生橋	31	5 [43]
ヌマオロ川	沼幌橋	26	3 [26]
久著呂川	中久著呂橋	16	2 [13]
久著呂川	光橋	57	14 [157]
ツルハシナイ川	鶴厚内橋	19	1 [7]
雪裡川	音羽橋	31	7 [55]
幌呂川	雪裡橋	31	7 [58]
釧路川	広里	8	3 [36]

久著呂川光橋　調査状況



湿原の流入負荷量、流出負荷量を推定するため方法

負荷量算出には、栄養塩と流量のデータが必要

栄養塩観測データが十分ではない流域の栄養塩負荷量の推定方法	流量観測データが十分ではない流域の栄養塩負荷量の推定方法
釧路湿原流入支川の代表L-Q式を用いる。	流量観測を実施している河川の流量実測値から、流域面積比で流量を算出する。

釧路湿原の年間の物質収支を算出

2-1. L-Q式モデルによる物質循環の検討

(1)釧路湿原流入支川を代表するL-Q式の算出

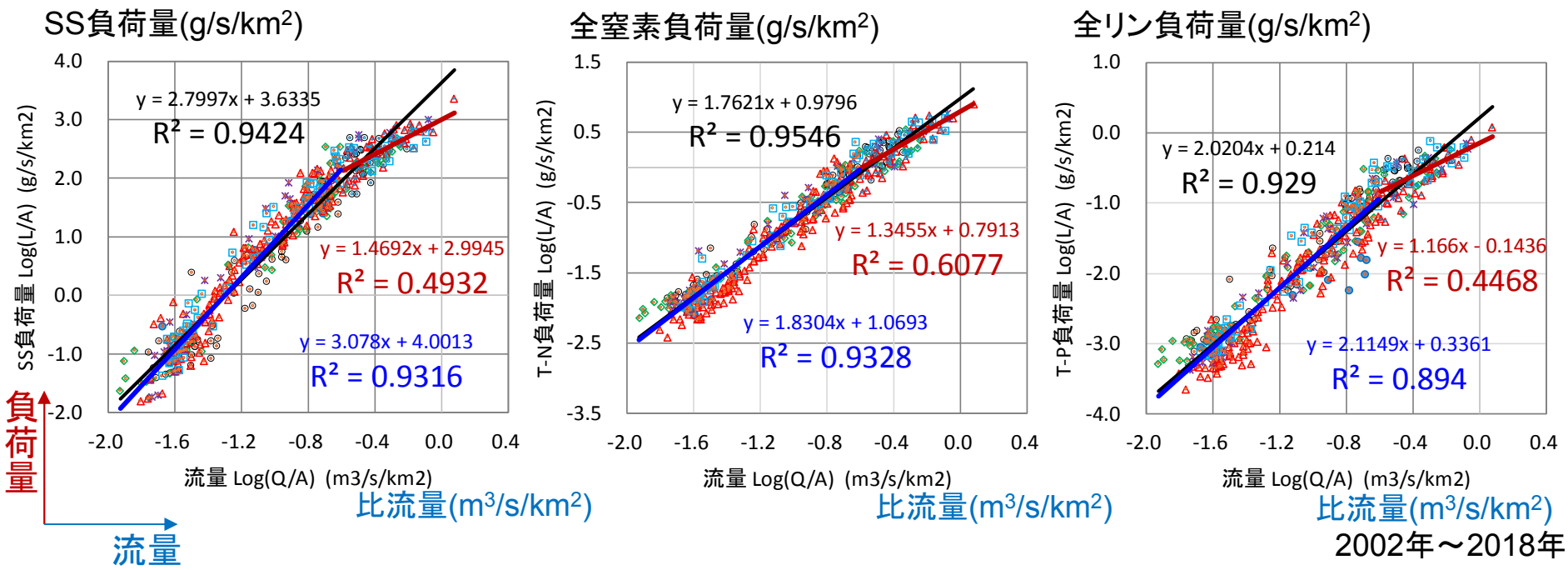
2-1. (1) 釧路湿原流入支川を代表するL-Q式の算出

湿原流入河川の代表L-Q式

L - Q 式

負荷量と河川流量の関係式

L（負荷量）とQ（流量）の関係は、ほぼ一本の式で近似できる。
高流量の範囲では相関性にバラつきがある。
流量に関わらず全データを用いて近似したほうが相関性が高い。



2002年～2018年

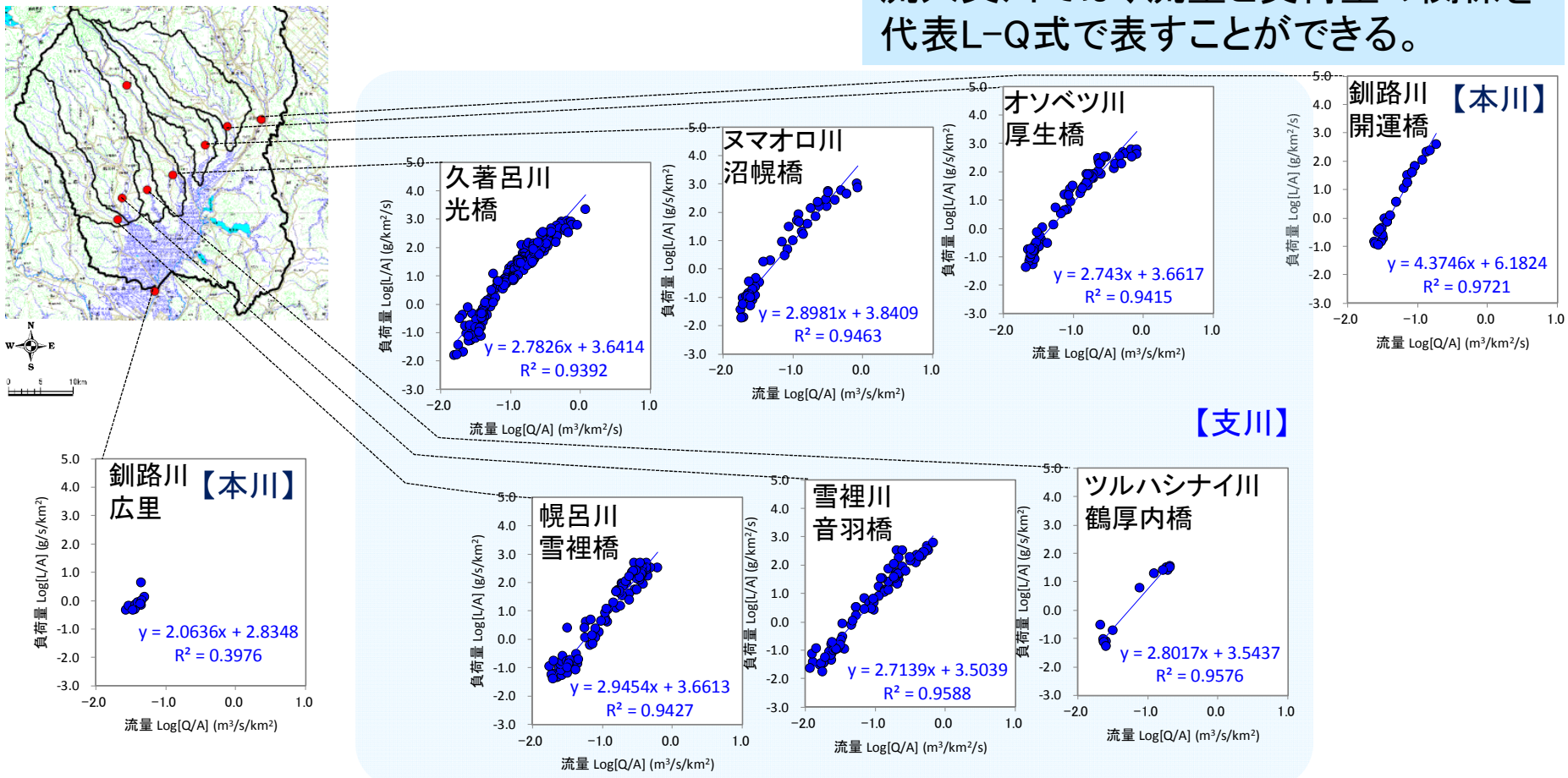
幌呂川雪裡橋
雪裡川音羽橋
ツルハシナイ川鶴厚内橋
久著呂川光橋
ヌマオロ川沼幌橋
オソベツ川厚生橋

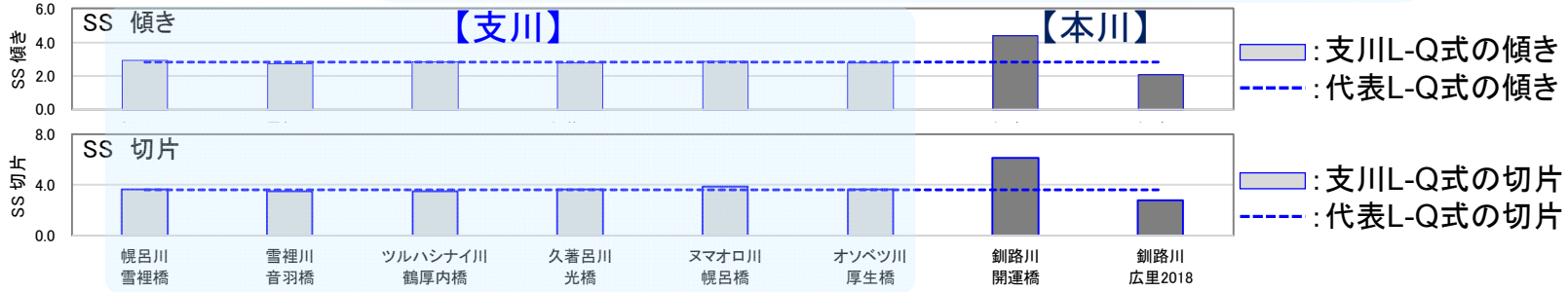
—— : 全データを用いたL-Q式 **代表L-Q式**
—— : Log(Q/A)＜−0.6のデータを用いたL-Q式
—— : Log(Q/A)≧−0.6のデータを用いたL-Q式
Log(Q/A) = −0.6とは 0.251m³/s/km², 21.7mm/日

2-1. (1) 釧路湿原流入支川を代表するL-Q式の算出

支川L-Q式　SS

流入支川のL-Q式は、類似。
流入支川では、流量と負荷量の関係を代表L-Q式で表すことができる。



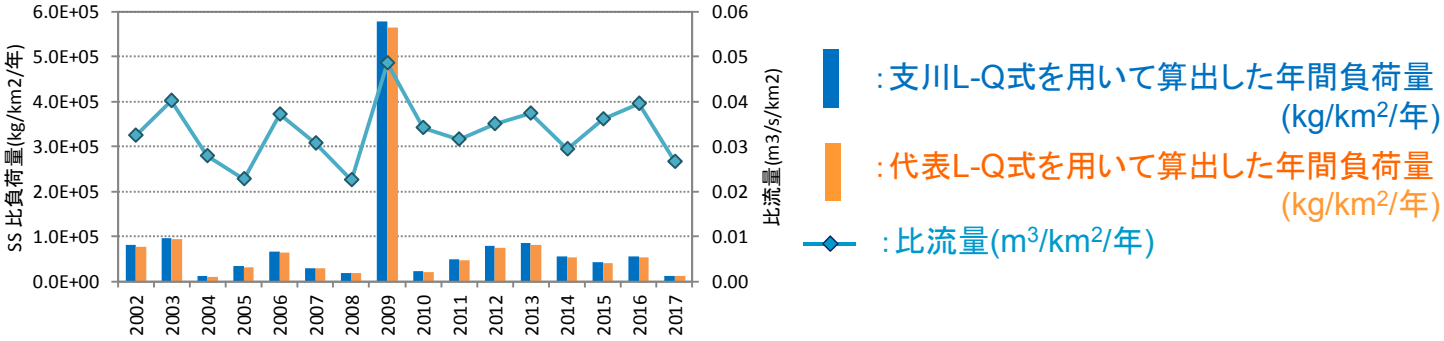


2-1. (1) 釧路湿原流入支川を代表するL-Q式の算出

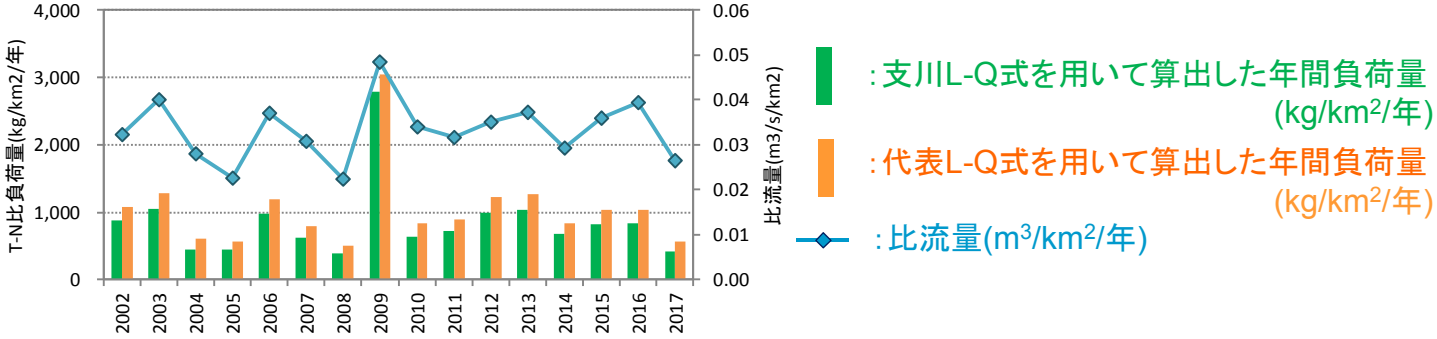
支川L-Q式と代表L-Q式による栄養塩年間負荷量推定結果の比較【久著呂川光橋】

2002年　　2017年

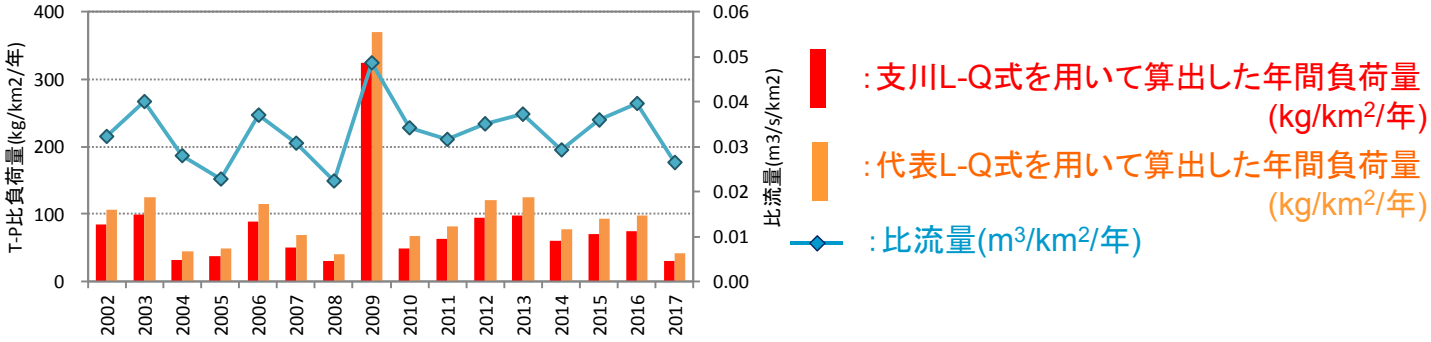
SS比負荷量 (kg/km²/年)



全窒素比負荷量 (kg/km²/年)



全リン比負荷量 (kg/km²/年)



2-1. (1) 釧路湿原流入支川を代表するL-Q式の算出

支川L-Q式と代表L-Q式による栄養塩年間負荷量推定結果の比較

河川 観測地点		SS		全窒素		全リン	
		ton/km^2/年	比率	kg/km^2/年	比率	kg/km^2/年	比率
幌呂川 雪裡橋	支川	29	122%	1,001	80%	93	74%
	代表	35		800		69	
雪裡川 音羽橋	支川	38	119%	938	86%	88	82%
	代表	46		806		72	
ツルハシナイ川 鶴厚内橋	支川	64	123%	513	205%	45	224%
	代表	79		1,049		101	
久著呂川 光橋	支川	82	96%	862	122%	80	126%
	代表	79		1,049		101	
ヌマオロ川 沼幌橋	支川	55	73%	950	83%	71	100%
	代表	40		792		71	
オソベツ川 厚生橋	支川	58	87%	974	89%	98	80%
	代表	51		866		78	

(2002～2017年平均)

支川：支川L-Q式による年間比負荷量(①)
代表：代表L-Q式による年間比負荷量(②)
比率：②／①

支川L-Q式による推定負荷量とは差をもつが、代表L-Q式により、湿原流入支川流域全体の栄養塩流出量をとらえることができる。

2-1. L-Q式モデルによる物質循環の検討

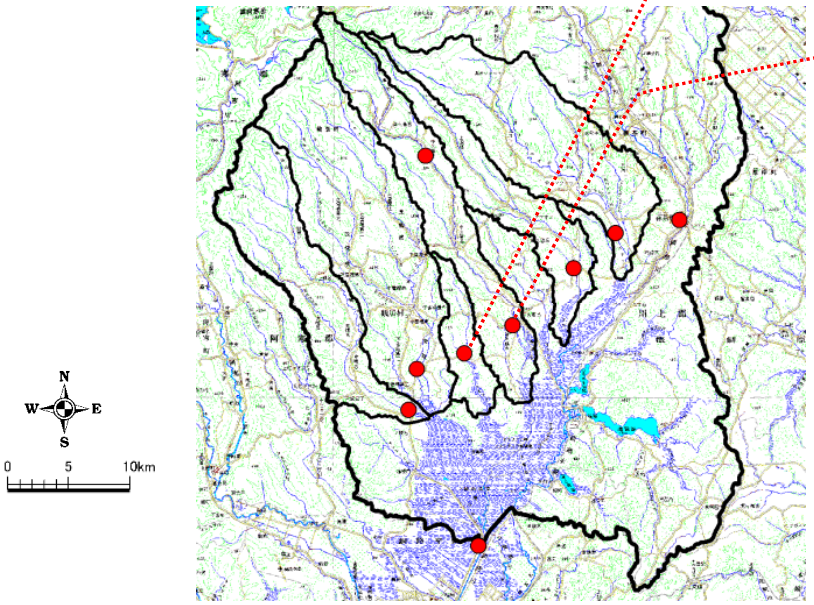
(2)流量観測データが十分ではない流入河川への適用

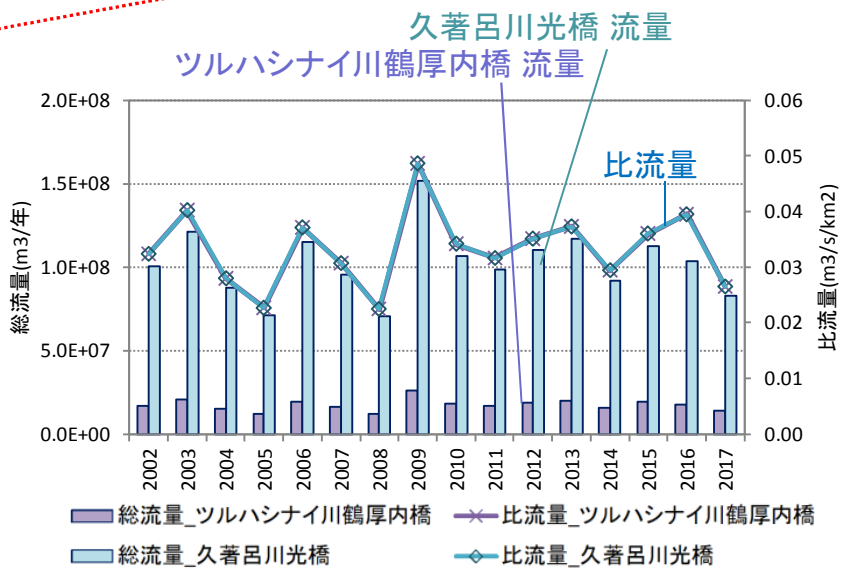
2-1. (2) 流量観測データが十分ではない流入河川への適用

ツルハシナイ川の栄養塩負荷量推定方法

・久著呂川光橋の観測流量から、流域面積比で鶴厚内橋での流量を算出する。

	ツルハシナイ川 鶴厚内橋	久著呂川 光橋
流域面積[km^2]	17	99
流量観測データ	久著呂川光橋の流量から 流域面積比で算出	実測流量あり



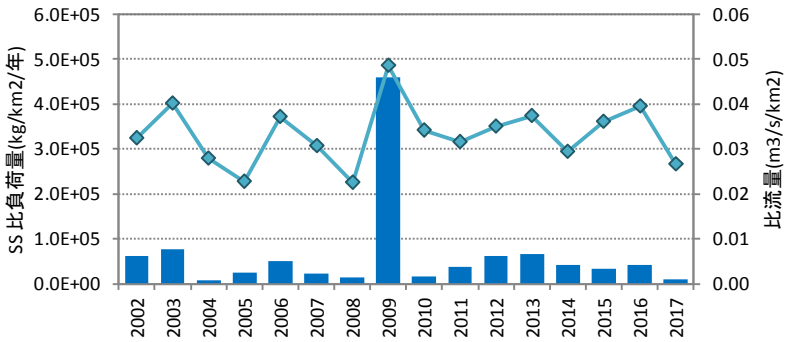


2-1. (2) 流量観測データが十分ではない流入河川への適用

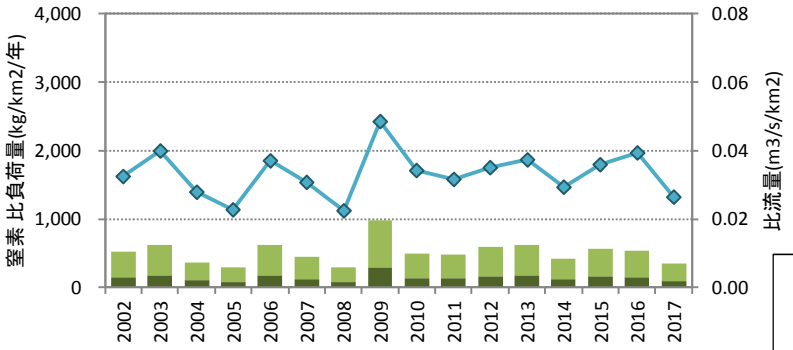
栄養塩年間負荷量推定結果
【ツルハシナイ川鶴厚内橋】

2002年　　2017年

SS比負荷量
(kg/km²/年)

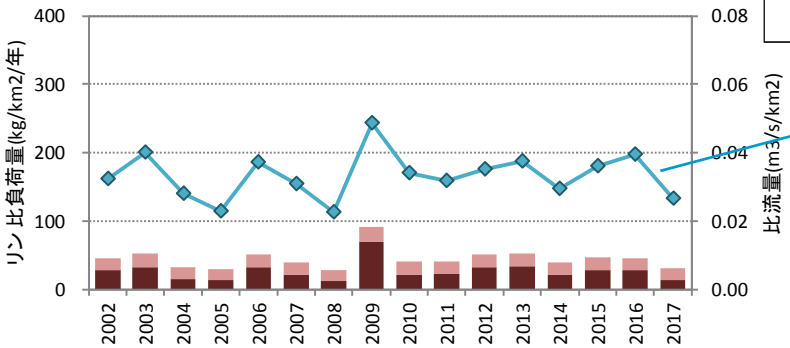


全窒素比負荷量
(kg/km²/年)



溶存態（水に溶けている成分）
懸濁態（土砂に付着するなどして水中に浮遊している成分）

全リン比負荷量
(kg/km²/年)



比流量
(m³/km²/年)

2-1. L-Q式モデルによる物質循環の検討

(3)湿原の物質収支

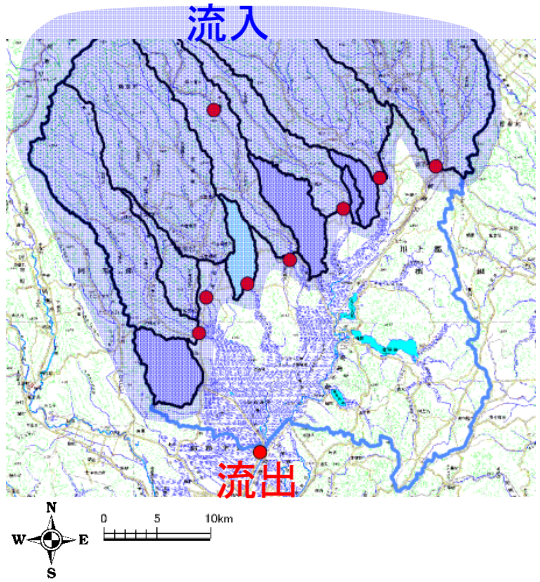
湿原の流入負荷量、流出負荷量を推定するため方法

負荷量算出には、栄養塩と流量のデータが必要

栄養塩観測データが十分ではない流域の栄養塩負荷量の推定方法	流量観測データが十分ではない流域の栄養塩負荷量の推定方法
釧路湿原流入支川の代表L-Q式を用いる。	流量観測を実施している河川の流量実測値から、流域面積比で流量を算出する。

釧路湿原の年間の物質収支を算出

湿原の流入負荷量、流出負荷量を推定するため方法



栄養塩	観測データあり	支川L-Q式を使用
	データが十分ではない	代表L-Q式を使用
流量	観測データあり	実測流量を使用
	データが十分ではない	流域面積比による推定流量を使用

	オンネナイ川	幌呂川	アシベツ川	雪裡川	ツルハシナイ川	久著呂川	コッタロ川	ヌマオロ川	ヌマオロ川下流	オソベツ川	五十石川	釧路川
栄養塩 L-Q式	代表	支川	代表	支川	支川	支川	代表	支川	代表	支川	代表	支川
流量	推定	実測	推定	実測	推定	実測	推定	実測	推定	実測	推定	実測

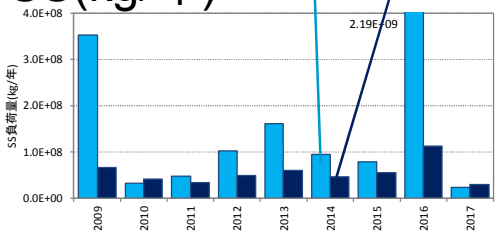
2-1. (3) 湿原の物質収支

栄養塩は、湿原に流入する量が流出する量より多い。

	SS			全窒素			全リン		
	流入	流出	収支	流入	流出	収支	流入	流出	収支
年	(ton)	(ton)		(kg)	(kg)		(kg)	(kg)	
2009	3.53E+05	6.56E+04	＋	2.77E+06	2.03E+06	＋	3.53E+05	2.08E+05	＋
2010	3.21E+04	4.13E+04	－	1.28E+06	1.37E+06	－	1.12E+05	1.39E+05	－
2011	4.71E+04	3.28E+04	＋	1.21E+06	1.11E+06	＋	1.11E+05	1.12E+05	－
2012	1.03E+05	4.88E+04	＋	1.65E+06	1.53E+06	＋	1.81E+05	1.57E+05	＋
2013	1.61E+05	6.00E+04	＋	2.06E+06	1.87E+06	＋	2.42E+05	1.91E+05	＋
2014	9.45E+04	4.59E+04	＋	1.42E+06	1.48E+06	－	1.50E+05	1.51E+05	－
2015	7.84E+04	5.41E+04	＋	1.73E+06	1.72E+06	＋	1.83E+05	1.76E+05	＋
2016	2.19E+06	1.13E+05	＋	6.32E+06	3.15E+06	＋	1.31E+06	3.27E+05	＋
2017	2.33E+04	2.92E+04	－	1.08E+06	1.01E+06	＋	9.05E+04	1.02E+05	－
合計	3.08E+06	4.90E+05	＋	1.95E+07	1.53E+07	＋	2.74E+06	1.56E+06	＋

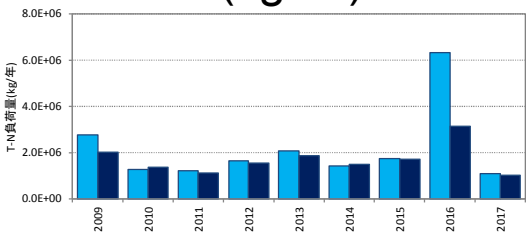
流入　流出

SS(kg/年)

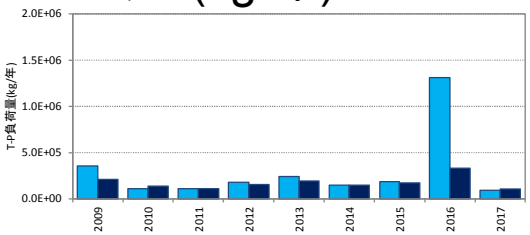


2009年　2017年

全窒素(kg/年)



全リン(kg/年)



2-1. L-Q式モデルによる物質循環の検討

(4)まとめ

2-1. (4) まとめ

・栄養塩観測に基づく釧路湿原流入支川の代表L-Q式、各支川のL-Q式より、
湿原の概略の物質収支を算出した。

・その際、栄養塩観測データのない支川流域は代表L-Q式を用いて、また、
流量観測データのない支川流域は流域面積比による推定流量を用いて、
年間の物質収支を算出した。

・湿原に流入する栄養塩は流出する栄養塩を上回った年が多く、
湿原に栄養塩がとどまっていると推察された。

2-2. SWATモデルによる
物質循環メカニズムの検討

(1)物質循環モデルの再現性向上
(2)釧路川流域を代表する設定値の算出
　(観測データが十分ではない流入河川への展開を見据えて)
(3)観測データが十分ではない流入河川への適用

2-2. SWATモデルによる
物質循環メカニズムの検討
(1)物質循環モデルの再現性向上

2-2. (1) 物質循環モデルの再現性向上

1) 融雪期の再現状況

SWATモデルでの融雪期河川流量の再現状況（久著呂川　光橋　2015及び2016）

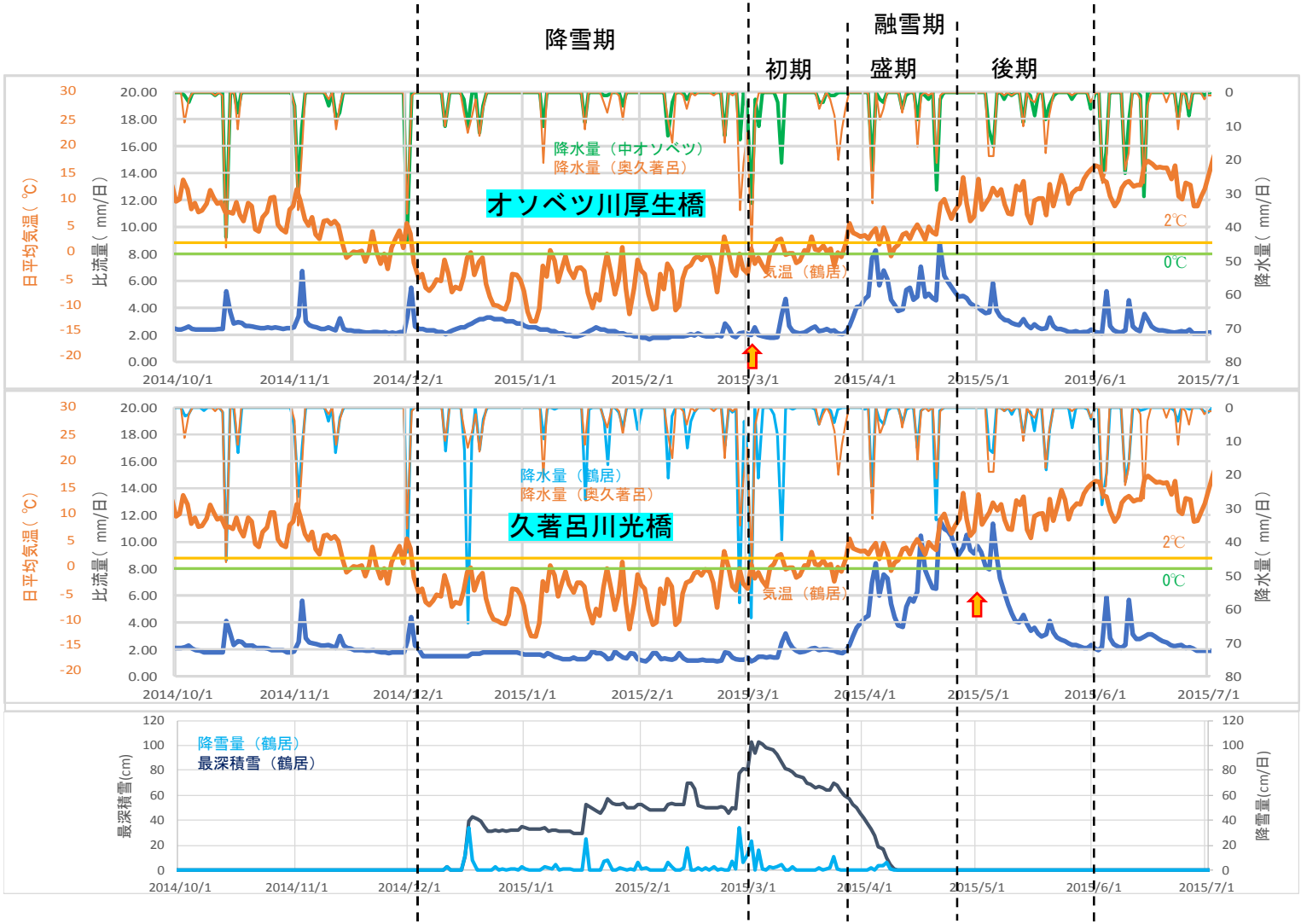
融雪期の河川流量の再現性を向上する必要がある

降雪・融雪に関する以下のパラメータを再調整

入力値	単位	概要
SFTMP	℃	降雪－降雨の境界気温
SMTMP	℃	融雪気温
TIMP	無次元	前日の気温の影響が翌日に残る度合い。
SMFMX	mm/℃/日	最大融雪スピード
SMFMN	mm/℃/日	最大融雪スピード

2-2. (1) 物質循環モデルの再現性向上

2) 融雪期河川流量の特徴（観測データより）



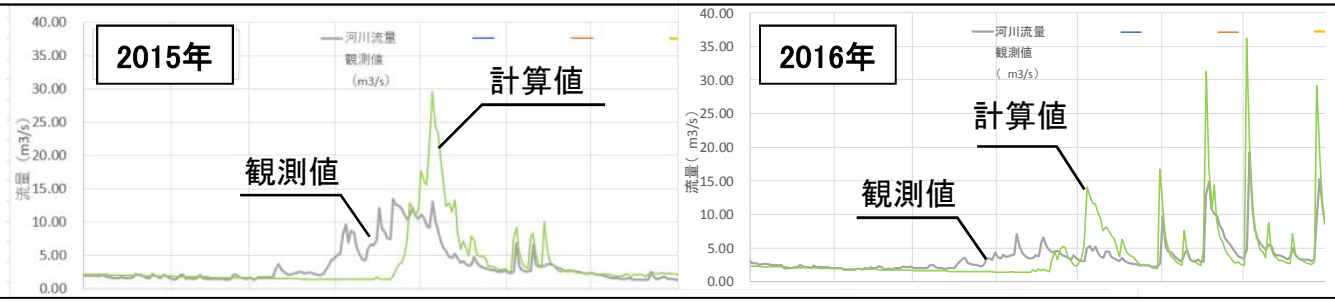
・アメダス鶴居の気象観測データから、本格的な融雪が発生するのは0℃～2℃程度である。
・オソベツ川、ヌマオロ川、幌呂川に比べ久著呂川、雪裡川の融雪時期が僅かに遅く、
地域差があることを示す。

2-2. (1) 物質循環モデルの再現性向上

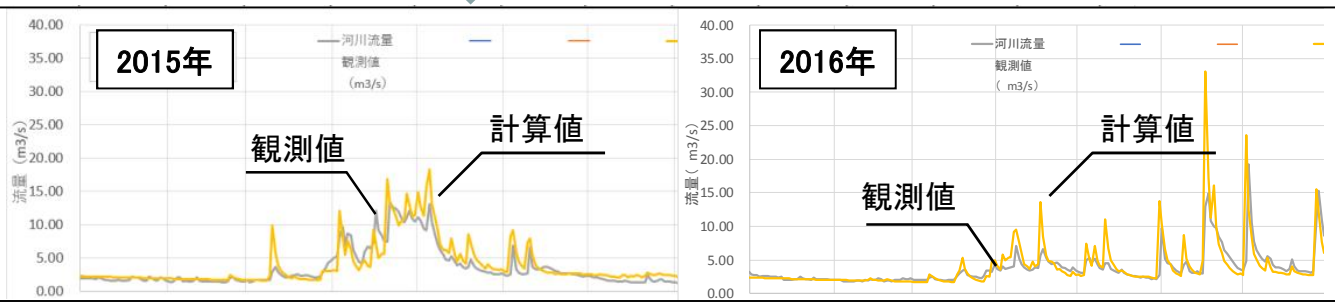
3) 検討結果

初期値
降雪気温 −3℃,
融雪気温 2℃
雪塊温係数 0.2
融雪速度 2mm/℃/日

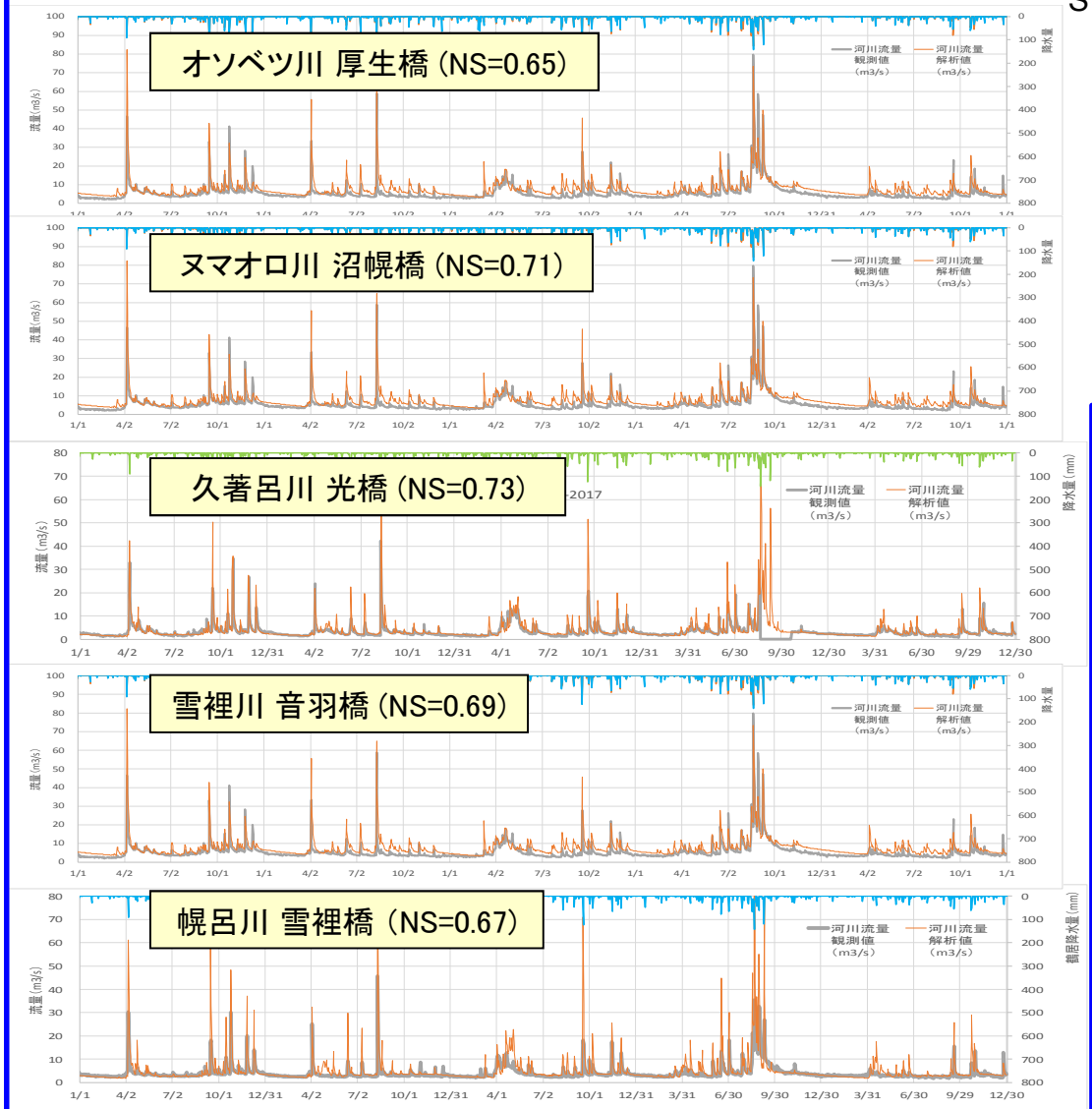
トライアンドエラー
降雪気温 5℃,
融雪気温 2℃
雪塊温係数 0.2
融雪速度 2mm/℃/日



最適値
降雪気温 1℃,
融雪気温 −2℃
雪塊温係数 1
融雪速度 1mm/℃/日



2-2. (1) 物質循環モデルの再現性向上



河川流量の再現状況(2013-2017)

河川流量の再現性は全河川で向上

SWATモデルにおける再現性の評価(Moriasi et a. (2007))

評価ランク	Nash-Satcliffe効率係数
たいへん良い	0.75＜指数≦1.00
良い	0.65＜指数≦0.75
満足する	0.50＜指数≦0.65
満足しない	0.00＜指数≦0.50
容認できない	指数≦0.00

降雪・融雪に関する設定値

	降雪温度 ℃	融雪温度 ℃	雪塊温係数	融雪速度 mm/℃/日
オソベツ	−1	−2	1	1.5
ヌマオロ	2	−2	1	2
久著呂	1	−2	1	1
雪裡	1	0	1	1.5
幌呂	1	0	1	1.5

降雪・融雪に関する設定値は流入河川毎に異なる。

⇩

全流域で鶴居観測所の気温データを使用していることが要因の可能性

2-2. SWATモデルによる
物質循環メカニズムの検討
(2)釧路川流域を代表する設定値の算出

2-2. (2) 流域ごとのパラメータの比較

流域ごとのパラメータの比較

・土壌地盤に係る物性値は、ほとんどが他小流域と共有できるが、積雪・融雪、土壌の透水係数は小流域により値が異なる。
・気象データは気象観測所と流域の位置関係により物性値を調整する必要がある。

土地被覆区分	SWAT区分	OV_N	CN	
			C	D
乾性草地	GRAS	0.3	35	37
自然林	FRST	0.8	35	39
植林地(常緑)	FRSE	0.8	35	39
牧草地	PAST	0.3	37	40
市街地	URMD	0.025	40	42
裸地	BSVG	0.05	40	42
水域	WATR	0.05	40	42
ゴルフ場	GRAS	0.3	33	37
道路	URMD	0.025	40	42
植林地(落葉)	FRSD	0.8	35	39
ミズゴケ	WETN	0.05	37	40
ヨシ・スゲ	WETN	0.05	37	40
ハンノキ・ヤナギ	WETF	0.5	39	42
畑地	CSIL	0.3	37	40

Type	Process	Variable	記事	単位	久著呂	幌呂	ヌマオロ	オソベツ	雪裡	代表値
CLIMATE	Snow Processes	SFTMP	降雪気温	℃	1	1	−1	−1	1	0.2
		SMTMP	融雪気温	℃	−2	0	−1	−1	0	−0.8
		SMFMX	6/21の融雪係数	mm/℃	1	1.5	2	2	1.5	1.6
		SMFMN	12/21の融雪係数	/day	1	1.5	2	2	1.5	1.6
		TIMP	雪塊内温度伝達遅延係数	−	1	1	1	1	0.2	0.84
		SNOCOVMX	雪域100%となる積雪深	m	1	1	1	1	1	1
		SNO50COV	雪域50%となる積雪深	m	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
HYDRO-LOGIC CYCLE	Surface Runoff	SURLAG	地表流遅延係数	day	2(10)	2(10)	2(10)	2(10)	2(10)	2(10)
		CN2	CNC係数	−	35～92	35～92	35～92	35～92	35～92	35～92
	Time of Concentration	CH_N(1)	支川のマニング係数	−	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
		OV_N	地表のマニング係数	−	0.05～0.6	0.05～0.6	0.05～0.6	0.1～0.6	0.01～0.6	0.01～0.6
	Transmission Losses from Surface Runoff	CH_K(1)	支川河床堆積物の透水係数	m/s	2×10−7	2×10−7	2×10−7	2×10−7	2×10−7	2×10−7
	Land cover characteristics	CANMX	樹幹遮断係数	−	5	5	5	5	5	5
	Soil Water	SOL_Z	土壌厚さ	mm	250	250	250	250	250	250
					500	500	500	500	500	500
		SOL_K	土壌透水係数	m/s	2×10−5	1×10−5	2×10−5	2×10−5	1×10−5	1.6×10−5
					1×10−4	1×10−4	1×10−4	1×10−4	1×10−4	1×10−4
		ESCO	土壌蒸発散係数	−	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
	Lateral Flow	LAT_TTIME	側方流動遅延係数	day	0	0	0	0	0	0
	Groundwater	GW_DELAY	不飽和帯から浅層地下水への移動に要する時間	day	180	180	180	180	180	180
		ALPHA_BF	Baseflow alpha factor (1/days)	1/day	1	1	1	1	1	1
		GWQMN	浅層地下水が地表に流出する地下水位(GL-mm)	mm	2000	2000	2000	2000	2000	2000
		GW_REVAP	地下水蒸発係数	−	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
		REVAPMN	地下水が蒸発し始める地下水位	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000
		RCHRG_DP	不飽和帯の水が深層地下水になる係数	−	0	0	0	0	0	0
CHANNEL PROCESSES	Channel Water Routing	TRANSRCH	支川での浸透に関する係数	−	0	0	0	0	0	0
		EVRCH	支川での蒸発散に関する係数	−	1	1	1	1	1	1
		CH_N(2)	本川の粗度係数	−	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
		CH_K(2)	本川河床堆積物の透水係数	m/s	2×10−7	2×10−7	2×10−7	2×10−7	2×10−7	2×10−7
		ALPHA_BMK	Bestflow alpha factor for bank strage (days)	day	0	0	0	0	0	0

2-2. (2) 流域ごとのパラメータの比較

・河道内の事象でもほとんどの物性値が共有できる

Type	Process	Variable	記事	単位	久著呂	幌呂	ヌマオロ	オソベツ	雷裡	代表値
SEDIMENT	SEDIMENT EROSION	ADJ_PKR	MUSLE式で使用。Peak flow rateを調整。		1	1	1	1	1	1
		SLSUBBSN	平均斜面長(m)。デフォルト50m		9.15～121.96	9.15～91.46	9.15～121.96	9.15～91.46	9.15～121.96	9.15～121.96
		HRU_SLP	平均斜面勾配(m/m)		0.01946678～1	0.02215～2.55	0.00492～0.428	0.0183～0.829	0.0129～0.866	0.01946678～1
		LAT_SED	側方流動及び地下水流動時の土砂濃度(mg/L)		0	0	0	0	0	0
		FILTERW	edgeg-of-field filter strip 幅(m)		0	0	0	0	0	0
		USLE_K	土壌浸食係数		0.0157～0.066375	0.0157～0.066375	0.0314～0.1312	0.0157～0.066375	0.0157～0.066375	0.01884～0.079336
		USLE_P	USLE equation support practice facter		1	1	1	1	1	1
		USLE_C								
	CHANNEL SEDIMENT ROUTING	IDEG	Channel degradation code. 0=河道形状維持、1=河道形状変化		0	0	0	0	0	0
		CH_EQN	河道浸食モデルの選択。0-Simplified Bangnold Equation, 1-Simplified Bangnold Equation(Physics based approach for channel erosion), 2-Fodatie model, 3-Molinas and Wu model, 4-Yang sand and gravel model		1	1	1	1	1	1
		PRF	河道内土砂移動を補正するため、その根源であるピーク流量を調整する係数。デフォルト=1。		1	1	1	0.5	1	0.9
		SPCON	河道内土砂濃度上限値を決めるための係数。0.0001-0.001で変化。デフォルト=0.0001		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
		SPEXP	河道内土砂濃度上限値を決めるための指数係数。1.0-2.0で変化。デフォルト=1。オリジナル=1.5。		1	1	1	1	1	1
		CH_ERODMO	浸食のされやすさを0(浸食されない)～1(浸食に対し無抵抗)を補正。		0	0	0	0	0	0
		CH_COV1	CH_EQN=0の時、Channel erodibility factor0,=浸食しない, 1=浸食する。 CH_EQN<>0の時、Channel bank vegetation for critical shear stress, 何もなし=1,草地=1.97, まばらな樹林=5.4, 密な樹林=19.2		0	0	0	0	0	0
		CH_COV2	CH_EQN=0の時、Channel cover factor0,=浸食しない, 1=浸食する。 CH_EQN<>0の時、Channel bed vegetation for critical shear stress, 何もなし=1,草地=1.97, まばらな樹林=5.4, 密な樹林=19.2		0	0	0	0	0	0
		CH_BNK_KD	堤防浸食係数(cm3/N-s)。0.01-3.75で設定可。未設定の場合, 限界せん断応力から経験式で決定。		0	0	0	0	0	0
		CH_BED_KD	河床浸食係数(cm3/N-s)。0.01-3.75で設定可。未設定の場合, 限界せん断応力から経験式で決定。		0	0	0	0	0	0

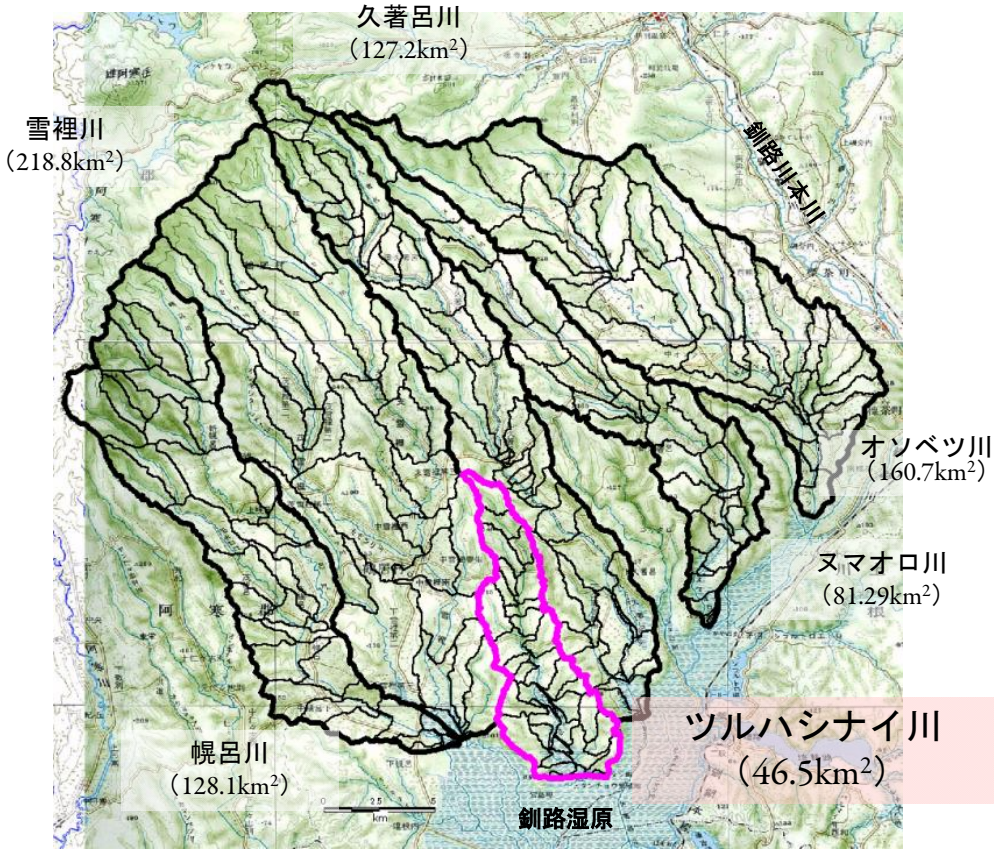
2-2. (2) 流域ごとのパラメータの比較

個別設定値と代表設定値での負荷量の比較

流域・場所	項目	単位	L-Q式	SWAT		
				個別値	代表値	比率
久著呂川 光橋	SS	ton	9198	8820	9900	112%
	全窒素	kg	106360	92986	78823	85%
	全リン	kg	8785	9294	10298	111%
幌呂川 雪裡橋	SS	ton	3170	3426	3438	100%
	全窒素	kg	129016	104464	140494	134%
	全リン	kg	11930	9124	8794	96%
ヌマオロ川 沼幌橋	SS	ton	2698	2963	4246	143%
	全窒素	kg	67923	17857	15271	86%
	全リン	kg	4344	4693	5348	114%
オソベツ川 厚生橋	SS	ton	6805	6235	6314	101%
	全窒素	kg	133969	126530	109219	86%
	全リン	kg	12338	11420	11571	101%
雪裡川 音羽橋	SS	ton	5987	5369	5662	105%
	全窒素	kg	169179	145632	195734	134%
	全リン	kg	15007	12435	11914	96%

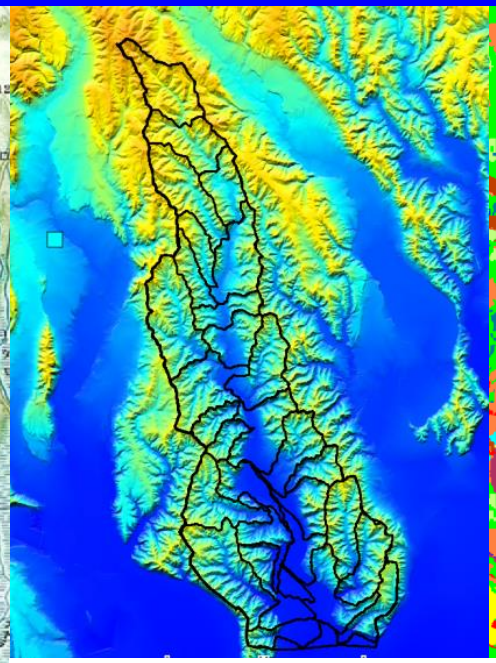
代表設定値で算出した負荷量は個別設定値で算出した負荷量の85%～134%(-15%～34%程度の差が生じている)

2-2. SWATモデルによる
物質循環メカニズムの検討
(3)観測データが十分ではない流入河川への適用

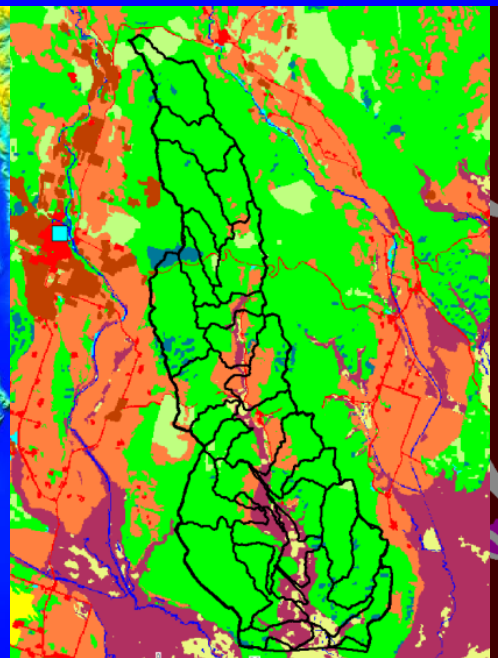


2-2. (3) 観測データが十分ではない流入河川への適用

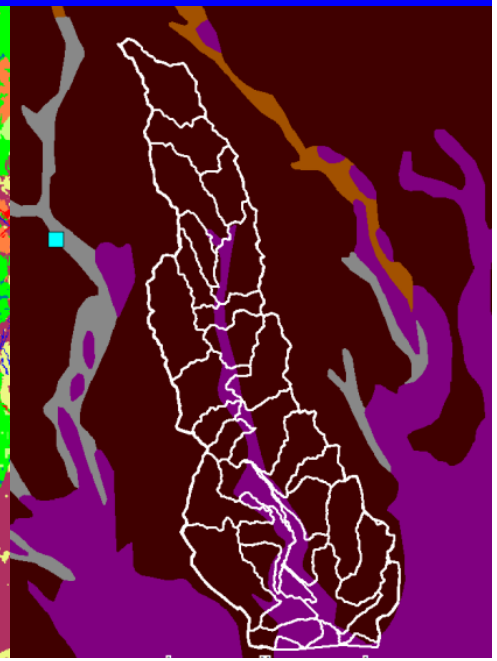
気象データ
アメダス気象観測所「鶴居」



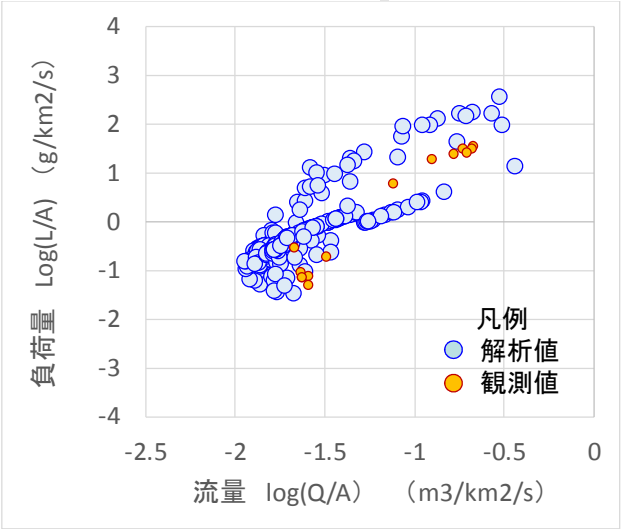
地形データ
10mメッシュデータ



土地被覆データ
土地利用図（2000年）



土壌分布データ
20万分の1土地分類基本図



シミュレーション結果（L-Q式）

シミュレーション結果（栄養塩負荷量）

モデル	SS ton/年	全窒素 kg/年	全リン kg/年
L-Q式（支川）	1092	8682	765
L-Q式（代表）	1324	16953	1682
SWAT	1134	9302	832

L-Q式、負荷量とも支川のL-Q式モデルと整合。

2-3. 物質循環モデルの構築に向けて

2-3. 物質循環モデルの構築に向けて

・L-Q式モデルは事実であり、観測データが十分ある流入河川で現在の負荷量を推定するには最適。

・観測データがない流域への展開、過去の推定、施策の評価にはSWATモデルが有効。

⇩

・観測データがある流域でのL-Q式モデルを再現対象としてSWATモデルの精度を高め、これを流域全体に広げていく。

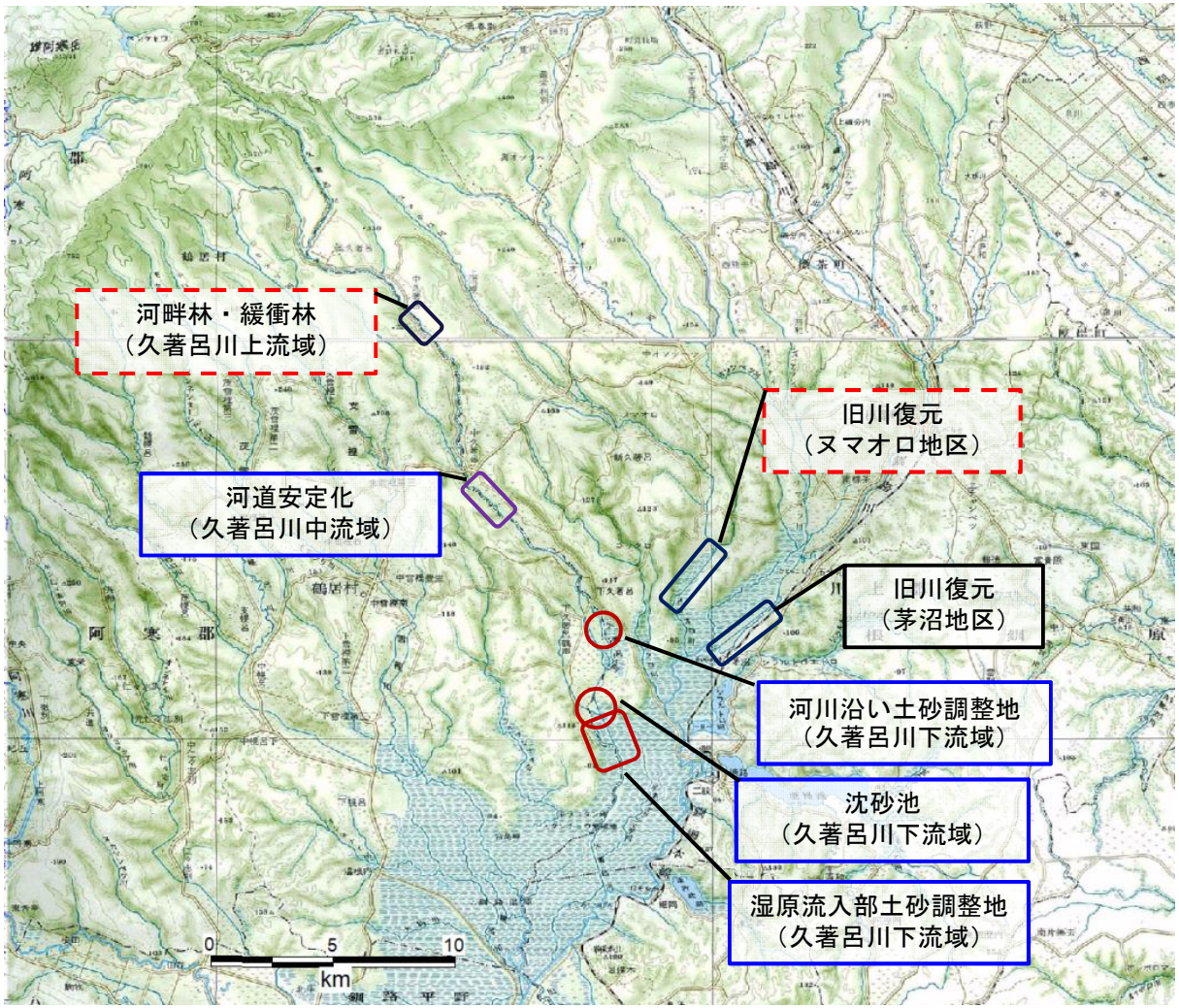
3. 自然再生施策評価検討

3-1. 対象となる施策
3-2. 施策のモデル化

3-1. 対象施策

3-1. 対象施策

現在計画または施工されている自然再生施策



:実施済
:実施中
:未実施

目標②:釧路川流域の水・物質循環メカニズムを把握し、湿原再生の各種施策の手法の検討や評価が可能となるようにする。
を達成するため、SWATモデルを施策の手法の検討や評価に適用する。

3-2. 施策のモデル化

施策への適用事例

小委員会	施策	文献	モデル化手法	検証	施策の評価への適用
旧川復元	・旧川復元	事例未確認。	方法1)流路長を延長⇒流速の低下と河道内での一時貯留をモデル化 方法2)「Reservoir」オプションの資料⇒出水時の氾濫原での水・物質の貯留効果をモデル化	ヌマオロ地区で検証予定。	栄養塩の推定
土砂流入	・土砂調整地 ・沈砂池	SWATモデルの「Reservoir」、または「Pond」オプションを利用(4事例)	SWATモデルの「Reservoir」、オプションを利用。	2016年出水時の再現計算では観測データからの推定値と計算結果はおおむね一致。	栄養塩の推定
土砂流入	・河道安定化	事例未確認。	方法1)河床浸食係数の変更 方法2)河床浸食・土砂堆積判定値の変更	久著呂川河道安定化区間で検証予定。	栄養塩の推定
土砂流入	・河畔林	「地表流のピーク流量を低減させる」、「河岸での浸食を抑制する」、「窒素やその他汚染物質を取り除く」、「土壌の透水性を高める」の4つの機能を有するとされている(3事例)。	地表面粗度の変更	今後検証データを入手する。	土砂・栄養塩の推定
森林再生	・植林		地表面粗度の変更	今後検証データを入手する。	土砂・栄養塩の推定

4. 施策への展開

4-1. これまでの取り組みの評価
4-2. 他の小委員会との連携
4-3. 地域と連携した水循環小委員会の取り組み
4-4. 成果の活用

水循環小委員会の検討の流れ

目的：河川水・地下水などの水循環の保全・修復を図り、
流域における健全な水循環・物質循環の維持を図る。

目標①：湿原再生のための望ましい（1980年※以前の）地下水位を保全する。

※釧路湿原がラムサール条約（正式名：特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約）の登録湿地に登録された年

目標②：
釧路川流域の水・物質循環メカニズムを把握し、湿原再生の各種施策の手法の検討や評価が可能となるようにする。

目標③：
湿原や湖沼、河川に流入する水質が良好に保たれるように、栄養塩や汚濁物質の負荷を抑制する。

水循環	・釧路川流域の水理地質構造の検討 ・湿原域での水収支の算出 ・水循環モデルの構築	・施策への展開 幌呂湿原再生実施計画
物質循環	・湿原流入河川での物質循環モデル(L-Q式、SWAT、原単位)の構築 ・湿原流入河川からの負荷量算出 ・湿原域での物質収支の算出 ・施策評価手法の開発	・施策への展開 ・目標値の設定 ・他小委員会との連携 ・成果の活用

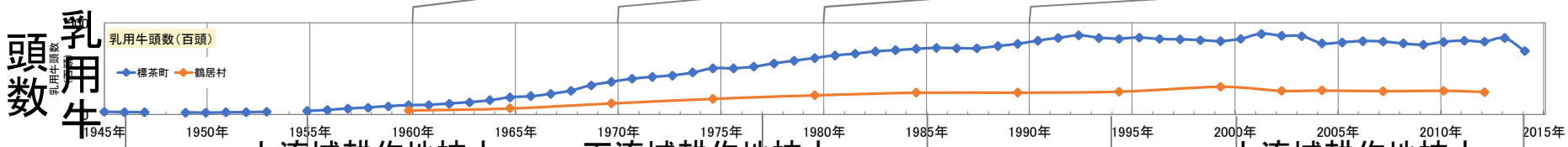
4-1. これまでの取り組みの評価

4-1. これまでの取り組みの評価

(1)釧路川流域の変遷

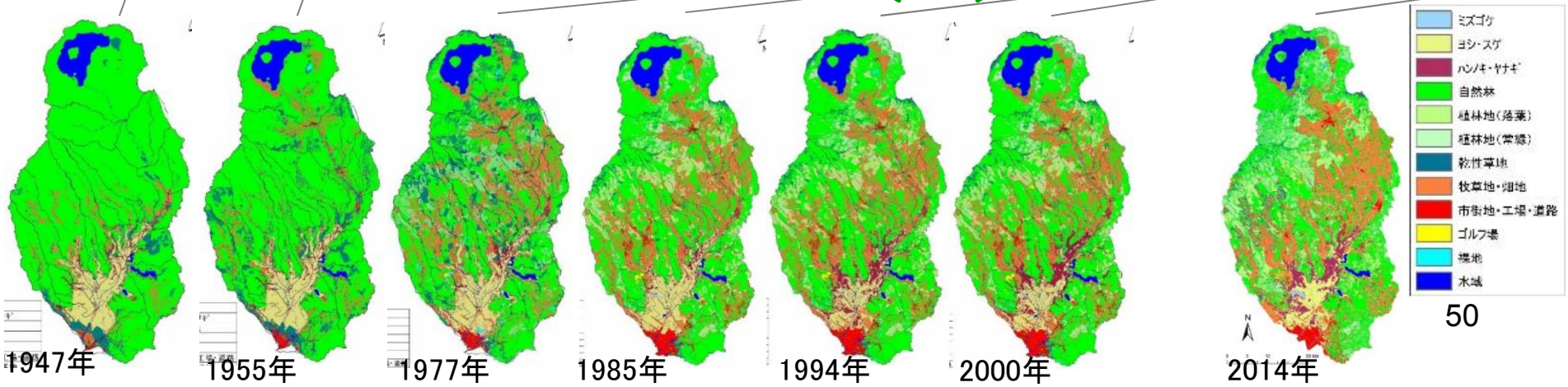
(出典:農業センサス、
平成12年度施行釧路川外土地利用調査検討業務報告書、
平成26年度釧路湿原自然再生推進検討業務報告書)

変遷段階	ステージ①	ステージ②			ステージ③
		②−1	②−2	②−3	
期間	1940～1959	1960～1969	1970～1979	1980～1989	1990～2016
開発状況	開発前	開発期			安定期
		乳用牛頭数が増加し始めた時期	乳用牛頭数が増加し、久著呂川で河川改修が完了した時期	乳用牛頭数の増加は緩やかになるが、湿原内でハンノキが急激に増加する時期	



上流域耕作地拡大　下流域耕作地拡大　上流域耕作地拡大

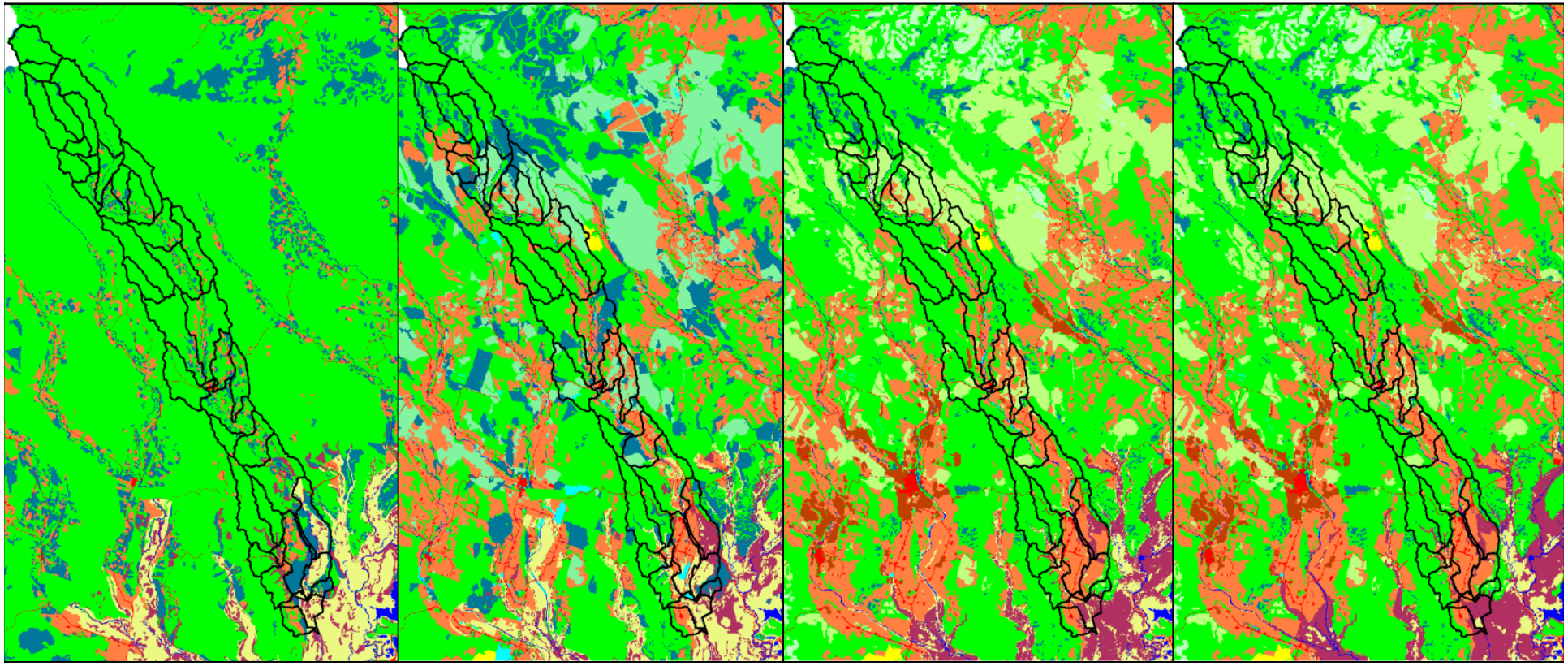
河川改修　ハンノキ林拡大



4-1. これまでの取り組みの評価

(2)久著呂川流域の土地利用の変遷

（出典：平成12年度施行釧路川外土地利用調査検討業務報告書、
平成26年度釧路湿原自然再生推進検討業務報告書）



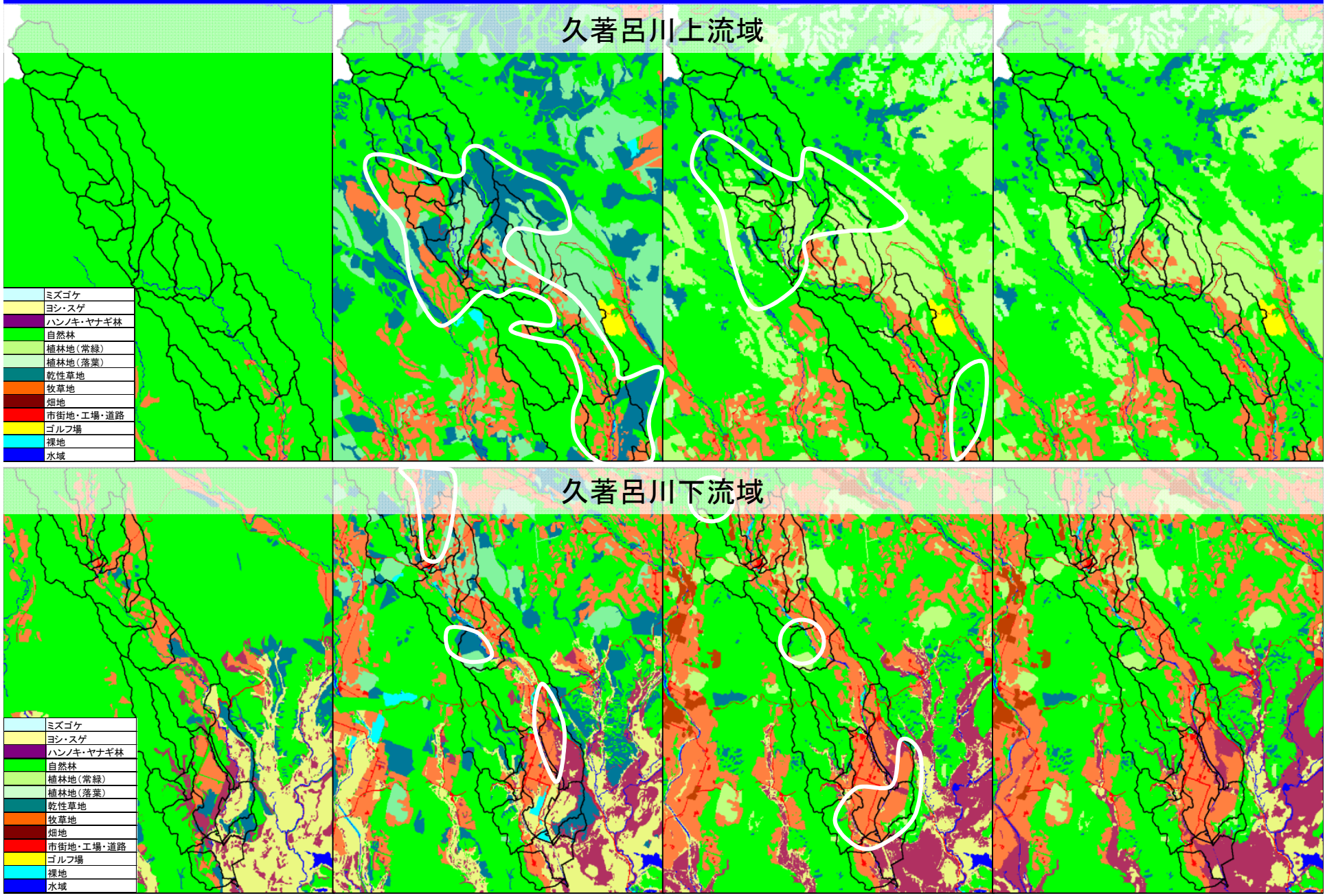
1955年　1977年　1989年　2000年

	ミズゴケ		ハンノキ・ヤナギ林		植林地（落葉）		畑地		裸地
	ヨシ・スゲ		自然林		乾性草地		市街地・工場・道路		水域
	ハンノキ・ヤナギ林		植林地（常緑）		牧草地		ゴルフ場		

・1955年～1977年にかけて牧草地・乾燥草地が拡大するが、その後1989年にかけて中流域から上流域の乾燥草地が自然林に置き換わっている。
・1977年～1989年にかけて下流域のハンノキが拡大している。
・1989年～2000年にかけては土地利用の大きな変化やハンノキ林の顕著な拡大は見られない。

4-1. これまでの取り組みの評価

（出典：平成12年度施行釧路川外土地利用調査検討業務報告書、
平成26年度釧路湿原自然再生推進検討業務報告書）



(3)過去の物質循環(栄養塩負荷量)の推定

釧路湿原における物質循環量を変化させたと思われる「土地利用」、「河道」、「気象」に着目し、それぞれの変化が起こる前の物質循環量を久著呂川SWATモデルで予測。

解析条件の整理

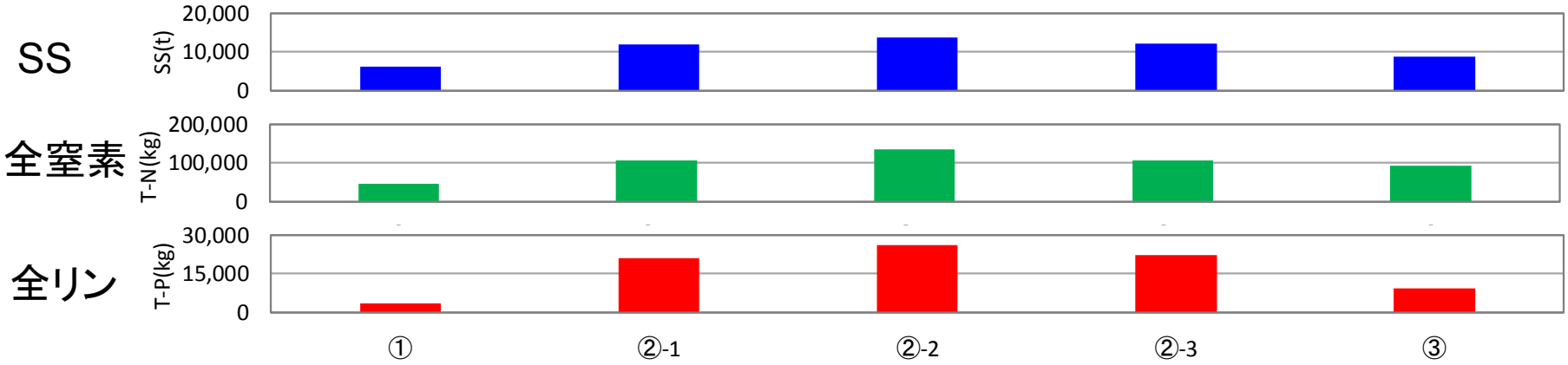
変遷段階	ステージ①	ステージ②			ステージ③
		②－1	②－2	②－3	
解析期間	1940～1959	1960～1969	1970～1979	1980～1989	1990～2016
気象条件	現在の観測データ(降水量、気温、風速、日射量、湿度)				
土地利用条件	1947	1977		1989	2000
施肥条件	施肥ガイドに基づく				ヒアリング結果に基づく
河道条件	河川改修前		河川改修後		

4-1. これまでの取り組みの評価

(3)過去の物質循環(栄養塩負荷量)の推定

負荷量予測値

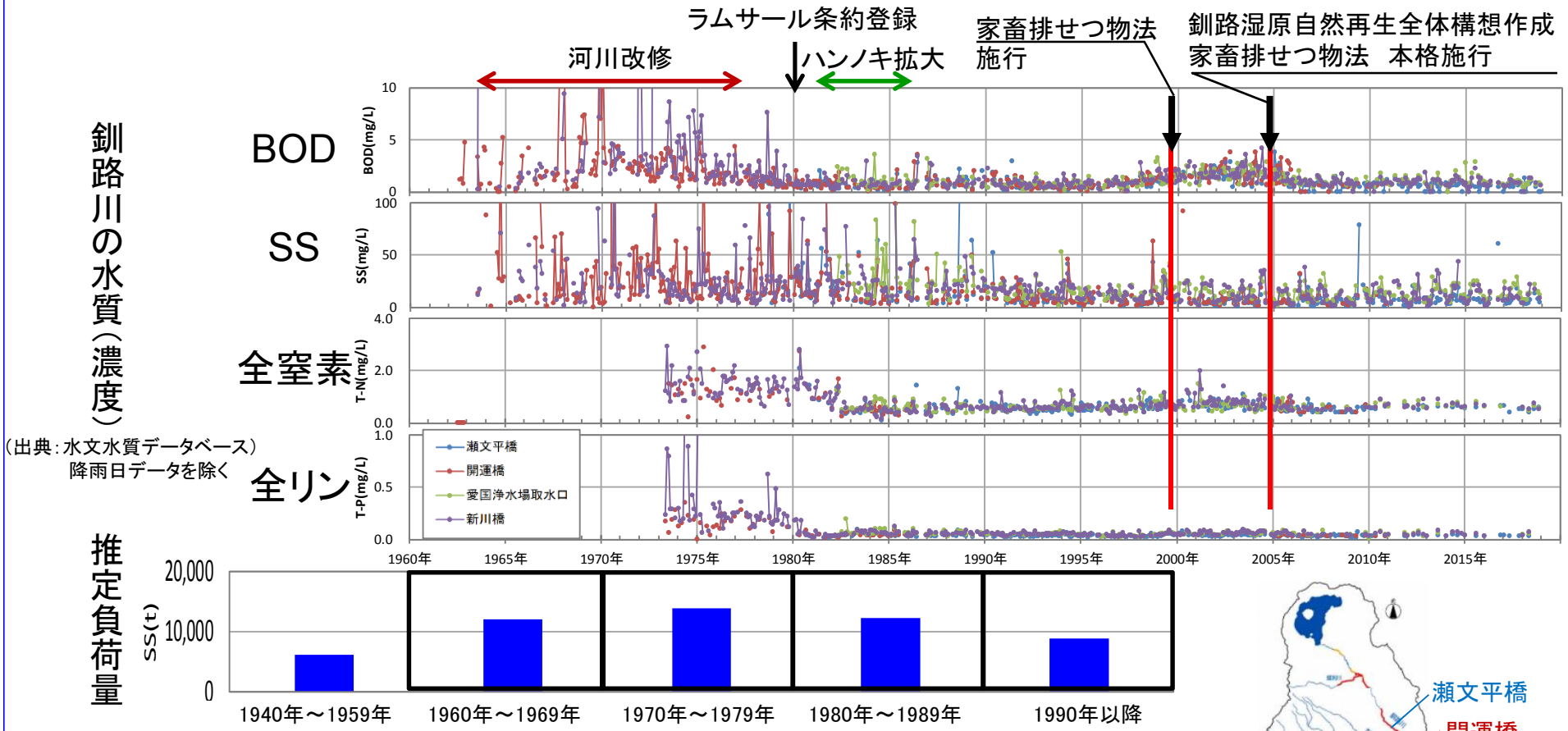
変遷段階	ステージ①	ステージ②			ステージ③
		②－1	②－2	②－3	
解析期間	1940～1959	1960～1969	1970～1979	1980～1989	1990～2016
SS (トン/年)	6,081	11,883	13,751	12,238	8,820
全窒素 (kg/年)	45,120	106,478	133,329	106,077	92,986
全リン (kg/年)	3,536	20,836	25,836	22,108	9,294



牧草地・乾燥草地の面積が最大で、河川改修直後の1970～1979年代が最も栄養塩負荷量が多い。
1980年代以降は栄養塩負荷量が減少していると推定。

4-1. これまでの取り組みの評価

(4)栄養塩負荷量の推定結果と釧路川水質の比較



(出典:釧路湿原自然再生全体構想(2015年改定))

- 栄養塩負荷量の推定結果と釧路川水質は整合しており、栄養塩負荷量が大きかったと推定される1970～1979年代に河川水質が最も悪い。
- 1970年以降で河川水質が最もよいのは北海道施肥ガイド(2002)が発行され、家畜排せつ物法が本格施行され、釧路湿原自然再生全体構想が作成された2005年以降。

(5)まとめ

北海道施肥ガイド(2002)が発行され、家畜排せつ物法が本格施行され、釧路湿原自然再生全体構想が作成された2005年以降、水質が改善している。

↓

水循環小委員会の成果目標③

湿原や湖沼、河川に流入する水質が良好に保たれるように、栄養塩や汚濁物質の負荷を抑制する。

上記成果目標③を達成するため、
現在の状態を悪化させないように
釧路湿原での自然再生の取り組みを検討・評価し、
さらに新たな検討・施策に取り組んでいく。

4-2. 他の小委員会との連携

4-2. 他の小委員会との連携

土砂流入小委員会への成果報告

第23回土砂流入小委員会で、
久著呂川の検討状況を報告した。

2018年11月16日

土砂流入対策〔久著呂川〕

説　明　資　料

第23回土砂流入小委員会

平成30年11月16日

北海道 釧路総合振興局 釧路建設管理部
北海道開発局 釧路開発建設部 農業開発課・治水課

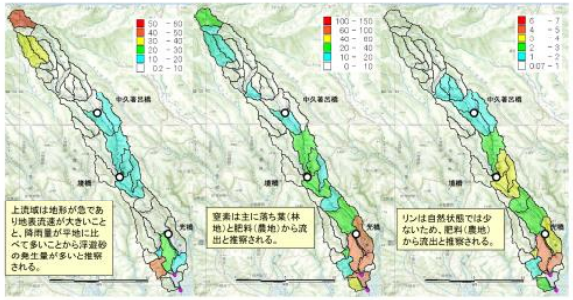
4-1 SWATモデルによる解析結果

- 水循環小委員会において、久著呂川流域を対象に、水、土砂、栄養塩等の物質の移動を検討した。
- 計算精度が向上し計算結果が出たことから、土砂流入小委員会で検討結果を報告する。

88

(6)解析結果

2016年の出水における浮遊砂の動き



浮遊砂生産分布(ton/ha/年)　全窒素生産分布(ton/ha/年)　全リン生産分布(ton/ha/年)

第16回水循環小委員会資料より

95

4-3. 地域と連携した
水循環小委員会の取り組み

4-3. 地域と連携した水循環小委員会の取り組み

水循環小委員会「自然再生 現地見学会」

開催日：2018年11月29日
参加者：43名

釧路湿原自然再生協議会　水循環小委員会
釧路川流域の水・物質循環について体験してみませんか？
参加無料
～自然再生 現地見学会～
平成30年11月29日（木）
■集合・解散　釧路地方合同庁舎
8：30出発・16：00解散（8：00受付開始）
■定員　先着30名
■内容
釧路湿原における水や土砂などの物質循環のメカニズムを把握し、健全な維持を図るための取組が行われています。釧路湿原の自然再生事業箇所と環境に配慮した農業生産法人の活動を通して、釧路湿原の自然再生を学ぶ現地見学会です。
■持ち物
長靴、軍手、汚れても良い服装（防寒）、飲料水、昼食（弁当にて注文可）
■申込み・問合せ先　釧路開発建設部 治水課
■申込み方法　①TEL　0154-24-7250（平日9時～17時）
②FAX　0154-24-6839
③Email　hkd-ks-river@mlit.go.jp
④郵送　〒085-8551　釧路市幸町10丁目3番地
■その他　●雨天候等による中止時は、運営を担当する㈱北開水工が私的からご連絡いたします。
●参加者は傷害保険に加入します。（主催者負担）
【主催】釧路湿原自然再生協議会　水循環小委員会・再生部及び小委員会
国土交通省 北海道開発局 釧路開発建設部
【協力】農業生産法人（株）エフシーエス
私たちは釧路湿原の応援団です！
参加申込み用紙
申込み期限：11月16日（金）まで
釧路開発建設部　治水課　宛
Mail：hkd-ks-river@mlit.go.jp
FAX：0154-24-6839
（電話や郵送でのお申込みも受け付けております。）
① 氏名（ふりがな）　携帯電話　－　－　所属・勤務先　昼食 必要・不要（どちらかに○印）
② 氏名（ふりがな）　昼食 必要・不要（どちらかに○印）
③ 氏名（ふりがな）　昼食 必要・不要（どちらかに○印）
※個人情報は本見学会の運営のため、保険加入及び連絡等で使用し、見学会以外の目的では利用いたしません。

【目的】

- 釧路湿原における水・物質循環のメカニズムを把握し、健全な維持を図るための取組みを知る。
- 釧路湿原の自然再生事業箇所と環境に配慮した農業生産法人の活動を通して、釧路湿原の自然再生を学ぶ。

スケジュール

時刻	見学箇所	
8:30	釧路合同庁舎　出発	
9:10	①釧路湿原湧水箇所(幌呂地区)	
9:45	②幌呂地区湿原再生	
10:55	③久著呂川(光橋)	
12:10	標茶町総合社会福祉センター	昼食
13:10	④農業生産法人 ㈱エフシーエス	
14:10	標茶町総合社会福祉センター	意見交換会
16:00	釧路合同庁舎　到着	

出典：国土地理院ホームページ

4-3. 地域と連携した水循環小委員会の取り組み

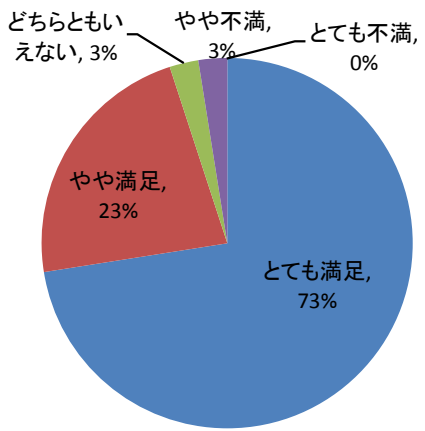
水循環小委員会「自然再生 現地見学会」

時刻	見学箇所	目的
8:30	釧路合同庁舎 出発	
9:10	①釧路湿原 湧水箇所 （幌呂地区）	・湿原周辺には多くの湧水があることを知る。
9:45	②幌呂地区 湿原再生箇所	・水循環小委員会の検討が湿原再生に活かされた事例を知る。
10:55	③久著呂川 （光橋）	・湿原流入河川の現況を知る。 ・河川の形状、流速、水質を確認する。
12:10	標茶町 総合社会福祉センター	・昼食、休憩 ・ビデオ上映《2016年台風時の湿原浸水状況》
13:10	④農業生産法人 ㈱エフシーエス	・湿原流入河川周辺での流出負荷量低減の取組みを知る。
14:10	標茶町 総合社会福祉センター	・意見交換会
16:00	釧路合同庁舎　到着	

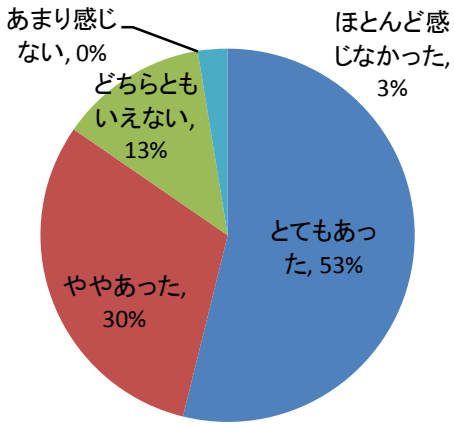
4-3. 地域と連携した水循環小委員会の取り組み

参加者アンケート調査結果

今回の活動の感想



今回の活動が釧路湿原の自然再生につながったという実感があるか



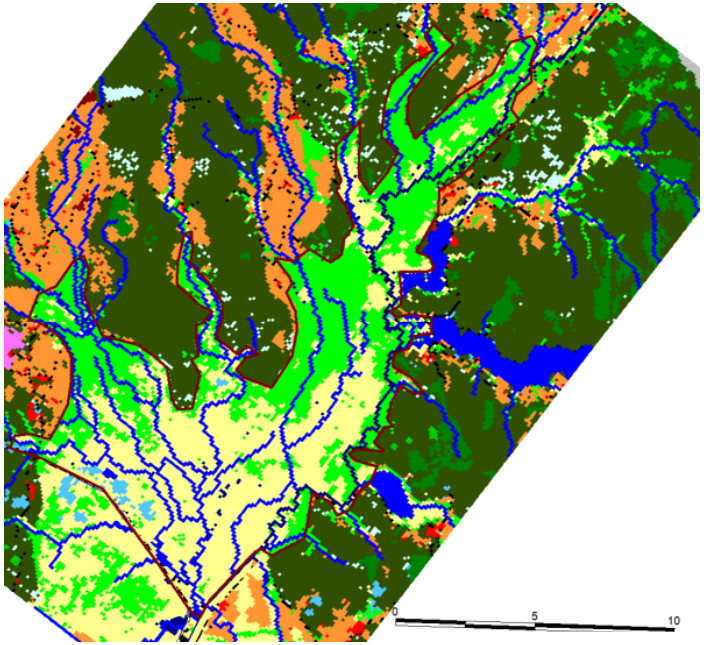
参加者コメント

- 色々と再生に取り組んでいるのをはじめて知った。
- 湿原再生の取り組みが少し理解できた。
- 壊すのは早いが、再生には時間もお金もかかる。
  よく考えて、ことを進めてほしい。
- 自然再生は気が遠くなるほどの年月がかかるのでしょうが、
  ぜひ再生が実現できると良い。
- 自然再生の取り組みがあった時となかった時で、
  どのくらい湿原の森林化の進行を遅らせられるのでしょうか。
- 台風の時の水量、そして湿原の役割の大きさに驚いた。
- 2016台風の被害を湿原がどれだけ抑止したかもっとPRしても良いと思う。

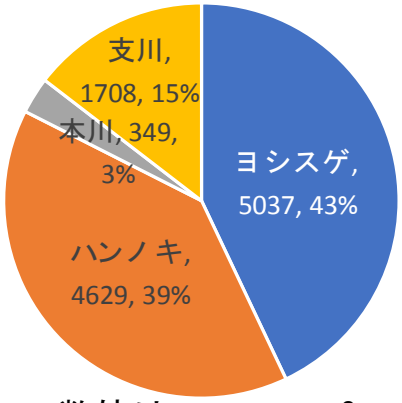
4-4. 成果の活用

2016年出水時の湿原の遊水機能の評価

湿原が宅地・農用地として開発された場合に
2016年降雨発生と仮定したときの河川流量の予測



現況の土地利用区分



数値は×10000m^2

一般的な『土地利用区分と粗度係数の関係』より、現状の湿原範囲が「階段状に宅地造成を行った丘陵地帯」に変化したと仮定し、河川流量とその変動を予測。

一般的な土地利用区分と粗度係数

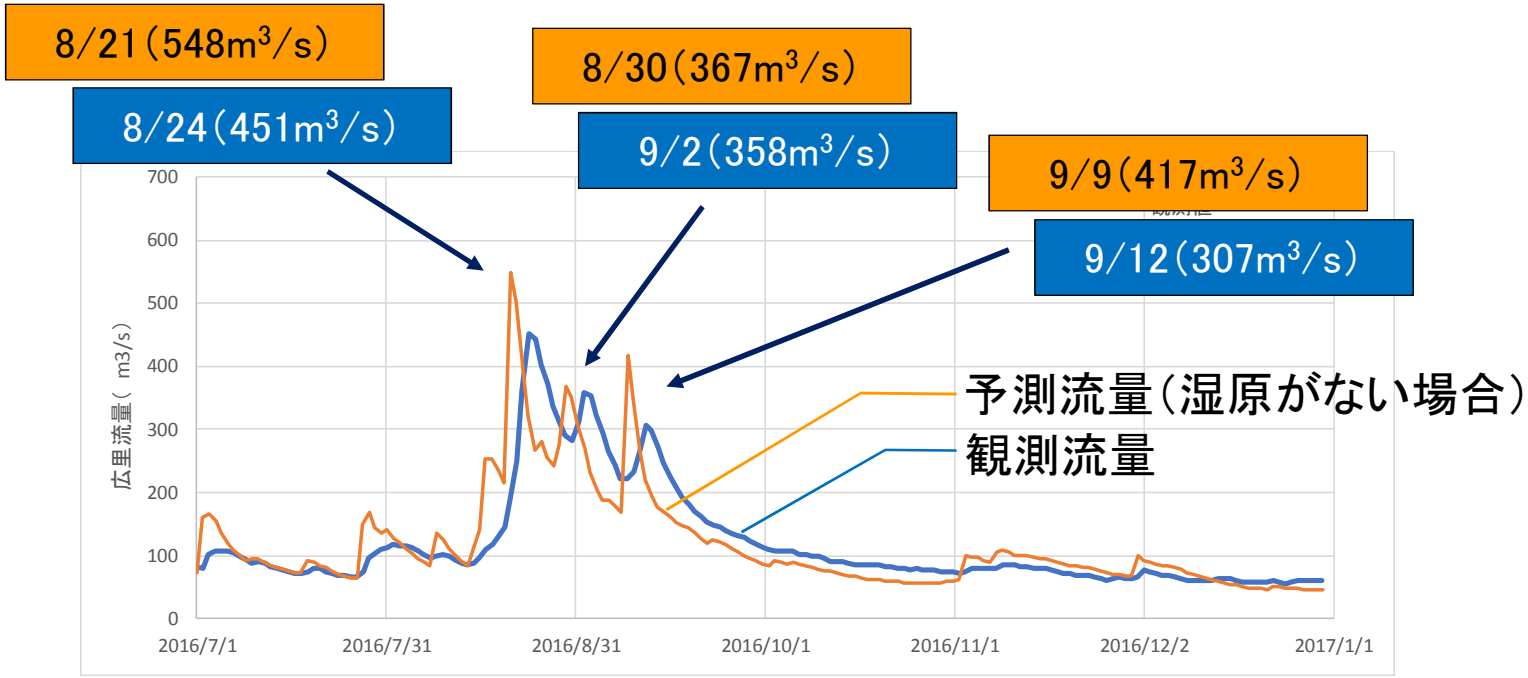
流域の状態	等価粗度 N ($m^{-1/3}\cdot s$)	
階段状に宅地造成を行った丘陵地帯	0.05	予測条件
流域の一部(15 %)に宅地造成が行われた丘陵地帯	0.1～0.2	
階段状田畑主体流域	0.2～0.4	現状
上流山地，中下流に市街地を含む階段状田畑主体流域	0.3～0.5	
林相のかなりよい山地流域	0.4～0.8	
上流丘陵地 50 %，中流市街地 20 %，下流低平水田 30 %の流域	0.6～1.1	
排水改良の行われていない水田地帯	1～3	

（出典：建設省河川局監修、改定新版建設省河川砂防技術基準（案）同解説・調査編、山海堂、1997）

4-4. 成果の活用

2016年出水時の湿原の遊水機能の評価

湿原が宅地・農用地として開発された場合に
2016年降雨発生と仮定したときの河川流量の予測



【湿原がない場合】
現状に比べ、河川流量が最大値となる時間が3日早く、
最大流量が1.03倍～1.36倍になると予想される。

湿原は、出水時の河川流量を3日程度滞留・遅延させ、
ピーク流量を3%～36%低減する遊水機能を有する。