

第18回水循環小委員会資料

令和2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（目標②）
 - 2-1. 物質循環モデルの構築
 - 2-2. 釧路湿原での物質収支
 - 2-3. 湿原流入河川からの負荷量算出
 - 2-4. まとめ
3. 施策効果評価手法の検討（目標②）
 - 3-1. 概要
 - 3-2. 旧川復元の効果メカニズム
 - 3-3. 効果の検証
 - 3-4. 旧川復元事業（茅沼地区）の再現
 - 3-5. まとめ
4. 今後の展開（目標③達成に向けて）
 - 4-1. 振り返り
 - 4-2. 今後の展開案

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

水循環小委員会の開催状況

回	年月日	検討内容	講演会・勉強会
第1回	2004/2/15		
第2回	2004/6/29	『流域の健全な水環境の保全』のためには？	
第3回	2005/1/26	データ収集整理、蓄積	2005/1/26「釧路湿原の水循環について」
第4回	2005/6/2	達成すべき目標の設定	2005/6/2「泥炭地の地下水－釧路泥炭地にみる」
第5回	2005/11/2	現地見学会	2005/11/2「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		※2012年4月『水循環に関わる技術資料』
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 湿原域での物質収支の算出 施策評価手法の開発	
第12回	2014/3/12		2014/3/13「釧路湿原の水の動きを探る！」
第13回	2015/3/24		2015/3/25「泥炭地を釧路湿原にみる」
第14回	2016/3/23		2016/3/24「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		2017/3/7「釧路湿原SWAT勉強会」
第16回	2018/3/13		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		2018/11/29「自然再生 現地見学会」
第18回	2020/2/14		2019/11/20「自然再生 現地見学会」

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。

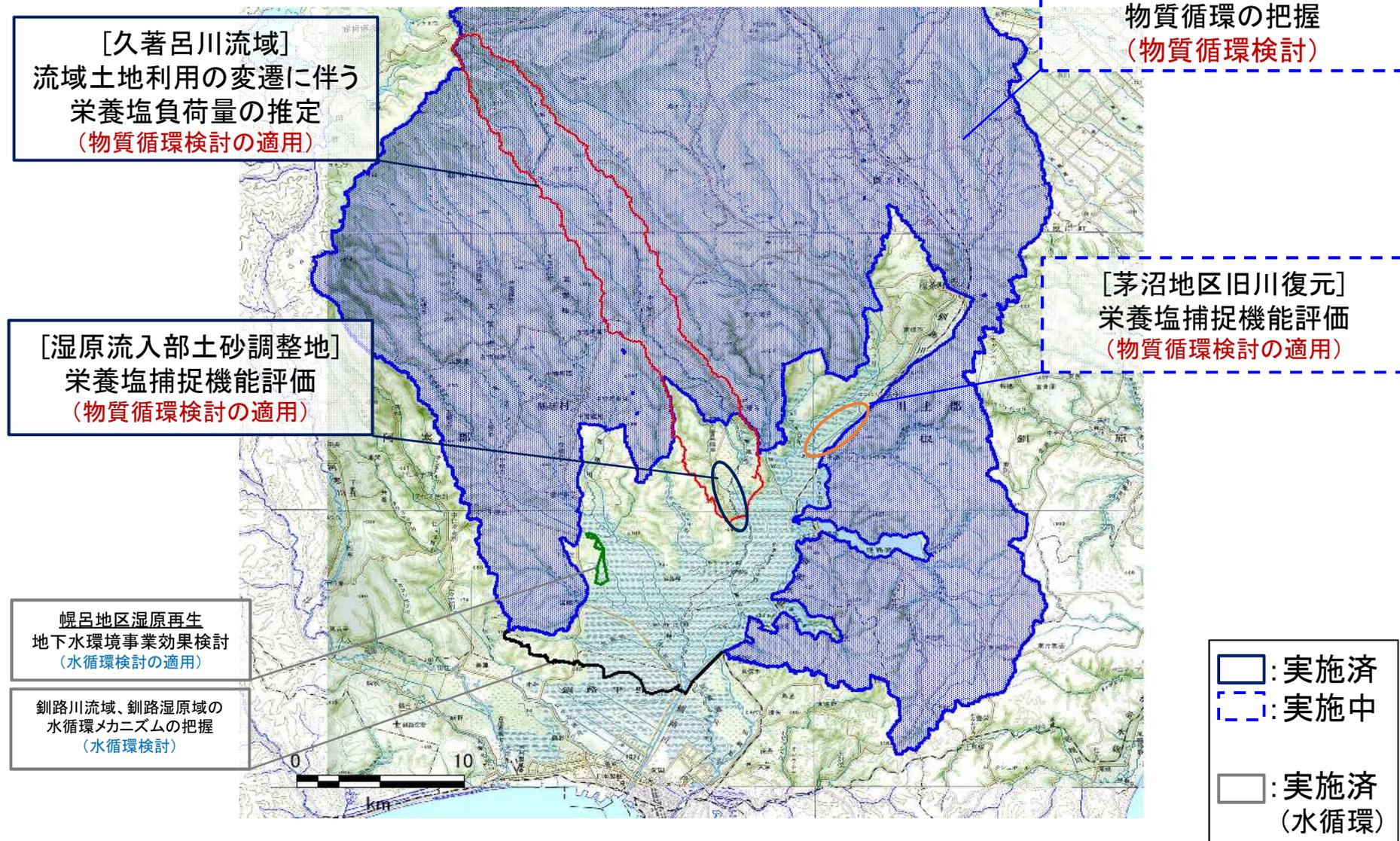
目標③:
湿原や湖沼、河川に流入する水質が良好に保たれるように、栄養塩や汚濁物質の負荷を抑制する。



水循環	<ul style="list-style-type: none"> ・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 		<ul style="list-style-type: none"> ・施策への展開 幌呂湿原再生実施計画 	
物質循環	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・施策への展開 ○自然再生事業への適用 ○得られた知見の活用 	4章
	<ul style="list-style-type: none"> ・施策効果評価手法の検討 	3章		

1. 水循環小委員会の検討経緯

水循環小委員会で取り組んできた内容



2. 物質循環メカニズムの把握（目標②）

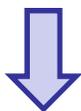
- 2-1. 物質循環モデルの構築
- 2-2. 釧路湿原での物質収支
- 2-2. 湿原流入河川からの負荷量算出
- 2-4. まとめ

2-1. 物質循環モデルの構築

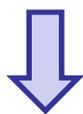
湿原の流入負荷量、流出負荷量を推定するため方法

【負荷量推定のながれ】

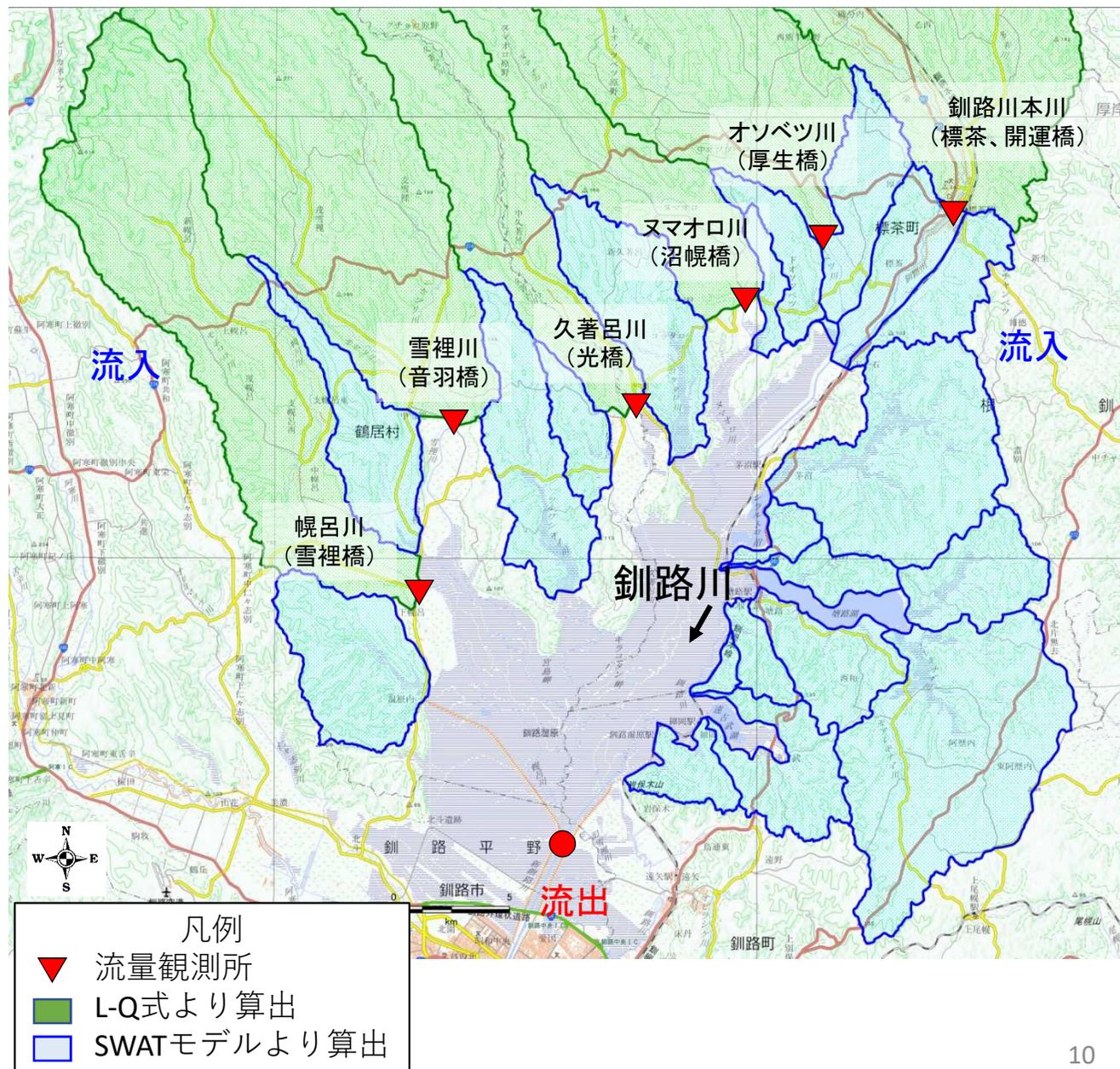
負荷量算出には、
栄養塩と流量のデータが
必要。



栄養塩の観測値が
十分にある流入河川
⇒ L-Q式より算出
十分でない流入河川
⇒ SWATモデルより算出



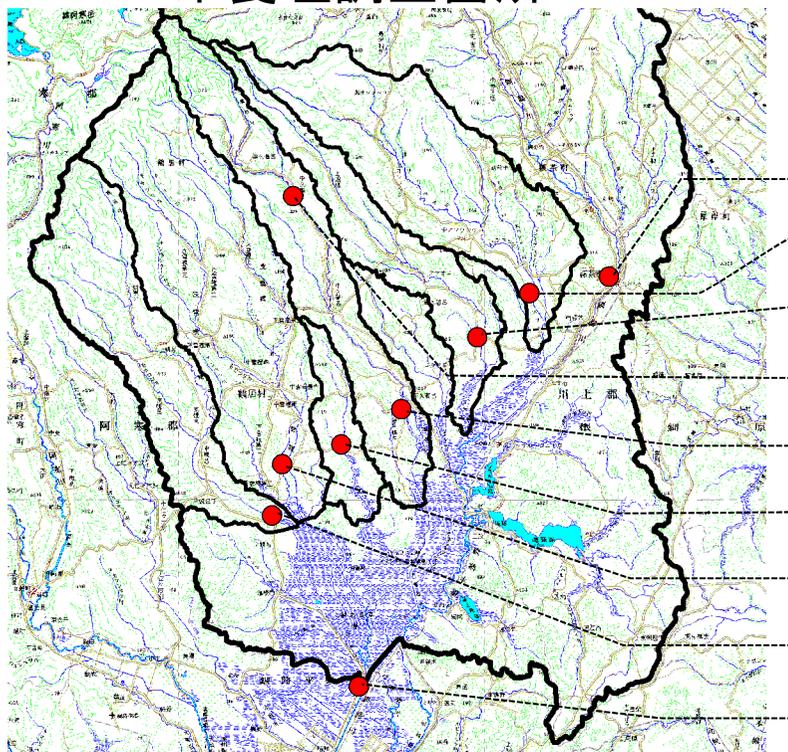
釧路湿原の
年間の物質収支
を算出。



2-1. 物質循環モデルの構築

流入河川における栄養塩の調査状況

栄養塩調査箇所



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



2-1. 物質循環モデルの構築 L-Q式による負荷量算出

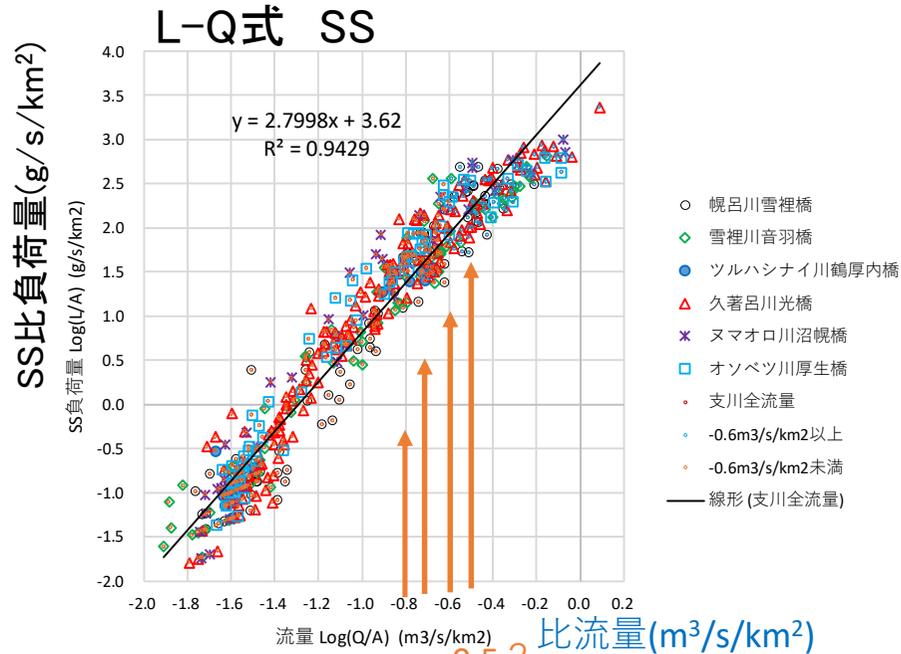
湿原流入河川のL-Q式の課題と改良

第17回水循環小委員会での検討	課題	改良点、確認事項
・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。	【改良点1】 高流量域と低流量域でのL-Q式の分離。
・L-Q式を日流量に適用し、累積して年間負荷量を算出した。	・1日あたりの流量変動量が多い場合、日平均流量では流量変動を表現できない。	【改良点2】 時間流量にL-Q式を適用し年間負荷量を算出。
・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。	・代表L-Q式では支川ごとの地形や土地利用などの流域特性が反映されない。	【改良点3】 SWATモデルを構築。
	・湿原流出部の広里の流量は、潮汐の影響を受けている可能性がある。	【確認事項】 広里のH-Qが適切に算出されていることを確認し、負荷量算出に使用。

【改良点1】L-Q式の分離の検討

L-Q式の特徴:

高流量の範囲では、流量に対する負荷量の勾配が緩やかになる傾向が見られる。



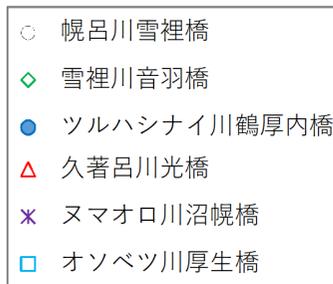
特に高流量部については、
負荷量算出に影響が大きい。



L-Q式を2本に分離し、
年間負荷量を算出する。

高流量で負荷量の勾配が緩やかになる観測所は、統計的に最も相関の高い分離点を検討した。

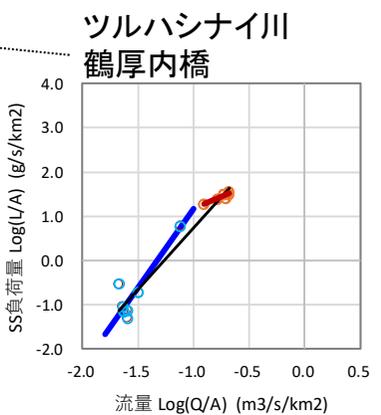
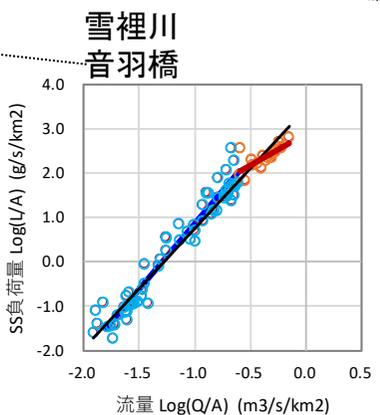
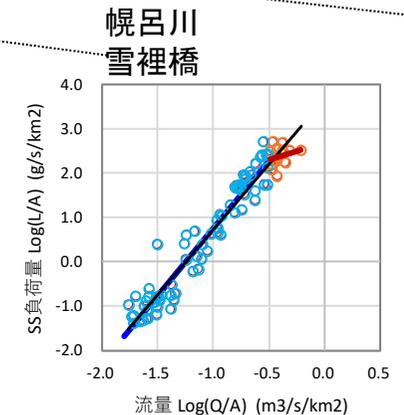
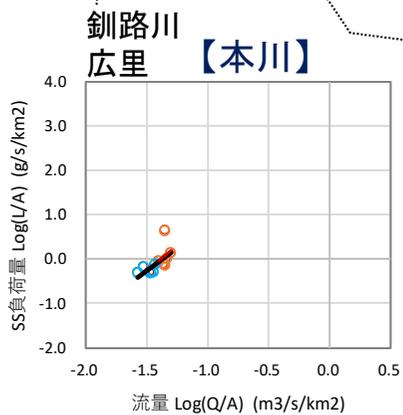
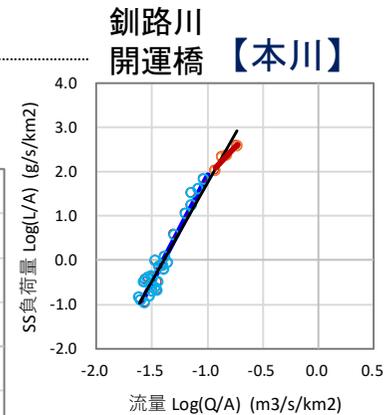
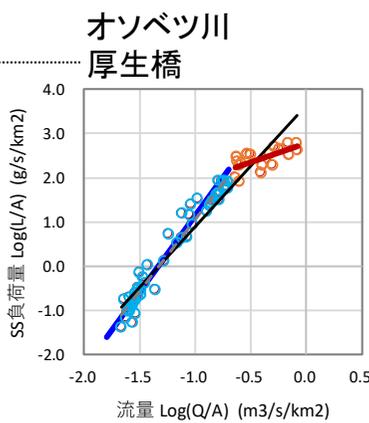
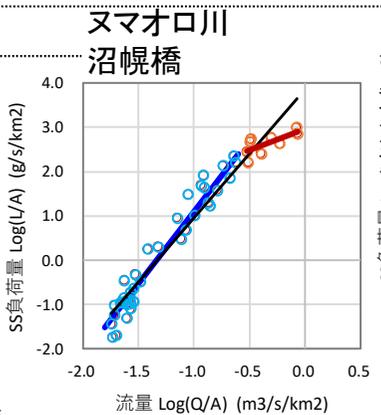
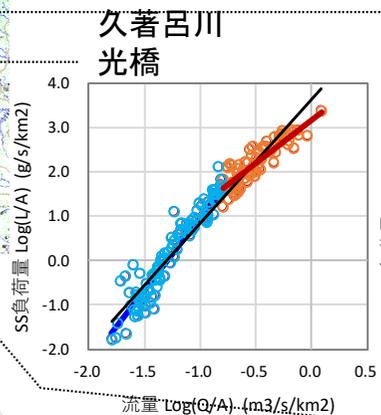
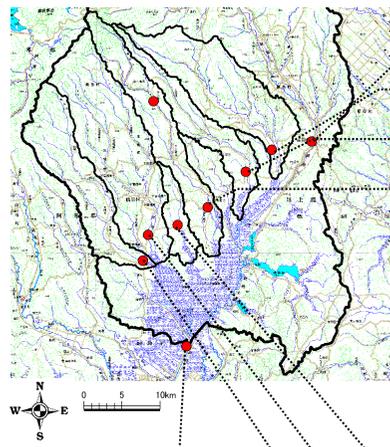
-0.5 ? ...
-0.6 ?
-0.7 ?
... -0.8 ?



2002年～2018年の栄養塩調査データに基づく

2-1. 物質循環モデルの構築 L-Q式による負荷量算出

【改良点1】湿原流入支川のL-Q式

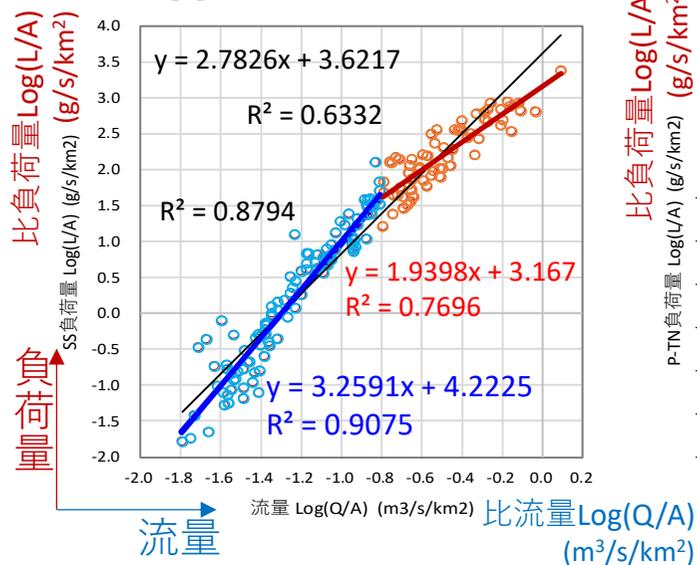


2-1. 物質循環モデルの構築 L-Q式による負荷量算出

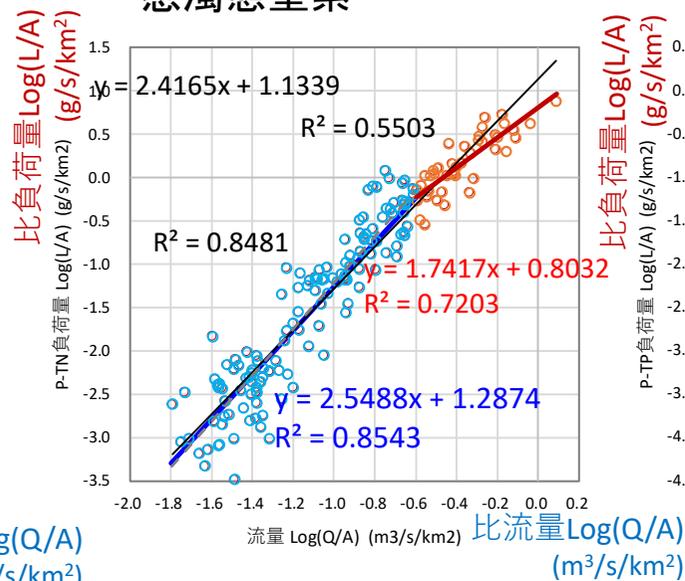
【改良点1】L-Q式の分離の検討

- ・統計的に誤差が最も小さくなる分離点でL-Q式を分離した。
- ⇒全体的にばらつきが減少し、特に高流量域での誤差が減少し、L-Q式の精度が向上した。

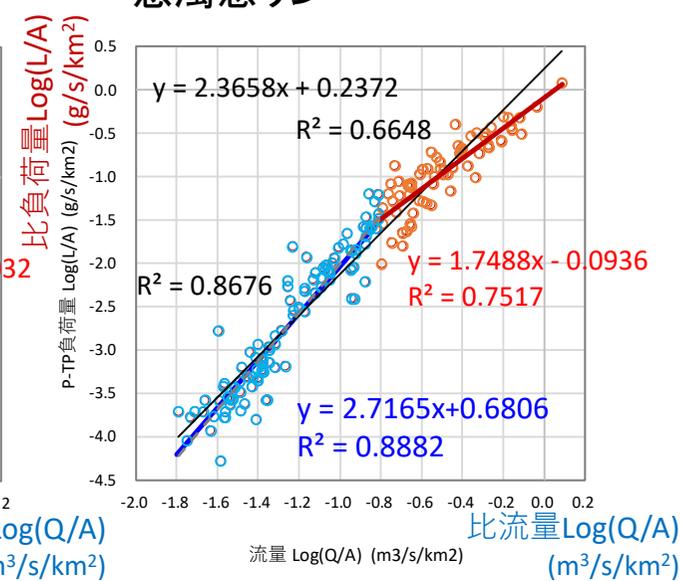
(例)久著呂川 光橋
SS



懸濁態窒素



懸濁態リン



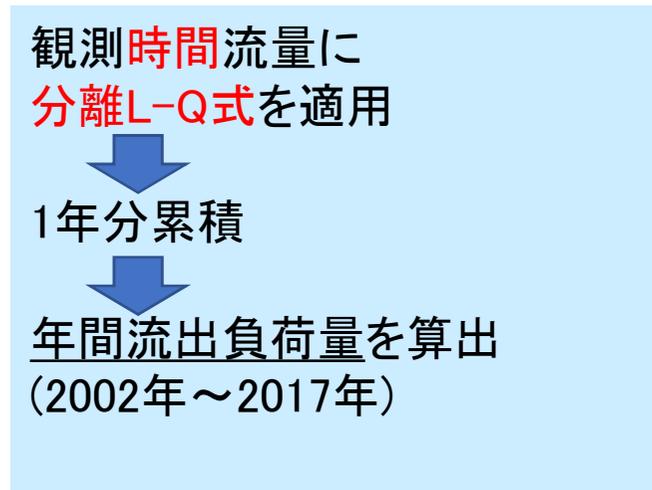
- : 分離点より高い流量のデータ
- : 分離点より低い流量のデータ
- : 分離しないL-Q式
- : $\text{Log}(Q/A) <$ 分離点のデータを用いたL-Q式
- : $\text{Log}(Q/A) \geq$ 分離点のデータを用いたL-Q式

2-1. 物質循環モデルの構築

L-Q式による負荷量算出

【改良点1,改良点2】

L-Q式による年間負荷量の算出



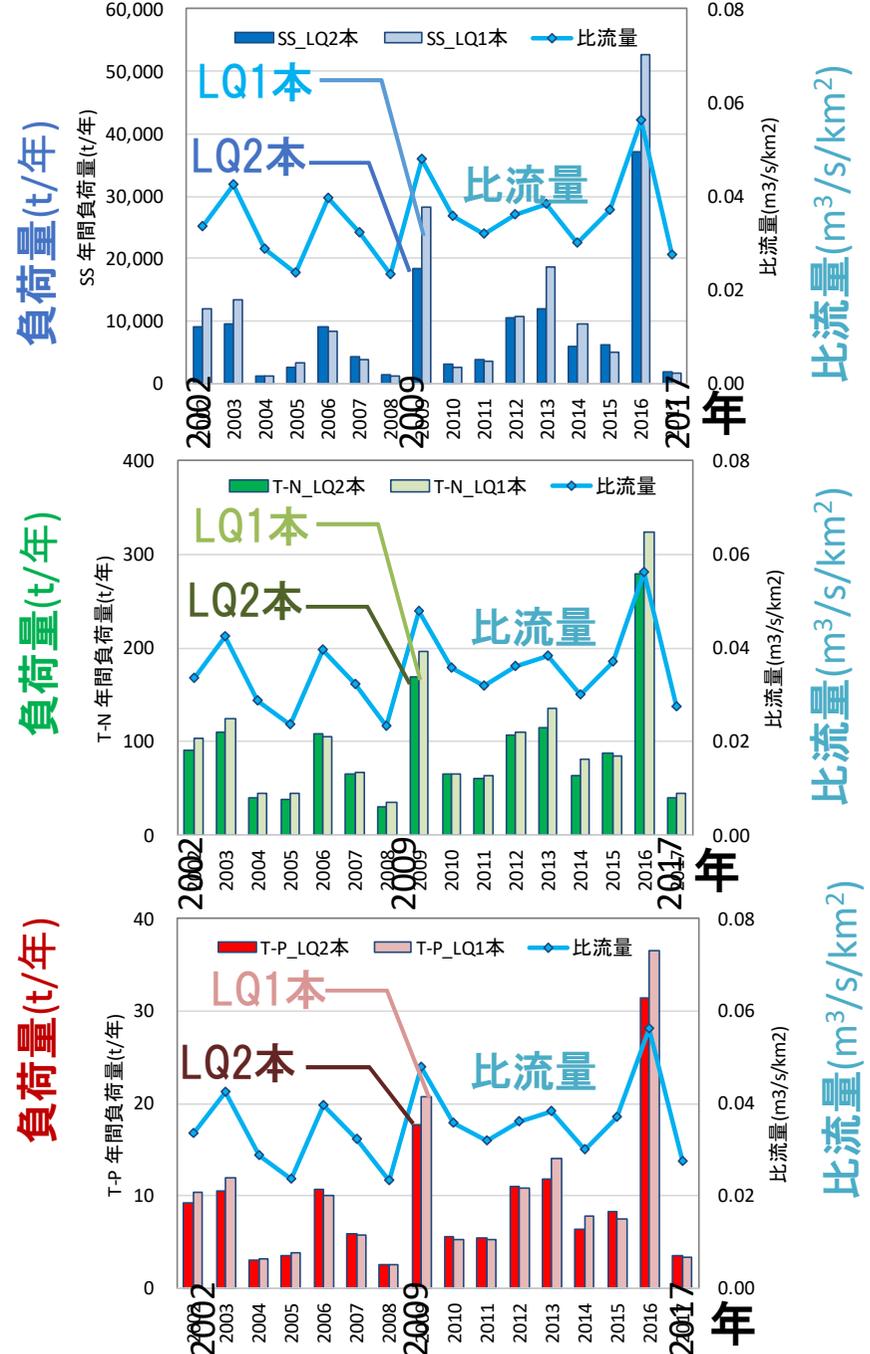
SS

全窒素

全リン

【久著呂川光橋】

2002年～2018年の栄養塩調査データに基づく



【改良点1】L-Q式の分離点

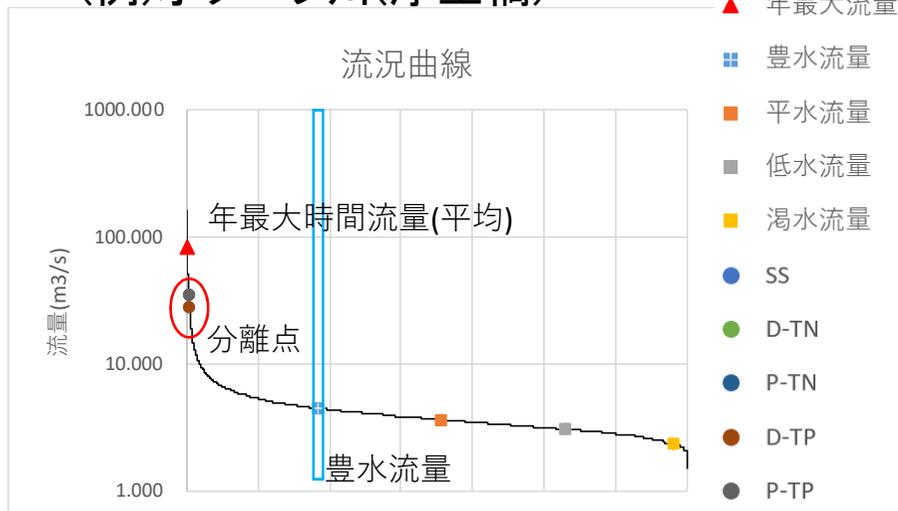
参考

LQ式(瞬時値)の分離点の流量の規模

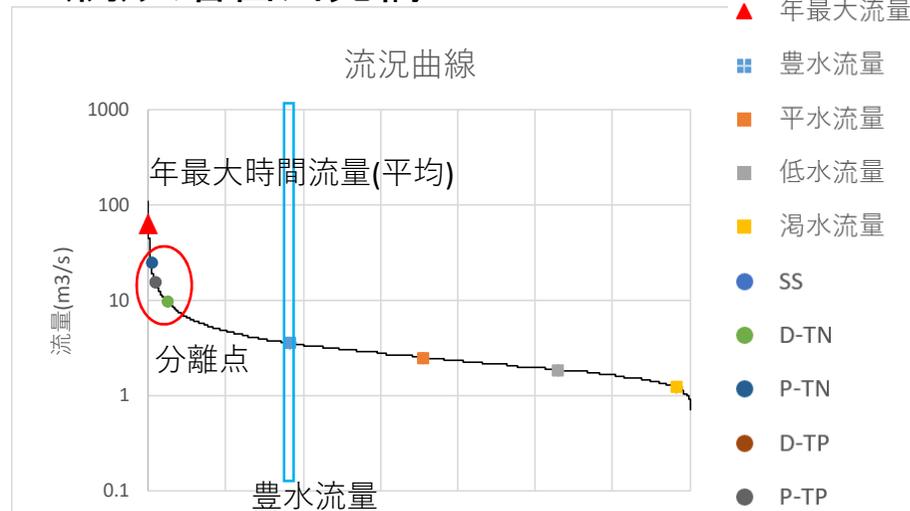
・流況曲線に分離点をプロットすると、豊水流量より高い流量となっている。

→流量に対する負荷量の勾配が緩やかになる分離点は、豊水流量より高流量時に位置している(年最大時間流量の半分以下)。

(例)オソベツ川(厚生橋)



(例)久著呂川光橋



河川流量(時間、m ³ /s)		オソベツ川厚生橋	久著呂川光橋
年最大時間流量(2002年~2017年平均値)		83.0	57.3
分離点		27.5~34.6	9.7~24.3
流況	豊水	4.5	3.5
	平水	3.6	2.5
	低水	3.1	1.8
	渇水	2.4	1.2

←分離点:年最大時間流量の半分以下

2-1. 物質循環モデルの構築

L-Q式による負荷量算出

【確認事項】広里の観測流量

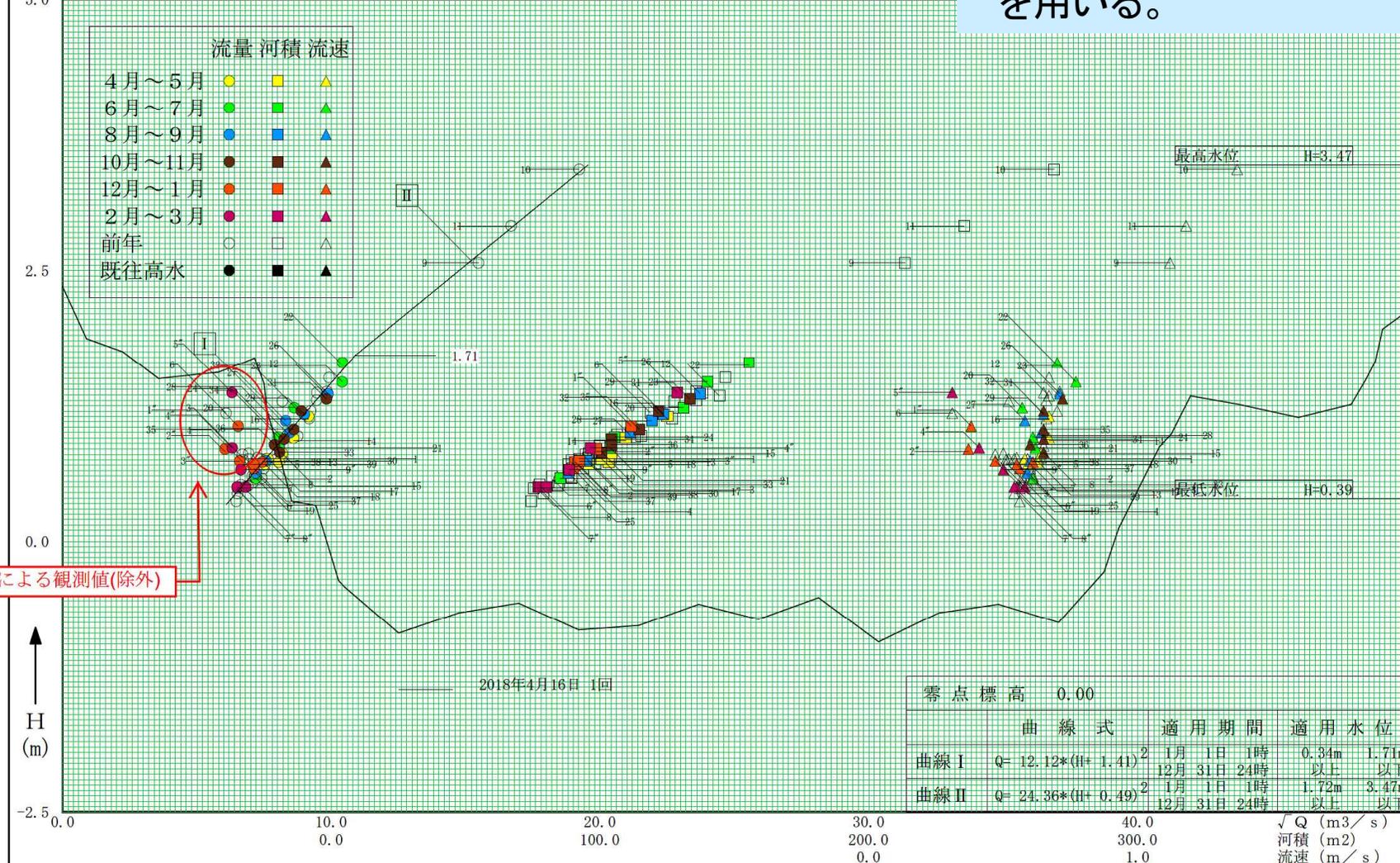
広里のH-Q式

流量観測管理図

潮位条件に係わらず
水位と流量の相関は良好
※負荷量算出には、
H-Q式により得られた流量
を用いる。

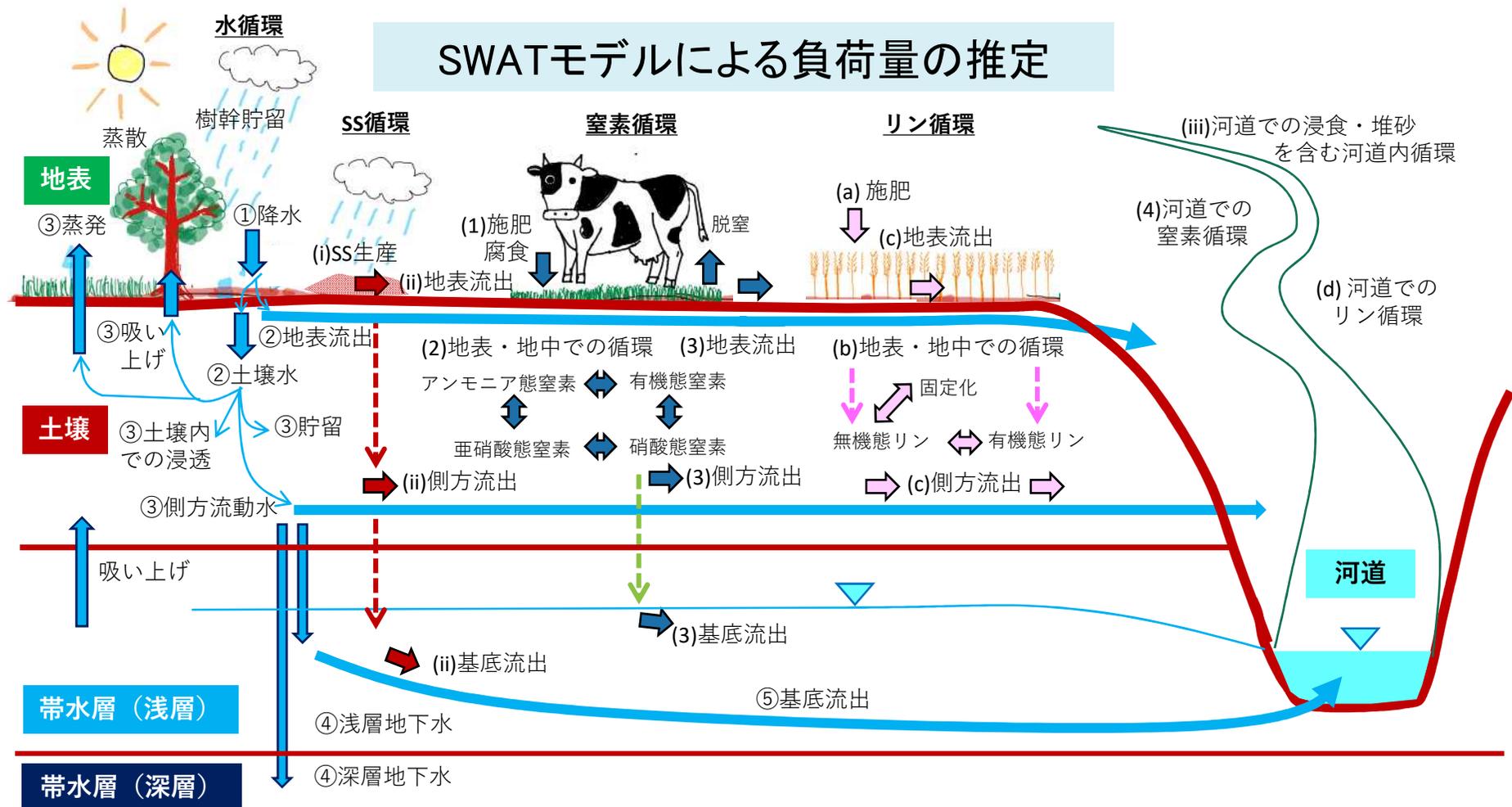
種別	観測所記号														
I	3	0	1	0	9	1	2	8	1	1	0	6	0	7	0

水系	鉏路川	河川	新鉏路川	観測所	広里	読み	ひろ
----	-----	----	------	-----	----	----	----



2-1. 物質循環モデルの構築

SWATモデルによる負荷量算出



SWATモデルの水・物質循環に関するモデル化概要図

Soil & Water Assessment Tool

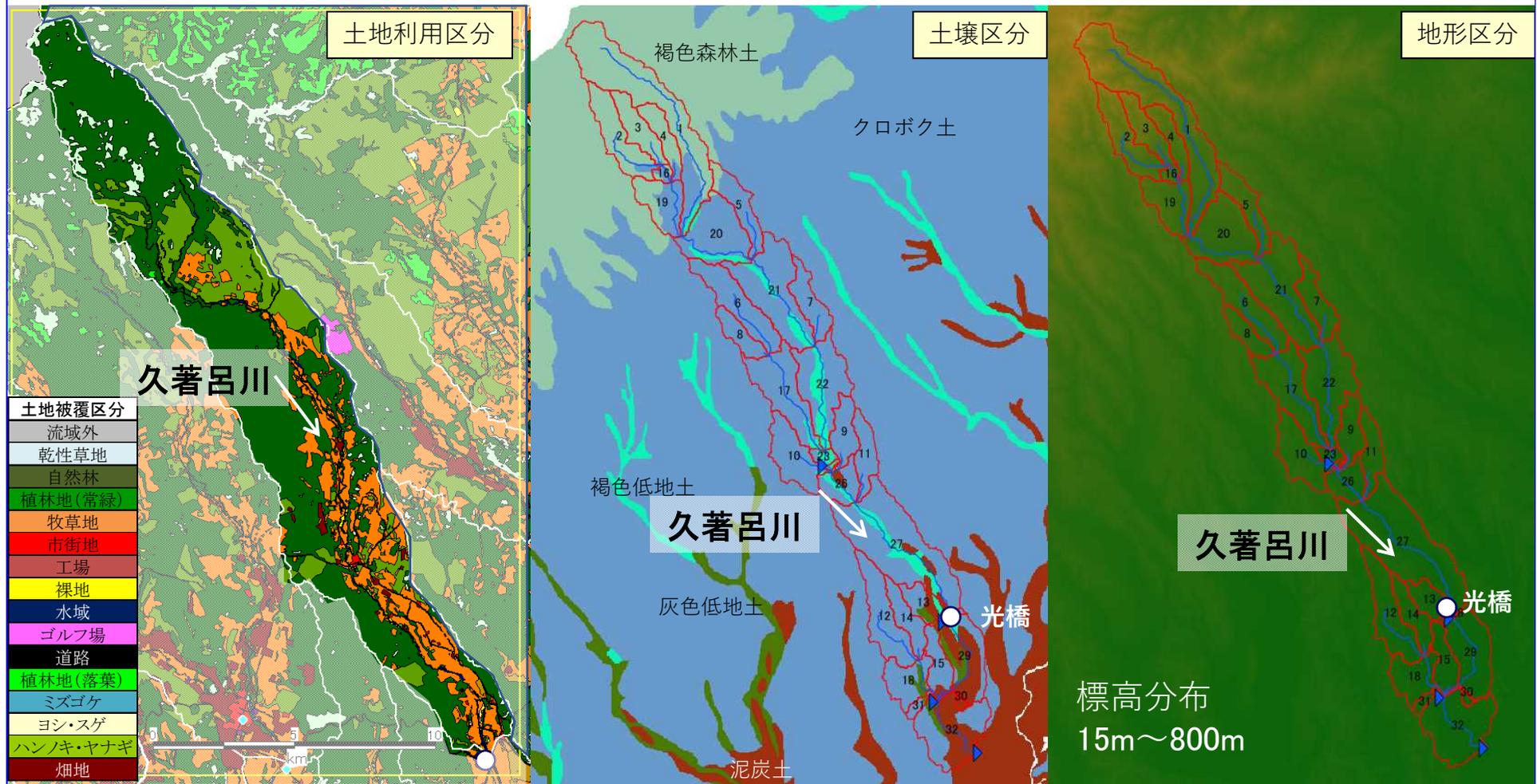
土 水 評価 道具

土地利用、営農、気象変動等による表流水・地下水への影響を予測するために開発された数値シミュレーションソフト
物理式、経験式に基づく

2-1. 物質循環モデルの構築

SWATモデルによる負荷量算出

小流域に区分し、土地利用、土壌、地形を基にブロック化してモデルを構築。



- ①流域を複数の小流域に区分。
- ②小流域内で、土地利用区分、土壌区分及び地形（傾斜区分）を元にブロック化（HRUs）。
- ③ブロックと川の間係を各種パラメータ・関係式でモデル化。

2-1. 物質循環モデルの構築 SWATモデルの課題と改良

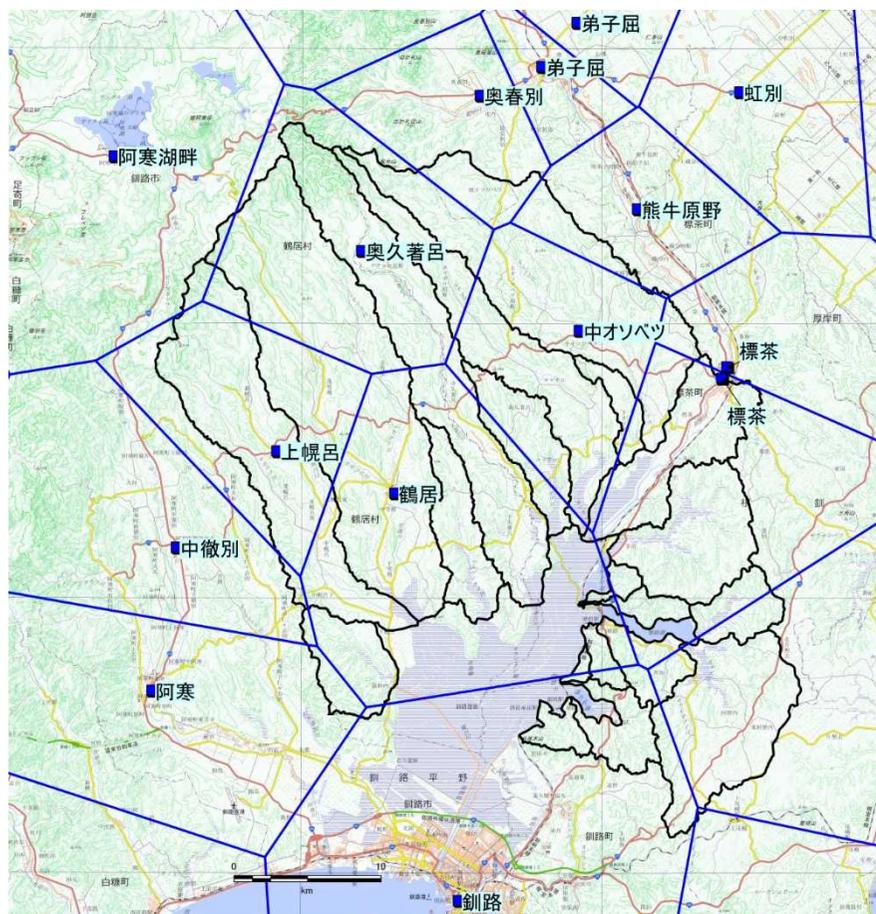
SWATモデルによる負荷量算出

第17回水循環小委員会での検討

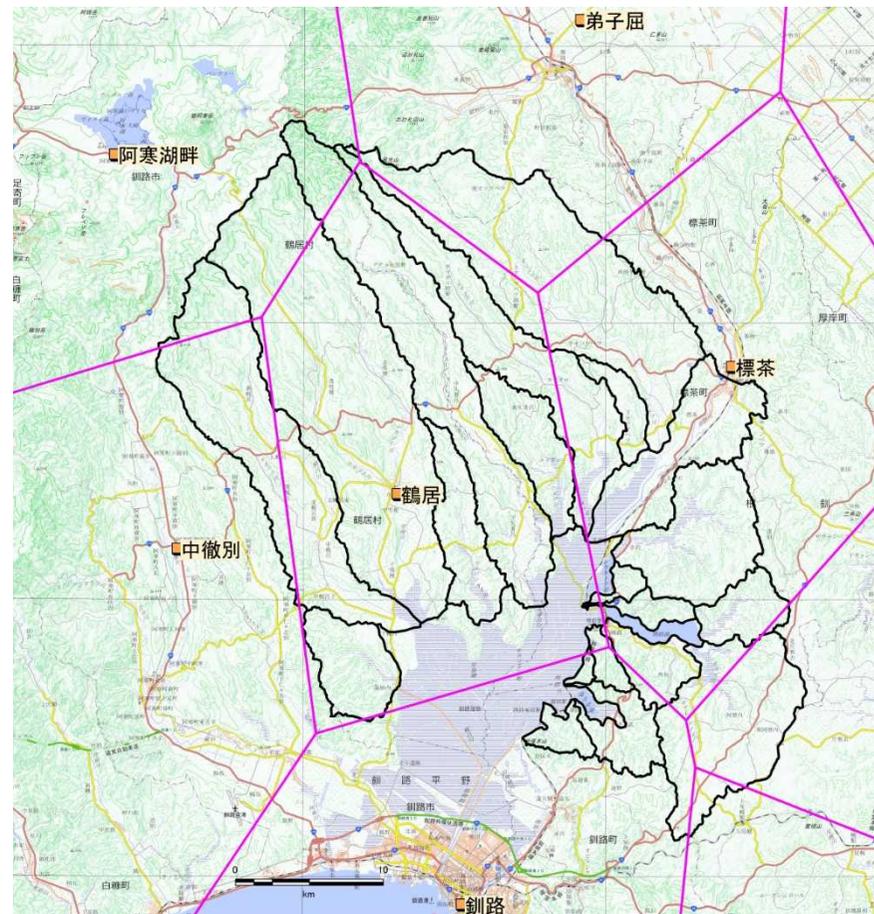
・全流域で「鶴居」の気温データを使用。地域によって使用データを変えることで、再現性向上の可能性あり。

気象データ付与方法の改良点

- ・降水量、気温は観測所を用いたティーセン分割を行い解析領域に占める割合で混合
- ・降水量、気象とも高度効果を考慮
- ・風速、全天放射量、湿度はアメダス気象観測所「釧路」を使用(他になし)。

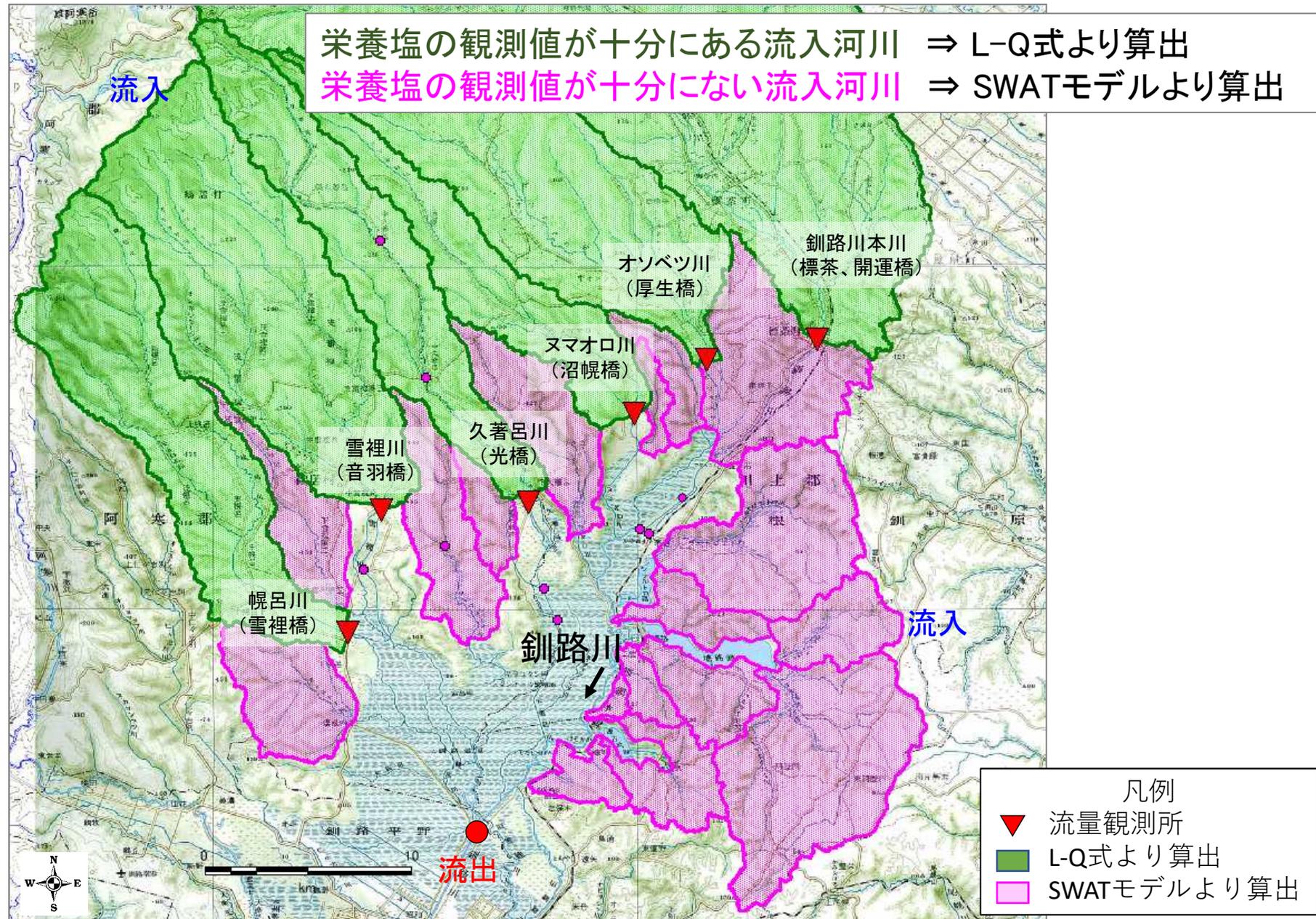


周辺の雨量観測所とティーセン分割



周辺の気温観測所とティーセン分割

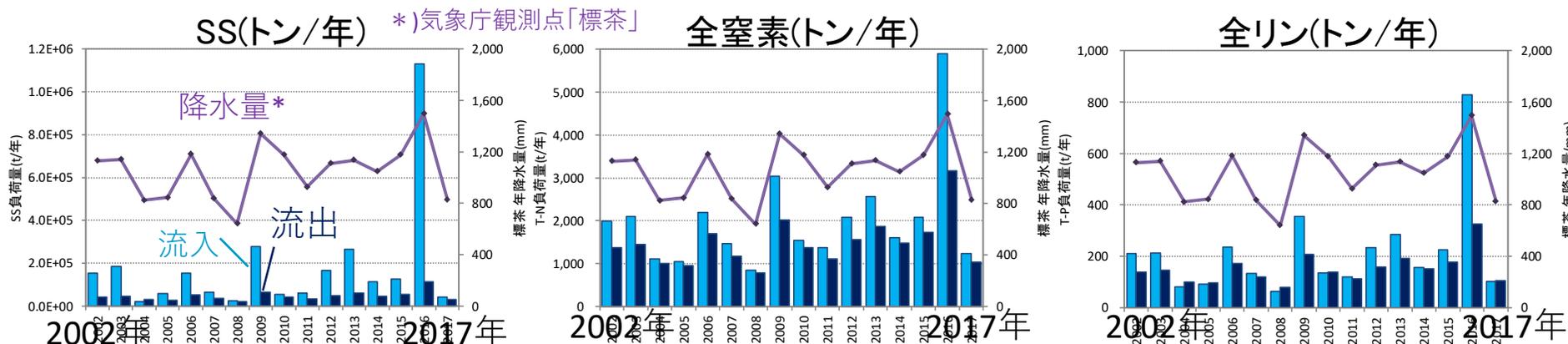
2-2. 釧路湿原での物質収支



2-2. 釧路湿原での物質収支

湿原での物質収支 (2002-2017)

年	SS(トン/年)			全窒素(トン/年)			全リン(トン/年)		
	流入	流出	収支	流入	流出	収支	流入	流出	収支
2002	153,809	42,197	111,612	1,989	1,370	618	211	139	72
2003	183,485	45,268	138,217	2,105	1,447	658	214	147	66
2004	20,890	29,073	-8,183	1,115	1,003	112	83	101	-18
2005	56,970	27,559	29,411	1,055	954	101	92	96	-4
2006	152,718	53,097	99,622	2,192	1,690	502	237	172	64
2007	64,434	35,171	29,263	1,460	1,178	282	133	119	14
2008	23,414	21,889	1,526	850	787	63	63	79	-16
2009	277,777	65,430	212,347	3,038	2,023	1,015	354	207	147
2010	55,489	41,636	13,853	1,538	1,376	162	136	140	-4
2011	59,784	32,796	26,987	1,365	1,113	252	121	113	8
2012	166,931	49,407	117,524	2,081	1,552	529	235	158	76
2013	265,376	60,060	205,317	2,555	1,871	684	285	191	93
2014	113,313	45,976	67,337	1,608	1,485	123	156	151	5
2015	126,039	54,174	71,865	2,075	1,723	352	227	176	51
2016	1,129,690	112,982	1,016,708	5,897	3,159	2,738	829	327	501
2017	42,609	30,037	12,572	1,231	1,035	195	103	104	-2
合計	2,892,728	746,750	2,145,978	32,154	23,766	8,388	3,478	2,423	1,055
平均	180,796	46,672	134,124	2,010	1,485	524	217	151	66



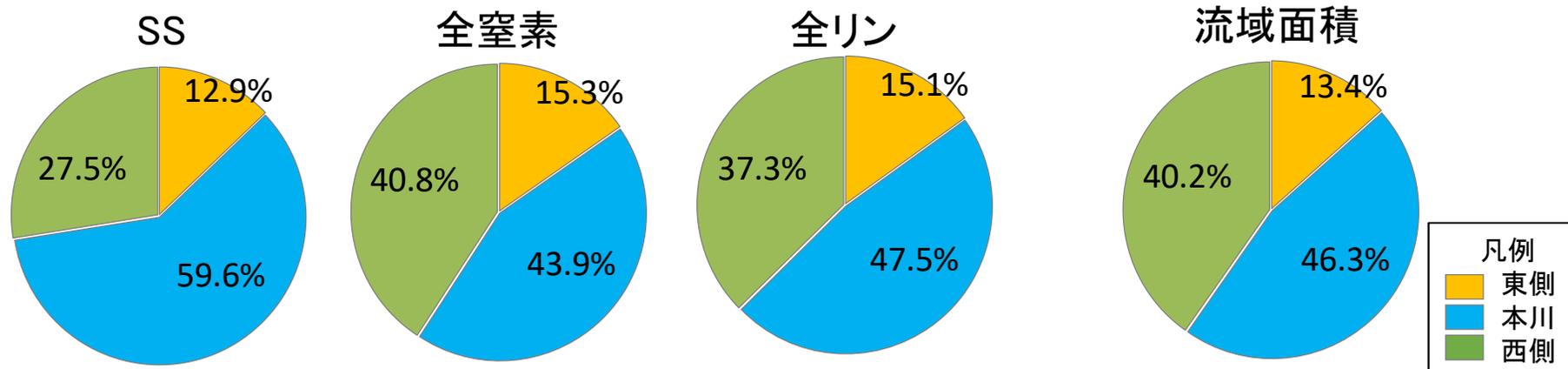
- ・2002年～2017年では、年平均でSSが約13万トン、全窒素が約500トン、全リンが約70トン湿原内に貯留されている。
- ・2009年や2016年など大きな出水時に多く湿原内に貯留される傾向がある。

2-2. 釧路湿原での物質収支

栄養塩の流入-流出バランス(2002年~2017年平均)

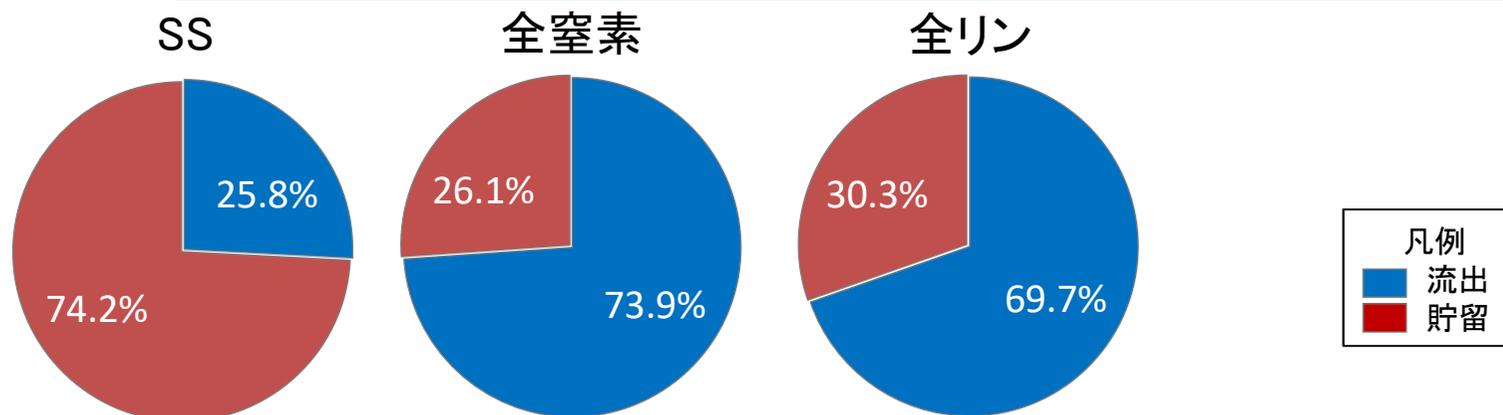
流入

- ・湿原に流入する土砂・栄養塩量は、釧路川本川からが40%~60%程度、西側の流入量が30%~40%程度、東側の流入量が13%~15%程度である。
- ・SSは、流域面積比に対し、釧路川本川からの流入割合が大きい。窒素、リンの栄養塩量流入割合は、流域面積比と同様である。



流出

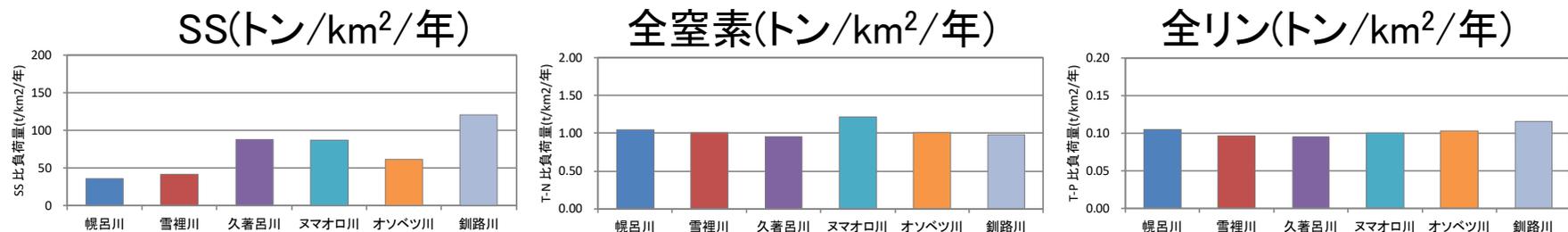
- ・湿原に流入するSSのうち、約70%が湿原内に貯留される。
- ・湿原に流入する窒素、リンのうち、約30%が湿原内に貯留され、約70%が流出する。



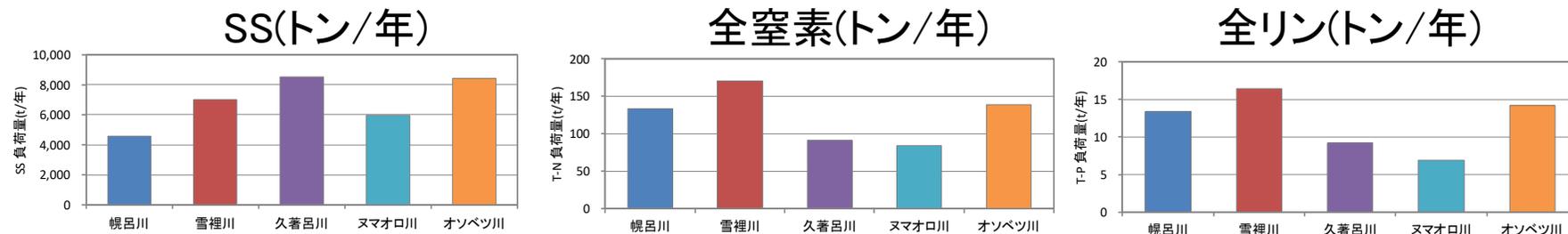
2-3. 湿原流入河川からの負荷量算出

西側流入河川の負荷量の比較

年間流入比負荷量 (2002年～2017年平均)



年間流入負荷量 (2002年～2017年平均)



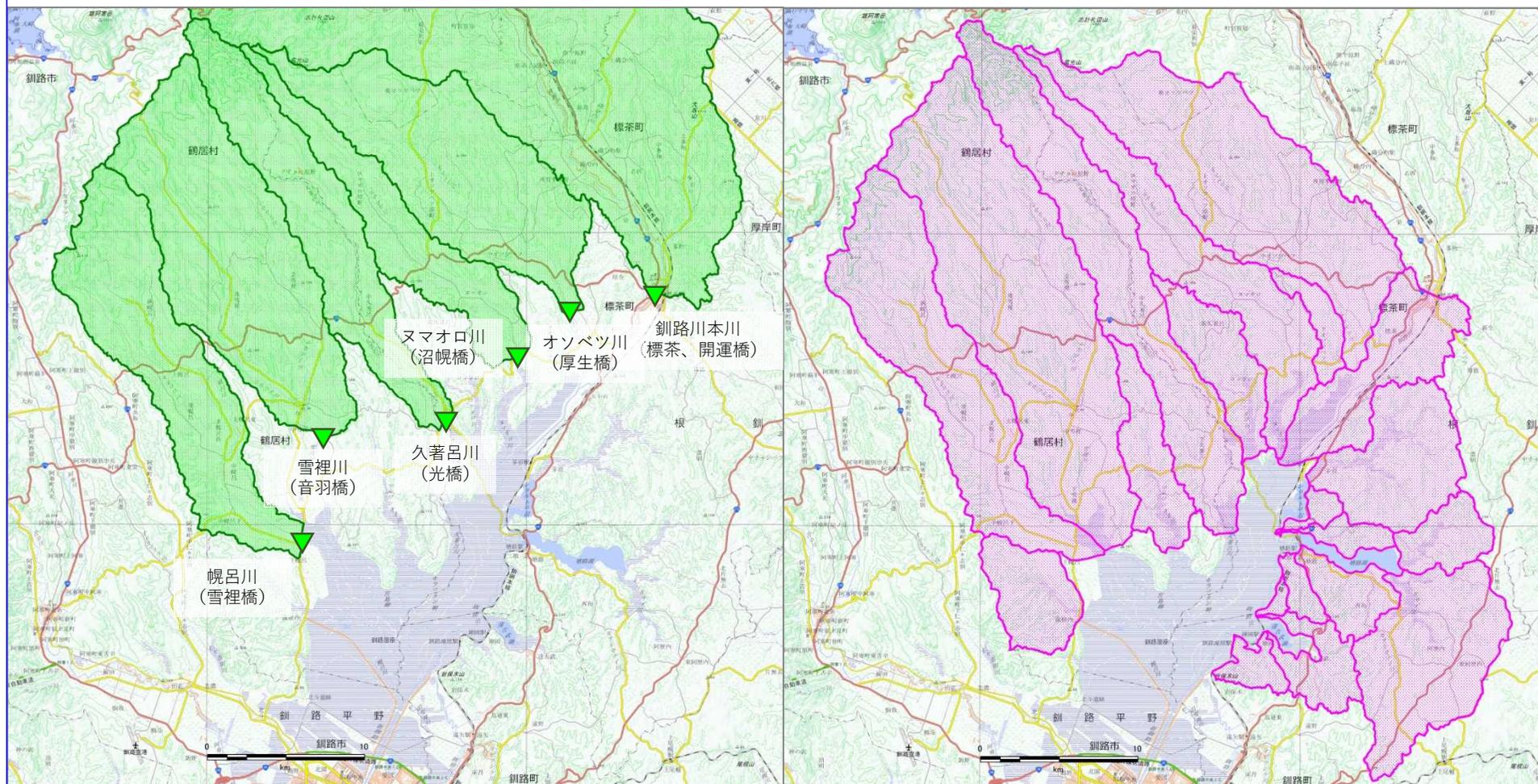
- ・単位面積あたりの比負荷量は、釧路川本川よりも多い支川がある。
- ・湿原に西側から流入する支川の流入負荷量は、概ね流域面積に比例し、窒素とリンは雪裡川が多い。SSは久著呂川が多い。

2-4. まとめ

(1) 物質循環モデルの作成

湿原全体の物質循環モデルを以下の2モデルから作成した。

- ・栄養塩の観測値が十分にある流入河川 ⇒ L-Q式モデルを整備
- ・栄養塩の観測値が十分でない流入河川 ⇒ SWATモデルを整備



L-Q式モデル整備領域

SWATモデル整備領域

2-4. まとめ

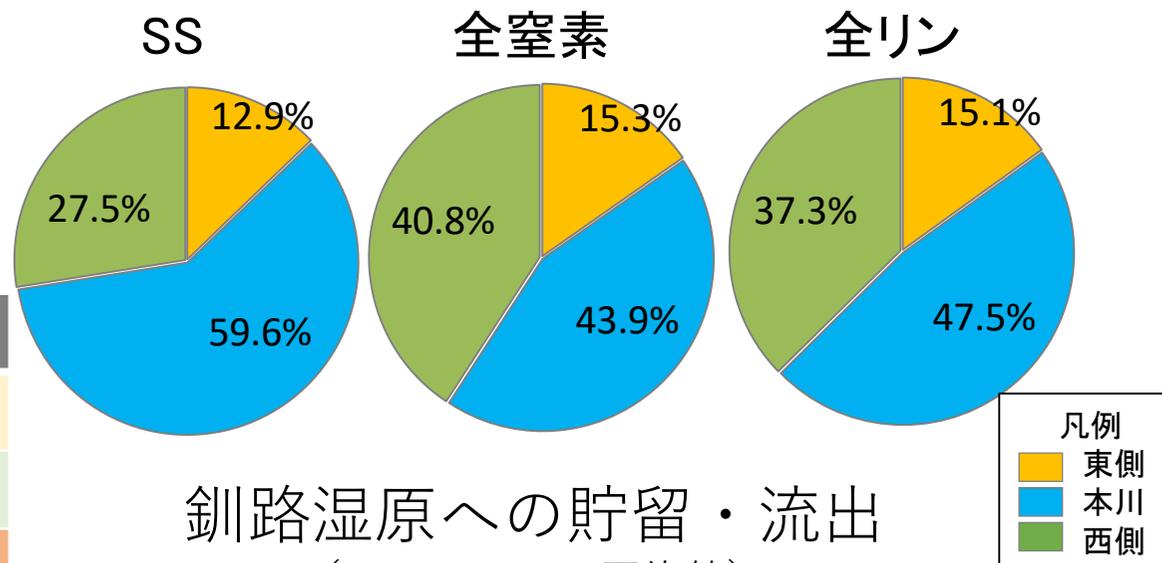
(2) 釧路湿原での物質収支の算出

釧路湿原の物質収支
(千トン/年)
(2002~2017 平均値)

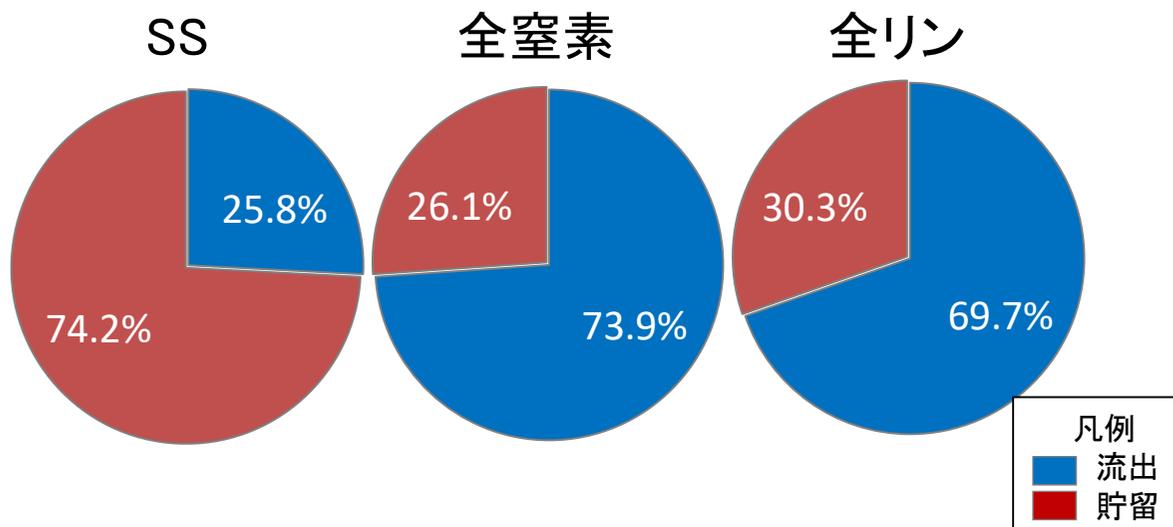
	SS	全窒素	全リン
流入量	181	2.01	0.22
流出量	47	1.49	0.15
貯留量	134	0.52	0.07

・大きな出水時に多く貯留される

釧路湿原への物質流入
(2002~2017 平均値)



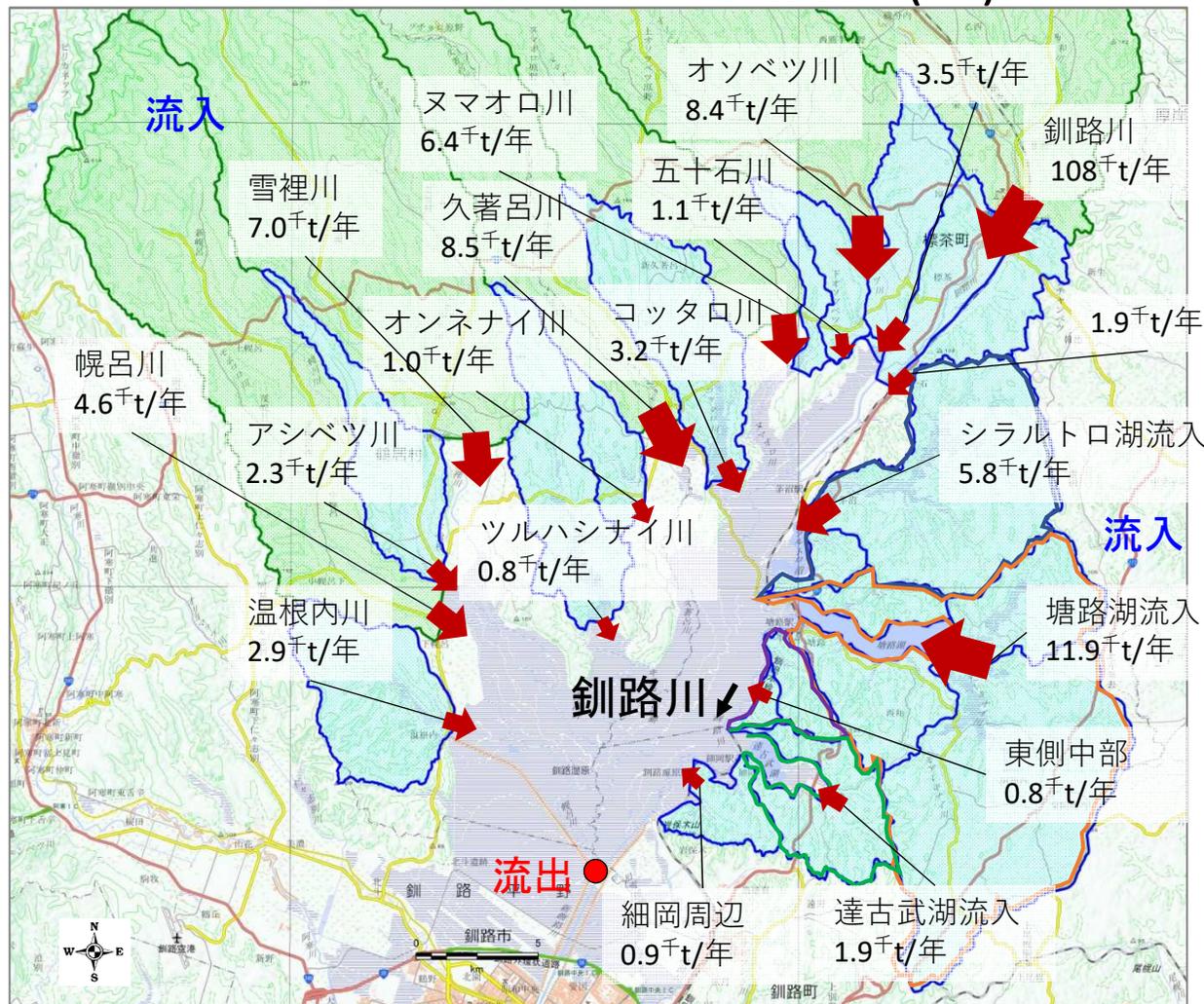
釧路湿原への貯留・流出
(2002~2017 平均値)



2-4. まとめ

(2) 釧路湿原での物質収支の算出

湿原流入河川からの負荷量(SS)



L-Q式及びSWATを用いて算出した2002年～2017年のSS
(浮遊物質)の平均値

凡例

➡ 負荷量 (矢印の大きさは
負荷量の大きさを表現)

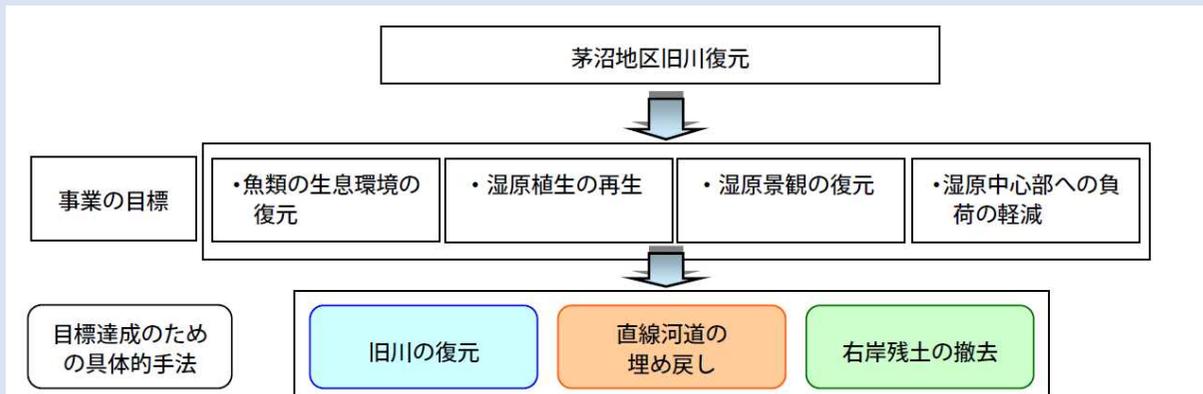
3. 施策効果評価手法の検討（目標②）

- 3-1. 概要
- 3-2. 旧川復元の効果メカニズム
- 3-3. 効果の検証
- 3-4. 旧川復元事業（茅沼地区）の再現
- 3-5. まとめ

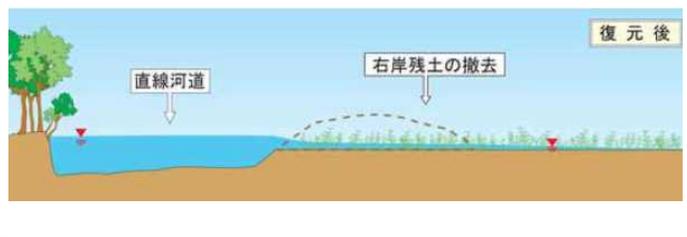
3-1. 概要

(2) 茅沼地区における旧川復元事業の概要

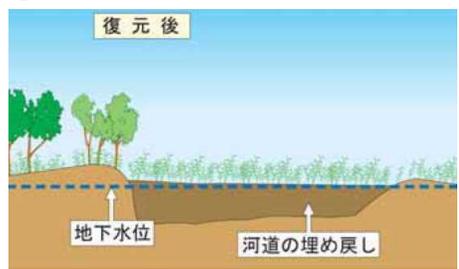
事業目標と目標達成のための具体的方法



③ 右岸残土の撤去



② 直線河道の埋め戻し



年度	実施内容
平成18年度	実施計画策定、工事開始
平成21年度	旧川通水
平成22年度	工事終了
平成23年度	モニタリング調査開始
平成26年度	自然観察路完成
平成27年度	通水5年
平成32年度	通水10年

① 旧川の復元

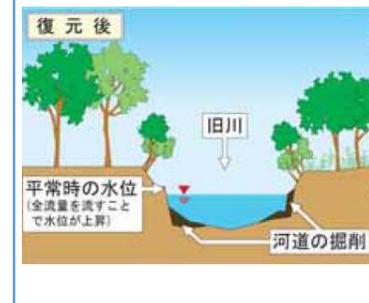
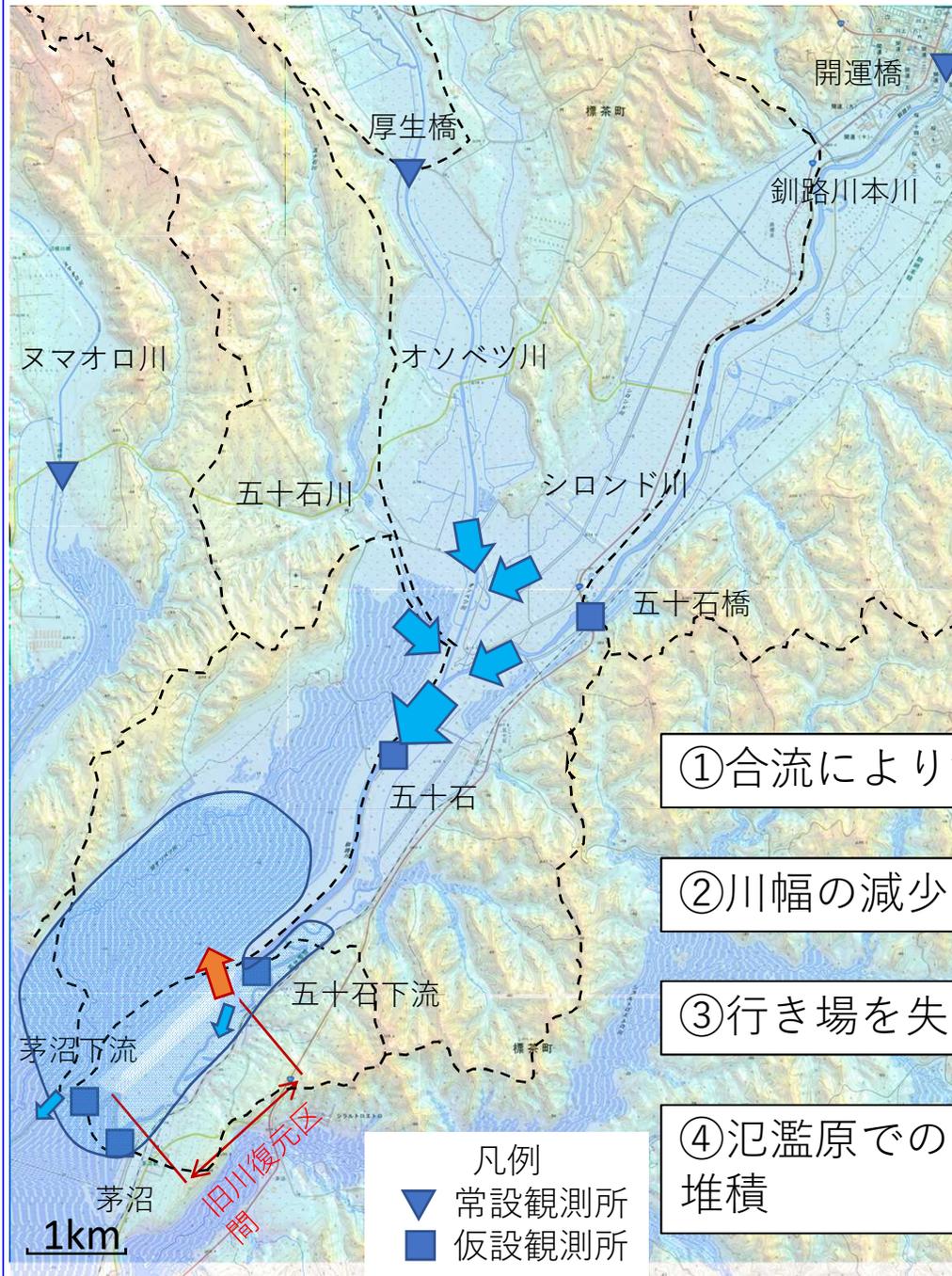


図 茅沼地区の旧川復元区間の位置図

3-2. 旧川復元の効果メカニズム



出水時の水の動き

①合流により鉏路川本川(五十石付近)の流量が増加



②川幅の減少や蛇行により河川の流下機能が制限

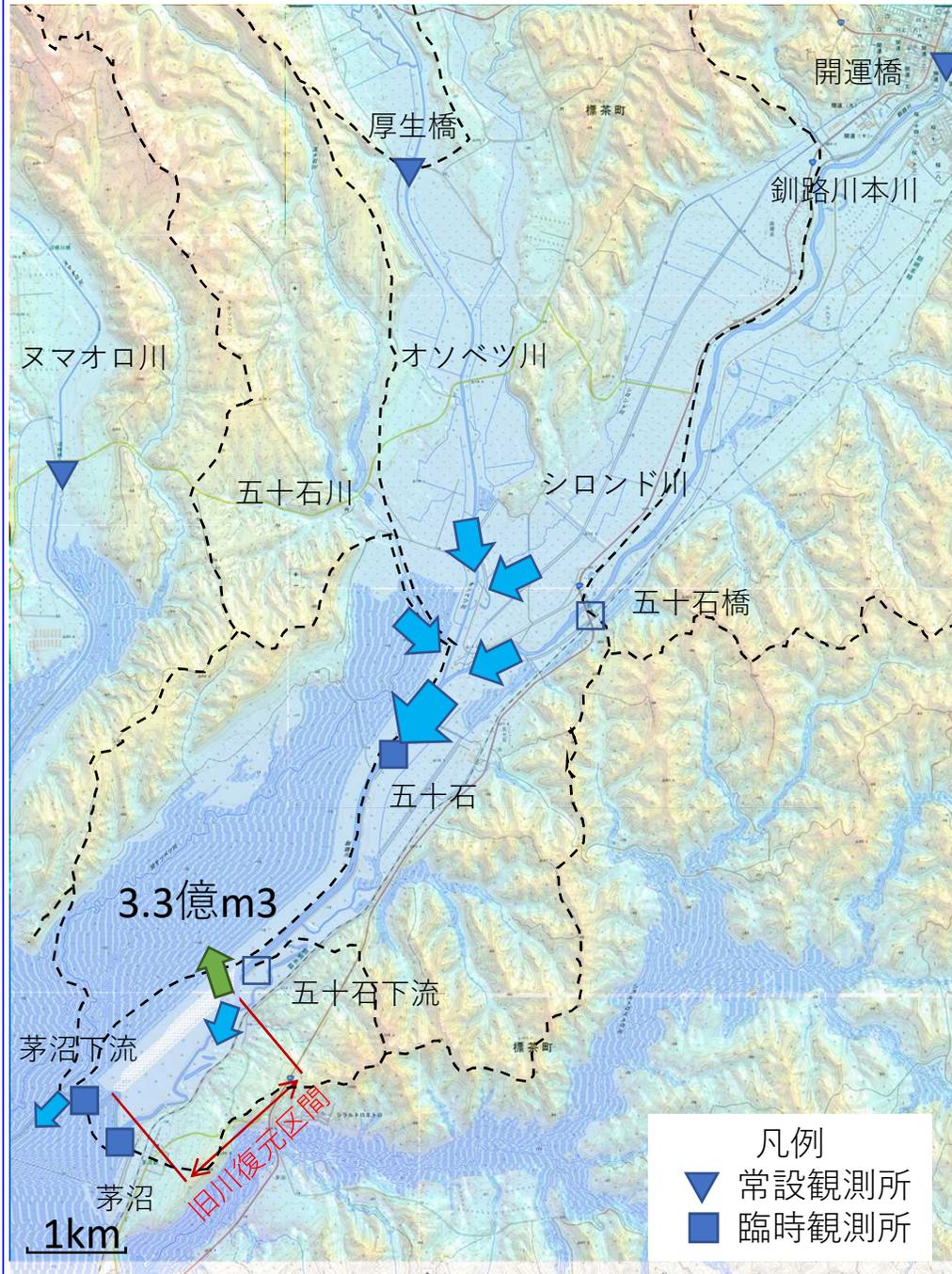


③行き場を失った河川水が土砂を伴って氾濫原に流出

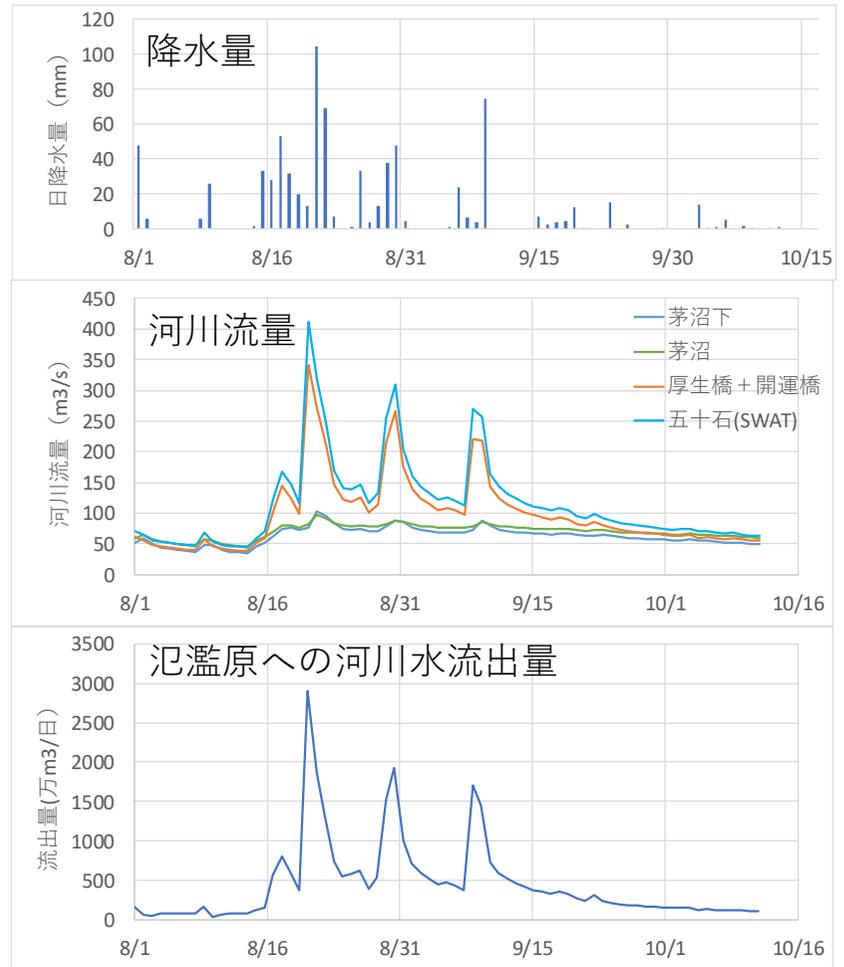


④氾濫原での急速な流速低下等により土砂が氾濫原に堆積

3-3. 効果の検証 2016年8月出水時の水の動き

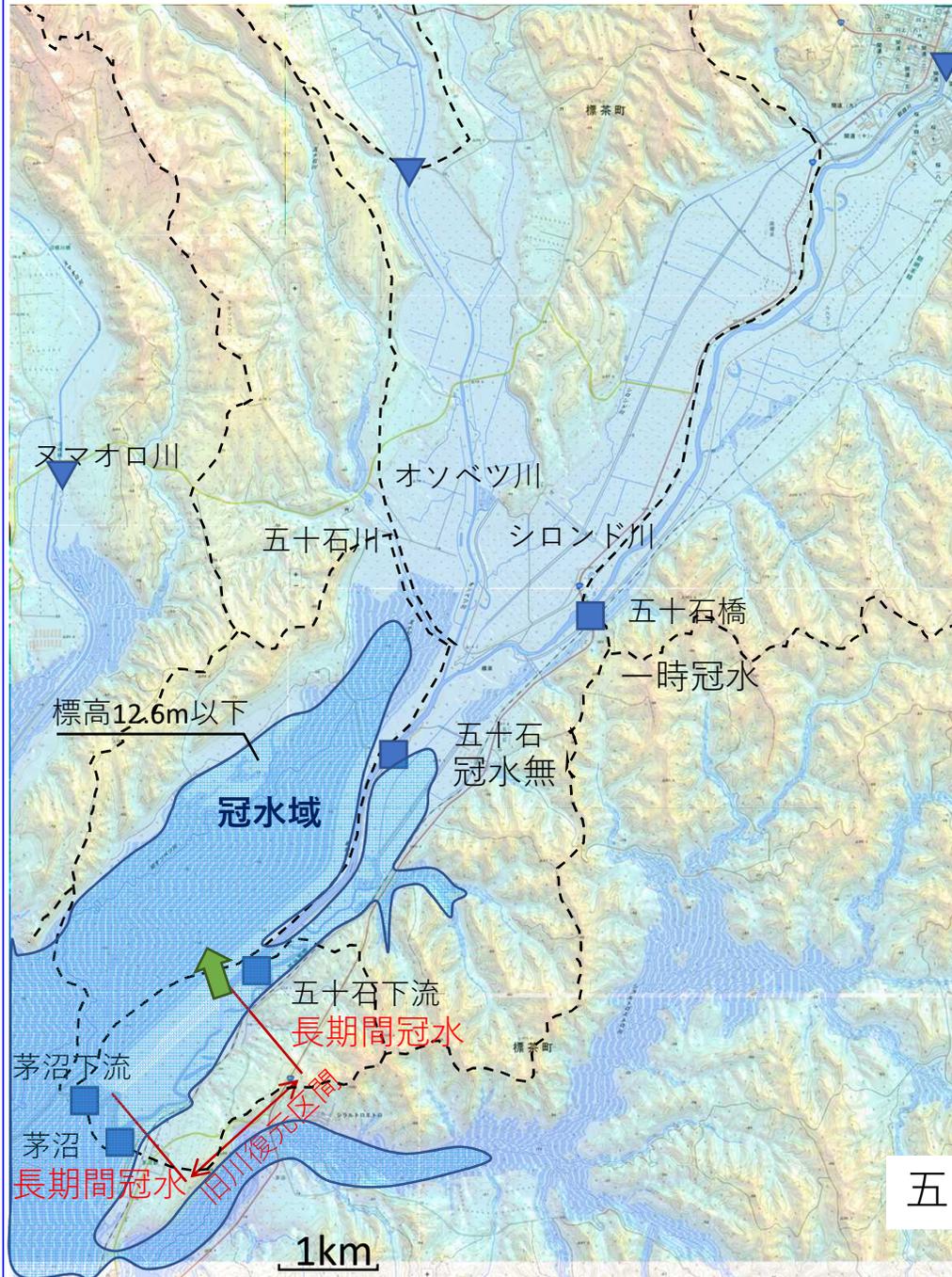


流量観測結果

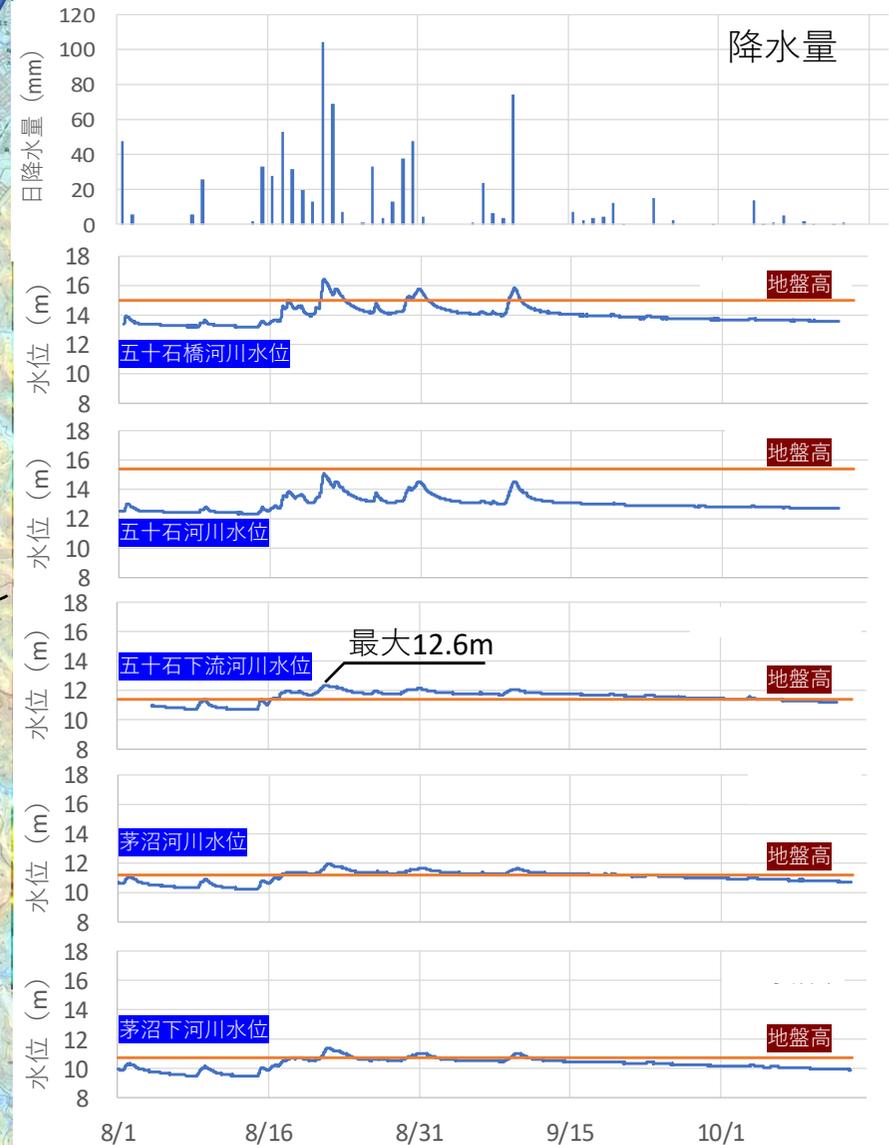


2016/8/1～2016/10/12の期間で
約3.3億m³(上流からの流入量の約45%)
の河川水が氾濫原へ流出

3-3. 効果の検証 2016年8月出水時の水の動き

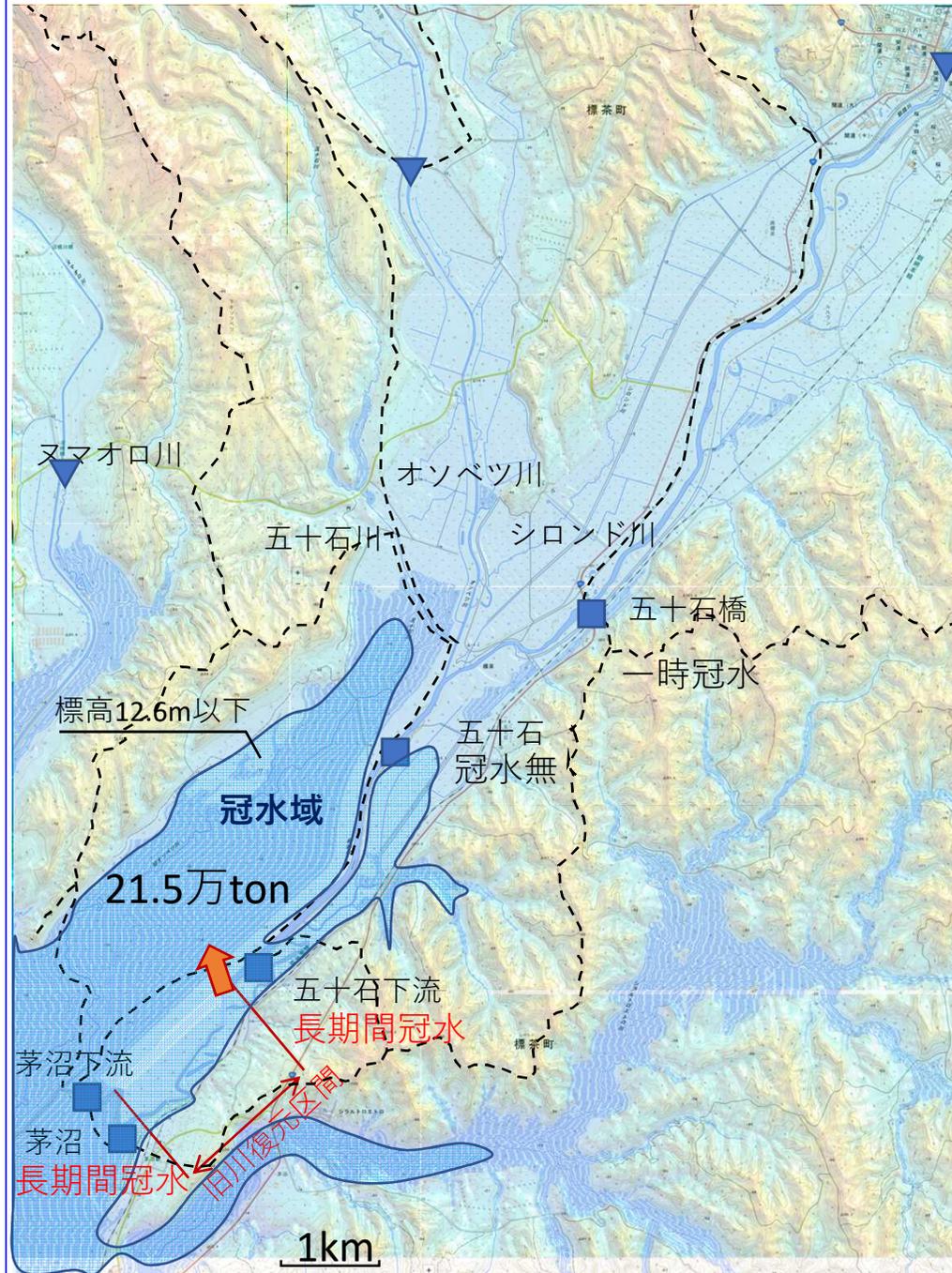


水位観測結果

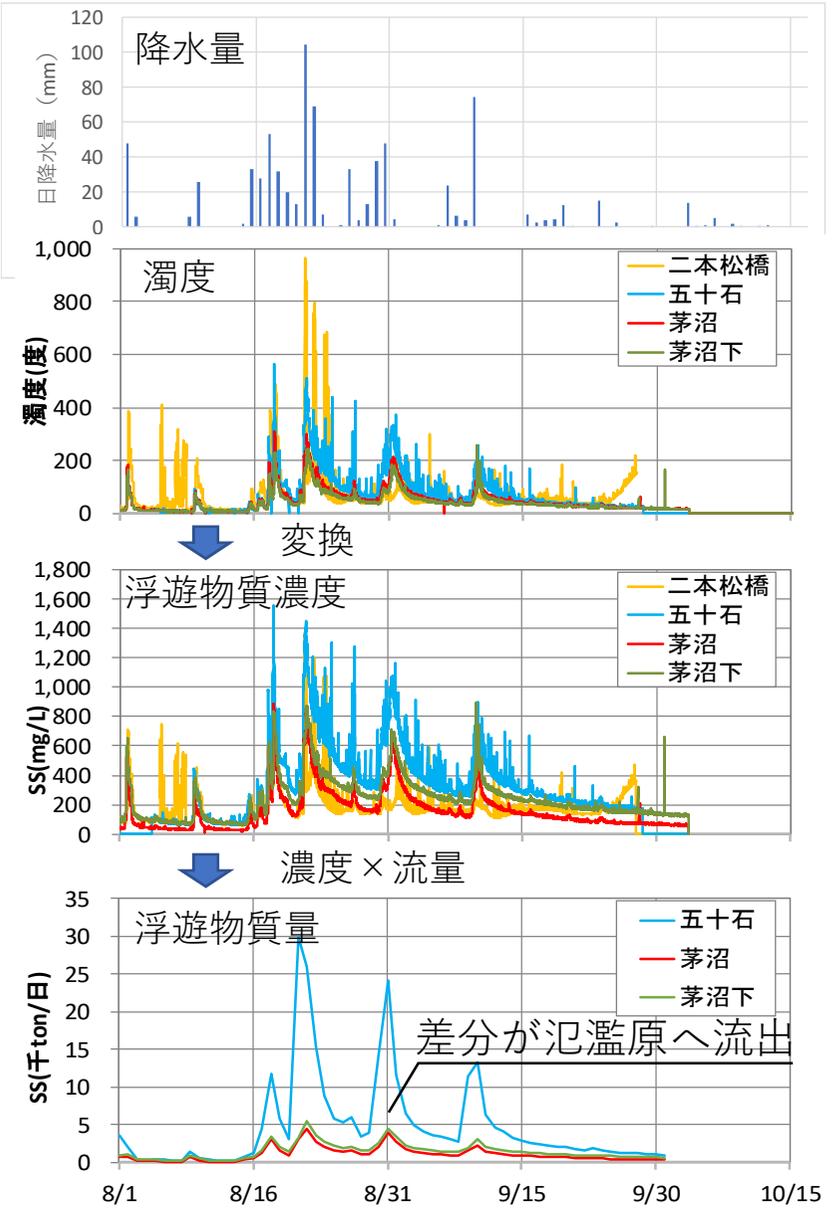


五十石下流観測所より下流域は長期間冠水

3-3. 効果の検証 2016年8月出水時の水の動き



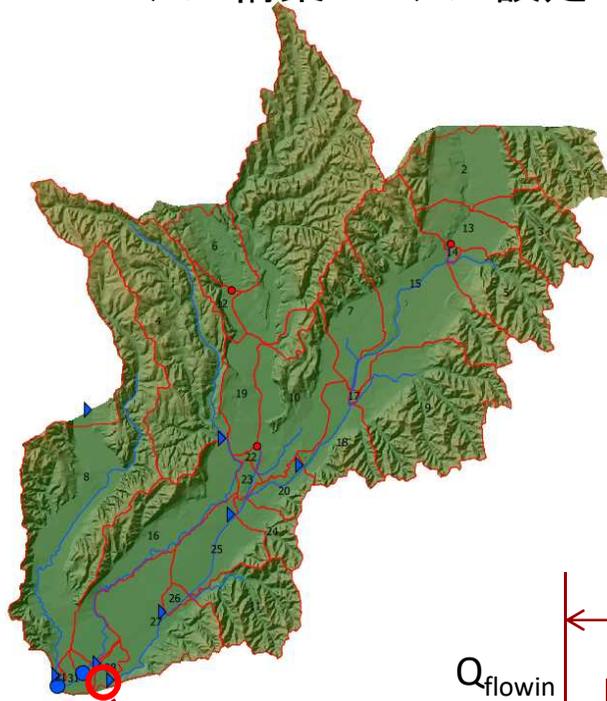
浮遊物質質量観測結果



合計21.5万tonのSSが冠水域へ流出

3-4. 旧川復元事業(茅沼地区)の再現

SWATモデル構築:モデル設定

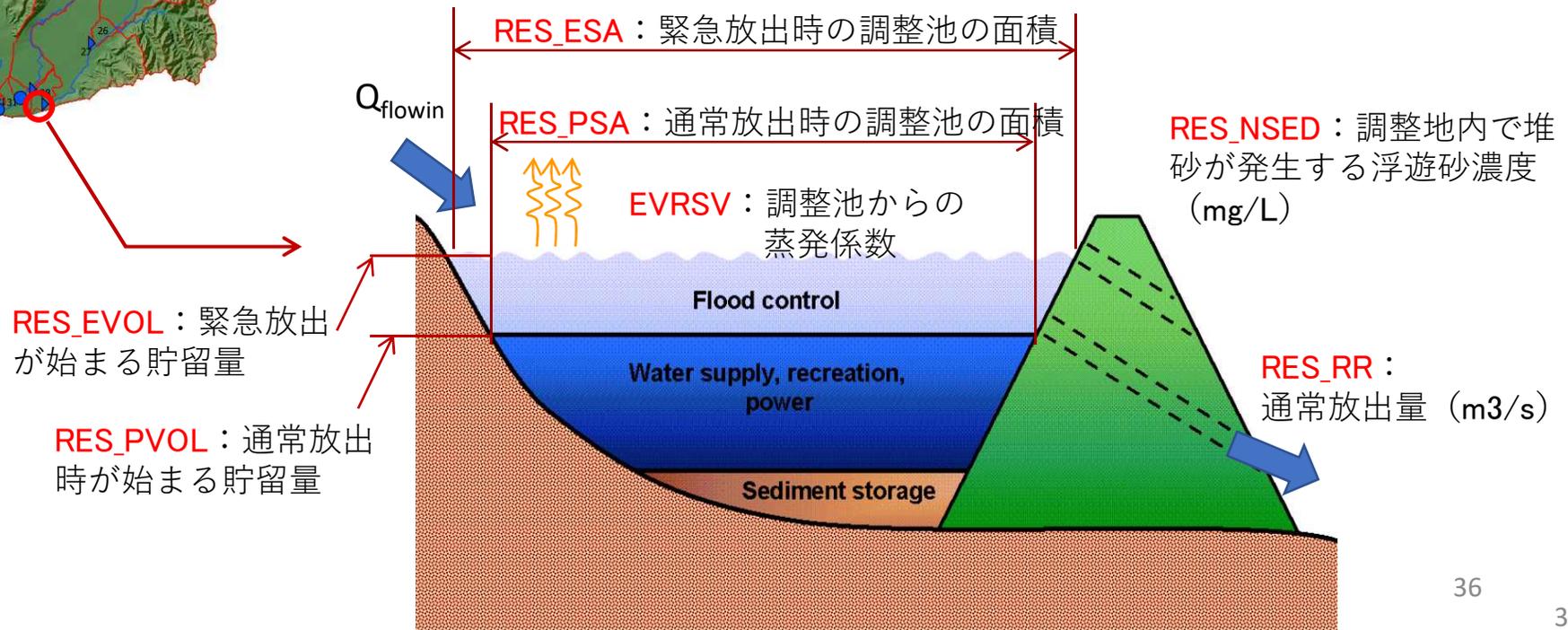


旧川復元事業は河川の流下能力を局所的に下げること
で河川水を氾濫原(湿原最上流部)へ氾濫させ、
氾濫原で土砂を沈降させる手法と解釈できる。



SWATモデル Reservoirsオプションによるモデル
化を行う。

河川水を貯留し、貯留している間に沈降させる



3-4. 旧川復元事業(茅沼地区)の再現

Reservoirsオプションでの水収支、物質収支算出方法

①初期状態

$$sed_{wb} \quad V_{stored}$$

②上流側からの流入

$$+ \quad sed_{flowin} \quad V_{flowin}$$

現在の貯水量

③水収支の算出

$$V = V_{stored} + V_{flowin} - V_{flowout} + V_{pcp} - V_{evap} - V_{seep}$$

④物質収支の算出

$$sed_{wb} = sed_{wb,i} + sed_{flowin} - sed_{stil} - sed_{flowout}$$

③-1 貯水池表面積の計算

緊急放出開始時の貯水池表面積 (RES_ESA)

主排水開始時の貯水池表面積 (RES_PSA)

緊急放出開始時の貯水量 (RES_EVOL)

主放出開始時の貯水量 (RES_PVOL)

$$expsa = \frac{\log_{10}(SA_{em}) - \log_{10}(SA_{pr})}{\log_{10}(V_{em}) - \log_{10}(V_{pr})}$$

$$\beta_{sa} = \left(\frac{SA_{em}}{V_{em}} \right)^{expsa} \Rightarrow SA = \beta_{sa} \cdot V^{expsa}$$

③-2 降水による流入量計算

$$V_{pcp} = 10 \cdot R_{day} \cdot SA$$

③-3 蒸発散量計算

$$V_{evap} = 10 \cdot \eta \cdot E_o \cdot SA$$

貯水池の蒸発散係数 (EVRSV)

③-4 地下浸透量計算

$$V_{seep} = 240 \cdot K_{sat} \cdot SA$$

貯水池下面の浸透係数 (RES_K)

これを改良

③-5 貯水池からの排出量計算

IRESCO=0: Average annual release rate for uncontrolled reservoir

貯水池水量制御オプション

$$V_{flowout} = V - V_{pr} \quad \text{if } V - V_{pr} < q_{rel} \cdot 86400$$

主排水開始貯水量 主排水流量

$$V_{flowout} = q_{rel} \cdot 86400 \quad \text{if } V - V_{pr} > q_{rel} \cdot 86400$$

$$V_{flowout} = (V - V_{em}) + (V_{em} - V_{pr})$$

$$\text{緊急排水開始貯水量} \quad \text{if } V_{em} - V_{pr} < q_{rel} \cdot 86400$$

$$V_{flowout} = (V - V_{em}) + q_{rel} \cdot 86400$$

$$\text{if } V_{em} - V_{pr} > q_{rel} \cdot 86400$$

④-1 上流側から流入後の貯水池内の懸濁態濃度算出

貯留槽内での懸濁態濃度

$$conc_{sed,i} = \frac{(sed_{wb,i} + sed_{flowin}) \cdot \text{貯留槽内での初期堆積量} + \text{貯留槽内に入ってきた浮遊物質量}}{(V_{stored} + V_{flowin}) \cdot \text{貯留槽内に入ってきた水量} + \text{貯留槽内での初期貯留量}}$$

④-2 貯水池内での最終的な懸濁態濃度算出

貯留槽内での最終的な濃度

貯留槽内での初期濃度

貯留槽内での飽和濃度

貯留槽内の飽和濃度 (RES_NSED)

$$conc_{sed,f} = (conc_{sed,i} - conc_{sed,eq}) \cdot \exp[-k_s \cdot t \cdot d_{50}] + conc_{sed,eq}$$

$$\text{if } conc_{sed,i} > conc_{sed,eq}$$

$$conc_{sed,f} = conc_{sed,i}$$

$$\text{if } conc_{sed,i} \leq conc_{sed,eq}$$

④-3 貯水池内堆積量及び排出懸濁態量の算出

堆積量

$$sed_{stil} = (conc_{sed,i} - conc_{sed,f}) \cdot V$$

貯留槽内での最終的な濃度

排出量

流出量

$$sed_{flowout} = conc_{sed,f} \cdot V_{flowout}$$

3-4. 旧川復元事業(茅沼地区)の再現

Reservoirsオプションの改良

①条件 五十石で流量 Q_{flowin}



②貯水池への流出量の算出

1) $Q_{flowin} > Q_{rivmax}$ の場合

貯水池への河川水流出量： $Q_{stin} = Q_{flowin} - Q_{rivmax}$

河川下流側への流下量： Q_{rivmax}

2) $Q_{flowin} < Q_{rivmax}$ の場合

貯水池への河川水流入量：0

河川下流側への流下量： Q_{flowin}



③貯水池内での貯水量と貯水位の算出

貯水量 $V = V_{st}$ (元の貯水量) + Q_{stin}

貯水位 $H_{st} = V / A_{st}$ (貯水池の平面積)



④貯水池内から貯水池外への排出量の算出

河川へ排出 $Q_{rivout} = H_{st} \times K_{rivout}$

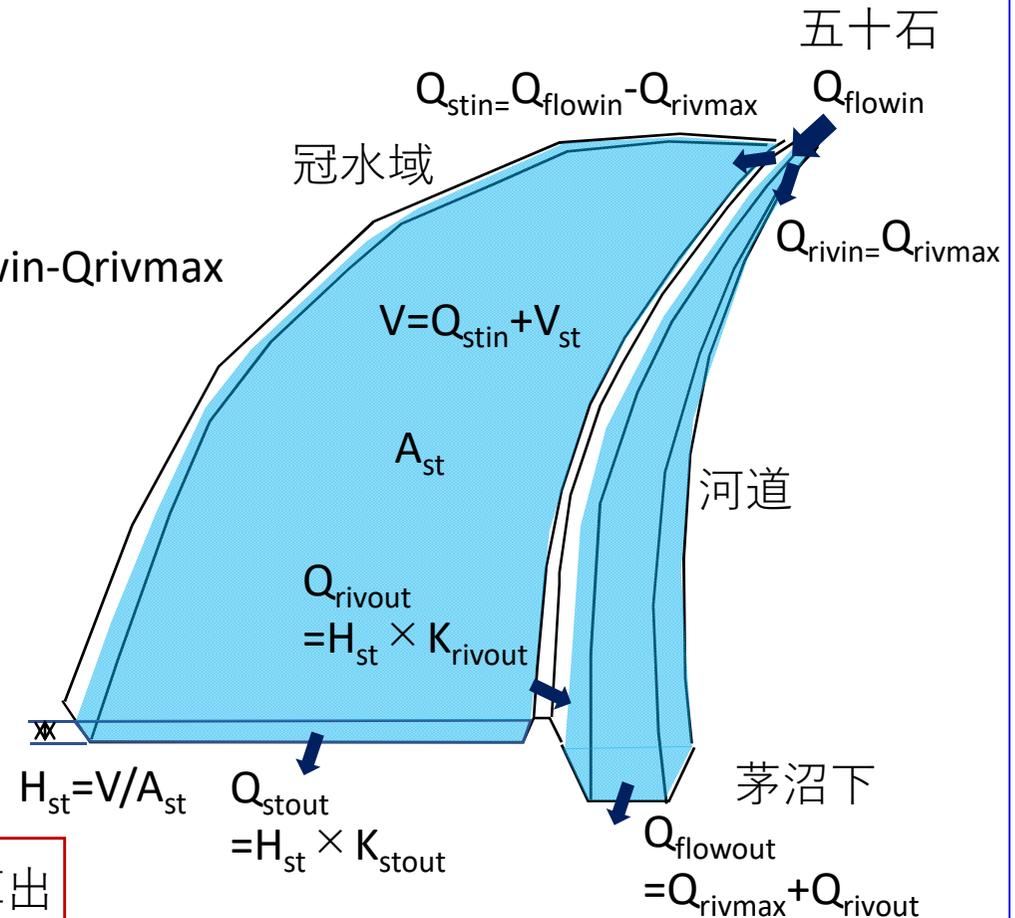
河川以外へ排出 $Q_{stout} = H_{st} \times K_{stout}$

追加



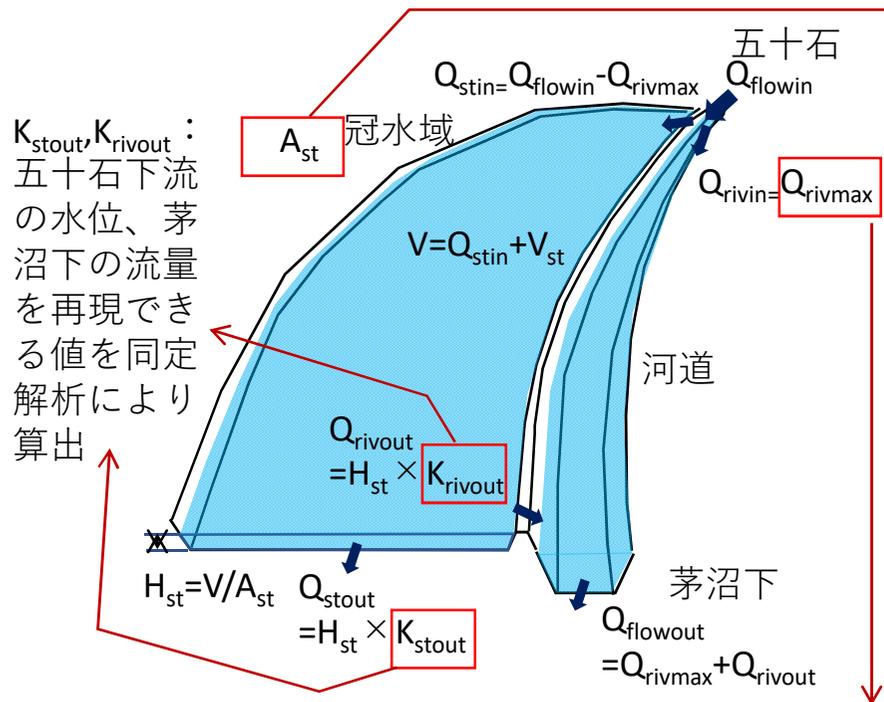
⑤茅沼下での河川流量の算出

$Q_{flowout} = Q_{rivmax}$ (または Q_{flowin}) + Q_{rivout}

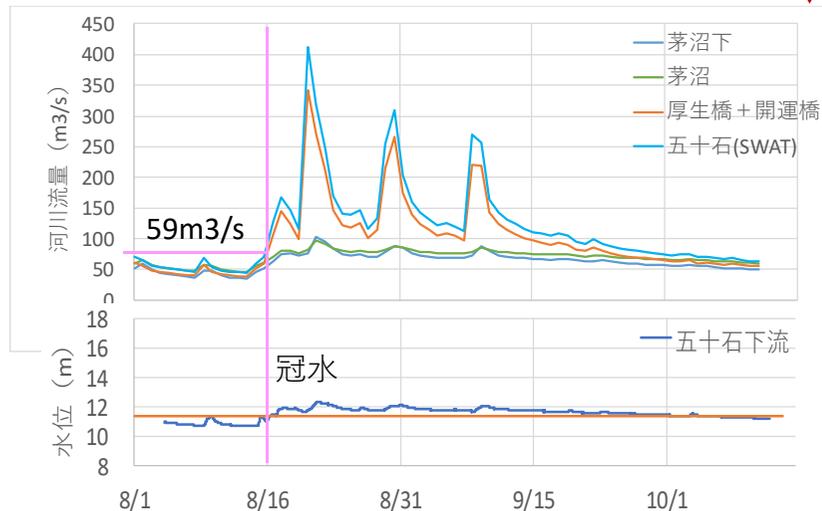


3-4. 旧川復元事業(茅沼地区)の再現

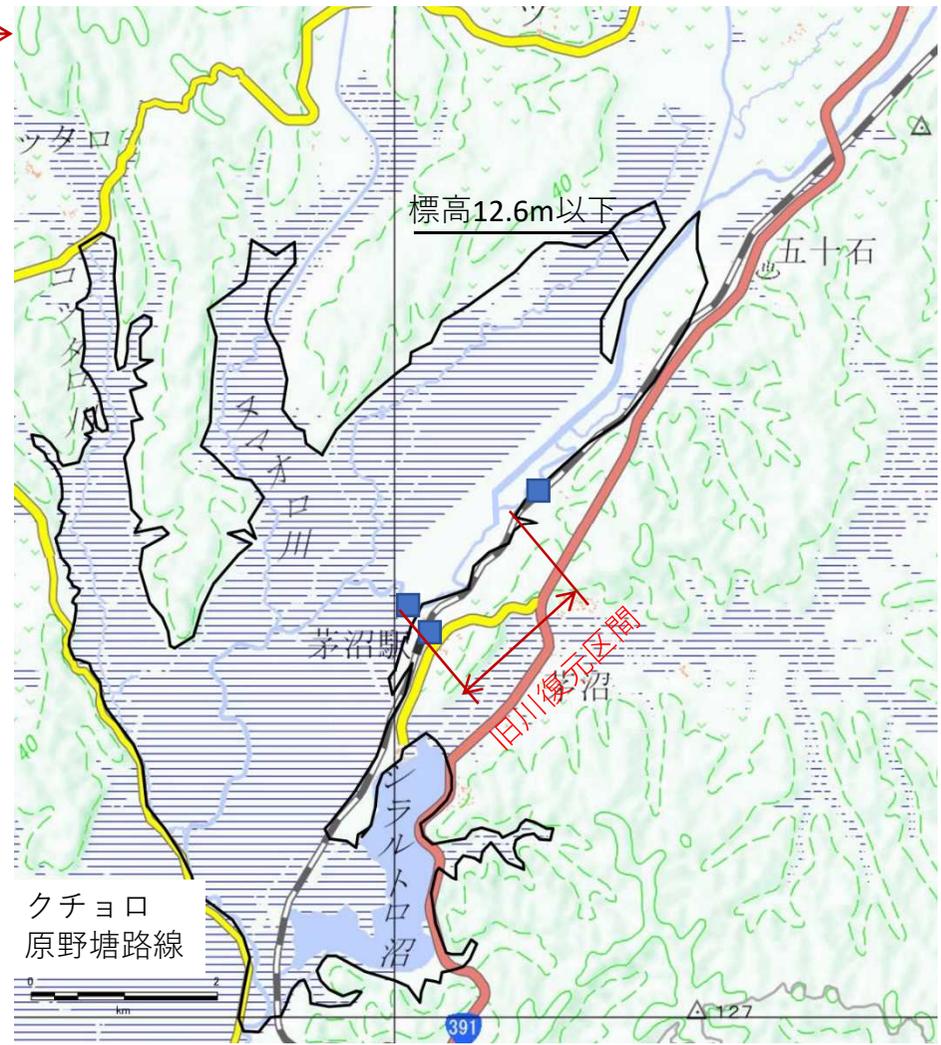
Reservoirsオプションの設定値



K_{stout} , K_{rivout} :
 五十石下流の水位、茅沼下の流量を再現できる値を同定解析により算出



Q_{rivmax} : 五十石で冠水時の流量から59m³/s



- 貯水池の設定
- 冠水した標高12.6m以下
 - 旧川復元区間を中心とした範囲
 - 地形的な境界

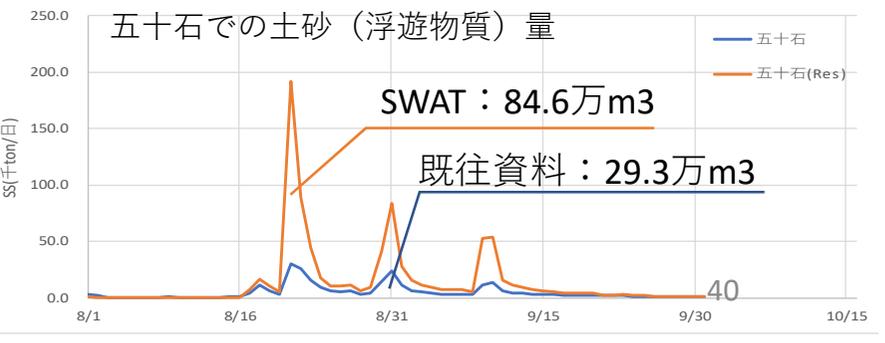
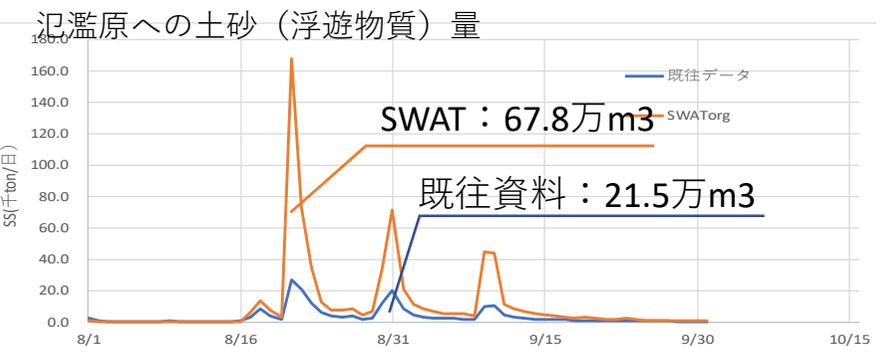
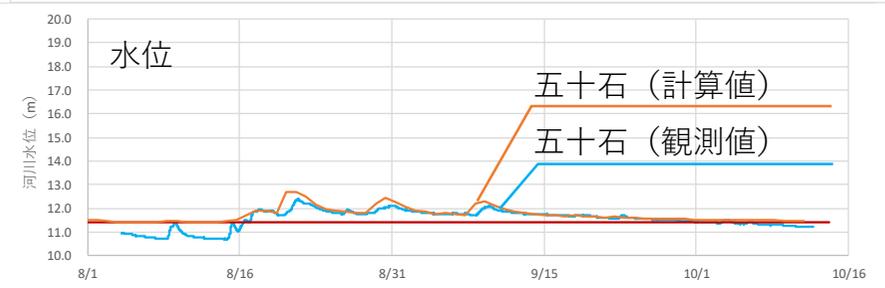
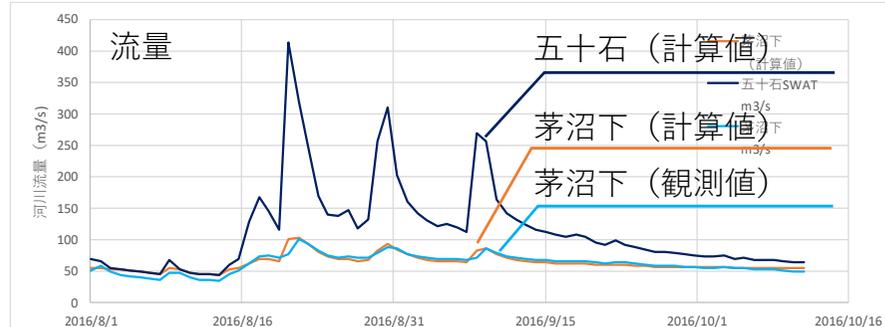
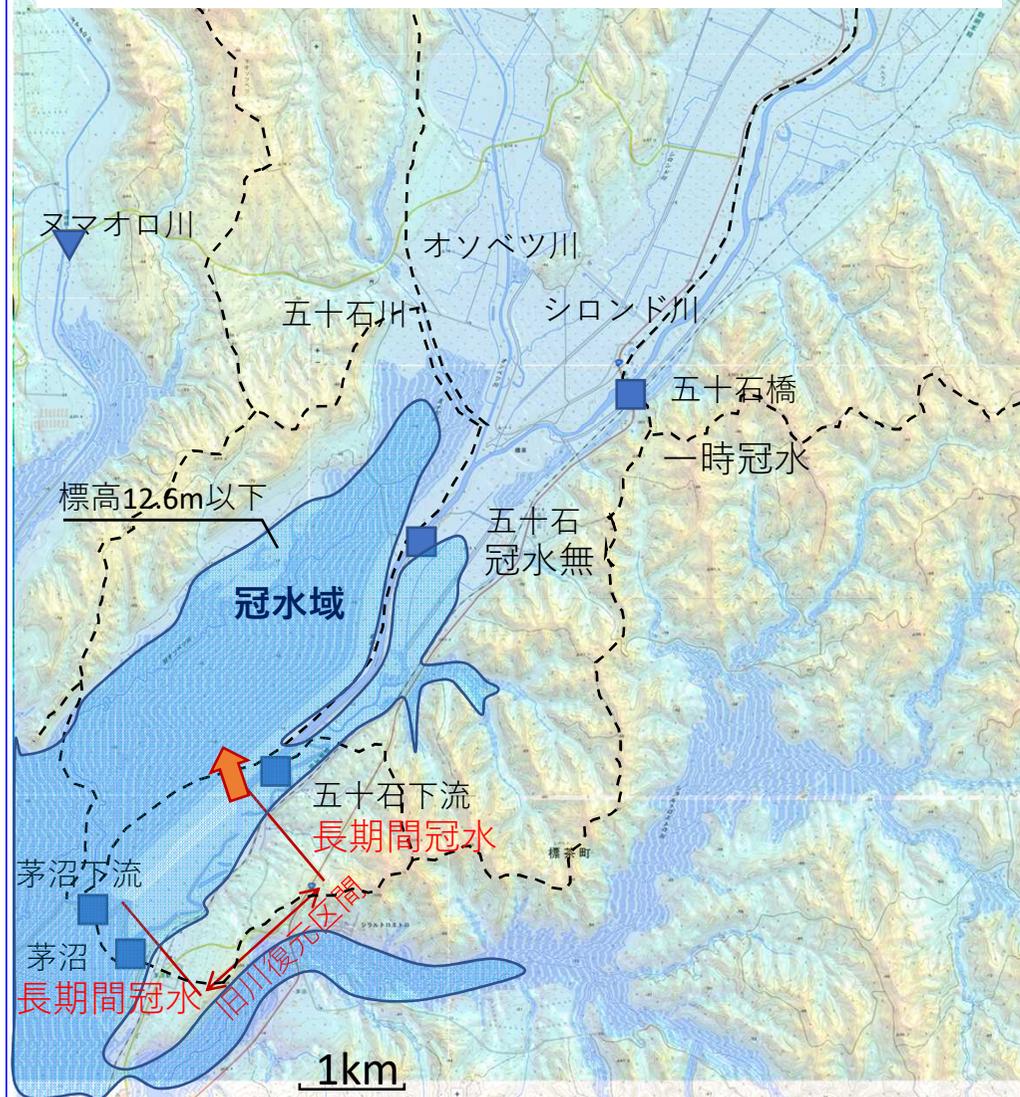
貯水池面積
 26.1km²

3-4. 旧川復元事業(茅沼地区)の再現

河川流量、水位はよい再現性を示すが
 氾濫原への土砂(SS)流出量が一致しない



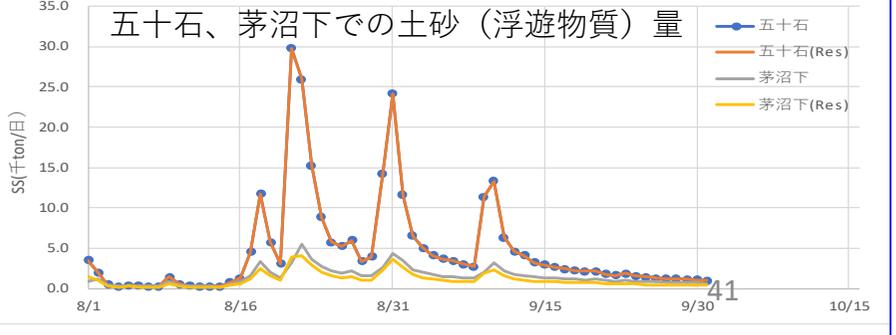
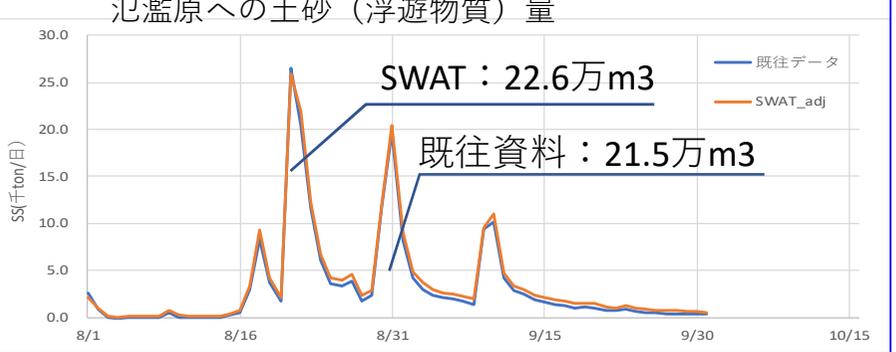
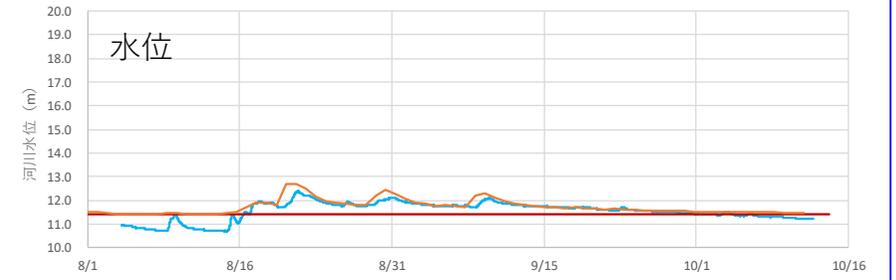
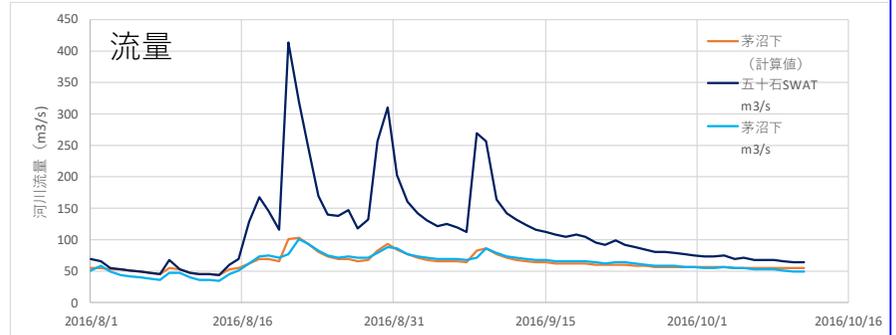
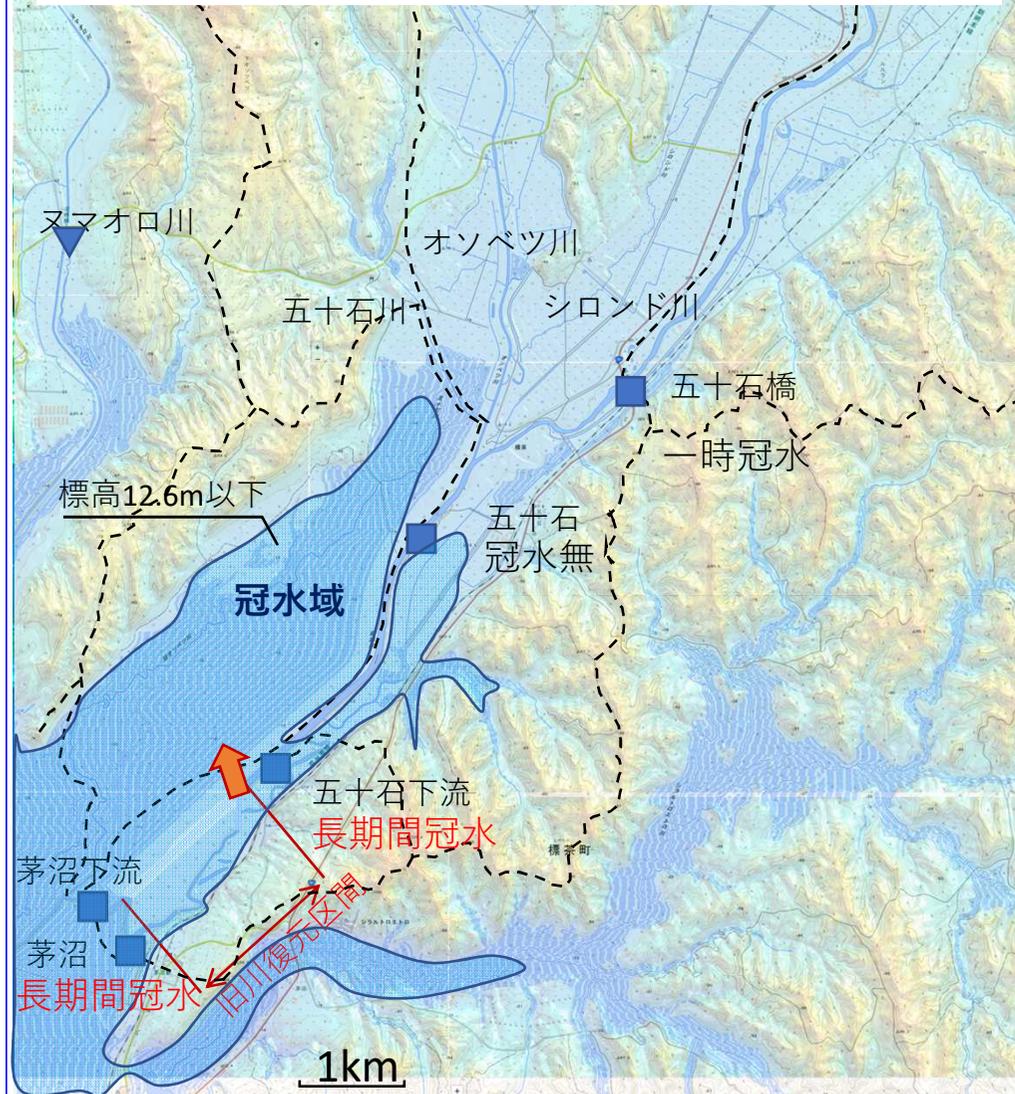
五十石での土砂(SS)流出量が一致しない



3-4. 旧川復元事業(茅沼地区)の再現

五十石での土砂(ss) 流出量を入力

氾濫原への土砂(SS) 流出量、茅沼下でのSS 濃度ともよく一致する。



3-5. まとめ

得られた結果

- ・ SWATモデルのReservoirsオプションを改良することで旧川復元事業の効果をモデル化した。
- ・ 上記モデルを2016年出水時の茅沼地区に適用したところ、これまでの観測結果や検討結果とよく一致した。
- ・ 上記から、本モデルを旧川復元事業の効果評価手法の一つとして採用可能である。

今後の展開

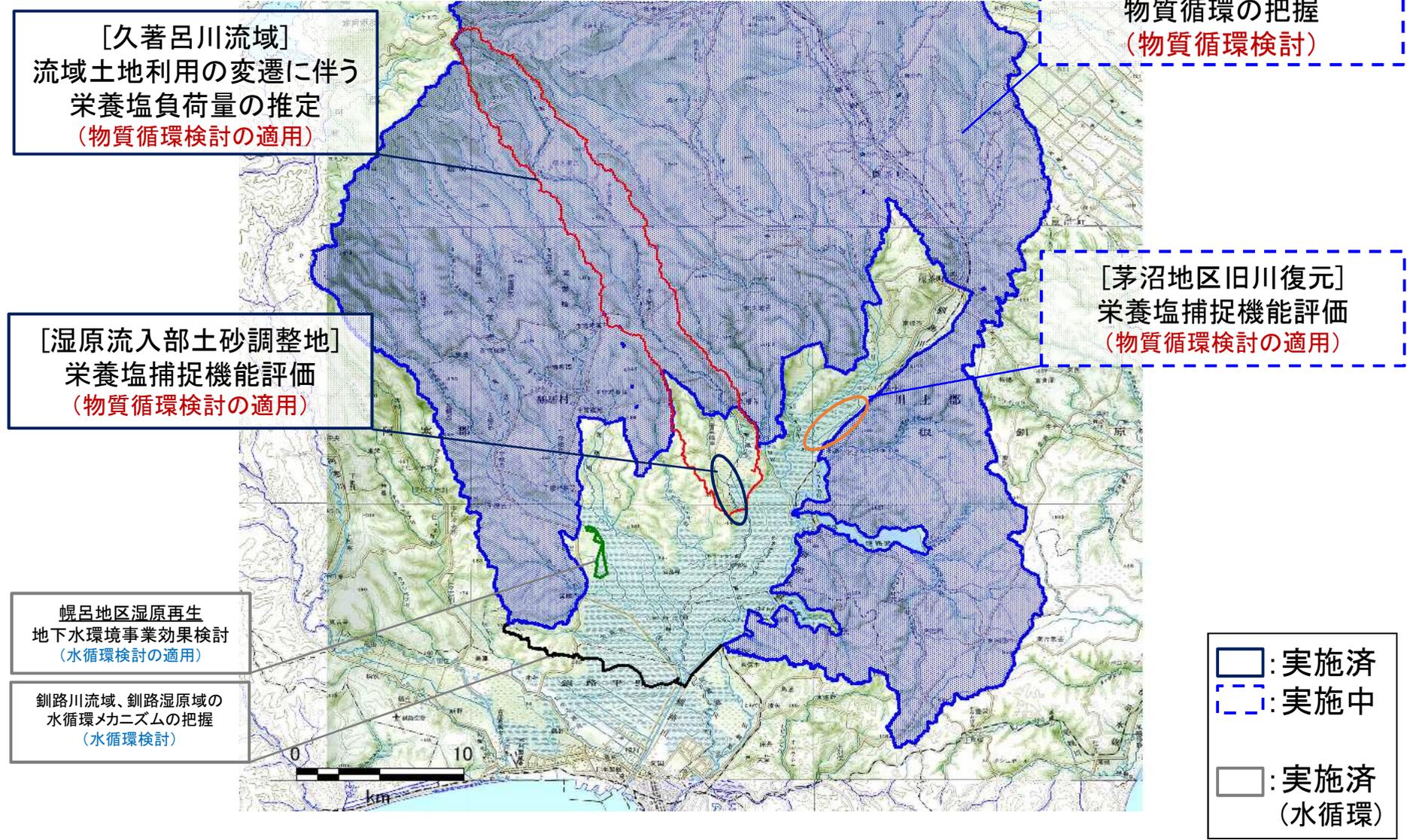
- ・ 2016年出水期だけでなく、茅沼地区事業開始から現在さらには将来に適用し、事業効果（SS, 窒素, リンなどの負荷低減量）を推定する。
- ・ 今後実施される旧川復元事業に対して適用し、その事業効果を推定する。

4. 今後の展開（目標③達成に向けて）

- 4-1. 振り返り
- 4-2. 今後の展開案

4-1. 振り返り

水循環小委員会で取り組んできた内容

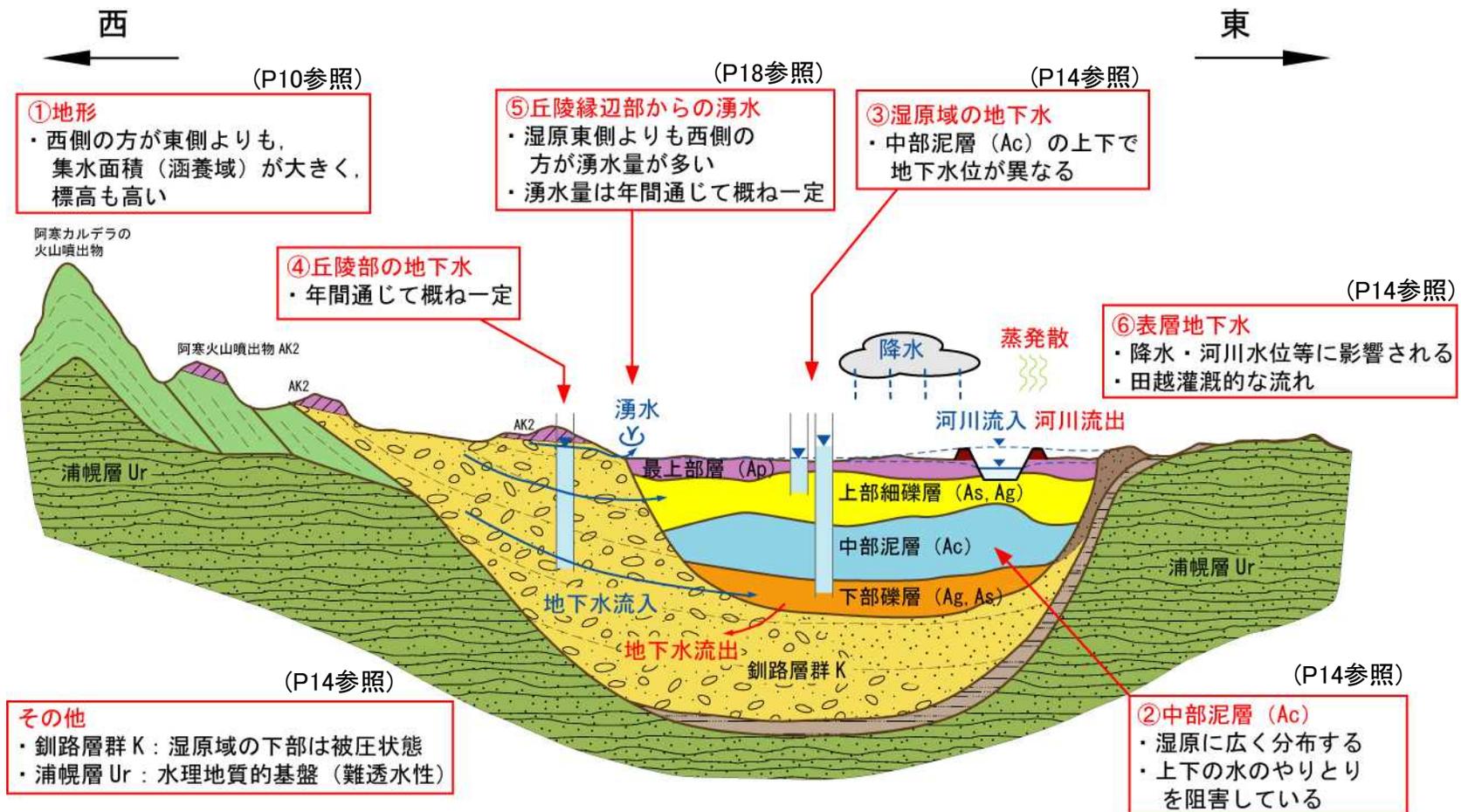


4-1. 振り返り

水循環小委員会で取り組んできた内容

釧路湿原の水理地質構造

湿原域の水は、降水、河川水、丘陵縁辺部からの湧水および地下水の流入と、蒸発散、河川水および地下水による流出によって循環している。



第10回水循環小委員会参考資料「水循環に関わる技術資料」P29より

4-1. 振り返り

水循環小委員会で取り組んできた内容
現況再現の水循環(水の移動)の計算

STEP①-1 釧路川流域を対象とした計算手法

釧路川流域のおおまかな水循環(水の移動)を検討して、釧路湿原の水の出入り(水収支)を求める。

計算格子: 250m × 250m (平面)
× 12分割 (深度方向)
(地層に応じて3m ~ 1000m)

計算格子数: 728,376格子

STEP①-2 釧路湿原を対象とした計算手法

釧路湿原の地下水位やその動きを再現する。

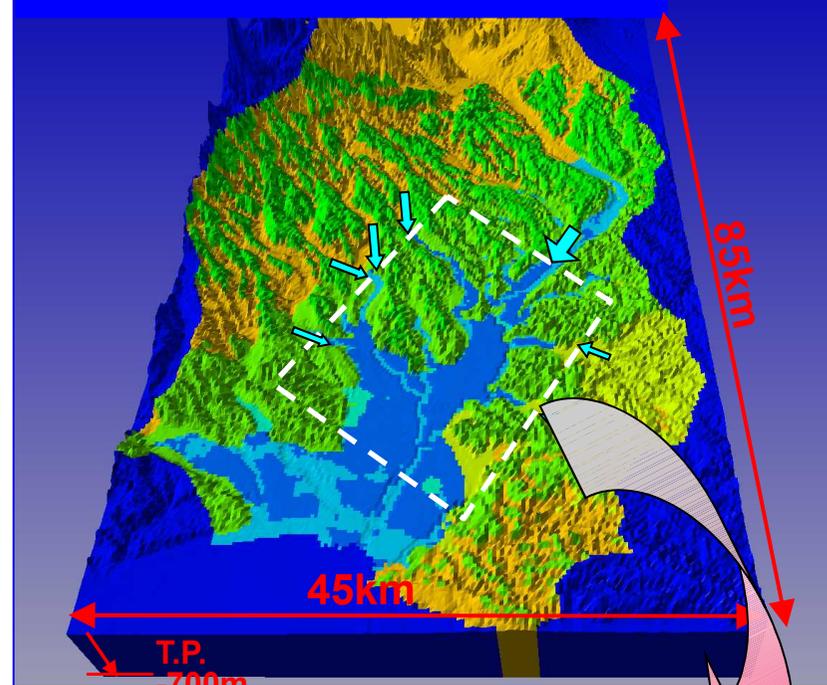
計算格子: 100m × 100m (平面)
× 12分割 (深度方向)
(地層に応じて0.1m ~ 200m)

計算格子数: 720,000格子

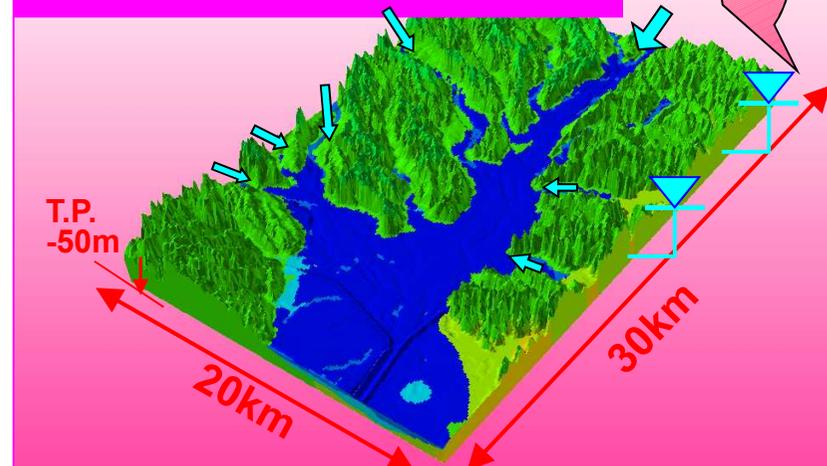
※計算期間は、2005年1月から2007年12月で実施。

第10回水循環小委員会参考資料「水循環に関わる技術資料」を編集

釧路川流域を対象とした計算手法



釧路湿原を対象とした計算手法



4-1. 振り返り

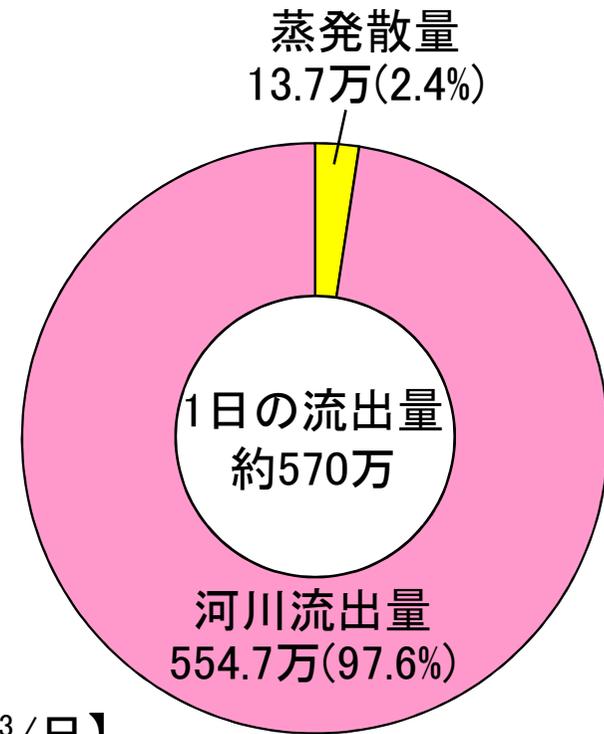
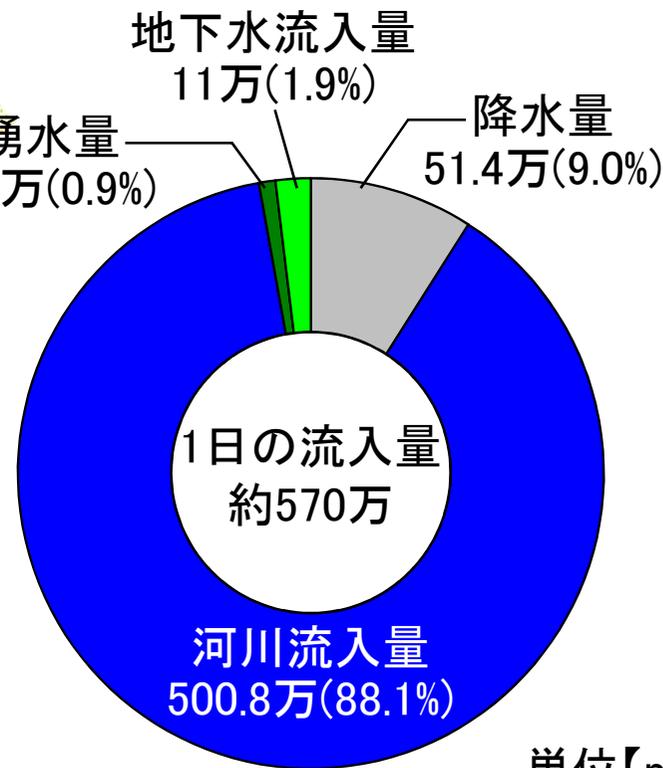
水循環小委員会で取り組んできた内容

湿原域の水収支

湧き水と地下水は、湿原を潤し、ゆっくりと流出している。



赤い線で囲まれた範囲に
一日に流入・流出する水の量 (2007年)



4-1. 振り返り

水循環小委員会で取り組んできた内容

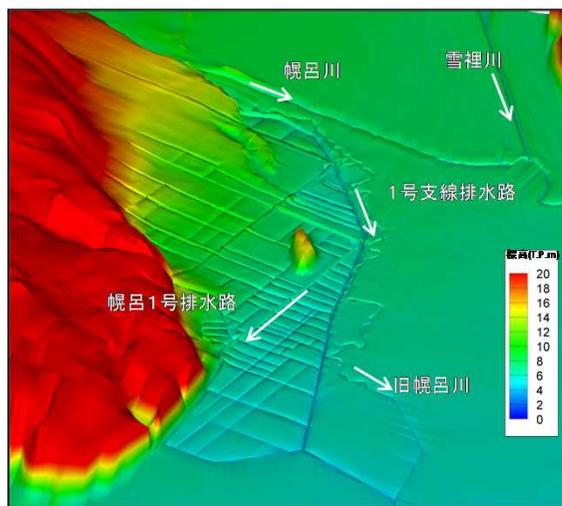
湿原再生事業への活用

事業による効果の予測に地下水位シミュレーションを適用。

事業による効果の予測

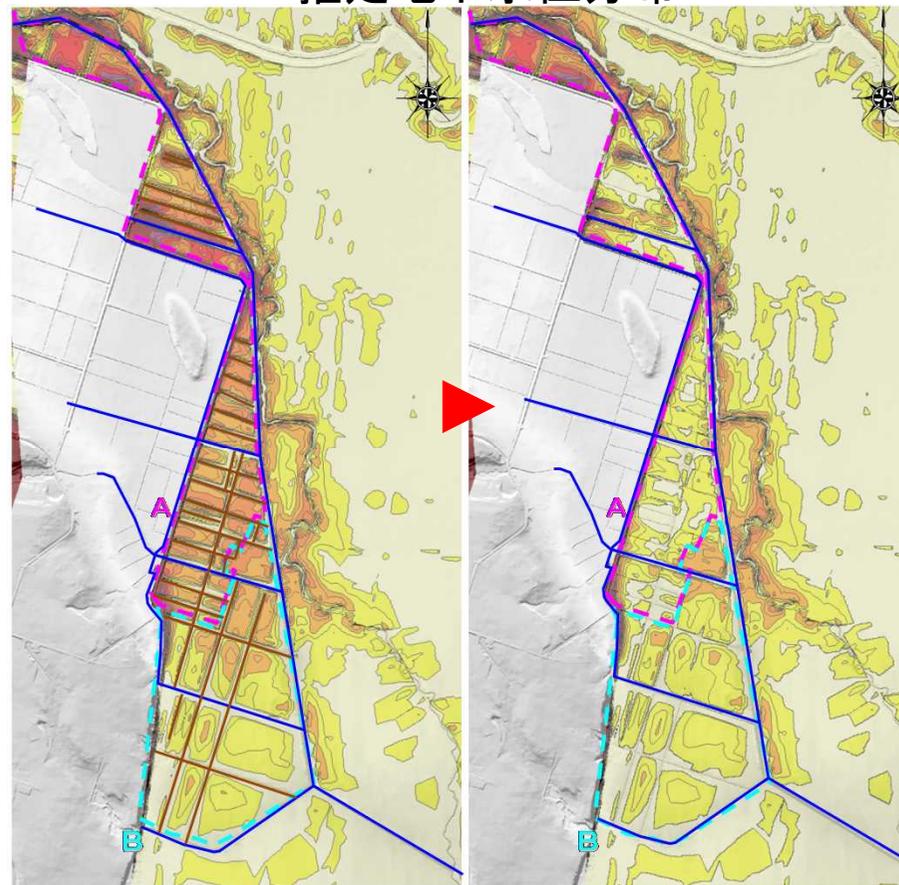
○地下水面 上昇

○冠水日数 増加



河川や排水路の地形表現の状況
(幌呂地区モデル)

推定地下水位分布



現況

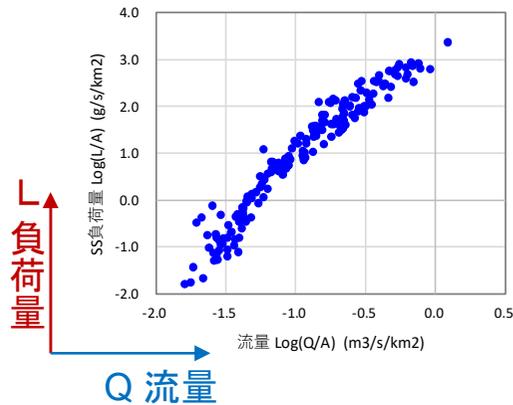
事業後の予測

4-1. 振り返り

水循環小委員会で取り組んできた内容
物質循環モデルの構築

L-Q式モデル

SWATモデル



4-1. 振り返り

釧路湿原の物質収支

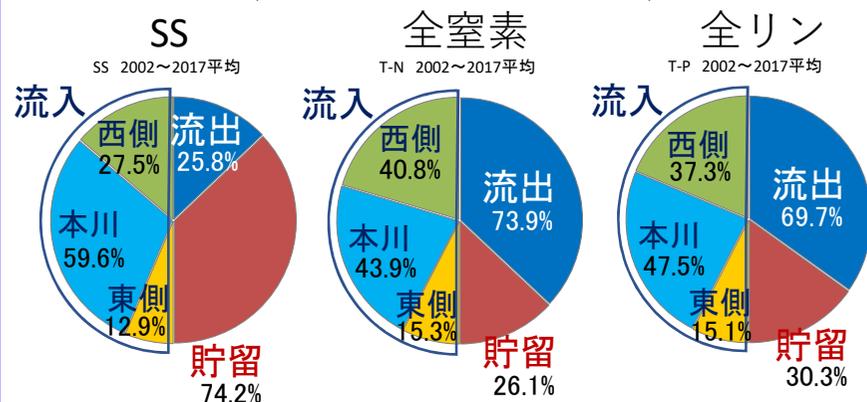
釧路湿原の物質収支 (千トン/年)

(2002~2017 平均値)

	SS	全窒素	全リン
流入量	181	2.01	0.22
流出量	47	1.49	0.15
貯留量	134	0.52	0.07

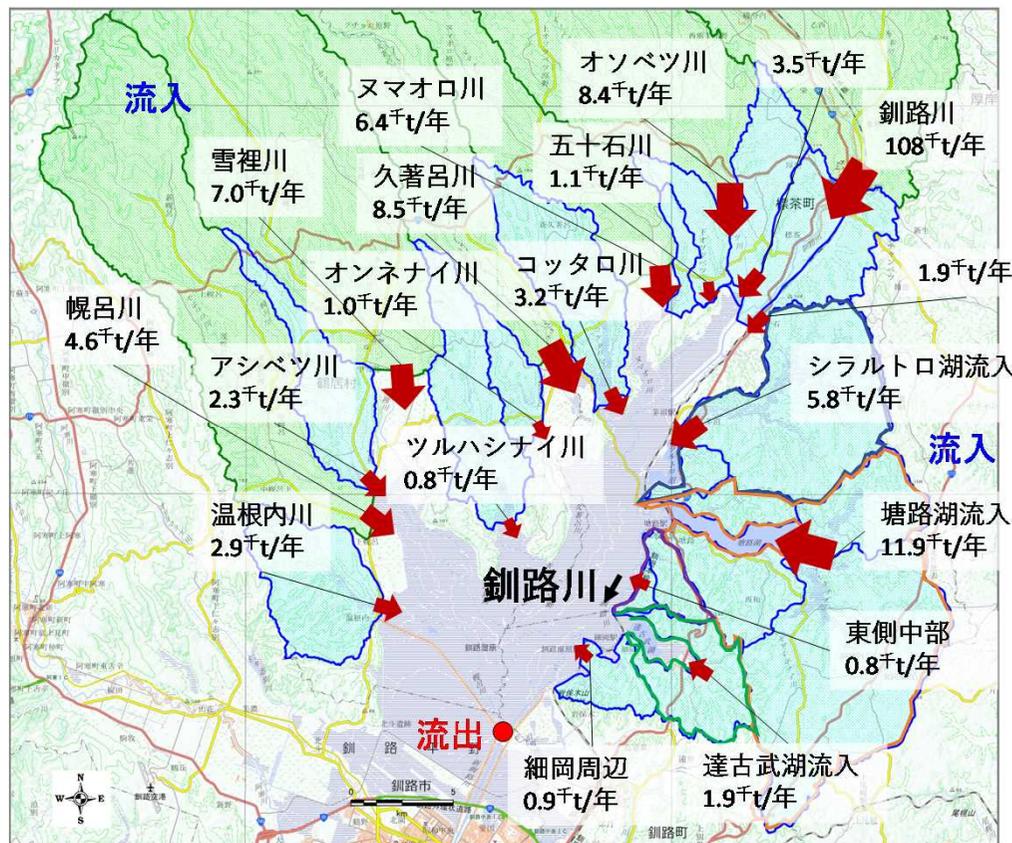
・大きな出水時に多く貯留される

釧路湿原への物質流入・流出 (2002~2017 平均値)



湿原流入河川からの負荷量

SS (2002~2017 平均値)



L-Q式及びSWATを用いて算出した
2002年~2017年のSS (浮遊物質
量) の平均値

凡例
➡ 負荷量 (矢印の大きさは
負荷量の大きさを表現)

4-1. 振り返り

施策効果評価手法の開発に関する実施項目

小委員会	施策	モデル化手法	検証	事例	施策評価	適用可能性
旧川復元	旧川復元	SWATモデルの「Reservoir」オプションの改良。	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。 (本小委員会)	事例未確認。	栄養塩の推定	○
土砂流入	土砂調整地沈砂池	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。 (第16回小委員会)	4事例 「Reservoir」、または「Pond」オプションを利用	栄養塩の推定	○
土砂流入	河畔林	地表面粗度の変更	未実施。	3事例 「地表流のピーク流量低減」、「河岸浸食抑制」、「窒素等の除去」、「土壌の透水性向上」の効果を検証。	土砂・栄養塩の推定	△
森林再生	植林	地表面粗度の変更	未実施。		土砂・栄養塩の推定	△

4.1 振り返り

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	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施策への展開 幌呂湿原再生実施計画
物質循環	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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 ・ 湿原域での物質収支の算出 ・ 施策効果評価手法の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施策への展開 <ul style="list-style-type: none"> ○ 自然再生事業への適用 ○ 得られた知見の活用

概ね達成

継続した取り組み

4-2. 今後の展開案

- 自然再生事業への適用
 - ・ 今後実施される自然再生事業への適用

- 得られた知見の活用
 - ・ 技術資料とりまとめ
 - ・ 外部発表
 - ・ 他の小委員会との連携

4-2. 今後の展開案

地域との連携

令和元年度の取り組み 「自然再生 現地見学会」

開催日：2019年11月20日

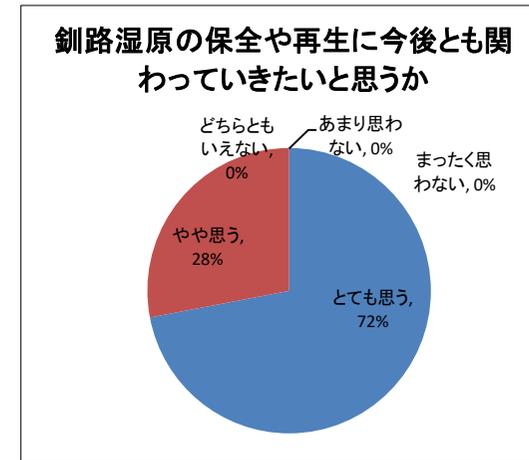
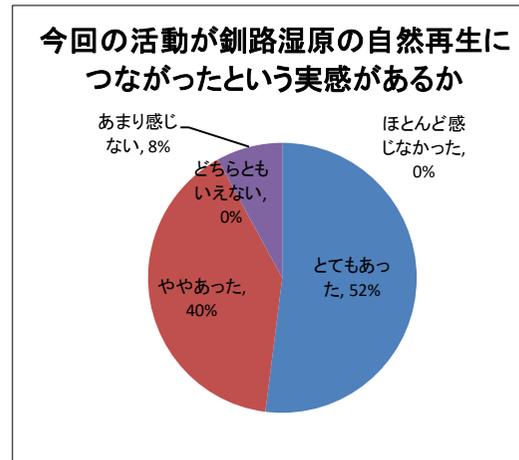
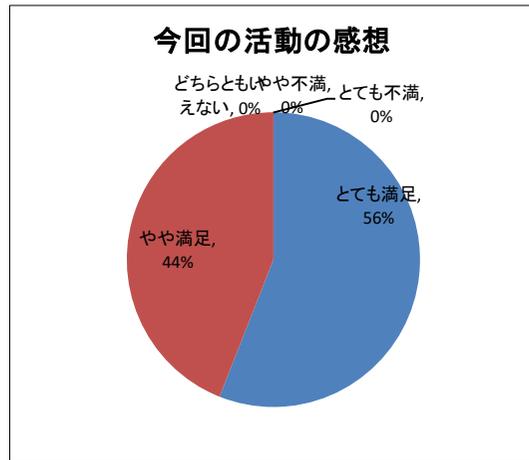
参加者：29名

時刻	見学箇所	目的
9:00	釧路合同庁舎 出発	
9:35	①釧路湿原 湧水箇所 (達古武地区)	・湿原周辺には多くの湧水があることを知る。
10:45	②茅沼地区 旧川復元事業箇所	・水循環小委員会の検討を行う事業事例を知る。
11:30	③農業生産法人 (株)エフシーエス	・湿原流入河川周辺での流出 負荷量低減の取り組みを知る。
12:50	中久著呂農村環境 改善センター	・昼食、休憩 ・ビデオ上映《久著呂川右岸 土砂調整地への溢水状況》
13:40	④久著呂地区 土砂調整地	・水循環小委員会の検討を 行った湿原再生事業を知る。
16:00	釧路合同庁舎 到着	



4-2. 今後の展開案

参加者アンケート調査結果



参加者コメント

【今回の見学会について】

- ・事業に関わる、湧水やふん尿の再利用(循環)が現地を見ることで良く分かりました。
- ・湿原の再生事業や現状が良く理解できた。
- ・水循環で知らなかった事がわかった。
- ・湿原のちいさな変化が見られ次回も参加したい。

【今後の行事への要望】

- ・現地を午前中、午後は研修会のように。
- ・午前中はもう少し時間があっても良いのでは。
- ・釧路川源流、湿原の中心部に行ってみたい。
- ・体験型の行事も必要ではないか。
- ・旧川復元箇所をカヌーで下るのはどうでしょうか。
- ・自然再生事業実施後の成果・過程にふれたい。