

平成30年3月13日（火）「第16回 水循環小委員会」が開催されました。

■開催概要

「第16回 水循環小委員会」が平成30年3月13日（火）に、釧路地方合同庁舎5階共用第1会議室で開催されました。

小委員会には、14名（個人7名・7団体7名・関係行政機関1機関1名）が出席しました。

はじめに、第15回水循環小委員会の発言概要と今後の検討方針について事務局から説明を行いました。

藤間委員長の進行のもと、事務局から、これまでに行われた水循環小委員会の検討経緯、「物質循環モデルについて」・「目標③の達成に向けて」、報告が行われた後、それぞれに対する議論が行われました。



▲第16回水循環小委員会（平成30年3月13日）



1 水循環小委員会の検討経緯

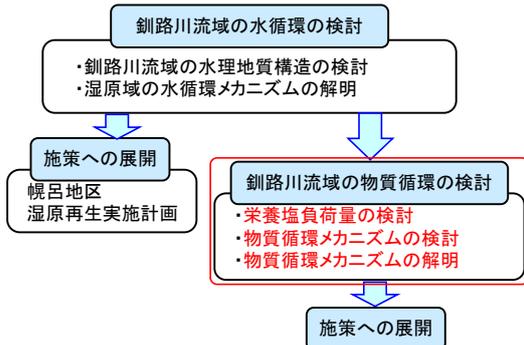
事務局より、水循環小委員会におけるこれまでの検討経緯について報告が行われました。

水循環小委員会の検討の流れ

第15回水循環小委員会までの検討のまとめ

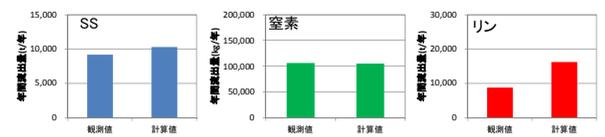
水循環小委員会の行為目標②

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。



久著呂川光橋における土砂・栄養塩負荷量再現結果と課題

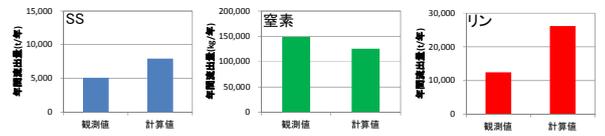
		観測値	計算値
流量	河川流出量	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> 1,199	1,230
SS	土砂流出量	ton 9,198	10,274
	ORG-N	kgN 48,198	75,860
	NO3-N	kgN 927	927
	NH4-N	kgN 58,162	27,960
	NO2-N	kgN 518	518
窒素	TN	kgN 106,360	105,266
	ORG-P	kgP 6,287	11,709
	MIN-P	kgP 2,498	4,498
リン	TP	kgP 8,785	16,207



(2002~2013年 の平均値)

幌呂川雪裡橋における土砂・栄養塩負荷量再現結果と課題

		観測値	計算値
流量	河川流出量	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> 1,436	1,362
SS	土砂流出量	ton 5,094	7,964
	ORG-N	kgN 103,947	91,238
	NO3-N	kgN 1,539	1,539
	NH4-N	kgN 44,956	30,268
	NO2-N	kgN 2,343	2,343
窒素	TN	kgN 148,903	125,390
	ORG-P	kgP 6,432	18,196
	MIN-P	kgP 6,065	7,966
リン	TP	kgP 12,497	26,163



(2002~2013年 の平均値)

課題と解決策

【第15回小委員会までの成果】

○SWATモデルの適用性を確認するため、データが豊富な久著呂川流域にSWATモデルを適用した。  
⇒河川流量と土砂・窒素の流出量は、観測値をほぼ再現できた。

○他の小流域への展開の可能性を確認するため、幌呂川流域にSWATモデルを適用した。  
⇒河川流量と土砂・窒素の流出量は、観測値をほぼ再現できた。

このようなことが話し合われました

- Nash-Satcliffe 効率係数とは何か。
- Nash-Satcliffe 効率係数は、分母が観測値の平均値と観測値の差分の累積で、分子が観測と計算値の差分の総和である。再現性を示す。
- Nash-Satcliffe 効率係数が「たいへん良い」という分類に入らないと駄目ではないか。
- 「たいへん良い」という評価になるよう、モデルを調整している。

【課題】

リンは、観測値のほぼ2倍の計算値となる。

【解決策】

営農条件（追肥量）を再検討し、リンの再現性向上をはかる。

【今後の検討】

久著呂川流域、幌呂川流域以外の小流域へ適用する。

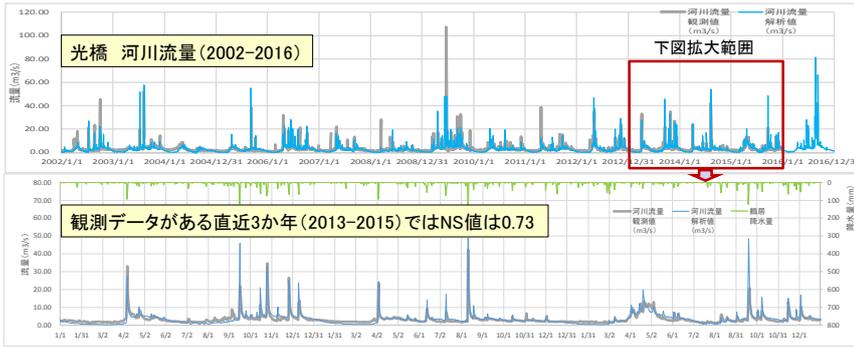
● 委員長 ● 委員 ● 事務局

- 実測値と計算値の適合具合を評価するときは、相関係数を使う。Nash-Satcliffe 効率係数は、共分散と分散の関係に近いと思う。評価ランクの「満足する」が0.50から0.65という範囲は普通の相関係数でいうとかなり低いレベルである。どういう性質の係数なのか。
- 相関係数とは決定係数のことだと思うが、一般に決定係数は相関係数より高くなる。この計算でも同様の傾向である。

## 2 物質循環モデルの検討

### 物質循環モデルの栄養塩の再現性向上

#### 河川流量の再現性向上



再現計算年を 2002-2013 から 2002-2015 へ変更  
再度物性値の見直し、SWAT-CUP の導入

光橋での河川流量の再現性が向上

Nash-Satcliffe 効率係数  
H28モデル 0.62~0.70  
H29モデル 0.72

2002-2015 平均流量	
観測値	解析値
1199.88m <sup>3</sup>	1096.56m <sup>3</sup>

#### 浮遊砂、栄養塩負荷量の再現性向上

【営農実態ヒアリング】

- ・追肥は 1 番草への施肥と量も栄養分も異なっており、その程度は各営農者で異なっている。
- ・追肥量は 1 番草への施肥に比べリンの含有量が少ない傾向がある。
- ・「平成 29 年度 肥料一斉推進について」(標茶町農業協同組合)によれば、早春施肥用、追肥用とも想定よりリン成分が少ない。

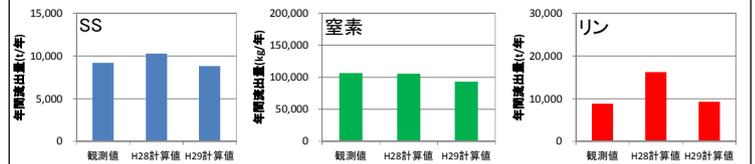
ヒアリング結果に基づく施肥条件でシミュレーションを実施

光橋での栄養塩年間負荷量の再現性が向上  
上流域から下流域までの L-Q 式の再現性が向上

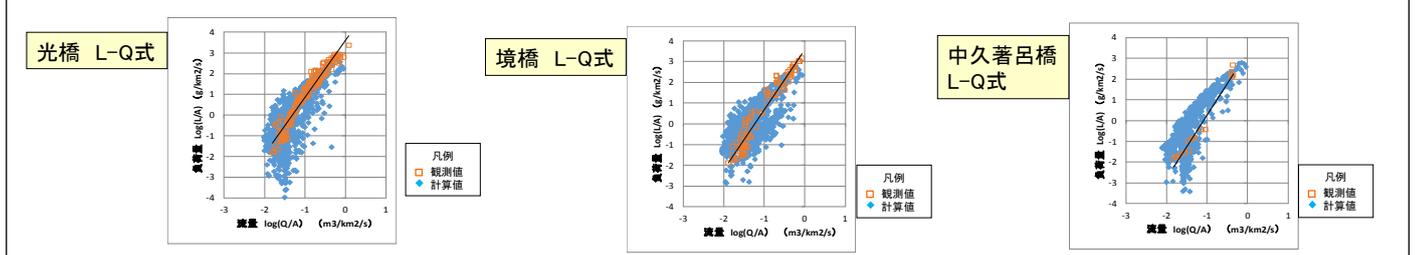
#### 久著呂川光橋における土砂・栄養塩負荷量再現結果

		観測値	H28計算値	H29計算値
SS	土砂流出量 ton	9,198	10,274	8,820
窒素	TN kgN	106,360	105,266	92,986
リン	TP kgP	8,785	16,207	9,294

(2002~2013年の平均値)



#### 久著呂川における SS の L-Q 式の再現結果



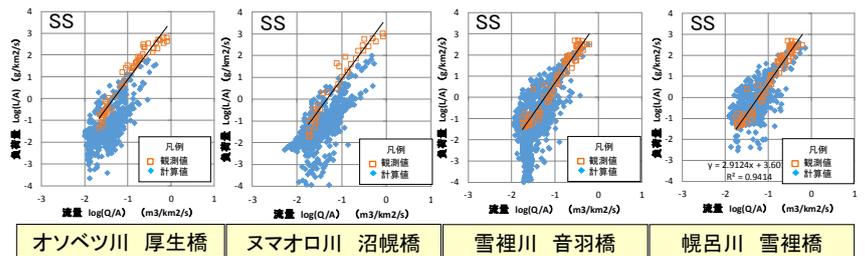
### 物質循環モデルの他流域への展開

《流量》水循環に関する条件を流域ごとに最適化

降雨時の流量パターン(時間的なずれ)  
や日最大流出量の再現性が高まった

《栄養塩》物質循環に関する条件は全流域同一

SS の L-Q 式は、高流量に対し、  
再現性が確保できていない



水循環量(河川流量)、物質循環量(L-Q 式)とも流域ごとに最適化が必要。  
⇒モデル構築の際は最適化のための観測が必要となる。

このようなことが話し合われました

●委員長 ●委員 ●事務局

- Nash-Satcliffe 効率係数の良し悪しで判断するだけでなく、地域や場所の特性によってこの値が変わってくることを説明できれば良いのでは。
- 今は、他流域への展開を考え、小流域内での物性値は統一する方針で解析している。
- 個人的には、リンの推定精度はかなり高いと思っている。ただ一方で、L-Q 式は平常時と出水時で勾配が異なる傾向があるため、流量の大小によって二つに分けてみるのは検討の余地があるのではないかと。
- SWAT モデルは流量が小さい時に合いにくいところは改良の余地があるのでは。
- 次年度以降、検討していきたい。
- L-Q 式の低流量の範囲は、流量以外の要素が多く効くため、計算で合わせるの大変だと思う。もう少し大づかみに計算したらどうか。
- 久著呂川流域はある程度説明できるレベルまで来た。小委員会委員の見解、知識を集約すれば、精度向上が期待できる。理論、数値を用いて説明することが重要。

- リンの再現性向上には肥料の含有量を変えただけなのか。
- 過去からの検討結果を踏まえ、肥料の含有量以外に要因はないと判断し、営農条件を調べた結果、合致した。
- 釧路川一帯で土壌のリン濃度を測定した研究があり、大量にリンが使われた時期もある。そういうことも注意して見ていただきたい。
- 目標③の達成に向けて、意見、知見はあるか。
- (水循環小委員会行為目標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。」を示す。)
- 自然再生協議会設立当時、釧路川の水質を良くして行く目標を決めた。その後、農業関係者の努力で、堆肥が河川に流入しなくなった。その結果、釧路川の水質は改良、改善されてきた。当時考えた目標をもう一度議論する部分も必要ではないか。

# 物質循環モデルの施策検討評価への適用

## 久著呂川土砂調整地の効果検討に適用

平成 28 年 8 月の出水時の捕捉土砂量を推測  
浮遊砂補足量推定値の比較

観測データから推定される  
浮遊砂捕捉量

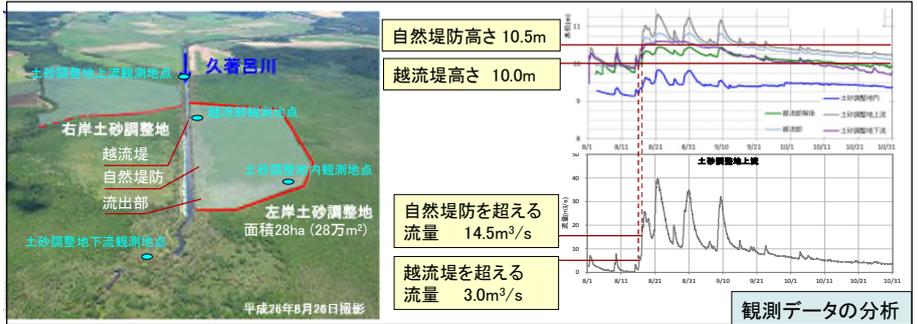
約3,400t

SWATモデルで予測した  
浮遊砂捕捉量

約4,800t

(出典:第 22 回土砂流入小委員会資料  
平成 30 年 1 月修正版)

今後、予測評価を行うツールとして構築



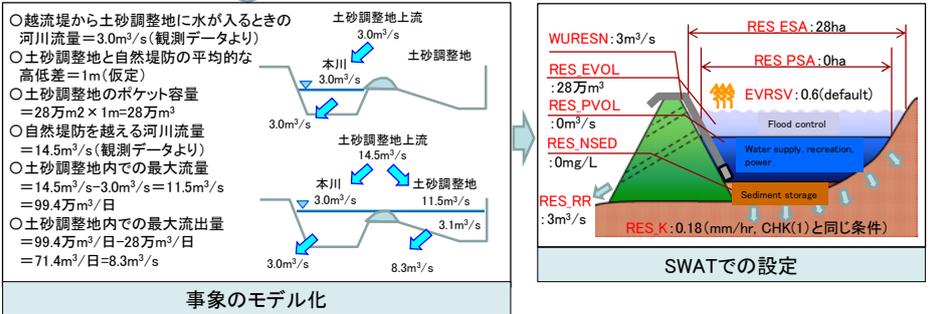
## 物質循環モデル構築のまとめ

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。



## 3 目標③の達成に向けて

### 水循環小委員会の行為目標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。

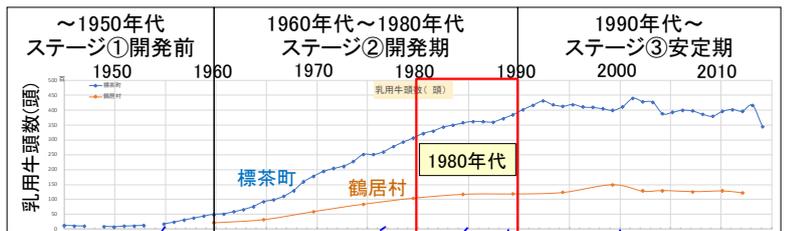
### 具体的な目標の設定

#### 過去の環境の推定

過去はどのような物質循環量であったかを SWAT モデル  
で予測し、目標値や抑制量を検討

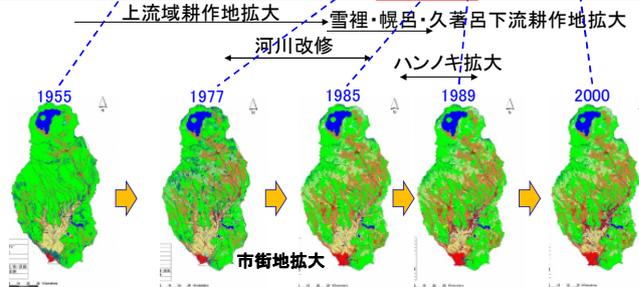
#### 大きな出水時の水・物質の移動

大きな出水時の物質循環量、物質循環メカニズムを SWAT  
モデルで予測し、目標値や抑制方法を検討



### 湿原再生の各種施策の手法の検討や評価に向けて

- ・施策を検討する上での適切な調査地点、項目、頻度等  
の決定
- ・流域の変化(河道、土地利用等)が物質循環に与える影  
響を概略予測
- ・適切な対策の内容や範囲を検討



このようなことが話し合われました

- 自然再生協議会には 7 つの小委員会があるが、横の繋がりが薄い。地下  
水流動モデルを使って、湿原再生小委員会の懸案を解決できた。  
水循環小委員会がどのように他の小委員会に貢献出来るかということ  
について意見はないか。
- 堆積土の土質について資料をまとめてはどうか。湿原の西に行くにした  
がって、阿寒カルデラの影響でスコリア系の岩質になり比重が変わる。  
比重が栄養塩の流出量に関係してくるのでは。
- SWAT では土砂の比重を考えているのか。
- SWAT では、比重は与えない。粒径とその成分については分けて計算  
している。上流側比重が大きいのが堆積し、比重が小さいのは下流へ  
流れる計算である。
- 愛国浄水場の水質分析等をやっている。家畜、ふん尿の管理が以前  
よりしっかりされており、アンモニアの量がここ 5,6 年は昔より少ないが、  
12 月の降雨時にはアンモニア分が流れた。釧路川上流の湖沼でカビ  
臭が発生するプランクトンが増えたが、栄養塩が影響しているのではな  
いか。過去と現在の環境条件を比較解析すると、このような現象の原  
因も分かるのでは。
- オソベツ川、ヌマオロ川では、流量が大きいときの栄養塩の再現性が  
悪いのは理由があるのか。
- 水循環のパラメータを変えると流量の再現性は良くなったが、物質のパ  
ラメータも実測値を基に調整しないとモデルが構築出来ないことが判  
った。各流域で、流量と浮遊砂の実測値が必要。
- 流量の再現性を向上させ、今後物質の実測と計算の相違を検討す  
る。
- 今の指摘は重要。流量は再現できるのに、負荷量(SS)が再現出来  
ない問題は、久著呂川以外の流域に展開していくときに解決する必要  
がある。流域によってパラメータを変える理由をきちんと整理する必要  
がある。
- 流量のハイドロの実測値と計算値が合っていないように見える。
- ピーク流量、特に融雪期の流量は、再現しきれていない。
- インプットは降雨量だけか。
- インプットする気象条件は降雨量、気温、日射量、風量、湿度。
- 春水と夏水の流出形態の違いは考慮しているのか。
- 地面が凍り透水性が落ちることも考慮している。降雨で直接雪が溶ける  
現象は、考慮できていない。
- 融雪出水は複雑で、積雪斜面の方角、天候、雲量など多くの条件が  
作用する。春夏一貫でやるのは大雑把。観測結果をそのまま出発  
点にした方が良いのではないか。出水プロセスと栄養塩類が流出プロ  
セスを別個に考えた方が良いのでは。

● 委員長 ● 委員 ● 事務局

- パラメータを最適同定するということが。
- 水循環と物質循環は関連しており、両方合わせて考えることが必要。流量が発生するメカニズムを含めて再現していきたい。今回の3月の出水のデータを利用して精度をあげていきたい。
- 別海でも地球環境貢献型の肥培処理事業が進んでいて、水質は改善されていると推測している。市民として、釧路川は他の地区と比較して水質は改善されているのか。
- 追肥量を最適化した計算は久著呂川だけか。資料P40に物質循環量の抑制方法を検討とあるが、どのように抑制するのか。旧川復元小委員会でもヌマオロ川の復元計画があるが、他の委員会との調整を図るとすればヌマオロ川になるのか。
- リンの含有量を変えた計算は幌呂川でも実施しており、再現性は向上した。物質循環量の抑制とは、過去の推定をし、負荷量の変遷の原因が分かれば、今後物質循環量を抑える手法の提言を目指したいということである。具体的な制御方法はまだ検討していない。ヌマオロ川の検討は、データが一定程度蓄積されたらSWATを適用したい。
- 土砂に付着する栄養塩の量は推定できている。どの程度土砂の調整が必要なかは議論すべき。ハンノキに土砂が影響を与えているのか分かっていないのではないのか。
- 久著呂川の土砂調整地での浮遊砂量については、土砂流入小委員会でも水循環小委員会でも検討されている。他の小委員会と情報交換をし情報を共有することが良い。
- 水循環小委員会の成果を他の小委員会で活用することは、とても良い。湿原全体の負荷量の推定をしてはどうか。平成28年の出水の影響は、実測値も得られたので可能ではないか。又、湿原に流入した物質が湿原内でどういう動きをしているのかを把握するのが大事ではないか。そのうえでハンノキの広がり要因に結びつけていくのが、水循環小委員会の一つの大きなミッションになるのでは。
- 地下水の流動も、久著呂川のみで流域全体のマクロ的なモデルは作っていない。SWATモデルも久著呂を中心で湿原全体ではない。湿原の全体的な評価を挙げるべきという提案に同意する。来年も勉強会を開く場合、現地見学会も検討して欲しい。

## 4 釧路湿原自然再生協議会 釧路湿原のSWATモデル勉強会

小委員会の前に、釧路湿原のSWATモデルをテーマにした勉強会が開催されました。

**[テーマ]**平成28年洪水における釧路湿原の水・物質循環  
**[プログラム]**

1. 「平成28年洪水の概要」 国土交通省 北海道開発局 釧路開発建設部 治水課 上席治水専門官 小澤 徹
2. 「平成28年洪水における釧路湿原の水・物質循環」 応用地質株式会社 北海道支店 グループリーダー 佐々木 知子氏  
応用地質株式会社 東京支社 技術部 専門職 大橋 弘紀氏

<p>1. 「平成28年洪水の概要」</p>  <p>国土交通省 北海道開発局 釧路開発建設部 治水課 上席治水専門官 小澤 徹</p> <p>平成28年洪水時の降雨の概要、被災状況、復旧事業について説明しました。また、平成30年3月低気圧に伴う出水概要についても速報しました。</p>	<p>2. 「平成28年洪水における釧路湿原の水・物質循環」</p>  <p>応用地質株式会社 北海道支店 グループリーダー 佐々木 知子氏</p> <p>平成28年洪水時の釧路湿原への水、土砂の量について、観測データから推定した結果を説明しました。</p>	 <p>応用地質株式会社 東京支社 技術部 専門職 大橋 弘紀氏</p> <p>平成28年洪水時の久著呂川の土砂調整地の撮影画像を上映し、SWATモデルを用いた推定流出土砂量について説明しました。</p>
---	---	--

## 第16回水循環小委員会 [出席者名簿 (敬省略、五十音順)]

### 個人 [7名]

岡田 操 [株式会社 水工リサーチ取締役]  
新庄 興  
杉澤 拓男  
杉山 伸一 [環境カウンセラー (市民部門)]  
橋 治國 [水圏環境科学研究所 理事長]  
中津川 誠 [室蘭工業大学大学院 工学研究科くらし環境系領域 教授]  
藤間 聡 [室蘭工業大学 名誉教授]

### 関係行政機関 [1機関/1名]

釧路市市民環境部環境保全課 [課長補佐 元岡 直子]

### 団体 [7団体/7名]

釧路川水質保全協議会 [荒川 直子]  
特定非営利活動法人 タンチョウ保護研究グループ [井上 雅子]  
釧路国際ウェットランドセンター [事務局長 菊地 義勝]  
釧路湿原塾 [事務局次長 板野 賀孝]  
国立研究開発法人 土木研究所寒地土木研究所 水環境保全チーム [上席研究員 新目 竜一]  
釧路湿原国立公園連絡協議会 [元岡 直子]  
公益財団法人 北海道環境財団 [安田 智子]

### 資料の公開方法

委員会で使用した資料および議事要旨は、釧路湿原自然再生協議会ホームページにて公開しています。

<http://www.hkd.mlit.go.jp/ks/tisui/qgmend0000003ppq.html>



### ご意見募集

釧路湿原自然再生協議会運営事務局では皆様のご意見を募集しています。電話・FAXにて事務局までご連絡ください。

## 釧路湿原自然再生協議会 運営事務局

TEL(0154)23-1353

FAX(0154)24-6839