

第21回水循環小委員会資料

令和5年1月26日

北海道開発局 釧路開発建設部

1．水循環小委員会の取り組み

1 - 1．これまでの取り組み

1 - 2．昨年度委員会等での主な意見

1 - 3．今年度の取り組み

2．大規模出水による影響検討

2 - 1．既往検討レビュー

2 - 2．2016年8月洪水時の影響

3．気候変動影響評価検討

3 - 1．検討概要

3 - 2．気候変動予測データの整理

3 - 3．水物質循環モデルによる影響評価

3 - 4．今後の方針

1. 水循環小委員会の取り組み

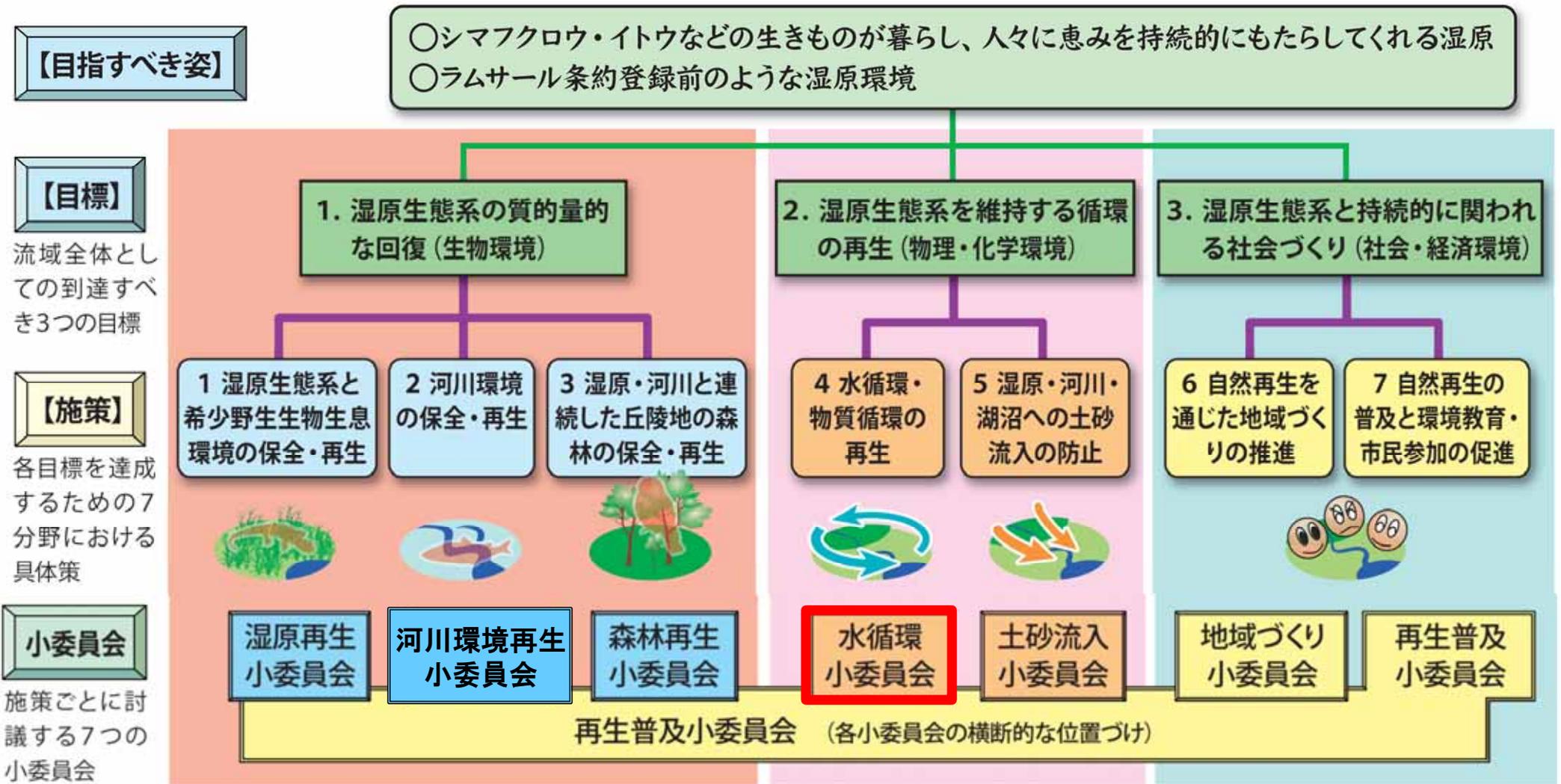
1-1. これまでの取り組み

1-2. 昨年度委員会等での主な意見

1-3. 今年度の取り組み

(1) 水循環小委員会の目的と成果目標

■ 釧路湿原自然再生事業の目標・施策群と小委員会の位置づけ



水循環に関係する専門的な検討をする場として、「水循環検討会」が設置されている (H20.3)

(1) 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

(2) 水循環小委員会の開催状況と主な検討成果

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」(2005/1/26)
第4回	2005/6/2		「泥炭地の地下水 - 釧路泥炭地にみる」 (2005/6/2)
第5回	2005/11/2	現地見学会	「釧路湿原周辺の地質と地下水」(2005/11/2)
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 釧路川流域における物質循環メカニズムの把握 今後の展開について	
第12回	2014/3/12		「釧路湿原の水の動きを探る！」(2014/3/13)
第13回	2015/3/24		「泥炭地を釧路湿原にみる」(2015/3/25)
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」(2016/3/24)
第15回	2017/3/8		釧路湿原SWAT勉強会(2017/3/7)
第16回	2018/3/13	第19回 水循環小委員会資料目次 1. 水循環小委員会の検討経緯 2. 物質循環を把握するための調査・分析 3. 物質循環を把握するための数値モデルの作成 4. 施策評価手法の検討について 5. 今後の展開について	「平成28年洪水における釧路湿原の水・物質循環」(2018/3/13)
第17回	2019/2/14		「自然再生 現地見学会」(2018/11/29)
第18回	2020/2/14		「自然再生 現地見学会」(2019/11/20)
第19回	2021/2/12		
第20回	2022/1/11	水循環小委員会の検討経緯と今後の方向性、水・物質循環技術資料、近年の水文観測データと今後の展開	「自然再生 現地見学会」(2021/11/13) 2022年2年『水循環に関わる技術資料』

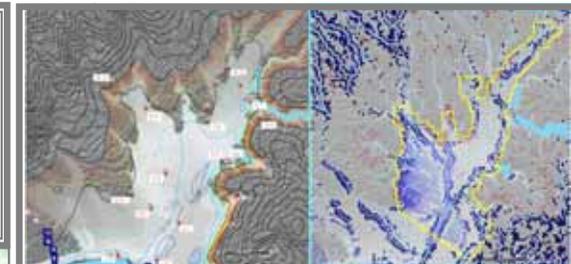
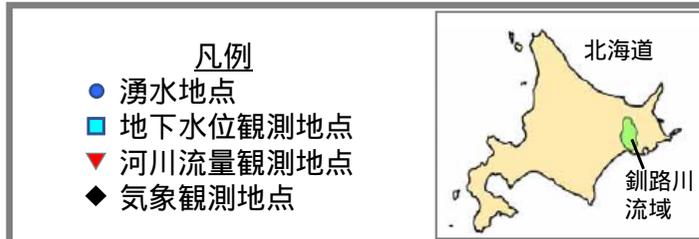
平成20年から令和4年の期間に「水循環検討会」が31回開催された。

(2) 水循環小委員会の開催状況と主な検討成果

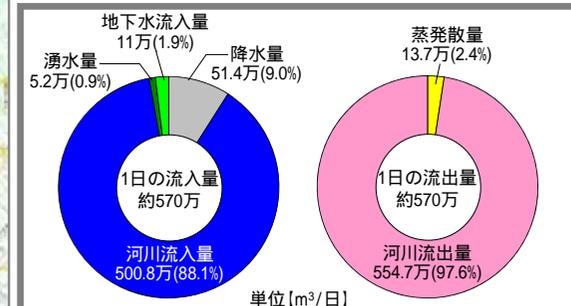
水循環小委員会で取り組んできた主な内容（水循環）



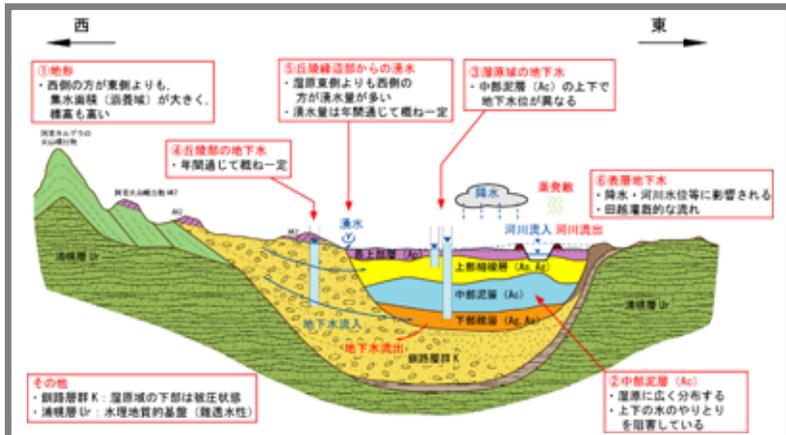
流域での流量、地下水位、湧水量調査



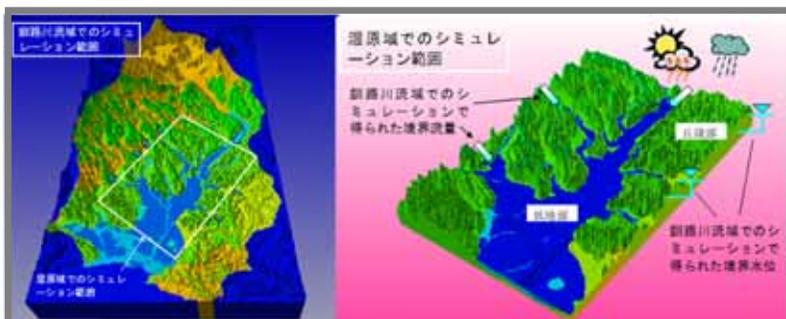
湿原の地下水と湧水分布



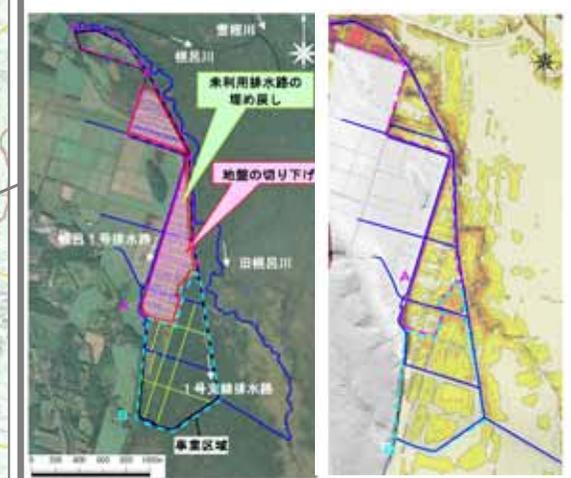
釧路湿原の水収支



水理地質構造解析



3次元水循環シミュレーション



幌呂地区湿原再生への展開

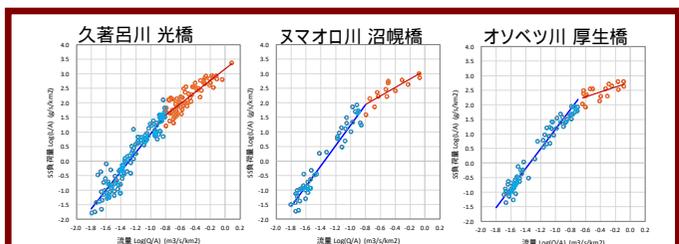
※数十年以上におよぶ気象・河川の基盤データに、湿原内部での20年以上の地下水位観測結果を加えて検討

(2) 水循環小委員会の開催状況と主な検討成果

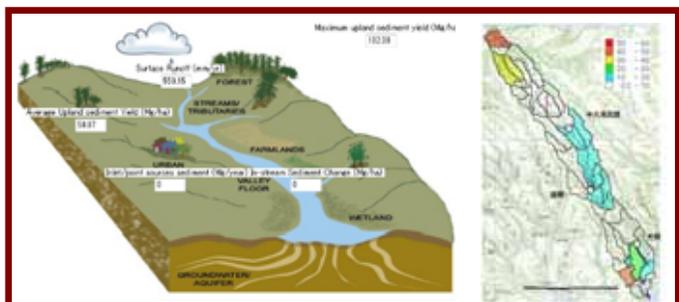
水循環小委員会で取り組んできた主な内容（物質循環）



浮遊砂・栄養塩調査

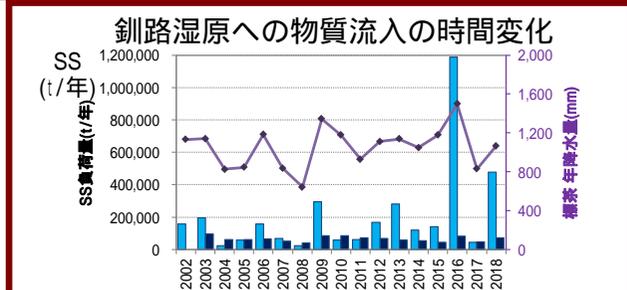


流入河川でのL-Q式作成

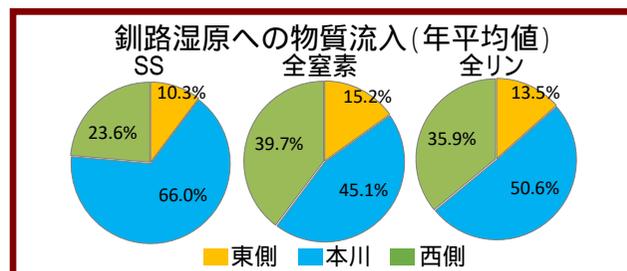


流入河川毎のSWATモデル作成

釧路川流域における
長期的な負荷量の変遷推定



湿原の物質収支算出



流域の物質循環機構解析

自然再生事業
・森林再生
・旧川復元
・土砂調整地
・河畔林整備
による浮遊砂・栄養塩負荷の
軽減効果の評価

※数十年以上におよぶ気象・河川の基盤データに、湿原流入・流出部での18年間の水質観測結果を加えて検討

1. 水循環小委員会の取組

1-1. これまでの取り組み

1-2. 昨年度委員会等での主な意見

1-3. 今年度の取り組み

1 - 2. 昨年度委員会等での主な意見

(1) 水循環小委員会での主な意見

第20回水循環小委員会（令和4年1月11日）での主な意見（1/2）

項目	意見	回答
今後の方向性	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動についても重要ではあるが、<u>これまで20年間、検討してきたことを継続することも並行して取り組んでいく必要がある。</u> 水循環の検討でどのくらいの土砂が入ってきたかは分かったが、<u>どのように影響しているかを解明していく必要がある。</u> 	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動の検討にあたっては、現状でどのような課題があるかを明確にしないと将来のリスクの検討はできないため、これまでの検討も継続していく。
	<ul style="list-style-type: none"> 平均的に14万トン程度の土砂流入の継続の影響が大きいのか、2016年のようなインパクトの大きい流入が湿原への影響が大きいのかについて検証する必要がある。2016年から5年経過したが、<u>インパクトに対するレスポンスについて検討が必要である。</u> 2016年に大量の土砂が流入した後に、<u>空間的にどのような変化が出てくるか</u>ということ、委員会でも取り上げるのがいいと思う。 	<ul style="list-style-type: none"> ハンノキ林の面積がどのように変化しているなど、調査・分析結果は、まだ取りまとめられていない。洪水直後の大きな攪乱があったことは確認できているが、その後の変化について、データを収集して、今後取りまとめしていく必要がある。
水・物質循環技術資料	<ul style="list-style-type: none"> 技術資料、副読本について市立博物館から<u>釧路叢書として、公刊してもらうことを提案する。</u>予算の制約があり難しい点もあるということは承知しているが、提案させていただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> 作成資料の広報方法について検討していく。
	<ul style="list-style-type: none"> 水循環小委員会で検討した成果を情報共有して<u>他の小員会で活用してもらいたい。</u>旧川復元だけでなく、久著呂の土砂捕捉量を算出した結果も示されているが、互いに検討成果を共有し、知見を活用していただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> 再生普及小委員会とも連携したい。技術資料公表と併せて、今後、ご意見を踏まえ技術資料の活用と広報を検討したいと思う。

1 - 2. 昨年度委員会等での主な意見

(1) 水循環小委員会での主な意見

第20回水循環小委員会（令和4年1月11日）での主な意見（2/2）

項目	意見	回答
近年の水文観測データと今後の展開	<ul style="list-style-type: none">• 湿原面積の減少、植生変化の要因について、これまで調査・検討・議論が行われてきた。さらに<u>個別事象に対して要因を解明して、具体的な対策を実施していくことが重要</u>である。事業への展開に向けてどのようなことが必要か発信していくことが大切である。これらのことは<u>気候変動と並行して検討していくことが必要</u>である。	<ul style="list-style-type: none">• 今後、湿原の健全化に向けての評価指標を検討していく。指標の検討にあたって、これまでの事業のレビューも含めて検討していきたいと考えている。他の小委員会との合同検討会などを通じた情報共有を図りたい。
	<ul style="list-style-type: none">• 気候変動の検討とともに、<u>これまでの検討を継続した個別事象の詳細な要因解明を実施していくことが重要</u>だと思う。• 様々な事業を実施してきており、年月が経過してきている。<u>その効果を検証していく必要</u>がある。また茅沼、久著呂、幌呂などでの事業の検証結果は、小委員会の中で情報共有されて、<u>今後、連携して事業を進めていく必要</u>がある。	

1 - 2. 昨年度委員会等での主な意見

(2) 水循環検討会での主な意見

第31回水循環検討会（令和4年12月13日）での主な意見

項目	意見	回答および今後の検討方針(案)
気候変動 影響評価 検討	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動では何年にもまたがって長期的な影響が出てくるため、1年ごとの現象ではなく<u>60年分の現象として評価することが重要</u>である。 	<ul style="list-style-type: none"> ご指摘を踏まえ、長期的影響評価手法を検討していく。
	<ul style="list-style-type: none"> モデルの再現性の確認として、<u>現況再現の結果を示す必要</u>がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 再現計算結果を提示する。
	<ul style="list-style-type: none"> 渇水による影響と大規模な出水の影響と双方の影響が考えられる中、気候変動の結果、<u>実際に湿原でどのような影響が生じるのかを示し、議論するのが良い</u>。 	<ul style="list-style-type: none"> 引き続き検討を進めて議論を深めていく。
大規模出 水による影 響検討(イ ンパクト～ レスポ ンス)	<ul style="list-style-type: none"> ミクロ的な見方だけでなく、マクロ的に歴史的に見て、湿原内のこういった所でハンノキが増えているかなどを分析できると良い。 ハンノキ林が枯れたように見えて安定してくるとまた生えてくるなどの現象が考えられる。答えがでるまで時間がかかると思うが、ドローンなどによりハンノキ林分布の<u>定期的なモニタリングを継続していくと良い</u>。 	<ul style="list-style-type: none"> 引き続きモニタリングを継続し、インパクト～レスポンスの解明に取り組んでいく。
	<ul style="list-style-type: none"> この20年間で湿原の中が変化してきたのかを全体的にみることに、その中から例えば次の事業候補箇所を考える際にはしっかりと現地調査を行って<u>現象の理解を進めてもらいたい</u>。 地形変化は衛星画像やドローンなどの最新技術も活用しながら<u>部分的にでも実測して検証してみる事が重要</u>である。 ハンノキ林が3年間で大きく減少している変化に関して、<u>洪水前後の長期間の変化を見る事が大切</u>である。 	<ul style="list-style-type: none"> 事業候補箇所を検討する際は現地調査を行って現象の理解に努める。 事業箇所のモニタリングも含めて得られた知見を活用していく。 モニタリングは短期的な変化だけでなく洪水前後の長期間の変化を確認していく。

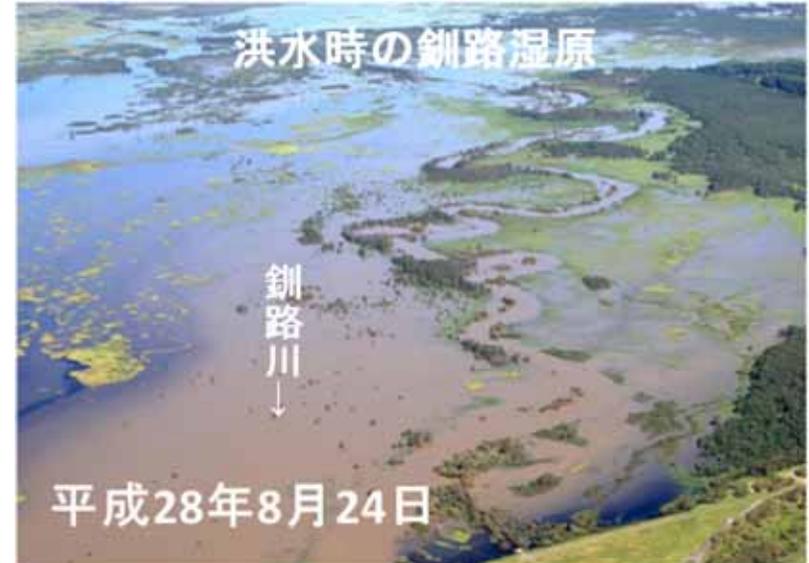
1. 水循環小委員会の取組

1-1. これまでの取り組み

1-2. 昨年度委員会等での主な意見

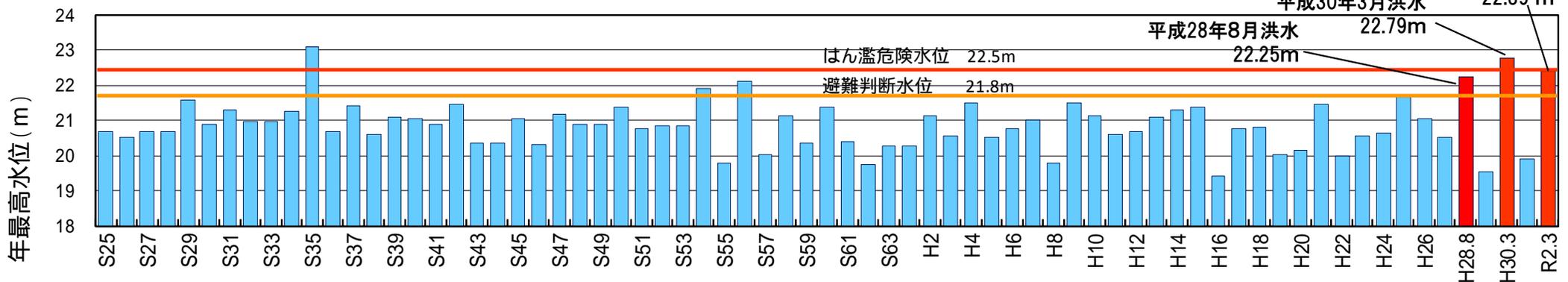
1-3. 今年度の取り組み

- 標茶水位観測所では、昭和50年代以降、避難判断水位を超過することは無かったが、近年では、平成28年8月、平成30年3月、令和2年3月と連続して超過するなど出水頻度が増加。
- 一方で、令和2年は大きな出水と渇水が同年に生じており、気候変動の影響が危惧される。
- 水循環小委員会の目的である「流域における健全な水循環・物質循環の維持を図る」ため、今後危惧される気候変動による湿原への影響を把握し、他の小委員会と連携した取組が必要。

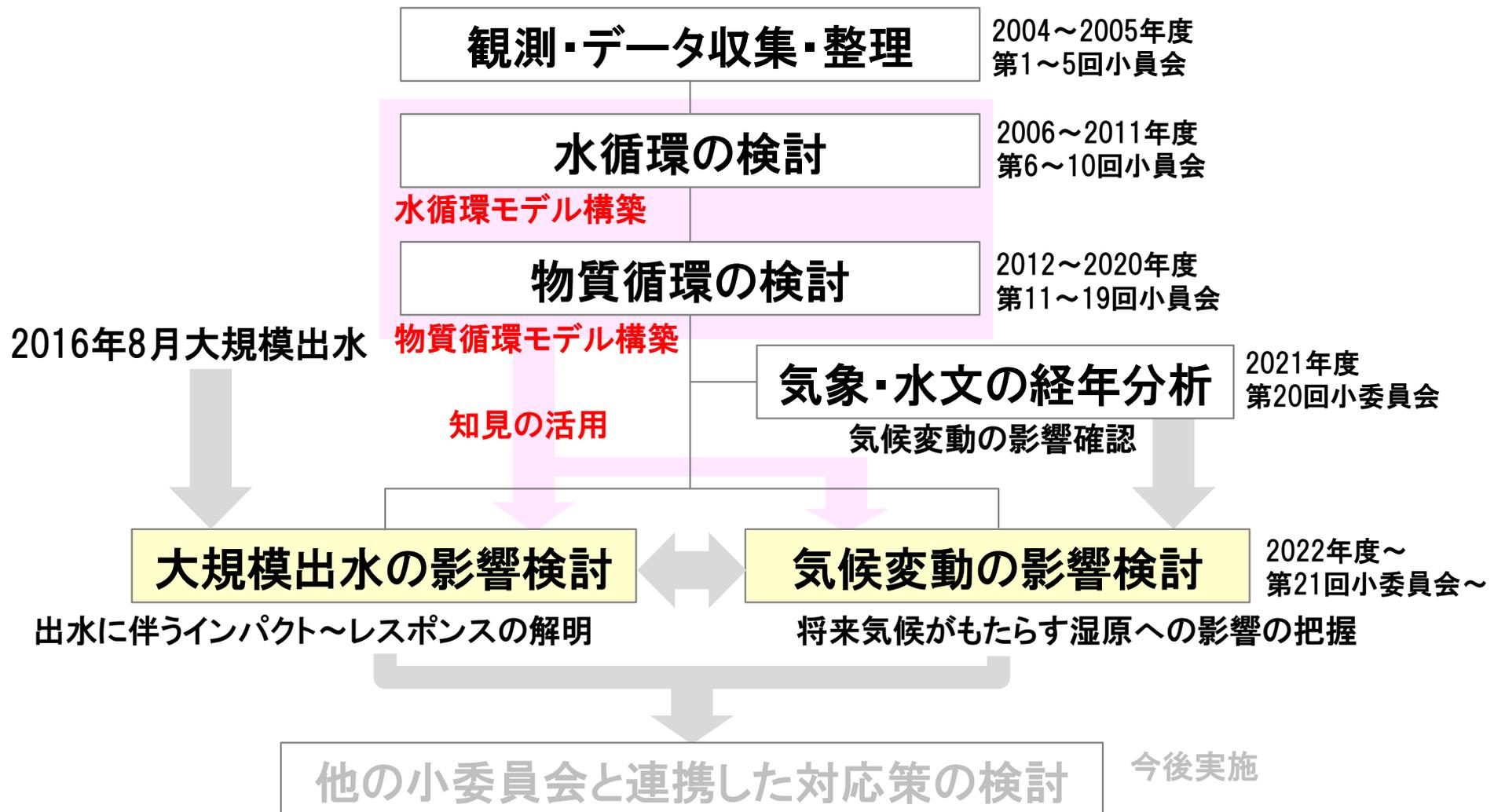


隔年で大きな出水

釧路川(標茶水位観測所)年最大水位



- 水循環小委員会ではこれまでの取り組みにより湿原の水・物質循環に関する知見が蓄積。
- 気候変動を想起させる大規模出水の発生や出水頻度の増加を踏まえ、今後はこれまで得られた成果・知見を活用しながら、「大規模出水による影響」と「気候変動の影響」について検討を行い、他の小委員会と連携した対応策の検討につなげていく。



2. 大規模出水による影響検討

2-1. 既往検討レビュー

2-2. 2016年8月洪水時の影響

(1) 出水による湿原植生へ影響

■まとめ

No	種別	植生への影響
1	浸食	洪水流による河岸浸食・倒伏と、それに伴う植生の破壊 (河岸近くに限った影響)
2	水没	枯死 (湛水が深く、長い場合) (詳細別頁)
3		高い幹の枯損と地上部からの萌芽 (詳細別頁)
4		顕著な影響なし
5	土砂堆積	地盤上昇・乾燥化を伴う場合：ヤナギ、ホザキシモツケ等の砂質土壌を好む植生の定着 (詳細別頁)
6		水位が高い場所への細流土砂の供給 (富栄養化?) による、ハンノキの定着促進 (詳細別頁)
7		土壌硬化または還元化を伴う場合：ハンノキの衰弱・枯死? (詳細別頁)

ハンノキの生存・生長に対して

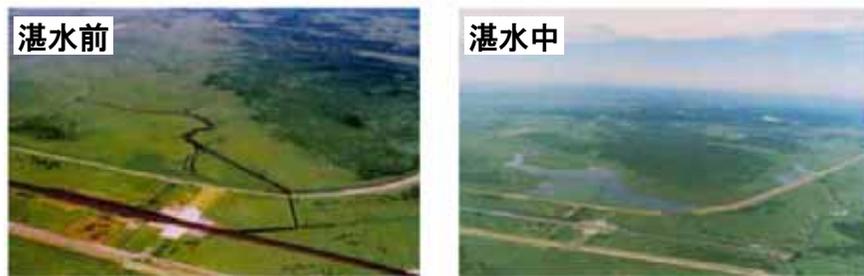
- ・土砂はプラスにもマイナスにも働く。
- ・水没はマイナスに働く。ただし、水没の程度により、枯死～萌芽更新～影響なしまで、結果に幅がある。

2-1. 既往検討のレビュー

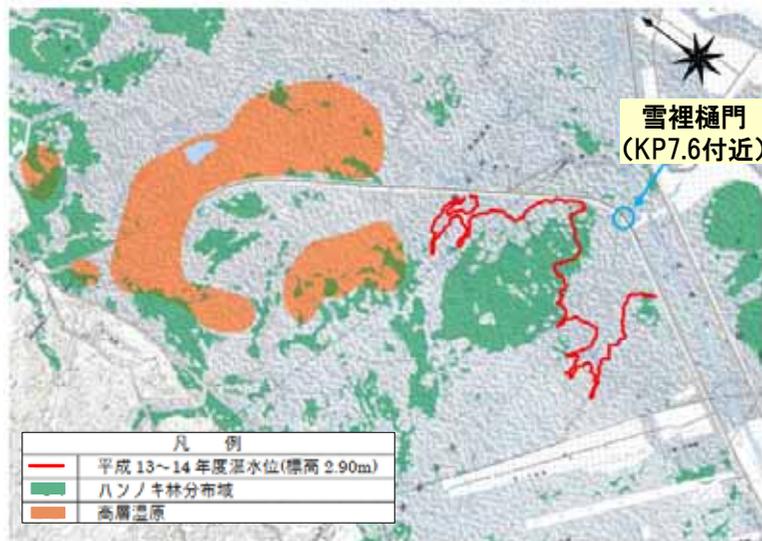
(1) 出水による湿原植生へ影響

No	出水による物理化学環境の変化	生態系への影響
2	水没	ハンノキの衰弱・枯死

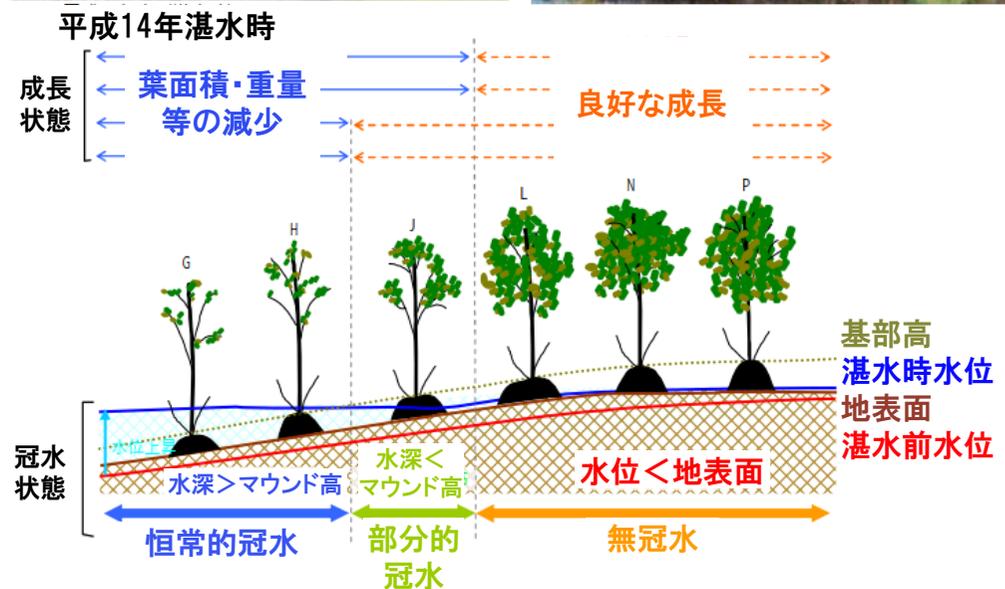
- 雪裡樋門湛水試験：H12.9月～H15.5月 水位をT.P. 2.9mまで上昇
- ・ 樋門付近でハンノキが広範囲に枯死、水深30cm程度の冠水で5株/11株枯死。
- ・ 早い場合には1年以内に枯死。枯死しない調査区でも、葉数等に影響あり。



湛水試験地の状況(左写真:湛水前、右写真:湛水中)



雪裡樋門湛水試験の湛水範囲

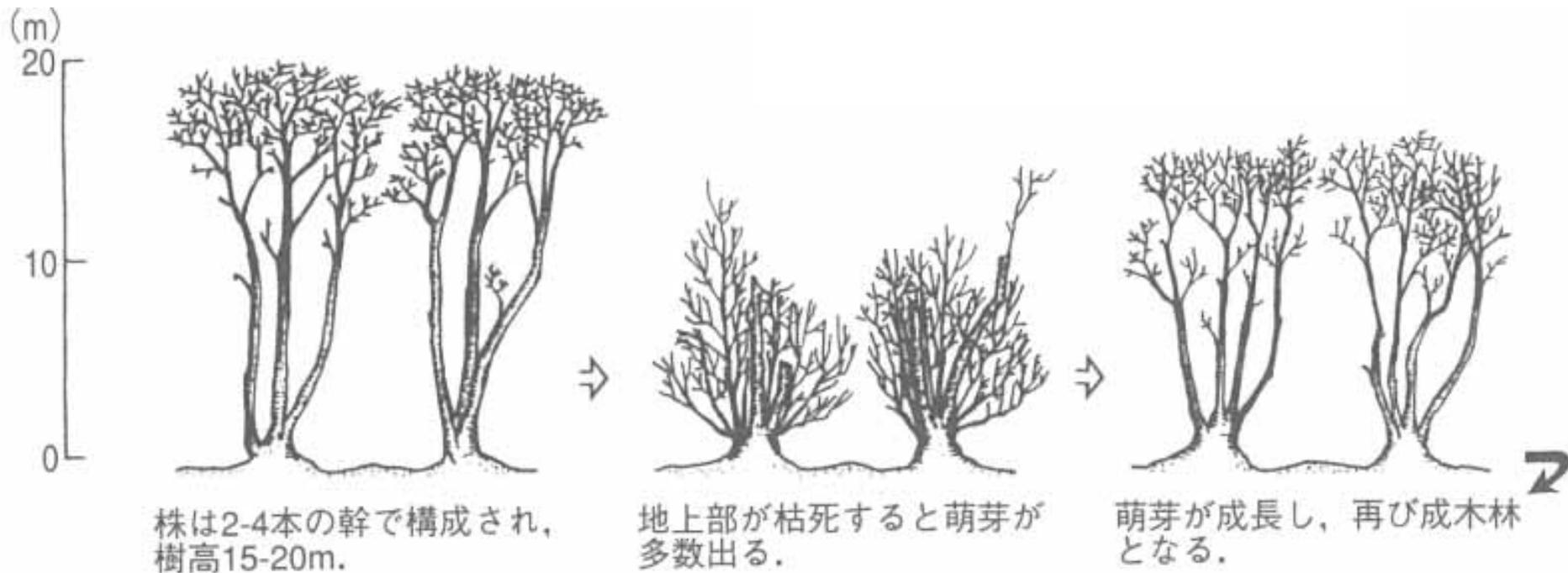


2-1. 既往検討のレビュー

(1) 出水による湿原植生へ影響

No	出水による物理化学環境の変化	生態系への影響
3	水没	高い幹の枯損と地上部からの萌芽

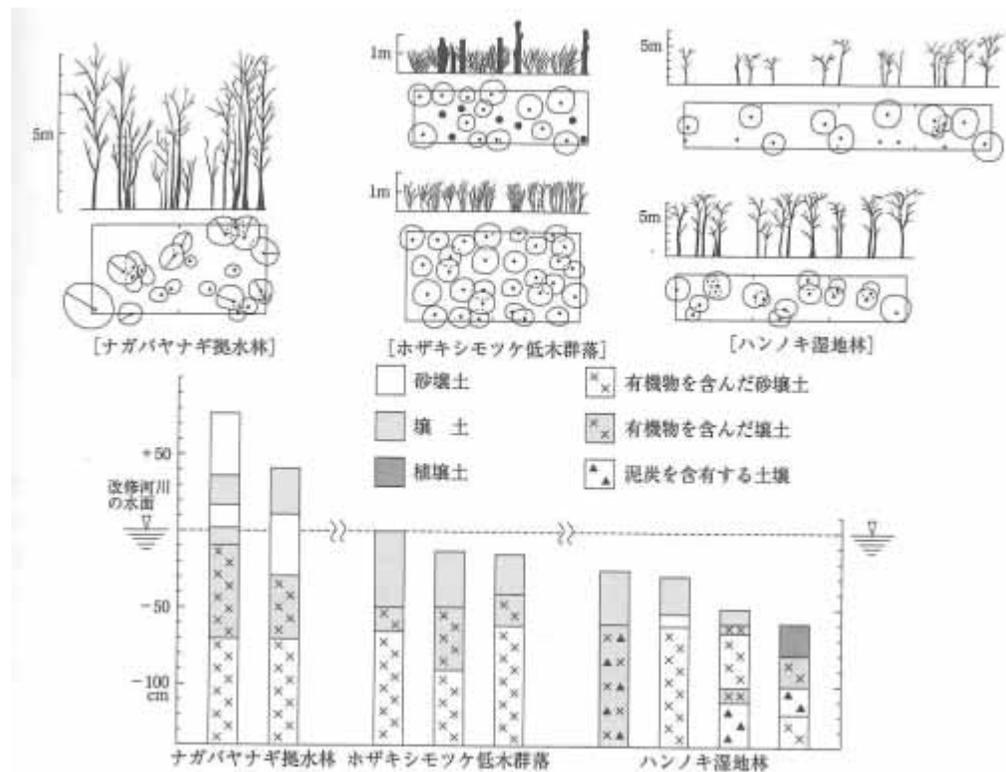
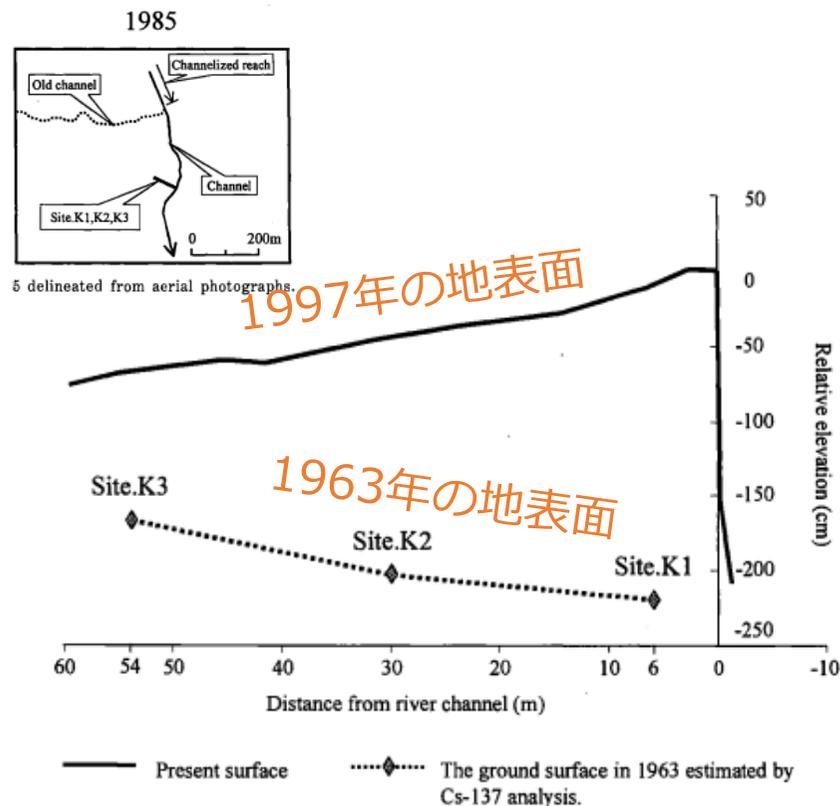
■ 冠水→酸欠→大きな幹の枯損→萌芽による再生



(1) 出水による湿原植生へ影響

No	出水による物理化学環境の変化	生態系への影響
5	土砂堆積（地盤上昇・乾燥化）	ヤナギ、ホザキシモツケ等の砂質土壌を好む植生の定着

- 土砂堆積の著しい場所（自然堤防越流地点付近等）では、土砂の堆積量が多く、地表面に対する相対的な水位が低下する。
- そのような場所にはヤナギやホザキシモツケが定着する。



土壌断面図

出典：水垣・中村1999放射性降下物(Cs137)を用いた釧路湿原河川流入部における土砂堆積厚の推定. 地形20, 97-112.

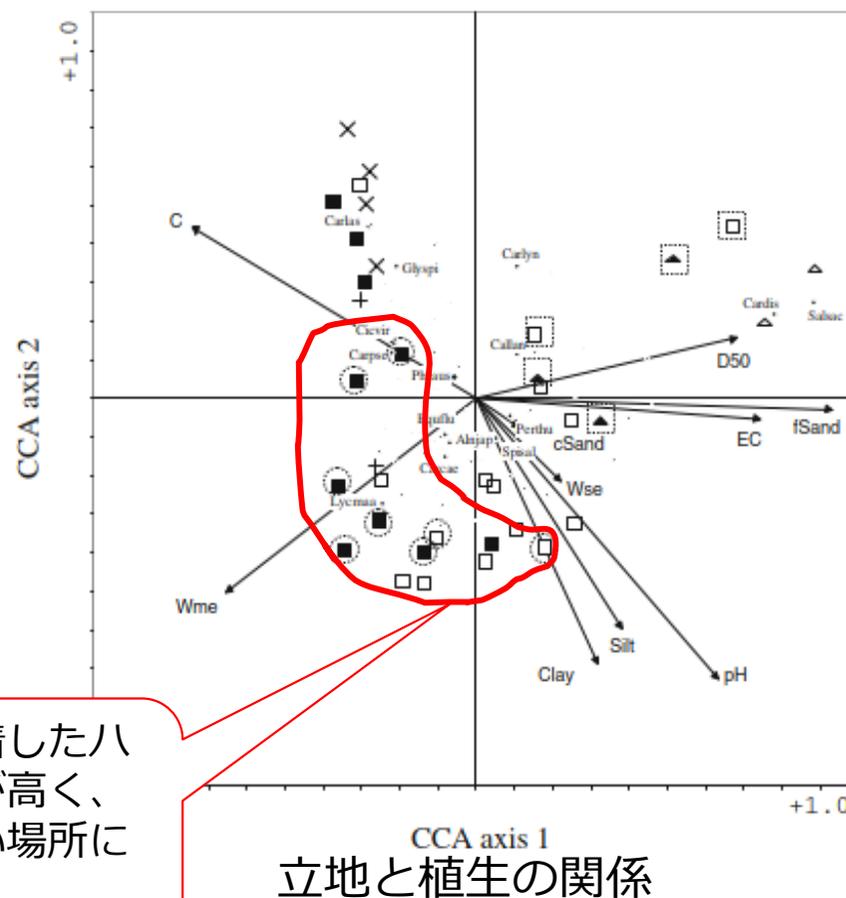
出典：新庄2002 釧路湿原のハンノキ林. 前田一步園財団20周年記念論文集

(1) 出水による湿原植生へ影響

No	出水による物理化学環境の変化	生態系への影響
6	水位が高い場所への細流土砂の供給 (富栄養化?)	ハンノキの定着促進

- ・ハンノキ林の分布範囲は広いものの、新しく定着したハンノキ林の分布は、水位が高い場所、かつ細粒土砂 (粘土・シルト) の多い場所に集中。
- ・粘土・シルトに伴って多くのリンが流入し、リンはハンノキと共生する窒素固定菌 (Frankia) にもプラスに作用する。

久著呂で新しく定着したハンノキ林は、水位が高く、粘土・シルトの多い場所に集中していた。

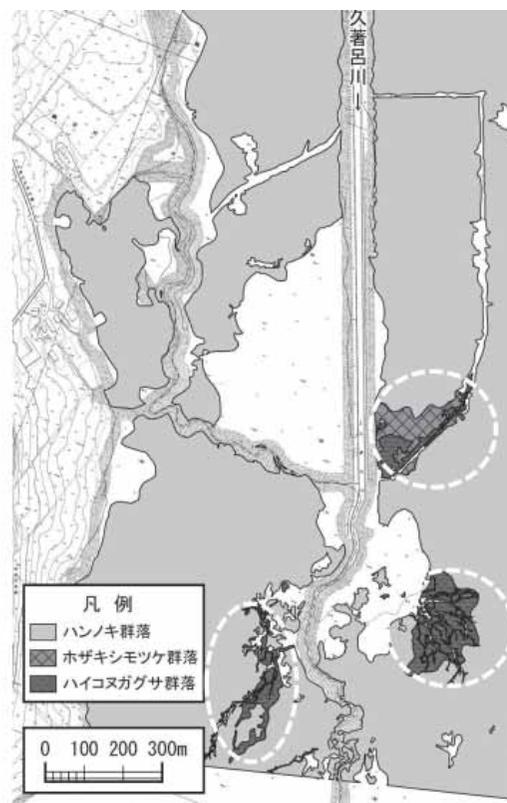
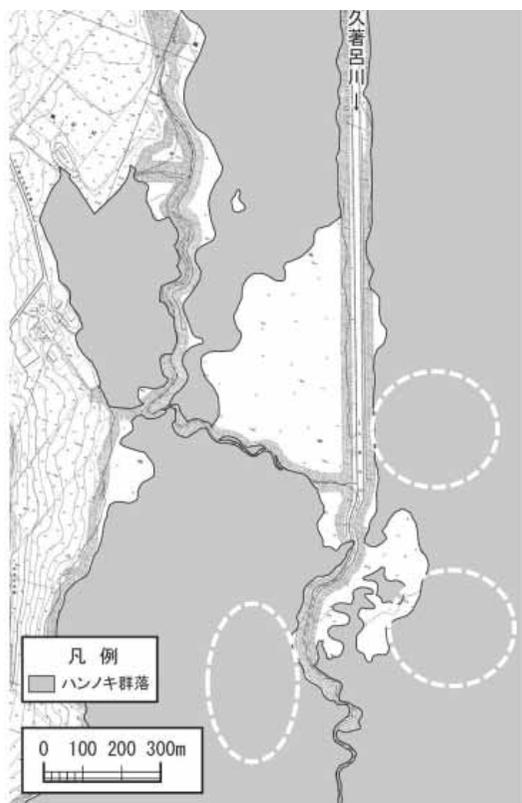


2-1. 既往検討のレビュー

(1) 出水による湿原植生へ影響

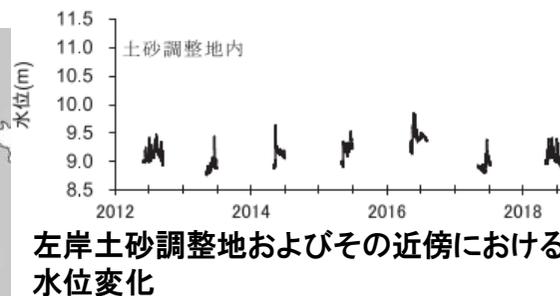
No	出水による物理化学環境の変化	生態系への影響
7	土砂堆積	ハンノキの衰弱・枯死？

・ 土壌硬度が高くなる規模の土砂堆積範囲でハンノキが枯死

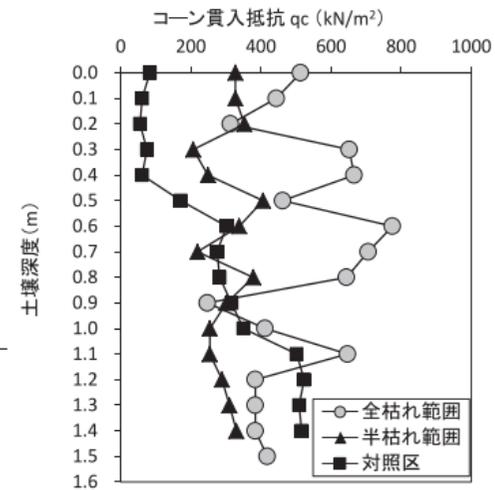


久著呂地区土砂調整地およびその周辺における植生の変化(左:2002年調査, 右:2018年調査)。白破線はハンノキ群落に変化した範囲を示す。

出典：田崎ら2019土砂堆積がハンノキ群落に与える影響～釧路川水系久著呂地区における事例～. 日本緑化工学会誌 45(2) 284-288



左岸土砂調整地およびその近傍における水位変化



各ハンノキ枯死範囲における土壌硬度



出典：Fujimura et al. 2008 Vegetation dynamics related to sediment accumulation in Kushiro mire, northeastern Japan. Plant Ecology 199: 115-124

2-1. 既往検討のレビュー

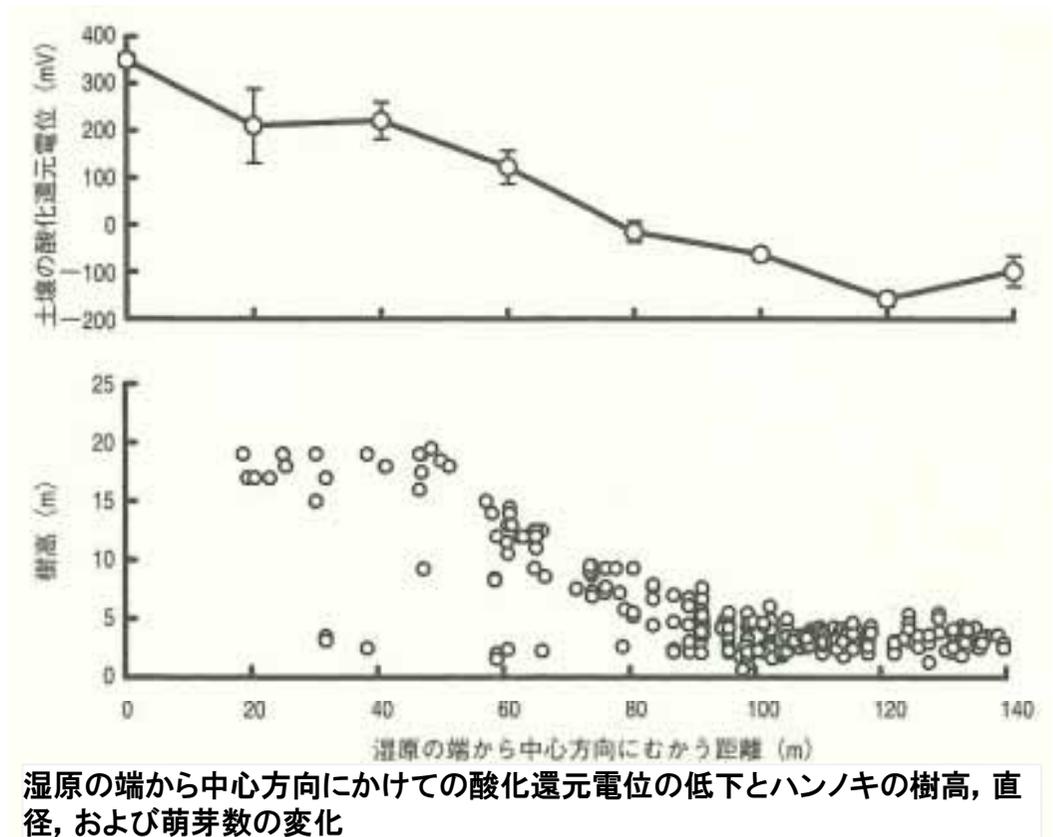
(1) 出水による湿原植生へ影響

No	出水による物理化学環境の変化	生態系への影響
7	土砂堆積（土壌還元化）	ハンノキの衰弱・枯死？

- 洪水氾濫堆積土に、還元的環境であることを示すグライ化が認められた（令和元年 千曲川の氾濫事例）。
- 還元的環境のハンノキは小さい。



令和元年10月30日（堆積17日後）



出典：2019長野県農業試験場_令和元年東日本台風（台風第19号）による堆積土の土壌分析結果

出典：山本福寿 2002 湿地林樹木の適応戦略 in 水辺林の生態学 東京大学出版会

2. 大規模出水による影響検討

2-1. 既往検討レビュー

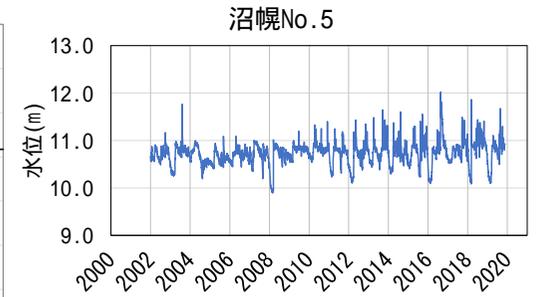
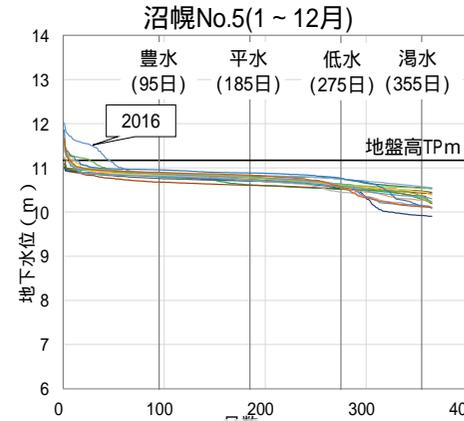
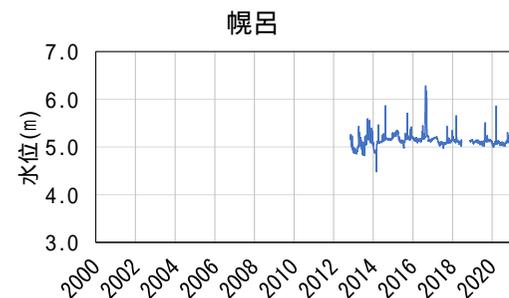
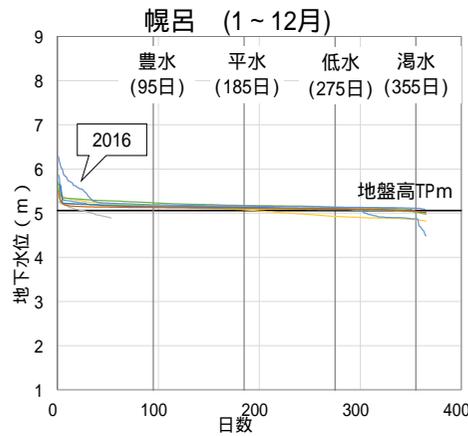
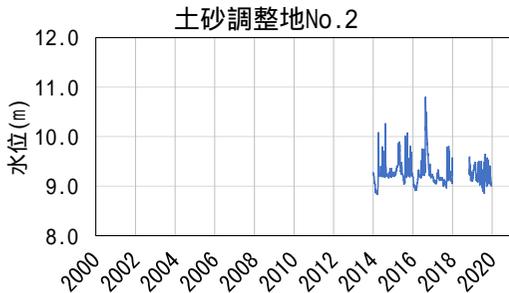
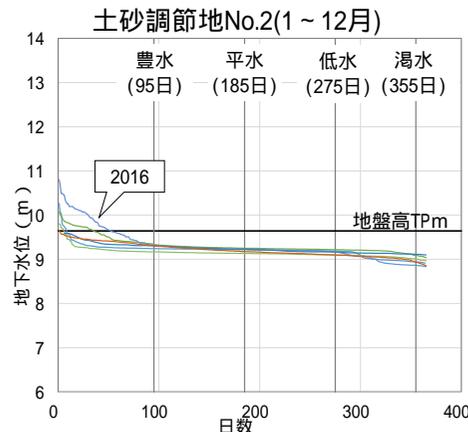
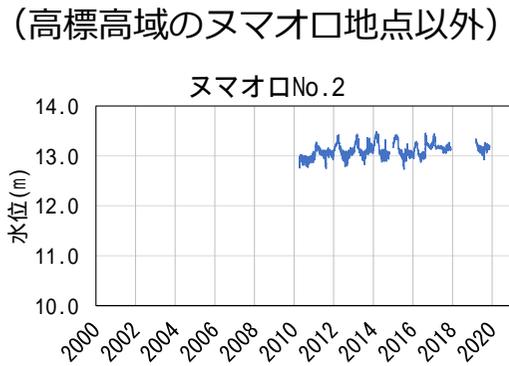
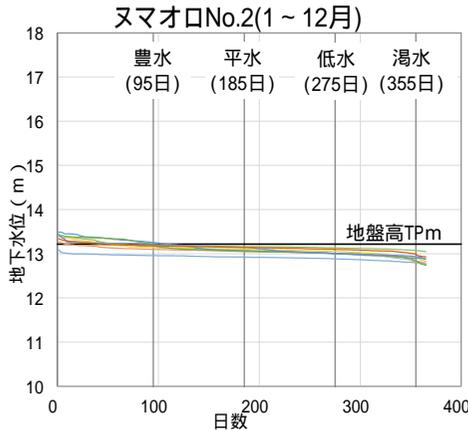
2-2. 2016年8月洪水時の影響

■ 2016年洪水時および洪水後の変化について整理した。

No.	検討項目	検討内容（検討対象時点）
(1)	地下水位	<ul style="list-style-type: none">・ 観測結果整理（2016年洪水時）・ 数値解析（2016年洪水時）
(2)	土砂・地盤	<ul style="list-style-type: none">・ 観測結果整理(2016年洪水時)・ 地盤変動（2013→2021の変化）
(3)	植生	<ul style="list-style-type: none">・ ハンノキ林分布変化の推定 (2016→2019の変化)
(4)	まとめ	

2-2. 2016年8月洪水時の影響 (1) 地下水位 (2016年の特徴)

■ 低標高域で50-100日間程度高水位。 (高標高域のヌマオロ地点以外)



標茶 (開運橋) 22.3m

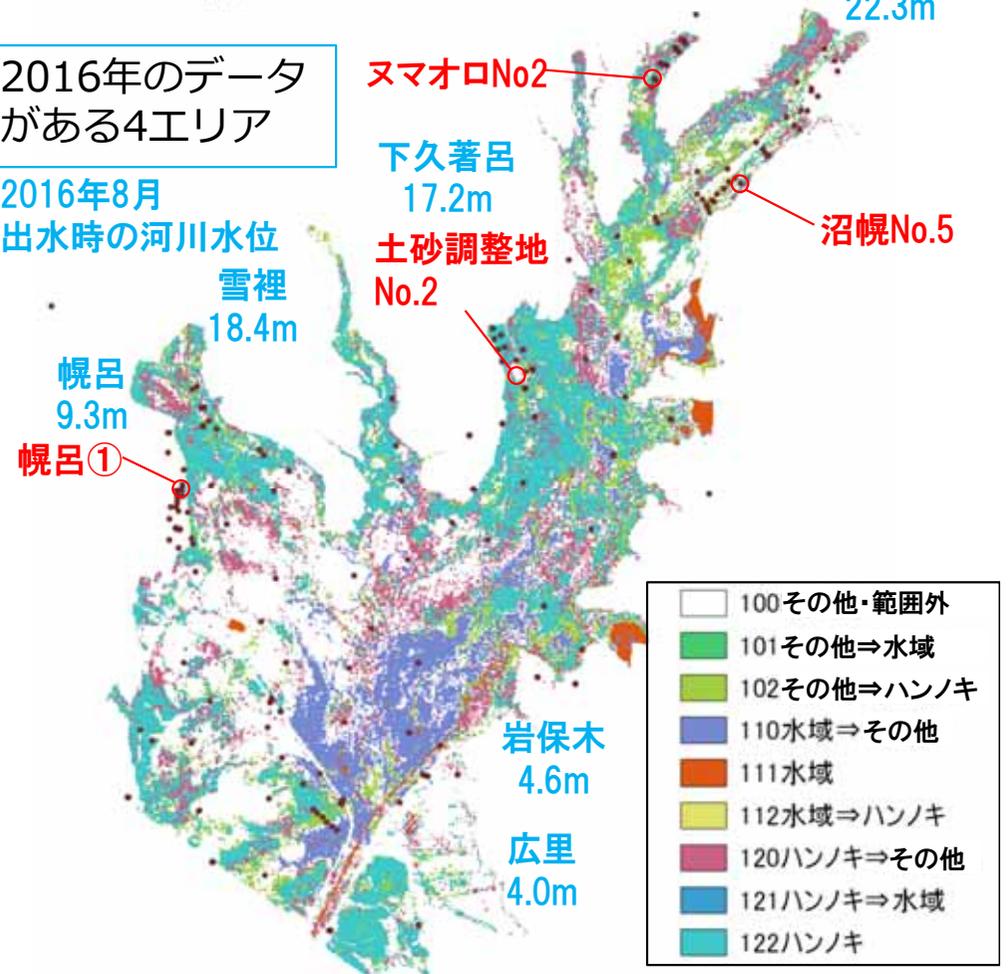
2016年のデータがある4エリア

2016年8月
出水時の河川水位
雪裡 18.4m

幌呂 9.3m
幌呂①

ヌマオロNo2
下久著呂 17.2m
土砂調整地 No.2
沼幌No.5

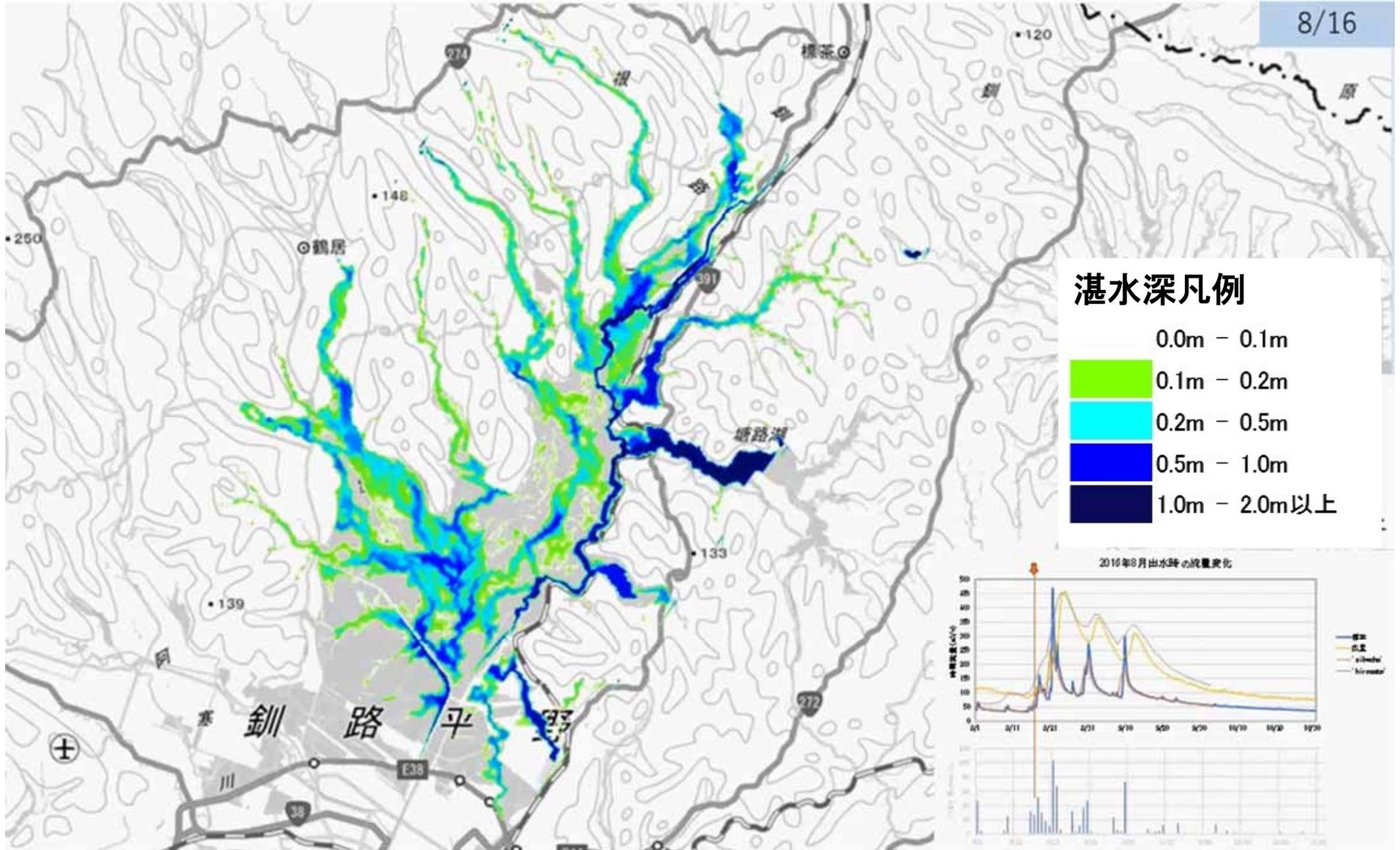
岩保木 4.6m
広里 4.0m



100	その他・範囲外
101	その他⇒水域
102	その他⇒ハンノキ
110	水域⇒その他
111	水域
112	水域⇒ハンノキ
120	ハンノキ⇒その他
121	ハンノキ⇒水域
122	ハンノキ

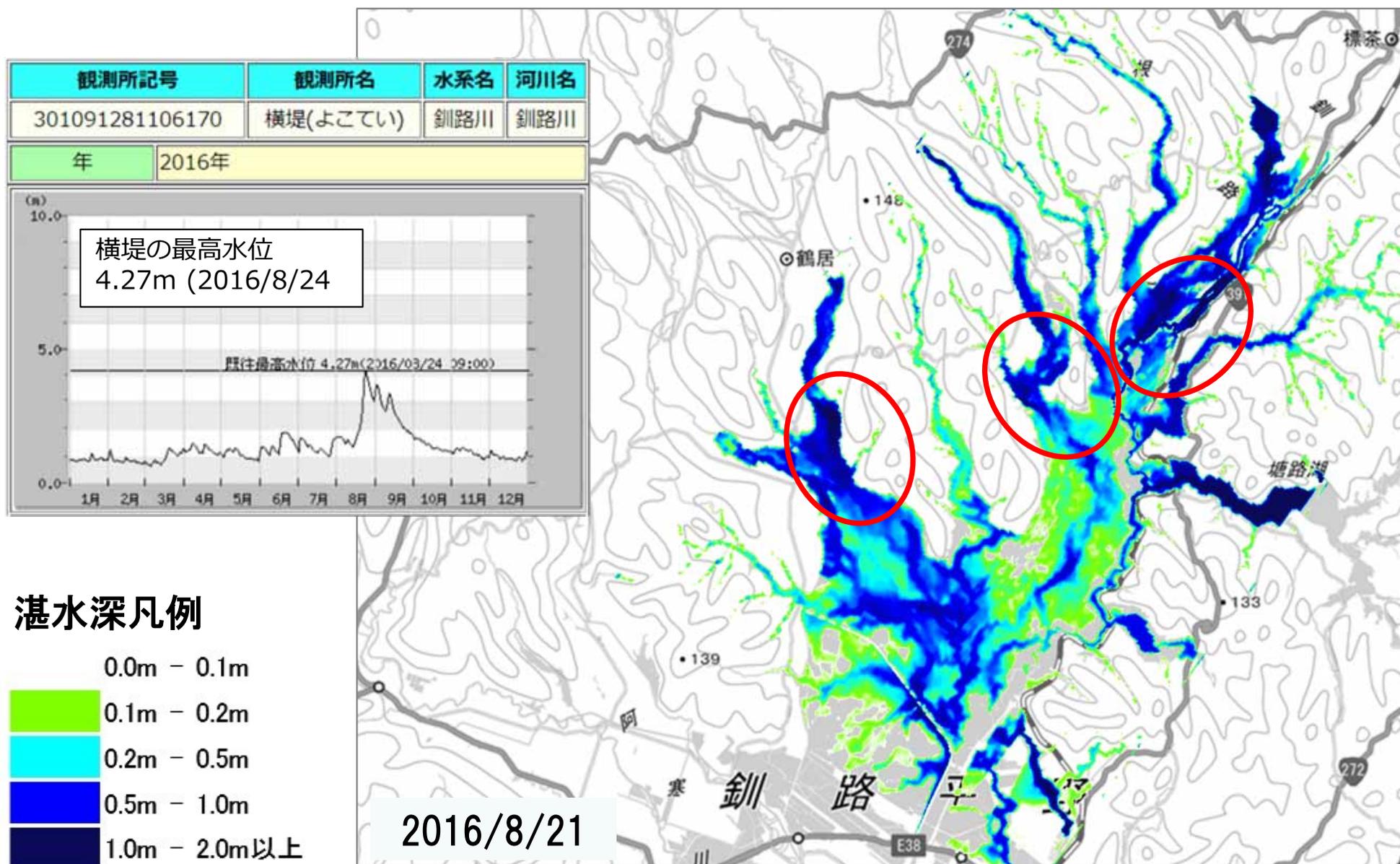
(1) 地下水位・地表水位 (2016年洪水時の数値解析)

- 雪裡、久著呂、茅沼等の後背地で長く湛水している状況が再現された。



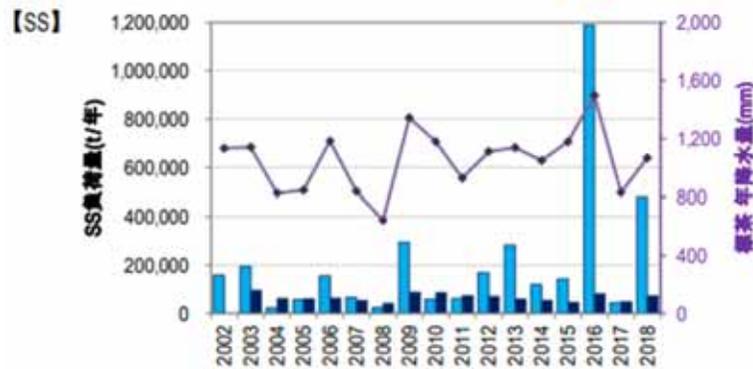
(1) 地下水位・地表水位 (2016年洪水時の数値解析)

- 雪裡、久著呂、茅沼等の後背地で長く湛水している状況が再現された。

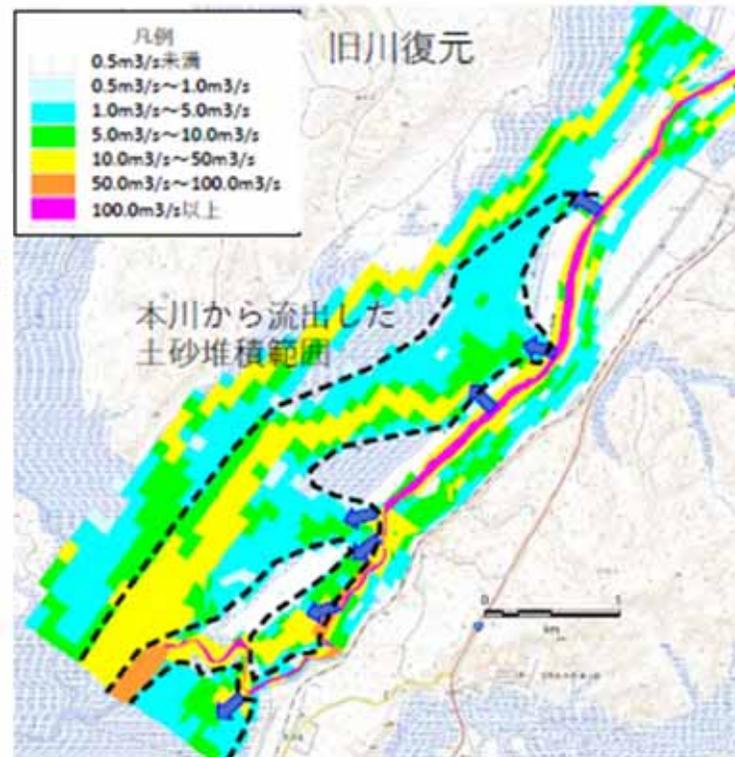


2-2. 2016年8月洪水時の影響 (2) 土砂・地盤 (観測結果整理)

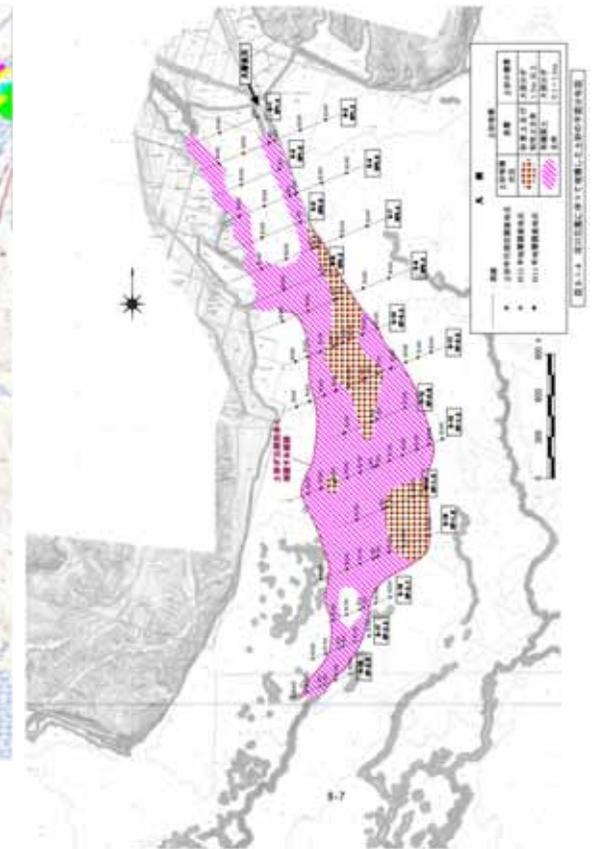
- 2016年に流入した土砂のうち、湿原内に氾濫した分は、多くが氾濫箇所付近に堆積したと推定される。



湿原内へのSS負荷量の経年変化
2016年の負荷量が突出して多い



2016年洪水時の土砂堆積範囲
(流速の計算結果に基づく推定値)



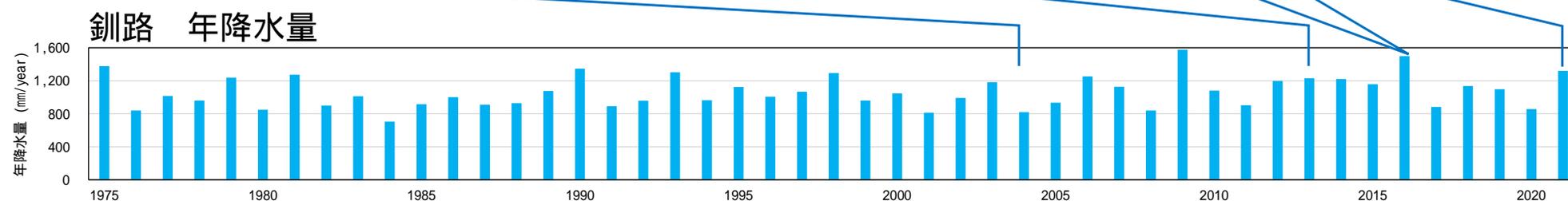
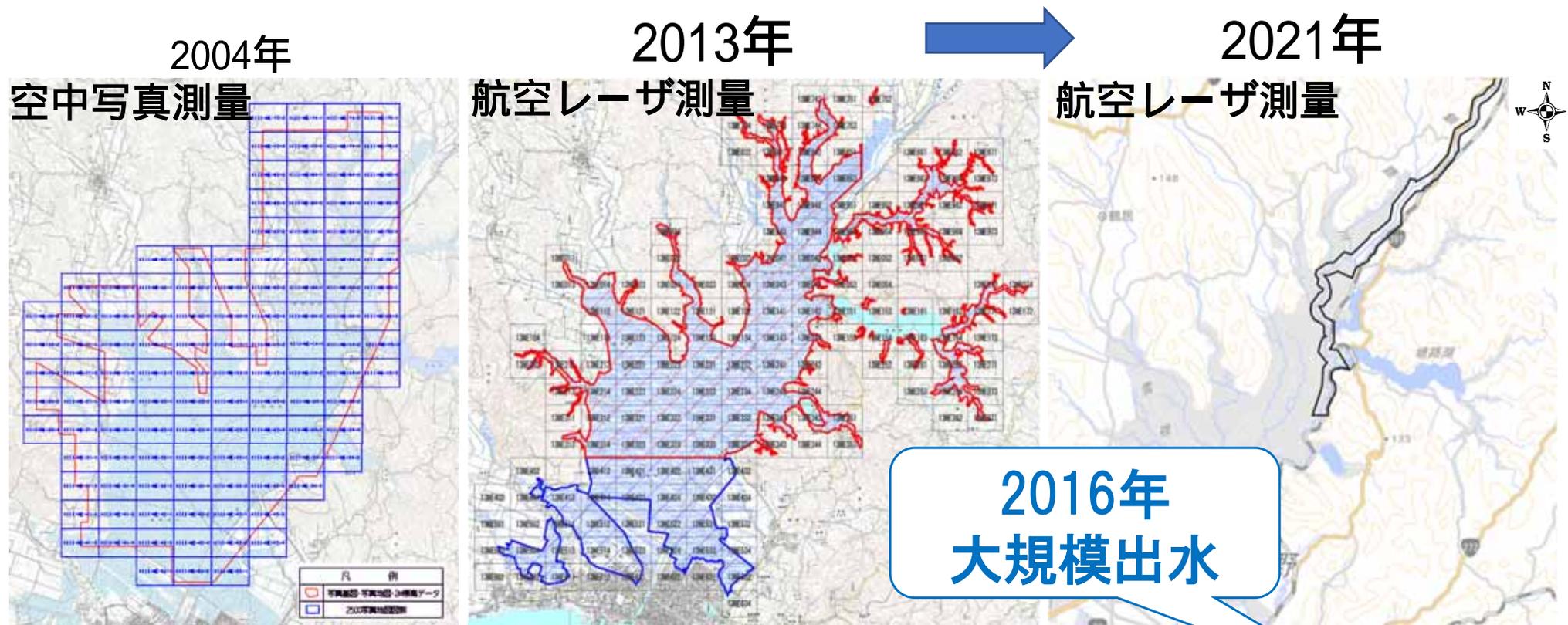
久著呂川湿原流入部の土砂分布
(現地調査結果)

河川氾濫箇所にはほとんどが堆積

(2) 土砂・地盤 (2013→2021の地盤変動)

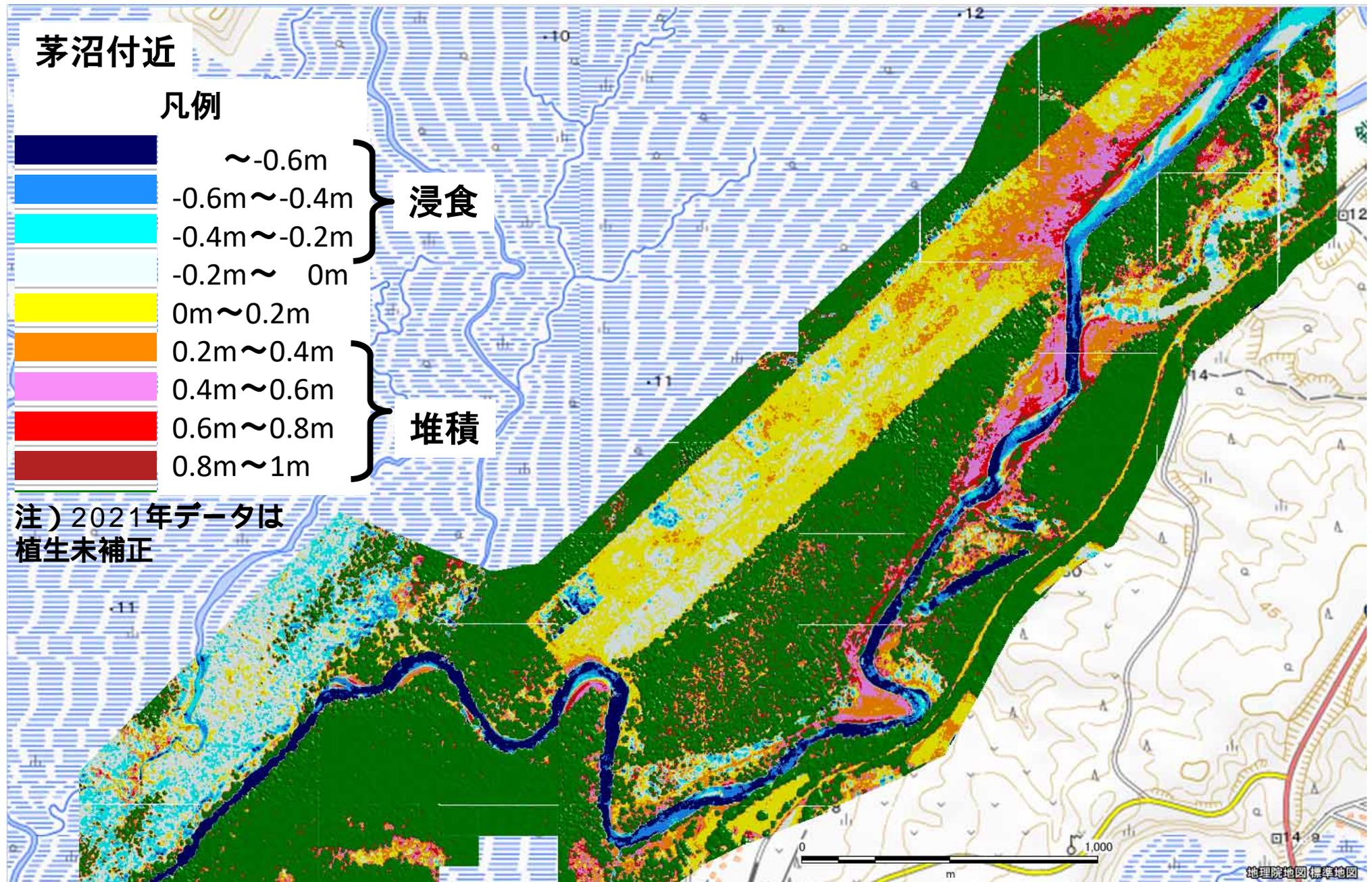
- 取得されている地盤標高データのうち、2016年出水前後を比較。

地盤高の変化

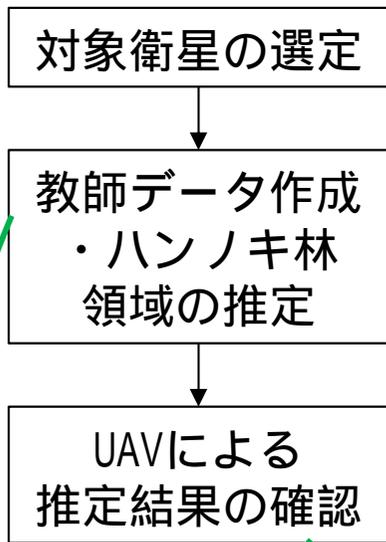


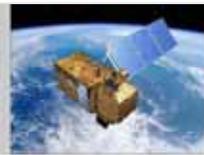
(2) 土砂・地盤 (2013→2021の地盤変動)

- ・ 2016年出水による相対的な地形変化がとらえられている可能性あり。



■ 2016年出水後のハンノキ林の変化（衛星画像による推定） 洪水後の雲が少ない画像（2016年9月）と同季節の2019年画像



衛星名	Landsat	Sentinel	Planet	Worldview
外観				
運用機関	USGS/NASA(米)	ESA/EC(欧)	Planet(米)	Maxar(米)
解像度	30m(8号機) ~80m(1号機)	10m	3m	0.3m
撮影頻度	16日	10日	毎日	約4.5日
アーカイブ性	1972年~(1号機) 2013年~(8号機)	2015年~	2016年~	2014年~



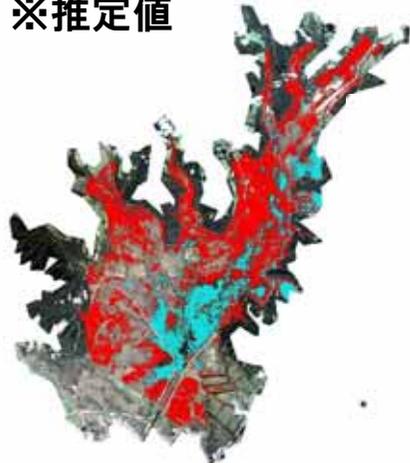
■ 2016年出水後のハンノキ林の変化 (衛星画像による推定)

2016/9/10

■ ハンノキ林 64.2km²

■ 水域 21.5km²

※推定値

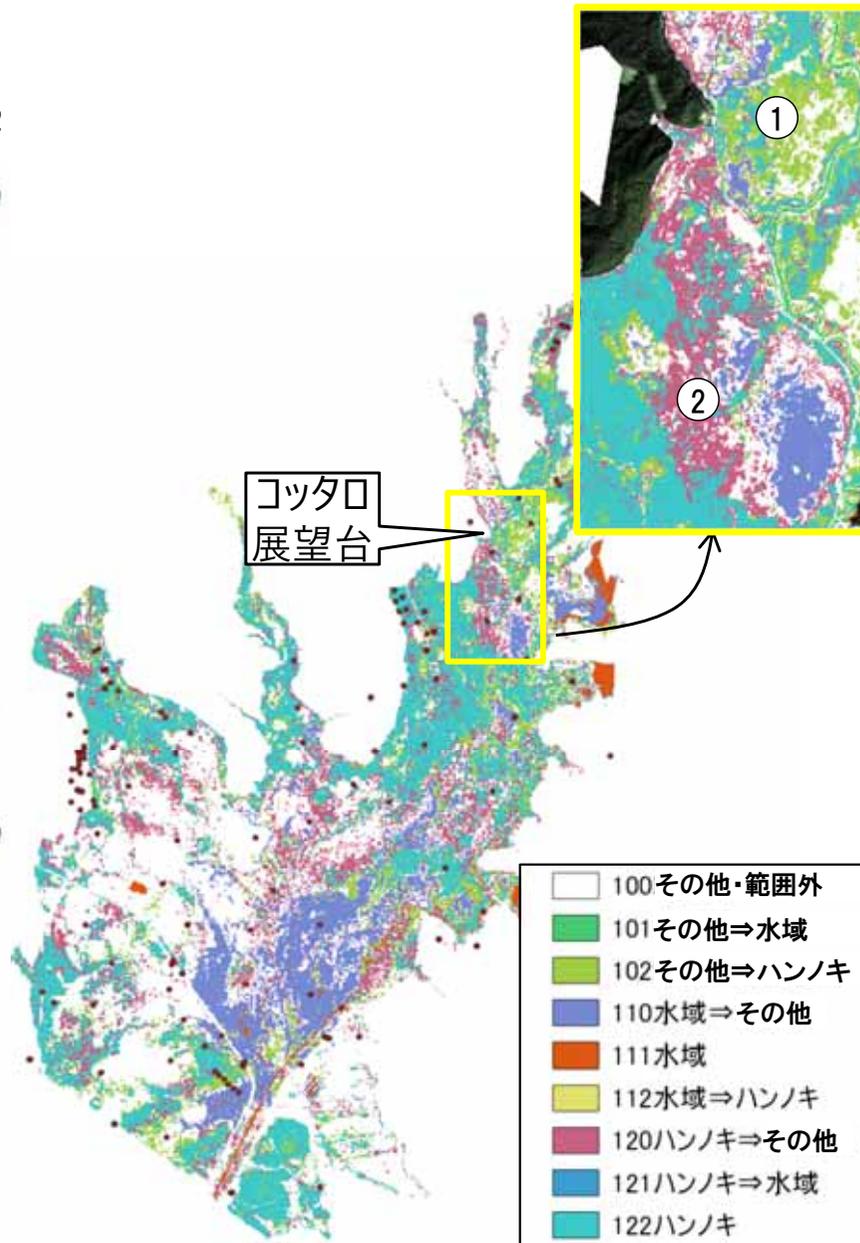
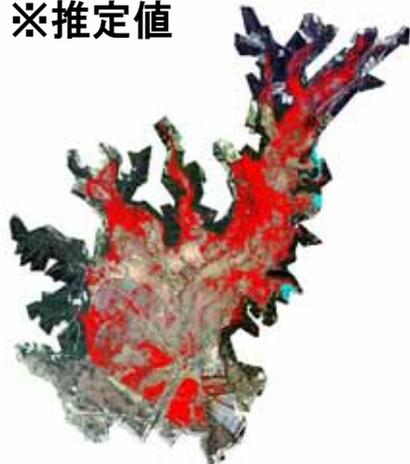


2019/9/26

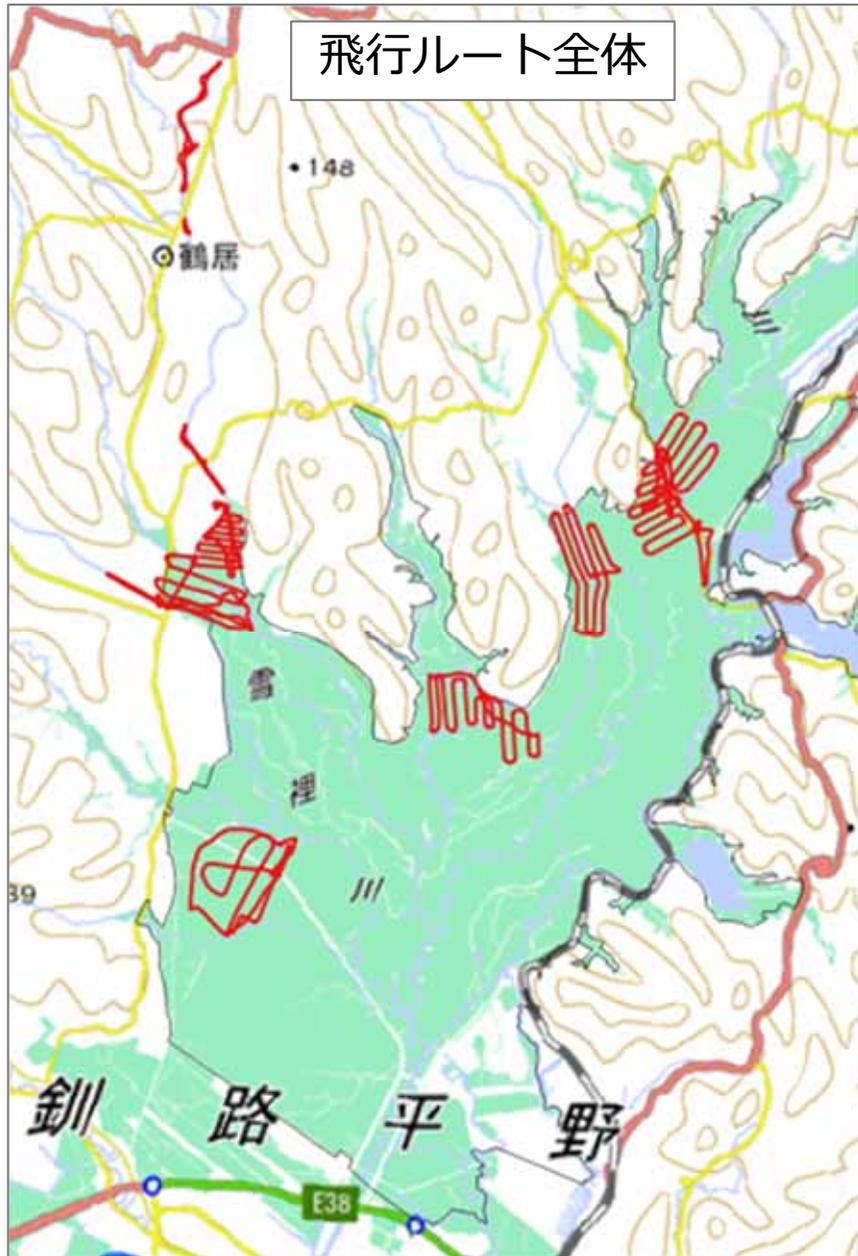
■ ハンノキ林 57.6km²

■ 水域 3.5km²

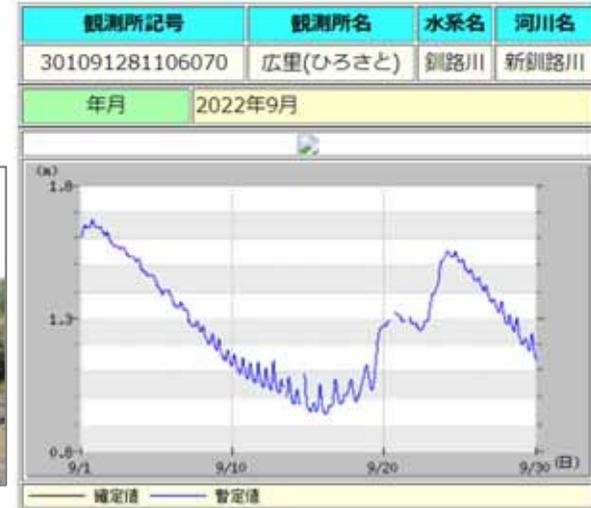
※推定値



■ 2016年出水後のハンノキ林の変化 (衛星による推定確認のUAVによる確認)



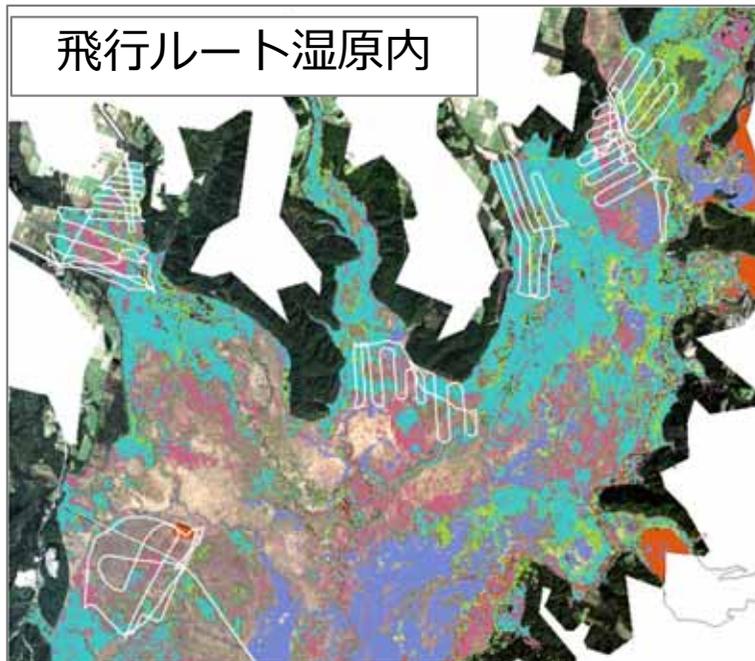
撮影日：
2022/9/29-30



日	雨 mm
16	0.5
17	9.5
18	2
19	27
20	44
21	0
22	0
23	24.5
24	13
25	0
26	0
27	0
28	0
29	0
30	0

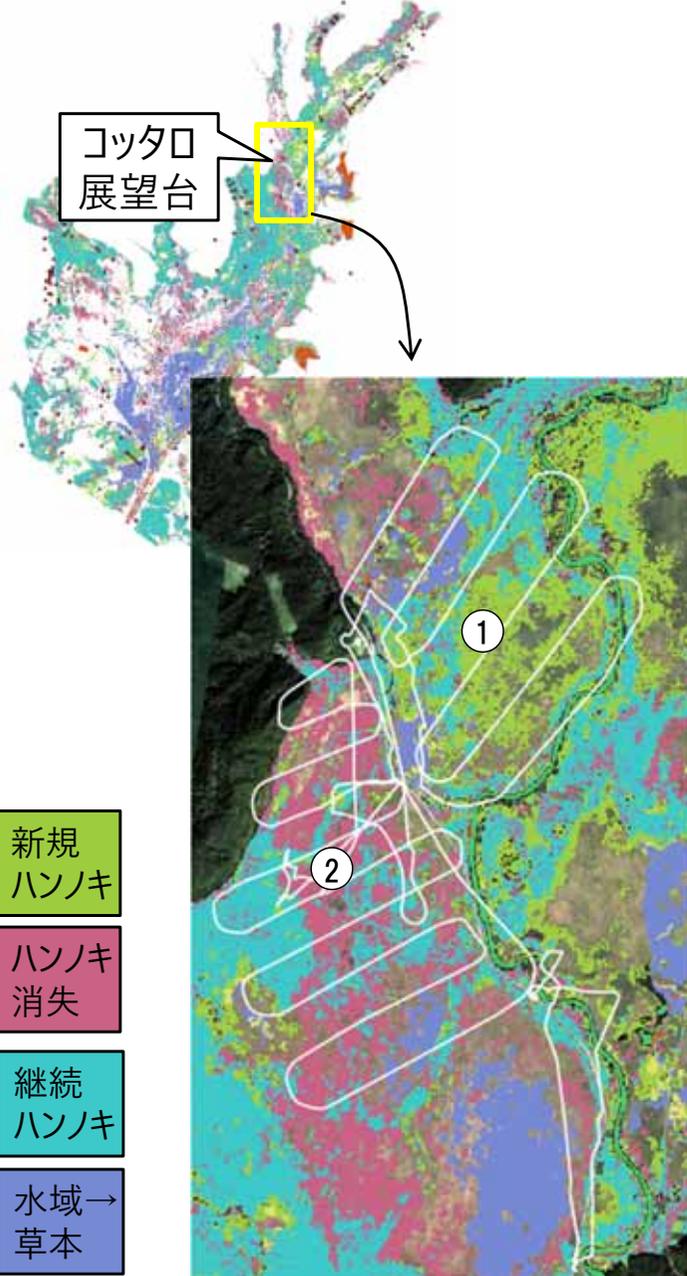
2010~2020の平水位 (0.66~1.12m) に対して、やや水位が高い時期の撮影。9/19-23の雨の影響。

飛行ルート湿原内

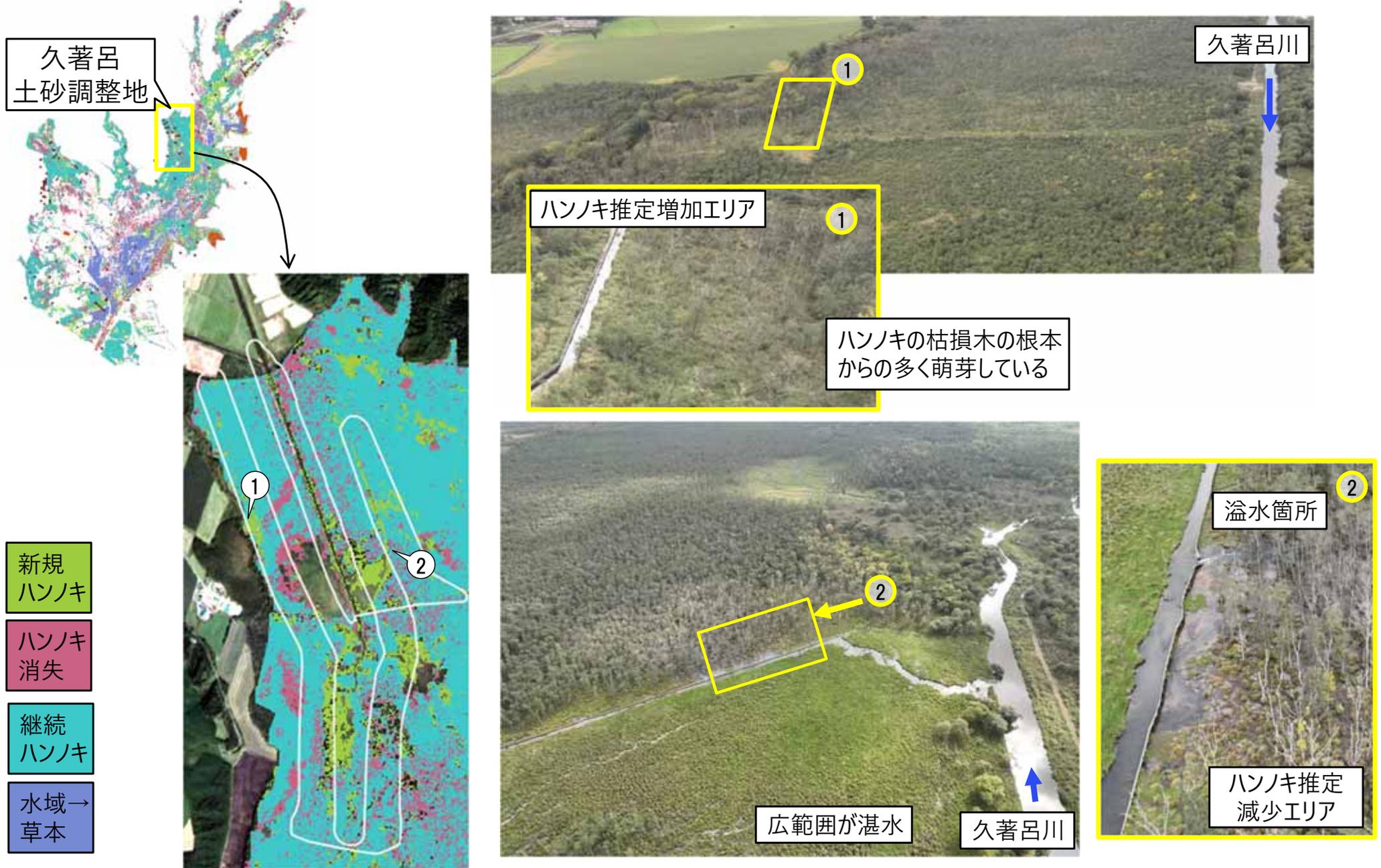


- 100 その他・範囲外
- 101 その他⇒水域
- 102 その他⇒ハンノキ
- 110 水域⇒その他
- 111 水域
- 112 水域⇒ハンノキ
- 120 ハンノキ⇒その他
- 121 ハンノキ⇒水域
- 122 ハンノキ

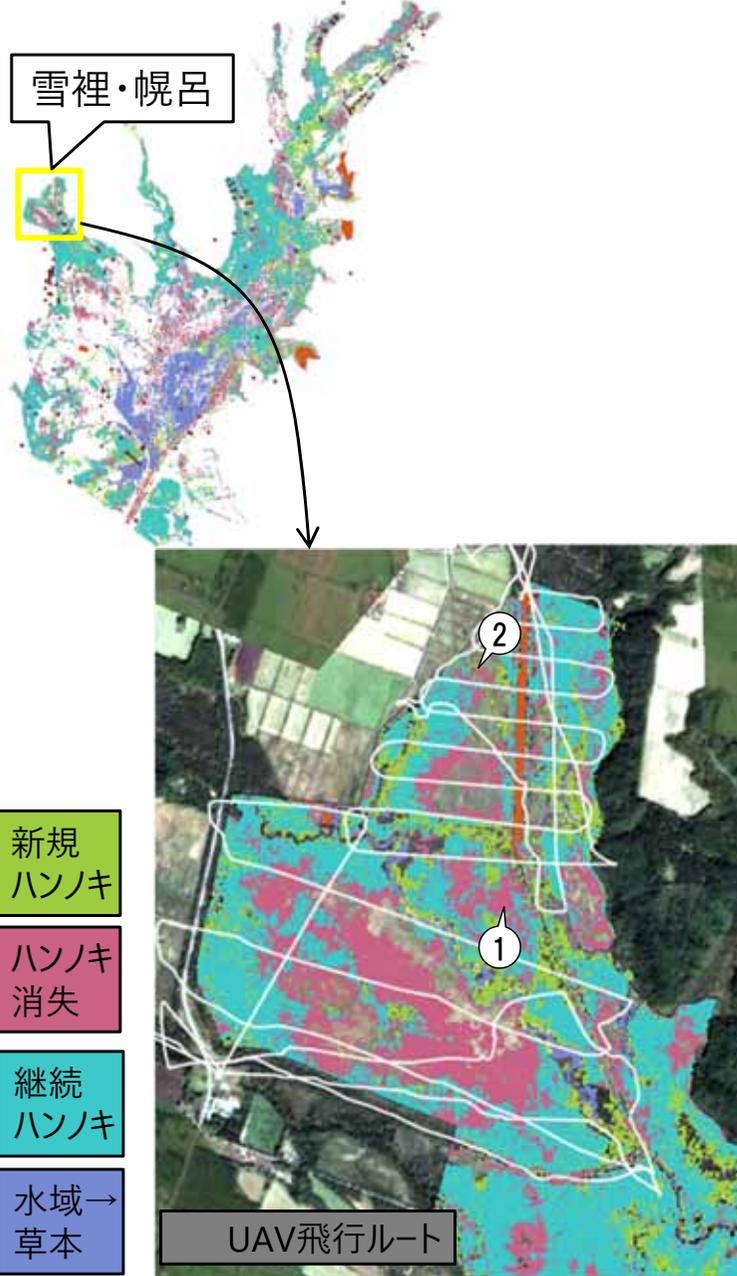
■ 2016年出水後のハンノキ林の変化



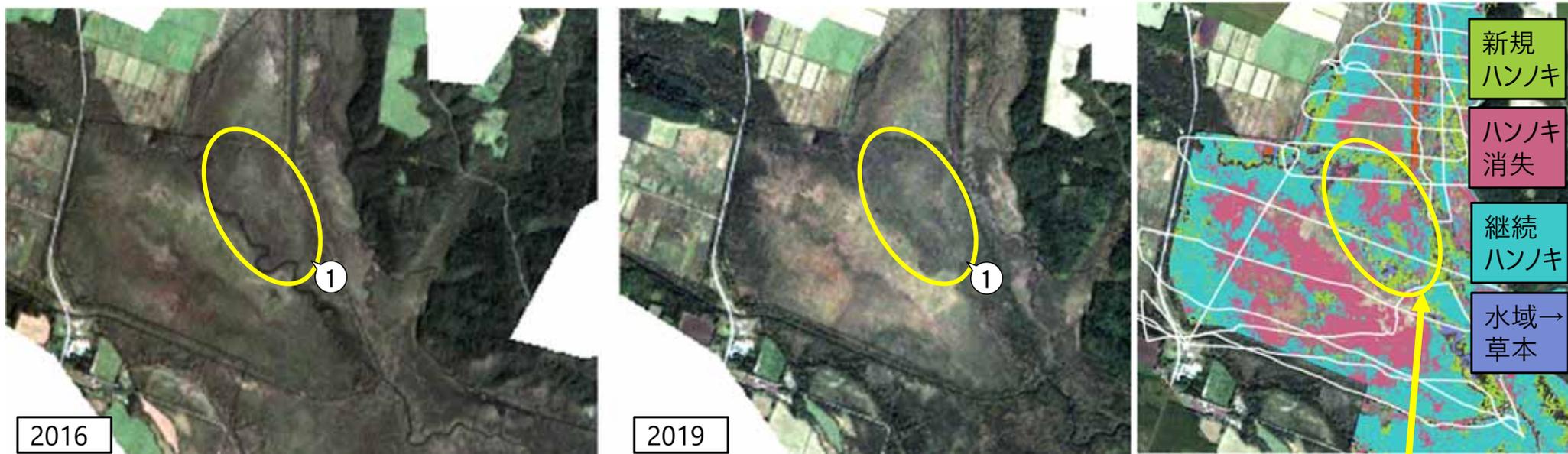
■ 2016年出水後のハンノキ林の変化



■ 2016年出水後のハンノキ林の変化

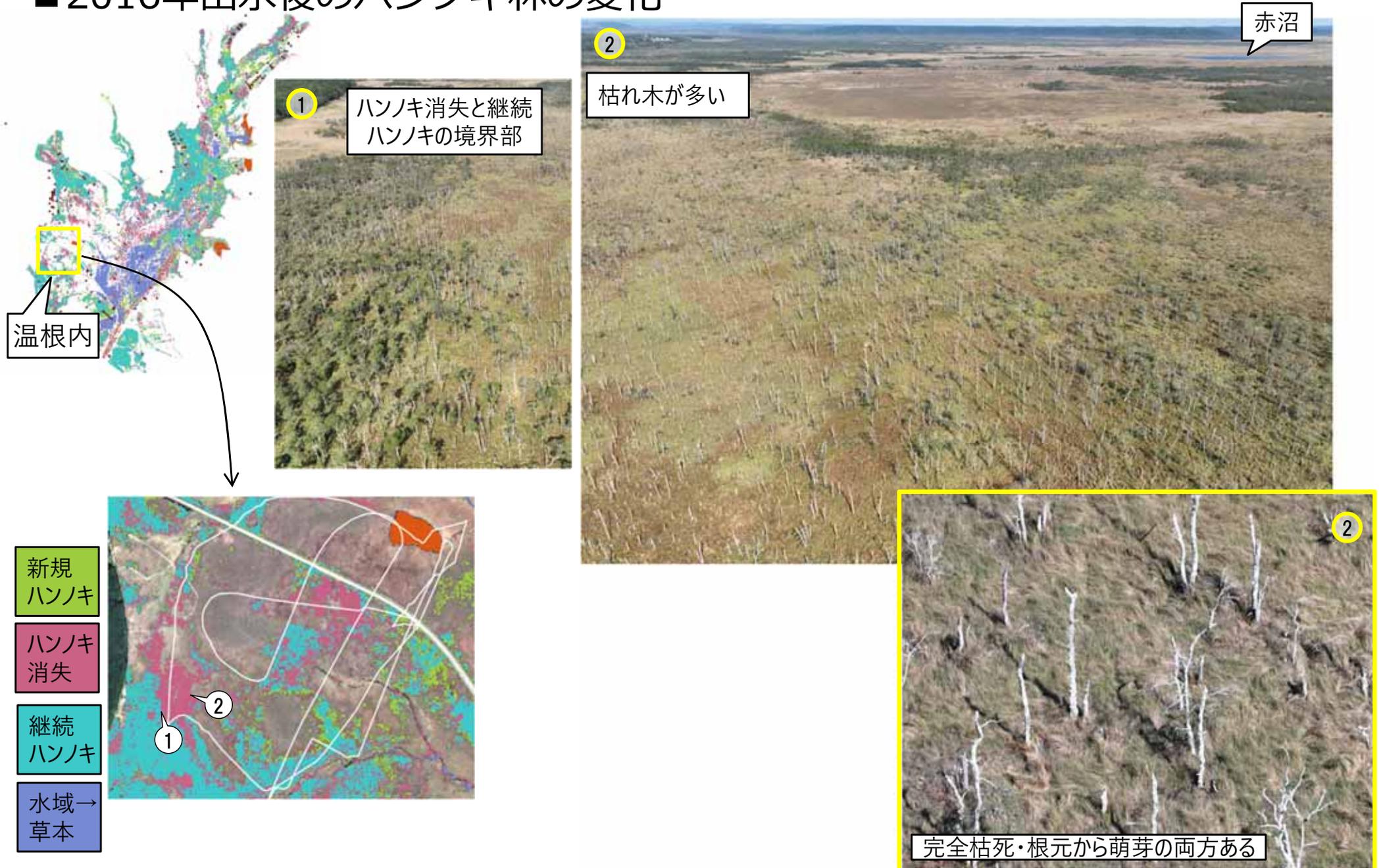


■ 2016年出水後のハンノキ林の変化



衛星データによる推定で、
[ハンノキ消失]と
[継続ハンノキ]が
混在するエリア

■ 2016年出水後のハンノキ林の変化



(3) ハンノキ

■ 2016年出水後のハンノキ林の変化

衛星画像（解像度3m）を用いたハンノキ分布の推定結果を、UAV画像で確認した結果、

- ・ハンノキ推定増加エリアには、小さいハンノキが多く認められた。
- ・ハンノキ推定消失エリアには、枯損木が多く認められた、またはハンノキが認められなかった。
- ・継続ハンノキエリアとハンノキ消失エリアの境界部は、生存木と枯損木が混在していた。

→衛星を用いた推定結果は、概ね信用できる結果といえる。

(4) まとめ

2016年の洪水影響

地下水位

- 湿原周縁部の低標高域で、例年に対して50-100日間程度高水位となった。
- 茅沼付近、久著呂川、雪裡川で浸水深が大きく浸水が長く続くことが、水循環シミュレーションの湿原域モデルにより推定された。

土砂

- 湿原内に多くの土砂が流入した。2016年に流入した土砂のうち、湿原内に氾濫した分は、多くが氾濫箇所付近に堆積したと推定される。
- 茅沼の蛇行河川流入部や蛇行部内側の地盤標高が上昇したことがレーザ測量により捉えられた。

ハンノキ
減少に寄与？



ハンノキ林分布

2016→2019年の変化

- 減少エリア／増加エリアの両方がある。
- 全体としてハンノキ林の面積は減少。



ハンノキ
増加・減少に寄与？

ハンノキ林についての 平成14年頃の仮説の1つ

- 釧路湿原で1970年代頃から認められたハンノキ林の増加傾向に対して、通常の更新サイクルを逸脱して、一方的に増加している。

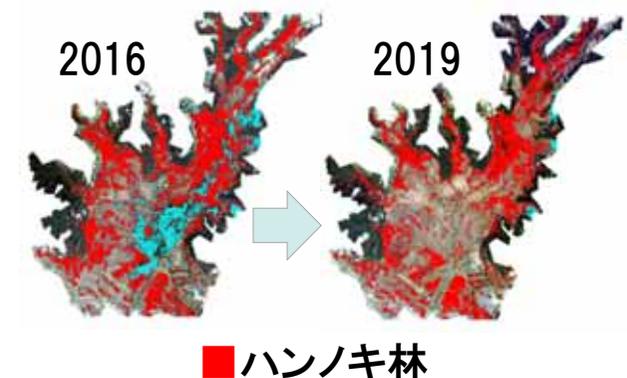


図 4-1-2 ハンノキの更新サイクル模式図
(成長段階：■種子・■伸長成長・■繁殖と枯死・■繁殖と成長)

出典：釧路湿原の河川環境の保全に関する検討委員会
第5回調査技術小委員会 資料

本年度の衛星画像・ドローンを用いた検討

- 2016年から2019年にかけて、ハンノキが増加したエリア、減少したエリアがあると推定された。
- 釧路湿原全体では減少した可能性が考えられた。



今後の調査・検討

2016年洪水と植生変化との関係は未解明なため、

- 地下水水位・土砂堆積の状況についての調査を継続する。
- ハンノキ林の増加・減少と、洪水の関係についての調査を実施する。

3. 気候変動影響評価検討

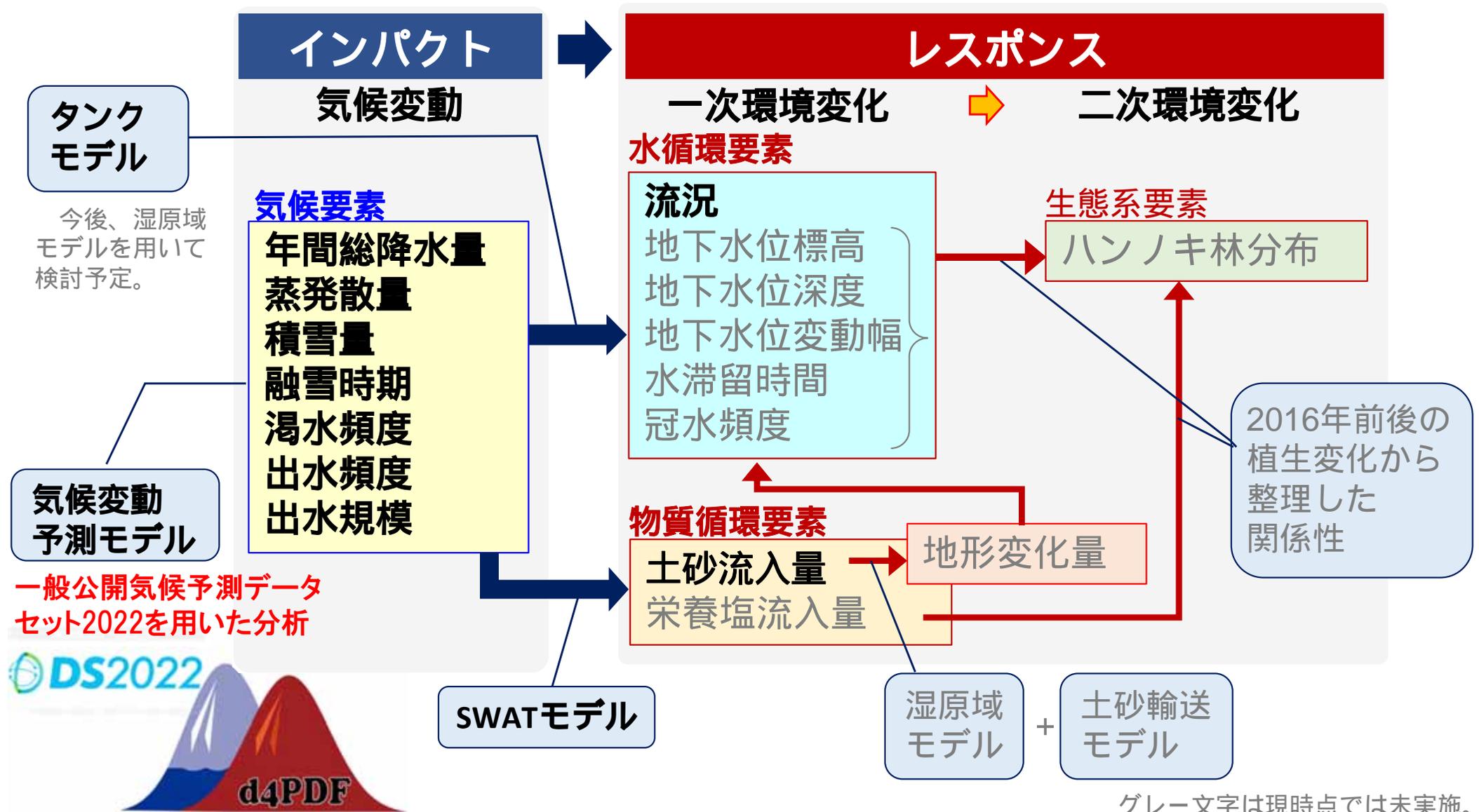
3-1. 検討概要

3-2. 気候変動予測データの整理

3-3. 水物質循環モデルによる 影響評価

3-4. 今後の方針

- 気候変動予測情報を用いて将来気候変動（インパクト）について分析を実施。
- これをもとに、将来想定されるレスポンスとして、水物質循環モデルを用いて試算を行った。
- この結果をもとに、想定される湿原環境への影響について考察を行った。



3. 気候変動影響評価検討

3-1. 検討概要

3-2. 気候変動予測データの整理

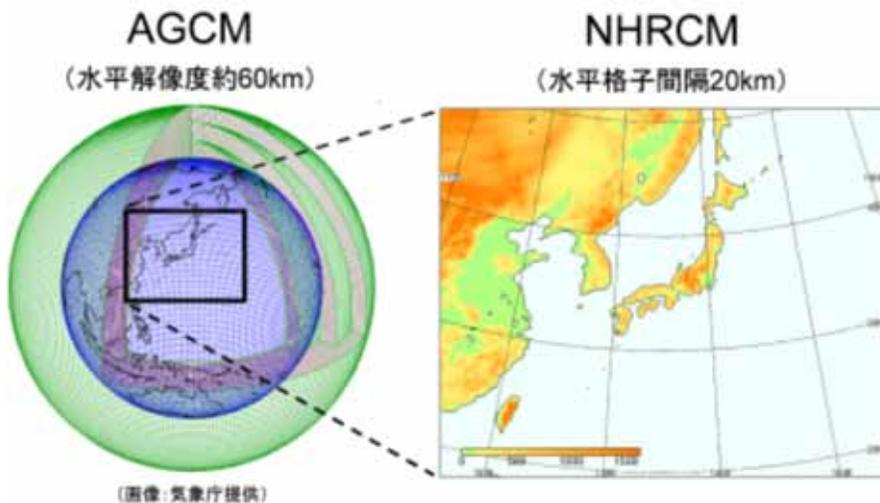
3-3. 水物質循環モデルによる 影響評価

3-4. 今後の方針

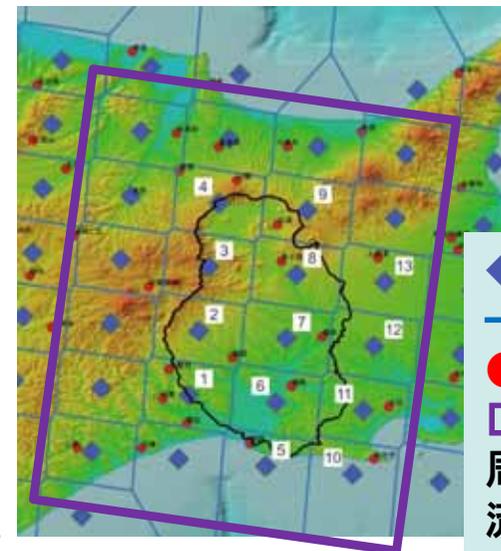
(1) 使用した気候変動予測データ (収集データ)



文部科学省・気象庁により公開されているデータセット (DS2022) の1つ、d4PDFの20km格子データを使用。



- 60km格子の全球データをもとに、20km格子にダウンスケーリング。
- 大規模アンサンブルデータからなる。



- ◆ d4PDFグリッドの中心座標
- d4PDFのティーン分割
- アメダス観測点
- データ取得グリッド
周辺24グリッドを取得、
流域内では13グリッド

(2) 使用した気候変動予測データ (アンサンブルの概要)

気象現象：小さな条件の違いで、結果が大きく異なる。
 アンサンブル予測：数多くの予測計算により、多くの予測結果をえる方法。
 希な気象現象の予測や、確率を検討できる。



アンサンブル予測の例：台風進路

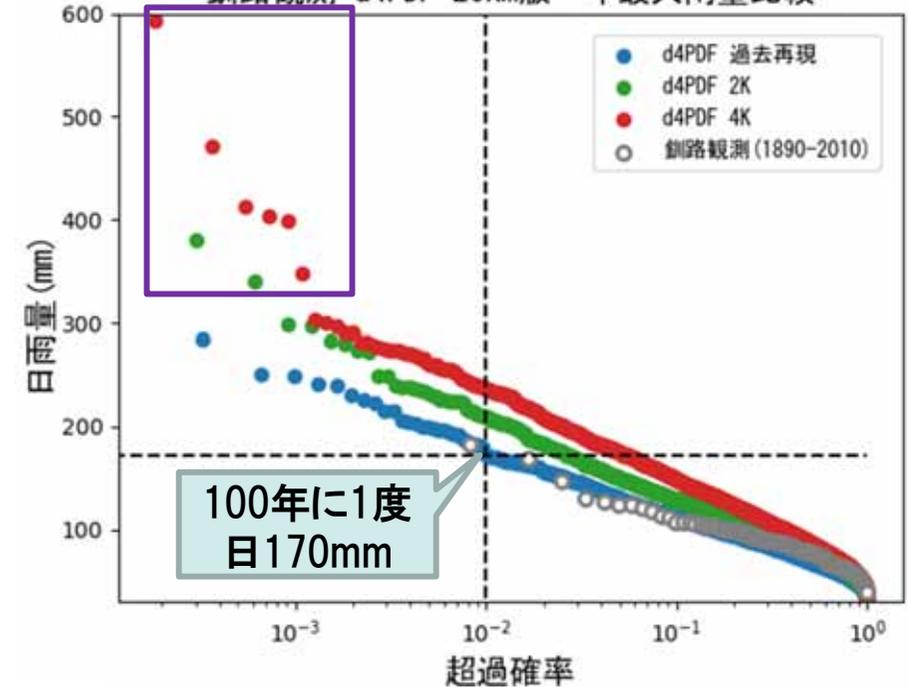
d4PDFのアンサンブル数

	過去実験 HPB	近未来2K	将来4K
対象時点	20世紀末	2040年時点	2090年時点
気候変動	温暖化前	2度昇温	4度昇温
親データ 海面温度	1950-2010 観測データ	CMIP5の 6GCMのSST	CMIP5の 6GCMのSST
メンバー数	50	6GCMx9=54	6GCMx15=90
年数	3050年	3240年	5400年

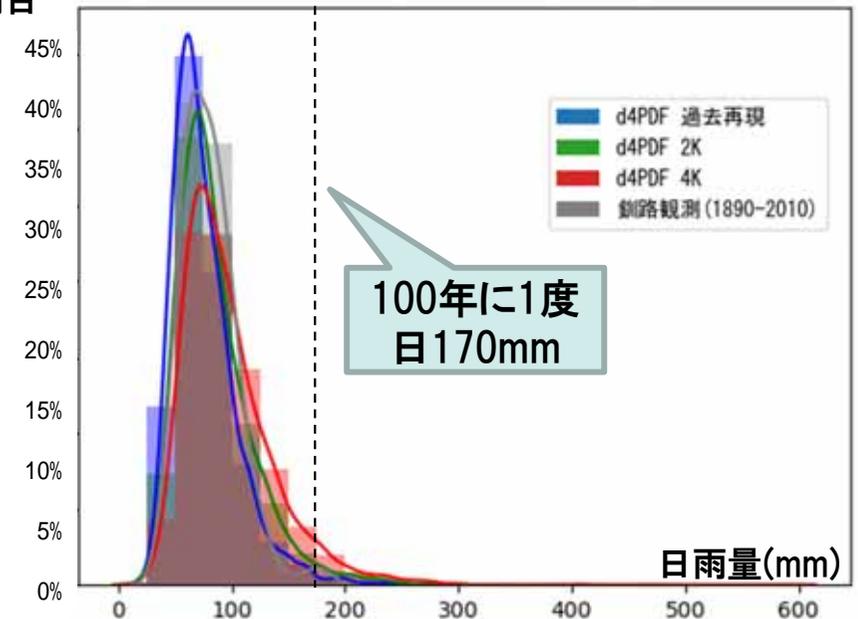
(3) 気候変動の傾向分析 (年最大雨量)

- 年最大雨量を降順にプロットして比較
- 観測値に対して過去再現値は概ね**良好な再現性**がある。
- 数千年間で上位1位2位の希な現象として、これまで北海道では経験したことがない規模の降雨がモデル内で発生している (右図紫枠) ため、**気象現象の変化**が懸念される。
- 同じ発生確率では降雨規模は増大し、同規模の発生頻度は3~5倍程度に増加する。

釧路観測 d4PDF 20km版 年最大雨量比較



割合



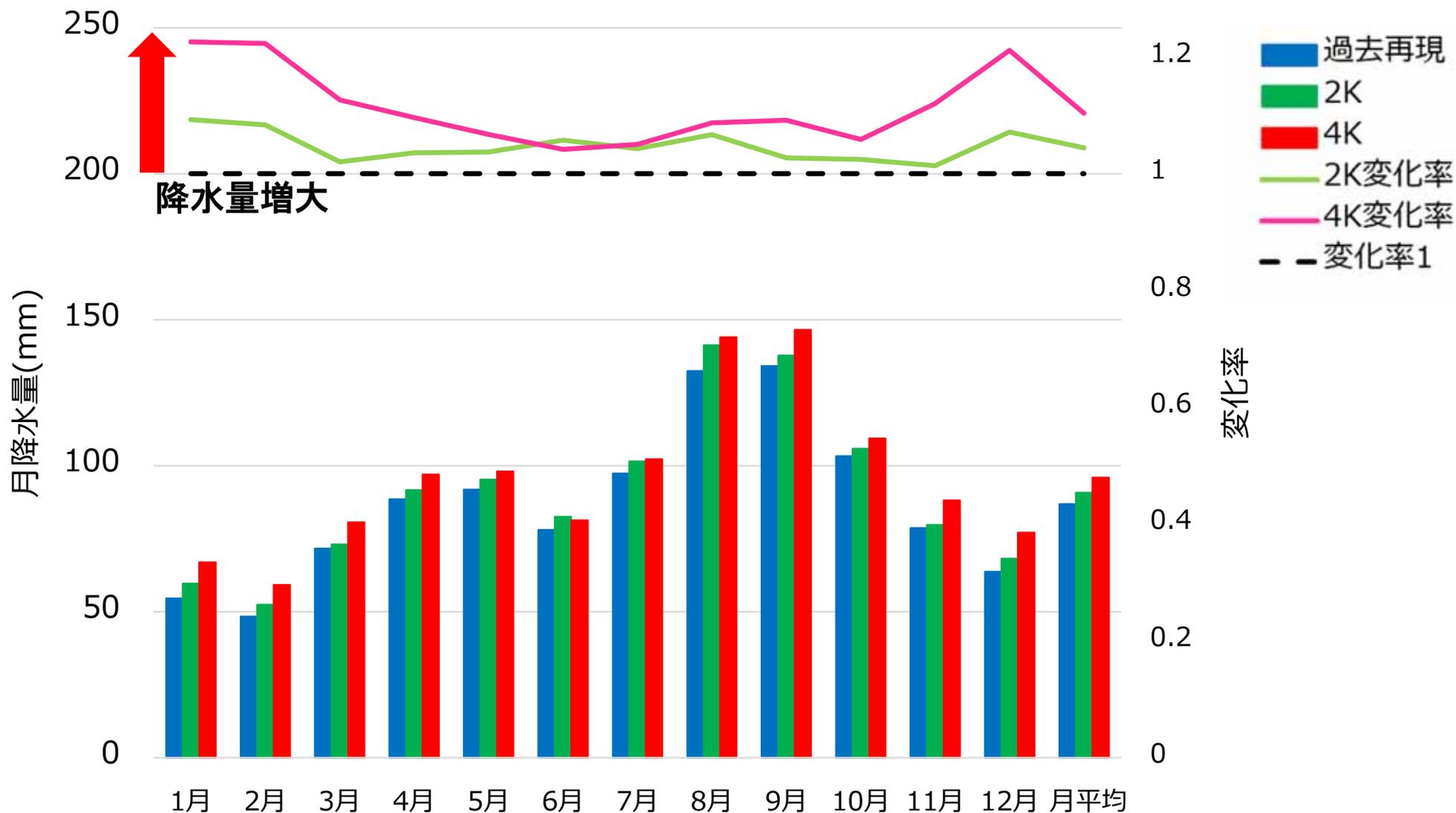
	過去再現	近未来	将来予測
100年に1度の日雨量	170mm	180mm~ 230mm	220mm~ 270mm
同規模の発生頻度		3倍に増加	5倍に増加

3-2. 気候変動予測データの整理

(3) 気候変動の傾向分析 (月降水量)

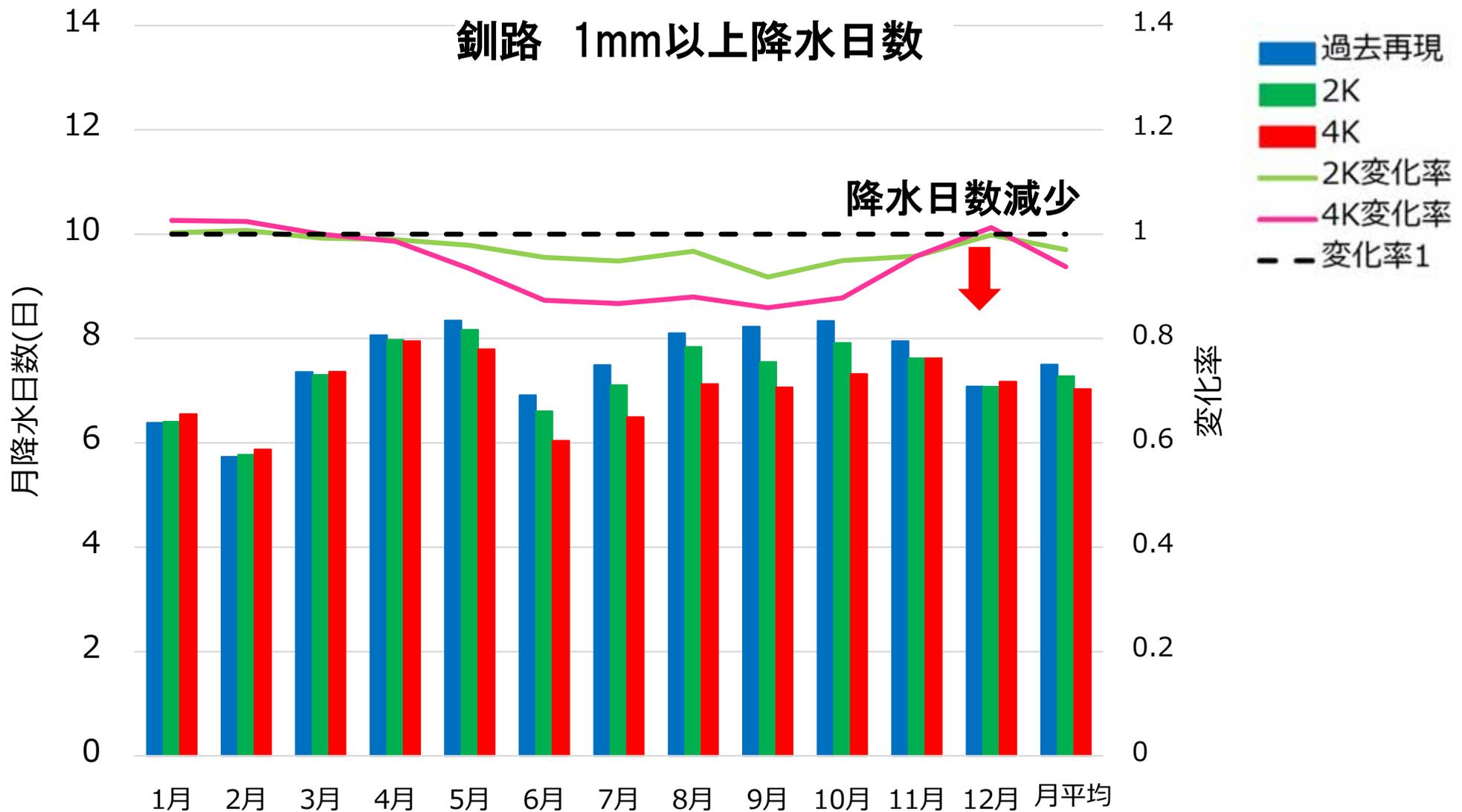
- 2K・4Kともに1年を通して増大する。
- 特に4Kでは冬季を中心に増大する。

釧路 月降水量



(3) 気候変動の傾向分析 (降水日数)

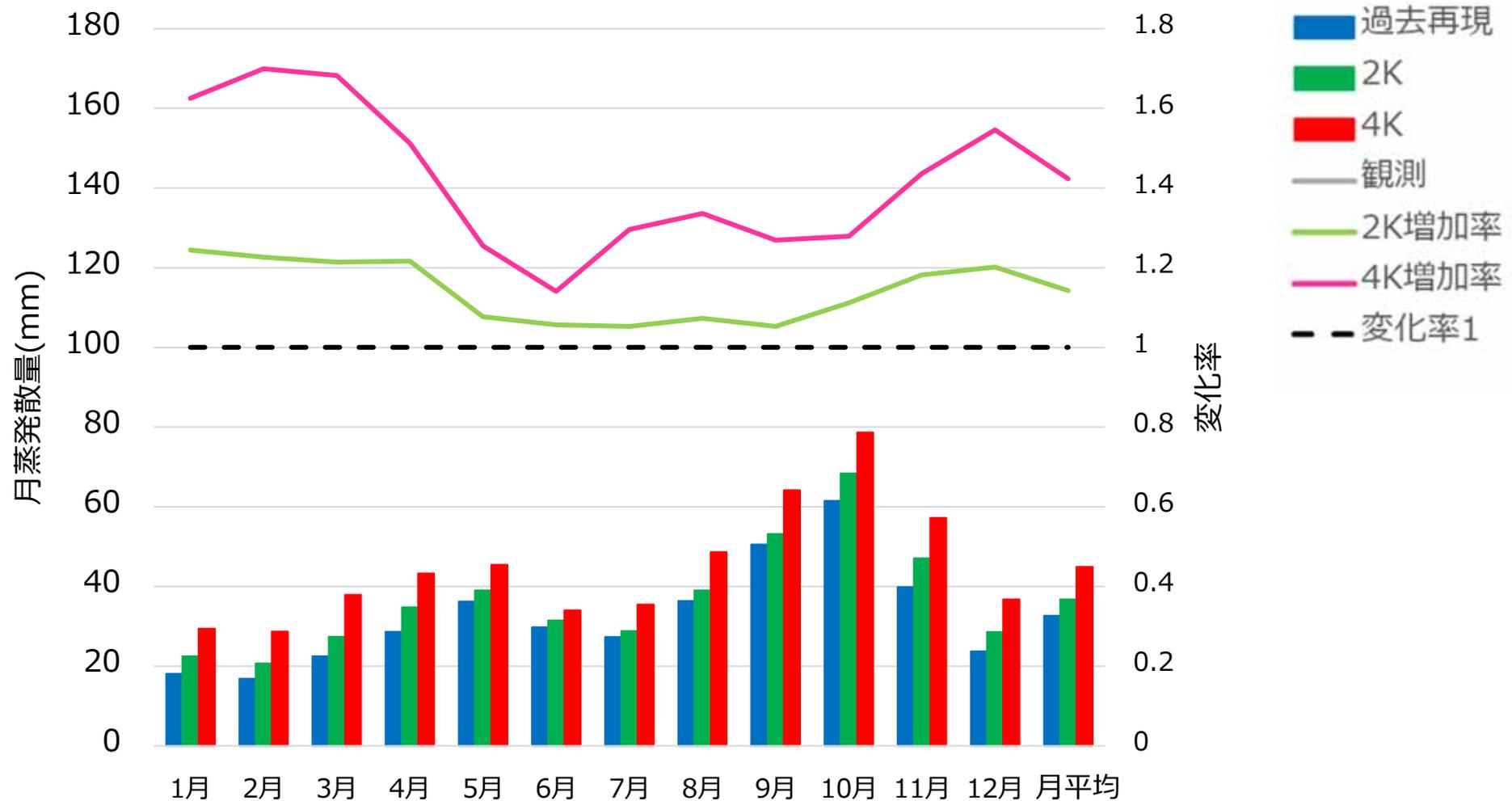
- 1mm以上の降水日数では4Kでは春～秋において10%程度減少する。
→夏季では強い降雨の日にとまって降り、それ以外では降雨日が減少する。
→洪水規模は拡大し、降雨間隔が延びることによる乾燥化も懸念される。



(3) 気候変動の傾向分析 (蒸発散量)

- 2Kでは微増で、4Kは夏季に1.3倍程度に増大。
→昇温幅が大きいことが寄与していると考えられる。
- 蒸発散の増加により、水収支に対する影響が大きいと想定される。

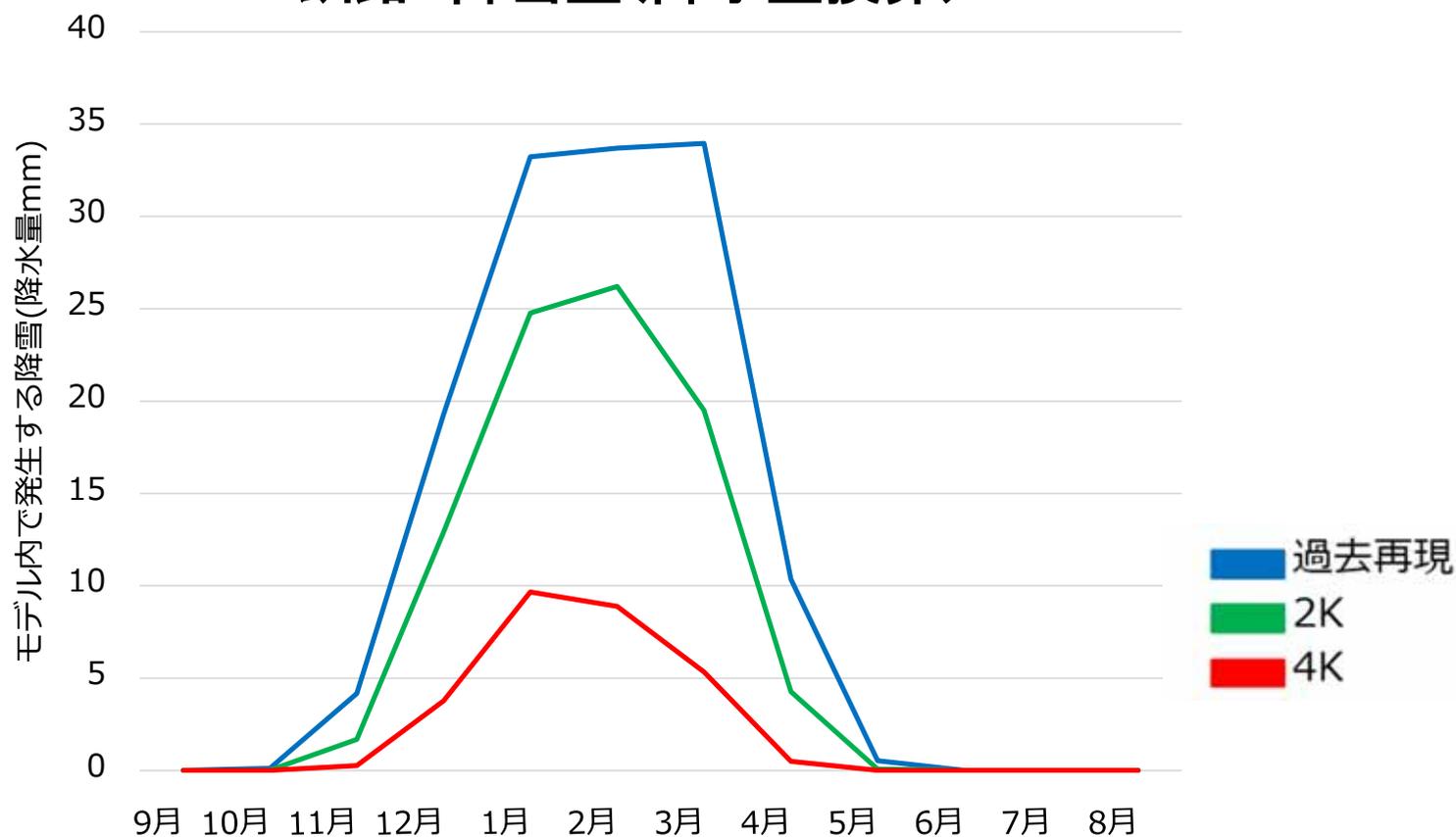
釧路 蒸発散量



3-2. 気候変動予測データの整理 (3) 気候変動の傾向分析 (降雪量)

- 一般的な降雪量ではなく、溶けた状態の体積である降水量で比較を行った。
- 予測モデル内で発生した降水のうちで、気温が低い場合には降雪と判定される。
- 太平洋岸の釧路では4度昇温で大きくモデル内の降雪量が減少する。

釧路 降雪量(降水量換算)



3. 気候変動影響評価検討

3-1. 検討概要

3-2. 気候変動予測データの整理

3-3. 水物質循環モデルによる 影響評価

3-4. 今後の方針

(1) 評価手法

- 負荷量の算定が可能なSWATモデルと、大量アンサンブル情報を用いた流況の算定が可能なタンクモデルの2種類のモデルを用いて、d4PDFデータを入力値とした将来予測を行い、湿原への影響を試算した。

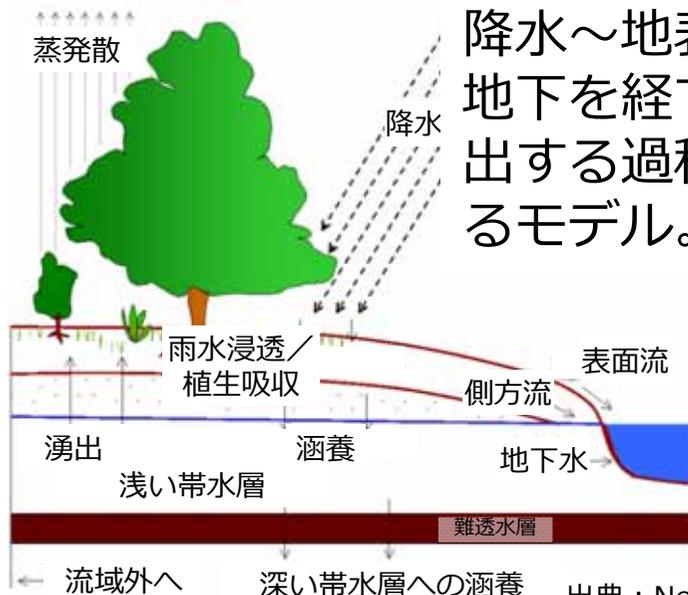
【使用データ】

- 対象データd4PDF20km版を観測データにあわせてバイアス補正したデータ
- 対象時期：過去再現、2K、4K



流域分割と流量算定地点

■ SWATモデル（負荷量の予測）

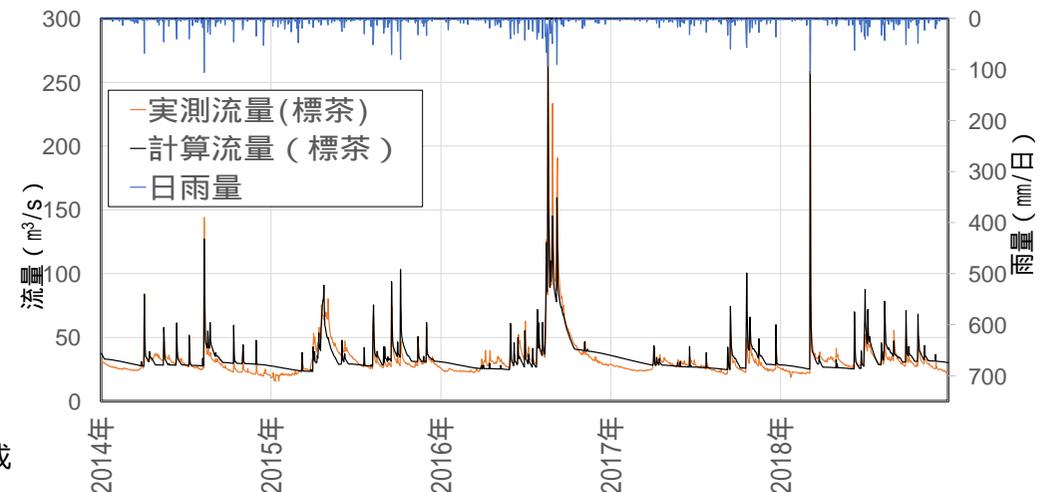


降水～地表・土壌・地下を経て河川に流出する過程を計算するモデル。

出典：Neitsch 2011を基に作成

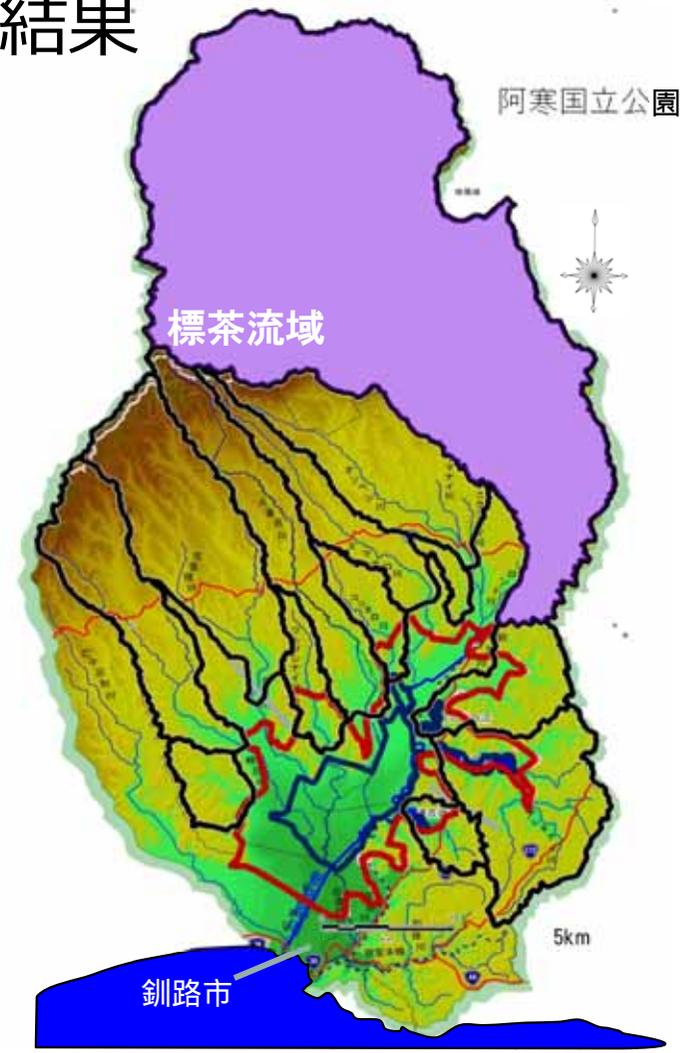
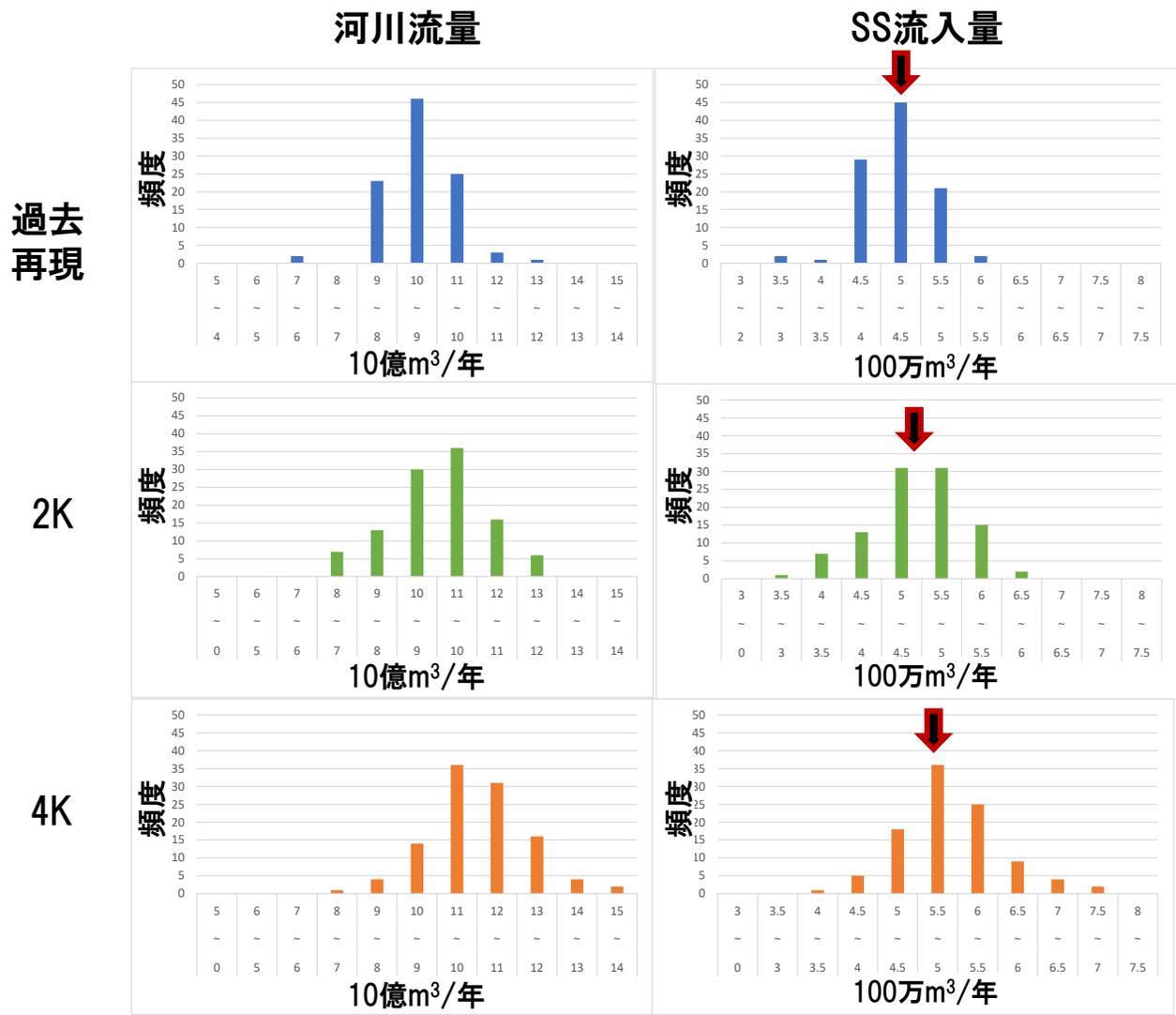
■ タンクモデル（長期流況の予測）

- 2014年～2018年の5カ年の実績データにより再現したタンクモデルを構築し、流況予測を行った。
 釧路川（標茶）における再現計算結果



3-3. 水物質循環モデルによる影響評価 (2) SWATによる物質の動きの予測結果

本川における河川流量、物質流入量の予測結果



【計算条件】

- 対象CMIP5モデル：CC, GF, HA, MI, MP, MR
- 対象年：各モデルで抽出された6年
- 解析ケース
3対象時期×6モデル×6年=108ケース
- 地形、土地利用区分、土壌区分：
釧路湿原水循環解析で利用されたもの

過去再現⇒2K⇒4Kと河川流量、物質流入量とも増大していく。出水規模（極端現象）も増大。

3-3. 水物質循環モデルによる影響評価 (3) タンクモデルによる流況の予測結果

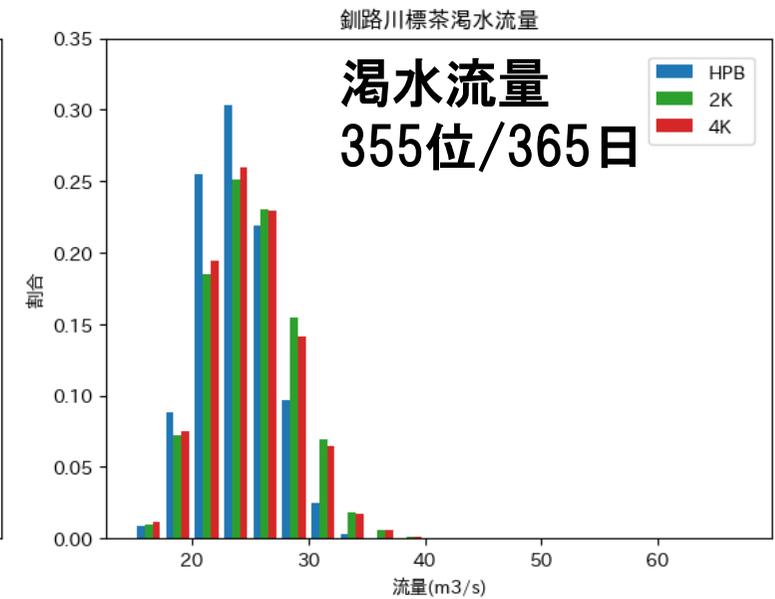
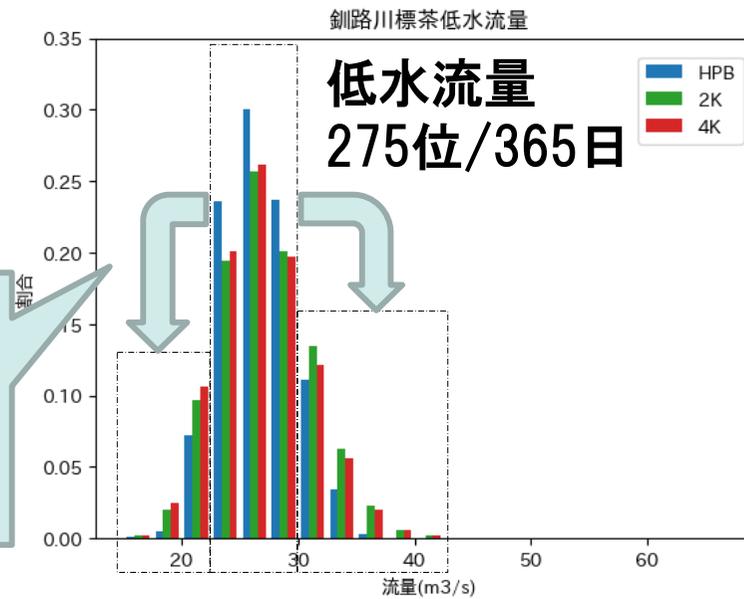
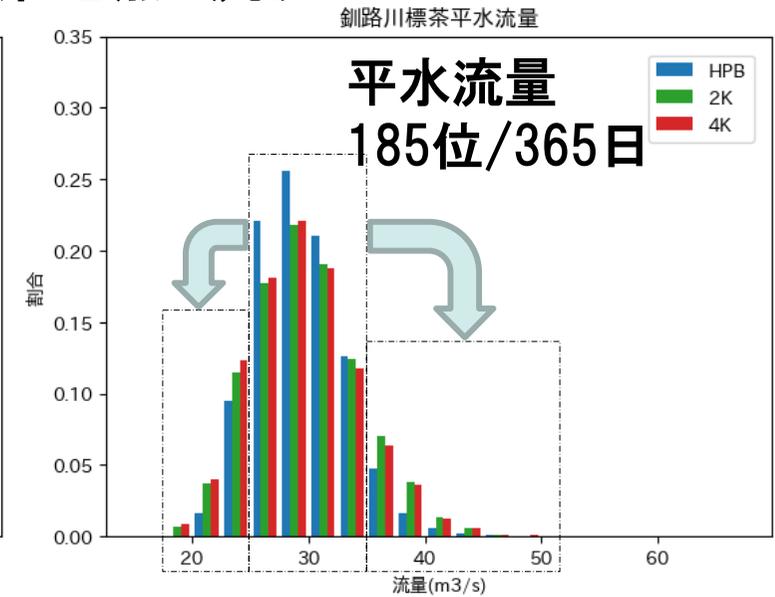
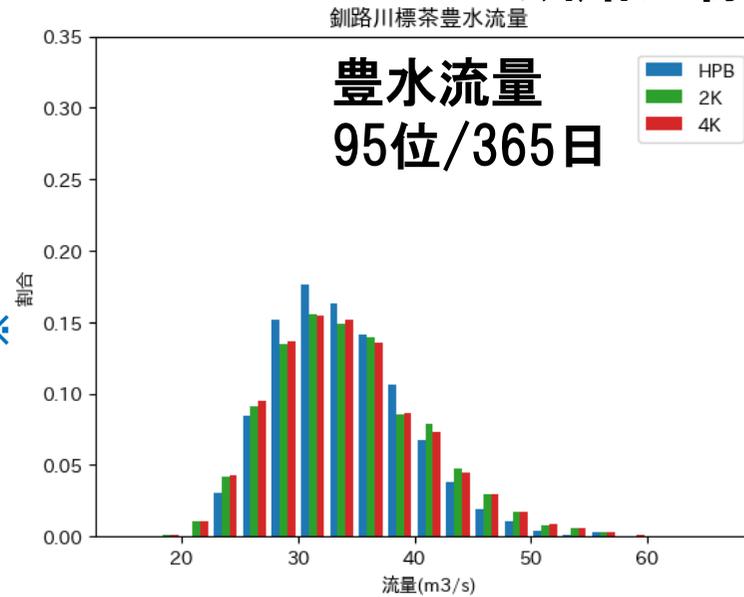
- 基本的に降水量の増大で流量も増大するが、低水流量や平水流量は現状よりも増加・減少の双方へと分布が広がる傾向が見られる。

釧路川標茶地点 流況

■ 入力データ
d4PDF20km版
観測値に合わせて
バイアス補正済み

■ ケース数
HPB:過去再現 1500年※
2K:2度昇温 3240年
4K:4度昇温 5400年

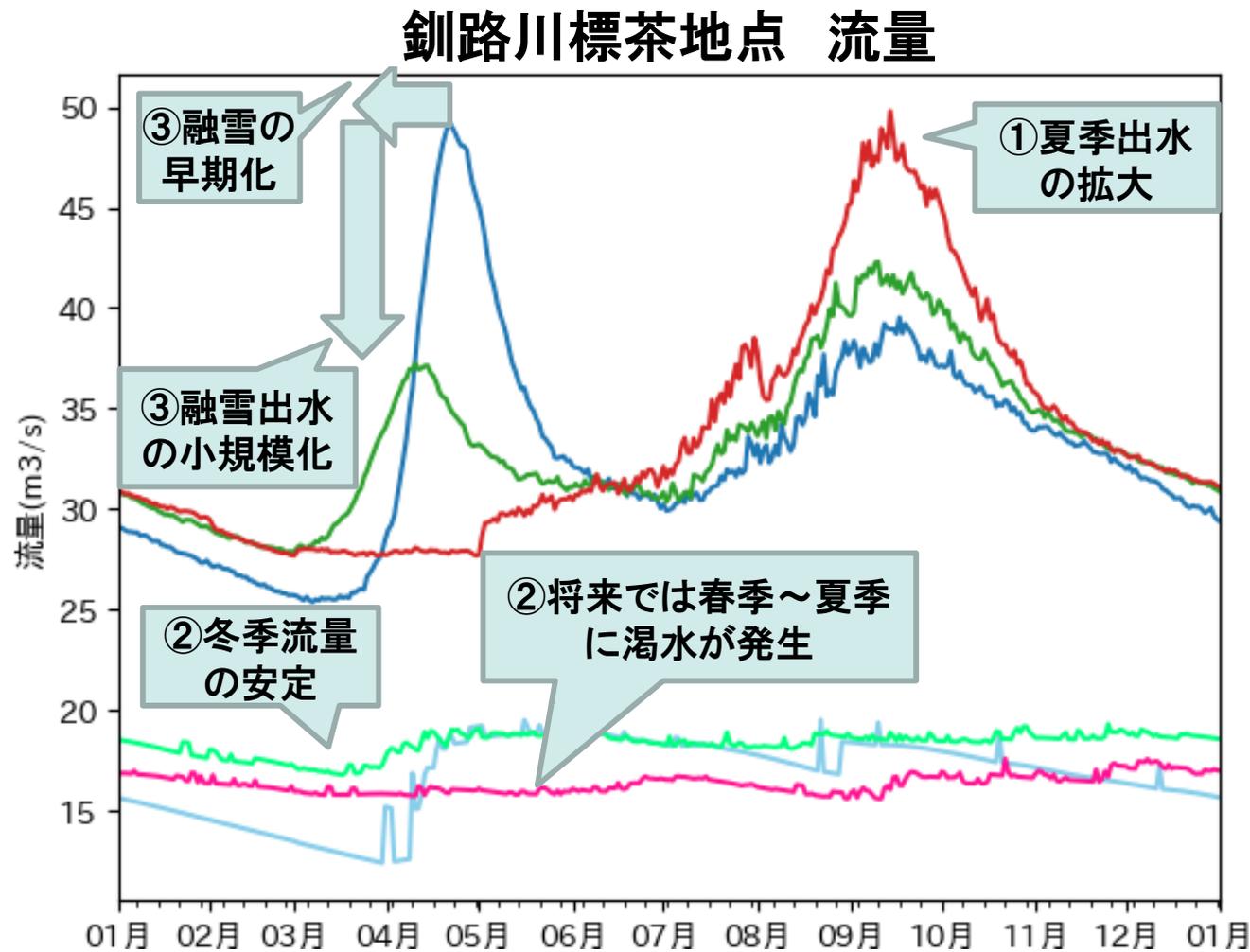
※実際の海水面温度を利用したHPBは、バイアス補正用の観測データにあわせて1981年～2010年のみ取り出して、30年×50アンサンブルの1500年分のデータを入力している。



将来予測では最頻値付近の頻度が下がり、多い場合・少ない場合の頻度が増大

3-3. 水物質循環モデルによる影響評価 (3) タンクモデルによる流況の予測結果

- ① 夏季出水は拡大する。
- ② 最低流量を比較すると冬季は安定するが、春季以降では融雪出水がないため、大きな渇水が発生する可能性がある。
- ③ 気候変動による昇温により降雪量が減少するとともに、融雪時期が前倒しになる。融雪出水の時期も前倒しになり、その規模も小さくなる。



— 過去再現平均
— 過去再現最小
— 2K平均
— 2K最小
— 4K平均
— 4K最小

全ての年の計算結果で、同じ日ごとに平均値等を計算した。

■ 入力データ
d4PDF20km版
観測値に合わせて
バイアス補正済み

■ ケース数

過去再現：1500年

2K：3240年

4K：5400年

(4) まとめ

分類	時期	気候変動予測の傾向	水物質循環への影響	想定される湿原環境への影響
洪水時	夏季	<ul style="list-style-type: none"> 強い雨の頻度が増える 降雨強度の拡大 <p>48頁</p>	<ul style="list-style-type: none"> 洪水時流量の増大 山地からの土砂流出の増大 <p>55頁</p>	<ul style="list-style-type: none"> 土砂堆積の増大による動植物への影響
平常時	通年	(年間降水量は増大する一方) <ul style="list-style-type: none"> 降水日数の減少 連続無降雨期間の拡大 <p>49頁</p> <p>50頁</p>	<ul style="list-style-type: none"> 流況の極端化 大規模渇水の発生 地下水位の低下 <p>56頁</p>	<ul style="list-style-type: none"> 泥炭の生成分解への影響 湿原乾燥化による動植物への影響
		<ul style="list-style-type: none"> 昇温による蒸発散の増大 <p>51頁</p>		
	冬季	<ul style="list-style-type: none"> 昇温による降雪・積雪の減少 <p>52頁</p>	<ul style="list-style-type: none"> 融雪出水の早期化・小規模化 春～夏季の渇水 <p>57頁</p>	

3. 気候変動影響評価検討

3-1. 検討概要

3-2. 気候変動予測データの整理

3-3. 水物質循環モデルによる 影響評価

3-4. 今後の方針

- 大規模出水による影響検討(インパクト～レスポンス)で得られた知見をもとに、気候変動による影響評価検討を引き続き進めていく。
- 具体の対策検討には、支川ごとの予測評価も必要になるので、今後は地形性降雨が反映された高解像度(5km)データの利用も検討していく。
- 水循環小委員会で得られた知見を他の小委員会に積極的に情報提供し、新たな事業展開やモニタリング手法へ反映できるよう連携を図っていく。

