

平成21年3月23日(月) 「第8回水循環小委員会」が開催されました。

開催概要

「第8回水循環小委員会」が平成21年3月23日(月)に釧路地方合同庁舎にて開催され、構成員46名のうち、15名(個人8名、団体3団体、関係行政機関4機関)が出席しました。また、その他一般の方も傍聴されました。

会議の冒頭で、第四期水循環小委員会の委員長の選出が行われ、第三期に引き続き藤間委員が委員長に選任されました。また、藤間委員長の推薦により、井上委員が委員長代理に選任されました。

その後は藤間委員長の進行で議事が進み、「水循環小委員会の目標と検討の進め方」、「水循環検討会の成果報告」、「今後の調査・検討予定」について協議されました。



1 水循環小委員会の目標と検討の進め方

水循環小委員会の目標

『水・物質循環系の再生』のために達成すべき目標

- 目標①：湿原再生のための望ましい(1980年以前の)地下水水位を保全する。
- 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」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。

検討の進め方

平成19年度までの調査・検討から、以下の課題が明らかになった。

- 目標①について：1980年以前の地下水水位データがない。
⇒現況の地下水水位データから過去の状態を推定することは困難である。
- 目標②について：水循環メカニズムが複雑である。
⇒個別の地下水水位データ、河川水位データなどの分析だけでは、流域全体の水循環メカニズムを把握することができない。

これら課題を解決し、目標を達成するためには、**地下水水位シミュレーションの実施が有効と判断された。**

第7回水循環小委員会(H20.1)での議論結果

シミュレーションの実施にあたっては、高度な専門性を要するため、**専門的に検討するワーキングが必要と判断された。**
⇒H20.3シミュレーションについて専門的に検討するワーキングとして、『**水循環検討会**』を設置

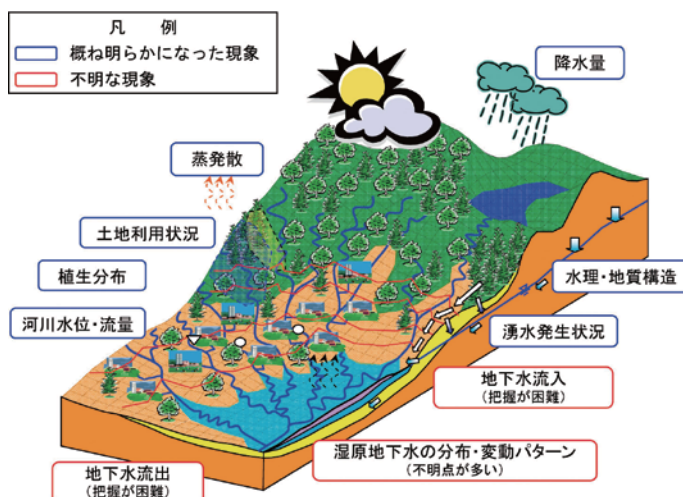
水循環検討会において、**釧路湿原の実際現象の分析とシミュレーションについて議論しているところ。**

地下水水位シミュレーションの目的

釧路川流域の水循環メカニズムを科学的に解明する。

- 1) 湿原水収支の把握
シミュレーションにより、調査・観測では把握が困難な地下水流入量・流出量などの不明量を推定する。
- 2) 目標①について
地下水水位データがない1980年以前の地下水水位の状況をシミュレーションにより推定する。
- 3) 目標②について
現況の地下水分布や変動パターン、河川流量などを再現して、釧路川流域の水循環メカニズムを解明する。

図1.1 水循環小委員会の目標と地下水水位シミュレーションの目的



2 水循環検討会の成果報告

水循環検討会の構成メンバー

表2.1 水循環検討会の構成メンバー（五十音順）

氏名	所属
井上 京 准教授	北海道大学
梅田 安治 名誉教授	北海道大学
藤間 聡 名誉教授	室蘭工業大学
中津川 誠 准教授	室蘭工業大学
中山 恵介 教授	北見工業大学
事務局	釧路開発建設部

各検討会での主な検討テーマ

これまで4回の検討会が開催され、以下について議論されました。

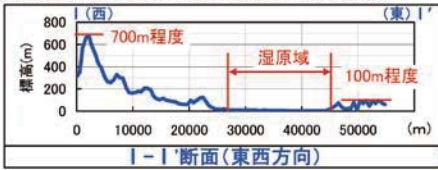
- 第1回 (H20.3.28) 水循環検討会での検討項目について
- 第2回 (H20.11.28) 水循環構成要素の実態整理と地下水位シミュレーションの方向性
- 第3回 (H20.12.22) 浅層地下水の挙動と地下水位シミュレーション手法の検討
- 第4回 (H21.2.12) 釧路川流域モデルの地下水位シミュレーション結果

釧路湿原周辺の地形・地質概要

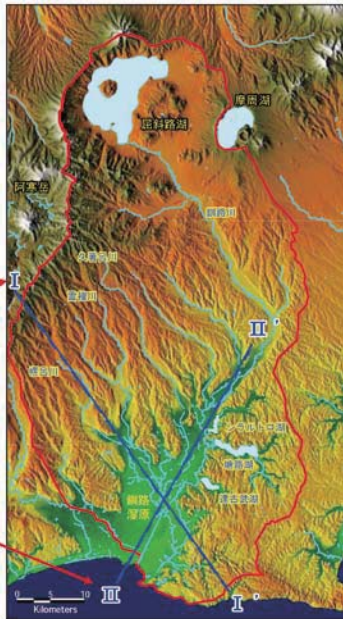
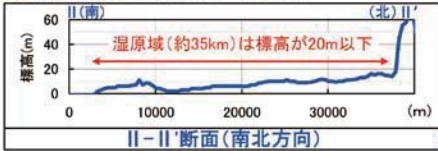
釧路湿原周辺の特徴的な地形

⑤地形形状:

大局的には、西から東に標高が低くなる。



湿原域の標高は20m以下である。



このようなことが話し合われました

- 委員長 ●委員 ●事務局
- 泥炭は水を通じづらいために湿原になったと理解していた。泥炭の下に上部細礫層があり、さらにその下に中部泥層があるという説明であったが、泥炭と上部細礫層に水分が溜まっていると考えて良いのか。泥炭と上部細礫層の水の関係について補足説明をお願いしたい。
- 中部泥層を境界として、その上と下の地層に水頭が異なる地下水が存在している。中部泥層の上にある泥炭層と上部細礫層については、相互に水のやりとりがある。
- 資料2ページでは、地下水の流れが3層に分かれているが、釧路湿原の場合は2層に分かれていると理解して良いのか。
- 資料2ページの図は、一般的なイメージ図である。釧路湿原の地層を分析したところ、最上部層、上部細礫層、中部泥層、下部礫層に区別することができた。資料2ページと釧路湿原の地層を対比すると、最上部層と上部細礫層の地下水が「表層地下水」、下部礫層の地下水が「深層地下水」に区別される。
- 「表層地下水」という表現をはじめて聞いたが、一般的な表現なのか。
- ここでは、泥炭層の地下水を「表層地下水」と表現した。
- 「表層地下水」と表示すると違う水をイメージしてしまうので、注釈を付けた方が良いと思う。
- この部分については、水循環検討会でも議論した。「表層地下水」と表現しているが、表層水と表現しても良いくらいである。湿原の植物が吸い上げているような水をイメージしている。表面で一番動いている水に当たる。泥炭層の地下水が「浅層地下水」に当たり、水の動きは緩やかだと考えられるが、無視できない水である。
- 説明の中で、浅い層の地下水という表現を用いていたが、「浅層地下水」と表現に統一した方が良いと思う。
- 中部泥層が無ければ、下部礫層と上部細礫層の地下水位がほぼ一定になるはずである。しかし、観測データを見ると、下部礫層の地下水位が地表面より高くなっている。このことは、下部礫層の地下水がかなりの圧力を受けていることを意味している。資料では、下部礫層の地下水を「深層地下水」と定義している。地下水位が異なることから、地下水の流れも違うであろうと推測し、「深層地下水」に対して浅い深度の地下水を「浅層地下水」と分けて考えているものである。泥炭層の地下水は、水平方向には流れやすいが、鉛直方向には流れづらいという特性を持っている。表層部については、「表層地下水」より「表層水」と表現した方がより正確な表現だと考えられる。
- 上部細礫層と最上部層の透水性はどの程度異なるのか。
- 資料14ページに透水係数の表を掲載している。透水係数は、最上部層は 1×10^{-4} cm/sec、上部細礫層は 1×10^{-3} cm/sec という違いがある。
- 透水性が一桁違うということであるが、これは計算上の設定だと思う。資料7ページの図で上部細礫層の地下水位が地表面付近に分布している状況を見ると、最上部層と上部細礫層の地下水は一体となって挙動しているのではないかと推測している。
- 最上部層と上部細礫層の地下水は一体になっていると考えて、3次元の地下水位シミュレーションを実施する方針である。
- 最上部層と上部細礫層の間には明確な遮断物が無いため、ピエゾ水頭は同じになる。このため、同じ圧力下で解析を行うことになるが、透水係数が違うので、透水係数の特性を考慮してモデル化を行う考えである。
- サロベツ湿原と釧路湿原では泥炭の性質が異なると考えられるが、橋委員のサロベツ湿原での研究成果を見ると、地表面から深度50cm程度の地下水が被圧しているという結果が示されている。関連する事項としてお知らせしておきたい。
- 最も大事なことは、地層によって地下水を分けて考えるということである。今後、地表に近い浅層地下水を対象として解析を行い、地下水の量・質について検討を行っていくことになる。

海面変化と地形・地質のなりたち

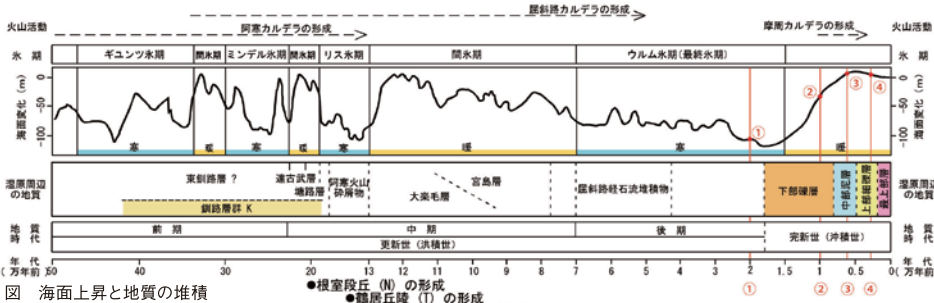


図 海面上昇と地質の堆積

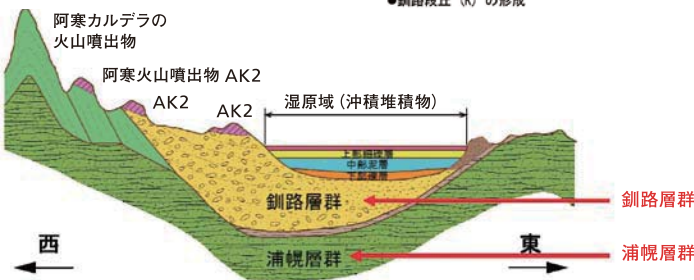
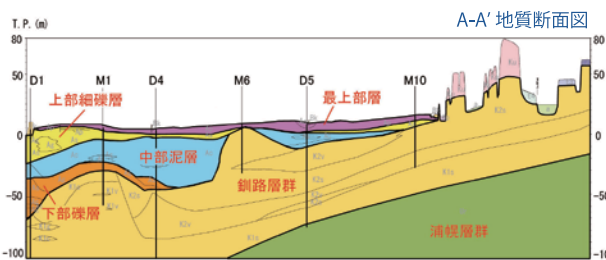


図 湿原東西方向の釧路層群の分布イメージ

沖積層の分布 (地質調査結果)



図 地層地質図

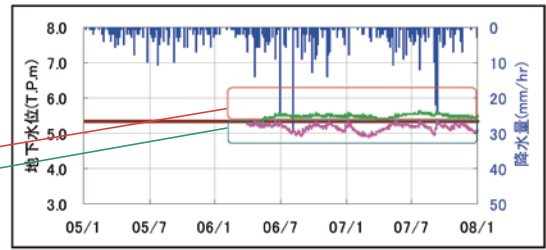
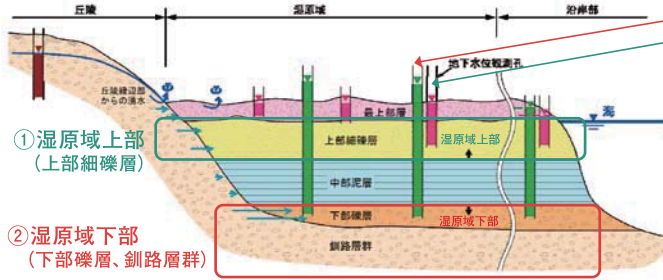


- ①湿原域の地質は、上位より最上部層（泥炭）、上部細礫層（砂質土）、中部泥層（粘性土）、下部礫層（礫質土）、釧路層群（礫、砂、粘土）、浦幌層群（岩盤）と分布している。
- ②難透水性の中部泥層（粘性土）が湿原域に広く分布している。

帯水層と地下水のまとめ

① 湿原域上部

帯水層：中部泥層(粘性土)より上位の上部細礫層(砂質土)
地下水：地表面付近に水位がある



② 湿原域下部

帯水層：中部泥層(粘性土)より下位の下部細礫層(砂質土)、
釧路層群
地下水：地表面より水位が高い

図 湿原域および湿原周辺の水理地質構造の模式断面図

地下水位シミュレーションの目的

- 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。

2つの時代に対するシミュレーション

STEP①

現況再現の地下水位シミュレーション
“現況”の地形や地質、土地利用状況、気象条件などから、地下水位の分布、変動パターンなどをシミュレーションで再現する。

STEP②

過去推定の地下水位シミュレーション
“過去”の地形や地質、土地利用状況、気象条件などから、観測データがない1980年以前の地下水位の状況をシミュレーションにより推定する。

期待される成果

目標②の達成を目指す

- 1) 水循環メカニズムが把握できる。
- 2) 湿原再生のための施策を工学的な知見から検討できるようになる。

目標①の達成を目指す

- 3) 1980年以前の地下水位を推定する。
- 4) 現況と過去の地下水位の状況を比較し、湿原の量的・質的变化について分析する。

このようなことが話し合われました

●委員長 ●委員 ●事務局

- シミュレーション結果で示されている湧水量と地下水流入量は、試行錯誤的に計算されたものか。
- 既往文献を調べると、各地質の透水係数がある範囲で示されている。この範囲内で透水係数を変更し、調和する透水係数を設定していることから、透水係数については試行錯誤的な計算により設定しているということになる。今回のシミュレーションで計算条件として与えているものは、降水量だけである。それ以外のパラメータを文献値等から設定して計算した結果が湧水量と地下水流入量である。
- シミュレーションを実施する場合は、境界条件を設定する必要がある。どのような条件を与えて地下水を流しているのか。地下水流入量は、通常は与条件になるのではない。水収支は、湿原域だけではなく、まずは流域全体を対象に計算すべきではないか。それにより、降水量に対して河川水として流れ出てくる量が明らかになる。その他、一部は蒸発散し、一部は地下に浸透していくことになるが、それらを仮定して計算していくのがシミュレーションの手順になるのではないか。
- 資料で示した水収支の計算結果は、釧路川流域全体を対象として計算した結果である。今回の計算では、湿原域の境界条件は設定していない。流域の分水嶺が境界になるので、境界条件はゼロということになる。
- 計算の再現性のチェックは、河川流量で行ったのか。
- 河川流量で再現性のチェックを行った。
- 河川流量の流入・流出が合うような流域モデルをつくり、湿原境界部から入ってくる河川水、湧水、地下水を算出したという理解で良いか。
- そのとおりである。
- 1980年以前の地下水位シミュレーションを実施した場合、その計算結果の妥当性の検証方法を教えてもらいたい。
- 1980年のデータは観測されていないため、検証することができない。そこで、現在観測されているデータの再現計算を行い、妥当性の検証を行った上で予測計算を行うという手順になる。
- 現状の再現計算を行う際、パラメータを決めてキャリブレーションを行う。次に、そのモデルを用いて、観測データがある別の期間の計算を行い、計算結果と観測データの対比により妥当性の評価を行う。その上で、観測データが無い期間の予測計算を行うことになる。キャリブレーションを行い、妥当性の検証を行った上で予測計算を行うという3段階の手順になる。
- 観測データが無い場合は、そのような手順で行うことになる。1980年の計算結果について、信頼性を数値で示すことはできない。
- 資料16ページのシミュレーション結果を見ると、流入量と流出量のバランスがとれている。うまくバランスがとれた条件があるのか。また、流入・流出のバランスがとれたときのこの地区の水のストック量は、どのように考えれば良いのか。一方、調査・観測結果を見ると、流入量と流出量がアンバランスになっている。また、地下水流入量・流出量が?となっているのに合計の流入量・流出量が示されている意味を教えてください。
- シミュレーション結果の流入量と流出量が同じなのは、流入量と流出量が一致するように計算しているからである。調査・観測結果は、湧水量の一部および地下水流入量・流出量が不明な状態であるが、現在観測されている結果に基づいて推定した流入量・流出量の合計を示したものである。観測結果であるため、流入量・流出量に違いが表れている。

実施手順

1 湿原域の水収支(釧路川流域モデルでのシミュレーション)

釧路川流域の大局的な水循環(地下水流動、涵養)を再現し、湧水量や地下水流入量、地下水流出量などの不明量を計算し、湿原域の水収支を明らかにする。

表2.3.1 湿原域の水収支(2007年)

流入量 (× 10 ³ m ³ /day)	流出量 (× 10 ³ m ³ /day)
降水量	514
河川流入量	4,866
湧水量	6
地下水流入量	?
合計	5,386
	蒸発散量
	137
	河川流出量
	5,457
	地下水流出量
	?
	合計
	5,594



図2.3.3 釧路川流域モデルの計算領域

2 湿原域の地下水位分布と変動パターン(湿原域モデルでのシミュレーション)

釧路川流域モデルで明らかになった河川流量や湧水量、丘陵部の地下水位などを入力条件として与え、湿原内の地下水位分布や変動パターンを再現する。

再現したい地下水位分布の例
観測結果に基づいて作成した地下水位コンターと計算で求めた地下水位コンターを比較する。

再現したい水位変動パターンの例
地表面

⇒湿原域での詳細な地下水流動を把握

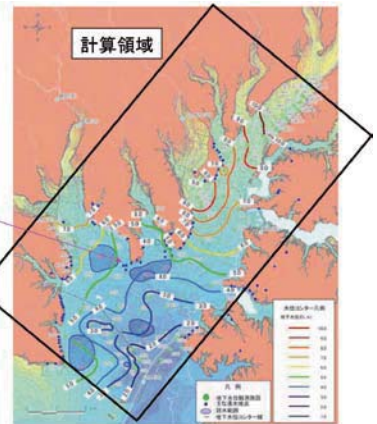


図2.3.4 湿原域モデルの計算領域

3 地下水位シミュレーションの実施手順

STEP① 現況再現の地下水位シミュレーション

STEP①-1 釧路川流域モデル

釧路川流域の大局的な水循環を検討して、湿原域の水収支を求める。

STEP①-2 湿原域モデル

今回紹介するシミュレーション結果
湿原域の地下水位分布、変動パターンを再現する。

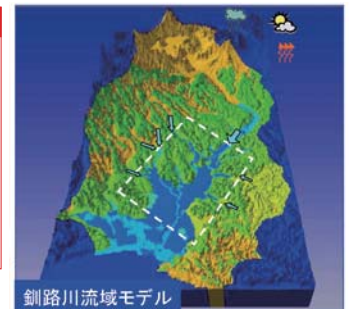
STEP② 過去推定の地下水位シミュレーション

STEP②-1 釧路川流域モデル

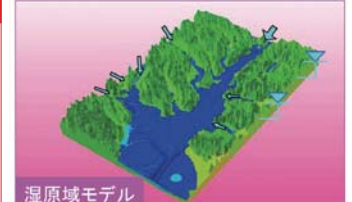
過去の湿原域の水収支を推定する。

STEP②-2 湿原域モデル

過去の湿原域の地下水位分布、変動パターンを推定する。



釧路川流域モデル



湿原域モデル

シミュレーション結果

2.4 釧路川流域モデルの概要と現地再現計算結果

現況再現結果（地表水流れの分布と河川流量の季節変化）

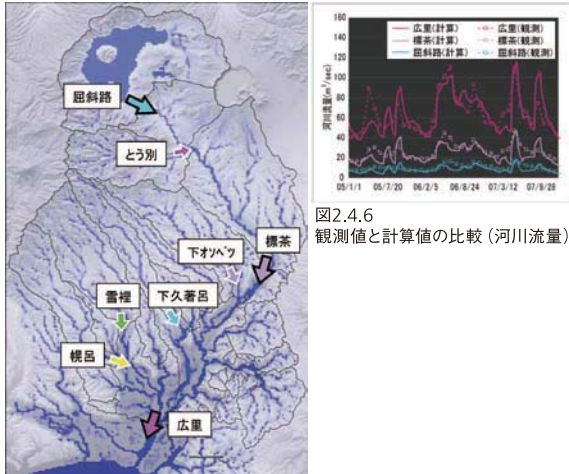


図2.4.6 観測値と計算値の比較（河川流量）

図2.4.5 計算によって得られた地表水の流れ

現況再現結果（湧水分布と湿原域の水収支）

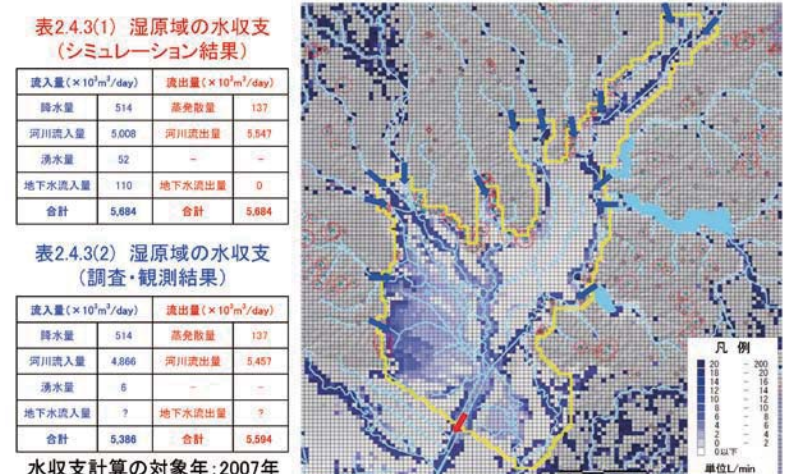


図2.4.7 計算によって得られた河川水、湧水の分布

3 今後の予定

表3.1 今後の調査・検討の予定

平成20年度	<ul style="list-style-type: none"> ①水理地質構造と地下水流動実態の把握 ②地下水位シミュレーション方法の検討 ③現況再現の地下水位シミュレーション（釧路川流域モデル）
次年度以降	<ul style="list-style-type: none"> ①現況再現の地下水位シミュレーション（湿原域モデル） ②過去推定の地下水位シミュレーション ③釧路川流域の水循環メカニズムの推定 ④湿原流入河川における栄養塩類調査 ⑤水循環メカニズムを踏まえた、物質循環メカニズムの検討方針の設定 ⑥釧路川流域の水・物質循環メカニズムの推定

このようなことが話し合われました

●委員長 ●委員 ●事務局

●アンバランスになっていけば、その地区の水量が上下することになる。上下する水量はどの程度だと理解しておけば良いのか。
●理論的には、流入量と流出量は同じになる。しかし、全てを観測することはできないので、調査・観測結果の流入量と流出量は違う値になっている。これに対し、シミュレーションは

理論的に計算しているのだから、流入量と流出量と一致している。シミュレーション結果と調査・観測結果の流入量と流出量がそれぞれ概ね合っている点が評価の対象であり、シミュレーション結果の流入量と流出量が一致していることについてはあまり意味が無いことだと考えている。

●自然界で流入量・流出量のアンバランスが生じると、湿原の地下水位が上下したり、河川水量が増減したりすることになる。資料16ページのシミュレーション結果は、入ってきたものが溜まらずに出て行くこと仮定して湧水量や地下水流入量を推定したものであり、今まで不明であった水量のオーダーを把握する目的で計算した結果である。シミュレーションや調査・観測の結果は、現時点では実現象と結びつけるレベルになっていない。

●資料にハンノキ林拡大前の1977年の植生図が示されている。この時代は、栄養塩は湿原にはあまり入っていないと考えられる。今後、物質循環メカニズムの検討を行う予定になっていたが、その目標も1980年になるのか。

●栄養塩と植生の直接的な因果関係を把握することができれば、栄養塩の拡散状況を推定することで植生変化の原因を推定することが可能になると考えられる。しかし、現時点では栄養塩と植生の直接的な相関関係がはっきりしていないため、今の委員の質問に回答することはできないと思う。

●植生変化まで推定できるか分からない。水のモデルが完成した場合、流域からの負荷の流出状況をモデル化することが可能になると思う。その段階になれば、流域の土地利用状況の変化、点源負荷の増減、河川改修等が釧路湿原の水質環境にどのような影響を与えたのか推定することが可能になると思う。ただし、過去のデータが無い以上、推定結果の信頼性を数値で表すことはできない。

●こうではないか、という仮説をシミュレーションの与条件として計算を行い、その結果と観測データを比較することにより、立てた仮説の検証を行うことができるようになるのではないかと。
●シミュレーションモデルの有効性が証明された場合、水循環小委員会は最も大切な時期に入ることになる。

●地下水流入量は、中部泥層の上部の水のみを対象とした計算結果なのか。

●中部泥層を境界として、その上と下で水のやり取りの無いことが分かったので、上部の水のみを対象にして計算を行った。

●中部泥層が分布していない範囲に降った雨の量は、上と下の層に何らかの割合で配分しているということか。

●湿原を網羅的に調査した結果、ほぼ全域に中部泥層が分布していることが分かった。そのことも考慮し、中部泥層の上部の水のみを対象とした。

●計算領域は流域全域ということだったが、流域全域に中部泥層が分布しているということか。

●流域全域を対象とした計算では、流域に降った全ての水を取り込んで計算を行っている。その点、訂正させていただきたい。

●流域全域であるが、湿原域については、中部泥層の下部の地下水はモデルに入っていないということではないのか。

●流域全域を対象とした計算では、流域に降った全ての水が計算の対象であり、中部泥層の下部の地下水についても、モデルに組み込んで計算を行っている。

●水循環検討会は4回行った。その結果を、1回の小委員会の限られた時間で全て解釈することは困難なことである。疑問点や意見については、小委員会の後でも事務局に問い合わせただき、各委員が本日の説明を深く理解していただければと思う。

第8回水循環小委員会 [出席者名簿 (敬称略、五十音順)] ●小委員長 ○委員長代理

●個人

石川 孝織
[釧路市立博物館]

井上 京 ○
[北海道大学大学院 農学研究院 准教授]

大山 仁美
[環境カウンセラー (事業者部門)]

●個人

岡田 操
木村 勲

高山 末吉

藤間 聡 ●
[室蘭工業大学 工学部 教授]

中山 恵介
[北見工業大学 教授]

●団体

釧路自然保護協会
[釧路市立博物館 学芸主幹 / 針生 勤]

釧路湿原塾
[事務局次長 / 坂野 賀孝]

北海道標茶高等学校
[酒井 一明]

●関係行政機関

国土交通省 北海道開発局
釧路開発建設部 釧路河川事務所
[所長 / 成田 明]

環境省 釧路自然環境事務所
[所長 / 北沢 克巳]

釧路市 環境部環境政策課
[環境部環境政策課長補佐 / 小林 実]

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.kushiro-wetland.jp/>

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・Eメールにて事務局まで御連絡ください。

釧路湿原自然再生協議会 運営事務局

TEL (0154) 23-1353

FAX (0154) 24-6839

[E-mail] info@kushiro-wetland.jp



古紙配合率100%再生紙を使用しています