

3. 地下水位シミュレーションの実施について

3-1. 地下水位シミュレーションの目的

現地調査結果がほとんど無い過去の釧路湿原の地下水位を、シミュレーションを実施して推定する。

【「釧路湿原自然再生全体構想」の目標】

急速な悪化が進む以前の、国際的に価値が認められたラムサール条約登録（1980年）前のような湿原環境を取り戻すこと。

【課題】

釧路湿原の地下水位変動メカニズムは複雑で、目標とする1980年以前の湿原の状態を示す地下水位に関する情報がほとんどない。

【課題解決のための手法（シミュレーションの目的）】

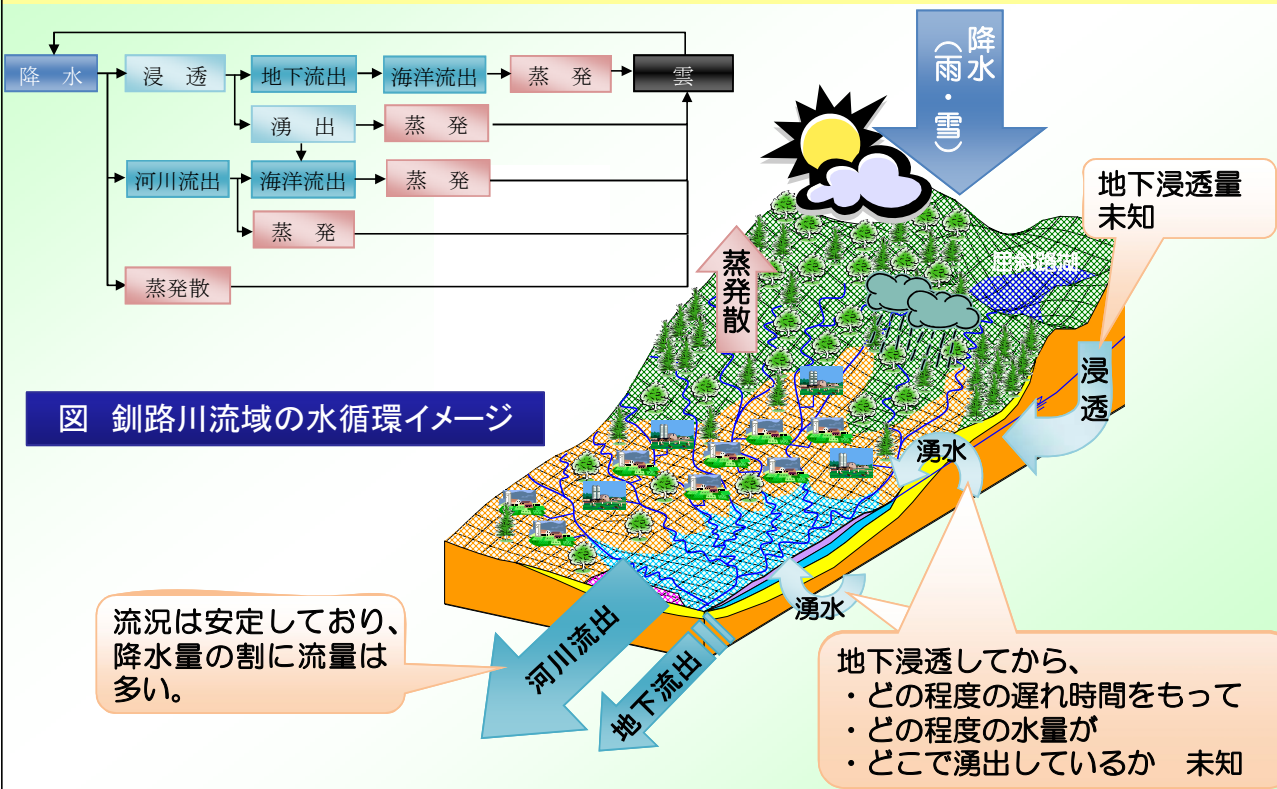
「釧路湿原自然再生全体構想」の目標を達成するために満足すべき地下水位を設定することを目的として、再現検証を行ったシミュレーションモデルを用いて湿原保全のための望ましい（1980年以前の）地下水位を推定する。

【結果の利用】

- ・ 1980年以前の湿原の地下水位の推定
- ・ 流域の水・物質循環メカニズムを踏まえた湿原保全のための施策の立案

3-2. 地下水位シミュレーションの必要性

流域の水循環メカニズムは複雑で、循環の過程の各水量（地下浸透量、河川流出量、湧水量など）を把握することは難しい。⇒シミュレーションにより推定することが必要



3-2-1. 地下水位分布・変動の要因 (1/2)

釧路湿原の地形・地質は複雑で、湿原の地下水位は降水量、河川水位・流量だけでは決まらない。地形、水理地質構造および気象・水文データを総合的に検討することが必要である。

■ 流域や湿原内の地形が単純で地質が均質である場合 (CASE1)

同様の地形の場所では、地下水位分布およびその変動は類似し、次のようになると考えられる。

- ・ 地下水位分布は、流域への水の供給量(降水量)および流域内の涵養量でほぼ決まる。
- ・ 地下水位と地表面の位置関係は、低平地では場所による大きな変化がない。
- ・ 地下水位の変動量および変動波形は、降水量でほぼ決まる。



地形・地質の違いにより、地下水位の分布や変動が異なる。

■ 流域や湿原内の地形・地質が複雑な場合 (CASE2) → 釧路湿原の場合

地下水位分布およびその変動は、場所により異なり、地形勾配がほとんど変化しない湿原内においても様々で、次のようになる。

湿原内での湧水、局所的な難透水層および複雑な旧河道などの影響により、

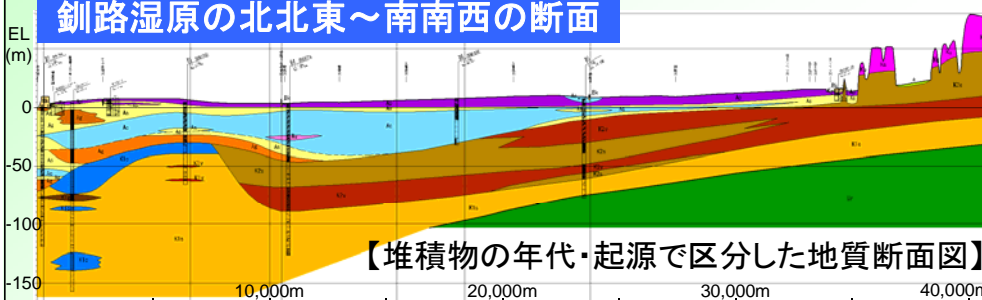
- ・ 地下水位分布
- ・ 地下水位と地表面の位置関係
- ・ 地下水位の変動量および変動波形

は、降水量や河川水位・流量だけでは決まらない。

3-2-1. 地下水位分布・変動の要因 (2/2)

釧路湿原の地形・地質は複雑である(下図)。このため、流域の地形、水理地質構造および気象・水文データを総合的に検討することが必要である。

釧路湿原の北北東～南南西の断面



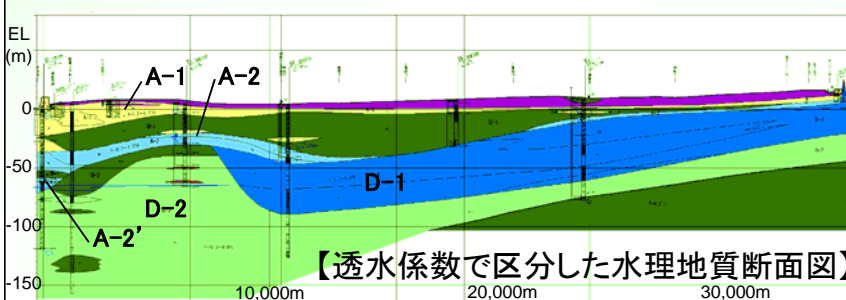
【地質凡例】

盛土・埋土	Bk	粘土・砂・礫
現河床堆積物	a	粘土・砂・礫
湿原堆積物	Ap	有機質土・泥炭
	Av	火山灰
	Ac	シルト・粘土
	As	砂
段丘堆積物t1～t4	At	砂礫
	t1	粘土・砂・礫
	t2	粘土・砂・礫
	t3	粘土・砂・礫
釧路路	Ku	火山灰および火砕流堆積物
大楽毛層	On	砂・細礫
塘路層上部	Os	凝灰質細礫・砂
	K2a	細礫・砂
	K2b	軽石質細礫・砂
塘路層下部	K1b	有機質土・泥炭
	K1v	火山灰
	K1c	シルト・粘土
東釧路層	Os	砂
	K1a	砂礫
浦幌層群	Ur	礫岩・砂岩・泥岩・石灰

【堆積物の年代・起源で区分した地質断面図】

南南西・太平洋側←

→標茶側・北北東



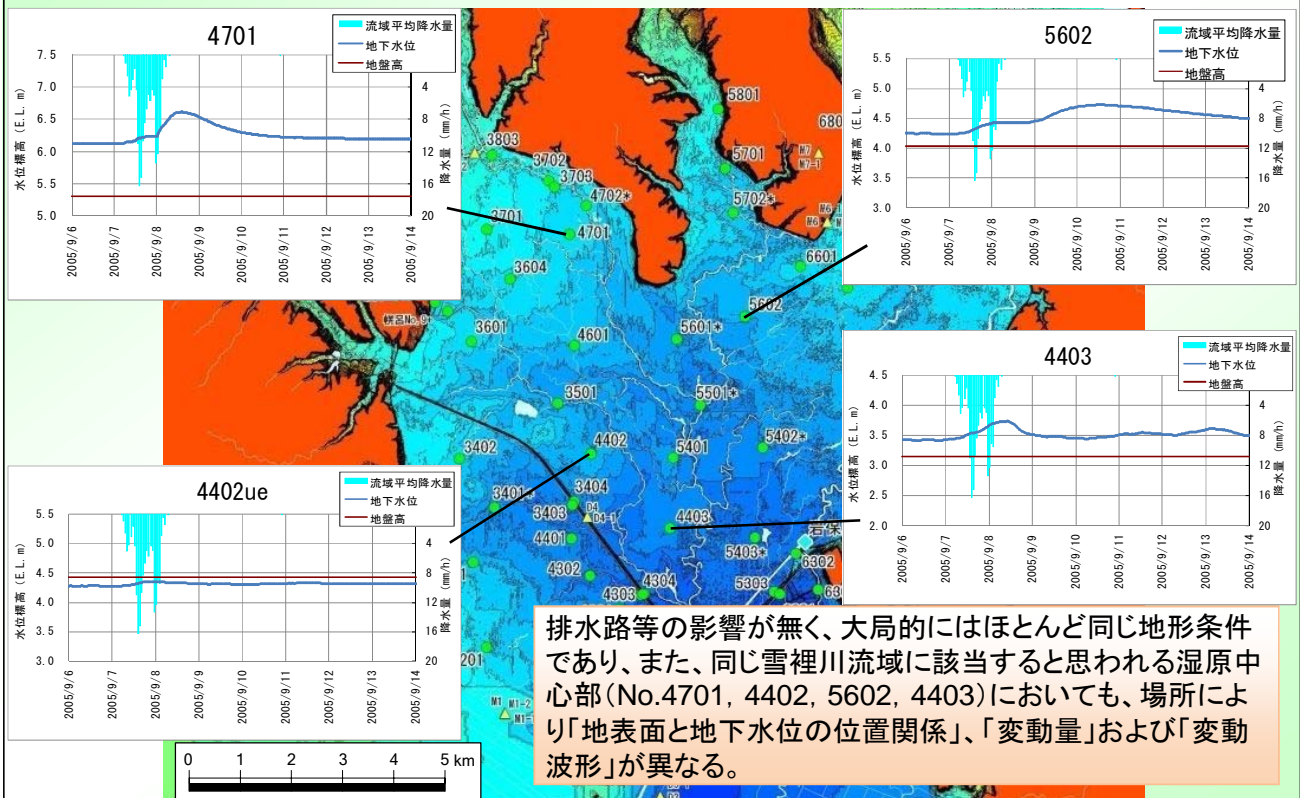
【水理地質凡例】

記号	透水係数 (cm/sec)	地質区分
A-1	$1.0 \times 10^{-3} \sim 10^{-5}$	沖積層
A-2,2'	1.0×10^{-3} 以上	
D-1	1.0×10^{-3} 以上	洪積層
D-2	$1.0 \times 10^{-3} \sim 10^{-5}$	
U-1,2,3	1.0×10^{-5} 未満	沖積・洪積層

【透水係数で区分した水理地質断面図】

3-2-2. 地下水位の変動特性 (1/2)

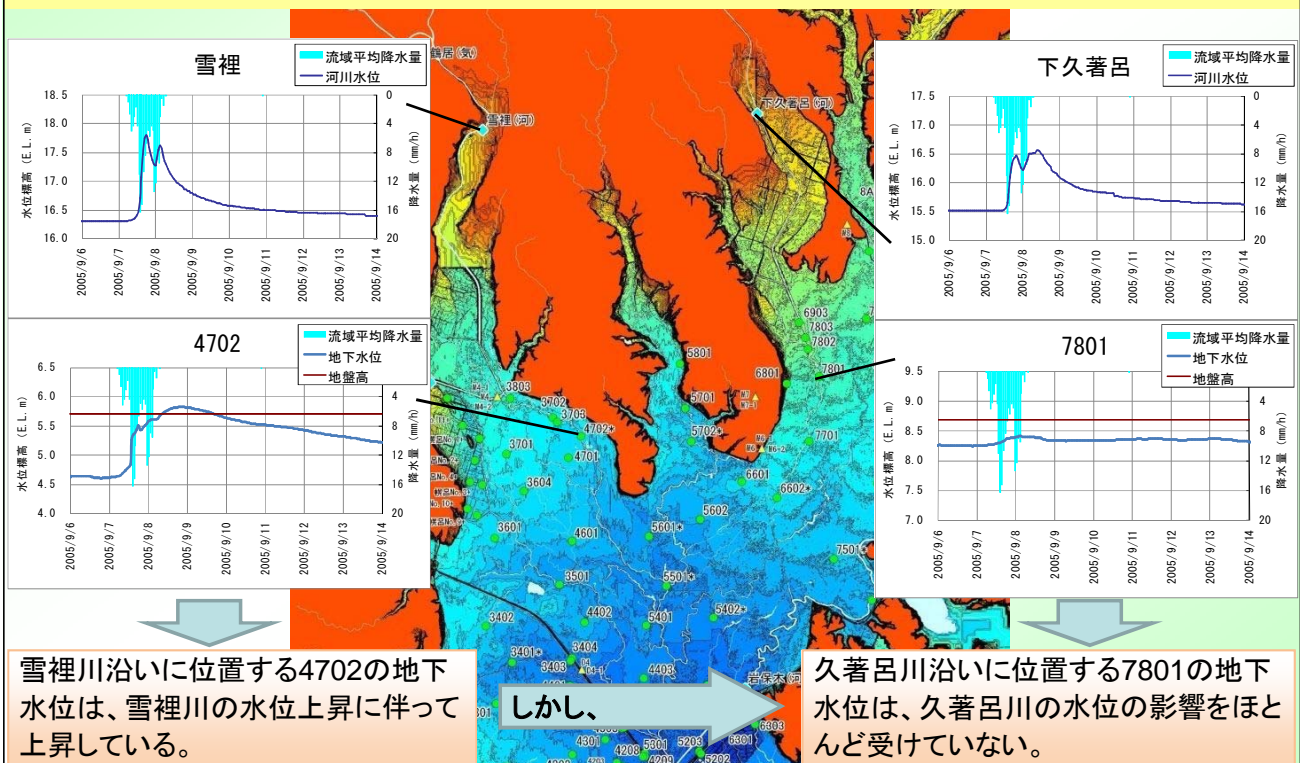
排水路等の影響が無く、大局的にはほとんど同じ地形条件の湿原中心部においても、場所により地下水位の変動状況が異なる。⇒微地形および水理地質構造を考慮したシミュレーションにより推定することが必要。



3-2-2. 地下水位の変動特性 (2/2)

釧路湿原の地下水位は、河川水位に連動する場合(例: 雪裡川の水位と4702の地下水位)と、河川水位がほとんど影響しない場合(例: 久著呂川の水位と7801の地下水位)がある。

⇒水理地質構造および流出機構を考慮したシミュレーションにより推定することが必要。



3-3. シミュレーションで考慮する事項

降水量、蒸発散量の設定																												
○降水量観測結果(10箇所)	◆																											
○降水量、気温、日照時間観測結果(5箇所)	◆																											
地表面形状の設定																												
【地形デジタルデータ】																												
○湿原域:2メートルメッシュデータ	◇																											
○丘陵部:10メートルメッシュデータ	◇																											
地層区分、各地層の透水係数の設定		<table border="1"> <tr> <th colspan="2">凡例</th> </tr> <tr> <td>●</td> <td>地下水位計・地盤変位計設置地点</td> </tr> <tr> <td>○</td> <td>地下水位計設置地点</td> </tr> <tr> <td>●</td> <td>河川水位・濁度計設置地点</td> </tr> <tr> <td>◆</td> <td>ボーリング調査地点</td> </tr> <tr> <td>◇</td> <td>地下水流動調査地点</td> </tr> <tr> <td>◇</td> <td>粒度試験・岩質系統区分</td> </tr> <tr> <td>■</td> <td>水位・流量観測所</td> </tr> <tr> <td>◆</td> <td>気象観測所(気象庁)</td> </tr> <tr> <td>◇</td> <td>雨量観測所(北海道開発局)</td> </tr> <tr> <td>▲</td> <td>流砂量調査地点</td> </tr> <tr> <td>◇</td> <td>地形10mメッシュデータ取得範囲</td> </tr> <tr> <td>◇</td> <td>地形2mメッシュデータ取得範囲</td> </tr> </table>	凡例		●	地下水位計・地盤変位計設置地点	○	地下水位計設置地点	●	河川水位・濁度計設置地点	◆	ボーリング調査地点	◇	地下水流動調査地点	◇	粒度試験・岩質系統区分	■	水位・流量観測所	◆	気象観測所(気象庁)	◇	雨量観測所(北海道開発局)	▲	流砂量調査地点	◇	地形10mメッシュデータ取得範囲	◇	地形2mメッシュデータ取得範囲
凡例																												
●	地下水位計・地盤変位計設置地点																											
○	地下水位計設置地点																											
●	河川水位・濁度計設置地点																											
◆	ボーリング調査地点																											
◇	地下水流動調査地点																											
◇	粒度試験・岩質系統区分																											
■	水位・流量観測所																											
◆	気象観測所(気象庁)																											
◇	雨量観測所(北海道開発局)																											
▲	流砂量調査地点																											
◇	地形10mメッシュデータ取得範囲																											
◇	地形2mメッシュデータ取得範囲																											
○ボーリング調査結果(透水試験含む)	◆																											
○粒度試験、地質層序区分結果	◇																											
境界条件、再現検証データの設定																												
○河川水位観測結果(26箇所)	●																											
○河川水位・流量観測結果(14箇所)	■																											
○地下水流動量調査結果(3箇所)	◇																											
再現検証データの設定																												
○地下水位観測結果(127箇所)	●																											

釧路湿原周辺の調査地点位置図(調査地点の代表例)

3-4. 地下水位シミュレーションの実施方針

3-4-1. シミュレーション実施の流れ(1/2)

土砂流入対策のモデル流域となっており、発展的に物質循環の検討を行うことが可能で、かつ、データの蓄積が図られている「久著呂川流域」をモデル流域として選定し、3次元地下水位シミュレーションを行う。

【地下水位シミュレーションの目的】

湿原保全のための望ましい(1980年以前の)地下水位を推定する。

【目的を達成するための実施方針】

上流域からの流出機構を組み込んだモデルを用いて水循環メカニズムを把握し、過去(1980年以前)や将来(施策実施後)の地下水位を推定する。

【地下水位シミュレーションの実施方針】

久著呂川流域をモデル流域として選定し、3次元地下水位シミュレーションを行なう。

【久著呂川流域をモデル流域とする理由】

- ・久著呂川は流入支川が少なく、流出形態が比較的単純である。
- ・土砂流入対策のモデル流域となっており、発展的に物質循環の検討を行うことが可能。

- ・久著呂川流域をモデル流域として想定し、データを蓄積してきた。

【3次元地下水位シミュレーションの必要性】

- ・湿原は高水位期に冠水するため、地表水の流れを適切に扱う必要がある。
- ・水理地質構造が複雑であるため、地下水の流れを3次的に扱う必要がある。
- ・湧水があり、地表水と地下水の流れを一緒に扱う必要がある。

3-4-1. シミュレーションの実施の流れ (2/2)

土砂流入対策のモデル流域となっており、発展的に物質循環の検討を行うことが可能で、かつ、データの蓄積が図られている「久著呂川流域」をモデル流域として選定し、3次元地下水位シミュレーションを行う。



① 釧路川流域全体の地下水シミュレーションモデル

- ・釧路川流域の水循環メカニズムの検討とモデル化
- ・釧路川流域の水収支の推定
- ・「湿原再生のための望ましい地下水位を保全する」ための各種施策の検討

② 湿原の地下水と地表水に着目した地下水位シミュレーションモデル

- ・湿原内の水循環メカニズムの検討とモデル化
- ・湿原内の地下水と地表水の変動状況の推定
- ・「湿原再生のための望ましい地下水位を保全する」ための各種施策の検討

平成19年度

③ 小流域の地下水位シミュレーションモデル

- ・小流域の水循環メカニズムの検討とモデル化
- ・小流域の水収支の推定
- ・流域単位でシミュレーションを行うことの長所と短所の抽出、H20年度以降の調査・検討計画の立案

図 釧路川流域全体の地下水位(水循環)シミュレーションモデルの作成に向けた検討の流れ

3-4-2. シミュレーションの要件

「地表水の流れを適切に」、「地下水の流れを3次的に」、「地表水の流れと地下水の流れを一緒に」扱うことができる手法を選定する必要がある。

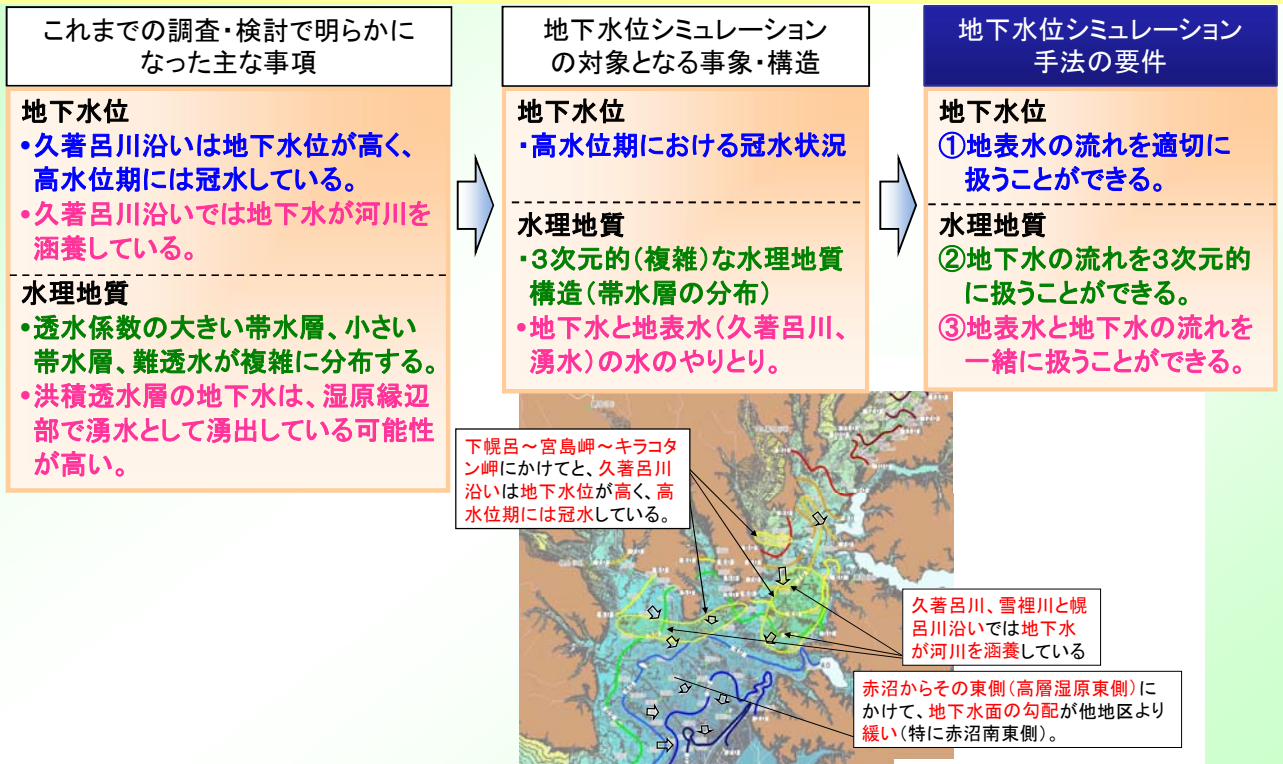


図 2004年の年平均地下水位分布(第6回水循環小委員会資料より)

3-4-3. 水循環小委員会「勉強会」の成果概要(1/3)

水循環小委員会で行った過去3回の「勉強会」の成果を踏まえて地下水位シミュレーションを実施する。

第1回勉強会（平成17年1月26日（第3回水循環小委員会））

講師：中津川委員／テーマ：釧路湿原の水循環について

講演内容の概要	委員からの意見
<p>【水循環解析について】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>河川流況は安定し、地下水流出が7～8割</u>を占めている。 ・ 河川水位・流量の長期的な低下傾向は認められない。 ・ <u>湿原の有効降水量は約830mm/年</u>で、このうち<u>約9割が地下水へ涵養</u>されている。 <hr/> <p>【地下水解析について】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>湿原中心付近では地下水位が比較的安定</u>している。 ・ <u>右岸堤南側（堤内側）は地盤高と地下水位の差が小さく、地下水位の変動幅は大きい。</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 下層と上層の地下水は不連続だと考えた方がいい。泥炭地の植生を議論する場合、地下水位が問題となるが、下層の地下水と一緒に考えると混乱が起きる。 ・ ハンノキの生理学的特徴を調査している人に地下水位の変動とハンノキの成長の関係を実験などで確認してもらいたい。 ・ ハンノキがヨシの藁の中で芽吹くことはない。ほとんどの場合は、古い自然堤防の中にあったものが生育条件の向上により大きくなっていると解釈している。

3-4-3. 水循環小委員会「勉強会」の成果概要(2/3)

水循環小委員会で行った過去3回の「勉強会」の成果を踏まえて地下水位シミュレーションを実施する。

第2回勉強会（平成17年6月2日（第4回水循環小委員会））

講師：梅田委員／テーマ：泥炭地の地下水-釧路泥炭地にみる

講演内容の概要
<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>水位より低いところで植物が堆積したものが低位泥炭、水位より高いところでミズゴケなどが堆積したものが高位泥炭である。低位と高位の移り変わりの泥炭を中間泥炭と呼んでいる。</u> ・ 日本では、構成植物で泥炭を分類しており、ヨシやスゲでできたものを低位泥炭、ミズゴケなどでできたものを高位泥炭としている。 ・ 河川の下流部では泥が頻繁に流入し、それが栄養になって植物が盛んに生えてくる。<u>仮に泥の流入が無ければ植物の生育が不十分となり、泥炭の堆積はなかっただろう</u>と考えられる。 ・ <u>釧路湿原は田越灌漑水田のような構造</u>になっている。<u>構造は非常に複雑</u>で、工学で習う地下水の流れとは違った見方をする必要がある。 ・ 植物を対象に考えるのであれば、<u>地下水位が1～2cm異なり、どのように変動するかでそこに適応する植物の種類は変わる。</u> ・ <u>一度泥炭を排水してしまうと性質を変えてしまうことになるので、泥炭の排水は慎重に行う必要がある。</u>

3-4-3. 水循環小委員会「勉強会」の成果概要(3/3)

水循環小委員会で行った過去3回の「勉強会」の成果を踏まえて地下水位シミュレーションを実施する。

第3回勉強会（平成17年11月2日（第5回水循環小委員会））

講師：許成基氏／テーマ：釧路湿原周辺の地質と地下水

講演内容の概要	委員からの意見
<ul style="list-style-type: none">・ <u>水収支を把握する目的は、湿原誕生～消滅までの各段階において水が果たす役割の量的な実態を明確にすること</u>である。・ 地下水は帯水層の中に入っている。帯水層の下には不透水性の基盤があり、<u>釧路湿原の場合は根室層群や浦幌層群がこの基盤に該当する。</u>・ <u>根室層群の上に釧路層群が分布</u>している。<u>釧路層群は、良好な帯水層</u>である。・ 釧路湿原周辺では、<u>樽前c火山灰などの降下年代が分っている火山灰が複数分布</u>している。<u>これら火山灰を追跡</u>することで、<u>その上下に分布する地層の年代も分かる。</u>・ 地質調査に加えて、湧水の量、水温、pH、電気伝導度の調査を行った。電気伝導度が上流で高く下流で低いのは、上流では肥料散布の影響を受け、下流に行くにしたがってきれいな水に希釈されたものと考えている。	<ul style="list-style-type: none">・ 温根内周辺や広里の方は、深部の地下水に塩分が多く含まれている。・ 塩分濃度分布とハンノキ分布はある程度関連しているという説もあるので、塩分濃度の高い地下水の供給形態は重要な情報になると考えている。・ サロベツでは、地下60m程度の地下水の流動が潮汐の影響を受けているという研究結果も出ている。直接海から入る塩水くさびは大きな勾配を持っているはずなので、奥までは入らないと考えられる。