

# 釧路川の蛇行復元が 湿原の地下水位に及ぼす影響の分析

坂本 久宣<sup>1</sup>・中津川 誠<sup>2</sup>・工藤 啓介<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 学生会員 室蘭工業大学大学院工学研究科 (〒050-8585 室蘭市水元町 27-1)  
E-mail:16041028@mmm.muroran-it.ac.jp

<sup>2</sup> 正会員 博士 (工学) 室蘭工業大学大学院工学研究科 (〒050-8585 室蘭市水元町 27-1)  
E-mail:mnakatsu@mmm.muroran-it.ac.jp

<sup>3</sup> 株式会社ドーコン 水工事業本部河川環境部 (〒004-8585 札幌市厚別区厚別中央 1 条 5 丁目 4 番 1 号)  
E-mail:kk1256@docon.jp

本研究では、不等流計算と地下水解析に基づいて河川の蛇行復元による河川水位と地下水位への影響を把握することを目的としている。近年、釧路湿原の上流部に位置する茅沼地区では湿原の自然再生を目的として直線化された河道を旧川の蛇行河道に復元する事業が実施された。

本研究では、蛇行復元前後の河川水位と地下水位の変化を水理学的に推定した。この結果、蛇行復元した区間及び、その上流部において河川水位が上昇することが推算された。また、地下水位も河川水位に連動して蛇行復元区間周辺において上昇することが示された。これらの結果は河川の蛇行による河川水位と地下水位の上昇を定量的に表したものであり、湿原の自然再生の効果を評価できるものである。

**Key Words:**groundwater level,Kushiro river,meandering restoration,1-D non-uniform flow calculation, nature restoration of mire

## 1. はじめに

北海道の東部に位置する釧路湿原では、近年湿原面積が減少し、ハンノキ林の急激な拡大といった湿原本来の植生環境の変化が問題となっている。図-1 は釧路湿原におけるハンノキ林の変遷を示した繁茂図であるが、1947年～2004年までの58年間で湿原面積は約30%減少し、2004年時点でハンノキ林の分布域は釧路湿原域の約46%に達している。このような著しい植生の変化は、野生動物の生息環境の悪化、湿原景観の改変、湿原のもつ機能の低下など様々な問題を連鎖的に引き起こす要因となる。ハンノキ林拡大要因のひとつには地下水位の低下が考えられている<sup>1)</sup>。

湿原植生と地下水位について、辻井ら<sup>2)</sup>は地下水変動パターンと植生の関係を調べ、植生の生息域が水文環境の影響を強く受けると報告している。この報告を基に、梅田ら<sup>3)</sup>は北海道のサロベツ湿原において堰上げ試験を行い、地下水位の変動がササの変遷に寄与することを明らかにした。また、Rebecca Dobleaら<sup>4)</sup>は南オーストラリアのマレー川下流に位置する湿地帯において、湿原植生は地下水に依存し、地下水の低下及び乾燥化が生息環境

に影響を及ぼすことや、Tao Xieら<sup>5)</sup>は中国の東営市の黄河三角州自然保護区において地下水位の低下により土壤に含まれる水と塩の動態が崩れることで、ヨシ群落の生息に悪影響を及ぼすと報告している。これらから、湿原植生は地下水位と密接な関係をもっており、湿原の保全を考える上で重要である。また、湿原の自然環境(植生)と地下水位の関係について、工藤ら<sup>6)</sup>は地盤高と地下水位の関係を分析し、ハンノキ林は地下水位が低く、地盤が乾燥する箇所に生息する傾向があると報告している。また、矢野ら<sup>7)</sup>はハンノキ基部の高さと地下水位との関係の調査を行い、根系最上端以上に水面が位置している

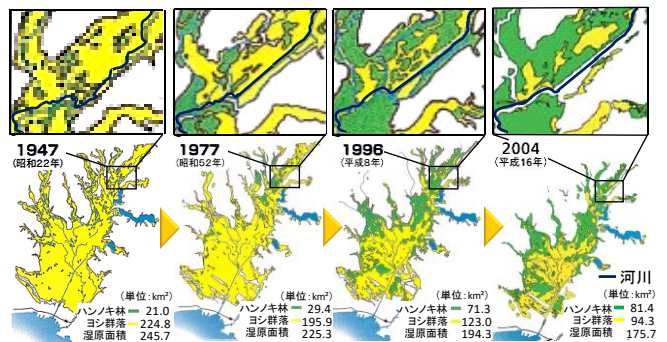


図-1 釧路湿原のハンノキ林の拡大の状況

(釧路湿原自然再生協議会 HP<sup>1)</sup>, 北海道開発局釧路開発建設部提供)

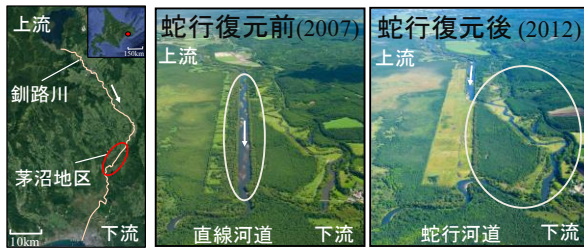


写真-1 蛇行復元前後の茅沼地区 (鉦路開建提供)

場合、ハンノキの生長を抑制すると見解しているが、ハンノキ林拡大の科学的な要因は明確に解明されていない。

そのような中、わが国有数の湿原である鉦路湿原において、北海道開発局鉦路開発建設部（以下、鉦路開建）は湿原の再生を目指した事業を行っている。その一つとして、ハンノキ林の拡大が顕著である茅沼（かやぬま）地区で 2006 年から旧川復元事業が実施された。この事業では地下水位の回復、湿原中心部への土砂流入量の減少を目的としている。この事業に伴う湿原の変遷について、鉦路開建の報告によると、魚類の種数の増加や、湿原中心部への土砂流入量の減少が確認されている<sup>1)</sup>。しかし、周辺の地下水の挙動に関して定量的な分析を行った研究事例は少ない。

以上より、本研究は鉦路川と鉦路湿原を対象に水理学的手法に基づいて蛇行復元というインパクトに対し、河川水位と地下水水位といった物理要因のレスポンスを解明することを目的とする。

## 2. 茅沼地区の概要<sup>1)</sup>

茅沼地区は鉦路湿原の流入部にあたる鉦路川河口から 32km 上流付近の標茶町内に位置する。茅沼地区は治水対策及び農地開発を目的として、蛇行していた河川を直線化する工事が 1984 年に完了した。しかし、湿原の乾燥化の進行による著しい湿原植生の変化、湿原中心部への土砂流入量増加などの問題が発生した。そのため、鉦路開建は湿原環境保全事業の先駆けとして、2006 年から旧川復元事業を開始した。この事業では、魚類の生育環境の復元や地下水位の上昇による湿原の再生、湿原中心部への土砂流入量の軽減などの目的を掲げており、写真-1 に示すように、2010 年 2 月に旧河道に通水し、2011 年 3 月には直線河道の埋め戻しが行われて竣工した。

## 3. 研究方法

### (1) 蛇行復元前後の地下水水位観測データによる分析

茅沼地区の蛇行復元近傍を調査対象区域とし、分析には鉦路開建が設置している既存の観測地点での地下水水位データを用いた。注目した地点は、佐藤ら<sup>8)</sup>の先行研究

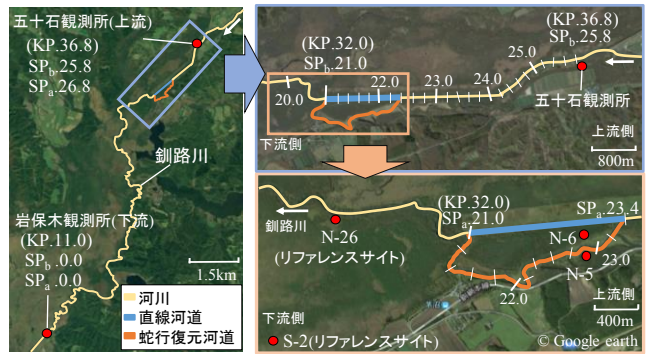


図-2 対象地点位置と不等流計算における解析範囲

表-1 1次元不等流計算の条件

	蛇行復元前 (2005年~2007年)		蛇行復元後 (2012年~2014年)	
	流量(m <sup>3</sup> /s)	日平均流量 (岩保木)	日平均流量 (岩保木)	日平均流量 (岩保木)
起算水位(m)		日平均水位 (岩保木)	日平均水位 (岩保木)	
粗度係数	0.025		0.025	
河道断面数	46		51	

を活かし、図-2 に示すように、蛇行復元箇所（N-5、N-6）、評価対照箇所（リファレンスサイト）としている湿原内の箇所（N-26、S-2）の合計 4 箇所とした。本研究の対象期間は、2005 年 1 月から 2007 年 12 月の 3 ヶ年を復元前期間、2010 年の通水後から年月が経ち、蛇行復元河道の環境が安定してきたと考えられる 2012 年 1 月から 2014 年 12 月の 3 ヶ年を復元後期間に設定した。また、蛇行復元前後の地下水水位と近傍の降雨量（標茶観測所）の関係にも着目する。

### (2) 蛇行復元前後における河川水位の推定

横断測量の結果より、鉦路川の湿原域の河道断面はほぼ矩形とみなすことができるため、1次元不等流計算による河川水位の推定を行う。以下に計算手法を記す。

#### a) 解析範囲

解析範囲は図-2 に示すように、下流端（水位起算点）を岩保木（いわぼつき）、上流端を五十石（ごじっこく）とする KP.11.0~KP.36.8 とした。なお、蛇行復元区間の位置を明確にするため、本研究では岩保木地点を SP.0.0 とし、蛇行復元前の河道については SP<sub>b</sub>、蛇行復元後の河道については SP<sub>a</sub> と表記した。

#### b) 1次元不等流計算の条件

1次元不等流計算に用いる諸条件を表-1 に示す。解析期間は、前節と同様に、2005 年 1 月~2007 年 12 月を蛇行復元前、2012 年 1 月~2014 年 12 月を蛇行復元後とし、蛇行復元の影響を受けないと考えられる岩保木地点（SP.0.0）の日平均水位を起算水位として用いた。流量は水文水質データベース<sup>9)</sup>からダウンロードした岩保木地点の日平均流量を用いた。この流量データは鉦路開建が作成した H-Q 式で水位から推算されたものである。また、粗度係数は鉦路湿原自然再生協議会<sup>1)</sup>の検討で採用している 0.025 を用いた。さらに、1次元不等流計算に使用する矩形断面作成のために鉦路開建から提供を受けた河道横断面図を用いて、河床高と川幅を算出した。川

表-2 1次元不等流計算の計算結果と観測値

	蛇行復元前 (2005年~2007年)	蛇行復元後 (2012年~2014年)
五十石観測水位(m)	11.98	12.11
上流端の計算結果(m) (1.0倍の川幅)	12.16	12.28
上流端の計算結果(m) (1.2倍の川幅)	12.03	12.13

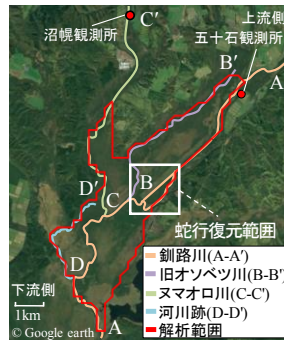


図-3 地下水解析の解析範囲

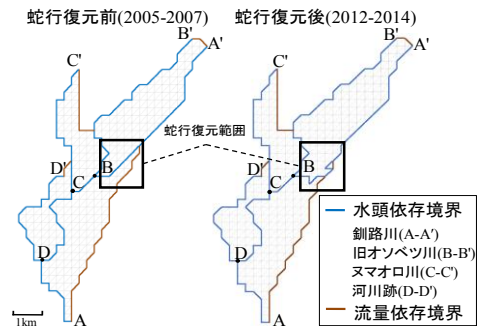


図-4 地下水解析における境界条件

幅は河道断面を最深河床高から左右河岸の平均高さで除して算出した。1次元計算であるので、蛇行復元前後の河道変化は川幅と河道延長の増大による勾配の変化が考慮されている。しかし、この川幅を用いて上流端にある五十石観測所の河川水位の計算値と観測値を比較すると、表-2に示すように計算値の方が0.08~0.17mと大きい結果となった。これは上記設定により川幅が過小に算出されたからと考えられる。そこで、河川水位の再現精度を向上させるため、各断面の川幅を1.2倍して河川水位を実態に合わせるように調整した。その結果、計算値と観測値の誤差は0.02~0.05mとなり、再現精度が向上した。

### (3) 蛇行復元前後における地下水位の推定

#### a) 計算手法

解析範囲は図-3に示す茅沼地区とし、蛇行復元による地下水位の影響範囲を調べるため、蛇行復元区間とその上流部、蛇行復元の影響を受けないと考えられるリファレンスサイトを解析範囲に含むように設定した。解析期間は2005年~2007年の3年間を蛇行復元前とし、同様に2012年~2014年の3年間を蛇行復元後と設定した。地下水位推定には、湿原部の透水係数の設定など実績のある工藤ら<sup>10)</sup>の2次元非定常モデルを用いた。

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( T \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( T \frac{\partial h}{\partial y} \right) + q = S \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

ここで、 $h$ は地下水位(m)、 $T$ は透水量係数( $m^2/s$ )で透水係数 $k$ ( $m/d$ )に帯水層厚を乗じたもの、 $q$ ( $m/s$ )は涵養量または揚水量( $m/d$ )、 $S$ は貯留係数であり、上式を有限要素法で解き、地下水位を推定した。

#### b) 境界条件及び基本パラメータの設定

解析メッシュは図-4に示すように、250m×250mメッシュの半分の三角メッシュとし、解析範囲を325個の節点と539個のメッシュ(要素)に分割して境界条件及び基本パラメータの設定を行った。

標高は国土数値情報<sup>11)</sup>の250mメッシュデータを用い、涵養量は工藤ら<sup>10)</sup>を参考に節点毎の有効降雨量(降雨量+降雪水量-総蒸発散量)に地下水涵養率(0.93)をかけて設定した。また、貯留係数は釧路湿原の先行研究である工藤ら<sup>10)</sup>が用いた $S=0.25$ を節点毎に設定した。また、解析範囲の帯水層厚は、工藤ら<sup>10)</sup>が推定した釧路湿

原の各節点における帯水層厚に、距離の逆数の重みをつける補間により求め、平均値は20.82mとなった。

初期地下水位、初期透水係数については、工藤ら<sup>10)</sup>の手法を参考に推定した。初期地下水位は蛇行復元前を2005年1月、蛇行復元後を2012年1月と設定した。なお、観測地点における地下水位のバラつきを平滑化するため、計算開始年の前の1年間を馴化期間として地下水解析の計算を行い、2004年12月の計算結果を2005年1月の初期値、同様に2011年12月の計算結果を2012年1月の初期値として設定した。また、初期透水係数は2次元定常地下水モデルから透水量係数を逆算し、これを節点毎に帯水層厚で除して推定した。なお、透水係数は2004年~2007年、2011年~2014年の8年間の平均値を用いた。また、透水係数の平均値は12.1( $m/d$ ) (範囲は0.9~47.8( $m/d$ ))となり、梅田ら<sup>12)</sup>の釧路湿原での推定結果(0.9~86.4( $m/d$ ))と同様になった。

境界条件の設定として、水頭依存境界については図-3に示す釧路川(A-A')、旧オソベツ川(B-B')、スマオロ川(C-C')の3河川と河川跡(D-D')を設定した。ここで、河川跡については空中写真から釧路川のD地点に合流している水みちが確認でき、そこでは水位流量観測を行っていないことから河川跡と判断した。また、流量依存境界については、図-3に示すように周辺山間部と湿原域との境界を設定した。

水頭依存境界のうち、先述した釧路川は1次元不等流計算で推算した河川水位を用いた。図-3に示すスマオロ川、旧オソベツ川、河川跡は釧路川と合流している。このうち、解析範囲内におけるスマオロ川(図-4)のC-C'内の各節点の水位は、図-3に示す沼幌観測所の水位と釧路川の合流点(C地点)との水位差を内挿補間して求めた。また、旧オソベツ川と河川跡の水位は観測情報がないため、節点間の水面勾配がその節点間における地形勾配に沿うものと考え、各々の釧路川合流点から節点間の地盤高の差を合流点水位に足して設定した。また、流量依存境界として設定する流入量は、工藤ら<sup>10)</sup>が湧水量調査の結果から採用した標高4mの基準地点の流入量7.0( $m^3/d$ )を用いる。ここで、工藤ら<sup>10)</sup>の考え方を基に流入量は標高に比例するとし、基準地点に対する解析地点の標高比を流入量7.0( $m^3/d$ )に乗じて与えた。

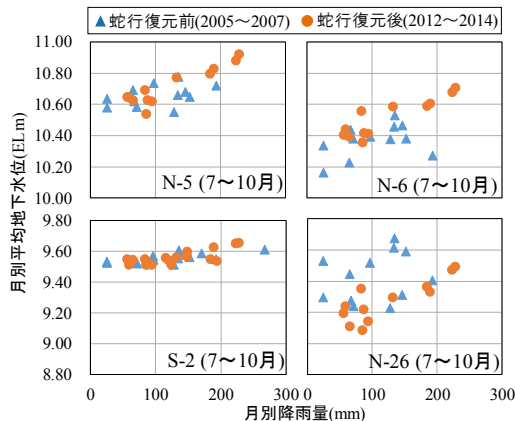


図-5 蛇行復元前後の地下水位と降雨量の関係

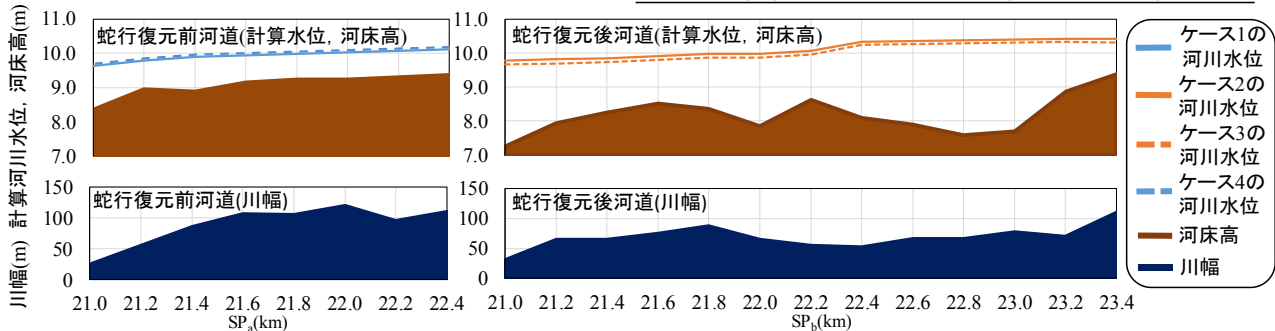


図-6 各ケースにおける河道の河床高と川幅及び不等流計算から得られた平均河川水位

#### 4. 結果と考察

##### (1) 蛇行復元前後の地下水位観測データによる結果と考察

図-5 に、復元前後の月別平均地下水位と月別降水量の相関図を示す。ここでは、降水量の増加によって地下水位に変動がある可能性も考えられるため、水位が降雨のみに応答する7月～10月の期間で地下水位と降水量の関係を見た。さらに、復元前後の各地点の地下水位と降水量の関係を比較し、河道の影響の有無を確認する。

N-5, N-6 地点の分布をみると、復元後の地下水位は復元前に対し全体的に上昇している。さらに、降水量の増加に伴って復元後における地下水位の上昇が顕著になっているように見える。一方、N-26, S-2 地点の分布では、復元前よりも復元後の方が降水量に対し、地下水位の減少または横ばい傾向がみられた。また、N-26 地点は河川付近にあることから河川水位による影響を受けやすいと考えられる。以上のように、同程度の降水量で復元後に地下水位の上昇がみられた N-5, N-6 の2地点は蛇行復元による地下水位上昇の傾向があると考えられる。

##### (2) 蛇行復元前後における河川水位変化と地下水位変化の推定

図-6 は蛇行復元区間における1次元不等流計算の結果と断面幅を示す。1次元不等流計算は、表-3 に示すようにケース1～4の4種類に分けて行った。ケース1は、蛇行復元前の水理水文条件を用いた直線河道に対する計算水位の全期間平均、ケース2は復元後の水理水文条件を用いた蛇行復元河道に対する計算水位の全期間平均であ

表-3 1次元不等流計算における水理水文条件条件(7月～10月)

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
水理水文条件	蛇行復元前 (2005年～2007年)	蛇行復元後 (2012年～2014年)	蛇行復元前 (2005年～2007年)	蛇行復元後 (2012年～2014年)
河道条件	直線河道	蛇行復元河道	蛇行復元河道	直線河道
総降雨量(mm)	1,223	1,496	1,223	1,496
流量(m <sup>3</sup> /s)	48.5	51.3	48.5	51.3
起算水位(m)	1.75	1.85	1.75	1.85
蛇行復元区間平均水位(m)	9.88	10.13	10.03	9.90

表-4 蛇行復元前後における地下水解析の条件

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
総降雨量(mm)	蛇行復元前 (2005～2007)	蛇行復元後 (2012～2014)	蛇行復元前 (2005～2007)	蛇行復元後 (2012～2014)
起算水位(m)	蛇行復元前 (2005～2007)	蛇行復元後 (2012～2014)	蛇行復元前 (2005～2007)	蛇行復元後 (2012～2014)
流量(m <sup>3</sup> /s)	蛇行復元前 (2005～2007)	蛇行復元後 (2012～2014)	蛇行復元前 (2005～2007)	蛇行復元後 (2012～2014)
河道条件	直線河道	蛇行復元河道	蛇行復元河道	直線河道
初期地下水位(m)	蛇行復元前	蛇行復元後	蛇行復元前	蛇行復元後
初期透水係数(m/d)	8年平均透水係数(2004-2007,2011-2014)			

る。また、ケース3は河道変化のみによる河川水位への影響を評価するため、蛇行復元河道に復元前の水理水文条件を与えて計算した結果である。一方、ケース4は直線河道に復元後の水理水文条件を与えて計算した結果であり、ケース1と同等の結果となった。また、各断面の河川水位は算出した復元前後の7月1日～10月31日の日平均水位を断面毎に月平均して求めた。

図-6 より復元前後における河道上流端の分流地点に対応する SP<sub>b</sub>.22.4/SP<sub>a</sub>.23.4 (KP.33.4) の河川水位を比較すると、ケース2はケース1に対して+0.30m高い水位となった。また、蛇行復元区間中の SP<sub>a</sub>.22.2 から SP<sub>a</sub>.22.4 にかけて、10.07mから10.35mへ、+0.28mほど急上昇していた。これは、図-2より蛇行復元河道が SP<sub>a</sub>.22.2 から SP<sub>a</sub>.22.4 にかけてクランク状に屈曲しており、図-6よりその区間の断面幅は蛇行復元区間における断面幅の平均値より、約8mほど狭まっている。これらから、蛇行復元区間中の SP<sub>a</sub>.22.2 から SP<sub>a</sub>.22.4 にかけて河川水位のせき上げが起きていると考えられる。この影響が近傍に位置する N-5, N-6 地点の地下水位も河川水位に連動して上昇したと推測できる。なお、表-3 に示す復元前と復元後の条件を比較すると、後者の方が、降雨量、流量、起算水位が増加していることがわかる。復元前後の蛇行復元区間における河川水位の平均値の差は+0.25mであり、起算水位の差である+0.10mを差し引いても、河川水位が上昇していることが推算された。図-5よりN-5, N-6 地点の地下水位(7月～10月の平均値)は+0.09～+0.12mと上昇していることが示されており、これらは河川水位の上昇に伴うものとみなすことが可能である。

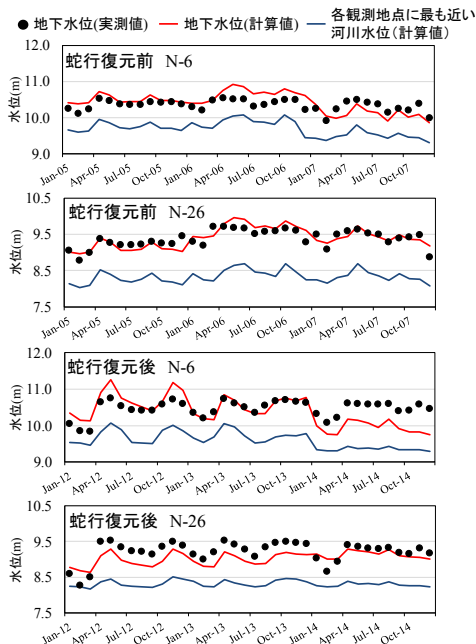


図-7 蛇行復元前後の解析結果と計算河川水位

また、水理水文条件を蛇行復元前と同じとして試算したケース3において、蛇行復元区間における平均河川水位は10.03mとなった。直線河道での平均河川水位と比較すると+0.15m高くなっており、このことから河川水位の上昇は河道の変化によるものと推察される。

### (3) 蛇行復元前後における地下水解析に基づく地下水位の動向

地下水解析は表-4に示すように前章と同様、ケース1~4の4種類に分けて行った。ケース1は蛇行復元前の水理水文条件を用いた直線河道に対する解析結果、ケース2は蛇行復元後の水理水文条件を用いた蛇行復元河道に対する解析結果である。また、ケース3は河道のみを変化させた河川水位の上昇における地下水位への影響度を評価するため、蛇行復元河道の計算結果を用いて復元前の水理水文条件、初期地下水位を与えた解析結果である。一方、ケース4の解析結果については前節で述べた通り、河川水位が一致するケース1と同等の結果になることを確認しており、以後の説明を割愛する。

図-7は蛇行復元前後における計算の再現結果を示す。蛇行復元前後の解析結果と観測データを比較すると地下水位の概ね再現が確認できる。なお、計算値そのもの（例えばN-6の2014年以降）及びその変動量が実測値と合致しない部分もある。これらは計算値が近傍にある河川水位の影響を過大評価するなどの原因も考えられるが、全体的な再現性からみて地下水位の変化の相対的な評価に関しては妥当な結果が与えられると判断した。

図-8、図-9は蛇行復元前後における地下水解析の3年平均地下水位の偏差の結果を示す。なお、前章と同様に各ケースの解析結果は7月~10月の4ヶ月平均値である。ここで、図-8における偏差とは解析結果の復元後

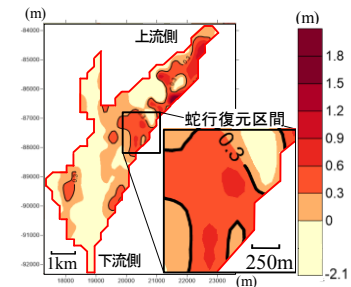


図-8 ケース2とケース1の地下水位(7~10月)の偏差

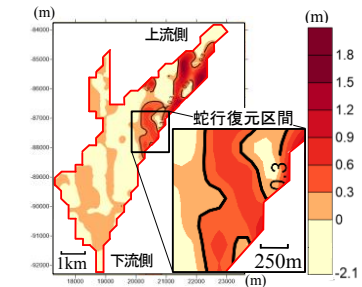


図-9 ケース3とケース1の地下水位(7~10月)の偏差

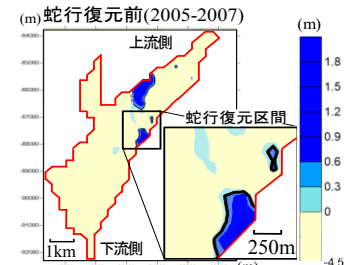


図-10 ケース1(蛇行復元前)における7~10月の相対水位

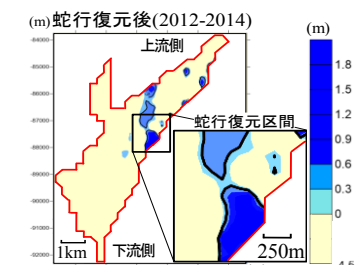


図-11 ケース2(蛇行復元後)における7~10月の相対水位

の3年平均値から復元前の3年平均値を引いた差のことであり、図-9における偏差はケース3で行った解析結果の3年平均値からケース1の復元前の3年平均値を引いた差のことを意味する。図-8より蛇行復元区間周辺において、地下水位の上昇が+0.9m~+1.2mと顕著に表れている。これは蛇行復元したことによる河川水位の上昇が周辺にも影響していることが考えられる。また、蛇行復元区間より上流部においても地下水位は+0.3m~+1.2mと上昇していることが分かる。一方、下流側をみると、復元前後に地下水位はほとんど変化がみられなかった。また、図-9でも蛇行復元区間周辺で地下水位が+0.3m以上の上昇がみられた。これらより、地下水位の上昇は河道変化による影響であるものと考えられる。

図-10、図-11にケース1、2の相対水位の結果を示す。ここで相対水位とは解析結果の3年平均値から地盤高を差し引いたものである。相対水位が正であれば水面が地表面より高く、負であれば水面が地下にあることを意味し、地下水が地表面付近に湛水してる場合も地下水として扱う。また、矢野ら<sup>7)</sup>はハンノキの根系最上端の高さが地盤高から平均0.24m高い位置にあり、根系最上端以上の水位がハンノキの樹高生長を妨げるとの見解を示している。これらに着目し、図-10と図-11を比較すると、蛇行復元区間において0.3m以上に位置する相対水位の範囲が広がっていることがわかる。一方、下流側ではそのような箇所はみられなかった。また、蛇行復元区間の北側に地下水位の高い箇所がみられるが、ここは地形的に湛水しやすい領域であり、地下水位があまり変化せずに高い状態で維持されるものと考えられる。これらから、蛇行復元の影響で地下水位が上昇し、今後、湿原植生が復元していく可能性が示唆できる。

## 5. まとめ

本研究より得られた結果を以下に記す.

- (1) 地下水位観測データより, 7月~10月において蛇行復元区間近傍における地下水位が上昇していることがわかった.
- (2) 1次元不等流計算より蛇行復元区間上流部において河川水位が上昇することが示された. また, 地下水解析より河川水位に連動した地下水位の上昇が推算され, このことより蛇行復元の効果が検証できた.
- (3) 地下水解析を用いて, 地下水位を面的に推定することで, 湿原植生の復元の可能性が示唆された.

**謝辞:** 本研究を遂行するにあたり, 貴重な資料, データを提供して頂いた北海道開発局釧路開発建設部治水課の関係各位に対し, ここに謝意を記す.

### 参考文献

- 1) 釧路湿原自然再生協議会 HP : <http://www.kushiro-wetland.jp>. (2017/6/20 閲覧)
- 2) 辻井達一, 梅田安治, 櫻田純司: 泥炭地の植生と地下水位, 釧路湿原自然生態基礎調査, 北海道大学農学部, pp.36-105, 1974.
- 3) 梅田安治, 辻井達一, 井上京, 今野康夫: サロベツ泥炭地の地下水位とササ - 泥炭地の形態研究(III) -, 北海道農学部邦文紀要, 第16巻, 第1号, pp.70-81, 1998.
- 4) Rebecca Doblea, Craig Simmons, Ian Jolly, Glen Walker :Spatial relationships between vegetation cover and irrigation-induced groundwater discharge on a semi-arid floodplain, Australia, *Journal of Hydrology*, Volume 329, Issues 1-2, Pages 75-97, 2006.
- 5) Tao Xie, Xinhui Liu, Tao Sun :The effects of groundwater table and flood irrigation strategies on soil water and salt dynamics and reed water use in the Yellow River Delta,China, *Ecological Modelling*, Volume 222, Issue 2, Pages 241-252, 2011.
- 6) 工藤俊, 中津川誠, 羽石嵩: 釧路湿原の地下水位と地盤高の関係から見た植生分布の特徴について, 土木学会北海道支部論文報告集, 第67号, 2010.
- 7) 矢野雅昭, 水垣滋, 林田寿文, 村上泰啓: 釧路湿原におけるハンノキの形態と冠水環境への適応について, 湿地研究, Vol.1, pp.43-53, 2010.
- 8) 佐藤好茂, 矢野雅昭, 矢野浩規: 釧路湿原における蛇行復元後のハンノキ林の変遷について, 国土交通省北海道開発局第56回(平成24年度)北海道開発技術研究発表会, 2012.
- 9) 水文水質データベース, 国土交通省水管理・国土保全局, <http://www1.river.go.jp/> (閲覧 2017/7/1)
- 10) 工藤啓介, 中津川誠: 釧路湿原の水循環と地下水の動向について, 北海道開発土木研究所月報, No. 626, pp25-47, 2005.
- 11) 国土数値情報ダウンロードサービス, GIS ホームページ, 国土交通省国土政策局国土情報課, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>. (2017/7/12 閲覧)
- 12) 梅田安治: 泥炭土, アーバンクボタ・JUNE, 久保田鉄工株式会社, 1985.

(2017.9.29 受付)

## RESEARCH ON IMPACT OF MEANDERING RESTORATION OF THE KUSHIRO RIVER ON GROUNDWATER LEVEL IN THE MIRE

Hisanobu SAKAMOTO, Makoto NAKATSUGAWA, Keisuke KUDO

The purpose of this study, which was done by using non-uniform flow calculations and subsurface water analyses, is to clarify the influence of a river meander restoration project on the river water level and the groundwater level. In the Kayanuma District of Shibecha, which is at the upper reaches of the Kushiro River in Kushiro Mire, a project to restore the meanders of the river channel was implemented several years ago. In this nature restoration project, a river channel that had been straightened was restored to its former natural channel with meanders.

In this study, hydraulic estimation was done on the changes in the river water level and the ground water level before and after the restoration project. The estimation found that the river water level had risen in the meander-restored river section and at the reaches upstream of that section after the restoration project. The calculation and estimation showed that the groundwater level had risen simultaneously with the river water level in and around the meander-restored river section. The results of this study, i.e., quantitative estimations of rising river and ground water levels resulting from restoration of meander channels, demonstrated that the restoration of river channels can be effective in restoring the natural environment of a mire.