

釧路川の蛇行復元に伴う地下水位と河川水位の変化について

Research on changes of ground water level and river water level due to meandering restoration

室蘭工業大学 ○学生員 佐々木 瑞乃 (Mizuno Sasaki)
 室蘭工業大学 学生員 坂本 久宣 (Hisanobu Sakamoto)
 室蘭工業大学 正員 中津川 誠 (Makoto Nakatsugawa)

1. はじめに

かつて蛇行していた釧路川の中流部では、土地利用や洪水被害の軽減を目的として、1949年から河川改修工事が行われ1984年に完了した。しかし、湿原環境が大きく変化し、湿原面積の減少や湿原中心部への土砂流入量の増加などの問題が発生した。そのため、北海道開発局釧路開発建設部は、湿原再生事業の先駆けとして、釧路湿原の縁辺部に位置する茅沼地区において2006年から旧川蛇行復元工事を実施した。この工事では、野生動物の生息環境の復元や地下水位の上昇、下流の湿原への土砂流入量の軽減などを目的として掲げており、2010年2月に旧河道に通水し、2011年3月に直線河道の埋め戻しが行われて竣工した¹⁾。

事業実施に伴う湿原の変遷に関連し、北海道開発局釧路開発建設部による魚類や植生、土砂流入量についてのモニタリング調査が行われており、近年の調査では魚の種類数が増加していることや、湿原中心部への土砂流入量が蛇行復元前より減少していることが確認されている。また、植生については、蛇行復元前後の地下水位と冠水頻度がハンノキの生長へ及ぼす影響を調べた佐藤ら²⁾の先行研究があるが、地下水位の変化についての調査研究事例は少ない。

以上より本研究では、釧路湿原の蛇行復元事業による河川水位の変化への影響と、それに伴う地下水位の変化を探ることを目的とし、旧川蛇行復元前後の地下水位の比較や不等流計算による河川水位の推定を行った。

2. 研究方法

2.1 旧川蛇行復元前後における地下水位変化の分析

茅沼地区の旧川蛇行復元近傍を調査対象区域とし、分析には北海道開発局釧路開発建設部が設置している既存の観測地点での地下水位データを用いた。注目した地点は、佐藤ら²⁾の先行研究を活かし、図-1のように、旧川蛇行復元箇所(左右岸(N-5, N-6)、評価対照箇所(リファ



図-1 調査対象地点位置

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(7月～10月)から2007年(7月～10月)の3ヶ年を復元前期間、2009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(7月～10月)から2014年(7月～10月)の3ヶ年を復元後期間に設定した。なお、7月～10月は融雪の影響を受けず、坂本ら³⁾は夏季における地下水位変動が植生の生育に影響を及ぼすことを指摘していることから、本研究でも7月～10月の地下水位データを使用した。ここでは、旧川蛇行復元前後の地下水位変化を調べるため、各観測地点で各年の地下水位の平均値、最大値、最小値を算出し、各々の経年変化や降雨量(標茶観測所)との関係を調べた。

2.2 矩形断面における不等流計算による河川水位推定

地下水位変化に影響を及ぼす河川水位変化を不等流計算で推算するため、以下に手順を示す。

1) 解析範囲

図-2に示すように、下流端(水位起算点)を岩保木、上流端を五十石とするKP.11.0～KP.36.8までを解析範囲とした。なお、旧川蛇行復元区間での位置をわかりやすくするため、本研究では岩保木地点をSP.0.0とおき、蛇行復元前の河道についてはSP_b、蛇行復元後の河道についてはSP_aと表記した。河道断面はSP.0.0～SP.21.0では1km毎に、蛇行復元部分のSP.21.0～SP_b.25.8(=SP_a.26.8)では200m毎に設定した。

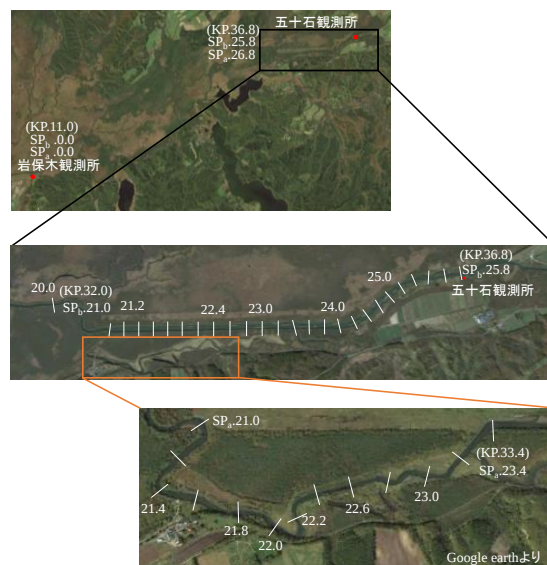


図-2 解析対象とした河道断面位置

表-1 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 ³ /s)	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

※流量は岩保木地点の水位からH-Q式で推算

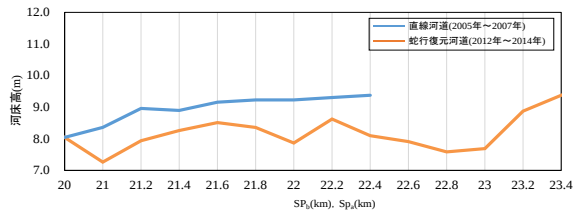


図-3 蛇行復元部分の平均河床縦断面図

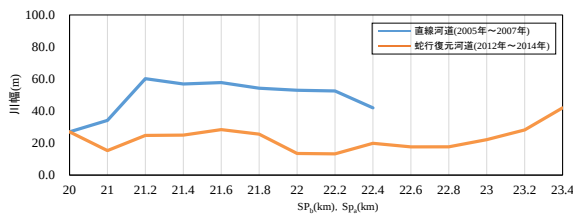


図-4 蛇行復元部分の川幅

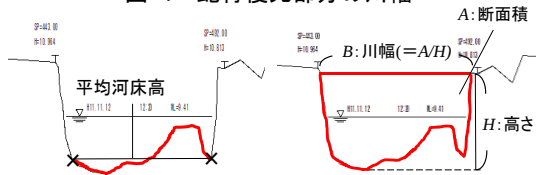


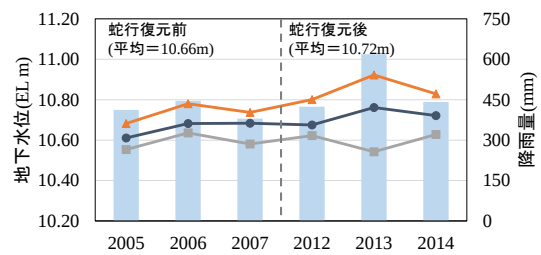
図-5 河床高と川幅算出のイメージ

2) 不等流計算の条件

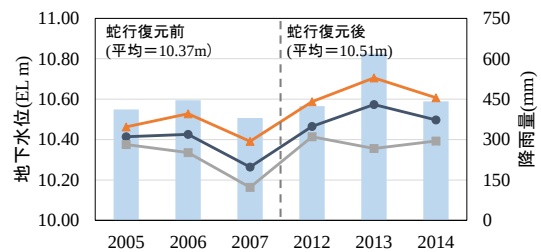
不等流計算に用いる条件を表-1 に示す。地下水位と同様に 2005 年～2007 年を蛇行復元前、2012 年～2014 年を蛇行復元後とし、旧川蛇行復元の影響を受けないと考えられる岩保木地点(SP.0.0)の 7 月～10 月における日平均水位を起算水位として用いた。また、図-3 に直線河道と蛇行復元河道の平均河床縦断面図を示す。直線河道と比較して、蛇行復元河道の方が約 1km 長く、起伏も激しくなっていることがわかる。また、蛇行復元後の河床高が蛇行復元前よりも低くなっている。図-4 に川幅を示すが、直線河道の川幅に比べ、蛇行復元河道の川幅が 1/2 から 1/3 程度であることがわかる。特に SPa.22.0 あたりから上流にかけて、蛇行復元河道では狭い川幅が続いている。このように蛇行復元後の勾配が緩く、川幅が狭いことで水位の上昇がもたらされると考えられる。

さらに、不等流計算に使用する矩形断面作成のために北海道開発局釧路開発建設部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。河床高については、図-5(左)のように河道断面における法尻から法尻までを平均河床高と設定し、その区間で観測された地盤高を平均して求めた。また、川幅(B)については、図-5(右)のように河道断面積(A)を高さ(H)で除した値を用いた。

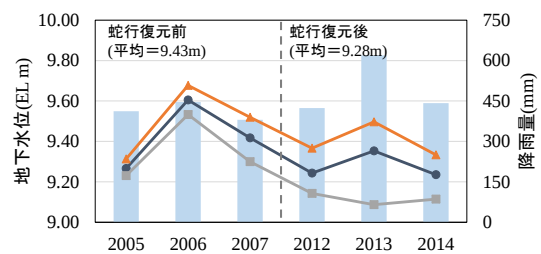
N-5 地下水位・降雨量(7~10月)



N-6 地下水位・降雨量(7~10月)



N-26 地下水位・降雨量(7~10月)



S-2地点 地下水位・降雨量(7~10月)

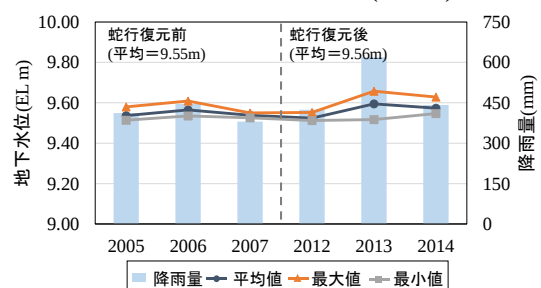


図-6 蛇行復元前後の地下水位と降雨量の比較

川幅の算出に用いた高さは、各々の河道断面において河岸の地盤高と最深河床高の差とした。粗度係数については、釧路湿原自然再生協議会の検討で採用している 0.025 を用いた。

3. 結果と考察

3. 1 旧川蛇行復元前後における地下水位観測データの比較

図-6 に旧川蛇行復元前後における 7 月～10 月の総降雨量、地下水位の平均値、最大値、最小値の変動状況を示す。降雨量を比較すると、2005 年と 2012 年、2006 年と 2014 年における総降雨量が各々同程度であるといえる。そこで、2005 年と 2012 年、2006 年と 2014 年の地下水位に注目してみる。

旧川蛇行復元箇所である N-5、N-6 地点において、2005 年と 2012 年、2006 年と 2014 年で比較すると、両者とも蛇行復元後の地下水位に上昇がみられた。変動は顕著ではないが、平均的には旧川蛇行復元箇所の地下水

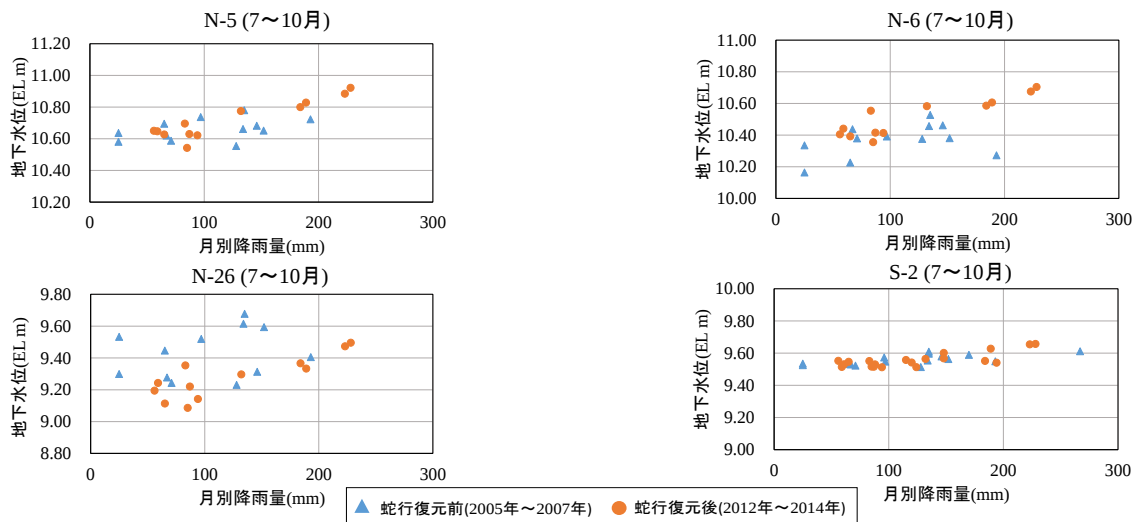


図-7 旧川蛇行復元前後の地下水位と降雨量の関係

位は上昇傾向にあると考えられる。一方、N-26 地点では蛇行復元後に地下水位が低下している。この結果により、旧川蛇行復元の影響がリファレンスサイトまでは及んでいないと推測できる。また、S-2 地点において 2006 年と 2014 年を比較すると、地下水位はほぼ横ばいとなっている。このことから、蛇行復元河道近傍に位置する N-5、N-6 地点は旧川蛇行復元の影響を受けているようにみえる。

3. 2 地下水位と降雨量の相関

降雨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、地下水位と降雨量の関係を見ることで河道の影響の有無を確認する。図-7 に、旧川蛇行復元前後における 7 月～10 月の月別地下水位と月別降雨量の相関図を示す。各地点において旧川復元前後の相関を比較した。

N-5 地点では、旧川蛇行復元前後の分布が重なっている箇所が多いが、蛇行復元後は降雨量が増加するにつれて地下水位の増加傾向がみられている。また、N-6 地点の分布をみると、蛇行復元前よりも蛇行復元後の方が全体的に上昇しており、さらに、降雨量の増加に伴って蛇行復元後における地下水位上昇が顕著になっているようにみえる。一方、N-26 地点については、全体的にばらつきが大きく、旧川蛇行復元前後において大きな変化はみられない。また、釧路川からは離れている S-2 地点では蛇行復元前後で地下水位と降雨量の関係にほとんど変化がみられない。以上のように、同程度の降雨量で蛇行復元後に地下水位の上昇がみられた N-5、N-6 の 2 地点は旧川蛇行復元による地下水位上昇の傾向があることが示唆される。

3. 3 蛇行復元前後の河川水位変化と地下水位変化の推定

図-8 に不等流計算結果を示す。不等流計算は、表-2 ース 1 は、蛇行復元前の 2005 年～2007 年(7 月～10 月)での条件を用いた直線河道に対する計算結果、ケース 2 は蛇行復元後の 2012 年～2014 年(7 月～10 月)での条件を用いた蛇行復元河道に対する計算結果である。また、

ケース 3 は蛇行復元前の水理水文条件を与え、感度分析的に蛇行復元河道で不等流計算を行ったものである。なお、各断面の河川水位は、算出した旧川蛇行復元前後における 7 月 1 日～10 月 31 日の日平均水位を断面毎に平均して求めた。各ケース 2 つのグラフは、下流端の岩保木から上流端の五十石までの河川水位と、蛇行復元前の直線河道区間および蛇行復元後の蛇行復元河道区間の河川水位をズームアップしたものを表している。

全体をみると、蛇行復元区間の下流に位置する SP.0.0 ～SP.20.0 までは蛇行復元前後で河川水位に大きな差はみられなかった。青色で示している SP.20.0 から上流の旧川蛇行復元区間において、蛇行復元後は河床勾配が緩くなり、それに伴って河川水位が上昇しているのがわかる。また、直線河道と蛇行復元河道の上流端の分流地点であり、共通地点として設定している KP.33.4 に対応する SP_b.22.4/SP_a.23.4 の河川水位を比較すると、ケース 2 の蛇行復元後に 0.36m 高い水位となった。また、復元区間中の SP_a.22.2 から SP_a.22.4 にかけて、10.31m から 10.59m へ、0.28m 急上昇していた。これは、図-2 に示すとおり、SP_a.22.0 から SP_a.22.2 にかけて旧川復元区間においてクランク状に蛇行している部分があり、河川水位のせき上げが起こっているためと考えられる。この影響により近傍に位置する 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-2 に示す蛇行復元前後の条件を比較すると、蛇行復元前よりも蛇行復元後の方が、総降雨量、流量、起算水位、蛇行復元区間の平均水位のすべての項目において増加していることがわかる。旧川蛇行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、0.21m(=10.34-10.13)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-6 より N-5、N-6 地点の地下水位は約 0.06～0.14m 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。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水位が 10.28m となった。直線河道での平均水位と比較すると 0.15m 高くなっており、このことから河川水位の上昇は蛇行復元によるも

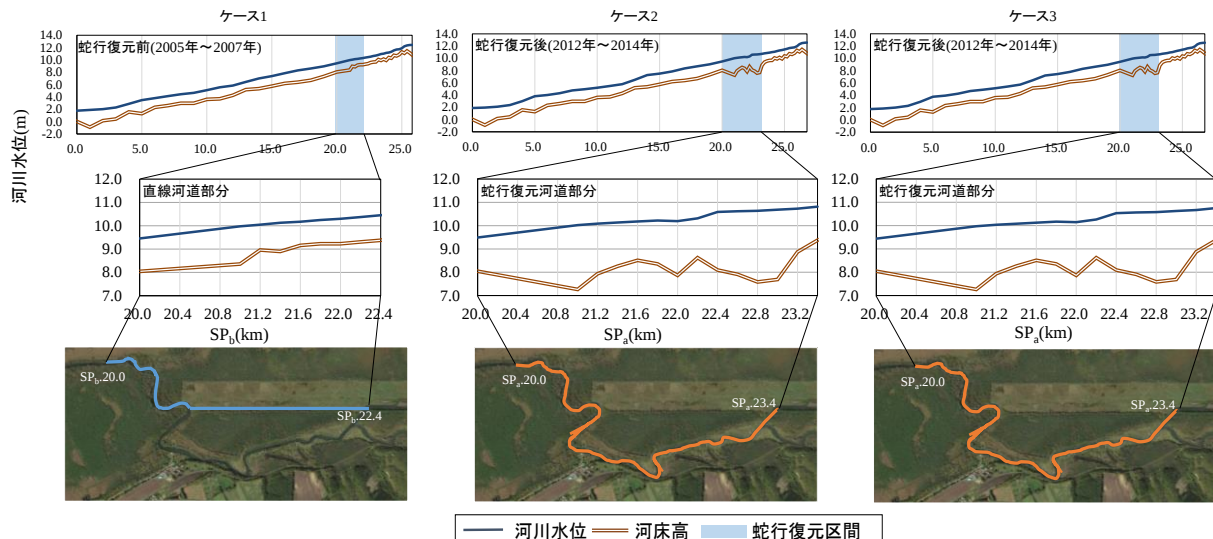


図-8 各ケースにおける不等流計算に基づく各断面の平均水位の推定

表-2 蛇行復元前後の条件比較

	ケース1	ケース2	ケース3
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)
河道条件	直線河道	蛇行復元河道	蛇行復元河道
総降雨量(mm)	1,223	1,496	1,223
流量(m ³ /s)	48.5	51.3	48.5
起算水位(m)	1.75	1.85	1.75
蛇行復元区間 水位(m)	10.13	10.34	10.28

のと推察される。

図-9 に、各ケースにおける各年の月別区間平均水位と岩保木地点の月別平均水位との関係を示す。ケース 1 とケース 2 を比較すると、岩保木地点の月別平均水位と蛇行復元区間の月別平均水位の差が蛇行復元後の方が大きくなっているようにみえる。しかし、降雨量の違いが影響している可能性が考えられるため、ケース 1 と感度分析的に計算を行ったケース 3 の比較を行った。赤色で示す岩保木の月別平均水位と同じような傾向がみられるが、ケース 1 よりもケース 3 の変動幅の方が大きいことがわかる。特に、水位の最も高かった 2006 年 10 月には水位上昇量の差が 0.24m となった。このように、水理水文条件を蛇行復元前(ケース 1)に合わせた試算結果からも旧川蛇行復元の影響があったとみなすことが可能である。

4. まとめ

本研究により以下のことが考察される。

- 1) 蛇行復元区間とリファレンスサイトの降雨量との関係を比較した結果、N-5、N-6 の地下水位の上昇は旧川蛇行復元の影響であることが示唆された。
- 2) 不等流計算により算出した河川水位が、旧川蛇行復元区間の上流部において蛇行復元前後で上昇していたことから、N-5 と N-6 における地下水位上昇は旧川蛇行復元の効果であることが裏づけられた。
- 3) 蛇行復元河道の河川水位の変動傾向は直線河道よりも大きく、旧川蛇行復元の影響を受けていると推察される。

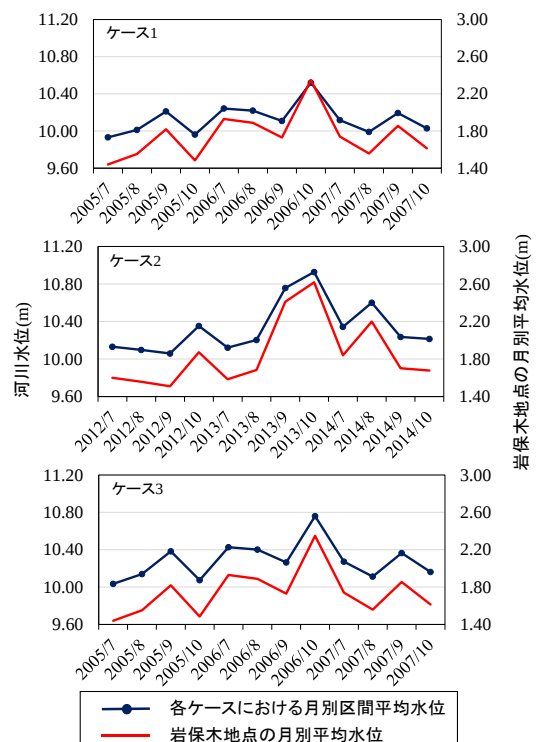


図-9 各ケースにおける蛇行復元前後の河川水位

謝辞: 本研究の実施にあたり、国土交通省北海道開発局 釧路開発建設部より貴重な資料をご提供していただいた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 釧路湿原自然再生協議会：釧路湿原自然再生事業 茅沼地区旧川復元実施計画，
<http://www.ks/Kasen/15/pdf>, (2016/9/30 閲覧)
- 2) 佐藤好茂，矢野雅昭，矢部浩規：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。
- 3) 坂本久宣，谷口陽子，中津川誠：釧路湿原における近年の植生状況と地下水位の関係についての考察，土木学会北海道支部，第 72 号，B-24，2015。