

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 26 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2010～2013

課題番号：22680059

研究課題名(和文)河跡湖堆積物の解析にもとづく流域環境復元

研究課題名(英文)Reconstruction of paleoenvironments of drainage basin by using oxbow lake sediments

研究代表者

堀 和明(Hori, Kazuaki)

名古屋大学・環境学研究科・准教授

研究者番号：70373074

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,400,000円、(間接経費) 4,320,000円

研究成果の概要(和文)：河跡湖堆積物の解析にもとづいて、河跡湖の形成時期や埋積過程を明らかにし、河川下流域の環境変遷を検討した。調査は北海道の石狩川流域でおこなった。研究成果は以下のとおりである。(1)GPS付魚群探知機とエレキモータ、ゴムボートを用いた簡便な手法による河跡湖の湖盆図作成をおこなった。(2)河跡湖の底質は一部を除いて泥からなっており、水深の小さいところでは夏期にヒシの繁殖がみられた。(3)河跡湖の形成は非常に新しく、埋積速度も大きい。(4)河跡湖堆積物の粒度変化は夏季の降水量の変動と関連する可能性がある。(5)完新世における氾濫原の堆積環境・堆積速度の変化は海水準変動速度の変化に強く影響を受ける。

研究成果の概要(英文)：This study investigated the formation and depositional history of oxbow lakes based on the analysis of core sediments obtained from the oxbow lakes and the floodplain of the Ishikari River, northern Japan, and discussed the environmental change of the lower reaches of the river. The main results of this study are shown below. (1) We proposed the conventional method to make a bathymetric map of oxbow lakes by using fish finding sonar and GPS. (2) Bottom sediments of the lakes are mainly composed of fine-grained mud and water chestnuts prosper in shallow water especially during summer season. (3) The lakes formed during the last several hundred years and have been filled rapidly. (4) The change of the sediment grain size may be correlated with the change of summer precipitation. (5) Evolution of the floodplain has been influenced strongly by the rate of postglacial sea-level change.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：地理学

キーワード：河跡湖 氾濫原 沖積層 泥炭 完新世 石狩川

## 1. 研究開始当初の背景

沖積平野の自然堤防・後背湿地帯(氾濫原)では、河床勾配が緩やかなため、蛇行流路が発達しやすい。また、蛇行流路の屈曲が大きくなると、蛇行切断が生じ、放棄された旧流路は河跡湖(三日月湖)として残される。これまでの研究では、主として蛇行流路や河跡湖の形態および成因、流路の移動速度などが、力学(水理学や流体力学)や水路実験、野外観測、地形計測、空中写真や地形図の判読などにもとづいて議論されてきた(科学技術庁資源局, 1961; Leopold et al., 1964; Ikeda and Parker, 1989, Constantine and Dunne, 2008)。

一方、このような河川では、洪水氾濫の際に溢れた土砂(洪水堆積物)が河跡湖に堆積する。この堆積物は、河跡湖の発生時期や埋積過程、繰り返し生じてきた洪水の歴史、さらには人間活動の影響を記録していると考えられる。近年、河跡湖の堆積物から環境変化を読み取る研究がおこなわれている(Wolfe et al., 2006, 安ほか, 2008)。先に述べた蛇行流路や河跡湖の形態・成因に関する地形・水理学的研究に比べると堆積学的な研究事例は不足しており、今後の研究の進展が望まれる。

河跡湖は、一般的に、細粒な泥質堆積物で埋積されていくと説明されている。しかし、氾濫原を構成する他の要素(たとえばポイントバーや自然堤防、後背湿地、クレバススプレー)の堆積物に比べて、その特徴が詳細に明らかにされているとは言いがたい。細粒な泥質堆積物の下位には、かつての河床を構成していた砂質堆積物が存在するはずなので、ここに到達するコア堆積物を採取し、河跡湖発生前後における堆積物の粒度や堆積速度の変化を明らかにしていくことが必要とされる。

また、前述したように、河跡湖には、氾濫の際、氾濫水とともに土砂が堆積するため、堆積物の詳細な解析をおこなうことで、過去の洪水記録を抽出できる可能性がある。周囲を山地や丘陵に囲まれた湖沼堆積物では、粒度組成や化学組成(とくに有機炭素量)の変化から洪水頻度や規模などが推定されている(Brown et al., 2000)。河跡湖においても堆積物の特徴を数 cm 間隔で明らかにし、その変化にもとづいて、観測記録以前の河川中・下流域における洪水履歴を推定していくことが重要になる。

## 2. 研究の目的

本研究では、蛇行流路の切断によって形成された河跡湖に着目し、河跡湖で採取したボーリング堆積物の解析や地形判読・地形解析にもとづいて、河跡湖の埋積過程を明らかにし、10~1000年スケールでの河川中・下流域の環境変遷を検討する。とくに次の三点の解明・検討を目指す。1. 河跡湖の形成時期とその埋積速度の解明、2. 歴史記録以前の洪

水史の復元、3. 近年の人間活動による影響評価。

## 3. 研究の方法

研究対象地域として、日本で蛇行流路がもっともよく発達し、多くの河跡湖がみられる北海道の石狩川流域、とくに滝川~美唄付近を取り上げた。北海道は、日本のなかでも明治時代以前における人為的影響が比較的小さかったため、自然状態での河跡湖の埋積過程を検討できる可能性が高い。また、人間活動の影響についても、明治時代以後にとくに重点を置きながら、分析・解析結果を検討していける利点がある。

明治・大正時代の地形図と既存資料(科学技術庁資源局, 1961)を用いて、明治・大正期以前から河跡湖になっている場所や明治・大正期以降に自然短絡により河跡湖となった場所、さらには河川工事に伴って河跡湖となった場所を抽出し、調査に適した河跡湖を把握した。

これらの河跡湖において、エレキモータとGPS付魚群探知機(Lowrance HDS-5)を取り付けたゴムボートで湖沼内を走行しながら水深を測定した。得られたデータを解析して湖盆図を作成した。また、エクマン・バージ採泥器および佐竹式コアサンプラーを用いて表層堆積物を採取した。表層堆積物については粒度や強熱減量の測定をおこなった。

これらの結果を踏まえた上で、4つの河跡湖(菱沼、月沼、ピラ沼、トイ沼)でコア堆積物の採取を実施した。掘削はかつての河床と考えられる砂礫層に達するまでおこなった。採取したコア堆積物について、岩相の記載、軟X線写真撮影、湿潤および乾燥かさ密度測定、粒度分析、強熱減量(LOI: Loss on Ignition)測定による総有機物量の推定、セシウム137測定、放射性炭素年代測定、火山灰同定などをおこなった。

また、完新世の層序や堆積物の特性を明らかにし、河跡湖堆積物との比較をおこなうため、氾濫原に位置する2地点においてもオールコア堆積物を採取した。採取したコア堆積物について、岩相の記載、軟X線写真撮影、湿潤および乾燥かさ密度測定、粒度分析、強熱減量測定による総有機物量の推定、放射性炭素年代測定をおこなった。

## 4. 研究成果

### (1) 河跡湖の湖盆図作成

河跡湖の測深については、伊藤沼、菱沼、月沼、ピラ沼、トイ沼、西沼、茶志内沼、うりゅう沼、鶴田の沼で実施した。水深が小さく、また、ヒシが繁殖している湖では良好なデータが得られなかったため、湖盆図作成をおこなえたのは、伊藤沼、菱沼、月沼、ピラ沼、トイ沼の5つであった。

各河跡湖では、面積の非常に小さい月沼を除き、屈曲部の外側(流路だったときの攻撃斜面側)で水深が大きくなっていることから、

ほとんどの河跡湖は流路だった時代の形態をまだ保持していると考えられる。また、伊藤沼、菱沼、トイ沼においては、等深線の間隔が湖沼の下流側で広がっている。水深については水面の高さが人為的に制御されているため自然状態ではないものの、最深部の水深は伊藤沼で 3.3 m、菱沼で 7.5 m、月沼で 2.2 m、トイ沼で 2.5 m、ピラ沼で 4.0 m であった。

## (2) 河跡湖の底質の把握

試料採取をおこなったほとんどの地点において、底質は細粒シルト～粘土からなっていた。ただし、伊藤沼では水深の小さい、滑走斜面側の一部の地点で砂がみられた。また、西沼においても、ヒシが繁殖していない地点では、砂がみられた。

各湖沼の水深の大きな 1 地点において、佐竹式コアサンプリングにより長さ 30～40 cm 程度の柱状試料を採取した。

湖盆図を作成した 5 つの湖沼（伊藤沼、菱沼、月沼、ピラ沼、トイ沼）においては最下部（湖底下 30～40 cm 程度）まで泥が確認された。したがって、近年は細粒物質の堆積が進んでいると推定される。時間を置いてから再び測深や底質調査をおこない、今回の (1) (2) の調査結果と比較検討することで、湖盆形態や底質の変化を把握できるだろう。

## (3) 河跡湖の埋積過程、堆積速度

4 つの河跡湖（菱沼、月沼、ピラ沼、トイ沼）において、水深の大きな地点でオールコア堆積物を採取し、その解析を進めた。掘削長は、菱沼（13.5 m）、月沼（12.0 m）、ピラ沼（6.6 m）、トイ沼（6.7 m）であった。

上流側に位置するピラ沼およびトイ沼では、湖底から 5 m 程度で砂礫層に達した。一方、下流側の菱沼および月沼では、湖底から約 10 m で砂礫層に達した。

砂礫層の上位には主として細粒な泥の堆積がみられたが、月沼の深度 5～10 m にかけては砂泥互層が発達していた。砂を含まない層準の粒度は、中央粒径で 4 μm 前後の場合が多い。乾燥かさ密度は、下部に向かって増加するが、深度 5 m 程度までは 1 g/cm<sup>3</sup> 以下であった。また、強熱減量は、各コアともに最上部の深度 1 m 程度までが 10～20% と高く、深度 1 m 以下では 5～10% 程度となり、比較的変動が小さかった。

各河跡湖の堆積物の <sup>137</sup>Cs 測定結果から 1963 年に堆積した地層の位置を推定した。また、月沼およびトイ沼のコア堆積物に含まれていたテフラは、1739 年に噴出した Ta-a 火山灰に対比されると考えられる。堆積物は下位のものほど古いはずだが、有機物を用いた放射性炭素年代測定結果によると、一部に深度と年代値とが矛盾するものも見受けられた。これらは再堆積などが原因と考えられる。

<sup>137</sup>Cs 測定、火山灰、放射性炭素年代測定結果を総合的に考えた結果、河跡湖の形成時期

つまり河道放棄の生じた時期が過去 1000 年以内と非常に新しいこと、さらに、河道から切り離された直後に急速に埋積される傾向をもつことが推定された。

## (4) 河跡湖埋積堆積物を用いた古洪水復元の試み

層序、年代値、堆積速度の観点から月沼で得られたコア堆積物の粒度変化に着目し、過去約 100 年間の気象観測記録（旭川における日最大降水量）との関係を検討した。また、中国の石筍（WX42B）の酸素同位体比記録との比較もおこなった。その結果、降水量の大きな時期や東アジア夏季モンスーンの強い時期に堆積物の粒度が粗粒になる傾向が推定された。

## (5) 完新世における氾濫原の堆積環境・堆積速度の変化

氾濫原の 2 地点においてオールコア堆積物（IK1：掘削長 26.25 m、IK2：同 19.15 m）を採取した。コア堆積物の特徴を以下に記す。1. 最下部の 1-2 m は垂円礫を主体とする砂礫層で、礫径は最大で 40-50 mm 程度となっている。2. 最下部を除き、泥を主体とする細粒堆積物が卓越する。3. IK1 では深度 2.1-9.8 m、IK2 では深度 4.3-11.8 m に、木片や植物片などの有機物を多く含み、乾燥かさ密度が 1.0 g/cm<sup>3</sup> 以下になる泥質層準が認められる。とくに IK1 の深度 2.1-6.3 m では泥炭の堆積が顕著になる。

年代値は、最下部の砂礫層が IK1 で 10 ka 以前、IK2 で 22 ka 以前に堆積したことを示唆する。IK1 では、8-7 ka にかけての堆積速度が 7 ka 以降に比べて大きい。IK2 については 7 ka 以前の堆積速度について不明な点があるものの、7 ka 以降については、IK1 とほぼ同じような堆積速度を示した。7 ka 頃は有機物を多く含む泥質堆積物が堆積し始める時期にほぼ相当する。IK1 において泥炭の堆積が顕著だった期間は 5-1.5 ka 頃で、堆積速度は約 1 m/1000 年と考えられる。

以上の結果と Milne et al. (2005) の海水準変動曲線との比較にもとづき、堆積環境や堆積速度の変化について考察した。石狩低地内陸部では (1) 10 ka 以前に網状河川システムから蛇行河川システムへ変化した (2) 8 ka 頃に海水準上昇にともなう堆積中心の陸側への移動により、蛇行河川システムの堆積速度が増加した (3) 7.5 ka 頃に海水準上昇速度の低下にともなう堆積速度の大幅な低下が生じた (4) 7.5～5 ka 頃の堆積環境は主に後背低地であった (5) 5～1.5 ka 頃にかけて泥炭が比較的連続して堆積した、と考えられる。また、蛇行河川システムの堆積速度の変化が、下流部に分布していた湾頭デルタの前進開始と同様に、海水準変動に同調して影響されている可能性を指摘した。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

石井祐次・伊藤彩奈・中西利典・洪 完・堀和明(2014):石狩低地内陸部で採取されたIK1 コアが示す完新世の堆積環境・堆積速度の変化.第四紀研究,53,印刷中(査読有).

〔学会発表〕(計 6 件)

堀 和明・清水啓亮・谷口知慎・野木一輝(2014):GPS 付き魚群探知機を用いた三日月湖の湖盆図作成.日本地理学会発表要旨集,85,286.2014年3月27日,東京.

石井祐次・堀 和明(2014):石狩低地にみられる三日月湖の過去数百年の古洪水記録.日本地理学会発表要旨集,85,197.2014年3月27日,東京.

Ishii, Y. and Hori, K.(2013): Overbank sedimentation rate as a control on peat formation on the floodplain: Holocene example from the Ishikari floodplain, northern Japan. 10th International Conference on Fluvial Sedimentology, 147-148. 19 July, 2013, University of Leeds (UK).

石井祐次・堀 和明(2013):石狩川下流域にみられる三日月湖の堆積物による洪水史復元.日本地球惑星科学連合 2013 年大会、HQR24-P05.2013年5月23日,千葉.

石井祐次・堀 和明(2013):石狩川下流域氾濫原の堆積環境の変化と泥炭層形成.日本地理学会発表要旨集,83,163.2013年3月30日,熊谷.

堀 和明・伊藤彩奈・田辺 晋・中西利典・洪 完(2012):石狩平野内陸部の沖積層.日本地理学会発表要旨集,81,240.2012年3月28日,東京.

〔図書〕(計 1 件)

堀 和明(2012):3 沖積低地を構成する地層はどのようにしてできてきたか.海津正倫編「沖積低地の地形環境学」,古今書院,24-30(分担執筆).

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕  
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

堀 和明(HORI KAZUAKI)  
名古屋大学・環境学研究科・准教授  
研究者番号:70373074

(2) 研究分担者

( )

研究者番号:

(3) 連携研究者

( )

研究者番号: