

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：12611

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K01155

研究課題名（和文）諏訪湖と十三湖の長期結氷記録の解析による冬季気候変動と地球温暖化の実態解明

研究課題名（英文）Climate reconstruction using lake freezing records of Lake Suwa and Lake Jusan

研究代表者

長谷川 直子（石黒直子）（HASEGAWA, Naoko）

お茶の水女子大学・基幹研究院・准教授

研究者番号：60433231

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、世界的に見ても類のない長期的な文書記録である湖の結氷記録を用いて、冬季の気候変動を長期的に推定することを試みた研究である。長野県諏訪湖の結氷記録は御神渡りという現象が神事として捉えられてきたために、500年以上にわたる記録が存在する。これは1950年代にデータベースとして公開されており世界的に気候復元資料として利用されてきたが、本研究において、そのデータベースと原典との照合を行ったところ、いくつかの記録の修正や新たな発見があった。また、青森県十三湖においては江戸時代の約150年間にわたり結氷と解氷記録があることを発見し、本研究で初めて気候復元資料としての検討を行なった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

湖の物理現象（御神渡り現象）が神事と結びつき、結果として500年以上にわたる記録が現存するということは世界的にも類を見ないものである。一方でこの研究は海外研究者によって行われてきたケースが多いが、記録の原本に立ち戻って調査することが難しいため、複数ある出典のデータをあたかも統一的なデータかのように扱われてきてしまった問題がある。本研究によって、詳細なデータの状況を踏まえた気候復元を行うことができれば、500年以上にわたる東アジアの冬季の連続的な気候変動の状況を解明する唯一のデータになると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The freezing record of Lake Suwa is well-known worldwide as the proxy for climate reconstruction recent 500 years. This record is published in 1950s in the international climate journal. In our research, we re-examined this record by checking the original document, and we found some error and new discover.

We discovered also the lake Jusan freezing record, written by Hirosaki clan, in Edo era. for 150 years. And in this research, we found the important correlation between the date of open lake and the air temperature of Tokyo.

研究分野：気候学

キーワード：結氷 気候変動 諏訪湖 十三湖

### 1. 研究開始当初の背景

諏訪湖の結氷・御神渡り記録は、その現象が神事と結びついていたこともあり、500年以上にわたる連続的な記録が現存している。これは1950年代に過去の気候を復元できるデータとして国際学術雑誌にデータベースとして公開された(Arakawa 1954)。それ以降、長期的な日本の冬の気候を推定できる稀なデータとしてこれまで度々研究されてきた(Gray, 1974やSharma, S. *et al.*, 2016)。一方で、特に海外の研究者による研究では、このデータベースが500年にわたり均質的なデータであるとして扱われてきているものの、実際には時代によって出典や記載内容が変更されている。このような、出典や記載内容の違いによるデータの質に関する検討が十分されているとは言い難い。

また、このような過去の連続的・長期的な結氷記録はこれまでの日本では諏訪湖のものが唯一のものと考えられてきたが、我々の調査により、青森県十三湖において、江戸時代の約150年間にわたり連続的な結氷・解氷記録があることが発見された。このことにより、複数指標での関係性の検討が可能となった。

### 2. 研究の目的

そこで本研究においては大きく2つの目的を挙げている。一つ目は、諏訪湖のこれまでに行われてきた研究と異なり、出典ごとの記載内容の違いに着目して、データを詳細に検討することで、これまでにない精度での気候復元を行うことである。もう1点は十三湖での結氷記録について検討することで、諏訪湖と十三湖の結氷の関係性、日本や東アジアでの気候変動と2つの湖の関係性などについて明らかにすることである。

### 3. 研究の方法

諏訪湖の結氷データについては1954年に藤原・荒川によって結氷や御神渡りの日付のみが抽出されたデータベースがまとめられたが(Arakawa 1954)、その出典などの詳細が記載されていないため、記録の詳細がわからない。そこで本研究では、これらのデータベース作成で使用されたと考えられる、元となる記録(主に、諏訪大社や八剣神社によって記載された観測報告)を調査した。具体的には諏訪大社の記録については現在諏訪市博物館に保存されており、その原本の翻刻や撮影を行い、既存のデータベース(Arakawa 1954)との照合をおこなった。また八剣神社保管分については、八剣神社で原本の調査を行い、撮影を



写真1：八剣神社所蔵の御神渡り記録の一例

おこなった（例としてその画像を示す）。そのほかにも藤原資料（諏訪市図書館所蔵）、官報データ（オンライン公開）、神長官守矢資料館保管の資料など、現存する資料について可能な限り原本を確認した。そして出典ごとの日付の違いなどを含めて、すべてデジタルデータ化した。

十三湖の記録については、福眞氏がまとめた弘前藩日記の気象関係記録(福眞2018)の中から、十三湖の結氷・解氷日時に関する記録のみを抽出した。さらに、弘前市図書館に保存されている弘前藩日記を確認し、データに間違いがないかを照合した。また、弘前や十三湖のほとりである五所川原の気象データについて、青森地方気象台に保管されている区内観測所データ（紙媒体）を撮影し、デジタル化をおこなった。

#### 4. 研究成果

諏訪湖の記録については、原典との照合の結果、既存のデータベース(Arakawa 1954)の中に日付の間違いやデータの欠落があることが判明した。本研究期間中に全ての現地資料の確認は

終わることができた。その読み取りとデータの整理については現在進行中である。これについては整理が終わり次第、公開し海外の研究者も使える形の新しいデータベースとしていく予定である。また、これらのデータ整理と並行して、活字出版されている御神渡り記録（1397年から1873年）を用いて、御神渡りの方向性と湖面積の数百年にわたる変遷についても検討した。その結果、御神渡り記録が存在する500年にわたって湖面積が大きく縮小し（図1）、それに伴い御神渡りの方向性も変化していることを明らかにした（図2）

十三湖の記録については、短期間ではあるものの、東京で観測された気象データが存在するため、その気温との相関分析を行ったところ、結氷については相関が見られないものの、解氷については相関が見られることがわかった（図3）。諏訪湖では結氷と気温との相関が見られるため、これは諏訪湖とは異なる傾向である。この理由として考えられるのは、十三

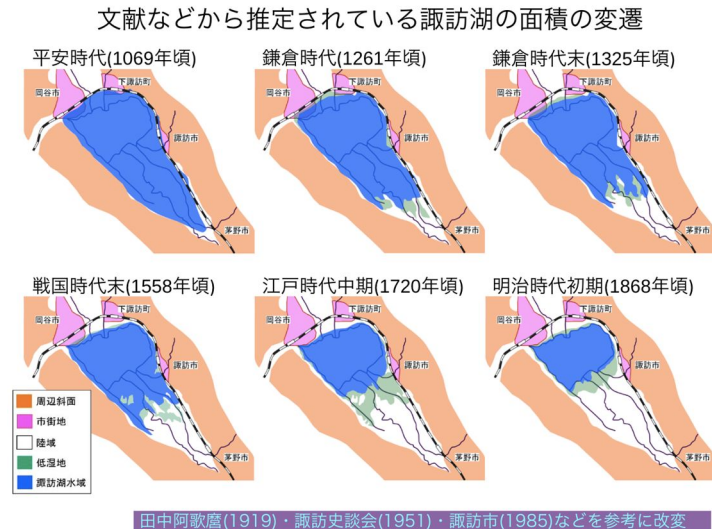


図1：諏訪湖の湖面積の変遷

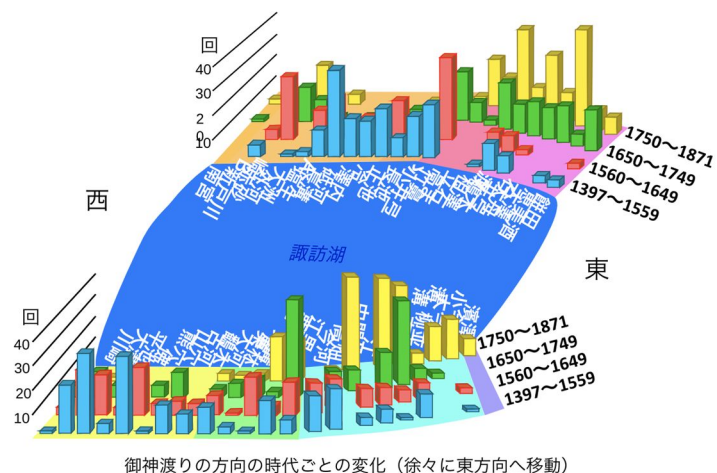


図2：御神渡りの方向性の変化

湖は汽水湖のため、結氷する時には気温よりも海水の流入やその他の条件の方が強く関係する可能性があるということである。この要因までは本研究期間中に明らかにすることができなかつたため、今後の課題である。

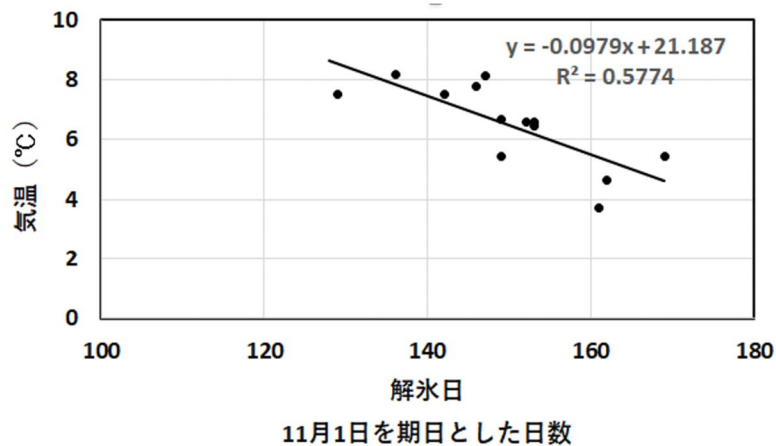


図3 十三湖解氷日と東京の冬春季（2-3月）平均気温の関係

文献

Arakawa, 1954: Fujiwhara on five centuries of freezing dates of Lake Suwa in central Japan, Arch. fur Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Ser. B, 6, 152-166  
 Gray, 1974: Early Japanese winter temperatures. Weather 29(3) : 103-107.  
 Sharma, S. *et al.*, 2016: "Direct observations of ice seasonality reveal changes in climate over the past 320-570 years", Nature Scientific Reports, DOI:10.1038/srep25061.  
 福眞吉美, 2018: 弘前藩庁日記ひろひよみ 御国・江戸 気象・災害等の記述を中心に. (CD-ROM).



## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Kubota,H., Matsumoto,J., Zaiki,M., Tsukahara,T., Mikami,T., Allan,R., Wilkinson,C., Wilkinson,S., Wood,K. and Mollan,M.	4. 巻 164
2. 論文標題 Tropical cyclones over the western north Pacific since the mid-nineteenth century	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Climatic Change	6. 最初と最後の頁 1-19
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10584-021-02984-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Sugawara,H., Narita,K. and Mikami,T.	4. 巻 35
2. 論文標題 Vertical structure of the cool island in a large urban park	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Urban Climate	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.uclim.2020.100744	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Hirano,J., Mikami,T. and Zaiki,M.	4. 巻 18
2. 論文標題 Analysis of early Japanese meteorological data and historical weather documents to reconstruct the winter climate between the 1840s and the early 1850s	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Climate of the Past	6. 最初と最後の頁 327-339
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5194/cp-18-327-2022	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 平野淳平	4. 巻 70
2. 論文標題 日本における歴史気候学の研究動向と課題	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 法政大学地理学会	6. 最初と最後の頁 59-66
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kubota Hisayuki, Matsumoto Jun, Zaiki Masumi, Tsukahara Togo, Mikami Takehiko, Allan Rob, Wilkinson Clive, Wilkinson Sally, Wood Kevin, Mollan Mark	4. 巻 164
2. 論文標題 Tropical cyclones over the western north Pacific since the mid-nineteenth century	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Climatic Change	6. 最初と最後の頁 1-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10584-021-02984-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計27件(うち招待講演 1件/うち国際学会 12件)

1. 発表者名 長谷川直子・三上岳彦・平野淳平・小口徹
2. 発表標題 諏訪湖御神渡り経路の長期変遷に関する一考察
3. 学会等名 日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長谷川直子
2. 発表標題 500年以上にわたる諏訪湖御神渡り記録の変遷についてどう考えるか?
3. 学会等名 歴史ビッグデータ研究会(オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 永田玲奈, 三上岳彦, 平野淳平
2. 発表標題 過去70年間に関東地方に襲撃した台風の経路と強さの変化
3. 学会等名 日本地理学会2021春季学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mikami, t., Hasegawa, N., Hirano, J. and Batten, B.
2. 発表標題 inter/spring Climatic Changes in Northern Japan during 1705-1860 Reconstructed from Snowfall/Precipitation Ratios and Lake-freezing Records
3. 学会等名 The 36th International Symposium on the Okhotsk Sea & Polar Oceans 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Junpei Hirano, Takehiko Mikami, Masumi Zaiki
2. 発表標題 Combined Analysis of Early Instrumental Data and Historical Daily Weather Documents for Winter Climate Reconstruction in Japan,
3. 学会等名 The Sixth Biennial Conference of East Asian Environmental History (EAEH 2021), (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junpei Hirano
2. 発表標題 Data rescue of Japan data in the 19th century
3. 学会等名 ACRE2021 Virtual Workshop (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平野淳平
2. 発表標題 歴史気候資料による台風経路の復元,
3. 学会等名 第39回 人文機構シンポジウム「江戸時代の台風コース復元と都市災害 - 気候学・考古学・文献史学の協同 - 」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久保田尚之、塚原東吾、平野淳平、財城真寿美、松本淳
2. 発表標題 オランダ軍艦の航海日誌に基づいて推定した安政江戸台風の大きさ
3. 学会等名 日本地理学会2022年春季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平野淳平
2. 発表標題 多摩丘陵における「日向」・「日影」地名の分布について
3. 学会等名 日本地理学会2022年春季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三上岳彦、長谷川直子、財城真寿美、平野淳平、塚原東吾、ブルース パートン
2. 発表標題 日記天候記録 と気象データによる過去320年間の気温 変動復元
3. 学会等名 日本地理学会2022年春季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長谷川直子・三上岳彦・平野淳平
2. 発表標題 諏訪湖の結氷・御神渡り記録の出典ごとの精査
3. 学会等名 日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 三上岳彦・長谷川直子・平野淳平・Bruce Batten
2. 発表標題 弘前の冬春季・降雪率の長期変動と十三湖の結氷期間との関係
3. 学会等名 日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hasegawa N., Mikami T., Hirano J., and Batten B. 2020
2. 発表標題 Newly discovered long-term record of freezing breaking-up dates of Lake Jusan in Northern Japan during 1705-1860 as compared with those of Lake Suwa
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2020. (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mikami T., Hasegawa N., Hirano J., and Batten B. 2020
2. 発表標題 Long-term winter/spring climatic changes in Northern Japan reconstructed from snowfall rates and lake-freezing records
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hasegawa N., Mikami T., Hirano J.
2. 発表標題 Re-examination of Original Documents of Freezing and Omiwatari Dates for Lake Suwa
3. 学会等名 PAGES-CRIAS 3rd workshop (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平野淳平・三上岳彦
2. 発表標題 日記天候記録から復元した19世紀冬季の天候分布と20世紀再解析データの比較
3. 学会等名 日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hirano J., Mikami.,T.
2. 発表標題 Comparison of winter daily weather patterns in Japan reconstructed from old diaries and 20th century reanalysis data during the 19th century
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hirano J., Mikami.,T.
2. 発表標題 Comparison of winter daily weather patterns in Japan reconstructed from old diaries and 20th century reanalysis data during the 19th century
3. 学会等名 PAGES-CRIAS 3rd workshop. (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mikami, T.
2. 発表標題 Recent progress in the historical climatology of Japan
3. 学会等名 PAGES-CRIAS 3rd workshop. (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 財城真寿美, 三上岳彦
2. 発表標題 観測地点の移動と天候が気温日変化に及ぼす影響
3. 学会等名 日本地理学会2020秋季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 市野美夏, 増田耕一, 三上岳彦, 高槻泰郎
2. 発表標題 19世紀日本の天候と市場経済の連関 - 歴史資料からの日射量推定と米価による解析 -
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mikami T, Hasegawa N. and Hirano J.
2. 発表標題 Newly discovered long-term freezing/breaking-up dates record of Lake Juhsan in Northern Japan during 1705-1860 as compared with those of Lake Suwa.
3. 学会等名 EMS (European Meteorological Society) Annual Meeting (Copenhagen) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hasegawa N., Mikami T and Hirano J.
2. 発表標題 Long-term changes in the freezing dates of Lake Suwa (1444-present) and Lake Juhsan (1705-1860).
3. 学会等名 The 1st Japan-China Joint Workshop on Historical Climatology in East Asia (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長谷川直子・三上岳彦・平野淳平
2. 発表標題 諏訪湖・十三湖の結氷解氷記録と冬春季の気候変動(その1) 諏訪湖結氷記録575年間の再検証.
3. 学会等名 日本地理学会秋季学術大会(新潟大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三上岳彦・長谷川直子・平野淳平・福眞吉美
2. 発表標題 諏訪湖・十三湖の結氷解氷記録と冬春季の気候変動(その2) 十三湖の結氷解氷記録(1705年~1860年)
3. 学会等名 日本地理学会秋季学術大会(新潟大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平野淳平・三上岳彦・長谷川直子・財城真寿美・福眞吉美
2. 発表標題 諏訪湖・十三湖の結氷解氷記録と冬春季の気候変動(その3) - 十三湖の解氷記録による東京の冬春季気温復元の試み
3. 学会等名 日本地理学会秋季学術大会(新潟大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三上岳彦・長谷川直子・平野淳平
2. 発表標題 諏訪湖の冬季気温季節内変動と結氷・御神渡り発生との関連
3. 学会等名 日本地理学会春季学術大会(駒沢大学)
4. 発表年 2020年

## 〔図書〕 計2件

1. 著者名 平野淳平, 市野美夏, 財城真寿美	4. 発行年 2021年
2. 出版社 臨川書店	5. 総ページ数 221
3. 書名 気候変動から読みなおす日本史 第2巻 古気候の復元と年代論の構築	

1. 著者名 日本地理学会監修, 日本地理学会 (監修), 山本 健太, 長谷川 直子 (編集, 著), 宇根 寛, 平野 淳平, 矢野 桂司, 秋山 千亜紀, 宋 苑瑞 (著)	4. 発行年 2023年
2. 出版社 KADOKAWA	5. 総ページ数 172
3. 書名 地理がわかれば世界がわかる! すごすぎる地理の図鑑	

## 〔産業財産権〕

## 〔その他〕

JCDP <a href="https://jcdp.jp/top-jp/">https://jcdp.jp/top-jp/</a>
---

## 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	三上 岳彦  (MIKAMI Takehiko)  (10114662)	東京都立大学・都市環境科学研究科・客員教授   (22604)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	平野 淳平  (HIRANO Junpei)  (80567503)	帝京大学・文学部・准教授    (32643)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計1件

国際研究集会 The 1st Japan-China Joint Workshop on Historical Climatology in East Asia	開催年 2019年～2019年
---	--------------------

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------