

気温上昇に影響される伝統

長野・諏訪の御渡り、
酒・味噌造りと気候変動



GREENPEACE

免責事項

本報道発表資料は、公教育および科学研究を支援し、報道を促し、環境保護に対する意識を高めることを目的に、グリーンピース・ジャパンが作成したものです。以下の著作権表記を読み、以下の条項に同意された上で、ご利用下さい。本資料は、情報の共有、環境保護、公共の利益のみを目的とするものであり、投資その他の判断材料に利用した場合、グリーンピースはかかる利用に伴ういかなる責任も負わないものとします。本資料の内容は、グリーンピース・ジャパンが調査期間において入手した公式発表情報にのみ基づくものです。グリーンピース・ジャパンは、本資料に含まれる情報について、その即

時性、正確性、完全性を保証するものではないことをご了承下さい。本資料の内容について、不明な点・ご意見等があれば、下記までご連絡下さい。 kouhou@greenpeace.org

著作権表記

本報道発表資料は、グリーンピース・ジャパンが発行したものです。本資料の著作権は、グリーンピース・ジャパンが独占的に所有しています。

(表紙写真：御渡り拝観式を行う八剣神社の宮坂宮司と氏子ら。2018年)

2026年2月発行

概要

2026年2月2日時点で、諏訪湖で最後に御神渡り（以下、御渡り）が出現したのは2018年で、数百年にわたる冬の風物詩が8年連続で発生していない。御渡りは湖面に氷の隆起による筋が現れる自然現象で、神が通った跡とされている。何百年にもわたり大切に受け継がれてきた神事であり、八剣神社によって公式に記録されてきた。近年におけるその出現の減少は、湖の冬季環境における重大な変化を示しており、この地域の気候に依存する他の文化的慣行にも影響を及ぼしている。

こうした背景のもと、本調査では八剣神社の記録（1444年～2025年）と気象庁の公開データ（1945年～2025年）を統合し、冬季の諏訪市の気温について定量的に分析した。八剣神社の記録は1443年12月に始まっているが、本資料では気象庁による寒候期（冬季）の定義に従い1443年12月は1444年の冬と定義されるため、本資料では1444年～2025年の記録として記載する。主な調査結果は以下の通りである：

遅れる御渡りの出現：御渡り出現は1925年から2025年の100年間で19日遅くなっている。出現時期は12月～1月から1月～2月へと明らかな移行が生じている（図表6）。

温暖化する冬：1945年以降、図表7に示すように冬季年間平均気温は100年あたり約+2.3°Cのペースで上昇している一方、図表8に示すように年間の氷点下日数（0°C未満）は100年あたり約33日減少している。累積的な冬季の厳寒度を測る指標である累積凍結度日（AFDD）は歳月とともに顕著な減少（減少度-0.843/年）を示しており、氷の隆起に必要な湖の結氷状態を維持する能力が低下していることを示唆している。

発酵への影響：伝統的な日本酒造り適期（10月頃～3月頃）において、10°Cおよび15°Cという醸造適温の目安を超える日数は、それぞれ100年あたり21日および17日のペースで増加している。味噌については、最高気温が30°C（諏訪での味噌発酵の適温）以上の日が100年あたり29日増加しており、特に近年（2023年と2025年）は60日以上を記録した（図表10）。

より広範な影響：人為的な気候変動により冬の気温が上昇し続ける中、諏訪湖の全面結氷は以前より稀な現象となった。1900年以降、25年ごとの全面結氷の発生率は、1900年代初頭は96%であったのが、2000年代では48%まで落ちている。冬の気候が変わることによって、御渡りと583年続いてきたそれに関連する神事は消えつつある。

諏訪地方の気候は歴史的に発酵産業、特に日本酒と味噌の生産を育んできた。これらの発酵食品の特徴的な風味は、風土のもとで何世紀にもわたって培われてきた特定の微生物活動の結果である。近年の温暖化傾向は、温度に敏感な醸造工程を乱し、仕上がりに影響を及ぼす恐れがある。

気候変動は、豪雨や洪水、熱中症のリスクを高めるだけでなく、日本を長年特徴づけてきた文化的景観をも変容させている。グリーンピース・ジャパンの過去の分析では、

カエデやイチョウの紅葉の遅れや¹、富士山頂で100年あたり1.47°Cの気温上昇を確認している²。しかし、気候変動が伝統的な発酵過程に与える影響や、その他の気候変動と文化に関する研究は依然として不十分である。さらなる温暖化と気候変動に紐づく文化的な損失を抑制するためには、適応策と並行して、気候変動の一層の緩和が不可欠である。

はじめに

御渡り

御渡りは、長野県の諏訪湖（東京から西へ約200km）で見られるとりわけ珍しい氷の隆起現象である。湖面が全面結氷した後、ひび割れた氷の稜線が湖面全体に形成される。

御神渡り（おみわたり）あるいは御渡り（みわたり）³とは、この氷の稜線が神の通った跡であるという古くからの信仰を表す言葉である。毎年冬になると、御渡りの兆候を求めて八剣神社の宮司と氏子たちが諏訪湖を観察する。御渡りが確認されると、それを称える神事が行われる（図表3）。その位置・形状・方向から、夏の気候や収穫期が予測されてきた。宗教儀式であることとこのような予測価値により、1443年にまで遡る記録が長期にわたり保存されている。この約600年にわたる記録は、世界で最も長く継続されている氷の季節変化に関する観測記録の一つである。



図表1：諏訪湖の位置

しかし、ここ数十年で、この現象はかつてのように毎年見られなくなり、次第に稀になってきた。2026年2月3日現在、直近の御渡りの出現は2018年であった。この8年間の空白期間は記録開始以来、最も長い不出現期間の一つであり、1508年から1515年に

¹ グリーンピース・ジャパン「紅葉時期にみる気候変動の影響について」2023年9月27日
<https://www.greenpeace.org/japan/wp/wp-content/uploads/2024/08/b9ccd35355ad76caf4325d74a528b47a-1.pdf>

² グリーンピース・ジャパン「富士山が告げる気候変動の兆候」2025年10月2日
<https://www.greenpeace.org/japan/wp/wp-content/uploads/2025/10/FujiBriefing-edit.pdf>

³ 一般に「御神渡り」として知られているが、現在の八剣神社の宮司は、古文書における使用例を根拠に「御渡り」という呼称を用いている。

⁴ 氷の状態が毎年幕府に報告されていたため、記録が存在する、と述べられている。S. Fujiwhara, Notes on the Climatic Variations Concluded from the Dates of the First Complete Freezing of Lake Suwa in Japan, Geografiska Annaler 3:4, 358-361, doi: 10.1080/20014422.1921.11880920

かけての8年間の不出現期間に次ぐものである。ただし、この1508年からの記録の信頼性については一部疑問が呈されている^{5,6,7}。



図表2(左): 諏訪湖を横切る御渡り

図表3(右): 御渡りが確認されたあとに行われる御渡り拝観式
八剣神社の現在の宮司 宮坂清氏が行う様子(2018年)

御渡り出現に必要とされる詳しい気候変数は研究課題である一方、気温上昇と湖氷消失の関係は世界的に確立されており、特に北半球で顕著である^{8,9}。御渡りには湖の完全な結氷が必須条件であるため、地域の気候条件の変化は、近年御渡りが見られない状況を理解する上で重要な要素となる。御渡りが出現しない年は「明けの海（あけのうみ）」と呼ばれる¹⁰。

⁵ 1508年から1515年の間記録されている不出現期間は、同期間の推定冬季気温と比較して「統計的に可能性が低い」（田中・吉野、1982）と批判され、その存在自体も荒川（1963）によって疑問が呈されている。なお田中・吉野らが1507年から1514年としている当該期間は、気象庁の寒候期の定義に従い1508年から1515年とする。

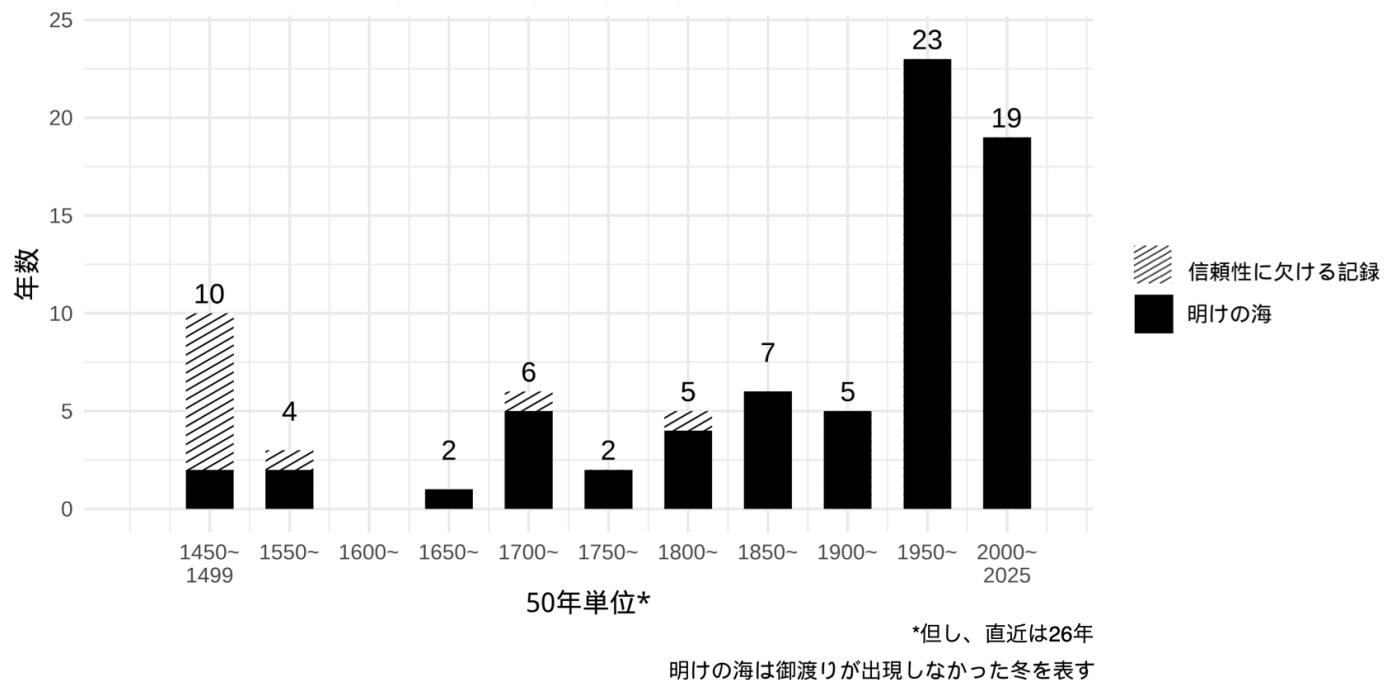
⁶ Minoru Tanaka and Masatoshi M. Yoshino, “RE - EXAMINATION of the CLIMATIC CHANGE in CENTRAL JAPAN BASED on FREEZING DATES of LAKE SUWA.” Weather 37, no. 9 (1982): 252–59, doi: 10.1002/j.1477-8696.1982.tb03626.x

⁷ H. Arakawa, 16世紀の気候と“当社神幸記”に現われたる明海の記事,
https://www.metsoc.jp/tenki/pdf/1963/1963_03_0082.pdf

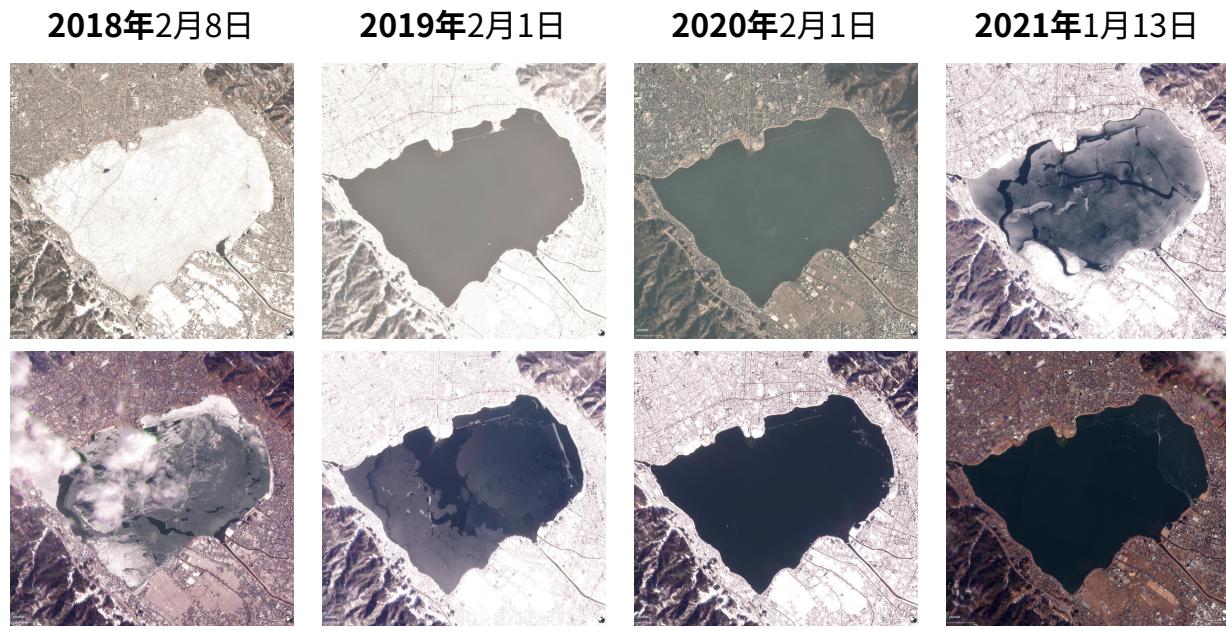
⁸ Alessandro Filazzola et al., “Climate Change Drives Increases in Extreme Events for Lake Ice in the Northern Hemisphere,” Geophysical Research Letters 47, no. 18 (2020), doi: 10.1029/2020gl089608.

⁹ R. Iestyn Woolway et al., “Global Lake Responses to Climate Change,” Nature Reviews Earth & Environment 1, no. 8 (2020): 388–403, doi: 10.1038/s43017-020-0067-5.

¹⁰ 一部の研究者は明けの海を湖が結氷しなかった年と定義しているが、ここでは結氷の有無にかかわらず、御神渡りが出現しなかった年を指す。



図表4：記録開始以降の50年単位における明けの海（御渡りなしの年）の発生状況。「信頼性に欠ける記録」とは、議論のある1508-1515年の空白期間⁵および荒川が指摘した年を指す¹¹



図表5：諏訪湖の衛星画像（雲の少ない日の撮影のうち、各季で最も結氷が顕著であったもの）
© 2025 Planet Labs PBC

¹¹ 荒川の記録では明けの海発生の年を「open」と記しているが、一部の年は「open?」と疑問符付きで注記されている。

図表5は、2018年から2025年までの冬の諏訪湖の衛星画像を示している。積雪や湖面の一部結氷があったにもかかわらず、2018年以降は御渡りに必要な条件が満たされなかつた。宮司たちや地域社会にとって、明けの海の増加は、世代を超えて継承されてきた伝統が失われつつあることを象徴する現象である。御渡りの文化的意義は、短編映画『御渡り/MIWATARI』でも記録されている¹²。

発酵

長野県の標高の高い地形と厳しい冬は、味噌や酒といった発酵技術という先祖伝来の知恵を育んできた。発酵食品を中心とした食生活が、この地域の長寿命の大きな要因であると考えられている。しかし、気温の上昇と季節サイクルの変化が、こうした伝統的な製法での発酵食の持続可能性を脅かしている。

長野県の日本酒生産量は全国第2位であり、県内80以上の酒蔵のうち9つが諏訪地域にある¹³。寒冷な気候と良質な水源が歴史的に醸造に適していたが、2024年にグリーンピースが実施した17世紀創業の老舗酒蔵とのパネルディスカッションでは、多くの酒蔵が現在、良質な米の調達と発酵工程に不可欠な低温環境の維持に苦慮していることが指摘された。この酒蔵の場合、標準的な日本酒は15°C（大吟醸は10°C）以下の発酵が必要だが、気温上昇に伴いこの温度帯を維持することが困難になっているという。

同様に、信州味噌（長野県産味噌）は国内消費量の50%を占め、長野県の85の醸造所のうち20が諏訪地域に位置している¹⁴。地元の老舗味噌蔵の話によると、味噌造りは明確な季節に依存し、諏訪では30°C程度の夏季の気温で発酵させるが、30°C以上が続きすぎると発酵や熟成が進みすぎ、味噌が黒っぽくなってしまふことがある。日本酒と同様に、味噌メーカーも温暖化する気候下で高品質な原料の確保と温度管理の難度が増していると報告している。

¹² 『御渡り / MIWATARI』監督 小野友資、製作グリーンピース・ジャパン、2023年11月30日公開
https://youtu.be/1JXT_U40ttk

¹³ 長野県酒造協同組合 <https://www.nagano-sake.or.jp/intro/> アクセス日2026年1月

¹⁴ 長野県味噌工業協同組合連合会 <https://shinshu-miso.or.jp/aboutus/> アクセス日2026年1月

調査方法

データ出典

本調査に記載されたすべての気温データは、気象庁の公開データベース「過去の気象データ」（1945年～2025年）に基づいている¹⁵。諏訪特別地域気象観測所は、北緯36度0分、東経138度6分に位置する。

1945年以前の結氷と御渡りの日付は、荒川¹⁶による八剣神社記録に基づき、1945年から1978年の日付は、諏訪地方気象観測所のデータに基づく田中・吉野¹⁷による。1982年から現在までの結氷記録は、Global Lake and River Ice Phenologyデータベースを情報源としている¹⁸。2020年から2025年までの結氷記録および1982年以降の御渡りは、新聞報道などから独自に収集した。御渡りの記録の信頼性は疑問を呈され、慎重に解釈されるが、長期における環境変化の定性的な指標としてこれらの記録は依然として価値がある。

分析手法

1683年から1923年までの御渡りの記録の信頼性については、記録と解釈の潜在的な不一致を理由に、荒川（1954）および田中・吉野（1982）によって疑問が呈されている。人為的な気候変動の影響は産業革命以降に顕著となるため、定量的な傾向分析では1923年以降の整合性のある記録に対応する1925年以降のデータに焦点を当てている。

単純線形回帰モデルを用いて、1444年から2025年および1925年から2025年における御渡り出現の日付の変化を推定した。定量的解釈では1925年以降の期間の結果を重点的に取り上げ、長期的な方向性パターンを示すためにそれ以前の推定値を提示する。

冬季変数の定義

御渡り観測期間（1月初旬から2月4日頃まで）に先立つ1ヶ月の冷却期間を考慮し、12月1日から2月3日までの0°C未満の日平均気温の合計を用いて、累積凍結度日（AFDD）を算出した。AFDDは冬季における厳しい寒さの持続度合いを表す。

¹⁵ 気象庁「過去の気象データ検索」長野県諏訪 アクセス日2026年1月

https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php?prec_no=48&block_no=47620&year=&month=&day=&view=

¹⁶ H. Arakawa, “Fujiwhara on Five Centuries of Freezing Dates of Lake Suwa in the Central Japan.” Archiv Für Meteorologie, Geophysik Und Bioklimatologie Serie B 6, no. 1-2 (1954): 152–66, doi: 10.1007/bf02246747.

¹⁷ Tanaka and Yoshino, “RE-EXAMINATION OF...LAKE SUWA”

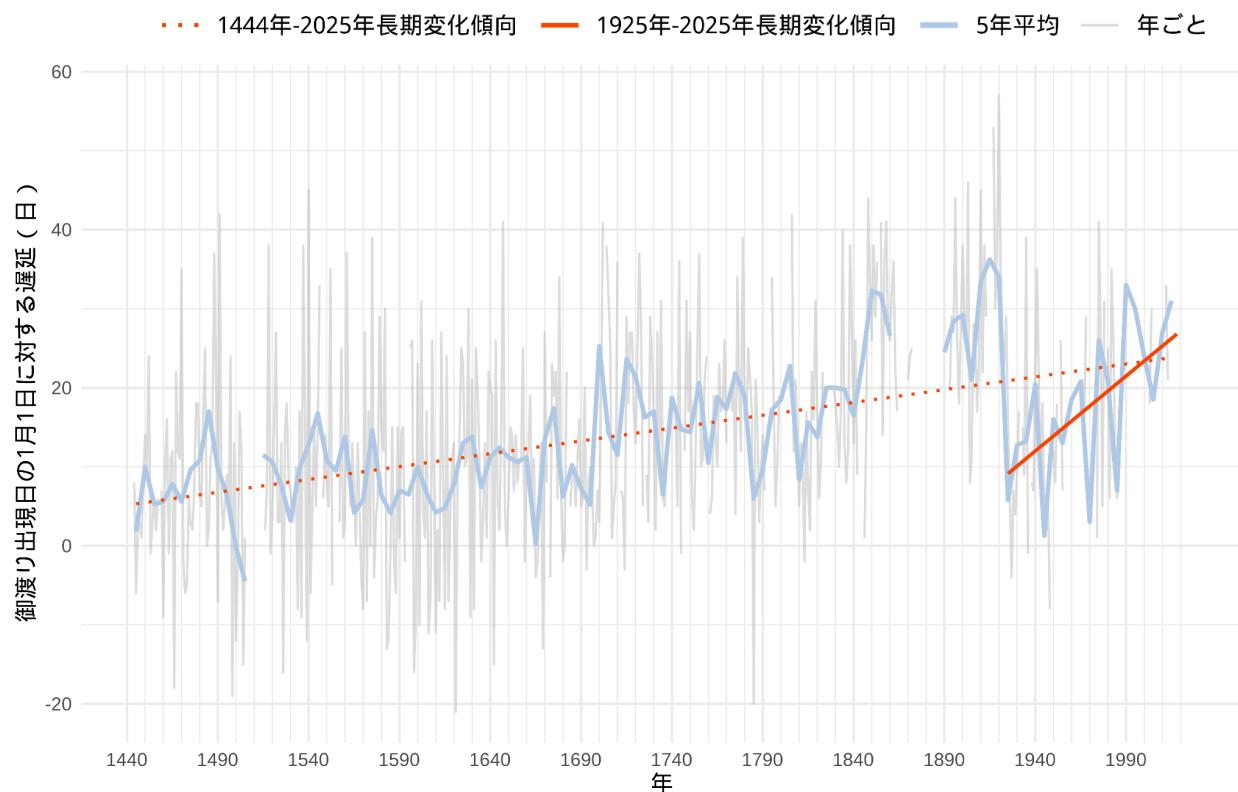
¹⁸ National Snow & Ice Data Center, Global Lake and River Ice Phenology, https://nsidc.org/data/lake_river_ice/freezethaw.html

冬季変数（氷点下日数、AFDD、冬季年間平均気温）は、冬季を通じた連続した1年として捉え、前年の8月から翌年の7月までを各冬季の範囲とした。例えば、2025年の冬季平均気温は2024年12月、2025年1月、2025年2月の平均値である。

結果

1. 諏訪湖の季節性（御渡りの遅れ）

御渡りの出現頻度が減少しているだけでなく、出現時期も次第に冬の後半へと遅れている。これを定量化するため、御渡りの日付を1月1日（基準日0日目）からの相対日数で表した。図表6は1月1日に対する御渡り日の漸進的な遅延を示している。欠落している区間は、記録が報告されていない年（1508-1515年）または記録の空白期間（1873-1892年）を表す。



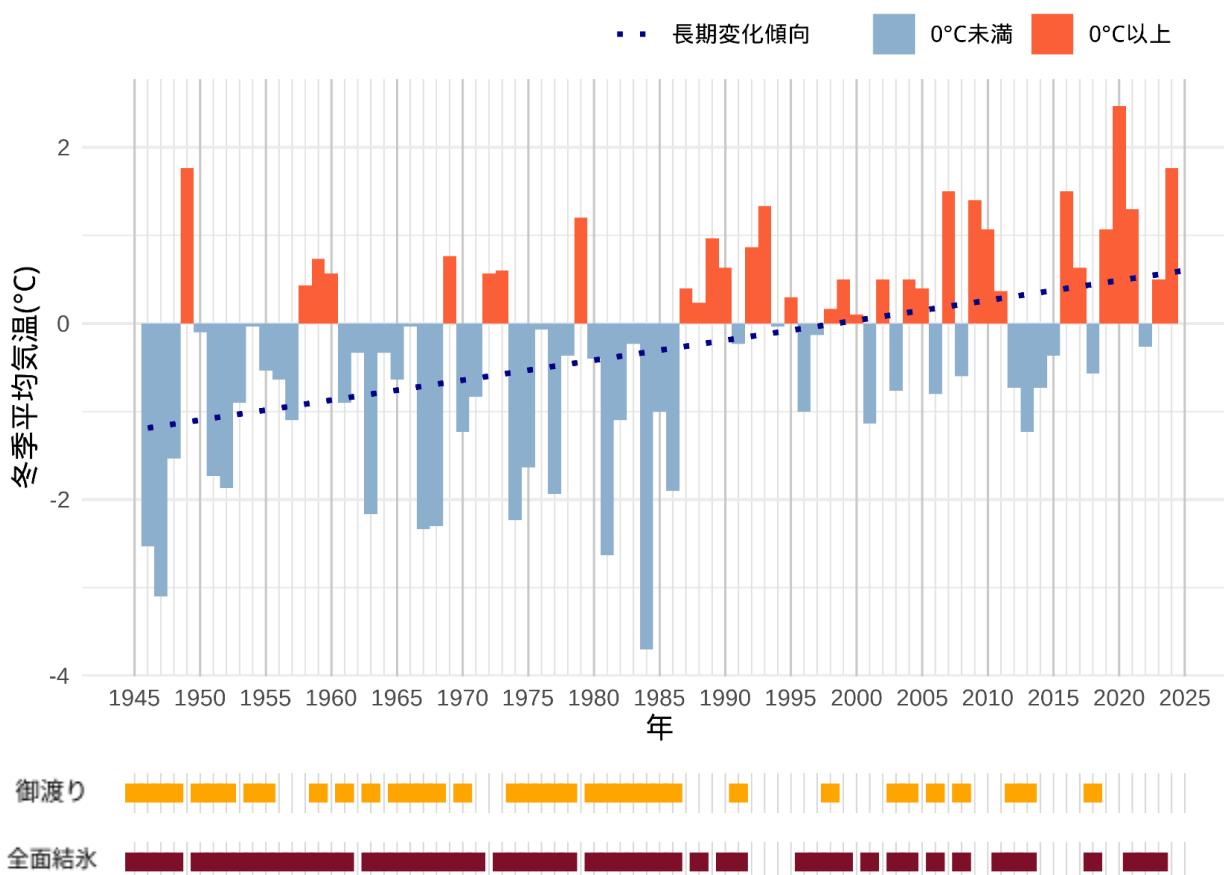
図表6：御渡り日の1月1日（基準日0日目）に対する遅延（1444年～2025年）と御渡り日の年次データ（5年ごとの平均値）、1925-2025年への線形回帰（上昇率 = 19日/100年）

17世紀後半までは、御渡りは通常12月から1月の間に観測されていたが、この時期以降の出現は概ね1月から2月中旬へと移行している。完全なデータセットは長期的な基準線を提供する一方で、近現代の観測期間（1925年～2025年）においては、10年あたり約1.9日ずつ遅延するという非常に顕著な変化を示す。

これらのパターンは凍結現象研究の広範な傾向と一致するが、地域適要因（諏訪湖は湖底から温泉等が湧出する）が完全な結氷に影響する可能性がある¹⁹。諏訪湖の結氷日にに関する研究では、10年あたり+4.6日遅延と算出されており（すなわち結氷日が100年あたり46日遅れている計算）、深刻な懸念材料である²⁰。地球規模では、北半球にある19の湖を調べた調査により、氷結形成の平均遅延率（1855年～2019年）が100年あたり+11.6日である（100年あたり11.6日遅くなっている）ことが判明している²¹。

2. 諏訪市における冬季平均気温

図表7および図表8は、1945年から2025年までの気温データ（気象庁）と気象イベントデータ（御渡りおよび全面結氷の年）を組み合わせたものである。



図表7：年間平均冬季気温（1946年～2025年）とトレンドライン（上昇率 = 0.023°C/年）、御渡り（黄色）と全面結氷（茶色）の発生年

¹⁹ As discussed in Tanaka and Yoshino, “RE-EXAMINATION OF...LAKE SUWA”, p.252

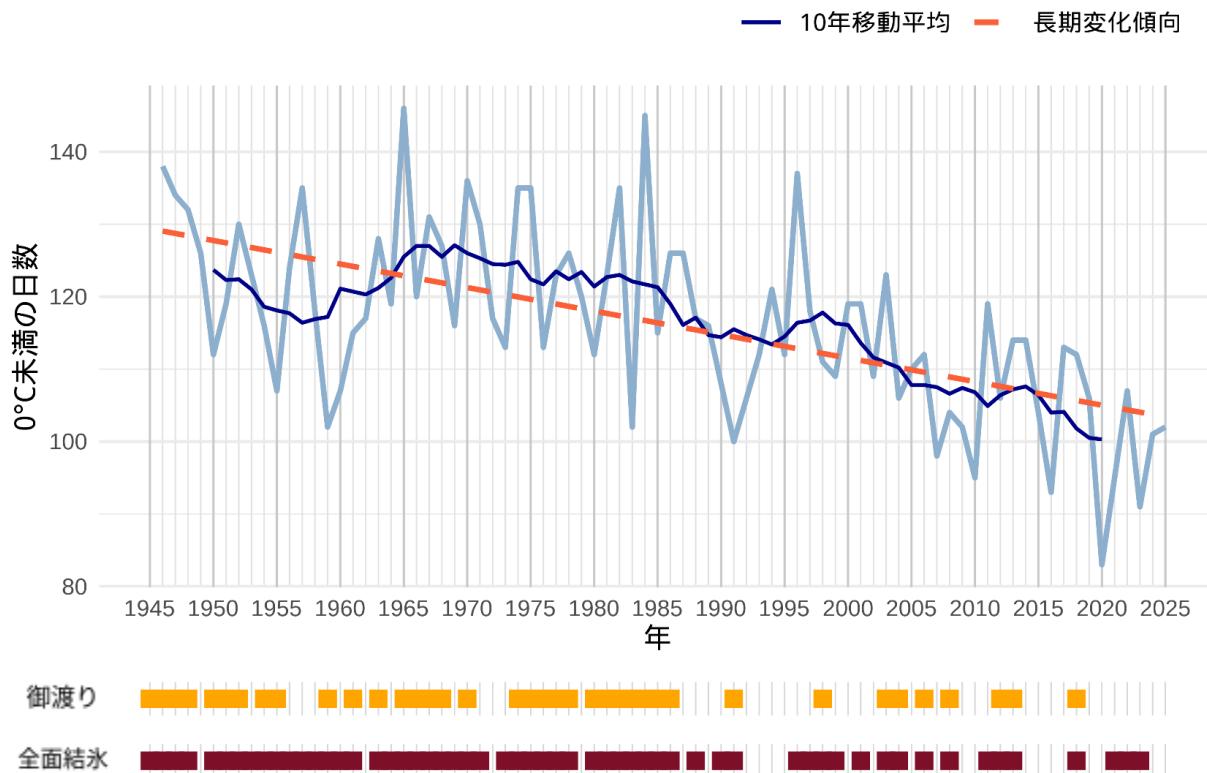
²⁰ Sapna Sharma et al., “Direct Observations of Ice Seasonality Reveal Changes in Climate over the Past 320–570 Years,” *Scientific Reports* 6, no. 1 (2016): 25061–61, doi: 10.1038/srep25061.

²¹ R. Iestyn Woolway et al., “Global lake responses to climate change”

御渡りと全面結氷の発生頻度は低下している。1986年以降は、毎年の結氷が稀になり、期間も短縮している。全面結氷した年でも御渡りが発生しなかった年もあり、田中・吉野はこれを「氷の変形・亀裂化に必要な後に続く寒波の不足」に起因すると指摘している²²。

図表7は冬季（12月、1月、2月）の気温が0°C以上となる重要な変化を示す。冬季気温は100年あたり2.3°Cのペースで上昇しており、これが結氷しない年が生じる背景となっている。1945年から1986年までの冬季は主に0°C未満であったが、1986年以降の冬季は主に0°C以上となっている。1986年の転換点は、連続した御渡りと全面結氷が稀になる時期と一致する。Sharmaらは諏訪湖の無氷化閾値（-1.7°C）と将来の気候予測に基づき、諏訪湖が「今の世代のうちに永久に氷を喪失する可能性がある」と計算した²³。

3. 諏訪市の結氷傾向



図表8：最低気温が0°C未満の年間日数（10年中心化移動平均とトレンドライン、減少率=-0.325日/年）、御渡り（黄色）と全面結氷（茶色）の発生年

²² Tanaka and Yoshino, “RE-EXAMINATION OF...LAKE SUWA”, p.252

²³ Sapna Sharma et al., “Forecasting the Permanent Loss of Lake Ice in the Northern Hemisphere within the 21st Century,” Geophysical Research Letters 48, no. 1 (2021) <https://doi.org/10.1029/2020gl091108>.

最低気温が0°C未満の日数は100年あたり33日減少しており、結氷の発生頻度が低下していることを示唆している。2020年は0°C未満の日数がわずか83日と過去最低を記録し、図表7に示す記録的な冬季平均気温と相まってこの傾向を裏付けている。

八剣神社の宮司によれば、気温が3日連続でマイナス10°Cを下回る日が3日連続した場合に全面結氷が期待できる。かつて諏訪の冬では珍しくなかった現象だが、マイナス10°Cを下回る日も急速に減少している。明けの海（御渡りなしの年）と同様に、1444年から現在に至る広範な記録によれば、氷結しない年は極めて稀であった。最近の記録を検証すると、氷結が確認されなかった年は、1901年から1925年の間にわずか1年、1926年から1950年と1951年から1975年の両期間でそれぞれ2年、1976年から2000年の間に8年、そして過去25年間では13年であった。割合で言えば、1901年から1925年までの期間では96%の年で結氷が確認されたのに対し、2001年から2025年までの期間では48%の年でのみ確認された。

4. 累積凍結度日 (AFDD)

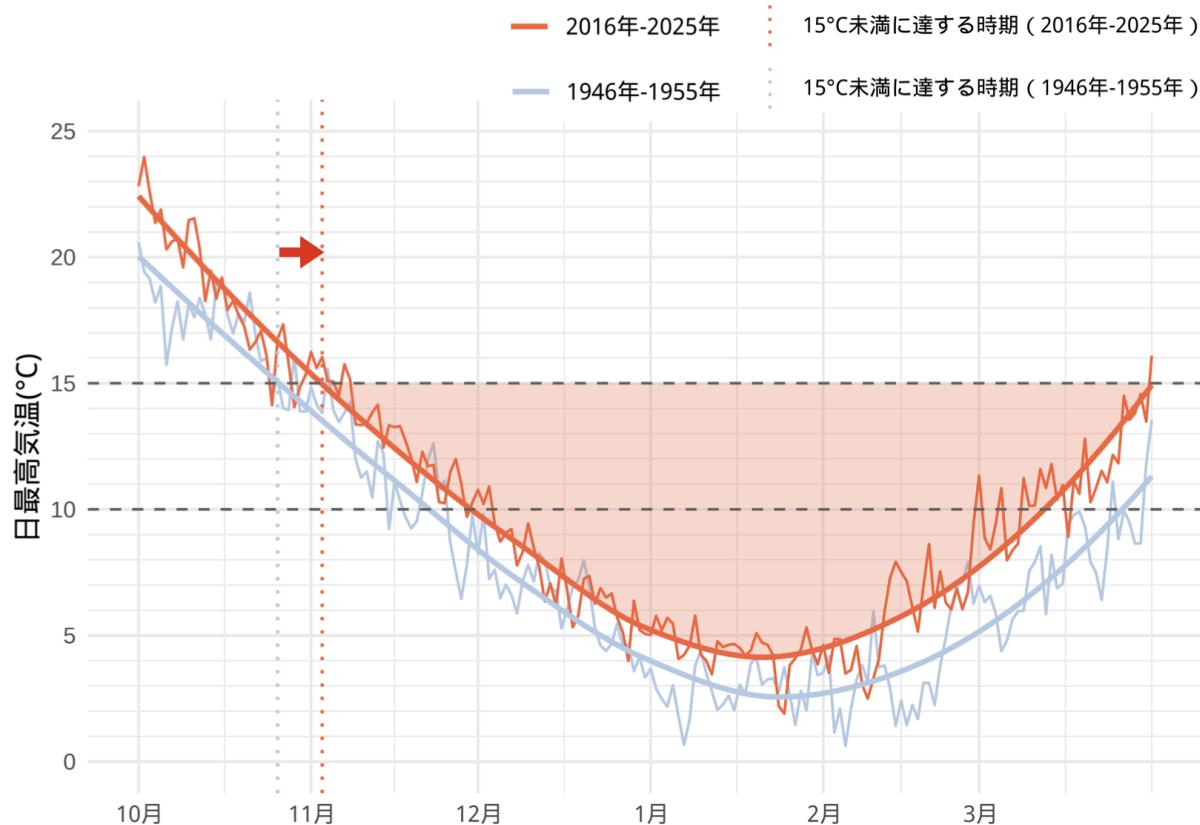
藤原²⁴が強調するように、湖の凍結は前週に蓄積された寒さの結果である。冬の厳しさを示す指標である累積凍結度日 (AFDD) は、0°C未満の日平均気温の合計であり、各冬のAFDD（グラフ化せず）は、かなりの年次変動があるにもかかわらず、減少傾向を示した（傾き = -0.843, $p < 0.001$ ）。この積算値の減少は、氷結に有効な累積凍結エネルギーの長期的な減少を示しており、近年観察される明けの海の頻度増加と一致する。

冬季平均気温、氷点下日数、AFDDを組み合わせて御渡りの発生を考察できる。しかし、精密なモデル構築には風、日射、降雪量などの追加要因が必要である。例えば1959年は、氷点下日数が少なく冬季平均気温もプラスであったにもかかわらず、諏訪湖は全面結氷し御渡りが出現した。平均を上回るAFDD値と3日連続の最低気温マイナス10°Cは、厳しい冬であったことを示しており、全体的に温暖な条件下でも氷結を促すほど寒さが集中した「効率的な」冬も存在すると考えられる。逆に、近年（2021-2023年）の冬は結氷条件を満たしながらも御渡りは出現しなかった。これらの冬はAFDD値が低く、寒冷強度が不十分であったことを示している。第2節から第4節で得られた分析結果は、冬が温暖化する広範な傾向を裏付けるとともに、御渡り出現に必要な熱的閾値が達成されにくくなっていることを示唆している。

²⁴ S. Fujiwhara, “Notes on the Climatic Variations...”, p.358

5. 日本酒醸造における温度閾値 (10°Cと15°C)

信州気候変動適応センターが2024年に実施した調査（長野県内の20の酒造メーカーが回答）によると、回答者の70%が製造工程において気候変動の影響を受けていると回答した。気候変動への対策として何らかの適応策を現在実施中もしくは過去に実施したことがあるかとの質問に対し、回答者の75%が「はい」と答えた²⁵。



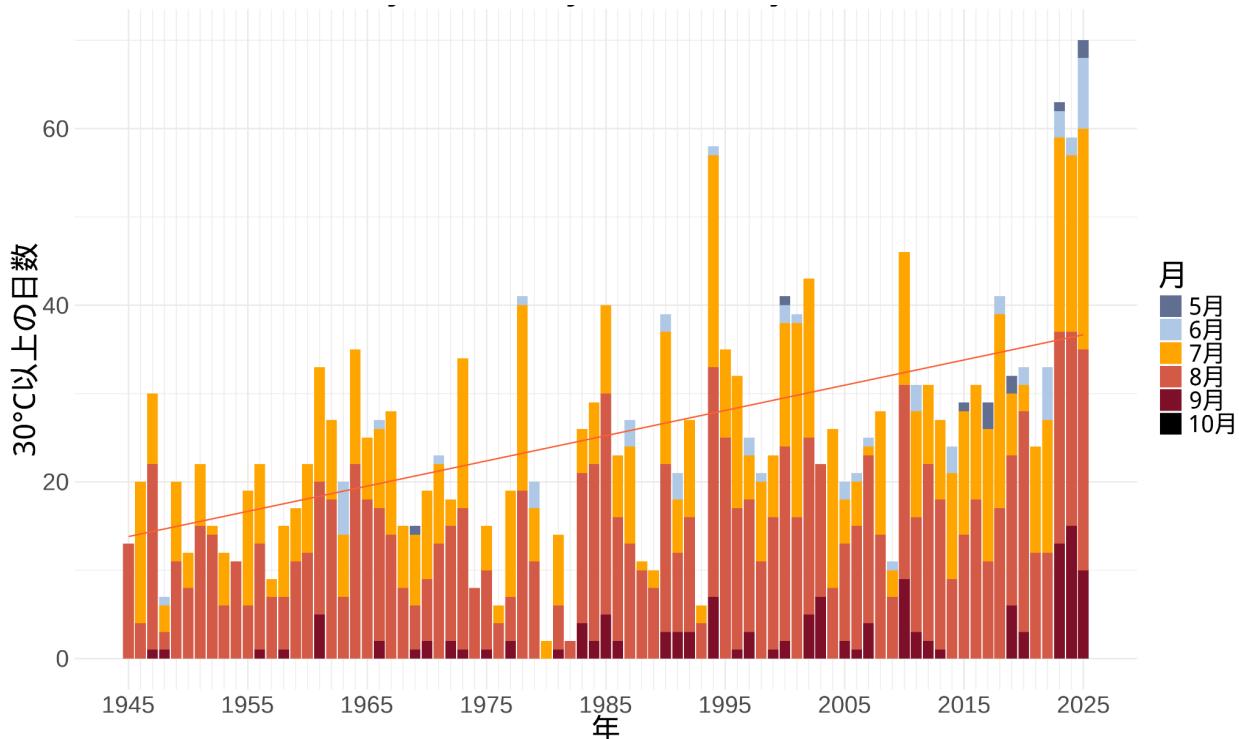
図表9：1946-1955年および2016-2025年の各10年間の平均日最高気温
点線は15°C未満の気温開始点を示し、陰影部分は2016-2025年の日本酒醸造に適した温度範囲のおおよその目安を示す。

図表9は10月から3月までの6ヶ月間の日最高気温の傾向を分析し、10°C（大吟醸）および15°C（標準酒）の閾値を強調している。赤色で示す直近10年間の平均値（2016～2025年）は、青色で示す最も古い記録の10年間平均値（1946～1955年）を概ね全日において上回っており、80年間にわたる秋・冬の最高気温の上昇傾向を表している。標準的な日本酒醸造に適した温度帯（15°C未満）は、（1）矢印が示す通り約7日遅延しているだけでなく、（2）適期が狭まりつつあり、近年の春の早期到来に伴い3月までに15°Cの閾値を超えており、過去の記録（1946～1955年）では未見の現象である。

²⁵ 信州気候変動適応センター、令和5年度国民参加による気候変動情報 収集・分析委託事業（2年目）成果報告会（2024）

6. 味噌作りにおける温度閾値 (30°C)

信州気候変動適応センターによる調査（長野県内の味噌メーカー12社が回答）によると、回答者の100%が製造工程において気候変動の影響を受けていると回答し、58.3%がその影響を「顕著」と表現した。また、気候変動への適応策を現在実施中か過去に実施したことがあるかとの質問に対し、回答者の83.3%が「はい」と答えた²⁶。回答者は、気候変動によって発酵の適期が早まり、製品の色と風味のバランスに影響が出ていると説明した。



図表10：最高気温が30°C以上の日数（1945年～2025年）
5月から10月までの月別にグループ化（増加率 = 0.286日/年）

図表10は、諏訪における5月から10月までの30°C（諏訪での味噌発酵の適温）以上の日数を示す。傾向線が指し示すように、30°Cを超える日数は100年あたり約29日増加している。2023年と2025年には年間60日以上を超えるほどに日数が急増し、諏訪における観測史上最多を記録した。これは特に7月と8月に30°C以上となる日数が増加したことが要因である。特に過去3年間では、9月においても30°C以上となる日数が増加している。これらの結果は、夏の暑さが強まるだけでなく、その期間も長くなっていることを示している。

²⁶ 信州気候変動適応センター (Shinshu Climate Change Adaptation Centre)