

摩周湖の結氷から解氷まで

Observation from freezing till thawing of Lake Mashu

東海林明雄（北海道教育大学名誉教授），蜂谷 衛（環境省自然公園指導員）

Akio Toukairin , Mamoru Hachiya

1. はじめに

摩周湖は北海道の東北部に位置する淡水湖で，面積 19.2 km²，水面標高 351m，最大水深 211.4m，平均水深 137.5m，楕円形で中央に中島がある．特に透明度は，世界最高値の 41.6m の記録を持つ．この湖は，全面結氷しないこともあり，凍結湖と不凍湖の境目の湖で，日本で最後に結氷する．最寒季に全面結氷すると，途中での解氷は無く，春季 4 月下旬から 5 月上旬まで，全面が結氷している．しかし，2 月～3 月上旬迄の最寒季の間に全面結氷を完了できずに，波浪の影響を受けやすい部分結氷の状態では，3 月上旬を過ぎてしまうと，気温と太陽高度の上昇も加わり，その年は，全面結氷することなしに春を迎える．過去 41 年間の記録では，全面結氷 21 回，部分結氷のみ 19 回，未観測 1 回であった．2017 年は，風下側沿岸の部分結氷（図 1）のみで，これは，4 冬季連続の全面結氷無しの記録となった．

2. 観測

摩周湖は，その外輪が，環壁で囲まれており，湖面上 200～330m の展望所の 1 点から，湖面の 95%以上を見通せ



図 1 風下湖岸への吹寄せ雪氷(2017.3.8) 図 2 風下湖岸 2km²の板氷，中央部は一度融氷後再結氷

るといふ観測上の利点がある．観測は，主に，展望所の 1 点から湖面の状態を把握し，観測地点を定めた後，氷上に渡渉して，氷の断面測定，水中測定等を行った．

3. 結果

(1) 結氷初期

図 1 は，風下湖岸への吹寄せ雪氷（2017.3.8）である．図 2 は，風下湖岸 2 km²の板氷で，中央部は透明氷の表面が露出しており，一度融氷後再結氷したことを示している．図 3 のような部分結氷は，容易に割れて漂流し，氷板同士が衝突し擦れあつて，大きな音¹⁾を立て，周囲の山々にこだまさせている．図 1～3 の様な部分結氷の状態では，開水面で発生する風波により

氷板は割れて、湖水に洗われて融解消失する²⁾。しかし、図4のように全面が結氷し、開水面が無くなると、風の影響は少なくなり、氷板は安定し、その厚さを増し続け、強度は飛躍的に増す。図5は、図4の中島とその周辺の結氷状況を示し、上部は摩周岳の裾野で、中島との最短距離は約1,500 mである。中島周辺を含め、摩周湖のほとんどが結氷鏡面になっている。



図3 破壊しやすい部分結氷



図4 全面結氷



図5 図4の中島周辺

(2) 結氷中期

図6には約15 km²の結氷板(1978.2.17)の表面が写っている。図7は、図6の透明氷露出部における結氷断面観測である(1978.2.17)。北海道の東北部に位置する摩周湖では、降雪量が比較的少なく、また、多少の積雪は地吹雪で吹き払われるので、透明氷の表面が露出している部分が多く、図6のような見事な景観に遭遇する機会も多い。図8は、渡渉観測の状況で、この年は6年振りの全面結氷で、中島への渡渉が可能になった。逆さ中島を映しているこの透明氷の内部には、図9~10に示すような、六角形の“空像”³⁾が散在している。空像



図6 全面結氷，約15 km²の結氷板(写真の範囲，1978.2.17)



図7 図6の透明氷露出部における結氷断面サンプル等(1978.2.17)



図8 6冬季振りに全面結氷し渡渉 (北海道新聞 1994.2.20)



図9 透明氷内部の六角形の空像 気泡は無い

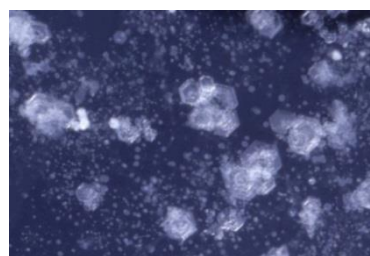


図10 直径30mmの巨大な空像



図 11 氷板下の日射測定



図 12 透明度の測定

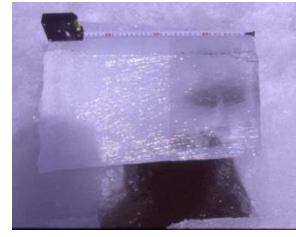


図 13 結氷断面内部の測定

は、透明氷内部を日射が融かしてチンダル像^{2),3)}ができた後、再凍結した時にできるが、特に、摩周湖は透明度が高く、不純物が少ないので、直径 10cm を越えるチンダル像ができることもあり、そのため大きな空像ができる。図 11～13 は、水中観測のようす。図 14 は、無数にできる、幅 1～10mm の細い亀裂（氷厚約 30cm）で、図 15 は、広い湖面に 1～2 本しかできない、幅 150mm の大収縮亀裂（1984.3.3）である。この 13 日後の図 16 では、図 15 の部分が隆起し、図 16 のような、御神渡り^{4),5)}（1984.3.16）が形成された。図 17 は、厚い積雪



図 14 無数にできる
細い亀裂(幅 1～10mm)



図 15 幅 150mm の
大収縮亀裂(1984.3.3)



図 16 図 15 の部分が隆起し、
御神渡りになった(1984.3.16)



図 17 氷板上積雪への浸水

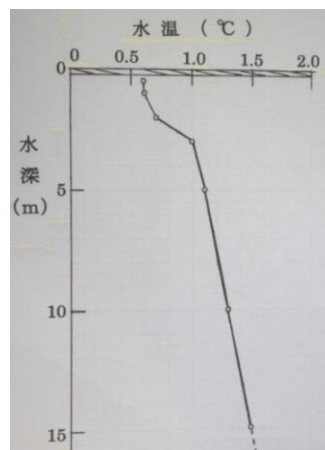


図 18 氷厚 30 cm 下の水温
深度分布 (1994.2.12)



図 19 放射状氷紋
(展望台から)

に覆われた湖面で、その積雪中に、筋状に湖水が浸み上がりつつある状況²⁾にある。図 18 は、水温の深度分布図で、このような水温の水の積雪中への浸透は、積雪を融かして、その内部に水路を作り得る⁴⁾ことが解っている。つまり、放射状氷紋を形成する能力^{6),7),8)}を持っている。図 19 は、展望台から撮影した、摩周湖の放射状氷紋である。

(3) 解氷期

一般に湖の解氷は、図 20 のように、岸边から進む傾向になるが、特に、摩周湖では、流入河川が無いので、その傾向が顕著になる。図 21 は、分解し、漂流する氷板を示している。強風は、一夜にして、これら全ての氷を消し去ってしまう。しかし、平穏な状態が続くと、不純物の少ない摩周湖の氷板は日射による内部融解が遅い²⁾ので、氷は、幾日も残り続ける。全面結氷した後の摩周湖の解氷はおそく、4 月下旬から 5 月上旬になる。



図 20 岸边から解け始めた摩周湖の結氷



図 21 分解し漂流を開始した氷板 (1977.5.11)

4. むすび

湖の結氷の仕方は、その年毎に異なるため、2～3 年位の観測で、結氷の全容を把握することは難しい。そこで今回は、結氷しなかった冬季を含め、摩周湖の 1977 年～2017 年までの、過去 41 年間のデータの中から、結氷初期、結氷中期、解氷期に起こる主な現象について記述し、この湖の結氷から解氷までの記録とすることとした。尚、部分結氷の状況、氷紋、空像、御神渡りの発生等は、流入河川と湖面形状の影響を除くと、基本的には、他の一般の湖でも同じ基本過程として、摩周湖の例を適用できると考えられる。

【参考・引用文献】

- 1) 東海林明雄, 芥川義行, 水越武, 2003: 列島探訪 (屈斜路湖の御神渡りの音), *National Geographic*, 9(1), 20 - 23.
- 2) 東海林明雄, 1977: 湖氷 (沈黙の氷原・ミクロとマクロの謎), 講談社, 1-103.
- 3) 東海林明雄, 1977: 湖面の氷に刻み込まれる模様, 科学朝日, 37(1), 99-104.
- 4) 東海林明雄, 1980: 日本最大の御神渡し, サイエンス, 10(12), 46-48.
- 5) 東海林明雄, 2001: 御神渡し現象に関する研究—御神渡りの発生とその成長過程に関する考察—, 寒地技術シンポジウム, 17, 394-401.
- 6) 東海林明雄, 1973: 放射状模様氷面の生成機構 I, 雪氷, 35(4), 173-179.
- 7) 東海林明雄, 2014: 結氷した湖面などに形成される氷紋, 雪氷, 76(5), 355-363.
- 8) Toukairin, A., 1985: Mechanism of Formation of Radially-Grown Melt patterns on the Surface of Ice, *Annals of Glaciology*, 6, 314-315.