

NPO 法人 雪氷ネットワーク 電子ブック No. 2 (PDF 版)

湖氷の世界

— 写真集 —

(第三版)



東海林明雄 著

NPO 法人 雪氷ネットワーク 電子ブック No.2 (PDF 版)

こ ひょう せ かい
湖 氷 の世界
— 写真集 —
(第三版)

とう かいりん あ き お
東海林 明雄 著

PDF版編集・監修 高橋修平
発行 NPO法人 雪氷ネットワーク出版部

目 次

プロローグ

資 料（湖・池の位置等）

1. 結 氷	－ 湖氷の一生 －	…… 1
2. 御神渡し	－ 氷は生きている －	…… 11
3. 氷 紋	－ 氷の気まぐれ模様 －	…… 35
4. アイスバブル	－ 不思議なあぶく －	…… 57
5. しぶき氷	－ 華麗な冬の芸術 －	…… 73
6. その他	－ 湖氷の諸相 －	…… 93
7. 動 画		……123
御神渡し、氷紋作製実験、アイスバブル、 真空の泡“空像”、キャンドルアイス		
8. 湖水観測余話	－ 時空を超えて －	……125
謝 辞		……130

注記

参考文献

プロローグ

湖の結氷

湖の結氷の仕方は、それぞれの湖によって異なる。また、一つの湖でもその年によって異なる。屈斜路湖を例に、その様子的一端を紹介しましょう。

北海道の東部にある屈斜路湖は、冬の到来とともに、人々の意識から忘れ去られたかのようにひっそりと静まり返る。夏の間に膨大な太陽熱をため込んだ湖の水は、気温の低下とともに熱エネルギーを徐々に放出する。そして1月になると、その水が結氷温度に達したことを告げる音が湖面のあちこちで聞かれるようになる。

1月上旬、岸辺の浅瀬に薄く張った氷が見られる。しかし、この薄氷は風が吹くと簡単に壊れてしまう。朝方、冷えて重くなった空気が、外輪山の藻琴山の斜面を流れ落ち、その気流が湖面に衝突して氷を壊すのだ。薄氷は差渡し1メートル前後の無数の氷片に砕かれる。

バラバラになった氷片は、湖水のうねりに揺すられて互いに衝突を繰り返し、ピーンピーン、ポンポンという澄み切った音が辺りに響き渡り、いよいよ全面結氷が近付いていることを知らせてくれる。この音の発生源は日毎に岸辺から遠ざかり、湖心部へと移動して行く。このころ、湖岸の氷は人間の重さを支えられる厚さにまで達している。

足下の透明氷の内部をのぞき込むと、直径5センチほどの気泡がいくつも見える。気泡は暗黒の湖底から立ち昇ってきたメタンガスや温泉ガスの泡が閉じ込められたものだ。気泡の内部には、雪の結晶に似た形の霜の結晶が、大きさや姿形を異にしつつ無数につり下がり、日光を浴びて千変万化の色で輝いている。周りの氷は真っくらの暗青色。まるで、一つ一つの気泡が暗黒の宇宙空間に漂う銀河のようであり、霜の結晶は輝く星々のように見えてくる。

山々にこだまする轟音　　―御神渡りの発生―

屈斜路湖は日本最大のカルデラ湖で、東京の山手線の内側がスッポリ入る大きさがある。また、日本最大の全面結氷する淡水湖であり、毎年大きな御神渡り（おみわたり）が発生することでも知られている。御神渡りとは、夜間の冷え込みで氷板が収縮して亀裂ができた後、朝の気温の上昇に伴って膨張した氷板が、亀裂に沿って盛り上がり、氷の峰を形成し、それが日毎に成長し、こちら岸から向こう岸ま

で続く現象のことである。

長野県・諏訪湖の御神渡りが有名だが、最近は温暖化のために発生する年が減少している。それに対し、屈斜路湖の御神渡りは毎年発生し、長さが 6～10 km も続いて高さが 2m を越すこともあり、日本一の規模である。私は、以前 1 月から 4 月にかけて毎週のように屈斜路湖を訪ね、御神渡りの観測を行い、その形成機構を調べてきた。

御神渡りの活動は、1 月末から 2 月初め、全面結氷直後から始まる。夕方から夜中にかけて気温が下がると、固い氷が収縮し、ビビビピー、バリバリーという振動音を立てて壊れる。冷え込みの厳しい夜には、こうした亀裂が湖面に縦横無尽にできていく。開いた水面にもすぐに薄い氷が張る。

日の出を迎える頃、湖面にはひと時の静寂が訪れるが、朝日が昇り始めると、気温の上昇に伴って、今度は、膨張した氷が押し合う音が鳴り出す。あたかも、湖底に住むと仮定したときの怪獣たちが鳴き合うようなウワンウワンという音が次第に激しくなる。

そして、その大合唱が最高潮に達したと思われる午前 8 時から 12 時頃、湖岸の一点から始まった氷の盛り上がりが対岸に向かって走り、またたく間に御神渡りが形成されるのだ。

見通すかぎりの湖盆に一本の線。夜間に無数にできた亀裂の歪みエネルギーが、湖面を横断する一本の線條の形成のために凝集され、エネルギーが解放されたのである。厳寒の湖岸で幾日も待ち続ける周到な準備があれば、ゴーと轟（ごう）音をとどろかせる御神渡り隆起の瞬間に遭遇できる。轟音は周囲の山々にこだましながら数十秒間続く。自然の奥深さと脅威を実感する、これほど感動的な場面はめったにない。

いったん御神渡りになった部分は、収縮と膨張による様々な音を出しながら、厚くて重い氷板を空中に突き上げながら、日毎に成長し、高さ 1～2 メートルにまで成長する。まるで赤ん坊が元気な産声を上げて生まれ、泣き声を上げながら成長するかのようである。御神渡りは、氷に生命が宿っていると感じさせてくれるドラマチックで神秘的な現象として、起っている。

（以上「列島探訪」（ナショナルジオグラフィック）掲載文¹³⁾を一部改編）

湖氷は生きている

ところで、湖の氷は、同じ調子の変動を冬中繰り返しているわけではない。人生に波があり幾つかの節目があるがあるように、湖の氷の一生にも、いくつかの波があり、節目がある。

湖の氷が一番激しく活動するのは、氷が張り始めた頃と、雪に覆われることなく、透明な氷の表面が露出して直接寒気にさらされているときで。この頃が、氷の温度変化が最も激しく、氷の膨張量と収縮量が一番多くなるからである。

しかし、やがて氷の表面にも雪が積もるようになる。雪は大変よい断熱材なので、雪に覆われた湖の氷は、毛布や布団をかぶせられたと同じ状態で保温されていることになる。

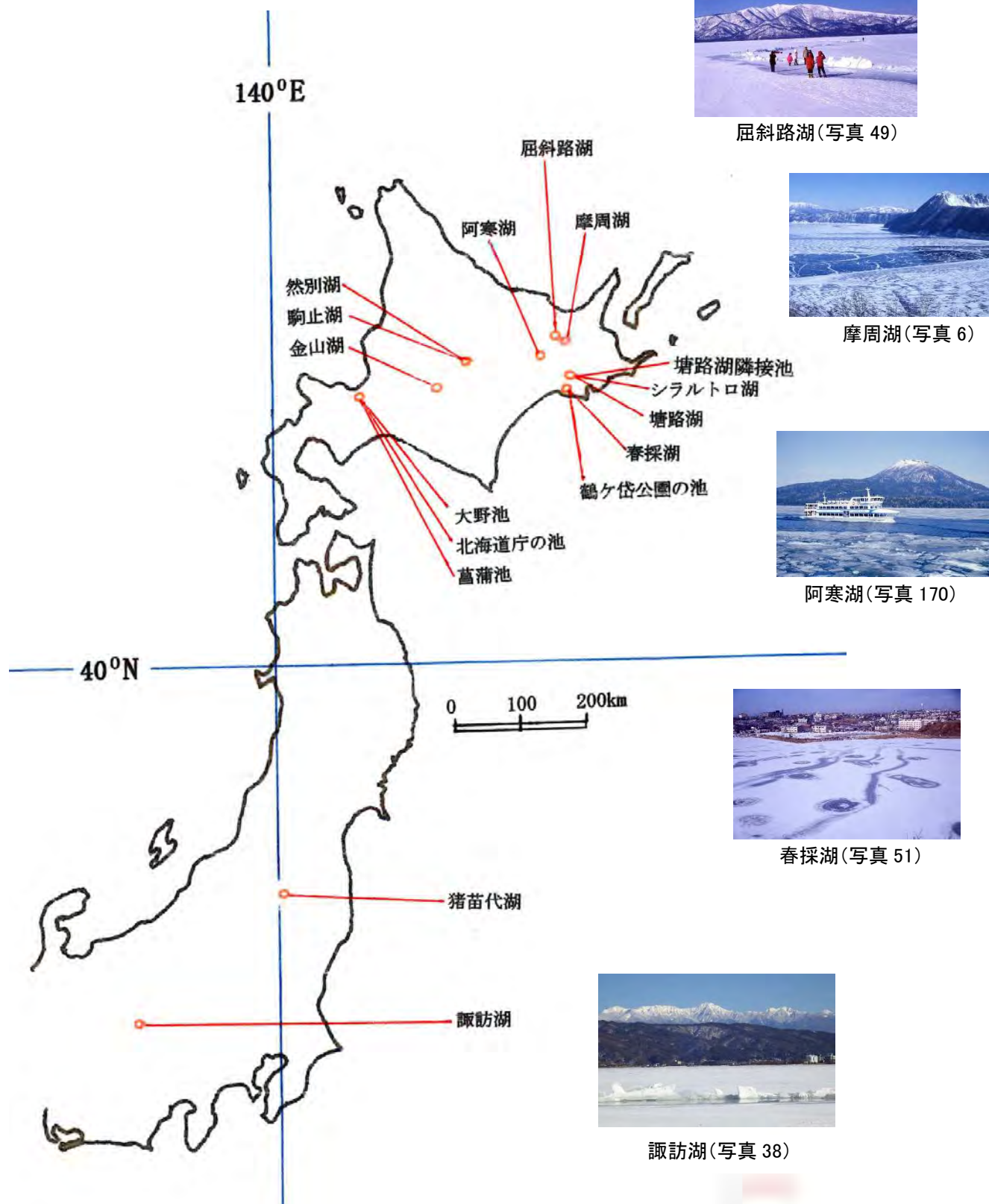
したがって、氷の温度変化は少なく、動きも少なくなる。それでも小さな動きは毎日繰り返されており、それに伴う、地響きのような音を鳴り響かせている。湖の氷は、たとえ厚い雪に覆われていても、その下で力強く呼吸を続けながら春を待っているかのようである。

湖の氷は、生きているかのように、絶えず振動を発生し、音を出し、移動を続け、その厚さの成長を続けている。また、氷の内部での変化も続いており、「空像」と言う真空の泡も発生し、この泡の、移動と分裂と併合は、氷の性質を変え続けて行くのである。

以上は、主に結氷から御神渡りの発生に至る経過である。この他にも、冬の湖では、氷紋やしぶき氷などの形成・発達・消滅のドラマが展開されている。これらへの短い旅にご案内しましょう。

2023 年 12 月
東海林 明雄

資料 1. 本書に出てくる湖・池の位置図



資料 2. 本書に出てくる湖・池の情報

表 1. 湖の情報一覧

名 称	緯度	経度	湖面標高(m)	最大水深 (m)	面積 (km ²)
摩周湖	43° 35′	144° 33′	355	211.5	19.2
屈斜路湖	43° 37′	144° 20′	121	117.0	79.3
阿寒湖	43° 27′	144° 06′	420	45.0	13.0
シラル湖	43° 11′	144° 30′	9	2.3	1.83
塘路湖	43° 09′	144° 33′	8	7.0	6.3
春採湖	42° 58′	144° 24′	2	8.5	0.38
然別湖	43° 17′	143° 08′	810	99.0	3.44
駒止湖	43° 15′	143° 06′	855	5.0	0.02
金山湖	43° 08′	142° 28′	330		
猪苗代湖	37° 28′	140° 06′	514	94.6	103.3
諏訪湖	36° 03′	138° 05′	759	6.3	12.9

表 2. 池の情報一覧

名 称	緯度	経度	水面標高(m)
鶴ヶ岱公園の池	42° 58′ 40″	144° 24′ 05″	3
塘路湖隣接池	43° 09′ 30″	144° 29′ 40″	8
大野池（北大）	43° 04′ 40″	141° 20′ 46″	13
北海道庁の池	43° 03′ 45″	141° 21′ 12″	18
菖蒲池（中島公園）	43° 02′ 40″	141° 21′ 30″	26

1. 結 氷 — 湖水の一生 —

釧路の春採湖は毎年凍り、その水面がどのように結氷し、発達するのか興味を持った。私は、ゼミナールの学生諸君の協力を得て、湖中央の氷上にテントを立て、交代で 24 時間の熱収支観測を続けていた。

その観測の合間に、湖水の表面や内部に不思議な模様を見つけた。それは初めて見る「湖水の世界」であり、屈斜路湖や摩周湖に観測範囲を拡げることになった。



写真1. 20平方km の全面結氷¹⁾ (摩周湖、2月)。

1. 結 氷



写真2. 波浪を受ける部分結氷(摩周湖南部、2月)。

1. 結 氷



写真3. 部分結氷(摩周湖南部、2月)。



写真 4. 湖水の対流で融解して現れた部分結氷の開水面
(摩周湖南部、2月)。

1. 結 氷



写真5. 中島周囲の結氷(摩周湖、2月)。中央上部は摩周岳
の裾野で中島との距離1.5km。



写真6. ブリザード明けの湖面。左後方斜里岳、右は摩周岳
（摩周湖、2月）。

1. 結 氷



写真7. 一夜氷の湖面(然別湖、12月)。



写真8. 全面結氷。左：一夜氷、右：二夜氷(春採湖、12月)。

1. 結 氷



写真9. 瓦状の結氷面（春採湖、12月）。



写真10. 結氷直後の氷上への降雪は氷紋の出現に好都合（春採湖、12月）。



写真11. 岸辺から解け始めた摩周湖の春(摩周湖南部、4月下旬)。

1. 結 氷



写真12. 押し出されるキャンドルアイス^{2), 3), 4)} (春採湖、3月下旬)。



写真13. 湖明けの湖畔(塘路湖、3月)。



写真14. 分解し、漂流を開始した摩周湖の氷^{5), 6)} (1977年5月11日)。

2. 御神渡し ― 氷は生きている ―

「表面に、かすかに毛羽立ったように線が見えますが、あの線は何なのでしょうね・・・」と、それとなく伺いを立てみた。屈斜路湖の周囲を冬中往復している観光バスの運転手さんは「スノーモービルでも走った跡でしょう」と答えてくれた。

事実、屈斜路湖の広い氷原の中の御神渡しは、道路からではその程度にしか見えない。私が観測を始めたころは「御神渡し」は地元でも知られていなかった。



写真15. 15日間成長を続けた御神渡し^{7), 8)} (屈斜路湖、1986年2月8日)。



写真16. 鞍状隆起(屈斜路湖、3月)。



写真17. 御神渡りの典型(屈斜路湖、2月)。



写真18. 湖水の亀裂。この場所、雪が積もっておらず、透明な氷が露出して、表面から湖水内部の亀裂を透視観察できた、氷厚約 30 cm（摩周湖中島付近にて、1994年2月14日 11:30）。



写真19. 古い亀裂(右斜め上に伸びる)と新しい亀裂の交差（春採湖、12月）。



写真20. 一度御神渡しになった活動ラインに於いては、雪に覆われた後も活動を続け、地球の割れ目を想像させる(屈斜路湖、2月)。

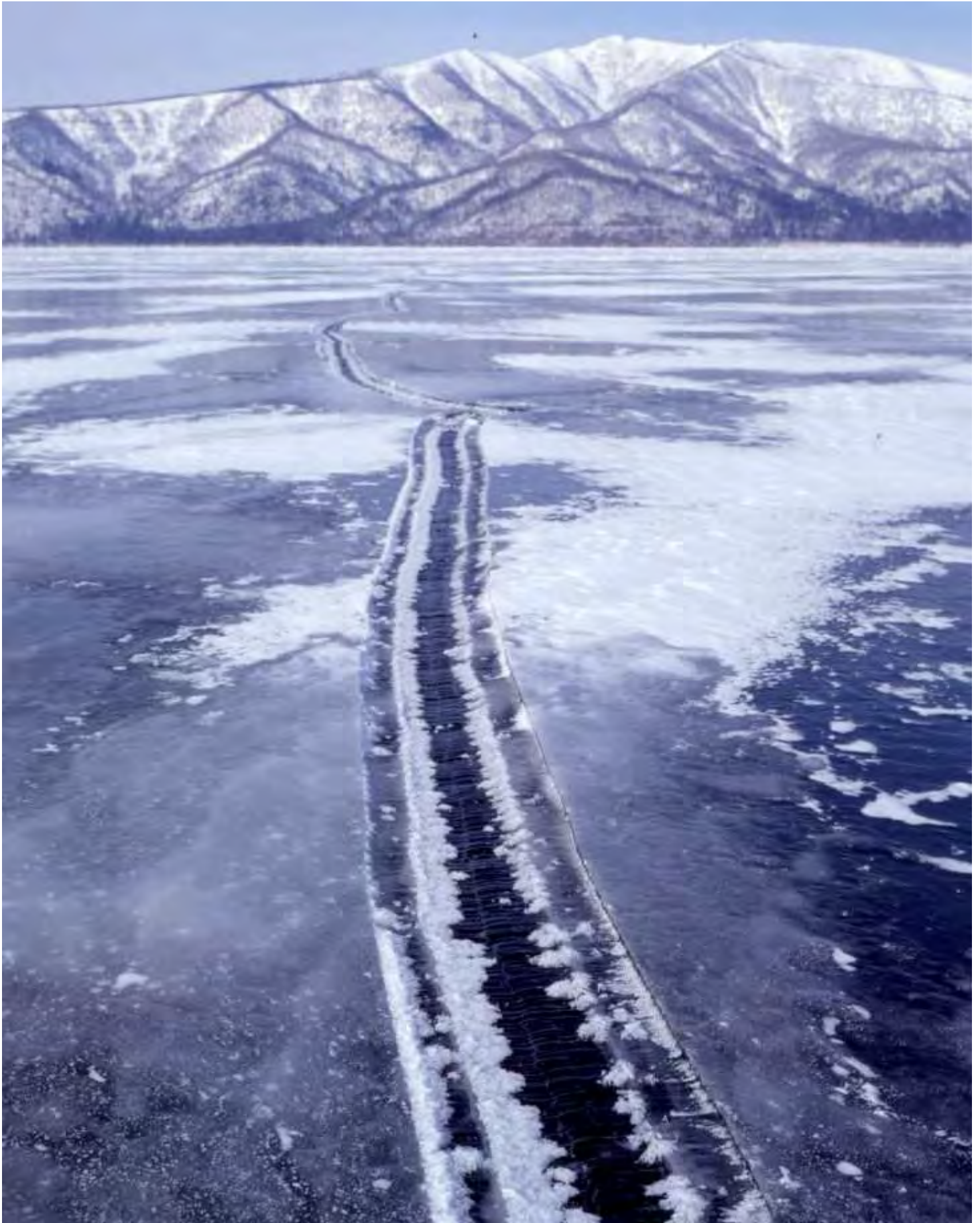


写真21. 幅1.2mの大収縮亀裂(屈斜路湖、2月)。



写真22. 御神渡し隆起の発生(屈斜路湖、2月)。

2. 御神渡し



写真23. 氷板の冷却による亀裂の発生(春採湖、12月)。



写真24. 御神渡し形成初期(屈斜路湖、2月)。



写真25. 御神渡りの典型(屈斜路湖、2月)。



写真26. 大隆起の直後、水が出ている。このような大隆起は長続きせず、倒伏や陥没が起る。人々の氷上歩行や風による振動にも弱い（屈斜路湖、2月）。



写真27. 立ち上がった氷板（屈斜路湖、2月）。



写真28. 御神渡りの典型(塘路湖、1月)。



写真29. 複雑に割れながら隆起した氷板(屈斜路湖、3月)。



写真30. 弓状に隆起した氷板(屈斜路湖、2月)。



写真31. 大隆起(屈斜路湖、3月)。昔から有名な長野県・諏訪湖の御神渡りが最近は温暖化で数年に一度しか発生しなくなったのに対し、屈斜路湖の御神渡りは毎年発生して、日本最大の規模である。



写真32. 大隆起^{9) 10)}(屈斜路湖、3月)。



写真33. 屋根型の隆起氷板(屈斜路湖、2月)。



写真34. 屋根型の大隆起(屈斜路湖、3月)。



写真35. 長野県諏訪湖の御神渡し。幅 3 km の湖面を横断して、一条の御神渡りができている(遠景)(2018 年2月14日 07:46)。御神渡しは神様の通った跡とされ、諏訪湖では室町時代から数百年の記録があるが、最近は温暖化のために数年に一回しか発生しない。



写真36. 御神渡し(近景)、典型的な諏訪湖の御神渡しである^{11), 12)}
(隆起高さ 20~40 cm、長さ 1 km、2018年2月14日 08:06)。

2. 御神渡し



写真37. 蛇行する隆起氷板の押し合いによってできた、御神渡し両サイドのプール状の水溜り(諏訪湖、隆起高さ 20～40 cm、長さ 1 km、2018年2月14日 13:55)。



写真38. 諏訪湖の御神渡りの直線部。長さ 3 km、河川状の水溜り(2018年2月14日 13:58)。



写真39. 湖を横断して、対岸の神社に向かう御神渡し(塘路湖、2月)。



写真40. 御神渡しと釣り人達のテント(塘路湖、1998年1月2日)。



写真41. 摩周岳の麓に向かう御神渡し(摩周湖、2月)。



写真42. 摩周湖第一展望台と中島の間3000mを横断する一条の御神渡し(2019年3月7日)。



写真43. 日差しに映える御神渡し(屈斜路湖、1978年2月13日)。

2. 御神渡し



写真44. 斜光を受ける御神渡し(屈斜路湖、1986年2月8日)。



写真45. 屈斜路湖の御神渡し(2019年3月31日)。

2. 御神渡し



写真46. 湖心部に於けるストレートな御神渡し
(屈斜路湖、2019年3月7日)。



写真47. この季節最後の御神渡し(屈斜路湖、2019年4月1日)。



写真48. 厚さ45cmの氷板の隆起が起り、歪みエネルギーが解放された（屈斜路湖、3月）。

2. 御神渡し



写真49. 御神渡し観察に訪れた家族¹³⁾(屈斜路湖、2月)。

3. 氷 紋 — 氷の気まぐれ模様 —

水温観測のため、初冬の春採湖をボートで進んだ。結氷領域に達した時、氷上に不思議な模様を見た。樹木模様のような何とも不思議な模様で、その形成機構の推測は困難で文献を調べた、日本では寺田寅彦による東大本郷キャンパスの三四郎池での記録があった。世界中では古くからの記録があり、多数の論文による諸説が発表され、70年に及ぶ形成機構の論争が続いていた。春採湖での観測から数年後、この模様の人工作製実験に成功し、世界中の形成機構論争に区切りを打つことが出来た^{14), 15)}。

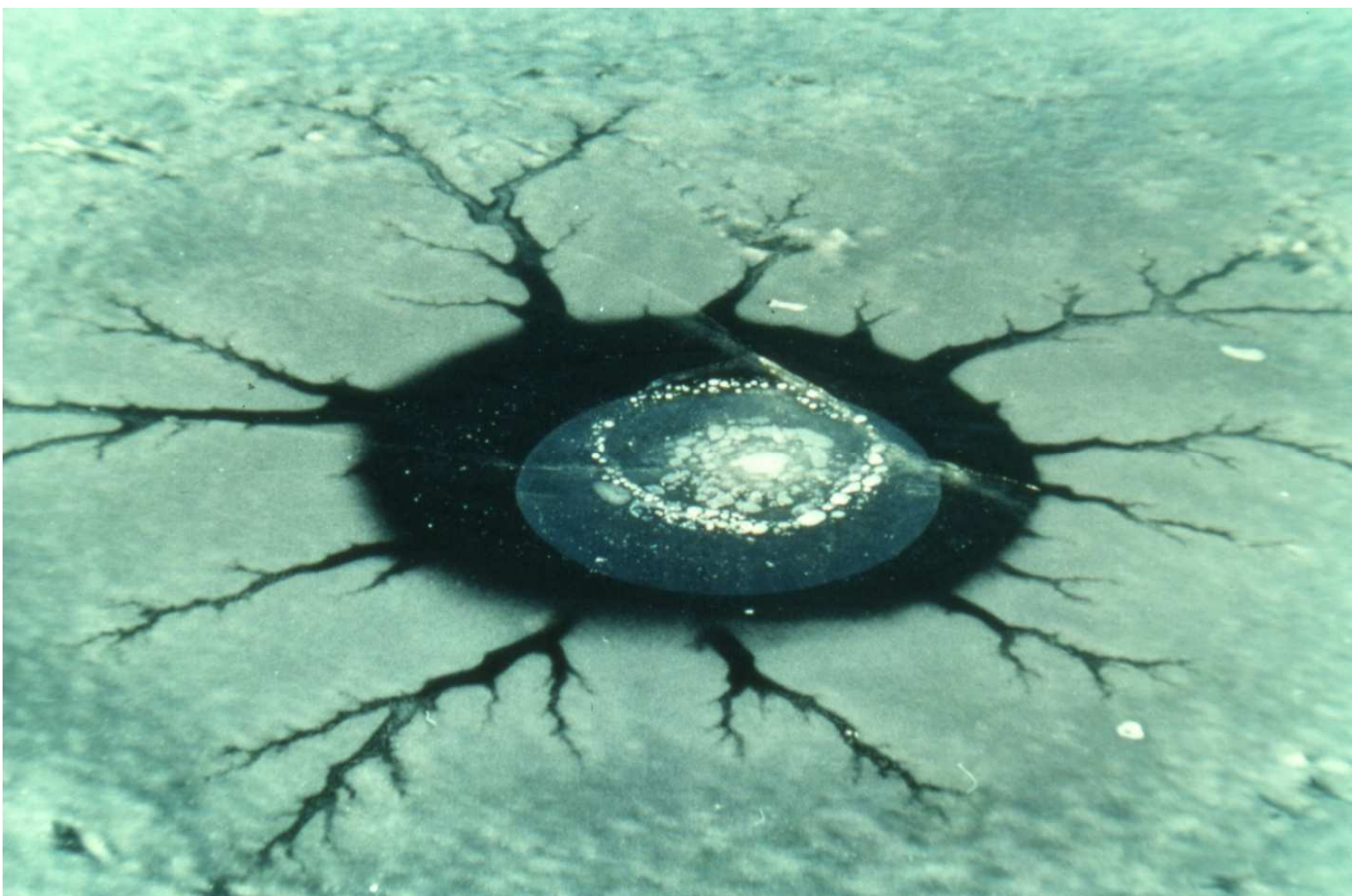


写真 50. メタンガスの浮上する釜穴にできた氷紋。中心部の透明氷の下にメタンガスが蓄積している。錐で小さな穴を開けて火を近づけると、ガスが燃えて炎が吹き上がる(釧路市・春採湖、1月)。

3. 氷 紋



写真 51. 町の中にある湖（春採湖、12 月）。



写真 52. 出来始めた氷紋(春採湖、12 月)。



写真 53. 結氷上への降雪により氷紋形成が始まる(春採湖、12 月)。



写真 54. ブリザード明けの湖面。中央の人物と比較すると浸水斑の大きさが分かる(春採湖、1 月)。



写真 55. 多数発生した小さな放射状氷紋。細胞のように見える模様は氷板上に噴出した水の到達領域を示している(春採湖、1 月)。

3. 氷 紋



写真 56. 氷紋の調査(春採湖、1 月)。



写真57. アイスフィールドゼミナール、放射状氷紋の観測^{16), 17)}。

放射状氷紋は結氷した湖面への降雪の後、ヒトデ状または蜘蛛ヒトデ状の形状で現れる(標茶町・シラルトロ湖、1989年12月12日)。



写真 58. 大きな放射状氷紋(標茶町・塘路湖、1月)。



写真59. 放射状氷紋を観察するゼミナールの学生。氷紋が足下に凜として存在して見えているのに、湖という大自然の中では人々の意識に昇らないでしまう場合が多い(塘路湖、1月)。



写真 60. 釧網線・線路沿いの放射状氷紋(塘路湖に隣接の池、12 月)。
結氷湖面や池の氷面に降雪後氷紋が現れる。氷紋は結氷面上に
積雪がある時に氷に孔があき、氷の下の水が噴出することによって
形成される。放射状氷紋は、氷板上の積雪中を噴出水が雪を融か
し、蜘蛛ヒトデ状の水路を作りながら拡散する時に形成される。



写真 61. 円形浸水斑の拡大①(大野池、2013 年 12 月 13 日 13 時 14 分)。
北海道大学構内大野池(札幌市)に於ける定点観測。この円形浸水斑
(写真 61～写真 64)の中心部で、ヒトデ状または蜘蛛ヒトデ状の放射状
氷紋が成長しつつある。



写真 62. 円形浸水斑の拡大②(大野池、2013 年 12 月 13 日 13 時 24 分)。

3. 氷 紋



写真 63. 円形浸水斑の拡大③(大野池、2013 年 12 月 13 日 13 時 33 分)。



写真 64. 円形浸水斑の拡大④(大野池、2013 年 12 月 13 日 13 時 36 分)。



写真 65. 降雪中、切り株を中心に放射状氷紋が成長しつつある
(大野池、2013 年 12 月 13 日 12 時 44 分)。



写真 66. 林越しに見える放射状氷紋(鹿追町・駒止湖、12 月)。

3. 氷 紋



写真 67. 鶴ヶ岱公園(釧路市)の池の結氷と降雪(12 月)。



写真 68. 鶴ヶ岱公園の池の放射状氷紋、12 月)。



写真 69. 放射状氷紋(上部)と同心円氷紋(下部)
(鶴ヶ岱公園の池、12 月)。

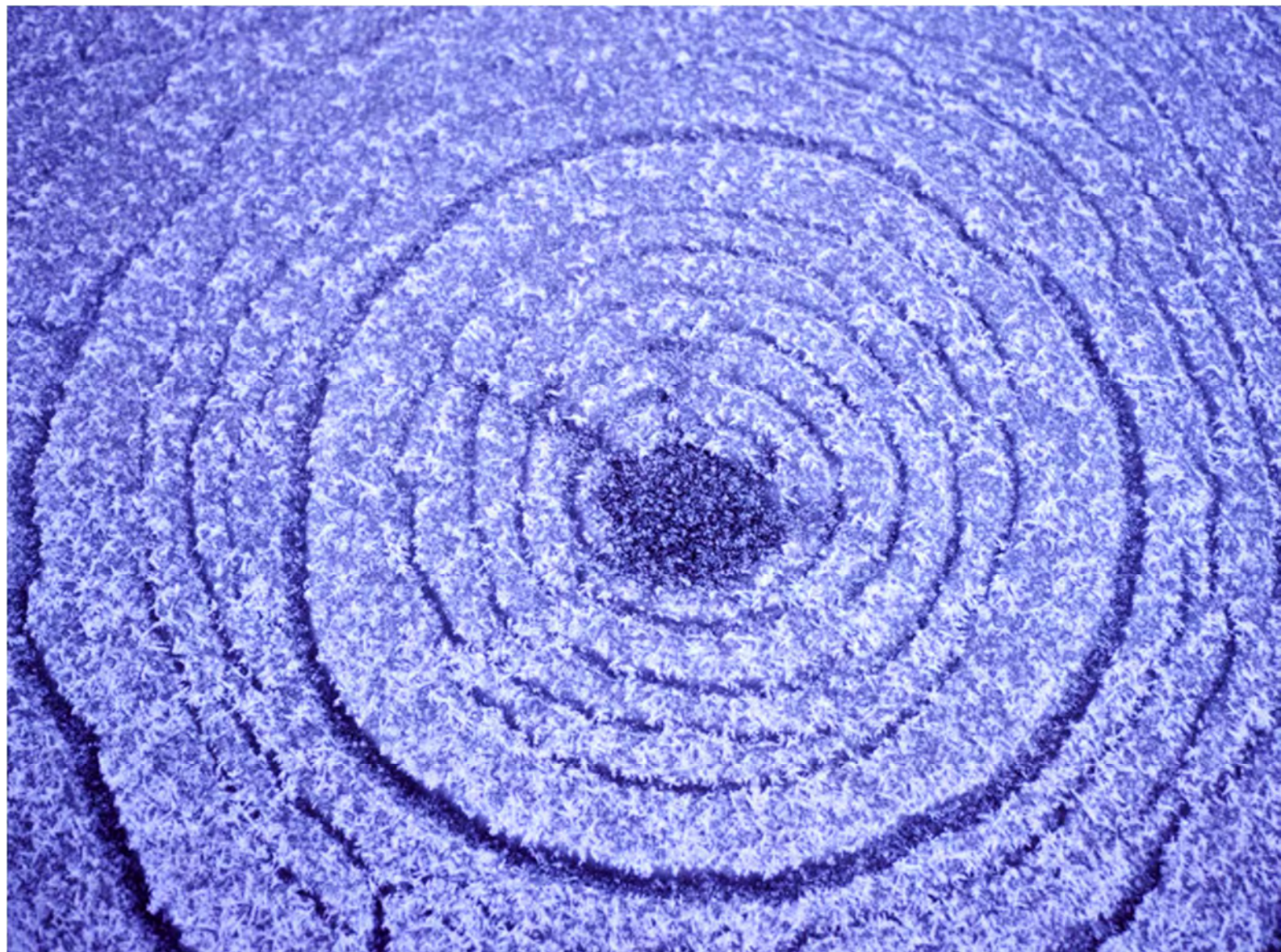


写真70. 同心円氷紋。同心円氷紋は放射状氷紋に同心円を追加して書き込んだ形状になる(鶴ヶ岱公園の池、12月)。

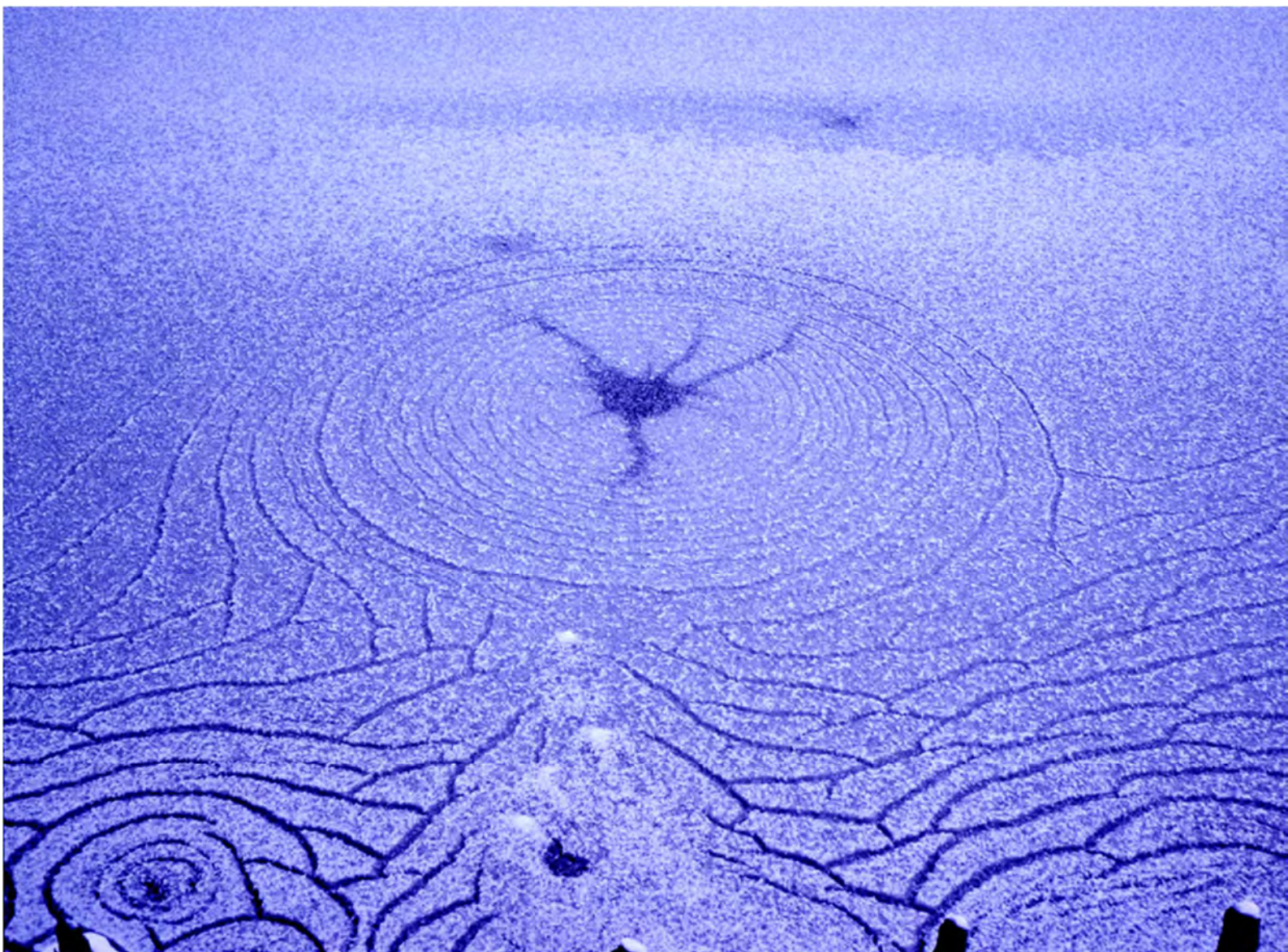


写真71. 同心円氷紋(鶴ヶ岱公園の池、12月)。同心円氷紋は、放射状氷紋のヒトデ状模様に多重の同心円が重なってできる氷紋で、この同心円は、積雪板が吸水した時の重みによって、折れて、陥没することによって形成される(124頁, 動画8参照)。

3. 氷 紋



写真 72. 形成過程にある同心円氷紋(塘路湖、1月)。
御神渡し発生後の水たまりに出来つつある。



写真73. 同心円氷紋¹⁸⁾(北海道庁の池、2013年12月25日12時27分)。

3. 氷 紋



写真74. 同心円氷紋(北海道庁の池、2013年12月25日12時13分)。



写真75. 同心円氷紋(札幌市中島公園・菖蒲池、2013年12月25日14時12分)。



写真 76. 懸濁氷紋の点在(春採湖、12 月)。懸濁氷紋は、放射状の枝のような水路から花びらのように水(懸濁物を含む)が拡散して模様を形作る。懸濁氷紋の形成機構は、放射状氷紋とほぼ同じであるが、噴出水が懸濁粒子を含むことが生成条件である。



写真77. 懸濁氷紋(春採湖、1990年2月23日)。

3. 氷 紋



写真78. 懸濁氷紋(春採湖、1月)。



写真 79. 懸濁氷紋の断面サンプリング(春採湖、2月)。



写真80. 微細気泡により白く見える懸濁氷紋(塘路湖、1月)。

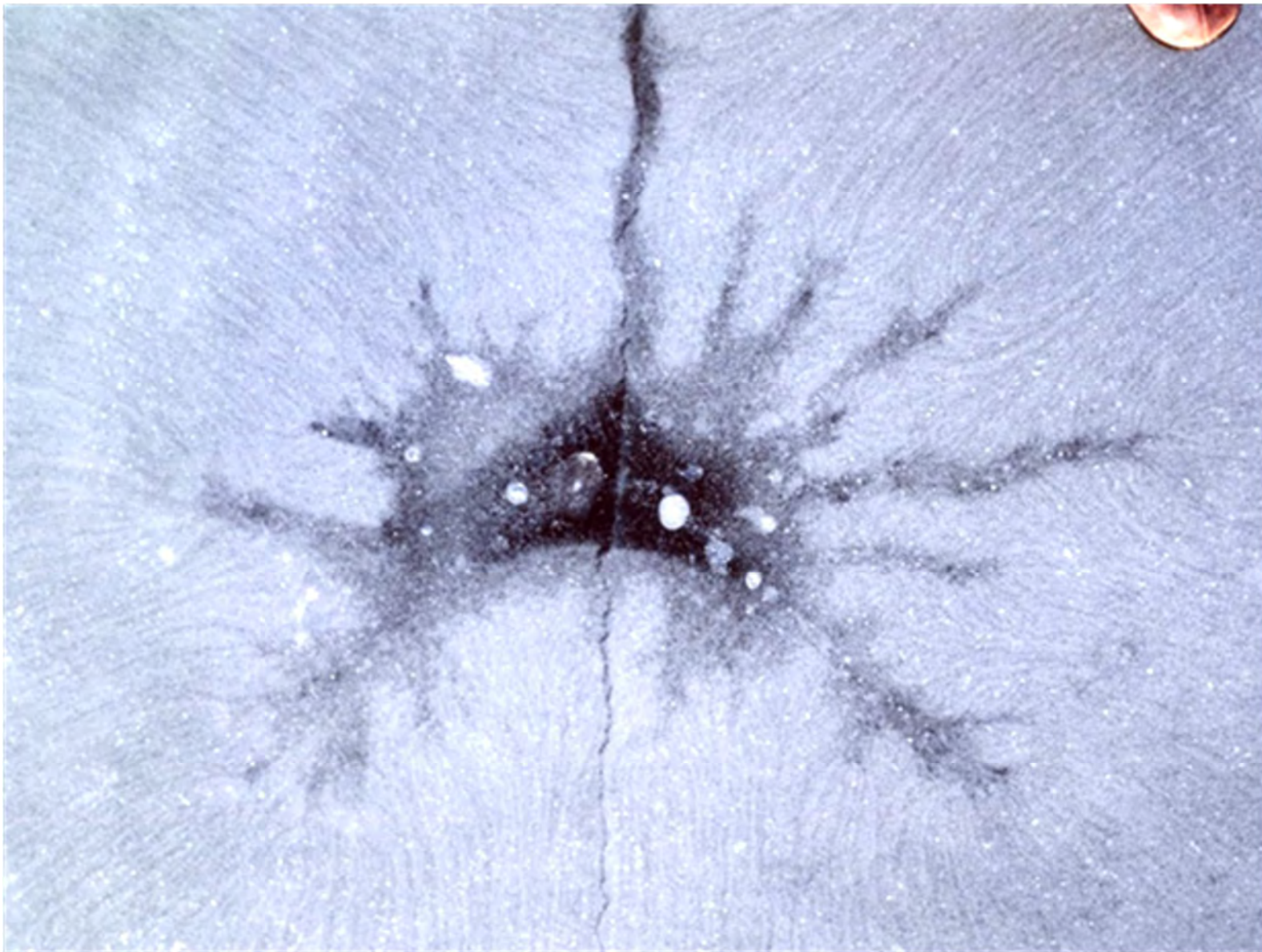


写真81. 流線を示す氷紋(塘路湖、2月)。放射状氷紋の周囲の雪面に水の動きを示す流線が見える。

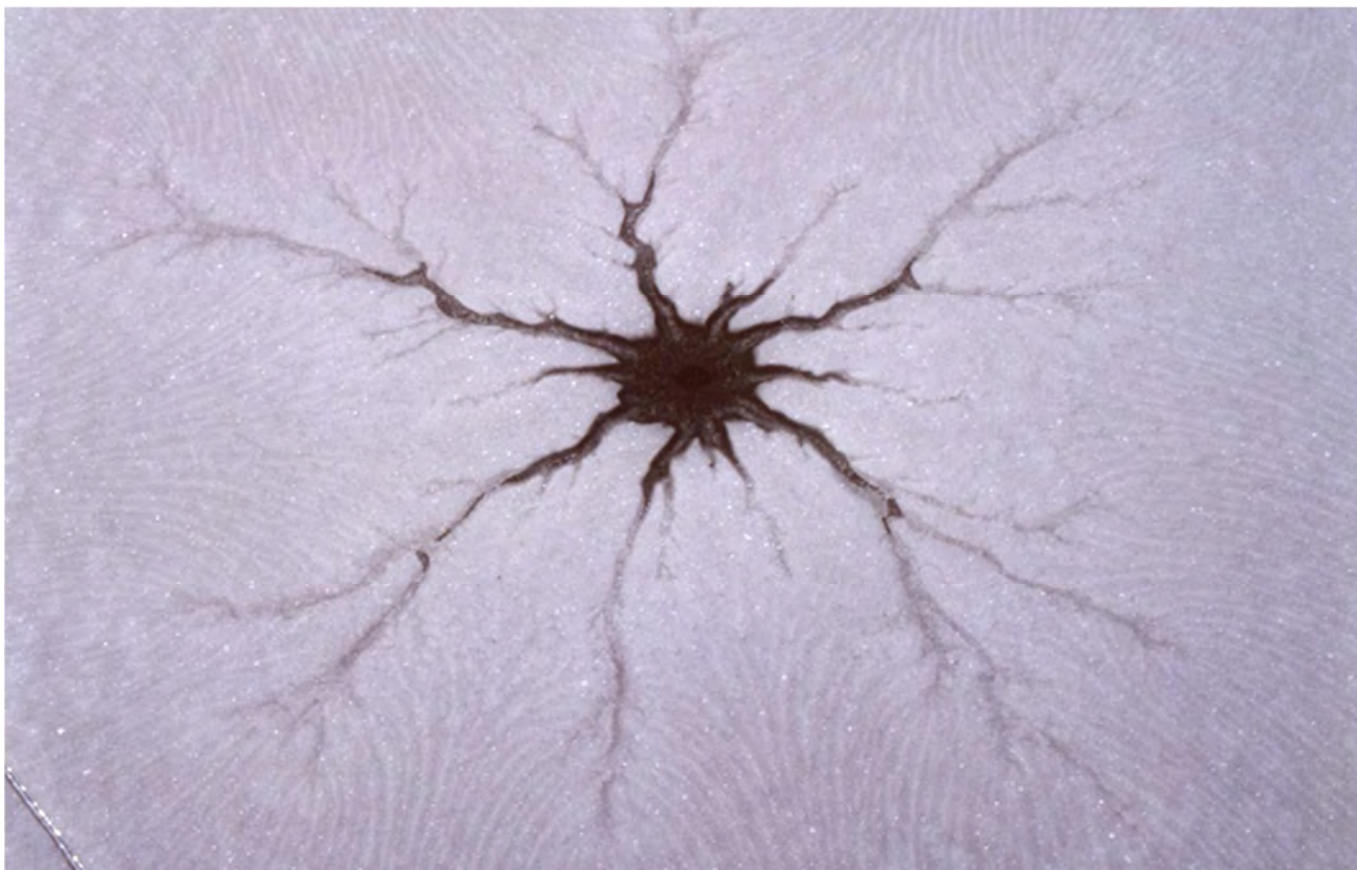


写真82. 流線を示す氷紋(塘路湖、2月)。

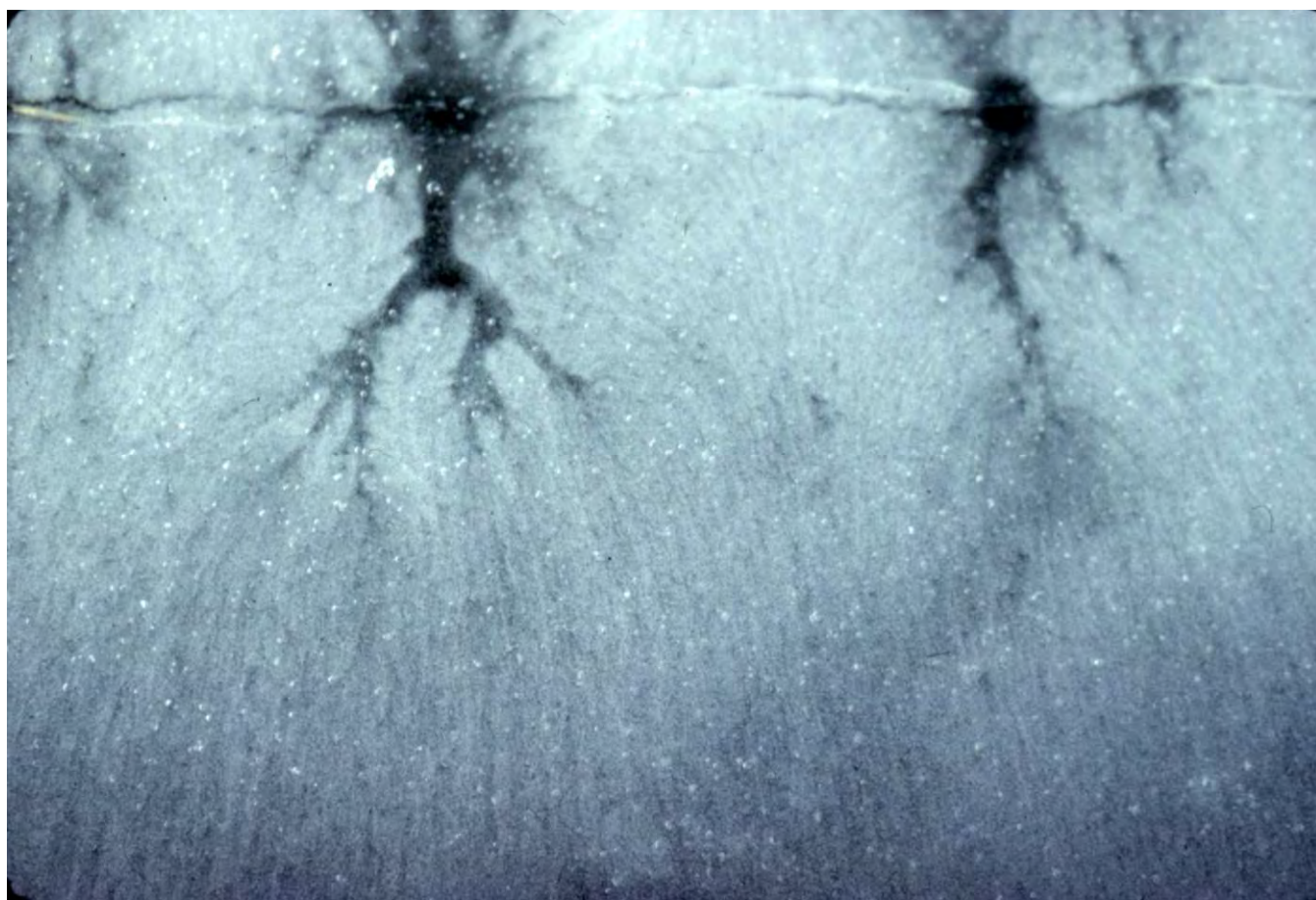


写真83. 顕著な流線を示す氷紋(塘路湖、2月)。

4. アイスバブル — 不思議なあぶく —

私がアイスバブルを見たのは釧路の春採湖だった。何枚もの平たい白い模様が UFO のように重なっている。よく考えると、あぶくが下から出ているとき、氷の下に溜まった泡が次々と閉じ込められるためとわかった。

それにしても自然とは不思議なものを造り出すと、その奥深さに感心した。



写真84. 不思議なアイスバブル(屈斜路湖、2月)。暗青色の固体空間に点在する泡には、宇宙空間を漂う島宇宙を想起させられる。それは、氷の下の厚い水層の存在を意識するためだろうか。



写真85. 暗青色の湖氷空間を立ち上るメタンの泡¹⁹⁾。中央縦ラインにサーマルクラックが見える(春採湖、1月)。



写真86. 暖候時の泡、内部に霜の結晶が少ない(屈斜路湖、2月)。



写真87. 暖候時の泡(屈斜路湖、2月)。



写真88. 下部の泡に上部の泡の影(屈斜路湖、2月)。

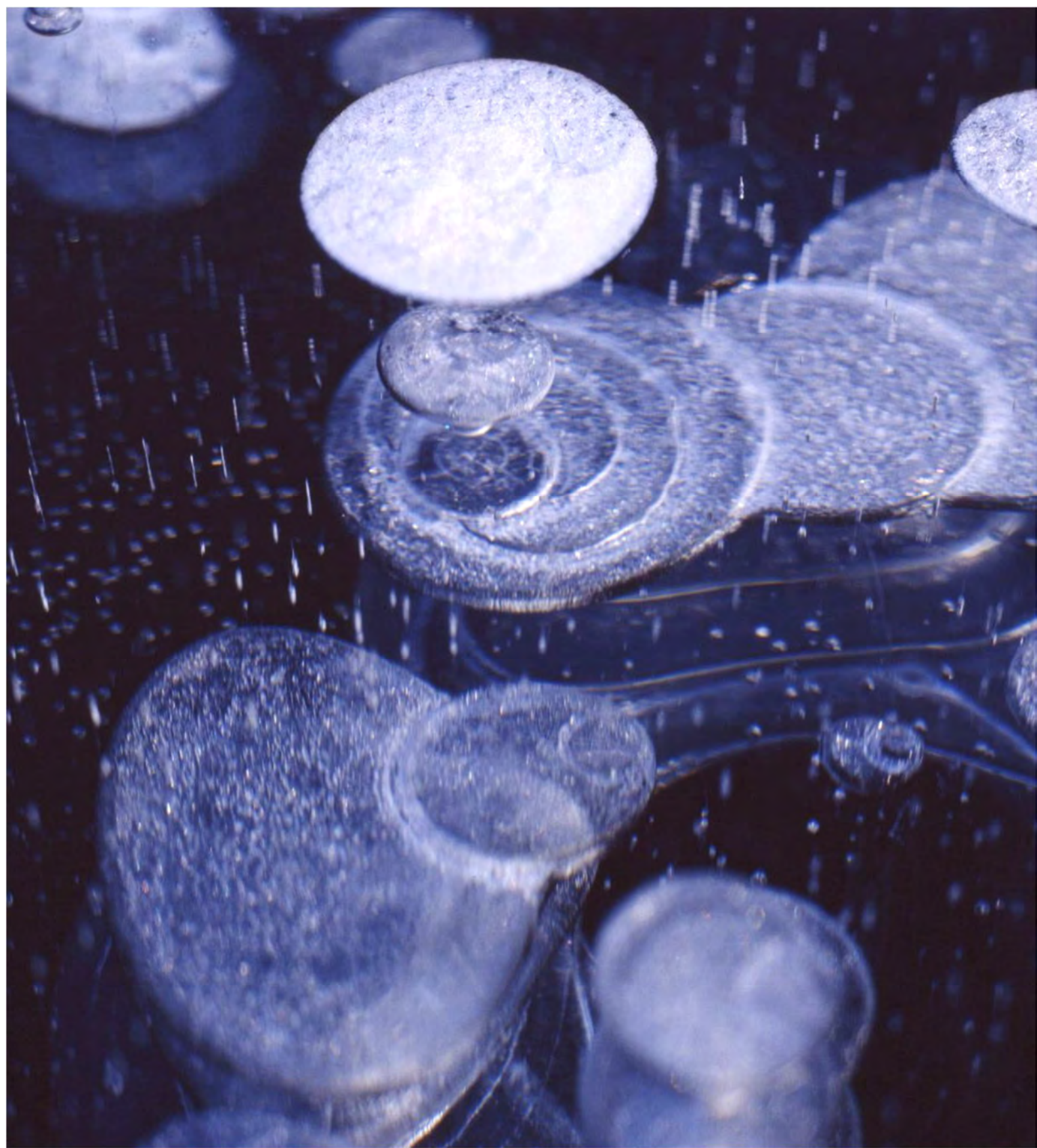


写真89. 白いアイスバブル。表面がよく冷える時、温度勾配による水蒸気移動のために、泡の天井側に霜の結晶が成長して白く見える。上の泡が白いのは、表面ほど温度勾配が大きかったことを示す。下部の泡は、まだ、霜の結晶が少ない(屈斜路湖、2月)。



写真90. ガスの量によって気泡の大きさが異なる(屈斜路湖、2月)。

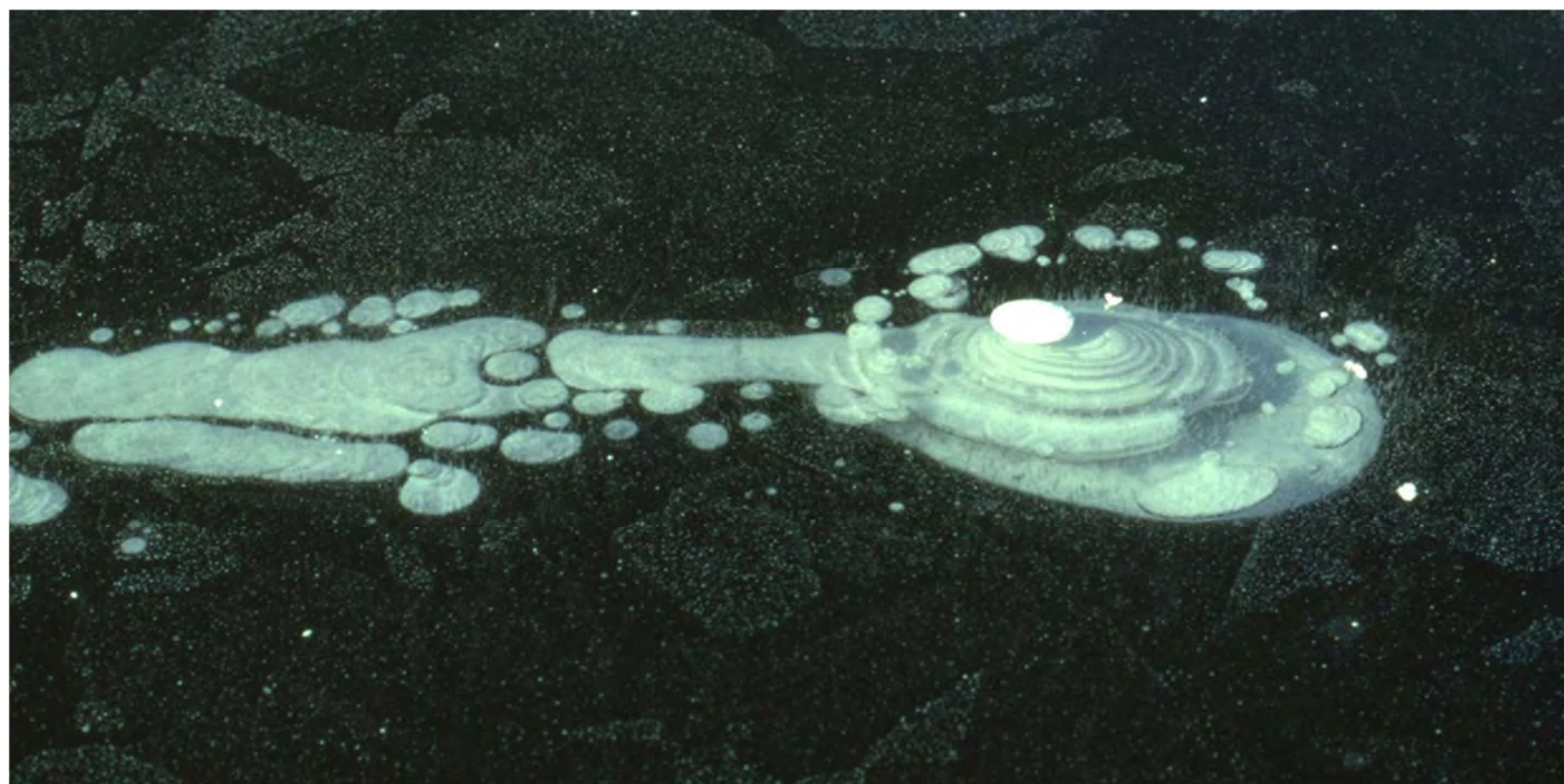


写真91. 水平に広がったメタンガス(春採湖、12月)。

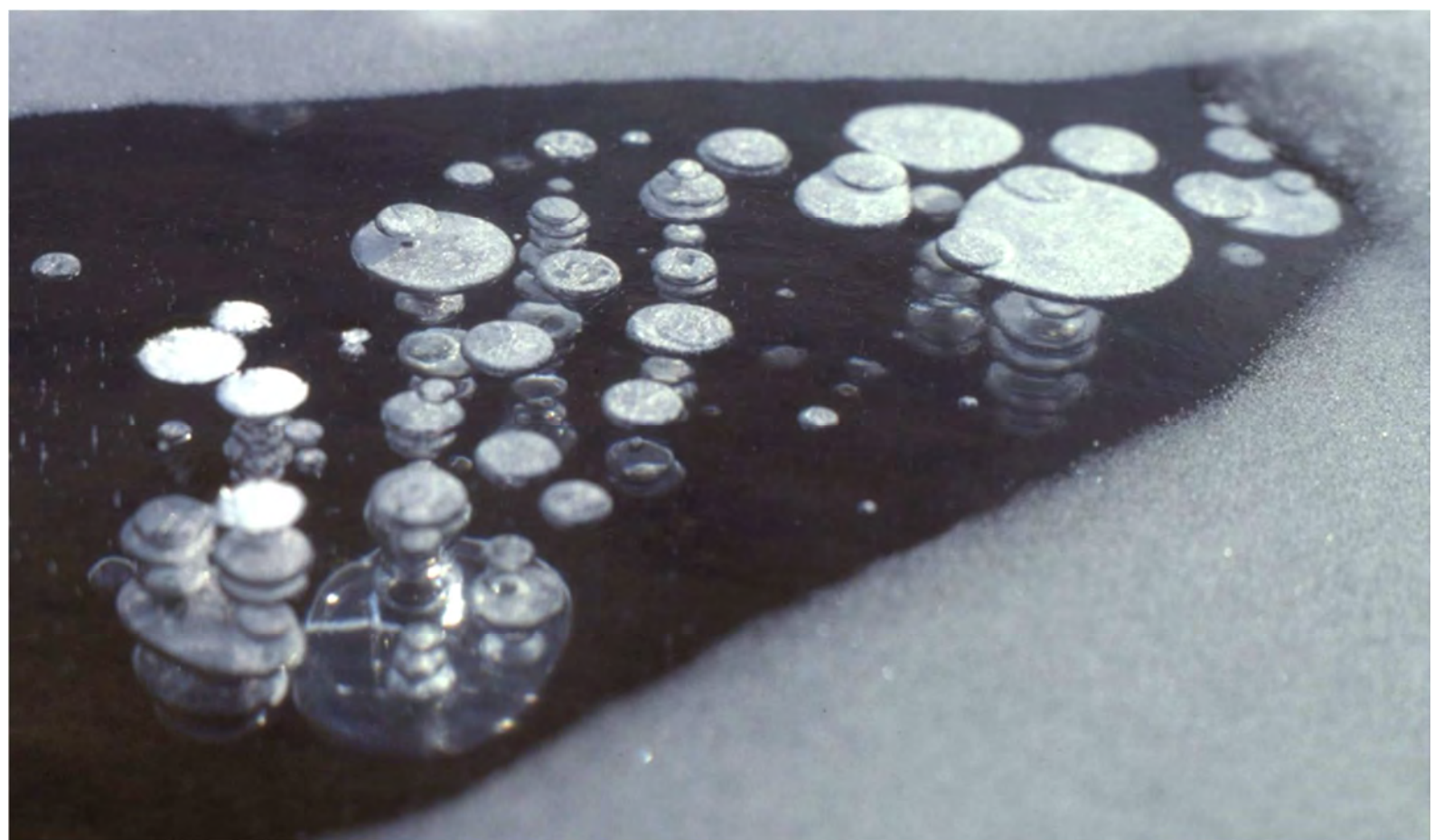


写真92. 融解した部分が再結氷したときのアイスバブル(塘路湖、2月)。



写真93. 厚い氷板の中で上下に繋がっている気泡(塘路湖、2月)。

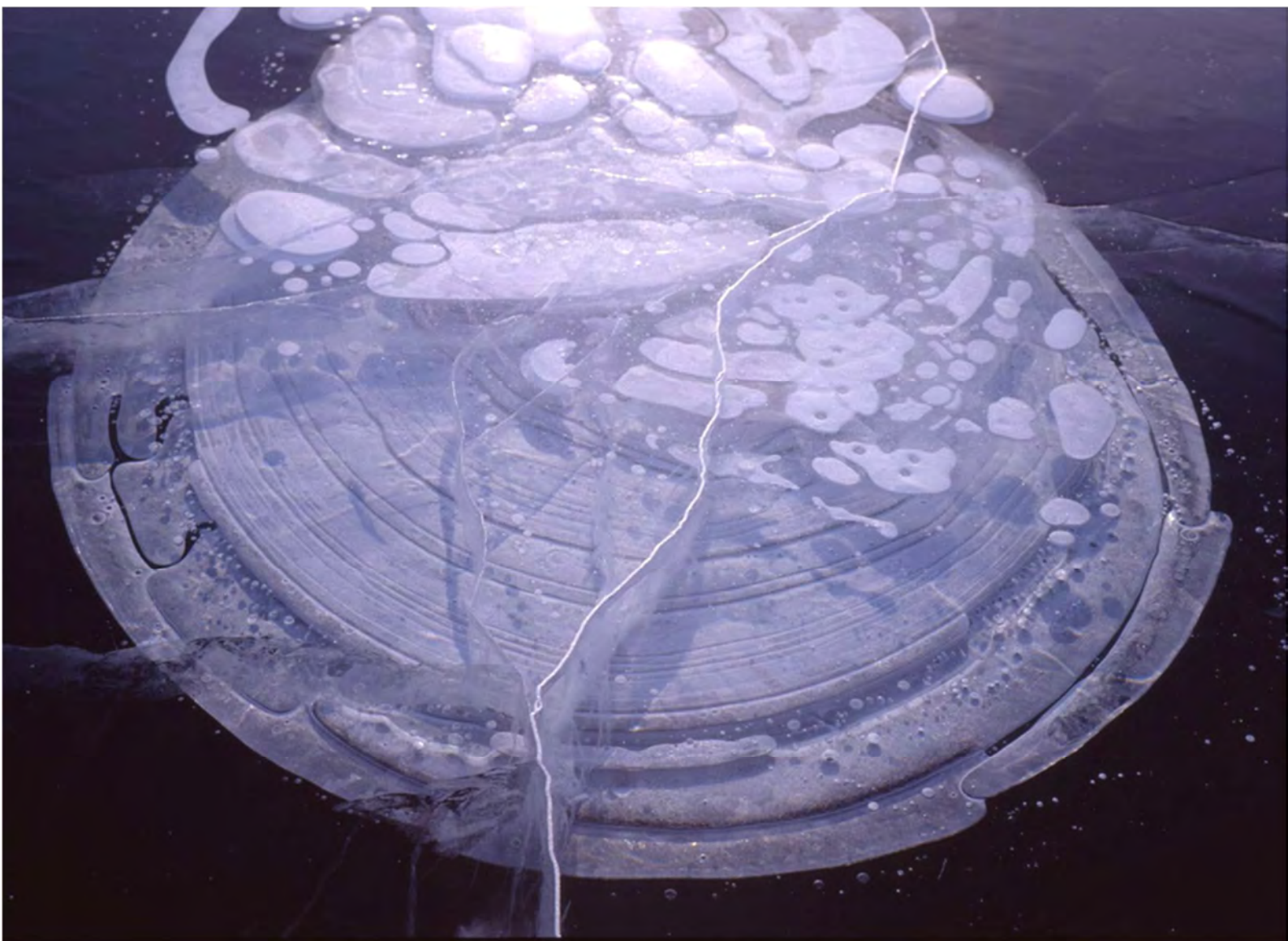


写真 94. 大きな泡の繊細な構造。巨大 UFO のようにも見える
(シラルトロ湖、1月)。



写真95. 同心円状の気泡の輪郭。気泡が増えていくときにどんどん凍結したのだろうか(シラルトロ湖、1月)。



写真96. 渦巻き銀河のように見えるアイスバブル(塘路湖、2月)。

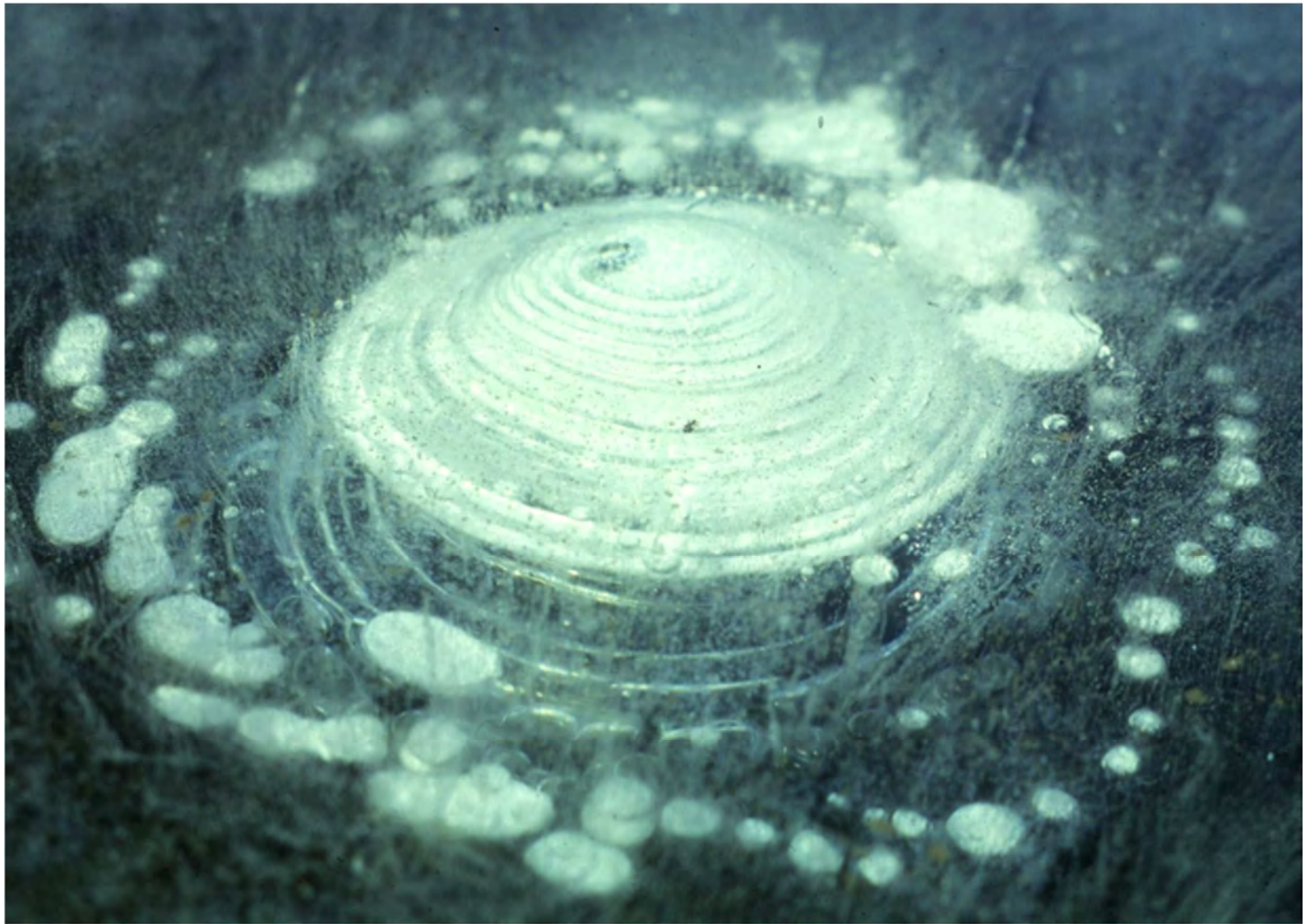


写真97. 爆発した渦巻銀河？メタンガスが逆スリバチ状に蓄積している。
穴をあけて点火すると水と共に炎が噴き上がるが、メタンガス濃度は
40%～70%と爆発濃度より濃いので危険は少ない(春採湖、1月)。



写真98. 大きな泡。人物が雲に乗って動いているように見える。白いのは気泡であり、周囲は透明な氷である。湖面に立つには安全確保が最優先(春採湖、1月)。



写真99. たくさんの気泡列。ガスがたくさん出ていると気泡列が
いくつも並ぶ(阿寒湖、1月)。



写真100. 一列に立ち上がったメタンガスの泡(塘路湖、2月)。

5. しぶき氷 — 華麗な冬の芸術 —

冬の荒れた日、湖畔の宿で外にも出られないでいると、宿の主人が「冬は氷ばかりで何もなく、お気の毒です」と言う。「観測ですから」と答えたが、本当は「冬こそ素晴らしい自然現象が沢山あるのです」と言いたかった。

しぶき氷は、嵐の時に木々が覆いかぶさる原始の湖岸で美しく発達する。場所や時期も気まぐれだが、発見すると喜びもひとしおである。そう思えば嵐も気にならない。



写真101. うねりに揺れるしぶき氷^{20)、21)} (屈斜路湖、12月)。



写真102. 木の枝はしぶきつららのキャンバス(屈斜路湖、12月)。



写真103. しぶきが造った芸術作品(屈斜路湖、12月)。



写真104. 並んだしぶきつらら(屈斜路湖、12月)。人の足に見える？。



写真105. 重いしぶき氷に取り付かれた枝は、湖面が結氷するまで、波のまにまに漂わねばならない(屈斜路湖、12月)。



写真106. 夜を迎える静寂の湖畔(屈斜路湖、12月)。



写真107. 白波と、湖岸の枝としぶき氷(屈斜路湖、12月)。

5. しぶき氷



写真108. しぶきつらら(屈斜路湖、12月)。



写真109. 発達を続けるしぶき氷(屈斜路湖、12月)。



写真110. 透明感のあるしぶき氷(屈斜路湖、12月)。



写真111. 土砂も取り込んだしぶきつらら(屈斜路湖、12月)。



写真112. しぶきの芸術(屈斜路湖、12月)。



写真113. しぶき氷発達の舞台（屈斜路湖、12月）。



写真114. 釣鐘のようなしぶき氷(屈斜路湖、12月)。



写真115. 根元を覆うしぶき氷(屈斜路湖、12月)。



写真116. しぶき氷がロングドレスで円舞会(屈斜路湖、12月)。

5. しぶき氷



写真117. 鎮座するしぶき氷(屈斜路湖、12月)。



写真118. 蔓(つる)にまとわるしぶき氷(猪苗代湖、2010年2月8日)。



写真119. 磐梯山としぶき氷²²⁾(猪苗代湖、2010年2月8日)。



写真120. しぶき氷に覆われた湖岸(猪苗代湖、2010年2月8日)。



写真121. 岩壁のしぶき氷(摩周湖、2月)。



写真122. ロングドレスしぶき氷の湖氷面も、アイスフィールドゼミナールの舞台になる(屈斜路湖、3月)。



写真123. 岩壁のしぶき氷回廊の観測(屈斜路湖、3月)。



写真124. 立木のしぶき氷(屈斜路湖、1月)。



写真125. しぶき氷のシャンデリア(屈斜路湖、12月)。



写真126. しぶき氷のモンスター(屈斜路湖、2月)。



写真127. 湖面結氷後は、しぶき氷の成長は止まる(屈斜路湖、2月)。

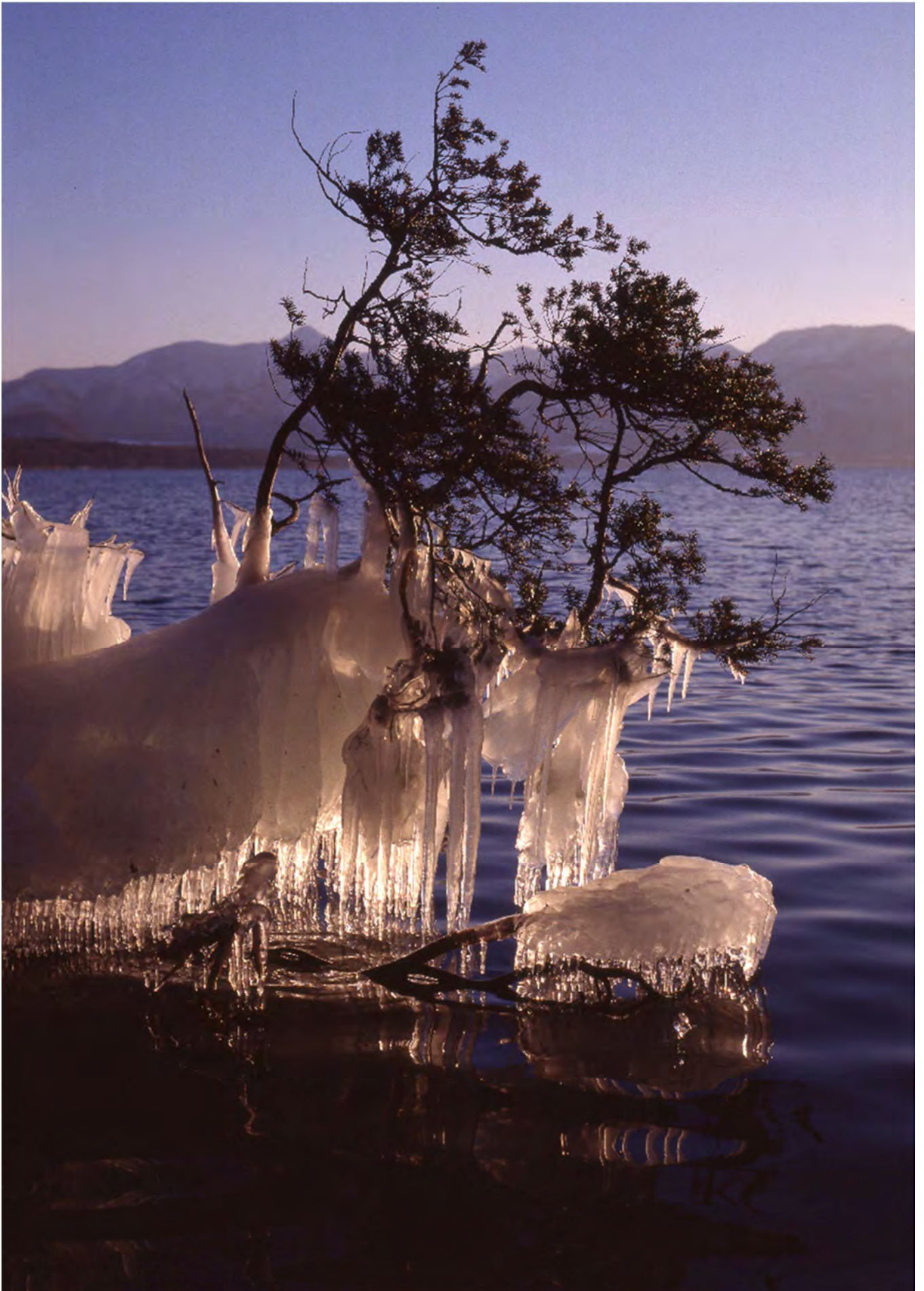


写真128. 夜を迎えるしぶき氷の湖岸（屈斜路湖、12月）。

6. その他 — 湖氷の諸相 —

湖や池での氷の観察は、氷の厚さが薄く、水板は不安定で危険な場合が多い。氷紋や御神渡りなどの観察は、安全上、また自然保護の観点から、基本的には、展望所など岸辺の陸上から行われるべきである。

氷上に降りるときは、ライフジャケットの着用、命綱や救命ボート、氷厚を測る道具などは欠かせない。とくに屈斜路湖のように温泉水が湧いている所では、氷が部分的に薄くなるので、特別な注意が必要である。



写真129. 摩周湖での湖水観測(摩周湖、2月)。摩周湖は阿寒国立公園の特別保護地区で厳しく規制されており、立ち入りには特別な許可が必要である。



写真130. 摩周湖での透明度測定と氷サンプル採取(摩周湖、2月)。

白い円板は透明度測定用の標識。摩周湖はバイカル湖と並んで透明度の高い湖の一つであり、1931年に41.6mの世界一の透明度記録を持つ。現在まで世界中の湖で、この記録を超えた湖はない。



写真131. 屈斜路湖での湖水観測。御神渡りの水中構造記録を撮ろうとしている。屈斜路湖の湖水立ち入りは規制されてはいないが、個人が安全確保をする必要がある。



写真132. 御神渡し断面の切り出し(屈斜路湖, 3月)。



写真133. 前の写真で切り出した御神渡りの断面²³⁾(屈斜路湖, 3月)。



写真134. 亀裂の断面。アーチ状に新しく氷が張り始めている。このような幅の広い亀裂で破壊が起り、御神渡りができ始める(屈斜路湖、2月)。

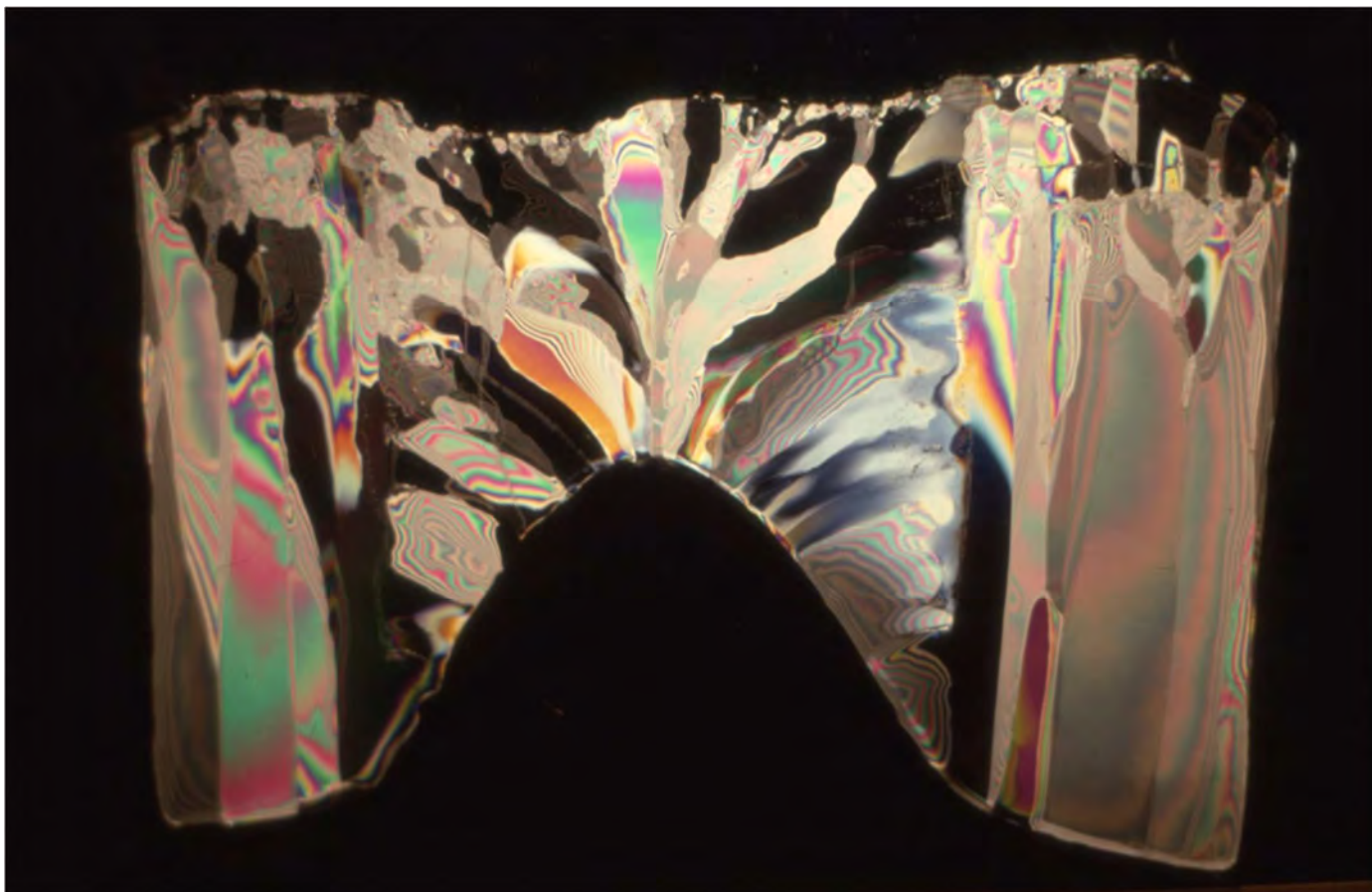


写真135. 亀裂断面の偏光写真²⁴⁾(屈斜路湖、2月)。

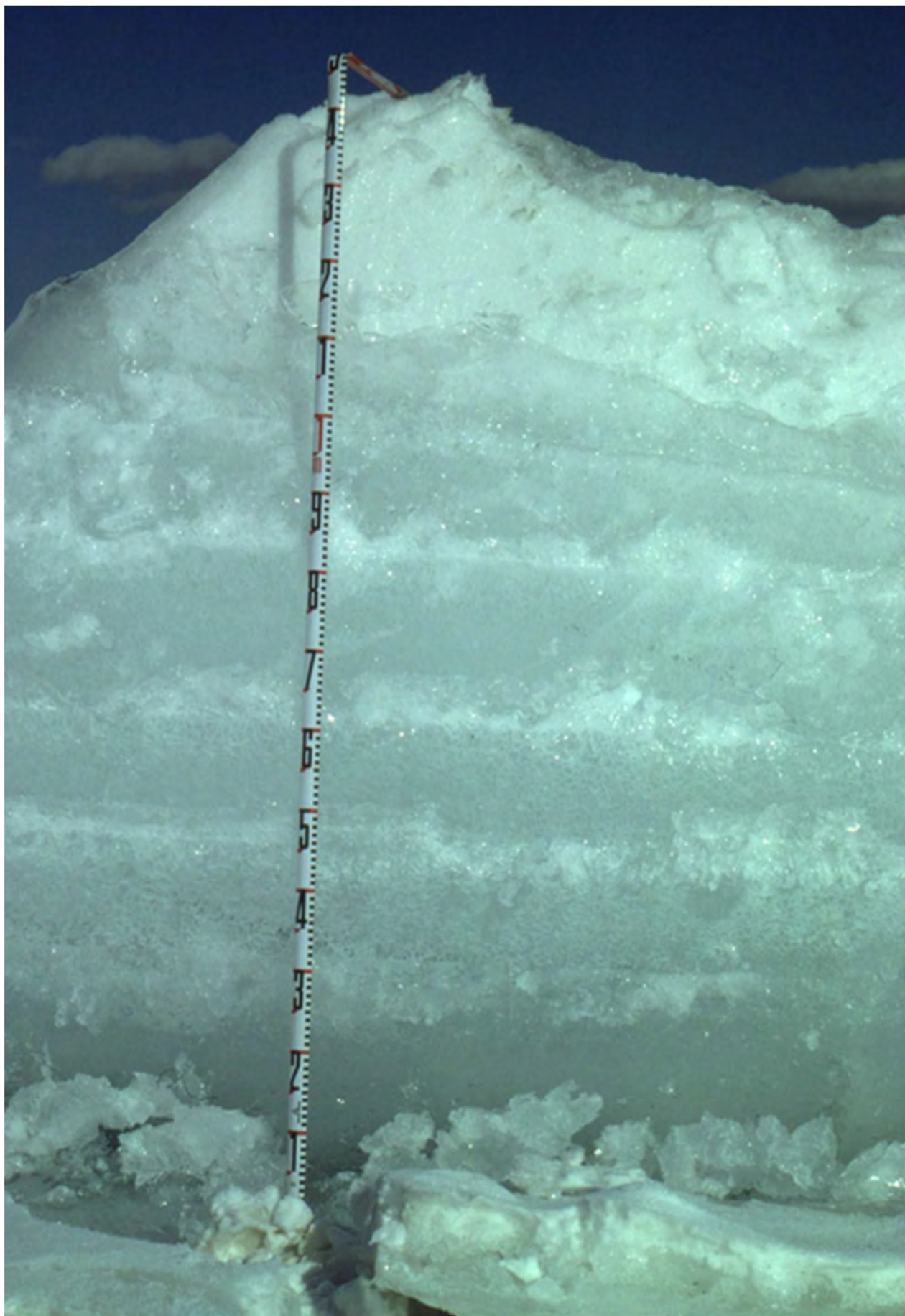


写真 136. 御神渡りの成長記録。水平縞は氷厚の違いを示す段差であり、寒暖の繰返しにより、次第に隆起したことの記録である(塘路湖、2月)。



写真137. 立木を押し上げる膨張氷板(屈斜路湖、3月)。



写真138. 前写真の後、さらに立木が押し上げられた(屈斜路湖、3月)。



写真139. 膨張氷板の湖岸へのせり上がり(屈斜路湖、3月)。



写真140. 塑性変形により円く隆起をした湖水(屈斜路湖、3月)。



写真141. アイスブリッジ。氷板と亀裂氷の境目が日射で融け、亀裂
両側氷板の横ずれにより、亀裂氷板がブリッジの様に隆起してい
る(屈斜路湖、3月)。

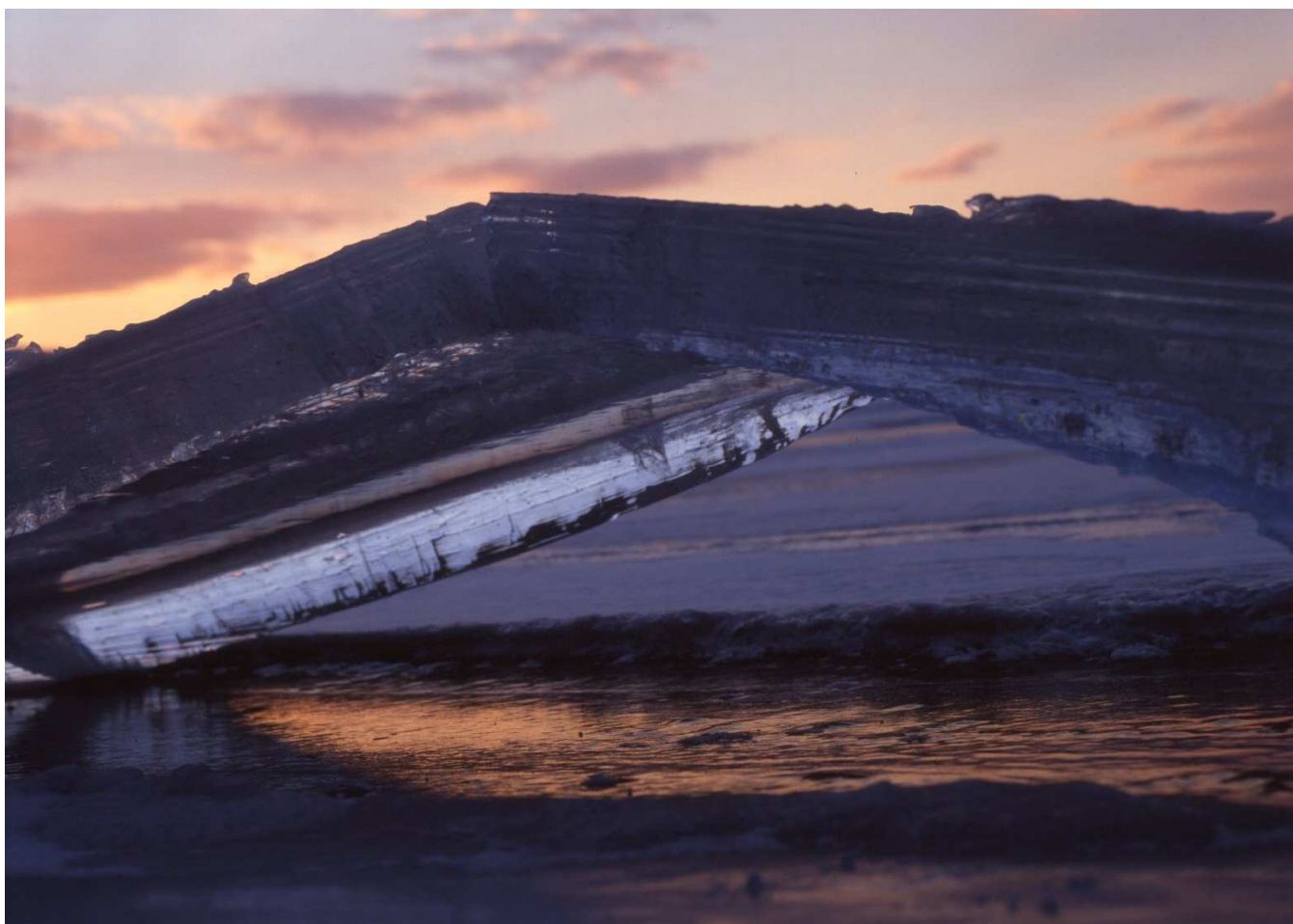


写真142. 夕日に映えるアイスブリッジ(屈斜路湖、3月)。



写真143. 白糸氷(屈斜路湖「仁伏」、1980年4月30日)。

「水面を漂う白糸(または白紐)が、突き出た倒木の枝に阻まれて、緩やかな曲線を描いている」ように見えるので。これを、白糸氷²⁵⁾、²⁶⁾、²⁷⁾という。気温は0°Cに近く、降雪直後にできやすいと考えられる。

白糸氷は、湖水の上に薄く積もった雪の層がシャーベット状となり、風または波の力で、押されてふくらみ(雪しわ)を生じ、これが、幾筋も並んでできたと考えられる²⁸⁾。類似の現象に、斜面の雪しわ²⁹⁾、車のフロントガラスに薄く積もった雪が融けて落ちる時にできる雪しわがあるが、こちらは、風や波の力によらず重力による。湖水の上にできる雪しわを白糸氷(紐状、または、糸状に見える)という。また、湖氷の上に積もった雪がシャーベット状となり押されて雪しわになることも考えられる。

上記については、今後の詳しい観測と再現実験が必要である。

小荒井実氏は2001年3月28日に十和田湖で撮影を行い、白糸氷と命名した³⁰⁾。彼は、上記の雪しわではなく、湖面結氷時に発生する針状氷によるという考えを記述している。



写真144. 風波による雪しわ(写真の下部)。漂流氷板の衝突により大きな氷丘(上部中央)もできている(屈斜路湖「砂湯」、1980年4月29日)。

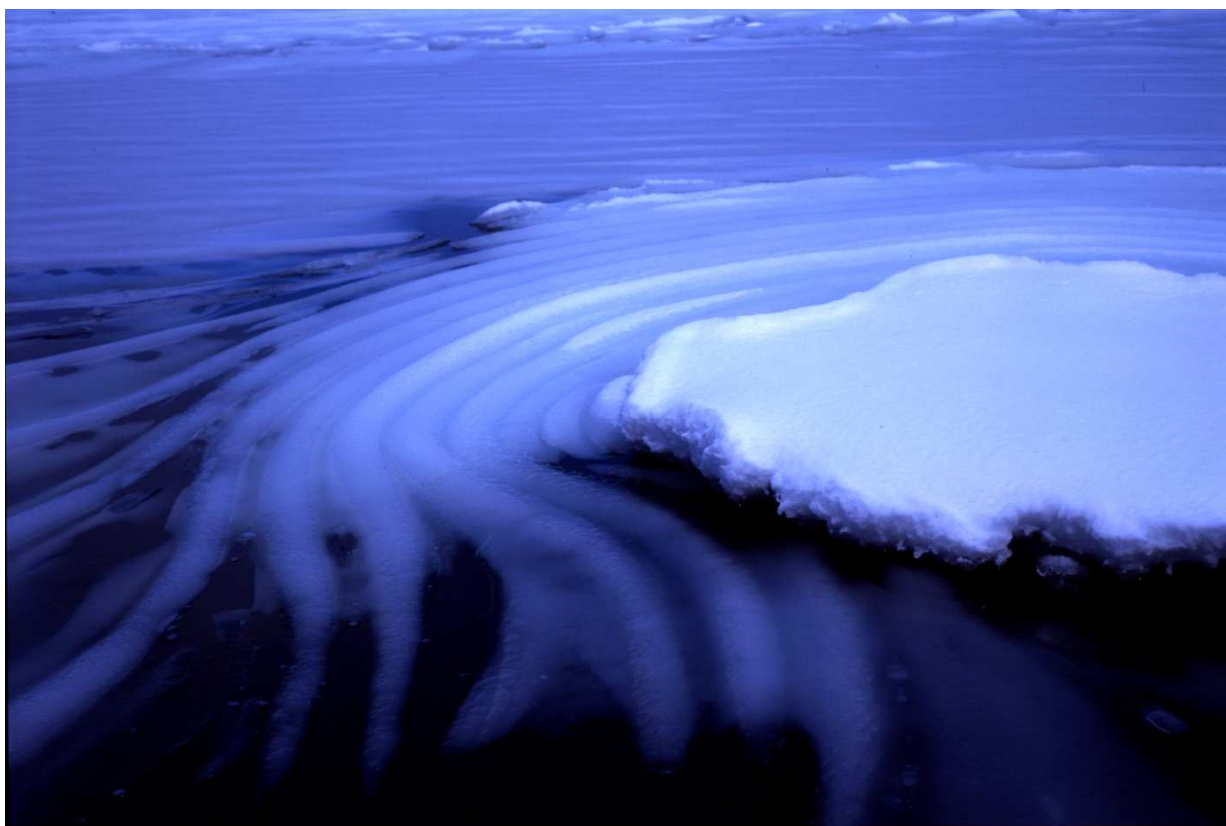


写真 145. 湖氷面の突起部周囲で、発散する白糸氷
(屈斜路湖「仁伏」、1980年4月30日)。



写真146. 岸辺の氷板との境界にできた白糸氷。雪しわ, または雪ひだともいう(屈斜路湖「仁伏」、1980年4月29日)。



写真147. 岸辺の薄氷部で、神秘的に色づく気泡のある部分の薄氷(屈斜路湖、2019 年3 月 31 日)。カメラに偏光フィルターを付けると偏光色が現れた。写真上部の白い部分は、対岸まで続く厚さ 20～30cmの氷板。



写真148. 前写真の気泡部を拡大したもの(屈斜路湖、2019年3月31日)。



写真149. 泡の出る薄氷下の湖底(屈斜路湖、2019年3月13日)。



写真150. きれいに色づいたアイスバブル。色の違いは氷の結晶方位や氷の厚さの違いによる(屈斜路湖、2019年3月28日)。



写真151. 降雪の下の氷紋(春採湖、2月)。



写真152. 前の写真の氷紋における腕(水路)の断面観測(春採湖、2月)。

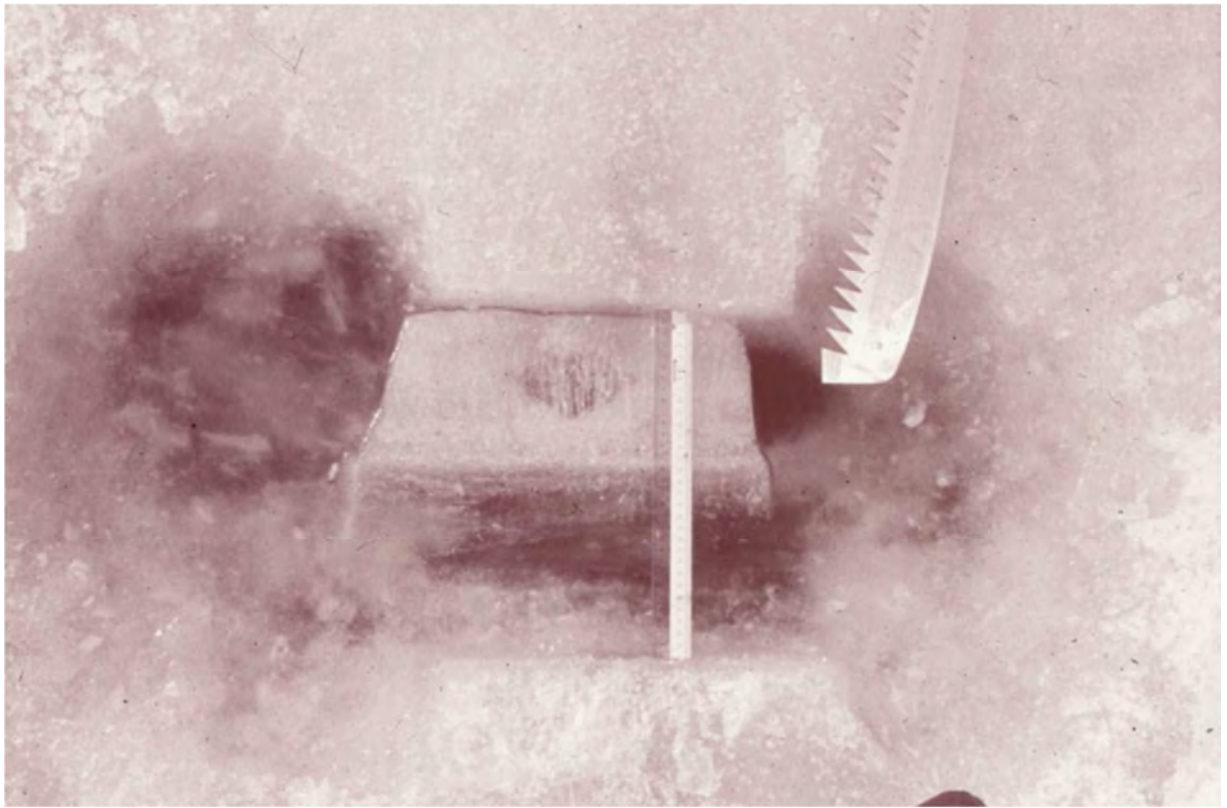


写真153. 前写真の氷紋の腕(水路)の断面。中央雪氷層断面の円型部(直径約8cm)が氷紋の腕(水路)の部分(春採湖、2月)。

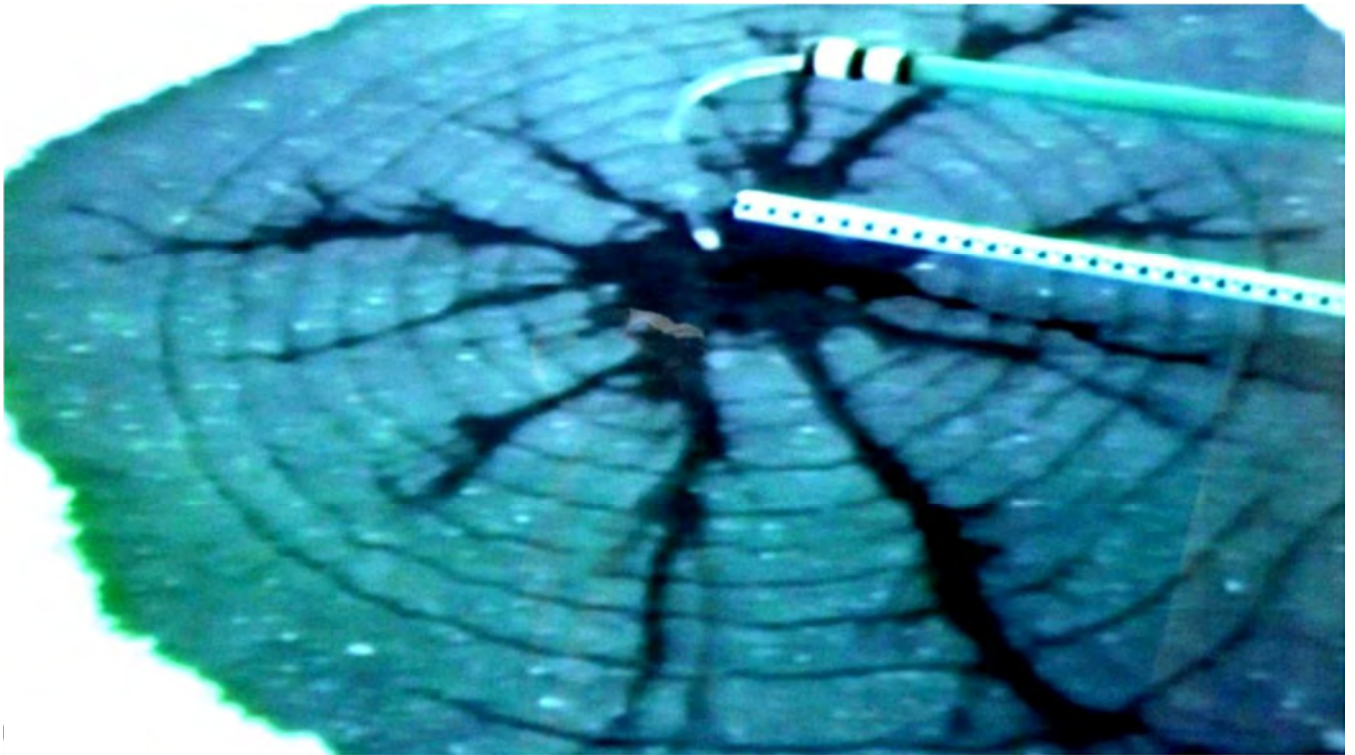


写真154. 同心円氷紋作製世界第一号(春採湖、1984 年1月1日)。
世界で最初に人工作製^{15)、31)}に成功した同心円氷紋、これにより、
形成機構の解明ができた(124頁, 動画8参照)。



写真155. しぶき氷の断面。三本の小枝を芯にして成長した。年輪構造の中に形成時の気象条件が記憶されている(屈斜路湖、1月)。



写真156. アイスバブの断面(春採湖、1月)。



写真157. アイスバブルの断面(春採湖、1月)。春採湖では湖底の有機物から冬でも活発にメタンガスが発生している。

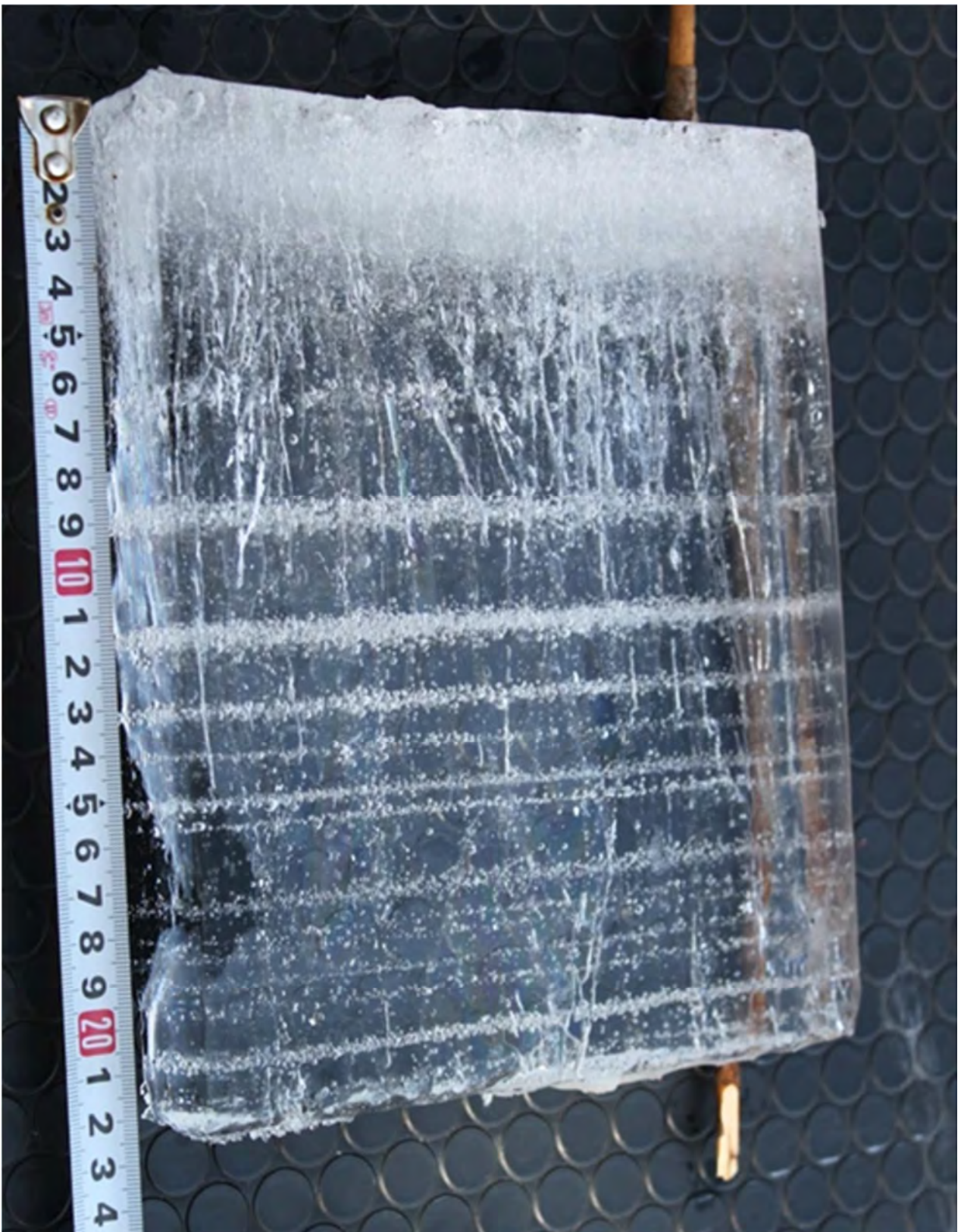


写真158. 水深の浅い岸边に近い湖面の湖氷断面（屈斜路湖「池の湯」、2019年4月1日）。上部の白色部は積雪による氷、多数の水平縞は気泡層。通説でなく、私（仮）説¹¹⁾であるが、この気泡は湖底藻類の光合成ガスが主と推測される。湖底に日光が届かない水深の深い場所での湖氷では、このような気泡層はないからである。今後の詳しい観測と研究が待たれる。

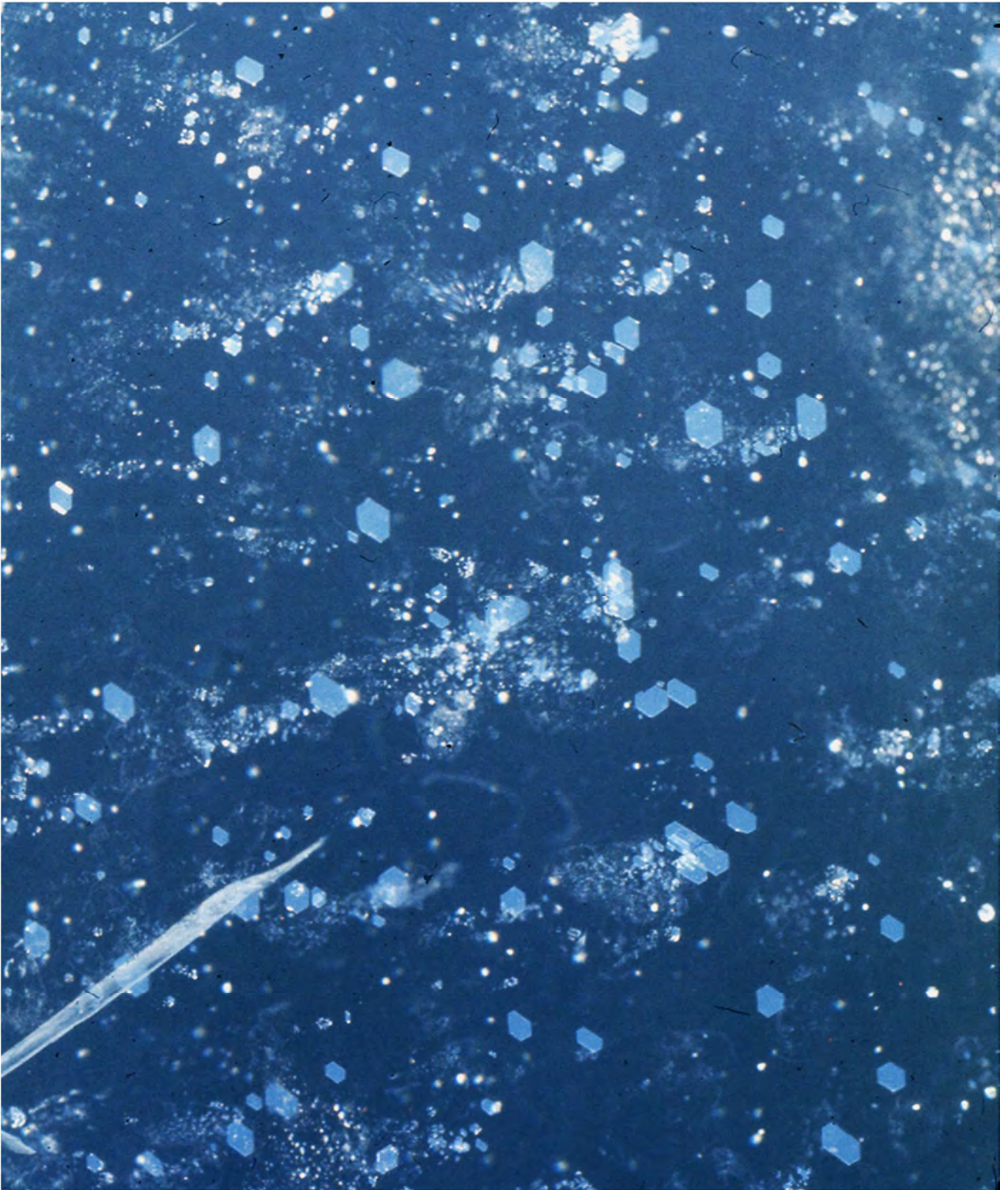


写真159. 透明な湖氷の上を渡渉するとき，足下の氷の内部を肉眼で見ると，この写真のような数mm～十数mmの六角形の「空像」が散在していることに気づくことができる（春採湖1月）。日射吸収のために氷内部に融解水が発生する。その融解水が再凍結するとき，氷と水の体積差から生じた真空の泡（水蒸気はある）が氷結晶中に残ったものが空像である^{4), 32)}。形は六角板である。



写真160. 湖氷断面。氷の中を移動する空像(塘路湖、1月)。氷に温度差があるとき、内部水蒸気の移動によって空像は動く。空像は、その姿・形を変えながら、また分裂と併合を繰り返しながら、湖氷の中を冬中動き続ける。写真の空像は上から見ると六角形であるが、水平方向から見ているので角柱状に見えている。下に向かって移動している。

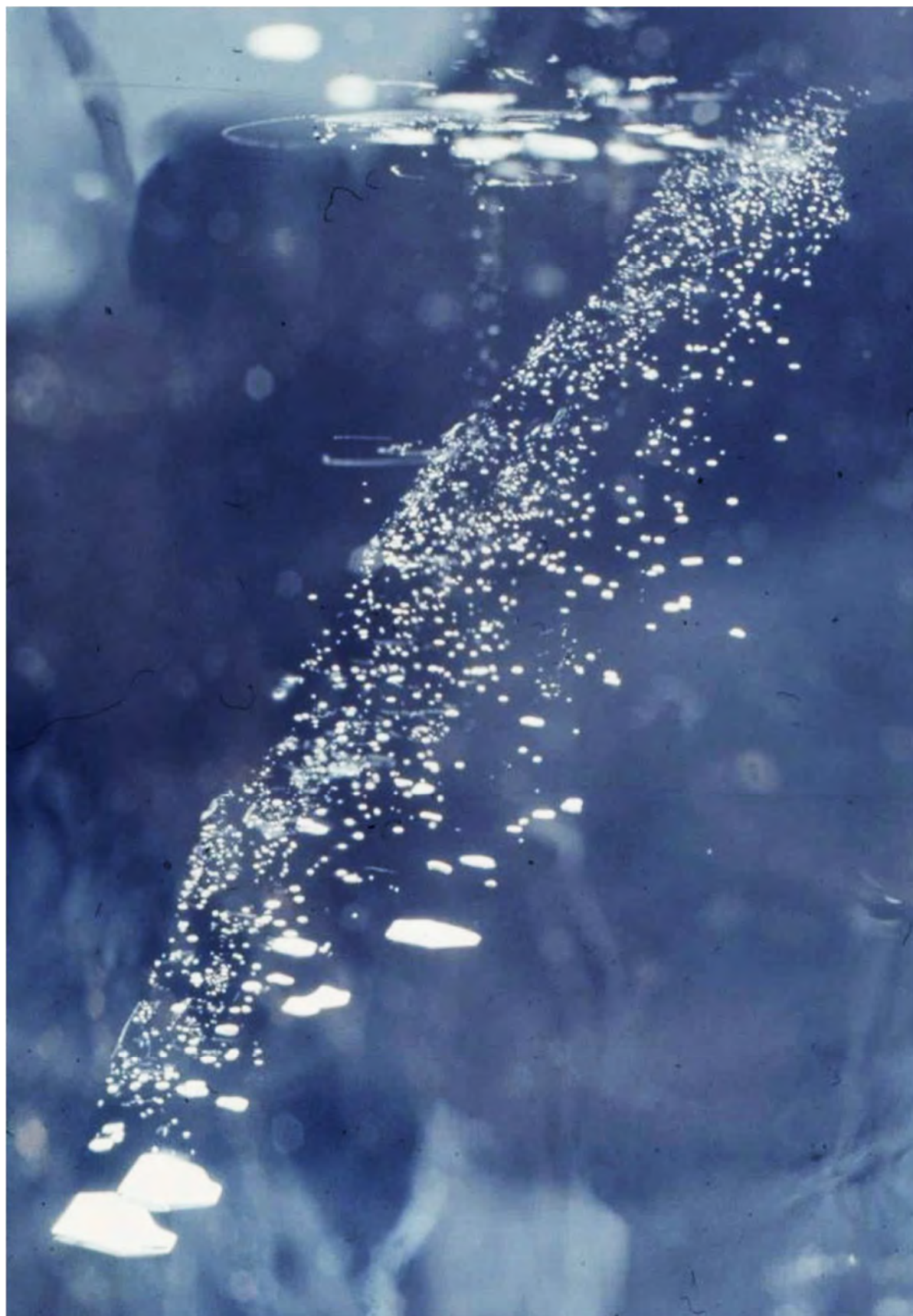


写真161. 湖氷断面(春採湖、2月)。尾を曳く流れ星のように、微細な真空のカケラを撒き散らしながら、空像が写真右上から左下に向って湖氷の空間を移動している。本体は尾の下部先端で、大きく白く光っている。この尾の長さ、つまり移動距離は約30mm。



写真162. 吹き寄せ氷丘(屈斜路湖「砂湯」、1980年4月30日)。
海氷用語の“氷丘、(英名: Hummock)に相当する。



写真163. 吹き寄せ氷丘とボートと櫓(屈斜路湖、5月上旬)。



写真164. “はす葉氷、（猪苗代湖、2010年2月4日）。
海氷用語の “はす葉氷、（英名：Pancake ice）に由来する。



写真165. 直径1m前後の“はす葉氷”の周りに、灰黒色、球形で直径5～15cmの“団子(だんご)氷²²⁾”が散在している(猪苗代湖、2010年2月3日)。



写真166. ダム湖の氷(金山湖、2月)。



写真167. ダム湖のキャンバス(金山湖、2月)。



写真168. 湖上の風物詩、ワカサギ釣り(金山湖、2月)。



写真169. 湖上の自動車レース。氷上タイムトライアル大会(塘路湖、2月)。



写真170. 春のこおり割り(阿寒湖、4月下旬)。向こうは雄阿寒岳。ゴールデンウィークへ向けて水路を確保しようと、観光船に砂袋を乗せて氷を開削する。こんな時の氷は縦に割れるキャンドルアイスになっていることが多い。

7. 動 画

御神渡りの動きと、その時発せられる氷の音は、周囲の山々に響き渡り、湖氷が生きていることを実感させてくれる。世界初の同心円氷紋の作製実験の成功により、その形成機構が解明された。暗黒の湖底から浮上した泡は、透明湖氷に閉じ込められ、鎮座して動かないが、宇宙空間の島宇宙を想起させてくれる。キャンドルアイスの奏でる音は、湖氷の短い一生に彩りを添える音楽となる。

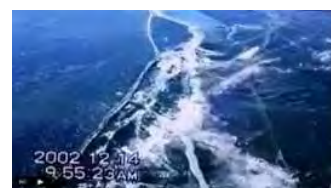
その映像と音をお楽しみください。

NPO 法人 雪氷ネットワーク HP (<https://www.snow-net.org/>) の電子書籍「湖氷の世界」東海林明雄著(次の URL)では、御神渡り発生瞬間など貴重な映像を見ることが出来ます。下記の動画全 11 編が約 22 分で繰り返し再生されます。

[「湖氷の世界」東海林明雄 著 \(snow-net.org\)](https://www.snow-net.org/)

1. 御神渡り (1) (1分05秒)

熱膨張圧力による湖水の噴出と氷板の破壊
(塘路湖、2002年12月14日)。



2. 御神渡り (2) (1分13秒)

氷板の破壊と御神渡りの形成。“御神渡り音”の山々からのこだまと共にご覧ください(屈斜路湖、1999年1月31日～2月1日)。



3. 御神渡り (3) (1分13秒)

御神渡りのダイナミズム。氷が急激に持ち上がる
(塘路湖、2003年12月12日)。



4. 御神渡り (4) (19秒)

降雪後も、氷板が動いて御神渡りの破壊移動が起り、“御神渡り音”が響き渡る(屈斜路湖、1996年2月3日)。



5. 御神渡り (5) (29秒)

隆起氷板の分裂崩壊。この後、次の御神渡り(6)で、この氷がゆっくり隆起する(塘路湖、1999年12月16日)。



6. 御神渡し (6) (1分07秒)

ゆっくり立ち上がる隆起氷板。動画33倍速再生である。
まるで大陸プレート衝突による山脈形成を思わせる。
このように隆起と陥没を繰り返しながら、御神渡しは
日毎に成長する (塘路湖、1999年12月16日)。



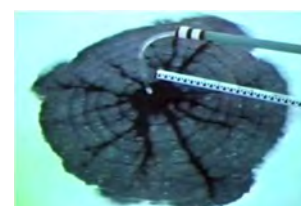
7. 御神渡し (7) (33秒)

撮影中に起きた御神渡りの隆起。撮影者が待避している
(屈斜路湖、2001年1月24日)。



8. 氷紋作製実験 (4分13秒)

世界初の氷紋形成機構解明実験。湖氷の雪の上から水を
注ぐと同心円氷紋が現れた。新雪深8cm、注水量2ℓ毎分、
水温2℃ (春採湖、1984年1月1日)。



9. アイスバブル(気泡氷) (6分14秒)

地吹雪の中で観察したアイスバブルのいろいろ(阿寒湖、12
月)、および暗黒の湖底から浮上し、蓄積する泡(阿寒湖、
1999年1月2日)。



10. 真空の泡 “空像” (1分38秒)

湖氷内部で真空のカケラを撒き散らしながら移動を続ける六
角板の真空の泡 “空像” (直径数mm～十数mm)の群。
透明湖氷の内部を斜め上方から標準レンズにて撮影してい
る(塘路湖、1月)。



11. キャンドルアイス (4分15秒)

春先に出来るキャンドルアイス。漂流する湖氷の衝突で崩れ
た氷からキャンドルアイスが現れる。間もなく消えゆくキャンド
ルアイスが波に揺られて軽やかな音を奏でる(屈斜路湖、
1999年4月18日)。



8. 湖水観測余話 — 時空を超えて —

〔氷上に立つ〕

私が、湖の氷の上に TENT を張ったのは今から 50 年以上前であった。その頃私は、北海道教育大学釧路校の物理学担当の教官であった。12 月の末、大学はすでに冬期休暇に入っていた。研究室の前の廊下の喧嘩も、嘘のように静まり返っていた。しかし窓越しに見えるグラウンドには、400 メートルのコースいっぱい氷が敷かれ、多くのスケーター達によって、終日の賑わいを見せていた。

校舎前の鶴ヶ岱公園にあるヒョウタン池の自然氷面についても、このことに変わりはない。このころ、講義や実験の指導に明け暮れた数カ月を回想しながら、ようやく己れを取り戻しつつあった私であった。私の如き朴念仁にもこのときばかりは、物の哀れが伝わったようだ。スケートを持ったことのない私ではあったが、滑走の様子をもっと近くで観察したいという気持ちになった。

グラウンドを遠望した後、“ヒョウタン池”の天然氷の上にあがってみた。私にとってスケートは、やはり遠くの高台から遠望することのほうが、性に合っているように思われた。このときここから 800 メートル離れた位置にあり、オリンピック出場の斉藤幸子元選手をはじめ、多くの一流スケーターを育てた春採湖の様子を確かめたい気持ちになった。そこで、早速、湖に赴き、湖の岸辺を一周して見た。このとき“異様な結氷”の仕方の部分を幾つか見つけたのであった。

しかし、このときの私にとって、結氷の仕方自体は問題ではなかった。気象学上の要請から“広い平面での、氷面からの昇華蒸発と風速との関係”さえ測定できれば、それで十分であったからである。眼前に開けた銀盤の表面は、その中に周りの台地を投影して、鏡のようであった。私には千載一遇のチャンスのように思われた。

それで、その日のうちに手続きをすませ、TENT 設営の品々、それに観測器機を揃え、翌朝リヤカーを引いて湖に向った。こうして、この日の夕方から湖の氷の上の中心部で、起居する数日間を送ることになった。



写真 171. 鶴ヶ岱公園のヒョウタン池
(釧路市、12 月)。



写真 172. 全面結氷した春採湖
(1975 年 12 月 15 日)。

〔犬も逃げ出すテント観測〕

いろいろな条件での昇華蒸発係数を得るためには、2 時間毎の測定を1週間ないし 10 日間、途切れることなく続ける必要があった。しかし、途中で雪が降り出したり、寒さのために測定器が作動しなかったりで、思ったような理想的なデータは中々得られず、このあと数冬にわたって何回かの挑戦を余儀なくされたのであった。

知人から「吹きさらしのところで……何のために……御苦労なことだ? ……」といった種類の哀れみの言葉を頂戴したのもこの頃であった。しかし、寒さ自体はさして苦にならず、悩みは別のところにあった。月明かりが気になって寝付けないほど憶病な私が、絶えずテントがハタメク音の中で、いかにして睡眠をとるか? ……ということであった。いろいろ考えたが、あまり良い方法は思いつかなかった。

そのころ私の所属する雪氷学会では、雪崩災害に関する討論が盛んであった。雪崩に埋った遭難者の捜索において、“良く訓練された一匹の犬は、その鋭敏な嗅覚によって、捜索隊の 200 名分の働きをする、”ということを思い出していた。そこで用心にもなり、淋しさも和らぐかも知れないということを期待して犬にお出まし願うことにした。犬を連れて来てからは、一人ではないという安堵感のせいか、ある程度の睡眠を取ることができるようになった。体調もおおいに回復し、測定に失敗する回数も少なくなり、一匹の犬のお陰で、観測の成果もあがり、私はおおいに助けられたのであった。

そこで犬の世話には多少の気を使い、時には遊び相手になってやり、栄養にも気を使っていた。しかし、吹き晒しの氷の上に連れてこられたこと自体、犬にとっては大変迷惑なことのようであった。その証拠に、首輪を解くと、“ワン、”というひと声を残して、一目散にテントが見えなくなる場所まで逃げ去るのであった。その後、犬の種類を変えてみたが、結果は同じであった。氷の上のテントなど、イヌも居てくれないことを、改ためて認識させられた思いがした次第であった。



写真 173. 住宅街の中にある春採湖と、その中央氷上のテント。

〔テントの神様登場〕

その後はゼミナールの学生諸君が、観測に参加してくれるようになったので、孤独感におそわれたり、犬の世話になったりする必要もなくなった。

翌冬の12月28日から1月7日までの、10日間の観測は当時19才の学生であったT君に、補助をアルバイトということをお願いした。彼は冬休み中ということで、日中は毎日8時間勤務のアルバイトを既に行なっていた。それでも、夕方から朝の8時頃までなら、良いということであった。彼は少々風邪気味で熱があり、咳が出るということであったが、翌日の夕方に出てくるということで、薄謝にもかかわらず快諾してくれた。

こうして、昼は私、夜は彼ということで、10日間の観測がはじまった。当初、彼がこの激務にどこまで耐えてくれるか、不安であった、しかし、日時の経過と共に、私は彼に対する信頼の念を深めていったのであった。零下20℃以下になる夜中を含めて、2時間毎の測定を、正確に続けていったからである。彼のお陰で、10日間の観測を完遂することができた。私は彼に、その意義を説明し、重ねがさね丁寧にお礼を述べた。

ところで観測を開始してから、5日目頃になると、彼は咳込むこともなくなり、日時の経過と共に顔色も良くなり、機嫌も良くなって行くのが感じられた。そのうえ氷の上に来たお陰で、ひと月来の風邪を治すことができたと言ってくれた。これは、彼の若さのためばかりではないように思われる。私自身、湖通いを始める12月から、氷がとける4月初旬までは、ほとんど風邪を引くことがないからである。

T君はまた、この他のことでも幾つかのエピソードを残した。彼は山岳部で馴らしていて、テントの設営、並びにその運営に習熟していた。彼のお陰で私はテントがハタメク音に悩まされる不眠の夜を過ごすこともなくなった。また最初は、リヤカー一台で済んだ器材の運搬も、回を重ねるごとに荷物も増え、遂にはトラックに満載するまでになった。観測項目を増す度に、テントの数も一つから三つ四つへと増え、数百点の器材の管理を、どうするかが大きな問題となっていた。

しかし、この仕事は彼によって手際良く進められた。数百点の器材の中から、所定の器材を求める場合、探し始める前に、まず彼に伺いを立てる方が先決であった。彼はどのテントの何番目の引き出しに、何があるかを大抵の場合は承知していた。

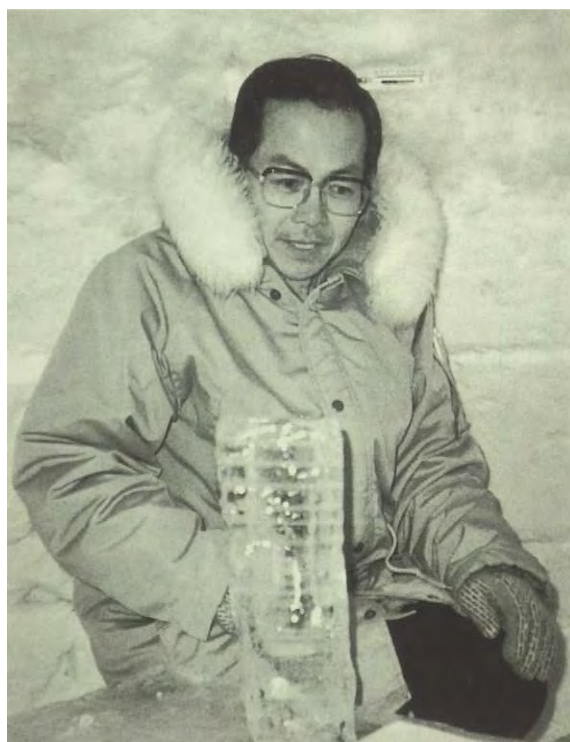


写真 174. 塘路湖氷上イグルー内にて休憩する私。ランタンは湖氷をくり抜いて作ったもの。

こうして彼は、私のみならず、ゼミナールの同僚諸君からも、絶大な信頼を得るに至ったのである。そして、ついに“テントの神様”なるアダ名を頂戴してしまったのであった。“神様”と仰がれるに及んで、テントでは彼も、言動にも節度を持ち、日頃の精進にこれ勤めていたようである。このことが T 君の頭脳を一層冴えさせていたのかも知れない。

【いざ摩周湖へ】

私の研究は、そのほとんどを、湖の氷の上と研究室で行なっている。ある年の 2 月の末に、摩周湖の中島にテントを張る予定で遠征を試みたことがあった。

私は遠征の1週間前に下見に出かけ、湖面に下りて結氷部分の氷厚を測定し、湖面の 95 パーセントは、結氷済みであることを確認した。そこで、この年までの 20 年来、必ずそうであって、樹氷祭には若者が氷を渡って“中島参り”をして来たように、1 週間後には全面が厚く結氷し、中島に渡れることを確信して疑わなかった。

1週間が過ぎ、私とゼミナールの学生諸君1行 7 名は、中島で1週間の観測を決行すべく、装備を整えて出発し、摩周湖の外壁に達したのであった。そして期待を込めて湖面を見下ろしたとき、1行は茫然と立ちすくみ、しばらくは、開いた口がふさがらなかった。

湖面には白波が立ち、氷はほとんど消滅していたからである。しばしの後、我に返った私は、懷から1週間前の下見の時に写した写真を取り出した。私が湖面に下りて、その氷の上を歩いている写真を見せながら、「1週間前はこの通りであったのだ」ということを、懸命に説明していた。しかし、その声はゴウゴウと唸り続けるブリザードの雪煙りと共に、眼下遥かの水面に吸い込まれるだけで、一行の表情を和らげはしなかった。

数日来の強風によって、湖面の氷は打ち砕だかれ、ほとんど融けてしまっていたのであった。この年の摩周湖は、浅はかな私の目算を、一蹴するかのようになり 20 年振りに全面結氷しなかったのであった。

(以上「湖水」⁴⁾に掲載した文を一部改編して転載)



写真 175. 摩周湖観測。
いざ氷の上へ。



写真 176. 全面結氷した摩周湖。

〔時空を超えて〕

上述のように、春採湖にテントを張り始めてから定年までの 34 年間は、北海道東部の釧路湿原の中に点在する湖沼や、隣接する阿寒国立公園内の、屈斜路湖、摩周湖、阿寒湖等を巡りながら、湖水現象の観測を続けた。

春採湖では、同心円氷紋作製世界第一号の実験に成功し、その形成機構を解明することが出来た。また、屈斜路湖では、御神渡りの発生とその成長・発達の機構を明らかに出来た。

湖水の素晴らしさを一般の人々にも知って頂きたく、「湖水の不思議観察会」では、教室で湖水の知識や氷上での安全確保について学んだあと湖水上に降り、氷上の雪を取り除いて透明な湖水の内部を覗き込んで頂いた。その氷にメタンの泡が星空に存在する島宇宙のように「幻想的」な姿で点在することや、泡の天井から成長を続ける煌めく霜の結晶を見て頂き、その透明空間に「神秘的」に散在する真空の泡である六角形の空像の存在を確認して頂いた。

「御神渡りを聴く会」では、厳寒期の湖水の上に於ける荘厳な環境のなかで、地鳴りのようにひびきわたる音が、周囲の山々からこだまするのをお聞き頂き、延々と対岸まで続く御神渡りの状況をご確認頂いた。

定年退官とともに釧路から移住し、札幌に居を移したが、札幌でも北大や道庁の池、小樽の運河等でも氷紋を見つけた。湖水ではないが砂防ダムの水流がキノコやクラゲのように凍る現象も見つかったりした。その気になれば、どこでも氷の様々を観察できることがわかった。

湖畔に住む人々の助けをかりながら、時空を超えて湖水研究をライフワークとすることができた。思い起すと感慨ひとしおであるが、調査や研究の過程で多くの方々に関われたことが、大きな宝物になっている。



写真177. 小学生の御神渡り学習会
(塘路湖、1月)。



写真 178. 氷瀑のクラゲ氷
(札幌の砂防ダムにて)。



写真 179. クラゲ氷の観測。

謝 辞

湖氷の研究へは、福島大学名誉教授の故渡辺善八博士に誘われたものであり、先生のご厚情に深謝申し上げます。

観測は、北海道教育大学物理学教室の湖沼雪氷学ゼミナールに参加してくれた学生諸君の協力を得て行った。ゼミナールに参加してくれた皆さんに感謝いたします。

この電子書籍を編集・監修して下さい、また、ネットワークの構築にご尽力下さっている NPO 法人雪氷ネットワーク歴代理事の皆さんに深謝申し上げます。

最後になるが、本項に記載出来なかった多数の方々を含め、お世話になった全ての方々に深湛なる謝意を表する次第であります。

注記1 (2022年7月25日)

Pressure Ice Ridge と「御神渡し」について

最近、ネット上などで、*Pressure Ice Ridge* (2 個の氷板が押し合う衝突線上にできる隆起) の写真や記述が公開されるようになった。そこで「御神渡し」と *Pressure Ice Ridge* の違いについて記す。

「御神渡し」とは、「湖が結氷した後、浮氷板の亀裂に沿ってできる竜の背状」の隆起ライン(2 枚の浮氷板が押し合う衝突線上にできる隆起)³³⁾ のことである。この様な隆起ラインは、風やダムや河川における水位の変化、潮汐や湖流の作用によってもできる。

しかし、「御神渡し」は、諏訪湖の「御神渡し」を語源とし、氷板にかかる「外力」(風や、水位の上下、潮汐や湖流の作用)による影響が少ないか、ほとんど無視できる大きさ(場合)で、氷板内部の熱的膨張・収縮、つまり氷板内の「内力」によるものとする。従って、英語名を *Thermal Ice Ridge* (東海林、1990)³⁴⁾ とすることにした。これにより、風や、水位の変化や、潮汐や湖流の作用による *Pressure Ice Ridge* と「御神渡し」を区別している。つまり、外力と内力の違いによる。

内力による「御神渡し現象」は淡水湖沼に於いて起る。湖沼学の先駆者、田中阿歌麿博士(1918)が「湖沼に起こる諸現象中、否、自然界における最も奇異なる自然現象の一つなり...」³⁵⁾ と表現したように、風の少ない静寂な環境の中で起り。その形成過程は、極めて神秘的・幻想的で、デリカシーに富んでおり、湖という大自然の中の季節ドラマとして展開されている。



写真 180. 屈斜路湖の御神渡し (Thermal Ice Ridge)。
氷の熱的膨張による内力によって隆起する。

注記 2

湖や池に於ける氷の観察の注意

湖や池での氷の観察は、氷の厚さが薄く、水板は不安定で危険な場合が多い。氷紋や御神渡りなどの観察は、安全上、また自然保護の観点から、基本的には、展望所など岸辺の陸上から行われるべきである。

氷上に降りる必要があるときは、十分な安全教育を受け、氷上経験豊富な案内ガイドが必要である。また湖面に出るときは、氷が割れた時に備え、必ず、一人ではなく二人以上にて安全を確認しながら慎重に行動する。ライフジャケット(救命胴衣)の着用、命綱や救命ボート、氷厚を測る道具などは欠かせない。湧水や温泉ガスの浮上により氷が薄くなっている所もあるので注意を要する。一旦、氷が割れると次々と氷が割れ、一人では這い上がることが難しいことを意識しておくことが必要である。

環境保護の注意も必要で、近くに白鳥など水鳥の越冬地がある場合は、これを刺激せず、怯えさせないように十分な配慮が必要である。また摩周湖のように、立ち入りのためには特別な許可が必要な場合がある。



写真 181. 摩周湖の観測。万が一、氷が割れるのに備えて命綱や救命胴衣が必要である。写真の、一見、救命胴衣のない人も全て防寒具の下に救命胴衣を着用している。摩周湖は阿寒国立公園・特別保護地区であり、立ち入りのためには特別な許可が必要である。

参考文献

- 1) 亀田貴雄、蜂谷衛、仁平慎吾、細川音治 (2022) : 摩周湖の全面結氷条件の解明およびそれに基づく2021年2月の全面結氷日の予測. 雪氷, **84**(1), 65-88.
- 2) 東海林明雄 (2018) : 氷の世界. 東京, あかね書房, 54pp.
- 3) Toukairin, A. (1997): Block ice and candle ice. Studies on Growth of Lake Ice and Formation Process of Surface Patterns on Ice Covers. (Ph. D dissertation, Niigata University), 8-22, 156-166.
- 4) 東海林明雄 (1977) : 湖氷 (沈黙の氷原・ミクロとマクロの謎). 東京, 講談社, 103pp.
- 5) 東海林明雄・蜂谷衛 (2017) : 摩周湖の結氷から解氷まで. 北海道の雪氷, **36**, 45-48.
- 6) 東海林明雄 (1984) : 摩周湖の特性. 自然保護協会, 北海道の自然, **24**, 22-29.
- 7) 東海林明雄 (2021) : 御神渡りの発生と成長発達について. 雪氷, **83**(4), 403-419.
- 8) Toukairin, A. (2020): Formation Process of Thermal Ice Ridge. Proceedings of the 35th International Symposium on the Okhotsk Sea & Polar Oceans 2020, 35,208-213.
- 9) 東海林明雄 (1980) : 日本最大の御神渡し. サイエンス, **10**(12), 46-48.
- 10) 東海林明雄 (1989) : 屈斜路湖・日本最大の御神渡し. 科学朝日, **49**(3), 116-117.
- 11) 東海林明雄・蜂谷衛 (2019) : 諏訪湖と屈斜路湖の御神渡しについて. 北海道の雪氷, **38**, 65-68.
- 12) 東海林明雄 (2020) : 湖氷内の垂直温度勾配による微小クラックの発生に就いて. 北海道の雪氷, **39**, 19-22.
- 13) 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). ナショナルジオグラフィック, **9**(1), 20-23.
- 14) 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.
- 15) Toukairin, A., (1985) : Mechanism of Formation of Radially-Grown Meltpatterns on the Surface of Ice. Annals of Glaciology, **6**, 314-315.
- 16) 東海林明雄 (1979) : 氷の融点に於ける粒界三又交線での水脈の発達. 雪氷, **41**(2), 121-129.
- 17) 東海林明雄 (1975) : 春採湖の氷紋. サイエンス, **5**(2), 84-86.
- 18) 東海林明雄 (2014) : 札幌市における‘放射状氷紋’と‘同心円氷紋’の観測. 北海道の雪氷, **33**, 11-14.
- 19) 東海林明雄 (2013) : 湖沼の氷. 地球環境の事典, 東京, 朝倉書店, 254-255.
- 20) 東海林明雄 (1980) : 屈斜路湖のしぶきが生む造形. 科学朝日, **40**(12), 7-13.
- 21) 東海林明雄 (1989) : 飛沫回廊. 自然保護, 第333号, 1-2.
- 22) Kawamura, T., T. Ozeki, H. Wakabayashi and M. Koarai (2009): Spray ice and ice balls. Unusual lake ice phenomena observed in Lake Inawashiro, Japan. Journal of Glaciology, **55** (193), 939-942.
- 23) 杉本芳博, 藤井智史, 森谷武男, 笹谷努 (1981) : 屈斜路湖における鞍状隆起現象と氷震活動の観測. 北海道大学地球物理学研究報告, **40**, 79-91.
- 24) 高橋修平 (1986) : 2枚の偏光板にはさんだ薄い氷はなぜ色がつくのでしょうか? 雪氷, **48**(3), 180.
- 25) 樋口敬二 (2006a) : 結氷した湖の氷面模様と結氷陶芸. 雪氷, **68**(1), i~ii.
- 26) 樋口敬二 (2006b) : Interestingな研究とImportantな研究. 雪氷, **68**(1), 51-54.
- 27) 亀田貴雄, 高橋修平 (2017) : 雪氷学. 東京, 古今書院, 351pp.
- 28) 東海林明雄 (2023) : 白糸氷の形成機構について. 雪氷, **85**(3), i~ii.
- 29) 高橋喜平 (1980) : 雪と氷の造形. 東京, 朝日新聞社, 100pp.
- 30) 小荒井実 (2002) : 猪苗代湖—神秘的な氷の世界. 福島, 歴史春秋出版, 93pp.
- 31) 東海林明雄 (2001) : 氷紋の観察. 雪と氷の自然観察, 東京, 平凡社, 105-112.
- 32) 中谷宇吉郎 (1958) : 北極の氷. 東京, 宝文館, 172pp.
- 33) 東海林明雄 (2005) : 湖氷. 雪と氷の事典, 日本雪氷学会監修, 東京, 朝倉書店, 649-654.
- 34) 東海林明雄 (1990) : 御神渡し. 雪氷辞典, 日本雪氷学会編, 東京, 古今書院, 10p.
- 35) 田中阿歌麿 (1918) : 湖沼学上より見たる諏訪湖の研究 (上巻), 東京, 岩波書店, 936 pp.

こ ひょう せ かい
湖 氷 の 世界
— 写真集 —
(第三版)

とう かい りん あ き お
東海林 明雄

略 歴

1938 北海道網走郡大空町生まれ

1961 北海道教育大学教育学部 物理学科 教官

2004 北海道教育大学 定年退官

北海道教育大学時代から退職後も湖沼における雪氷の研究を継続，
北海道教育大学名誉教授，NPO法人雪氷ネットワーク会員，理学博士

著 書

『湖氷（沈黙の氷原・ミクロとマクロの謎）』（講談社、1977）

『氷の世界』（新装版、あかね書房、2018）

『雪と氷の自然観察』（共著、平凡社、2001）

『雪と氷の事典』（共著、朝倉書店、2005）

『地球環境の事典』（共著、朝倉書店、2013）

他

本書「湖氷の世界」第三版は、初版と第二版の内容を含む。
増補版なので、HP では既刊の初版と第二版を削除した。

PDF版編集・監修 高橋修平

発行 NPO法人 雪氷ネットワーク出版部

2023年12月28日