

オホーツク海沿岸で見られる蜃気楼について



石原 宙 (いしはら ひろむ)

北海道立オホーツク流氷科学センター 学芸員

1992年神奈川県秦野市生まれ。2018年北見工業大学大学院社会環境工学専攻卒業。2018年より現職。ロシアのバイカル湖におけるメタンハイドレート調査やアラスカで永久凍土の調査に協力。冬季の斜里町における上位蜃気楼の研究やくべつ宇宙地球科学館での星空解説に取り組む。現在は流氷や星空、蜃気楼の解説やプラネタリウム投影を行う。

蜃気楼とは？

「蜃気楼」と聞くと何を思い浮かべますでしょうか。日本では有名な観察地として富山県魚津市があり、江戸時代にも蜃気楼が見られたという記録が残っています¹。富山湾を挟んで向かい側の街が蜃気楼化して伸び上がったり反転したりと、普段とは異なる景観となりとても神秘的です。

蜃気楼とは、密度が異なる空気層の境界で光が屈折することで見られる光学現象です。主に、虚像が下にできる「下位蜃気楼」と、上にできる「上位蜃気楼」が知られています。光は密度によって屈折率が変化します。温度が異なるとそれぞれの空気の密度も変化します。密度が変化する温度境界層で光が密度の高いほう（冷たい空気層）へ曲げられます。上位蜃気楼は図1で示すように冷たい空気が下層に沈みこんだり、暖かな空気が上部に流れ込むことで、上暖下冷の空気層がつくられ、その境界で光が屈折します。曲げられた光が観測者に届くことで、あたかも上方から光が届い

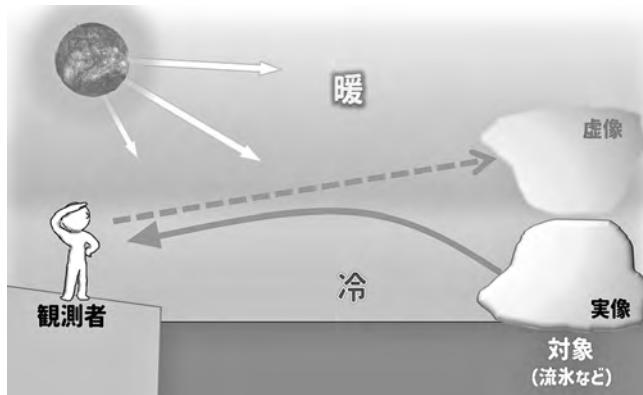


図1 上位蜃気楼の発生原理。上暖下冷の空気層の境界で光が屈折し、観測者からは上方に像があるように見える。

たように見られ、観測対象の上方に像が伸び上がる蜃気楼が見られます。特別な場所で、かつ限られた時間にしか見られないとされています。

下位蜃気楼は日射等で、下層に暖かい空気層が形成され、上冷下暖の空気層の境界で光が屈折することで見られます。比較的どこでも見られ、具体的な例では空の像が映り、道路上に水がたまつように見える「逃げ水」や、水平線上の陸地に空の像が映りこむことで、陸地が浮かんでいるように見える「浮島現象」があります。

上位蜃気楼は先述した富山県の他には滋賀県、北海道では小樽市²や苫小牧市³、斜里町⁴で観察されています。今回のほっかいどう学ではオホーツク海沿岸、特に紋別市周辺で見られた上位蜃気楼について、実際に撮影した上位蜃気楼の写真と共に、今までの観察記録や発生状況の調査、そして蜃気楼を活用した新たな観光事業についてご紹介します。

オホーツク海沿岸で見られる上位蜃気楼の発生記録

オホーツク海沿岸で見られる上位蜃気楼は、変化する対象物となる建物や陸地が遠方で見えにくかったり、水平線が伸び上がる等、普段の景色とそうでない景色を見慣れている人でないと気付きにくい場合があります。しかし、2020年から実施している北海道立オホーツク流氷科学センターでの目視観測では昨年2024年には35日、今年2025年10月現在で30日と、年間平均

31日間上位蜃気楼を確認しています。

目視観測では通常時の水平線の位置を把握し、上位蜃気楼によって水平線が伸び上がった高さで規模を判断し、上位蜃気楼の出現日数を計測しています。上位蜃気楼の規模を小中大の3段階で評価しています。日中に見られる上位蜃気楼は主に春から夏にかけて発生することが多く、水平線が伸び上がる変化に加え、紋別から約140km離れた知床半島が伸び上がり、残雪期にはまるで白いテーブルマウンテンが水平線上にそびえたったかのような上位蜃気楼が見られます。

2021年5月18日に撮影された上位蜃気楼では肉眼でもすぐわかるほど大規模な像となりました。図2のように羅臼岳の稜線が上部に反転し、ワニの口のように変化しており、非常に見応えがありました。また、2019年4月に見られた上位蜃気楼では、通常の景色が図3のように、中央にそびえる斜里岳があり、その手前には湧別町の漁港が見られますが、4月13日に撮影した図4で示すように湧別町の漁港とその周辺、そして奥の森林が縦に伸び上がって見られ、普段の景色とは大きく異なる景色となりました。



図2 羅臼岳の上位蜃気楼。残雪の羅臼岳が反転・伸び上がることでワニの口のような虚像が見られた。2021年5月18日撮影。



図3 通常時の景色。中央には残雪の斜里岳、手前には湧別町の漁港が見られる。2019年4月12日撮影。



図4 湧別町の上位蜃気楼。漁港や森林が伸び上がる上位蜃気楼が見られた。2019年4月13日撮影。

春の流氷の上位蜃気楼「幻氷」とは？

オホーツク海沿岸では流氷が見られますが、特に流氷の去り際、春の時季に見られる流氷の上位蜃気楼『幻氷』は水平線上いっぱいに白く伸び上ったり反転した像となり、非常に迫力があります。図5では水平線上の流氷の伸び上がりに加えて反転することで、一部バーコード状の蜃気楼が見られたほか、場合によっては幻氷に虹色が混ざったりする等、見え方は多岐にわたります。

流氷の蜃気楼すべてが「幻氷」かというと異なります。厳密には区別しております、幻氷はオホーツク海の「海明け」を告げる春の風物詩⁵であり、春の流氷の上位蜃気楼を指します。判断基準としては①気温が0度以上であり海上の流氷がまばら（海氷密接度でいうと3以下）で、②変化している対象が流氷であり、③上位蜃気楼であるとしています⁶。

というのも流氷の下位蜃気楼、つまり流氷の下に空の虚像が映り込み、流氷がまるで宙に浮いているように見えるものを幻氷として紹介される事例がありました。流氷の下位蜃気楼は春先以外にも発生し頻繁に現



図5 幻氷。水平線上の流氷が伸び上がり、白い壁のように見られた。2020年3月31日撮影。

れます。また、しばらく見ていたいでも像の形が変化せず、像の上端がでこぼこしている等、上位蜃気楼との見え方の違いも明白です。幻氷が持つ春の風物詩という意味合いから、流氷の蜃気楼を観察するときは常に意識しています。

なぜオホーツク海沿岸で上位蜃気楼が見られるのか？

さて、上位蜃気楼はなぜオホーツク海沿岸でも見られるのか、そして幻氷が見られるのか。その理由については完全にはまだわかっていない。しかし、上位蜃気楼が発生する気象条件をまず知ることで、オホーツク海沿岸で見られる上位蜃気楼の発生理由の解明、ひいては上位蜃気楼の発生予想につなげたいと考えています。

上位蜃気楼の調査で特に重要な要素は、上位蜃気楼発生時に欠かせない、上層が暖かい空気層、下層に冷たい空気が形成されることによる上暖下冷の空気層をとらえることです。上暖下冷の空気層の形成には、陸地での放射冷却等によって生成される、より冷たい空気が海上に流れることが関係していると予想しました。そこで、紋別市内に高さの異なる場所に温度計を設置し、上暖下冷の空気層の有無を調べました。

その結果、上位蜃気楼が見られた日に、未明から明け方まで上暖下冷の温度差が発生していた日は9割以上とわかりました。また、アメダスによる風向データも併せると、明け方までは陸から海へ流れる西寄りの風が吹いていた日があったことも明らかとなりました。つまり陸地で形成された冷気が海上に流れているという予想と一致しました。しかし明け方までに形成された上暖下冷の空気層が、上位蜃気楼が見られた日中でも海上で維持されているのか等不明な点も多く、

上位蜃気楼発生の理由を完全に解明することはできません。また、これまでの観察で幻氷について、暖かい空気が流れ込んだ際に見られていることがあります。上記の冷気移流だけではない暖気移流による上位蜃気楼の発生についても検討が必要です。

ドローンを用いた温度の観測について

紋別市内で温度の観測をするだけではなく、上位蜃気楼が発生した際、その場に上暖下冷の空気層が存在しているのかを知ることも重要です。リアルタイムで空気層の温度を計測し、上暖下冷の空気層があるかどうか調査するため、新たな手法としてドローンに気象計を吊り下げて計測しました。高度100mまでドローンを上昇させ、鉛直方向の気温分布をとることで、空気層の鉛直方向の温度分布を明らかにするものです。2020年からドローンによる観測を紋別市周辺で実施しており2021年6月6日でのコムケ湖周辺における観測では、図6で示すようにドローンによる観測で、高度40mから20mに約4°Cの温度差がある上暖下冷の空気層の存在がわかりました。図7ではドローンによる観測をしていた際、太陽が一部反転しテーブル状に見えるような上位蜃気楼が見られました。このような観測を様々な地点で行うことで、オホーツク海沿岸で見られる上位蜃気楼の発生が、どの地点からの上暖下冷の空気層が関係しているのかを明らかにできるのではないかと考えています。

蜃気楼を活用した、新たな観光の創出

オホーツク海沿岸でも上位蜃気楼が見られることが明らかになり、近年紋別市では蜃気楼をテーマとした珍しい観光事業が始まっています。碎氷船ガリンコ号

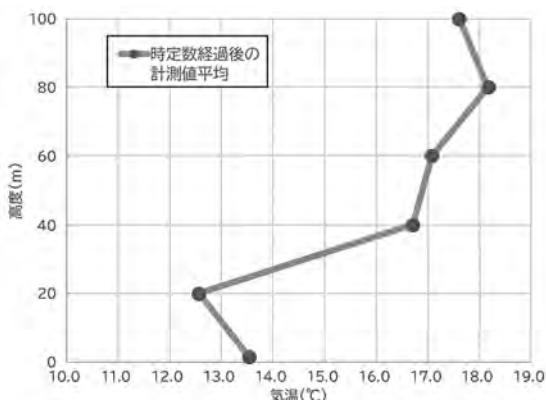


図6 ドローンによる鉛直気温分布。高度40mと20mで4.1°Cの気温差が見られた。



図7 太陽の上位蜃気楼。日の出直後の太陽が変形し、一部ワニの口のように変形した。2021年6月6日撮影。

を活用した蜃気楼観察クルーズです。冬季は流氷観光として有名なガリンコ号ですが、春期から秋期にかけて閑散期のため、新たな活用を模索していました。そこでこれまでにはない、海上から蜃気楼を観察することを目的としたクルーズを北海道立オホーツク流氷科学センターとオホーツクガリンコタワー(株)の協力事業として発案し、これまでに5回実施しました。

紋別市から沖合約10kmまで進み、蜃気楼によって変化した紋別市の街並みや、遠く湧別町や網走市、知床半島を海上から観察します。しかし蜃気楼は自然現象のため、確実に見られるとは限りません。そのため蜃気楼の観察に加え、ちょうど渡りの時季を迎える海鳥の観察会も併せて実施したり、上位蜃気楼がどのような原理でみられるのかを、ゼラチンを用いた蜃気楼模型を作成し解説する船内講義を加えることで、蜃気楼が見られない場合のプランも組み込みました。

これまでの5回の蜃気楼クルーズのうち、4回蜃気楼の観察に成功し、そのうち2回上位蜃気楼を見ることができました。沖合からは紋別市の街並みに加え、カントリーサインにもなっているカニの爪のオブジェが上位蜃気楼で白く伸びあがって変化するなど、今まで見たことのない景色に参加者だけでなくスタッフからも驚きの声が上がりました。また、水平線や沖合の漁船がバーコード状に伸び上がる上位蜃気楼に加え、陸地が浮かんで見える浮島現象を含む下位蜃気楼も見られました。参加した地元住民からは、普段見ていた景色が蜃気楼で変化していたことに驚いた等の感想がありました。オホーツク海沿岸に住む人々にとって、蜃気楼によって変化した景色は、もしかしたら日常の一部として溶け込んでいるほどありふれたものなのかも知れないと感じました。



図8 幻氷。紋別沖から撮影した春の流氷の上位蜃気楼。手前の流氷とは違った色合いで見られた。2024年3月23日撮影。

3月のクルーズで大規模な幻氷が見られた！

さらに2024年3月23日に開催した冬の海鳥観察クルーズでは、当初蜃気楼の観察を予定していましたが、大規模な幻氷を見ることができました。この日の天候は晴れ、気温は3.7度まで上昇し、南寄りの風が吹いていました。図8のように、流氷帶の奥にバーコード状の上位蜃気楼が見られ、肉眼でもはっきりと判別できるほど大規模なものとなりました。このときに見られた幻氷は流氷のような白色とは少し異なるクリーム色を帯びており、絶えずその形がワニの口状に変化する等不思議な光景が広がっていました。この幻氷を含む上位蜃気楼が船のまわり全域に出現し、紋別市街地も縦に伸び上がる等、360度すべてが上位蜃気楼に包まれた景色は参加者から感動したと感想がありました。今後、流氷の去り際に見られる幻氷を観察目的とした「幻氷観察クルーズ」をオホーツク海沿岸ならではの新たな観光事業として検討しています。

これからオホーツク海沿岸の蜃気楼調査と観光について

オホーツク海沿岸での上位蜃気楼について、先述したようになぜ発生するのか、どのような気象条件で見られるのか等不明な点がまだ存在します。継続的な観測とそれらのデータを活用し、上位蜃気楼の発生を事前に予測し発信できるようなシステムの構築を目指していきます。また、オホーツク海沿岸での新たな観光の一つとして蜃気楼が定着し、地域の魅力発信につなげられたらと考えています。オホーツク海沿岸に来た際はぜひ海上をよく観察してみてください。もしかしたら上位蜃気楼によって変化した景色が広がっているかもしれません。

<引用文献>

- 特別天然記念物 魚津埋没林博物館
<https://www.city.uozu.toyama.jp/nekkolnd/shinkiro/index.html#03> 2025/10閲覧
- 大鐘卓哉 (2013) : 2011年と2012年の石狩湾における上位蜃気楼「高島おばけ」の観測. 小樽市総合博物館紀要, 26, 1-6.
- 金子和真 (2007) : 2002-2006年に発生した苫小牧沖上位蜃気楼に関する考察. 日本気象学会講演予講集, 93, 43.
- 石原宙 (2018) : 冬季の斜里における上位蜃気楼の発生状況の調査—ドローンを用いた鉛直気温分布の観測手法の確立—.雪氷,80,213-226
- 穂積邦彦 (1985) : 知床の気象, 知床博物館郷土学習シリーズ, 第7集
- 佐藤トモ子 (2022) : 幻氷回数・発生時期の整理と季節感の再検討,日本蜃気楼協議会 令和04年度研究発表会.