

北海道紋別市における上位層気楼の観測と観光化に向けた取り組み

石原宙（北海道立オホーツク流水科学センター）

1. はじめに

紋別市は北海道の東側、オホーツク海沿岸のほぼ中央に位置した人口 20817 人の港街¹ (図 1) である。冬季には流水の到来があり、流水砕氷船ガリンコ号が運行され紋別市の大きな観光事業となっている。ただし流水の無い春季から秋季にかけてガリンコ号は閑散期となる。近年オホーツク海沿岸域においても上位層気楼が発生することが知られ、小清水町や斜里町周辺の鉄塔に設置した温度計から上位層気楼の発生予測が行われている²。同様に上位層気楼が見られる紋別市周辺ではこれまで、高度の異なる鉛直温度計測は行われていない。

以上から、これまで実施されていなかった上位層気楼の目視観測とともに層気楼発生時の鉛直温度計測から層気楼発生予測を目指し、かつ紋別市におけるガリンコ号を利用し層気楼を活用した新たな観光資源の開発を目指す。本発表では「上位層気楼の観測」「層気楼の観光化に向けて」の 2 つのテーマで報告する。以降上位層気楼を「層気楼」と略称する。

2. 上位層気楼の観測

2-1. 目視観測

2019 年 5 月より流水科学センター1 階受付を観察地点とし、休館日を除く毎日 9 時から 17 時まで層気楼の目視観測を行っている。観測地点から約 1.9km 離れた紋別港第 2 防波堤灯台を目印とし、規模 1~3 を設定した。

2-2. 紋別における鉛直温度計測～ドローンによる観測～

逆転層の存在を把握するため、2020 年 3 月から現在までに 6 回、ドローン 2 種と温度ロガーを使用し、高度 100m まで上昇させ 20m ずつ下降させる方法で鉛直温度計測を実施した。

2-3. LPWA 式気象センサの設置

近年層気楼の観測においても館山ら³が LPWA (省電力広域無線通信技術: Low Power Wide Area) 式の気象センサを活用している。紋別での観測においても上記センサを 2021 年 4 月 6 日より沼の上地区内鉄塔の異なる高さ 2 ヶ所に設置した。10 分に 1 回の頻度で気温の鉛直分布を測定する。

2-4. 紋別小向のアメダスデータ抽出

空気層の移流を把握するため、LPWA 式気象センサと同期間でアメダスの紋別小向から風向・風速データを抽出した。

2-5. 観測結果

本発表では 2021 年 4 月 7 日から 2022 年 5 月 15 日までにおける層気楼の発生状況を報告する。層気楼は 28 日間発生しており、そのうち 26 日間で 0 時から層気楼発生までに逆転層を確認した。また層気楼発生時の風向は図 2 に示す通り東寄りの風が 67.9% となり、オホーツク海から陸地に吹く風であった。また、逆転層が見られなかった 2 日間においても、どちらも層気楼発生時は東風であった。層気楼の発生と逆転層の有無について以下の 3 ケースの事例を紹介する。

2-6. 逆転層があり層気楼が発生したケース (2021 年 6 月 6 日)

図 3 に示す。上暖下冷の空気層の気温差は午前 2 時 50 分に最大 5.4℃ となり、午前 5 時 10 分まで逆転層は継続した。その際の風向は西寄りの風が 72.2% である。逆転層消失後は東寄りの風になり、午前 9 時に規模 2 の層気楼を観測した。この日はコムケ湖にて図 4 に示す変形太陽の撮影にも成功している。

ドローンにおける鉛直温度計測も実施しており、図 5 に観測結果を示す。上空 40m から 20m にかけて 4.1℃ の上暖下冷の気温差があり、逆転層の存在が明らかになった。



図 1 紋別市の流水科学センターとアメダス、沼の上、コムケ湖の位置 (国土地理院)

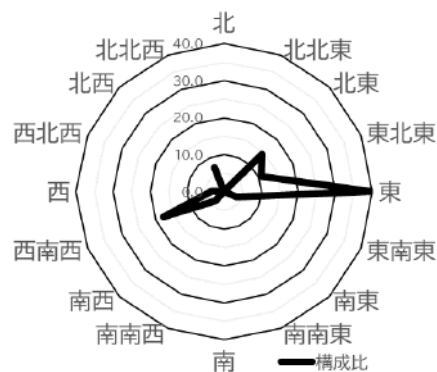


図 2 上位層気楼が発生した際の風向

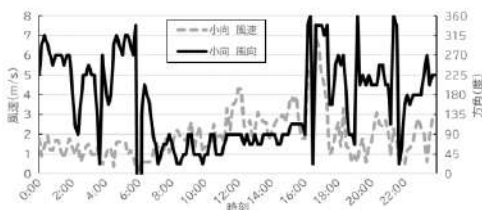
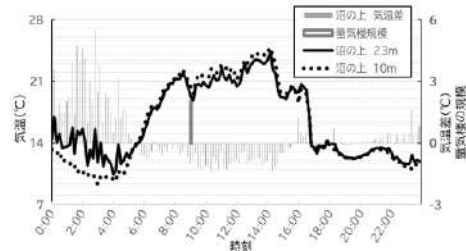


図 3 層気楼の発生と沼の上の気象条件 (2021 年 6 月 6 日)

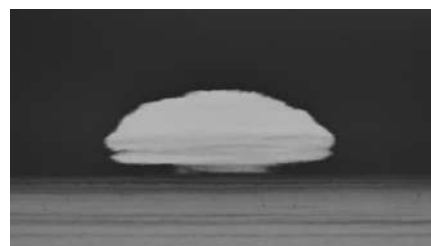


図 4 コムケ湖で撮影した変形太陽 (2021 年 6 月 6 日 午前 4 時 撮影)

2-7.逆転層が確認できなかったが蜃気楼が発生したケース (2021年5月18日)

上記観測期間内で図6に示す最大級の規模3の蜃気楼が発生した。風向は午前0時から東寄りの風が吹き、日中も東の風が続いた。蜃気楼発生時は午後1時であった。

2-8.逆転層が見られたにも関わらず、蜃気楼が見られなかったケース (2022年4月30日)

後述する蜃気楼・海鳥観察クルーズの実施日である。早朝6時に魚津埋没林博物館の佐藤氏が蜃気楼を確認しているがその後消失した。気温差は最大で午前2時に5.1℃となり、午前6時10分まで継続した。早朝は西寄りの風が吹いていたが、逆転層消失後は北よりの風が変わった。9時以降は蜃気楼を確認する事が出来なかった。

2-9.考察

紋別における4月から7月頃まで見られる「春の上位蜃気楼」は以下の2種類が存在する可能性がある。1つは早朝の逆転層が起因した蜃気楼である。発生時間は短く日中まで続きにくい。2つ目に早朝形成された冷気が西から東へ海陸風等で移流し、海上で暖かな東風により逆転層が形成される蜃気楼である。しかし早朝も目視観測データが現状無いなど不確定な事項が多いため、今後は早朝の蜃気楼が捉えられる24時間稼働可能な蜃気楼カメラの設置等検討し発生状況の解明を進めていきたい。

今回の結果より、気温差から蜃気楼予報を実施するにあたって「しきい値」を設定する場合、館山³の算出方法に則ると上記期間の蜃気楼の8割以上に該当する気温差は1.6℃であった。しかし上記しきい値に該当する日は観測期間中だと250日間となり、そのうち蜃気楼発生日は24日間、正答率は9.6%となる。今後は蜃気楼発生が見られない8月～3月や、気温差だけでない要因（風向きや海水温）も考慮し予測精度向上を目指す。

3.蜃気楼の観光化に向けた取り組み

全国的にも珍しい、船に乗り海上から陸地の蜃気楼を観察する事業をこれまでに2回実施している。以下に概要を示す。

3-1.蜃気楼・海鳥モニタークルーズ

2020年6月21日に、紋別では初となる蜃気楼と海鳥の観察を目的としたモニタークルーズを実施した。ガリンコ号IIに乗船し、船上から蜃気楼と海鳥を観察する。蜃気楼講師に知床蜃気楼・幻氷研究会の佐藤氏や北見工業大学の館山准教授、海鳥講師にもんべつかいはつくらぶの大館氏を招き、下位蜃気楼やウミウ・オオセグロカモメのコロニーが確認できた。46名が参加した。

3-2.蜃気楼・海鳥観察クルーズ

2022年4月30日に紋別市の観光資源として具体的に磨き上げることを目的とした事業である。ガリンコ号IIを活用して、多くの方に向けて紋別市の新しい魅力を紹介し、着地型観光としての展開を目指した。ガイドは筆者と大館氏の2人で実施した。参加者は42名で蜃気楼協議会からも佐藤トモ子氏や佐藤真樹氏、大木氏に参加していただいた。強風でうねりがあったものの下位蜃気楼とミズナギドリの小群が観察できた。

3-3.考察

参加者はどちらのクルーズも地元の方が多く含まれ、ありふれて見える下位蜃気楼でも解説を交えて紹介することで興味関心を大きく刺激し満足度が高いものとなった。モニタークルーズでの満足度は77%であった。そもそもガリンコ号に乗るという体験だけでも道外の参加者からは好印象という声があった。しかし自然現象が対象のため見られないことも考慮し、天気や周りの景色（山岳）など幅広い知識が必要である。

将来的には上記観測で得られたデータをもとに蜃気楼予報を行い、蜃気楼観光へ還元し紋別での新たな観光資源の開発を目指す。

参考文献

- 1) 紋別市 HP (<https://mombetsu.jp/syoukai/shisei.html> 2022年5月17日閲覧)
- 2) 館山一孝,佐藤トモ子,佐藤和敏,道木泰成,小林一人,鈴木一志,2020: データ駆動型観光を目指したオホーツク地域の上位蜃気楼発生予測・公開システムの開発,北海道の雪氷,39,27-30.
- 3) 館山一孝,佐藤和敏,佐藤トモ子,小林一人,鈴木一志,2019: LPWA を利用したオホーツク地域の蜃気楼発生予測・公開システムの開発,北海道の雪氷,38,11-14.

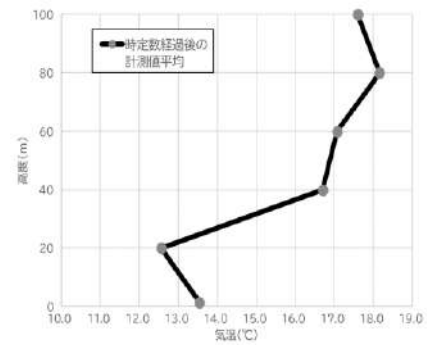


図5 ドローンで観測したコムケ湖の気温の鉛直分布 (2021年6月6日 午前4時)



図6 知床半島が変形した大規模な上位蜃気楼 (2021年5月18日午後1時 撮影)