

ダイヤモンドダスト発生日の気象条件の特徴

—2022-2023年冬の旭川市における観測から—

Characteristics of weather conditions on the day of Diamond Dust -Observations in Asahikawa City in the winter of 2022-2023-

長谷川 祥樹¹, 山口 高志¹, 濱原 和広¹, 鈴木 啓明¹, 野口 泉¹, 牛島 健²
Yoshiki Hasegawa¹, Takashi Yamaguchi¹, Kazuhiro Hamahara¹, Hiroaki Suzuki¹, Izumi Noguchi¹,
Ken Ushijima²

Corresponding author: hasegawa-yoshiki@hro.or.jp (Y. Hasegawa)

2022-2023年冬に旭川市においてダイヤモンドダストが計11日観測された。朝の気温が氷点下15°Cを下回る極めて低温の日には、8割以上の確率でダイヤモンドダストが発生していた。また、朝の気温が氷点下15°Cから氷点下10°Cの間の日においては、相対湿度が90%以上の高湿度の場合に発生しやすい傾向が確認された。これらの結果は、2021-2022年冬の弟子屈町川湯における調査結果と調和的であり、ダイヤモンドダストが発生する気象条件を一般化できる可能性が示唆された。

1. はじめに

ダイヤモンドダストは「細氷」とも呼ばれ、冬季の大気中に浮遊する氷晶が、太陽光を反射・屈折してキラキラと光る現象¹⁾であり、北海道内陸部などで放射冷却により急激に温度が下がったときなどに観察され²⁾、北海道内陸部在住者にとっては比較的身近な自然現象である。一方で本州以南や海外などの比較的温暖な地域に暮らす人にとっては珍しい現象であるため、観光資源の1つとして注目されている³⁾。

ダイヤモンドダストの様な自然現象を観光資源として活用することを考えた場合、発生条件の明確化とそれに基づく短期的あるいは中長期的な予測が重要になると考えられる。しかし、ダイヤモンドダストに関しては、厳冬期の快晴かつ無風など限られた条件の時に発生する⁴⁾とされているものの、自然環境下での発生条件を明確に示した事例は見当たらない。そこで、筆者らは2021-2022年冬に弟子屈町川湯においてダイヤモンドダストの観測を実施し、発生の有無と当日の気温の関係を整理した⁵⁾。本研究では、ダイヤモンドダストの発生条件の一般化に向けて、北海道内の別地域において観測を実施し、発生の有無と気象条件の関係を検証することで、発生日の特徴を把握することを目的とする。

2. 方法

2. 1 ダイヤモンドダストの観測

観測地は道北内陸部の旭川市を選定した。旭川市は上川盆地の中央部にあり、朝晩の寒暖差が大きく、特に放射冷却により朝方の気温が下がりやすいためダイヤモンドダスト観測地として適している。ダイヤモンドダストは、旭川八景の1つでもあり⁶⁾、かねてより市民に親しまれてきたことが伺える。

観測期間は2022年12月1日から2023年2月28日までの90日間とし、日の出前後から9時頃までの間を観測時間帯とした。当日の最低気温の予報や朝の気温実測値が低く、ダイヤモンドダストが期待できる日に筆者らによる目視観測と動画および静止画の撮影を実施した。観測地点は図1に示す通り



図1 観測地点

¹北海道立総合研究機構 エネルギー・環境・地質研究所

²北海道立総合研究機構 北方建築総合研究所

Research Institute of Energy, Environment and Geology,
Northern Regional Building Research Institute,
(Hokkaido Research Organization)

忠別川に架かる橋上 4 地点 (A, B, C, D) と、忠別川よりもやや高台にある 2 地点 (E, F) の計 6 地点を設定し、日によって異なる地点に赴き観測を行った。

ダイヤモンドダストと細かい降雪の区別は、太陽の方角に直射光を反射・屈折している粒子のみが視認できた場合をダイヤモンドダストの発生とみなし、直射光に依らず全方位的に一様に粒子が確認できる場合は細かい降雪と判断した。

2. 2 気象条件の解析

気象要素として、旭川地方気象台の観測による気温、相対湿度、日照時間、天候を用いた。ダイヤモンドダストの観測時間帯を考慮して、各気象要素の午前 7, 8, 9 時の 1 時間値の平均値と発生の有無の関係を解析した。

3. 結果と考察

3. 1 ダイヤモンドダストの観測

ダイヤモンドダストは期間内に合計 11 日観測された。図 2 に観測地点ごとの撮影画像を、図 3 に拡大したダイヤモンドダストの画像例をそれぞれ示す。同時多点的な観測は実施していないが、設定した 6 地点全てでダイヤモンドダストを視認することができた。また、観測地点までの移動中において



図 2 観測地点ごとの撮影画像

(数字は発生日に対して順に割り当てたイベント No. を示す。ダイヤモンドダストが特に良く視認できた箇所を丸枠で囲んである。)

もダイヤモンドダストを視認できるケースもあったことから、ある地点で発生している時は他の地点でも発生している可能性が高いと考えられた。

ダイヤモンドダストは、いずれの地点においても太陽に正対し視界のやや下方の影が背景になる箇所で最も良く視認することができた。橋の上は通常視界が開けていることが多く、河畔林などによる影を下方に見る構図を取りやすいため、ダイヤモンドダストの観測に適しているということができる。



図 3 ダイヤモンドダストの撮影画像例

(河畔林の影を背にして太陽の直射光が入る箇所に密度の高い柱状の粒子群が確認できる。)

3. 2 発生の有無と気温・相対湿度の関係

図 4 に 7-9 時の平均気温とダイヤモンドダストの発生有無の関係を示す。発生は気温が低い日に集中しており、低温であることが発生に強く影響することが伺えた。気温の条件と発生有無の関係を発生率（発生した日数／気温条件を満たした日数）で表すと、-16°C 以下の場合は発生率 100% (7 日 / 7 日)、-16°C 超 -12°C 以下の場合は発生率 43% (3 日 / 7 日) であり、-12°C 超の場合に発生が確認されたのは、わずか 1 日だった。

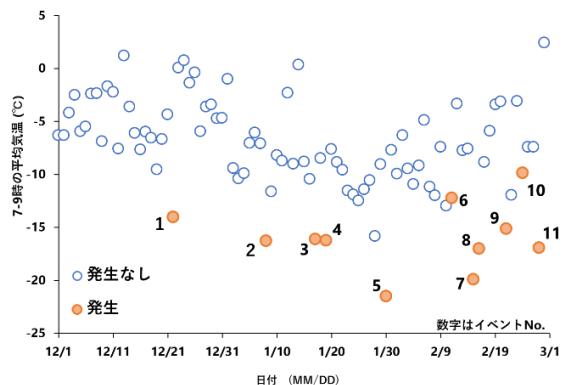


図4 7-9時の平均気温とダイヤモンドダストの発生有無の関係

2021-2022年冬の弟子屈町川湯においては、合計14日の発生が確認されており、-16°C以下の場合は発生率100% (9日/9日)、-16°C超-12°C以下の場合は発生率33% (5日/15日)であり、-12°C超の場合は発生が確認されておらず⁵⁾、今回の結果と良く調和していた。

次に、相対湿度も加味して気象条件と発生の有無の関係を検証した。図5に7-9時の気温および相対湿度の平均値と発生の有無との関係を示す。気温が-15°Cを下回る日は計9日あり、いずれも相対湿度が80%-90%の範囲だった。その内8日でダイヤモンドダストが発生した。また、気温が-15°Cを上回る日においては、ダイヤモンドダストは、いずれも相対湿度が90%を超える高湿度の日に発生していた。前述した2021-2022年冬の弟子屈町川湯における観測においても同様の傾向が確認されており、そこまで気温が低下していない日においても、高湿度であればダイヤモンドダストが発生し得ることが明らかになった。

ダイヤモンドダスト発生日の気象条件について、北海道内の異なる2地域において、同じ様な結果が得られたことによって、発生条件が一般化できる可能性が示唆された。

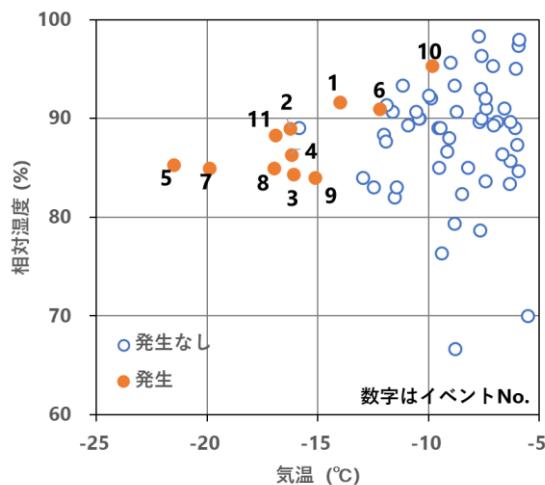


図5 7-9時の気温および相対湿度の平均値とダイヤモンドダストの発生有無の関係

3. 3 発生日の気象条件の特徴

発生日の気象条件について、特に低温だった2023年1月30日(イベントNo.5)の例を図6に示す。この日は、前日夜から当日の朝まで晴れが続き、放射冷却が進んだことにより気温が急低下し、朝7時

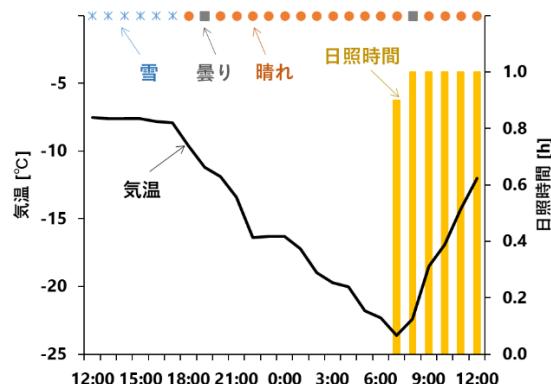


図6 2023年1月30日(イベントNo.5)とその前日の気象条件

(日照時間は前1時間の累積で記録されているため、図中では1時間前倒しで表示)

の時点で-23.4°Cを記録した。日の出後も晴天が続き十分な日照があったため、ダイヤモンドダストが観測できた。このように夜間に気温が急低下するパターンがこの日以外でも多く見られた。

そこで、前日の昼過ぎ(13-15時の平均値)と当日の朝(7-9時の平均値)の気温差を用いてダイヤモンドダスト発生日の気象条件の特徴を解析した。図7に当日朝の気温および前日昼過ぎとの気温差と発生有無の関係を示す。発生日11日の中(No.1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11)は、当日朝の気温が-15°C以下あるいは前日昼過ぎから10°C以上低下した場合に集中しており、これらの日は、イベントNo.5と同じく放射冷却が進んだ気象パターンであることが推察された。

一方で比較的高い気温にも関わらずダイヤモンドダストが発生した日(No.6, 10)に関しては、夜間

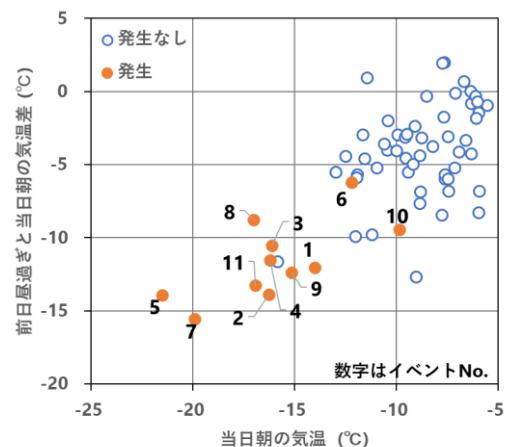


図7 当日朝の気温および前日昼過ぎとの気温差とダイヤモンドダストの発生有無の関係

に晴れが継続せず、雪または曇りとなっていた。そのため放射冷却は進まなかったものの高湿度となりダイヤモンドダストが発生した可能性があると考えられた。

3. 4 短期的な発生の予測に向けた検討

ダイヤモンドダストを観光資源として活用することを考えると、短期的に発生を予測することが有益な情報になり得る。ここでは、前日時点でどの程度発生の予測が可能か検証を試みた。短期的な予測情報として一般的に入手可能である最低気温について、前日時点の予報と当日の実測およびダイヤモンドダストの発生有無の関係を表1に整理した。前日時点の予報は気象庁による午前5時発表の旭川の最低気温を参照し、当日の実測は旭川地方気象台の観測による0-9時の1時間値の内最も低い気温を採用した。

前日時点で最低気温-15°C以下の予報が出ていたケースは11日あった。その内7日は実測も-15°C以下であり、その全てでダイヤモンドダストが発生した。それ以外の4日は、実測が-15°C超-10°C以下の範囲であったが、内1日はダイヤモンドダストが発生した。このことから前日時点で最低気温の予報が-15°C以下であれば、7割超の確率でダイヤモンドダストが発生したことになる。また、前日時点で最低気温の予報が-15°C超-10°C以下のケースは33日あったが、その内発生が確認されたのはわずか2日であり、発生確率としては1割に満たなかった。

表1 最低気温に関する前日時点の予報と当日の実測およびダイヤモンドダスト発生有無の関係

前日時点の 予報	当日の実測	発生有無の日数	
		有	無
~-15°C	~-15°C	7	0
	-15~-10°C	1	3
-15~-10°C	~-15°C	1	1
	-15~-10°C	1	18
	-10°C~	0	12
-10°C~	-15~-10°C	1	5
	-10°C~	0	25

*対象期間は12月16日から翌2月28日までの75日間とした

4. おわりに

本研究では、旭川市においてダイヤモンドダストの観測を行い、発生の有無と気象条件の関係を検証した。本研究による主な結果は次のとおりである。

- ・2022年12月から2023年2月までの90日間でダイヤモンドダストが11日観測された。
- ・ダイヤモンドダストが発生した日は、朝の気温(7-9時の平均値)が-15°Cを下回る極めて低温な日が大半を占めていた。
- ・朝の気温が-15°Cを上回る日においては、ダイヤモンドダストは、いずれも相対湿度が90%を超える高湿度の日に発生していた。
- ・ダイヤモンドダスト発生日の気象条件として、放射冷却により前日の昼過ぎから急激に温度が低下するパターンと、降雪や雲により放射冷却は進まなかったものの高湿度となるパターンの2通りがあることがわかった。

上述した結果の内、温度と湿度に関する気象条件に関しては、2021-2022年冬に弟子屈町川湯で実施した観測結果と調和的であり、ダイヤモンドダストの発生条件を一般化できる可能性が示唆された。発生条件を明確にすることにより、短期的あるいは中長期的な予測が可能になる。今回は短期的な予測に関する基礎的な検討をするに留まったが、今後詳細な検証をすることでさらに予測精度を高めることが可能であると考えている。

【参考文献】

- 1) 亀田貴雄・高橋修平, 2017:雪氷学, 東京, 古今書院, 71pp.
- 2) 公益社団法人日本雪氷学会編, 2014:新版雪氷辞典, 東京, 古今書院, 115pp.
- 3) 例えば、全日本空輸株式会社ウェブサイト、「北海道の厳冬が生み出す奇跡の絶景」. URL: <https://www.ana.co.jp/travelandlife/article/002096/> (2022年4月28日閲覧)
- 4) 政府広報オンライン英語版サイト, HIGHLIGHTING Japan2022年1月号. URL: https://www.gov-online.go.jp/eng/publicity/book/hlj/html/202201/202201_08_jp.html (2022年6月23日閲覧)
- 5) 長谷川祥樹ら, 2022:北海道におけるダイヤモンドダストの発生頻度とその将来予測, 北海道の雪氷, 41, 67-70
- 6) 旭川市HP. URL: <https://www.city.asahikawa.hokkaido.jp/kankou/2100/d053286.html> (2023年6月24日閲覧)