



写真1 幻日.

気温 $-9^{\circ}\text{C}$ , 1992年1月19日朝, ユタ州 Orem で行なったシーディング実験で見られた.



写真2 光柱.

気温 $-6^{\circ}\text{C}$ , 1993年1月25日夜, ユタ州 Sandy で行なったシーディング実験で見られた.

## 過冷却霧へのシーディング実験で見られた光学現象\*

水野 量\*\*・福田 矩彦\*\*\*

### 1. はじめに

ここ米国ユタ州のソルトレイクシティの冬は、雪の季節と同時に霧の季節でもある。低気圧が雪をもたらすと、その後ろから張り出してくる高気圧のもとでしばしば霧が発生する。その訳は、ソルトレイクシティが盆地の中にあり、放射冷却のできる冷気が盆地内にたまり、安定成層が持続するためである。安定成層は上層との対流混合を妨げるため、その中で大気汚染が進み濃い霧が発生する。地表面に雪があるときには、霧が特に発生しやすい。1931年1月には視程1/4マイル(約400 m)以下の濃い霧が21日発生し、最近でも1985年1月に16日記録されている(Brough *et al.*, 1987)。

霧は、視程を著しく低下させるため、よく自動車、航空機、船舶の交通を妨げる。ソルトレイクシティ空港では、霧が過冷却になっている場合が多く、航空機からドライアイス散布する方法で霧消しを1958年から行ってきている(Gorrell, 1988)。しかし、この方法は、特に霧の層が浅い場合その効果が出にくいこと、風による移流で霧の消散域が滑走路からはずれがちであること、などの問題点をもっていた。

これらの点を克服する方法として、地上から車で移動しつつ霧の状態に合わせて液体炭酸を散布する方法を開発し(Fukuta, 1992)、1992年と1993年の冬季に過冷却霧へのシーディング実験を行なった。実験の結果、この方法は過冷却霧をほぼ確実に氷晶に変え落下させ、目的とする場所の視程を著しく改善することが分かった。この一連のシーディング実験中に過冷却霧が氷晶に変化したことを示す光学現象(写真)がしばしば見られたので、ここに報告する。

### 2. シーディングによる過冷却霧消散の原理

霧は、水蒸気が凝縮した小さな水滴である。放射冷却などによって気温が露点温度以下に下がると、水蒸気は凝縮を始め目に見える小さな水滴となつて、視程を阻害し始める。このとき霧滴は、大体半

径10ミクロン以下で落下速度が小さいため、空気中に長時間浮いている。したがって、霧による視程の低下も長時間に及ぶ。

ソルトレイクシティの冬霧は主として過冷却霧であり、次の原理によってその視程をよくすることができる。視程低下の原因は落下速度の小さな多数の微水滴であるから、もしそれを落下速度の大きな少数の大粒子に変えることができるなら、その問題を軽減できる。これは、過冷却霧の中に氷晶を発生、成長させることによって達成できる。もし過冷却の水滴と適当な数の氷晶とを混在させることができるとすると、水滴が蒸発し氷晶が大きく成長するため視程がよくなる。これは、氷に対する飽和水蒸気圧の方が水に対する飽和水蒸気圧よりも小さいため、水分子が水滴から氷晶へと移るからである。その上、氷晶が十分大きく成長すれば、地上に落下するため視程がさらによくなる。これが過冷却霧シーディングの原理である。

### 3. 光学現象

写真の光学現象(写真1:幻日, 写真2:光柱)は、過冷却霧がシーディングによって氷晶に変化したことを明確に示すものである。かなりの数の氷晶が発生しなければ、これらの光学現象は現れない。シーディングによって発生した氷晶ブリュームの移流成長の過程で、この光学現象と視程の増加とを同時に確認することは、その効果を物理的に判定するのに便利である。

### 参考文献

- 1) Brough, R. C., D. L. Jones and D. J. Stevens, 1987: Utah's comprehensive weather almanac. Publishing Press. 517 pp.
- 2) Fukuta, N., 1992: Final Report of Project Mountain Valley Sunshine. 78 pp.
- 3) Gorrell, M., 1988: Salt Lake Tribune, Feb. 14, 1988.

\* Optical effects observed during seeding experiments of supercooled fog.

\*\* Hakaru Mizuno, 気象研究所.

\*\*\* Norihiko Fukuta, ユタ大学.