

## 鏡面冷却式露点計による雪結晶生成時の水蒸気量測定の試み

### Preliminary results on water vapor measurements during snow crystal formations by a chilled mirror Hygrometer

○村井昭夫\*1, 高橋修平\*2, 亀田貴雄\*3, 井端一雅\*4

Akio Murai, Shuhei Takahashi, Takao Kameda, Kazumasa Ibata

#### 1. はじめに

これまで、人工雪結晶生成装置を使った雪結晶形態の研究が Nakaya(1953)、小林禎作(1957)、Hallet&Mason(1958)など多くの研究者によって行われ、それらにより結晶成長時の温度・水蒸気量などの条件と結晶の晶癖・成長形との関係が明らかにされてきた。

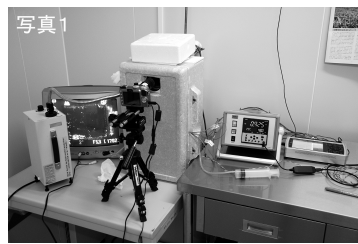
しかし、低温下での水蒸気量の測定は技術的に難しく、上記の研究では5酸化リンを使った吸湿法(Nakaya1953)やカールフィッシャー溶液を使った滴定(Kobayashi 1960)など化学的な方法、あるいは水滴の成長速度を測定して過飽和度を推定する方法(小林 1957)など様々な方法で行われている。

今回、自動制御系を組み込んだ鏡面冷却式の鏡面露点計((株)山武製 FINEDEW™(特殊仕様))を使用し、人工雪生成実験での水蒸気量の測定を試みた。今回、測定の経過・その問題点と将来的な可能性について発表する。

#### 2. 実験装置の概要

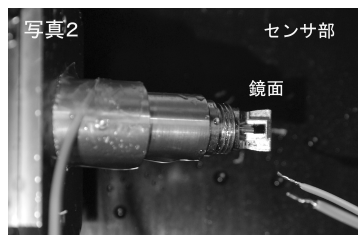
##### 2.1 実験装置概要

写真1は装置の全体像である。人工雪結晶生成装置は村井(2005)の対流型装置を用いた。これはペルチェ素子を用いた装置であり、電圧によって結晶生成点の温度を、装置下部の水蒸気発生装置の温度を調節することで水蒸気の発生量をコントロールする。



この装置内部の結晶生成点付近に鏡面冷却式露点計のセンサ部を挿入し、結晶生成点の露点・霜点を計測する。

測定した露点(霜点)、結晶生成点温度、水蒸気発生装置の水温などはデータロガーで記録される。また、同時に鏡面の状態はデジタルカメラ+拡大系レンズでインターバル撮影し記録する。



##### 2.2 鏡面冷却式鏡面露点計 FINEDEW™の概要

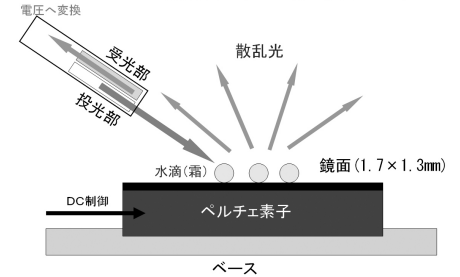
使用した鏡面露点計はセンサ部とコントローラ部で構成されている。(写真2)

センサ部の構造を図1に示す。鏡面はシリコン材でできており、これを裏面よりペル



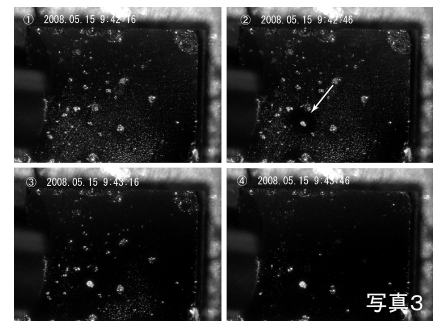
チェ素子によって冷却することで、鏡面に水滴(あるいは霜)を凝結させる。鏡面には光ファイバによって赤色可視光(波長680nm)が照射され、鏡面上にできた水滴による散乱光の大きさを監視する。コントローラ部で散乱光度が設定した値に一定になるように鏡面温度を制御することで、露点の変化を連続的に測定できる。結晶生成点の温度と露点が測定できれば Wexler-Hyland の式等を使って、湿度を求めることができる。

図1 FINEDEWの動作原理(センサ部の構造モデル)



#### 3. 測定の実際

実験の結果、現状で雪結晶生成時に過飽和領域までの測定が可能になっている。しかし、同時にいくつか課題点も明らかになっている。一例を挙げる。写真3は露点測定時鏡面上の水滴の過冷却が破れ一部の水滴が凍結した際の鏡面の変化である。鏡面全体に水滴がある状態から、一部の水滴に凍結が起こると(矢印)、水と氷の飽和水蒸気圧の違いによって、周囲の水滴は急速に昇華吸収され、鏡面に水滴が存在しなくなる。このため、鏡面からの散乱光で鏡面状態を把握している本装置では、制御の条件が大きく変化することにつながり、不安定になってしまう現象が起こる。



このほかにも、鏡面露点計による長時間の露点計測には解決すべき課題があることが判明したが、今回これらの課題を解決し、正確な露点の測定に向けての方策について考察を行う。

#### 参考文献

- 1) Nakaya, U., 1953: Snow crystals: natural and artificial. Harvard University Press, Cambridge, 10pp.
- 2) Kobayashi, T., 1957: Experimental researches on the snow crystals habit and growth by means of diffusion cloud chamber. Jour. Meteor. Soc., 75th Ann. Vol., 38-44.
- 3) Hallet, J. and Mason, B. J., 1958: The influence of temperature and supersaturation on the habit of ice crystals grown from the vapour. Proc. Roy. Soc., A247, 440-453
- 4) 小林禎作., 1957: Diffusion cloud chamberによる雪結晶習性の研究, 低温科学 物理編, 1-26
- 5) 村井昭夫., 2005: ペルチェ素子を使用した対流型人工雪装置の制作, 雪氷, 67(4), 341-351.

\*1 北見工業大学大学院システム工学専攻 大学院生 (石川県教育センター 指導主事)

\*2 北見工業大学社会環境工学科 教授・理博

\*3 北見工業大学社会環境工学科 准教授・理博

\*4 株式会社 山武 プロジェクトマネージャー

Graduate Student, Graduate School of Engineering, Kitami institute of technology (Teachers consultant, Ishikawa prefectural institute for education research and in-service training)

Professor, Kitami Institute of Technology, Dr.Sci.

Associate Professor, Kitami Institute of Technology, Dr.Sci

Project Manager, Yamatake Corporation