

鏡面冷却式露点計による雪結晶生成時の水蒸気量測定 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, 皆巳幸也*4, 井端一雅*5

Akio Murai, Shuhei Takahashi, Takao Kameda,
Yukiya Minami, 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てきた。これら人工雪結晶生成実験においては低温下であることから水蒸気量の測定が難しく、これまでに様々な試みがなされてきた。

筆者らはこれまで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てきた(村井他 2008)。

今回、これまでの測定の経過と結果概要・将来的な可能性について発表する。

2. 実験の概要

2.1 実験装置概要と測定の実際

人工雪結晶生成装置は村井(2005)の対流型装置を用いた。装置内の結晶生成点近傍に鏡面冷却式露点計 FINEDEW のセンサ部を挿入し結晶生成点の露点・霜点 (T_d)、同時に結晶生成点温度(T_a)を測定する。これらはデータロガーによって記録される。(図1) また、鏡面状態と生成した結晶は拡大光学系を通してデジタルカメラで撮影・記録する。

図2は FINEDEW 動作開始から安定するまでの測定状況を表したものである。FINEDEW は鏡面上の水滴(霜)量を検出し、鏡面温度 (T_m) をコントロールしながら PV 値を設定値(ここでは 1.500)に近づけ、安定化させていく。PV 値が

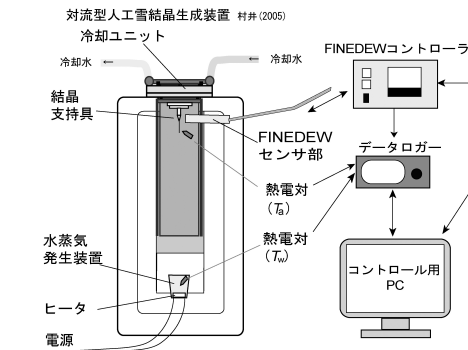


図1 実験装置の構成

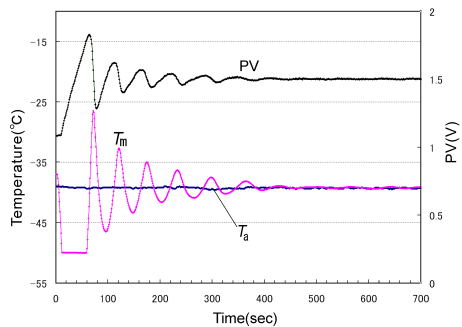


図2 FINEDEW の測定状況
 T_m : FINEDEW の鏡面温度,
PV: 鏡面上の水滴からの散乱光強度

一定になることで鏡面の状態が良好にコントロールされていること

が判断できる。ここでは動作開始後約8分で測定状態が安定している。安定したところで60秒(60回)計測を行い、これを T_d とする。

2.2 結晶生成時の相対湿度 RH_i

計測した T_a および T_d から、Sonntag の式によりそれぞれの温度での飽和水蒸気圧を求め、以下の式によって、装置内の結晶生成点における「氷飽和に対する気相としての相対湿度(以下、氷飽和に対する相対湿度 RH_i とする)が求められる。

$$RH_i (\%) = e / E_i$$

e : 温度 T_a における空気中での水についての蒸気圧

E_i : 温度 T_a の時の氷

の飽和水蒸気圧

3. 実験結果と考察

図3 a,b,c, は実際に生成した人工雪結晶の例であり、それぞれ -15.0°C で生成した樹枝状結晶、 -27.9°C での角柱状結晶、 -34.8°C での砲弾結晶と側面結晶である。各画像中の数値は結晶生成時の T_a と測定した RH_i である。また、図4はこれらの結晶の生成条件を Nakaya(1954)のダイヤグラムにプロットしたものである。ただし、図4は -27°C 以下の領域を拡張して波線で図示してある。

これらの結果から生成条件 (RH_i) はすべて氷過飽和、氷飽和以下であることがわかった。これは従来の研究とほぼ整合しているが、図3 a の RH_i については中谷ダイヤグラムに比べて約6%低い条件で生成している。この原因として Nakaya(1954) の五酸化リンによる吸湿法での過飽和度の見積もりが装置内の微水滴を含めた水分の総量を示していると考えられることが挙げられる。

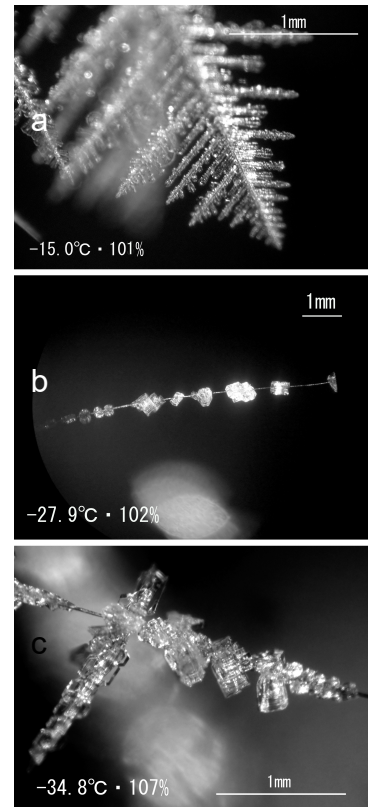


図3 生成した結晶

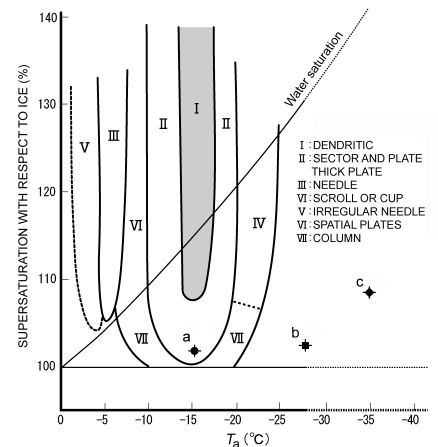


図4 中谷ダイヤグラムと本結果との比較

*1 石川県教育センター 指導主事

北見工業大学大学院システム工学専攻 大学院生

*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 石川県立大学生物資源環境学部環境科学科 准教授・理博 Associate Professor, Ishikawa Prefectural University, Dr.Sci

*5 株式会社 山武 プロジェクトマネージャー

Teachers consultant, Ishikawa prefectural institute for education research and in-service training

Graduate Student, Graduate School of Engineering, Kitami Institute of Technology Professor, Kitami Institute of Technology, Dr.Sci.

Associate Professor, Kitami Institute of Technology, Dr.Sci

Project Manager, Yamatake Corporation