

「 気圧 」 の 理 解 を 深 め る 生 徒 実 験 — 利 雪 水 気 圧 変 化 計 の 製 作 と 実 験 —

宮嶋衛次, 永田敏夫 (道立理科教育センター)

I はじめに

中学校第二分野や高校地学で学ぶ気象要素のうち、気圧は五感で感じる事がほとんどできない要素である。また、気圧の測定には原理や構造が解りにくいアネロイド気圧計が用いられている。このため生徒は気圧を感覚的に捉えることができないため、気圧についての理解がしにくい状況がある。ここでは、原理や構造が簡易で長時間にわたって温度一定という条件を得るために雪を利用した利雪水気圧変化計について述べ、この教材を用いた気圧の理解を深める生徒実験について紹介する。

II 利雪水気圧変化計の製作

1 利雪水気圧変化計の原理

図1は水気圧変化計の模式図であり、温度が一定の場合、これらの数値の間にはおよそ次の関係がある。

$$\Delta P = \left(\frac{P \times S}{V} + 1 \right) \Delta H$$

P , V , S はほぼ一定と見なすことができるので

$$\Delta P = k \Delta H \quad (k \text{ は定数})$$

となり、液面の高さの変化は気圧の変化量に比例することがわかる。これにより、液面の高さの変化から気圧の変化を知ることができる。

温度を長時間一定に保つため従来は氷水が用いられることが多かったが、ここではより長時間温度を一定にし携帯性も高めるため、断熱性や保水性に優れた雪を用いた。

2 製作

準備 平底フラスコ (200cm³: 上部をカットしたもの), ゴム栓, アクリル管 (内径4mm 長さ40cm), デジタル温度計, 発泡スチロールの箱 (一辺約20cm), アルミ蒸着断熱材, ビューレット用ゴム (5cm³), ゴム管 (3cm), ゴム管止め, 雪またはかき氷

製作手順

- (1) 発泡スチロールの箱のふたを開閉式にし、箱の底に排水用のゴム管をつける。
- (2) ゴム栓にアクリル管 (30cm) とデジタル温度計の検温部を通す。
- (3) 上部を切った平底フラスコに水を50cm³ 入れ、ゴム栓をする。(図2)
- (4) 発泡スチロール箱の底から約3cmまで雪を詰めて入れ、その中央に平底フラス

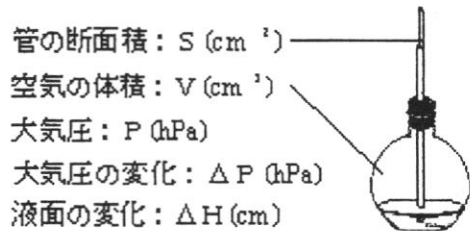


図1 水気圧計の模式図

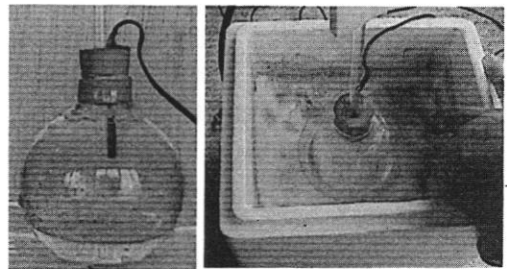


図2 測定部 図3 フラスコの置き方

- コを置き(図3)、さらに箱一杯に雪を詰めて入れふたをする。
 (5) 箱のまわりをアルミ蒸着断熱材で囲う。(図4)
 (6) しばらく放置しデジタル温度計の値がほぼ一定になったところで、アクリル管の先端にビューレット用ゴムを付け、このゴム押してフラスコ内に空気を送り込み、アクリルの管内の液面が管の中間付近の高さにくるようにする。
 (7) 再び、温度一定になったところで、アクリル管に定規をコピーした紙を貼り液面の高さを測定を開始する。

この装置では約12時間ほぼ一定の温度を保つことができる。
 さらに長時間観測する場合は、溶けた水をゴム管から流し、ふたを開けて雪を補給する。

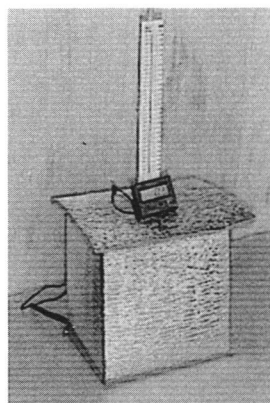


図4 利雪水気圧変化計

3. 気圧と液面との関係

1999年1月19日12時～20日19時にかけて水気圧変化計の液面の高さを16回読みとり、自記記録気圧計に記録された値と比較した。(図5)

データは傾きが0.586の直線上にほぼ並び、気圧が1hPa上昇すると液面の高さが0.586cm低下する関係にあることがわかる。

この傾きから図6のような目盛板を作り、アクリル管に取り付けた。左側の目盛は気圧(hPa)の変化を、右側の目盛りは高度(m)の変化を示している。

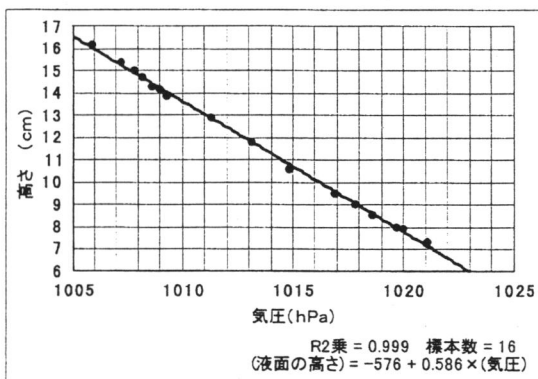


図5 気圧と液面の高さとの関係

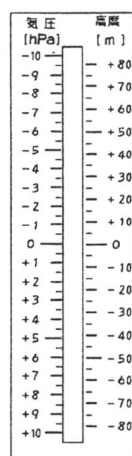


図6 目盛板

4. 気圧変化の観測

1999年1月25日11時～26日11時にかけて低気圧の通過に伴う気圧変化を観測した。(図7)

観測開始から12時間後に一度、雪を補給した。観測時間内におけるフラスコ内の温度は0.1～0.3℃であり、これから長時間観測における測定誤差は0.5hPa程度と考えられ、この気圧変化計は低気圧、高気圧の通過による気圧変化を十分捉えることができることがわかった。

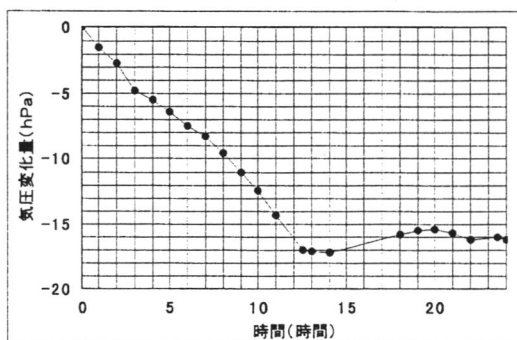


図7 利雪水気圧計による気圧変化の観測

5. 普及型利雪水気圧変化計 (気圧はかります花)

この利雪水気圧変化計を生徒実験用として普及型にするため小型軽量化し、さらに興味

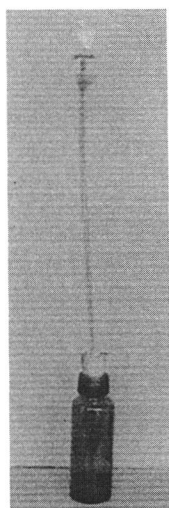


図8 測定部

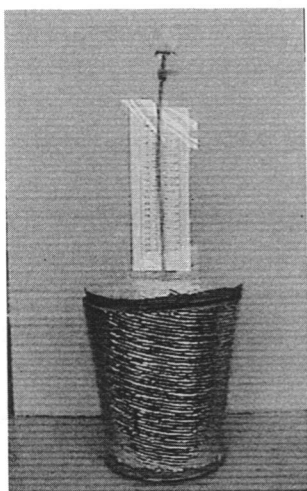


図9 気圧はかります花

づけのためデザインを工夫した。(図8, 9)

水を入れる容器にドリンク剤(30ml)の瓶を、発泡スチロールの箱の代わりにサーモカップを、アクリル管の代わりに100円ショップの造花を用い、”気圧はかります花”とネーミングした。また、管の直径が約2mmと細いため、水の代わりに浸潤性に富む車用のウィンドウォッシャー液にインクを混ぜたものを用いた。

この普及型を高度(気圧)の違う場所で液面の変化を調べたところ、気圧差1hPaに対して液面の変化は約0.5cmであることがわかった。また、容器内の温度が0.1~0.3℃の範囲で一定な時間は、降雪直後の雪で約6時間さらめ雪やかき氷で約4時間であった。

Ⅲ 生徒実験

気圧についての理解を深めることを目的として、札幌市内の道立高校の第2学年で次のような実験を授業で実施していただいた。

1. 容器中の気体の体積を変化させてみよう

・普及型の水の容器を手で持ち、容器内の空気を暖めて液面の変化を調べる。

・・・暖めると液面が上昇することから温度と気体の体積との関係を考え、温度変化による液面の変化を調べる。

・普及型を入れたビニル袋を手で押し液面の変化を調べる。(図10)

・・・押すことで液面が下がることから圧力と気体の体積の関係を考え、圧力変化による液面の変化を調べる。

2. 高さによる気圧の変化を観測する

・普及型を持ち、階段を上下して気圧差を測定する。(図11)

・・・階段を上がると液面が上がることから高度と気圧の関係を調べる。

1階分の高さ違い(3.5m)で液面が約2mm変化することで、気圧の違いを実感できる。また、この違いが1階分の高さの間の空気の質量によることを理解することができる。

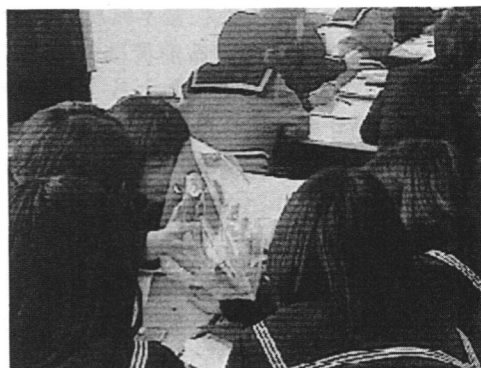


図10 実験の様子(1)



図11 実験の様子(2)

3. 水柱でトリチェリの実験

・水が入った透明な耐圧ホースの一端に栓をし、他端を水が入ったバケツの中に入れる。栓をした方を持って階段を上がり、水がどのくらいの高さまで上がるか、また、そのときの水面の様子を調べる。

・・・水が約10mの高さまで上がることから気圧が約 1 kg/cm^2 であること、 1 hPa は水約1cmによる圧力と同じであることがわかる。

水面の下から泡が出てくることから、飽和水蒸気圧についても考えさせることができる。

4. 900hPa, 1060hPaをつくろう

・ジュースに長さ1mの細いアクリル管を入れ、口を付けてジュースを1m吸い上げ、口の中に900hPaをつくる。

・・・900hPaは発達した台風の中心気圧であり、口の中で何とかつくり出ることができる気圧である。台風の猛威、エネルギー源を考えるきっかけとなる。

・アネロイド気圧計を入れた透明のビニル袋に、口で目一杯空気を吹き込み、気圧計の目盛りを読む。

・・・気圧は30hPa～80hPa増加し、シベリア高気圧の中心程度の気圧を袋の中につくり出ることができる。シベリア高気圧による風雪を考えるきっかけとなる。

5. 気圧の時間変化を調べる

・教室内に場所を決めて利雪水気圧変化計を置き、休み時間ごとに気圧の変化を調べる。

・・・低気圧が通過する前後は1時間に2hPa以上気圧が変化することがあり、液面の高さの変化として観測することができる。気圧の変化と天気の変化とを関連づけることもできる。

これらの実験後の生徒の感想をいくつか挙げる。

・普段何気なく周りにある空気を意識することができた。花の形をした気圧計がかわいかった。

・実験セットの感激しました。すごくかわいいです。そのおかげで実験を楽しむことができました。気圧の変化は体では感じられないのに、それらが目で見られるのには感激しました。

・校舎の1階と4階の比較でも差が出るのだから、手稲山との比較ではいったいどれだけの差が出るのか知りたくなった。

IV まとめ

水気圧変化計の周囲を雪で囲うことにより、わずかな気圧変化を感知できるようになった。これを用いた高等学校での実験で、生徒は気圧に対して興味関心を持ち、体感することにより気圧の理解を深めることができた。今後は周囲の断熱をさらに工夫し、より長時間観測することができるように改良したい。

V. 参考文献

森田 明宏 (1995) 水気圧計の製作と教材化.

全国理科教育センター研究協議会地学部会 研究発表収録66-68