

寒冷・温暖前線と、冬の季節風による雲の発生モデル化

青森山田高等学校 佐々木萌（2年） 鳴海ゆら（2年）

研究の目的と背景

雲はいつもその表情を変えて私たちに天気の変化や美しい景色をくれます。「そんな雲をモデルで作ってみたい。」と考えました。断熱膨張の実験では、自然に近い形での雲の発生が分かりにくいいため、私たちは目的として雲が自然状態で発生しやすい前線部分と冬の季節風による雲の発生をモデルで可視化することにしました。

研究仮説

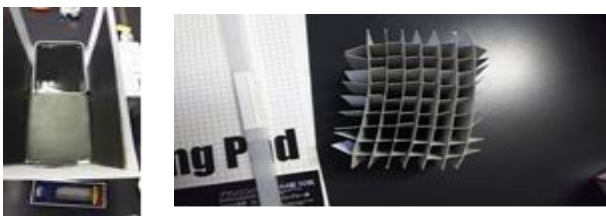
① 前線は寒気と暖気の出合いの面で雲が発生するので、アクリル板で仕切りを作った箱を用いて片側を冷やし片側を常温から温めた状態にされ、雲の発生を観察することができるのではないかと考えた。態にしておき、どちらかに微粒子として線香の煙か塩化アンモニウムを入れることによって気流の流れとともに温度の境界線で雲状のものが発生するのではないかと考えた。

② 冬の寒気の流れをドライアイスや氷などで冷やしたもので示し、流れた先に冷えた大陸に見立てた金属板とお湯を入れたバットを日本海の方で水蒸気が冷やされ、雲の発生を観察することが出来るのではないかと考えた。

研究方法

① 前線モデルとしては下図のようなアクリル板で自作した、真ん中に可動式の仕切りを付けた箱を用意し、ドライアイスや氷で片側を冷やす。ここで片側の空気に煙(塩化アンモニウムを線香の煙とした)を入れて仕切りを外し、煙の流れとその境界線の観察を行う。側面に黒ラシヤ紙を貼り付け、煙を見やすくした。

② 冬の寒気モデルでは、寒気の出出し口が一定になるように工用紙を格子状に組み合わせたものをペットボトルにはめ込んだ。寒気の出出し口には冷凍したアルミの板を置き、大陸を見立て、その先のバットに水を張り、日本海に見立てた。この水の温度を変化させ、有意差があり雲の発生が見られる温度を探した。この場合も板とバットには黒ラシヤ紙を貼り付け、気流を見やすくように工夫した。(下図参照)



研究の結果

① 寒気と暖気モデル※温暖な空気を同じ条件にするためヒーターや氷で温度調節した。

この結果としては、

a) 煙の素材として、はじめは塩化アンモニウムの白い霧を使っていたが、空気が冷えるほどに、箱の周りや机が白くなり、煙が薄くなって観察に不向きであった。これは、塩化アンモニウムが冷却されて結晶化したためだと考えられる。線香の煙の場合は、流動も可視化しやすく中空部分に雲状のものが発生しやすく、素材としては優れている。ただし、ドライアイスの CO₂ が下に流れ込むと、線香が消えるため、目張りをしっかりと行った。

b) どのモデル実験においても、温度差が 14℃を超えると安定して煙の流れが見やすく、温度差が 18℃になると、中空に安定した煙の塊が発生し、雲が発生したようになる。

c) 煙が流れ、出ていくときに境界付近では、温度差が 16℃以上になるとはっきりとしてその煙が、やや渦状に見えるため、気流の流れを確認しやすい。

② 冬の寒気の出出しの結果

※吹き出し口からの冷気はドライアイスと氷からの冷気とした。

※温度を安定させるため断熱材を下に敷いた。

a) ドライアイスの気流の場合は、アルミ板の上を流れるときに安定した。ドライアイスの霧状のものが流れるため、筋状の気流が安定して流れる様子が見えやすくなる。蒸気が渦状になり、境界面でははっきりと巻き上がる様子を見ることが出来る。温度差が 40℃でもはっきりと見ることが出来るが、差が大きいほど、見やすい。筋状の雲のようなものも海上に見えるが、ドライアイスの霧なのかははっきりしない。

b) 氷水の冷気の場合は、大陸での気流は、全くみえないが、寒気の流れによって、境界面の蒸気が大きく上昇し、上からでも筋状の雲が発生することが、よくわかる。ただし、お湯の温度が 60℃を超えないとはっきりしない。



まとめと考察

○前線モデルでは、煙と目張りをしっかりとアクリルの箱を作れば、前線の動きが見やすく、雲のモデルを作ることができる。これは煙の粒子の温度が一定の条件になると安定して浮き、そこに水蒸気の冷えた氷が付くために、中空に浮くものと考えられる。

○寒気の出出しでは、ドライアイスでは寒気の流れを安定して見やすい状態で観察ができて分かりやすい。冷却されていてアルミも冷却されているためだと思う。

○氷水の方が水を含んでいる冷気のため、海上部分での雲の発生について、かなり見やすい状況になっている。お湯を自然条件よりかなり高いものとしたが、実際の大きさを考えれば、ある程度強調しなければ結果が出ないと思う。

今後の課題

今回はモデルによって、気象条件がそろったものをモデル化し、雲状のものを発生させることが可能であると思われる。今回はこのモデルが中学生や小学生などが見て、雲の発生について、イメージできるのかを実際に行って見せて統計を取ってみたい。

謝辞

青森気象台 予報官 白川栄一氏
弘前大学教授 長南幸安氏

参考文献

花井嘉夫、「冬季に日本海上で発生する筋状雲の教材開発」、信州大学教育学部研究論集 第 11 号 pp85-96 2017 年