

細胞質対流と温度の関係

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高校 田辺 美冬

はじめに

巻積雲は対流の中でも最も簡単な形の対流であるベナール型対流によって発生している。地上から見ると雲の形が魚の鱗のように見えるため、うろこ雲とも呼ばれ、親しまれている。

そこで、空に見られるうろこ雲の『うろこ』の部分にあたる雲の大きさは何かに影響されているのではないかと考え、実験を通して対流を発生させる温度と『うろこ』の大きさの間の関係について研究した。

実験手法

うろこ雲を発生させるベナール型対流を人工的に発生させるには、流体層の底面を一様に加熱し、かつ表面を一定の温度で冷ますことで上部と下部の間で温度差を発生させる必要がある。そこで大気に見立てた粘性のある液体、シリコンオイルを用いてうろこ雲を再現することにした。また、シリコンオイルにアルミ粉を混ぜることで対流を可視化させた。ただし、アルミ粉によって可視化された対流の中でうろこ雲の『うろこ』にあたる部分をセルと呼ぶこととする。

大まかな実験の流れは、

1. 加熱
2. 動画で記録
3. 1分ごとにセルの面積を測定、記録

加熱するときは、シリコンオイルとアルミ粉が混ぜられて注がれたペトリ皿を 35・45・55・65 度の 4 段階の温度で 10 分間加熱した。パラフィン伸展器をホットプレートとして用いた。ただし、加熱前にシリコンオイルの温度を 20 度になるようにした。

測定の段階では、それぞれの温度で確認できるセルの面積を測定し、1分ごとに平均の値をとった。最終的に、それぞれの温度ごとに面積の平均を出しているが、それは測定段階で一定の温度内では面積の値がほぼ変わらなかったためである。

用いた実験道具は以下の通りである。(図 1)

シリコンオイル(信越化学工業)、アルミ粉、ペトリ皿(直径 15cm)、パラフィン伸展器、スタンド(高さは常に一定)、カメラ

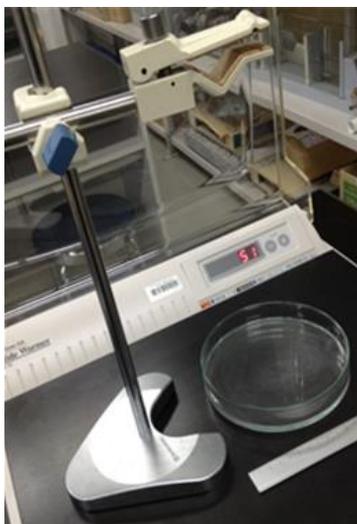


図 1. 実験器具(例)

結果

高い温度で加熱したほうが、より大きいセルの面積を得ることが出来ることが分かった。(図 2)

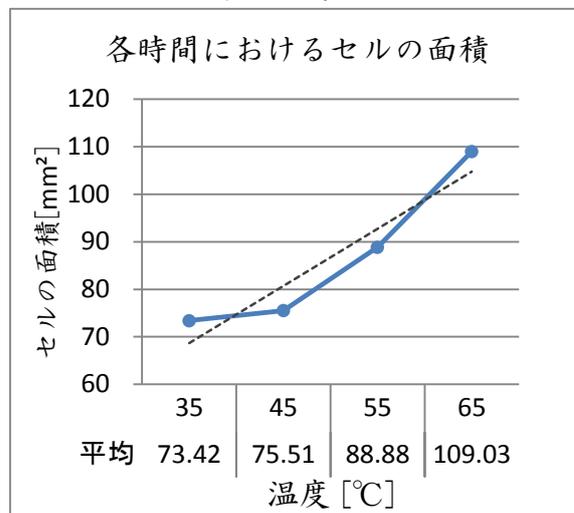


図 2. セルの面積と温度の関係のグラフ

考察

結果から次のように考えられる。

熱されたシリコンオイルが上昇し、表面で冷まされることでシリコンオイルは下降する。そして下降したシリコンオイルが再び上昇することを繰り返して対流は循環する。しかし、ここで底面から加熱する温度を上げていくと、より温度の高くなったシリコンオイルが上昇しても、表面温度が一定の場合、冷まされるのには時間がかかる。そうすると、冷まされにくくなったオイルは、表面部にしばらく停滞してから下降するようになるため、より面積の大きいセルを確認することが出来る。

また、今回の実験で判明した問題点は 2 つあげられる。

一つ目は、データ数の少なさである。より実験の試行回数を重ねて平均の値をとっていけば、グラフの線形もより真っ直ぐな直線になるのではないかと考えられる。

二つ目は、表面温度を一定に保てなかったことである。室温は一定になるよう心掛けたが、やはりシリコンオイルの表面温度は上がっているのではないかと考えている。なので、表面温度を一定に保ち、なおかつセルの大きさを正確に測ることが出来る方法を模索していきたい。

おわりに

うろこ雲に見立てたセルの面積は温度が上昇するにつれて大きくなっていくということが分かった。

しかし、だからといってうろこ雲の『うろこ』の大きさも温度と比例して大きくなるかと言われたら、そうだと断言できない。先ほどあげた問題点以外にもシリコンオイルで、なおかつかなり小さいスケールでの結果を大きい規模での大気の現象に落とし込んでいいのか、といった問題があるからである。

後輩がこの研究を引き継ぎ、さらなる発展をしてくれることを期待する。