

温度差による竜巻の再現～人工装置から見た竜巻の条件～

札幌西高等学校 及川大輔(3年)

はじめに

今日科学館に展示されている人工竜巻装置は換気扇などによって空気を吸い込み、上昇気流を強制的に起こし、回転力もつけている。しかし、実際の竜巻ではそのようなことは起こっていない。そこで、吸い込むことのない方法で竜巻の再現が可能ではないかと考え、実験を行った。また、竜巻発生の最低条件も調べた。

表1 人工竜巻が発生したと判断する条件

- | |
|---------------------------|
| 1. 回転した風になること |
| 2. 高速で上昇すること |
| 3. 周囲の空気の流れに比べて十分に高速になること |

実験

実験1

竜巻は地上と上空の温度差が大きくなり、大気が不安定になったときに発生する。そこで、地上で暖気、上空で冷気を発生させ、冷気を流す向きを変えた。

実験器具

自作の冷風装置(図1)、送風機、スタンド、ホットプレート、水、スモークマシン、カメラ、ホース(内径18mm)

実験方法

- ①図2、3のように器具を設置する。
- ②ホットプレートの電源を入れる。
温まったら、送風機で風を送る。
- ③スモークマシンの煙を当て可視化し、観察する。

実験2

実験1から、冷気が流れる太さに関係しているのではないかと考えた。

実験器具

実験1に加えて、ホースを細くする器具(内径4mm)と太いホース(内径30mm)を追加した。

実験方法 実験1と同様(図4、図5)。

実験3

スモークマシンからの風がホットプレートに接触し、回転風を起こしていた。そこで、回転風は竜巻の発生に影響があるのかを調べた。

実験器具 実験装置を作製した(図6)。

実験方法

- ①図7のように装置を設置する。
- ②アルミニウム板が暖まったら、スモークマシンの煙で可視化し、観察する。

実験4

実験1～3で空気の循環ができていた。そこで、冷気と

暖気を衝突させたら、暖気が冷気の上に乗り上げ、空気が循環しやすくなり、竜巻が発生しやすくなると考えた。

実験器具 実験3に加えて、ファンを追加した。

実験方法

- ①図8のように器具を設置する。
- ②アルミニウム板が温まったら、ファンの電源をつける。
- ③スモークマシンの煙で可視化し、観察する。



図8 器具の設置

結果

- 実験1 横向き→発生しなかった。
下向き→発生した。
- 実験2 細→発生した。回転が速かった。
太→発生した。持続時間が短かった。
- 実験3 発生しなかった。
- 実験4 発生した。

考察

実験1

横向きでは、暖気の勢力が強く、冷気が下りて来られなかったため、発生しなかったと考えられる。

下向きでは冷気がホットプレートまで到達し、暖気が冷気の上を通る。また、回転しながら上昇することは効率が良いから、発生したと考えられる。

実験2

細くしたとき、暖気が回転するための冷気の範囲が狭くなったため、回転が速かったのではないかと考えられる。
太くしたとき、暖気が回る冷気の範囲が広くなり、暖気がすぐに冷やされ、回転を起こすエネルギーが少なくなったため、持続時間が短かったと考えられる。

実験3

暖気が冷気の周りをまわりながら上昇することができなかったため、発生しなかったと考えられる。

実験4

ファンで暖気ではなく、冷気を送りだしていたため、装置に温度差が生じる場所ができた。そこで、暖気が冷気の上に乗り上げ、渦を作り出し、それが立たされることによって、発生したと考えられる。

おわりに

地上に暖気、上空から冷気を流すことで竜巻の再現可能。竜巻発生の最低条件は以下の通りである。

1. 上空に冷気、地上に暖気が存在すること
2. 温度差が大きいこと
3. 暖気の中に下降気流が発生し、地上に到達すること
4. 回転する風が、あるいは回転する風を作るきっかけとなる横風が存在すること

参考文献 竜巻のふしぎ - 地上最強の気象現象を探る



図1 冷風装置



図2 横向き



図3 下向き



図4 細いとき



図5 太いとき



図6 実験装置



図7 器具の設置