竜巻の発生しやすい条件としにくい条件とは

3年F組 10番

大根 はるか

〈目次〉

1. 研究の動機 P2
2. 研究の内容 P2
3. 文献調査 P4
4. 実験の前に ～試し実験～ P5
5. 実験Ⅰ P7
6. 実験Ⅱ P13
7. 実験Ⅲ P19
8. 実験Ⅳ P25
9. 実験Ⅴ P30
10. 実験Ⅵ P35
11. 研究のまとめ P41
12. 研究の感想 P42
13. 参考文献 P42

1 研究の動機

最近、アメリカで発生する竜巻が話題になっている。
しかし、調べてみると、日本でも竜巻が発生していることが分かった。
なぜ、エッセの大きさや気候が違うアメリカと日本で竜巻が発生しているのか不思議に思った。だから、条件を変え、最も竜巻の発生しやすい条件と発生しにくい条件を調べてみることにした。

2 研究の内容

ダンボールの中の気温や湿度、風の強さ、砂を入れたり砂をぬらしたりして、最も竜巻の発生しやすい条件と発生しにくい条件を調べてみる。

(1) 文献調査

(2) 実験Ⅰ　風の強さによって、竜巻の発生する速さを調べて竜巻が発生しやすい条件と発生しにくい条件を調べる。

実験Ⅱ　地面の性質の違いによって、竜巻の発生する速さを調べて竜巻が発生しやすい条件と発生しにくい条件を調べる。

実験Ⅲ…気温の違いによって竜巻の発生する速さを調べ、竜巻の発生しやすい条件と、発生しにくい条件を調べる。

実験Ⅳ…湿度の違いによって、竜巻の発生する速さを調べ、竜巻の発生しやすい条件と、発生しにくい条件を調べる。

実験Ⅴ…竜巻の発生をさえぎるものがあるかないかで、発生する速さを調べ、竜巻の発生しやすい条件と、発生しにくい条件を調べる。

実験Ⅵ…今までの実験の結果を元にして最も竜巻の発生しやすい条件と、最も発生しにくい条件を実験する。

3 文献調査

～竜巻の大きな被害を防ぐ対策～

現在、気象庁では竜巻が発生する可能性に合わせて、段階的な情報発表を行っている。

半日～1日前 → 「竜巻など激しい突風の恐れ」が発表される

数時間前 → 落雷、ひょうなどとともに「竜巻」も発表される

0～1時間前 → 竜巻の発生しやすい気象状況になっていることが発表される

～竜巻が起こる前ぶれ～

- 真っ黒い雲が近づいて周囲が急に暗くなる。
- 雷が聞こえたり、稲光が見えたりする。
- 急にひやりとした、冷たい風が吹き出す。
- 大粒のひょうや雨が降り出してくる。

～日本で発生する竜巻の特徴～

- 日本のどこにでも発生する危険性がある。
- 季節に関係ないが、台風のシーズンの9月に最も多い。
- 年間を通じて沿岸部が最も多い。

4. 実験の前に ～試し実験～

装置をつくった後、何で竜巻をつくろうか考えた。1番最初に思いついたものは線香のけむりだった。線香のけむりを使うと、空気の流れが見やすくなると思ったからだ。

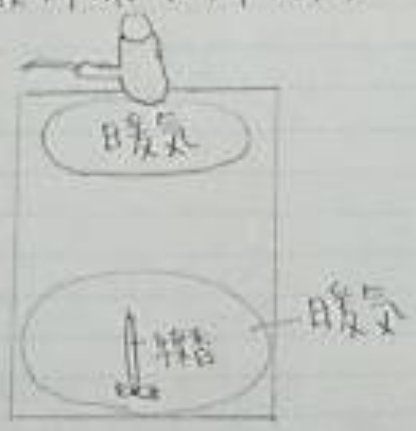
線香のけむりを装置の中に発煙させている様子 ⟶

しかし、実際やってみると竜巻を発生させることはできなかった。不思議に思い過去の竜巻の発生時の様子について調べてみた。そして、それを参考に、竜巻のできなかった理由を考えてみた。(図1参考)

図1

埼玉県の竜巻発生時

この実験のダンボールの中の様子



因は竜巻の発生時は、寒気と暖気に分かれていた。しかし、私が行った実験は暖気におおわれていた。

そこで、ドライヤーの風は熱風なので、寒気をつくらなければいけないと思った。

だから、ドライアイスを使って、実験をすれば、寒気と暖気に分かれ、竜巻は発生するのではないかと思った。

5 実験Ⅰ

(1) 目的

風の強さによって竜巻の発生する速さを調べて、竜巻が発生しやすい条件と発生しにくい条件を調べる。

(2) 準備するもの

装置をつくる

- ダンボール（高さ60cm以上のもの）
- カッター
- ガムテープ
- 黒い模造紙
- はさみ
- 透明の板
- ドライアイス（塊）
- 金属製のトレー
- 熱湯
- ドライヤー
- 軍手
- 砂（乾いている）

(3) 方法（次ページ参考）

① カッターでダンボールにはさみを入れて観察しやすいように内側に黒い模造紙をはる。

② ドライアイスをトレーに入れて熱湯を注ぐ。装置に砂を入れる。

③ 装置にトレーを置き、上にドライヤーをのせスイッチを入れる。

④ 風の強さを変え、竜巻の発生する速さを観察する。

方法①の様子

真正面から見た様子

真横から見た様子

方法②の様子

熱湯を入れている様子→

↓砂をひいた状態

方法③の様子

装置にトレーを置き、
ドライヤーのスイッチを
入れる前の様子 →

※以降の実験も同じ方法で
行った
(ただし、各実験の条件に合わ
せて少し変えている。)

(キ)仮説

風が強いほうが竜巻は発生しやすいと思う。なぜなら、吹き込む風が強いほど、空気はたくさん吸い込まれていくので、竜巻が発生する速さは速くなると思ったからだ。

また、風が強いほど大きくし、勢力のある竜巻ができると思う。

(5) 結果

～風が強い場合～

・ドライヤーのスイッチを入れてから12秒後に写真のような → 竜巻が発生した。

・勢力は弱いが、下の方のうずをまいている面積が広く、規模の大きい竜巻が発生していた。

資料1

～風が弱い場合～

資料2

・ドライヤーのスイッチを入れてから

← 17秒後に写真のような竜巻が発生した。

・勢力は風が強い場合よりも弱く、下のうずをまいている面積もせまく、規模の小さい竜巻が発生していた。

	発生する速さ	竜巻の様子
風が強い場合	12秒	勢力弱い うずの面積広い
風が弱い場合	17秒	勢力としても弱い うずの面積せまい

(6)結論

風が強い場合だと、竜巻が発生する速さは速く、勢力は弱いが、うずまきのまきこむ面積が広い竜巻ができる。

風が弱い場合だと、竜巻が発生する速さは遅く、勢力の弱くてまきこむ面積もせまい竜巻ができる。

よって、竜巻が発生しやすいのは風が強い場合だ。

(7)考察

竜巻が発生しやすいのは、風が強い場合だった。この風の強さは実際、上昇気流の強さを示している。だから、風が強いほど、上昇気流の力は強まり、ダンボールの中にあった空気が急に吸い上げられたのだと考える。また、上昇気流の力が強いと巻き込まれる空気の量も大きくなり、うずの面積も広くなり、規模の大きい竜巻が発生したのだと考える。

6 実験Ⅱ

(1) 目的

地面の性質によって、竜巻の発生する違いを調べて、竜巻の発生しやすい条件と発生しにくい条件を調べる。

(2) 準備するもの

・実験Ⅰで使用した装置　　・砂

・ドライアイス

・金属製のトレー

・ドライヤー

・筆

(3) 方法

① ドライアイスをトレーに入れ、熱湯を注ぎ、装置の中に置く。

② 上にドライヤーをのせスイッチを入れて、竜巻の発生する様子を観察する。

③ 装置の中からトレーをとり出し、装置の中に砂をひく。

④ ドライアイスをトレーに入れ、熱湯を注ぎ、装置の中に置く。

⑤ ドライヤーのスイッチを入れ 竜巻の発生する様子を観察する。

砂をいれていない状態（＝方法①②の状態）

(4)仮説

砂をいれた状態よりも、砂をいれていない状態の方が竜巻は発生しやすいと思った。なぜなら、砂をいれた状態の場合、下の方でできたうずがまわっている時、砂の小石などでうずがぶつかりにくくなり、少しの抵抗が生まれると思ったからだ。

また、何もいれていない状態だと何も抵抗がないので、竜巻は発生しやすくなると思った。

資料1

(5)結果

〜何もひいていない状態(風は弱い)〜

・ドライヤーのスイッチを入れてから

8秒後に写真のような ⟶

発光が発生した。

・勢力は弱いが、はっきり

と発光が発生していた。

・うずまきの面積せまい。

資料2

〜何もひいていない状態

(風は弱)〜

・ドライヤーのスイッチを入れてから

⟵14秒後に写真のような発光が

発生した。

・勢力は弱いが、はっきりと発光が

発生した。

・うずまきの面積はせまい。

~砂をひいた状態~
(風は弱)

・ドライヤーのスイッチを入れてから
12秒後、写真のような竜巻が
発生した。

・勢力は弱い。

・うずまきの面積広い。

~砂をひいた状態
(風は弱)~

・ドライヤーのスイッチを入れてから
←17秒、写真のような竜巻が
発生した。

・勢力は弱い。

・うずまきの面積はせまい。

		発生する速さ	竜巻の様子
何もひいていない	風は強	8秒	勢力弱いけどはっきり うずまき面積せまい
	風は弱	14秒	勢力弱いけどはっきり うずまき面積せまい
砂をひいている	風は強	12秒	勢力弱い うずまき面積広い
	風は弱	17秒	勢力弱い うずまき面積せまい

(6)結論

何もひいてないと、風が強の場合だと、砂をひいている状態よりも発生する速さは速い。また、何もひいていない状態の方が、勢力はあまり変化がないが、現様はせまい。

風が弱の場合も同じで、砂をひいている状態よりも発生する速さは速い。

(7) 考察

竜巻が発生しやすいのは、何もひいていない状態の時だった。
これは、砂や違った小石やぶつぶつなどの空気の流れにまちまちな抵抗がないからだと考える。
また、砂をひいていて風が強い場合だけ、うずまきの面積は広かった。
これは、砂の上をうずまきのように回ることで抵抗があり、少しでも多くの空気を集めようとしていたのではないかと考える。
しかし、砂をひいていたのに、風が弱い場合は、うずまきの面積はせまかった。
なぜかというと、この時ダンボールの中で発生した上昇気流の勢力が砂の抵抗により、もっと弱まったからだと考える。

7. 実験 III

(1) 目的

気温の違いによって、竜巻の発生する速さを調べ、竜巻の発生しやすい条件と、発生しにくい条件を調べる。

(2) 準備するもの

- 実験Ⅱで使用した装置
- ドライアイス
- 金属製のトレー
- 新聞紙
- ドライヤー
- 軍手
- 砂（乾いた）

(3) 方法

① ドライアイスをトレーに入れ、装置の中に砂を入れる。

② トレーに熱湯を注ぎ、装置の中に置き、ドライヤーのスイッチを入れる。

③ 竜巻の発生する速さを観察する。

④ ベランダに装置と砂を置き、しばらく日なたに当てる。

⑤ しばらく経ったら、ドライアイスをトレーに入れ、熱湯を注ぐ。

⑥ 日なたに置いていた砂を装置の中に入れ、ドライアイスのトレーを置く。

⑦ ドライヤーのスイッチを入れ、竜巻の発生する速さを観察する。

↓装置と砂を日なたに置いている状態

(4) 仮説

気温が高い時よりも、気温が低い時の方が、竜巻は発生しやすいと思った。なぜなら、気温が低い方が上昇気流がおこりやすいからだと思ったからだ。

資料1

(5) 結果

～気温が高い状態（風は弱）～

・ドライヤーのスイッチを入れてから

10秒後に写真のような ——→

発電が発生した。

・発生した発電は弱かった。

・うずまき面積はせまい。

資料2

～気温が高い状態（風は弱）～

・ドライヤーのスイッチを入れてから

←25秒後に写真のような発電が

発生した。

・とても勢力は弱いが はっきりとした

発電が発生した。

・うずまき面積はせまい。

資料3

～気温が低い状態（風は強）～

・ドライヤーのスイッチを入れてから

12秒後に、写真のような亀裂が →

発生した。

・勢力は弱い。

・うずまき面積は広い。

資料4

・ドライヤーのスイッチを入れてから

17秒後に、写真のような亀裂

が発生した。

・勢力は弱い。

・うずまき面積はもっと。

		発生する速さ	竜巻の様子
気温高い	風は強	10秒	勢力弱いけどはっきり うずまき面積せまい
	風は弱	25秒	勢力弱いけどはっきり うずまき面積せまい
気温低い	風は強	12秒	勢力弱い うずまき面積広い
	風は弱	17秒	勢力弱い うずまき面積せまい

(ト)結論

気温が高く風が強い場合が最も竜巻が発生する速さが速い。しかし、勢力は弱く規模は小さい。

気温が低く、風が弱い場合が、竜巻が発生するのが、遅い。勢力は弱く、規模は小さい。

(7) 考察

気温が高く、風が強い場合が最も竜巻が発生するのが速かった。しかし、これはおかしいと考える。なぜなら上昇気流が発生しやすいのは、気温が低い時だからだと考えるからである。

だから、最も竜巻が発生するのが速いのは、気温が低く、風が強い場合だと考える。

また、気温が高く、風が強い場合、気温が低いのとくらべて、うずまき面積がせまかった。これは、上昇気流が発生しにくくなったから たくさんの空気を集めることができなかったからであると考える。

8 実験Ⅳ

(1) 目的

温度の違いによって、竜巻の発生する速さを調べ、竜巻の発生してない条件と発生しにくい条件を調べる。

(2) 準備するもの

- 実験Ⅲで使用した装置
- ドライアイス
- 金属製のトレー
- 雑ふき(水のはいった)
- ドライヤー
- 砂(乾いた)
- 軍手

(3) 方法

①ドライアイスをトレーに入れ、装置の中に砂を入れる。

②トレーに熱湯を注ぎ、ドライヤーのスイッチを入れる。

③竜巻の発生する速さを観察する。

④トレーを装置からとり、雑ふきで砂をしめらせる。

⑤トレーに熱湯を注ぎ、ドライヤーのスイッチを入れる。

⑥竜巻の発生する速さを観察する。

↓砂に水をかけ しばらくした状態

(4)仮説

砂をぬらしたことによって ダンボールの中に水蒸気がたくさん発生し、上昇気流が発生しやすいと思う。だから 温度が高いほうが 竜巻の発生するのは速いと思う。

また、温度が高いほうが、規模の小さい竜巻が発生すると思う。

資料1

(5)結果

〜温度が高い(風が強)〜

・ドライヤーのスイッチを入れてから

6秒後に写真のような発表が→

発生した。

・とても細いが、はっきりとしていた。

・1番きれいな発表

・ひびが面積高い

資料2

〜温度が高い(風が弱)〜

・ドライヤーのスイッチを入れてから

←12秒後に、写真のような発表が

発生した。

・強と同じで、とてもはっきりとしていた。

・ひびが面積大きい。

資料3

～温度が低い（風は弱）～

・ドライヤーのスイッチを入れてから

1秒前後に写真のような

発光が発生した。

・うずまき面積広い。

資料4

～温度は低い（風は弱）～

・ドライヤーのスイッチを入れてから

1秒前後に写真のような

発光が発生した。

・うずまき面積せまい。

		発生する速さ	竜巻の様子
湿度高い	強	6秒	うずまき面積せまい
	弱	12秒	うずまき面積せまい
湿度低い	強	12秒	うずまき面積広い
	弱	17秒	うずまき面積せまい

(6)結論

湿度が高く、風が強い場合が、最も竜巻が発生するのは速い。

湿度は低く、風が弱い場合が、最も竜巻が発生するのはおそい。

(7)考察

湿度が高いのが、低いのにくらべて風が強くても、弱くても発生するのは速かった。これは、ダンボールの中の水蒸気がたくさんあるから、上昇気流が発生しやすかったのだと考える。

また、上昇気流が発生しやすくなったので、風が強くても、弱くてもはっきりした竜巻が発生したのだと考える。

9. 実験V

(1) 目的

竜巻の発生をさえぎるものが効果があるかどうか、竜巻の発生する速さを調べて、竜巻の発生しやすい条件と、しにくい条件を調べる。

(2) 準備するもの

- 実験Iで使用した装置
- ドライアイス
- 金属製のトレー
- 花びん
- 砂
- 軍手
- ドライヤー

(3) 方法

① ドライアイスをトレーに入れ装置の中に砂を入れる。

② トレーに熱湯を注ぎ、ドライヤーのスイッチを入れる。

③ 竜巻の発生する速さを観察する。

④ 花びんをドライアイスの入ったトレーの上に置く。

⑤ トレーに熱湯を注ぎ、ドライヤーのスイッチを入れる。

⑥ 竜巻の発生する速さを観察する。

↓建物を置いた状態

(4) 仮説

建物を置いた状態だと、上昇気流が発生しようとしているのに、それを妨げてしまうので、竜巻は発生しないと思う。

確かに、町中で発生した竜巻は見たことがないと思った。

(2)結果

~建物がある(風は強)~

・ドライヤーのスイッチを入れてから

1分経っても発火は発生

しなかった。

資料1

資料2

~建物がある(風は弱)~

・ドライヤーのスイッチを入れてから

1分経っても発火は発生

しなかった。

資料3

-建物がない(風は強)-

・ドライヤースイッチを入れてから
12秒後に、写真のような →
竜巻が発生した。

資料4

-建物がない(風は弱)-

・ドライヤースイッチを入れてから
← 17秒後に、写真のような
竜巻が発生した。

		発生するまでの	様子
建物あり	強	発生しない	空気が循環しているだけ
	弱	発生しない	空気が循環しているだけ
建物なし	強	12秒	うずまき面積広い
	弱	17秒	うずまき面積せまい

(6) 結論

建物（竜巻の発生をさえぎるもの）が場合、風が強くても弱くても竜巻は発生しない。

(7) 考察

建物がある場合、竜巻は発生しなかった。これは上昇気流が発生しようと空気がまわっているのに、建物があることによって、その流れを止め、さえぎったから上昇気流は発生せず、竜巻も発生しなかったのだと考える。

私たちが住んでいる中で、市街地で竜巻は発生しない。この結果より、建物があることによって竜巻は発生しないのだと考える。

10. 実験IV

(1) 目的

今までの実験の結果を元にして、最も竜巻の発生しやすい条件と、最も竜巻の発生しにくい条件を調べる。

(2) 準備する

- 実験まで使用した装置
- ドライアイス
- 金属製のトレー
- 花びん
- ちりふき
- 砂
- 軍手
- ドライヤー

(3) 方法

① ドライアイスをトレーに置き、花びんも置く。
② 熱湯を注ぎ、装置の中に置き、ドライヤーのスイッチを入れる。
③ 竜巻の発生する速さを観察する。
④ トレーをしりぞけ、ちりふきで砂をぬぐう。
⑤ ドライアイスをトレーに置き、装置の中にいれ、ドライヤーのスイッチを入れる。
⑥ 竜巻の発生する速さを観察する。

(4) 仮説

建物を置いた場合が、最も竜巻が発生しにくい。
温度が高い場合が、最も竜巻が発生しやすいと思う。

(5) 結果

〜湿度が高い〜（風い弱）

・ドライヤーのスイッチを入れてから6秒後に写真のような

発光が発生した。

資料1

資料2

〜湿度は高い（風は弱）〜

・ドライヤーのスイッチを入れてから

12秒後に写真のような

発光が発生した。

資料3

～建物がある（風は弱）～

・ドライヤースイッチを入れてから

1分経っても竜巻は発生

しなかった。

資料4

～建物がある（風は弱）～

・ドライヤースイッチを入れてから

1分経っても竜巻は発生

しなかった。

		発生する速さ
湿度高い	強	12秒
	弱	17秒
建物ある	強	発生しない
	弱	発生しない

(6)結論

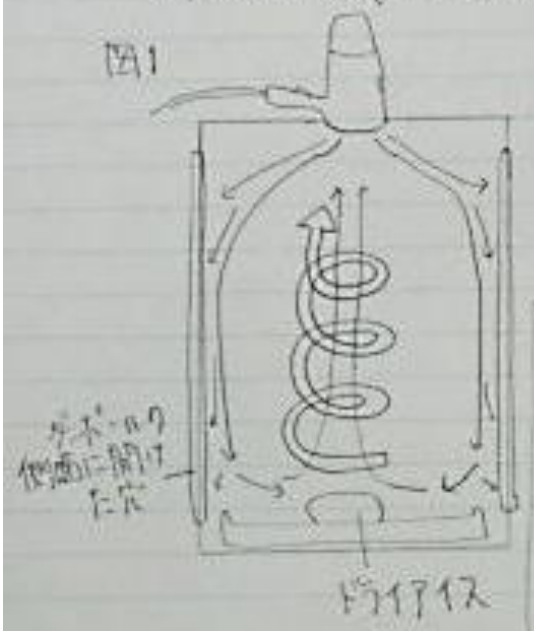
今までの実験結果を元にし、最も竜巻が発生しやすい条件は、湿度が高い状態の時だ。

また、最も竜巻の発生しにくい条件は、建物(竜巻の発生をさえぎるもの)がある状態の時だ。

(7)総合考察

① まずわれは装置の中で竜巻が発生する仕組みについて自分なりに考えてみた。(下の図1参考)

図1



→…ドライヤーの熱風の流れ

⇒…ドライアイスの白いけむり

(説明)

ドライヤーの熱風はダンボールの外に出ようとしてダンボールの側面を通る。そして、その側面を通った風がドライアイスの上にぶつかり上昇気流が発生して、白いけむりも巻き込まれる。

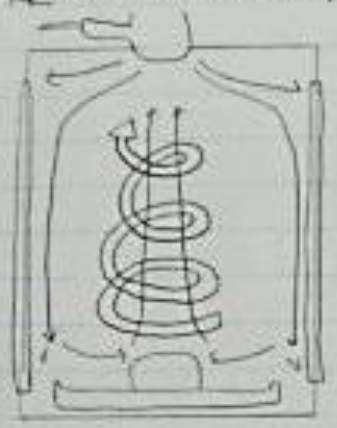
② また、実験Ⅳの資料1,2より湿度が最も高い状態が竜巻が1番発生しやすかった。これはダンボールの中の水蒸気がたくさんできることによって、上昇気流が発生しやすくなったのだと考えられる。

私達の生活にたとえると、雨が降った直後、雨が降っている時などが、湿度が高くなるので、最も竜巻が発生しやすいと考えることができる。

③実験Ⅳの資料から、やはり建物があると竜巻は発生しなかった。
これは建物が上昇気流や空気の流れを妨げたからだと
考えられる（図2参考）

図2

〈建物がない場合〉



→…ドライヤーの熱風の流れ

⟹…ドライアイスの白いけむり

〈建物がある場合〉

→…ドライヤーの熱風の流れ

左の図より建物があると熱風はぶつからず、
上昇気流は発生しない。
私達の生活にたとえると、市街地や都市部では
発生することはなく、運動場やアリーナなどの広大な土地では発生するのだと考えられる。

①～③の考察より、竜巻は上昇気流に巻き込まれて発生するものであり、
湿度の高い状態（私達の生活にたとえると雨が降った直後、降っている時）が最も
発生しやすく、空気の流れを妨げるものがある状態（都市部、市街地）が最も発生
しにくい。

11 研究のまとめ

実験Ⅰ → 風が強いほうが竜巻は発生しやすい。

風が弱いほうが竜巻は発生しにくい。

実験Ⅱ → 何もひいていないとき 風が強いほうが竜巻は

発生しやすかった。

砂をひいていて 風が弱いほうが、竜巻は発生

しにくかった。

実験Ⅲ → 気温が高く 風が強いほうが、竜巻は発生しやすい。

気温が高くて 風が弱いほうが竜巻は発生しにくい。

実験Ⅳ → 湿度が高く、風が強いほうが、竜巻は発生しやすい。

湿度が低く、風が弱いほうが、竜巻は発生しにくい。

実験Ⅴ → 建物なし、風が強いほうが、竜巻は発生しやすい。

建物があると、風が強くても、弱くても竜巻は

発生しにくい。

実験Ⅵ → 湿度が高く、風が強い状態の時が最も竜巻が

発生しやすい。

建物があると 最も竜巻は発生しにくい。

12 研究の感想

ダンボールをカッターで切ったりドライアイス(煙の)を手に入れたり
するのが難しかった。
だけど、実験自体はスムーズに行うことができたので、よかったと思う。
竜巻は予測するのが難しいと言われたので、竜巻の発生を
どのようにしたらかこうとするのかを調べればいいと思った。
テレビで見ていたら、竜巻のスピードいろいろ違いし、実験をしていたら
想像の大きさの竜巻もあったので、改めて怖いと感じた。
また、台風と竜巻の発生の違いも知ることができたので、いい勉強になった。

13 参考文献

- http // www.honda.co.jp / bosai / note / tornado / basis / index.html

- http // weather.goo.ne.jp / summer / study / 04-3.html