

理科 54 大気中水蒸気と気圧(雲の出来方)

気象観測の目的は、農業に必要な「雨」の予測と言って過言ではない。海洋で蒸発し空気中に含まれた水蒸気は、やがて冷やされて雲になり、雨となって田畑を潤す。雲のできるメカニズムを考えよう。

1. 雨が降る原理…雨は雲から降る…雲は「水滴・氷粒」で出来ている
水蒸気が冷やされると、水滴になり雲になる。
気体は、圧力が下がると、気温が下がる。
大気は、地表から 10km の厚さしかない。⇒ 上空は気圧が低い
100m 上空に上がると、0.6℃温度が下がる。 ……雲の原因は「上昇気流」

2. 上昇気流の原因

- ① 山(山脈)に向かって風が吹く、3000m 級の山であれば、18℃下がる
- ② 低気圧の渦巻きによる、「上昇気流」。高気圧は「下降気流」
- ③ 低気圧の周囲に出来る『前線』を境界とする「気団」の衝突による「上昇」

① 山脈を越える風で起きる「フェーン現象」

山を駆け上がる気体は、水蒸気を含んでいるので、水滴に代わる時に熱エネルギーを放出するので、100m 当たり 0.6℃下がり、斜面に沿って雲を作る
山を越えて駆け降りる時は、状態変化が無いので、100m 当たり 1℃温度上昇する。
例えば、平地で 20℃の空気が 3000m 級の山を越えると、頂上に着くまでに

$$0.6 \times \frac{3000}{100} = 18^\circ\text{C} \quad \text{温度が下がり、} 2^\circ\text{C} \text{の気体になる}$$

山を越え下降し、平野に戻ると $1 \times \frac{3000}{100} = 30^\circ\text{C}$ 気温が上がるので 32℃になる。

山の天気、下から風が吹くと雲がわき、天気が崩れる。

山頂から吹き降りる風は、晴天の保証。ただし、山の向こうは大荒れ。

② 低気圧の渦巻き。

太陽光で熱せられた空気は膨張し軽くなり、上昇する。地球の大気は 10km の厚さしかないので、どこかで下降して「対流」を起こす。

上昇気流の場所が「空気の重さの負担が下がる」ので『低気圧』に

下降気流の場所が「気圧+風力になる」ので『高気圧』になる

普通大気の大気圧力は 1013hPa だが、

低気圧・高気圧は、周囲より気圧が低いか高いかで決まり、

1015hPa の低気圧もありうる。

地球の自転により生じるコリオリの力で、北半球では

低気圧は反時計回りの渦巻きに、南半球では時計回りの渦巻き状の、風が吹き込む。



③ 前線の周りの「気団」の衝突

詳しくは RK27 で解説するが、低気圧が、暖気と寒気の狭間の位置（日本近辺）に来ると、南側では、水蒸気を多く含み温かく軽い空気が北上し、西側では、北から供給される、冷たく重い空気が吹き付ける。低気圧自身の北上する速度の影響で、低気圧の南西に、「暖気の下に寒気が潜り込む=寒冷前線」と、低気圧の東側に、「寒気の上に、のし上がるようにぶつかる暖気=温暖前線」が発生する。

寒冷前線の後ろ側(北西)では、暖気の急上昇のため、「積乱雲」が発生し、大雨となる。通過後、気温が急降下する。……夏の夕立

温暖前線の前方(北側)では、暖気の緩やかな上昇により「高層雲」が広く広がり「曇り」の天気が広がる。小雨に成る事もある。

前線は、地表での境界なので、寒冷前線は早く、温暖前線はゆっくり移動する。

その結果、寒冷前線が温暖前線に追いつき、「閉塞前線」となる。強い上昇気流なので、真下に「大雨」が降る。

4. 飽和水蒸気量と湿度

気圧とは、その位置より上にある空気の重さの事で、上空に行くほど低くなる
普通、海面上で、1013hPa であるが、これを「1気圧=1atm」と呼ぶこともある。

上昇気流の結果、気圧が下がると、気温が下がる。気温が下がる、含むことが出来る水蒸気量が減るので、含む切れない分が水滴になる。これを雲と言う。

その気温で含むことが出来る水蒸気量を飽和水蒸気量と言って、グラフ解読問題の代表である。大きなコップに 8 割ほど入っている水を、小さなコップに移し替えると、入りきらない分が、溢れ出す現象と考えればよい。

右の図が、その飽和水蒸気量のグラフ。A 点と B 点に印がある。A 点は、飽和水蒸気量 17g の気温 20℃の状態に

10g の水蒸気が溶けている事を示し。B 点は、飽和水蒸気量 30g の気温 30℃の気体に 10g の水蒸気が溶けている

事を示している。含んでいる水蒸気量が同じでも、限界量が違うので、湿った空気・乾いた空気と言う質感の違いが出てくる。

これを「湿度」と言う。

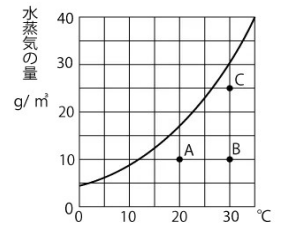
A 点では $10g \div 17g = 0.58823 \dots = \text{湿度 } 58.8\% = 59\%$ と言い

B 点では $10g \div 30g = 0.33333 \dots = \text{湿度 } 33.3\% = 33\%$ と表し

%が小さいほど乾燥していると言う。

冬に、エアコンで部屋を暖めると、空気が乾燥する理由である。

C 点での湿度を求めてみよう。 $25g \div 30g = 83.3\%$ が判りますね。



5. 降水量の計算

気温 30°Cで、水蒸気 10g/cm³ 含む、C 点の気体を考えます。水蒸気を 25g 含む、湿度 83%でした。この気体が、上昇気流になり、上空で冷やされて 10°Cになったと考えましょう。

自分でグラフから数値を読み取ると

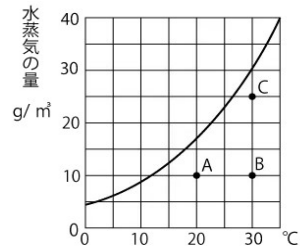
10°Cの時の飽和水蒸気量は、約 8g と判ります。

元々入っていた水蒸気量は 25g ですから、8g のコップには入りきりませんね。

そうです。はみ出す 17g 分が水滴となり、雲になります。やがて集まって雨になるので、地表での空気の「温度と湿度」が判れば、含まれる水蒸気量が判り、どれほどの上昇気流があるのか考えれば、何°Cまで冷やされるか判るので、雲が出来るかできないか、降水量はどれくらいになるのかを計算できるのです。

原理はこうですが、賢い人は気が付きますよね。いきなり、10°Cに冷えて雲が出来るわけでは無く、徐々に冷えるのですから、最初に雲が出来始める温度と言うのがあるはずですよ。

今までの説明を図にしたので見てください。



湿度計算の図です	雲量計算の図です	赤いラインが横切るのは
限界 30g 中 25g 入っています。83%です。	25g - 8g の計算をする理由です。湿度は 100%です	黒い点ですね。その時の温度を

「露点」と言います。氷の入った水のコップの周りに付く水滴を「露(つゆ)」と言うのです。温度計の液溜まりに水で濡らしたガーゼを付けて、この露点を測定し、表から湿度を計算する「乾湿球湿度計」と言うものがありました。

この問題では、27°Cくらいですね。

1.の計算で使った、100m で 0.6°C温度が下がる事から、 $(30-27) \div 0.6 = 5$ なので

500m上空から雲が出来始める事が判ります。

忘れてならない大事なポイント「露点より温度が下がると・・・余った分はみんな水滴になるので」=『湿度=100%』なのです。決して $25 \div 8 = 3.125 = 312.5\%$ ではありません。全然関係なさそうな 20°Cの時も、湿度 100%なのです。ひっかけ問題です。その水蒸気量で「飽和」になる温度を『露点』と言います。重要です。

理科 54 重要ポイントをまとめて置きましょう

1. 空気が温められると・・・上昇気流が起きる
 2. 上昇気流の場所を「低気圧」と言う
 3. 対流の結果、下降気流の起こる場所を、「高気圧」と言う
 4. 低気圧は、「反時計回り」に「風が吹き込み」、中心は「無風」
高気圧では、「時計回り」に「風が吹き出す」
 5. 風は気圧の差によって生じる
等圧線が密・・・強風
 6. 等圧線がゆがんで出っ張るところ
風向がずれるので、「前線」が出来る
 7. 寒気がぶつかる前線は「寒冷前線」速度が速く前線の北西に「積乱雲」「大雨」
通過後、急に気温が下がる
暖気がぶつかる前線は「温暖前線」動きが遅く、前方に広い雲「高層雲」
降っても小雨程度。寒冷前線に追いつかれると「閉塞前線」に変わり「大雨」
 8. 降水量は、地表付近の空気の温度と湿度で判る「含まれる水蒸気量」で判る。
その水蒸気量で飽和になる温度「露点」を測れば、含まれる水蒸気量が直接わかる
 9. 降雨量は、「含まれる水蒸気量-飽和水蒸気量」である。
 10. 地表の平均気圧「1気圧」は「1013hPa」であるが、これより高いか低いかで
高気圧・低気圧が決まるわけではない。
- だから、
周囲より気圧が低いので、上昇気流になる所が低気圧。高気圧はその逆
11. 北半球では、コリオリの力で、低気圧は反時計回りの渦に、南半球では、時計回りの渦になる。・・・お風呂の水を抜くと「反時計回りの渦」になって抜けていく。
 12. 低気圧(台風)は北上するので、東側では移動速度分、風速が増し、西側では、移動速度分、弱い風になる
普通時速 50km(15m/秒)、35m/秒の暴風圏を持つ台風、北東側では 50m/秒、北西側では 20m/秒になる。知ると便利な豆知識。