

# 宇宙地球物理学実験（気象学分野） 大気の安定度の解析

## 1. はじめに

天気予報で、大気の状態が不安定になっているので雷が発生しやすいでしょう、とすることがある。このような場合、大気の安定度は、鉛直方向の気温と湿度の分布によって決まっている。本実験では、夏季に関東地方が一日中よく晴れて猛暑に見舞われた日と、雷雲が発生していわゆるゲリラ豪雨に襲われた日を例に、高層気象データを解析して、大気の安定度の評価を行なう。

課題1、2と、課題3のうち経路を図示する部分はエマグラム用紙に作図し（手書き）、課題3のうちショワルター安定指数の値と、課題4、5はレポート用紙等を書いて提出しなさい（手書きでもワープロでもよい）。適切なタイトルと学籍番号、氏名を記載した表紙をつけ、ホッチキスでとじて提出すること。レポート用紙のサイズはA4とする。

## 2. 用意するもの

筆記用具、定規、レポート用紙（以上は各自持参）、エマグラム用紙

## 3. データ

使用するデータは以下の2セットである。

1. 高層気象観測 館野 2007年8月15日 9時

2. 高層気象観測 館野 2008年8月 5日 9時

時刻は日本標準時である。配布したデータには、高層気象観測の結果のうち、気圧、高度、気温、相対湿度、露点温度が記載されている。なお、露点温度は、気圧と気温、相対湿度から算出したものである。2セットのデータのうち、前者は猛暑に見舞われた日、後者はいわゆるゲリラ豪雨に襲われた日のものである。

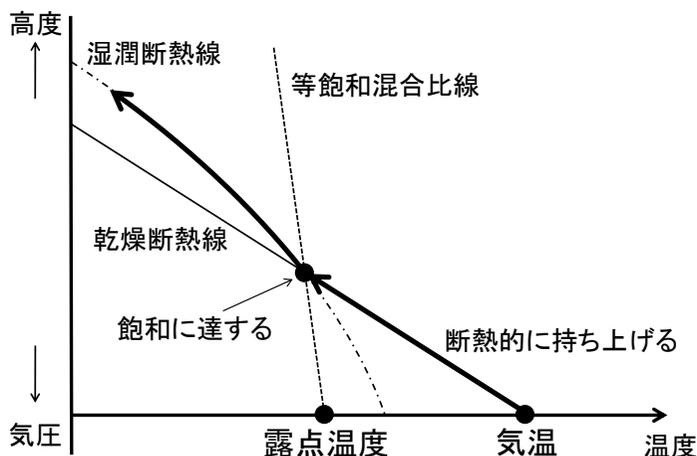
## 4. エマグラムの作成と利用

エマグラムの縦軸は気圧（hPa）、横軸は温度（℃）である。気圧は、対数軸になっていて、上下が反転している。はじめに、高層気象観測で得られた気温の観測値をプロットし折れ線で結ぶ。次に、露点温度の観測値を同じようにプロットし折れ線で結ぶ。

エマグラムに引いてある斜めの曲線のうち、最も横に寝ている緑色の線を「**乾燥断熱線**」、茶色の線のうち比較的寝ているほうを「**湿潤断熱線**」、茶色の線のうち立っているほうを「**等飽和混合比線**」という。乾燥断熱線は、飽和に達していない空気塊の断熱減率（**乾燥断熱減率**）を表している。乾燥断熱減率は $1.0^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 程度の値である。湿潤断熱線は、飽和に達している空気塊の断熱減率（**湿潤断熱減率**）を表している。湿潤な空気塊は、断熱膨張して温度が低下すると水蒸気が凝結し潜熱を放出する。このため、湿潤断熱減率は、乾燥断熱減率より小さい。比較的高温な環境では $5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 程度の値であるが、低温になると空気中に含まれる水蒸気の量が減少し、潜熱の放出による加熱の効果も小さくなるため、乾燥断熱減率に近い値になる。

エマグラム上のある位置にある、未飽和の空気塊を断熱的に持ち上げることを考える。はじめのうち、空気塊の温度は乾燥断熱線に沿って低下し、エマグラム上を左上に移動していく。エマ

グラム上の空気塊の位置における飽和混合比が、この空気塊の実際の混合比と等しくなったとき、空気塊は飽和に達したことになる。混合比（乾燥空気の質量に対する水蒸気の質量の割合）は凝結していなければ保存する量であるから、空気塊の混合比は、露点温度における等飽和混合比線の値として読み取ることができる。空気塊が飽和に達すると、以後、空気塊の温度は湿潤断熱線に沿って低下していく。



本実験では、**ショワルター安定指数**（SSI）を用いて、大気の安定度を評価する。ショワルター安定指数とは、500 hPaにおける実際の気温と、850 hPaの位置にある空気塊を断熱的に500 hPaまで持ち上げたときの空気塊の温度との差として定義される。持ち上げた空気塊の温度のほうが高ければショワルター安定指数は負の値となる。このような場合には、持ち上げた空気塊の温度がまわりの空気塊の温度よりも高いため、浮力によってさらに上昇することになり、大気の状態が不安定であるといえる。理論的には、0℃未満であれば不安定、0℃より大きければ安定ということになるが、日射による地表付近の昇温などを見込み、+2℃以下の場合には雷発生に注意が必要であるとされている。

## 5. 課題

**課題1**：2007年8月15日9時の館野における高層気象観測について、エマグラムを作成せよ。今回の解析では、地上（館野においては高度31m）から300 hPaまでのデータについて作図を行なうものとする。適切に線の種類を使い分けて気温と露点温度の線を区別しやすいように表示すること。

**課題2**：2008年8月5日9時の館野における高層気象観測について、課題1と同様に、エマグラムを作成せよ。

※課題1と2のエマグラムは別々の用紙に作成すること。

**課題 3** : 課題 1 と課題 2 で作成した、それぞれのエマグラムについて、ショワルター安定指数を求めよ。解答はレポート用紙に記載せよ (500 hPa における気温の値と、850 hPa から 500 hPa まで持ち上げた空気塊の温度の値も示すこと)。ただし、850 hPa の空気塊を 500 hPa まで断熱的に持ち上げたときの経路は、課題 1、2 のエマグラム上に書き入れよ。

**課題 4** : ふたつの事例のショワルター安定指数にはどのような違いがあるか。また、そのような違いが生じた主な原因は何か、エマグラムから読み取れる範囲で答えよ。

**課題 5** : ふたつの事例に関して、ショワルター安定指数と午後の降水との関係について考察せよ。

**課題の解答は、学籍番号と氏名の記入を確認のうえ、次回の実験の開始時まで提出してください。**