

自然を読み解く

第11回 大気の安定・不安定

元札幌管区気象台長・気象コンパス代表

古川 武彦

気象庁「ひまわり9号」より

◇雲の仕組み、大気が不安定とは
雲を形成しているのは直径が数ミクロンの雲粒で、水蒸気が凝結したものである。また、雲の色は、雲粒が太陽光を全反射しており、すべて白色である。ちなみに雲の下面が黒く見えるのは、太陽光が雲粒で吸収されるためである。

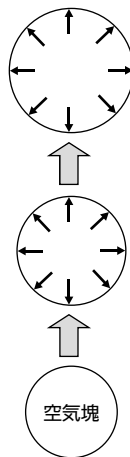
図―1に示すように、水蒸気を含む空気塊が何らかの原因で上昇すると、気圧は上空ほど低いため、膨張し、温度が低下する。そして飽和温度（露点温度）に達すると、凝結して雲粒となる。雲の誕生である。なお、上層雲の場合は空気塊が上昇しなくても、放射による冷却によって、凝結が起きる。また、留意すべきは、上層雲の場合、気温がマイナス数十℃であるため、雲粒ではなく氷粒で、やはり白く見える。

ちなみに、空気一立方メートルの質量は約一キログラムであり、水蒸気の質量は温度によって異なるが数グラ〜数十グラムである。

大気が安定している状態を図―2に示す。乾燥断熱曲線は、乾燥空気塊が上方あるいは下方に変位する場合の温度の変化率を示しているが、九・八℃/キロメートルと一定である。一方、湿潤断熱曲線は、飽和した空気塊が上下に変位する場合の変化率で、

空気塊の上昇・下降

- 気圧は上空ほど低い
- 空気塊が上昇すると膨張する
- 膨張に際して、周りの空気を押し開けるという仕事が必要で、そのためにエネルギーが必要
- 自分の熱エネルギーを用いて仕事をするので、熱エネルギーが減少する（温度が下がる）

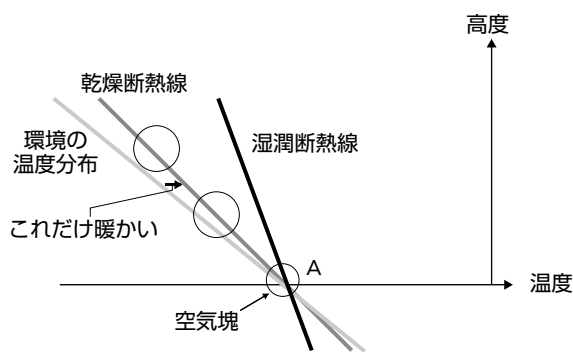


図―1 空気塊の上昇と温度の変化概念図

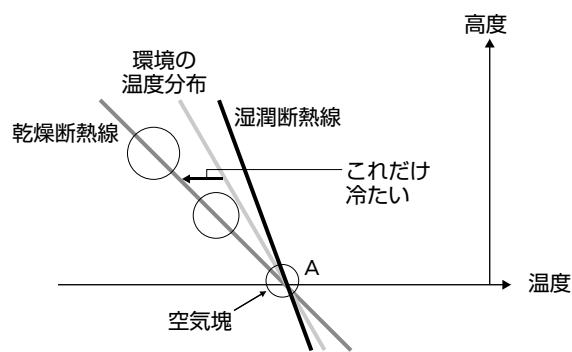
上昇に伴って凝結熱を放出するので、温度の減率は約〇・五℃/キロメートルと、乾燥断熱減率より小さい。

図中のA点の空気塊を上空に変位させるとき、その温度は、乾燥断熱線に沿って上昇し、○印で示すように膨張する。この場合は、上昇する空気塊の温度は、観測データより低いので、元に戻ろうとする力が働くため「安定」である。

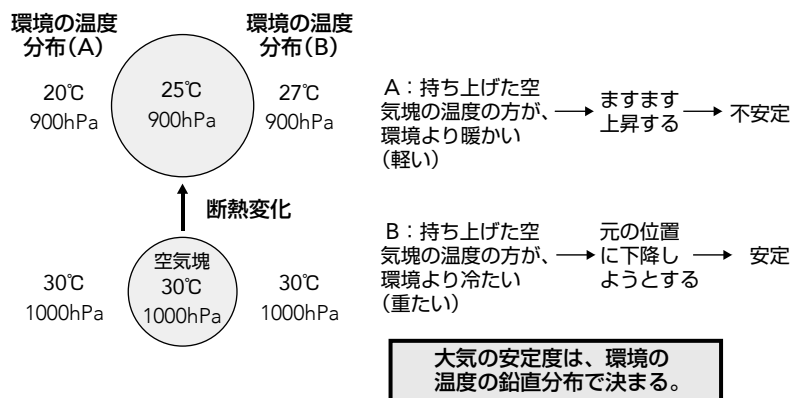
次に図―3に示すように、環境の温度が乾燥断熱線より左側にある場合は、上昇する空気塊の温度が高いので、浮力が働いて、上空に向かうと



図―3 大気の安定度（不安定の場合）

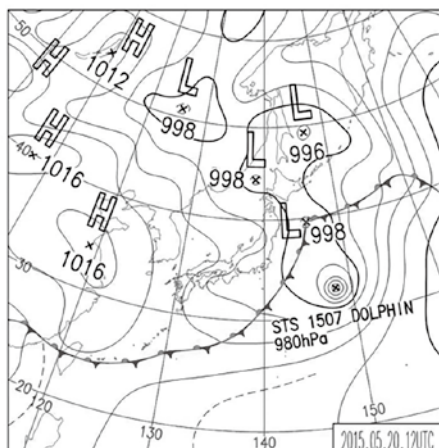


図―2 大気の安定度（安定の場合）



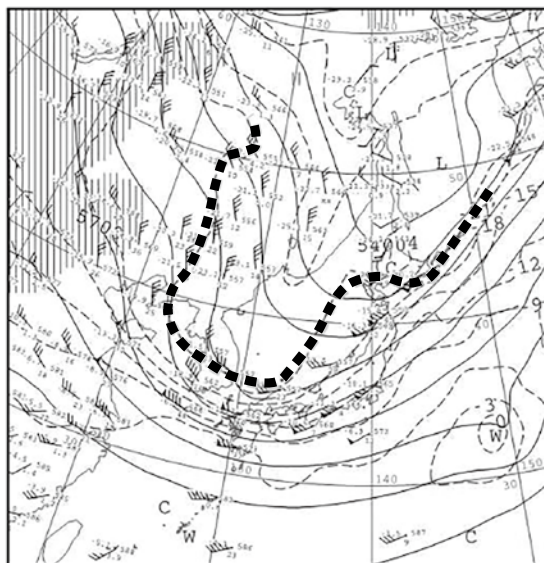
図一四 大気不安定度の概念図

する。この状態が「不安定」である。図一四に、大気の安定度の様子を地上で三〇℃の空気塊を上を持ち上げた場合を例に見る。左側の環境の温度分布Aの場合が「不安定」で、右側のBの分布の場合が「安定」である。このように大気の安定度は環境の温度の鉛直分布で決まる。すなわち、温度分布がAのように、上空に寒気が入る場合を「大気が不安定」と言う。例えば、五月に日本付近の上空に寒気が流入すると、大気の状態が不安定となり広い範囲で雷雲が発達することがある。

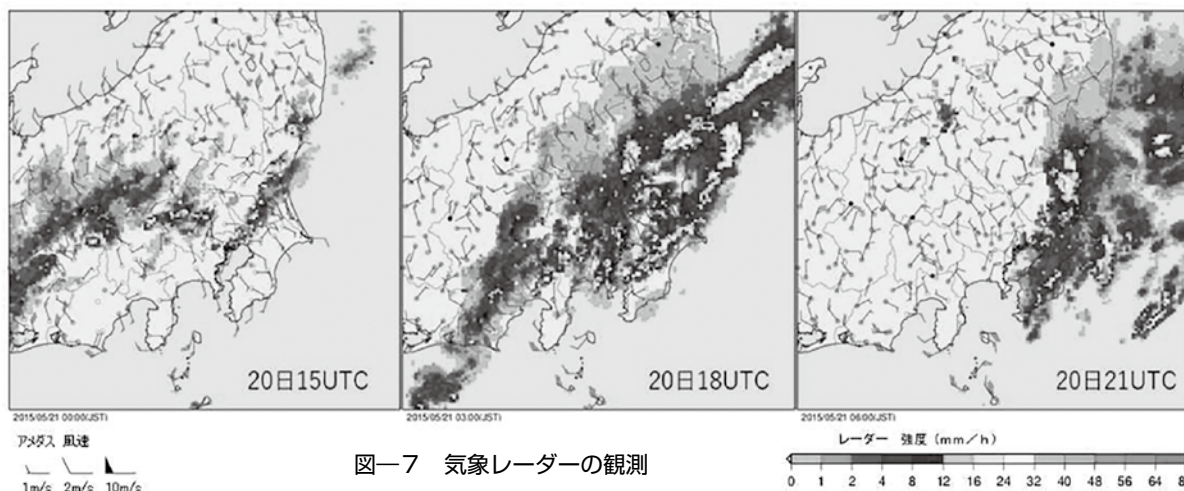


図一五 (右) 500hPa 天気図
図一六 (上) 地上天気図
(2015年5月20日 12Z)

図一五～七は気象庁資料より



安定」と言う。例えば、五月に日本付近の上空に寒気が流入すると、大気の状態が不安定となり広い範囲で雷雲が発達することがある。



図一七 気象レーダーの観測

このような時の気象レーダーの観測を図一七に示す。二〇日、一五UTC(世界協定時二一五Z)の図を見ると千葉県から神奈川県にかけて南風、北関東では北風から北東風が吹いており、風の収束している東京から埼玉県付近でライン上のレーダーエコーを観測している。一八UTCではレーダーエコーは関東全域に広がり、二一UTCにはレーダーエコーは千葉、茨城県から関東東海上へ移動している。関東では一五UTC過ぎから各地で発雷を観測した。

図一五は二〇一五年五月二〇日一二Z[※]五〇〇トヘカス(hPa)天気図で、トラフ(気圧の谷)が日本海西部にあつてマイナス二〇℃以下の寒気を伴っている。マイナス二〇℃の等温線を太い破線で示す。図一六は同時刻の地上天気図で、北海道の西とオホーツク海に低気圧があり、一方、中国大陸に中心を持つ高気圧が西から張り出している。

※Zとは船舶・航空機業界で使うスルータイムのこと。世界協定時を示すUTCと同義語