

# Saturation Point

(飽和点)

Saturation Point (飽和点) とは、「湿潤な空気塊が可逆的な断熱上昇もしくは下降運動でちょうど飽和に達したときの (断熱図上の) 点」である (Betts, 1982). このときの高度 (Saturation Level) は、未飽和気塊の場合には、よく知られた持ち上げ凝結高度 (Lifting Condensation Level) を意味するが、凝結水を含む飽和気塊の場合にも適用され、そのときは、どこまで下降すると凝結水がちょうど無くなるかという高度を意味する。

飽和点は、相当温位と同じように、乾燥・湿潤の両断熱過程において保存するが、凝結水の蒸発過程も考慮するように拡張されているため、雲を含む気塊と周囲の混合によってどのような気塊ができるか、雲が蒸発で消えるかどうか、その浮力で不安定が起こるかどうか、などを考えるのに適した概念になっている。

具体的に断熱図上で見てみよう。気圧  $p_1$  で温度  $T_1$ 、水蒸気混合比  $q_1$  の未飽和気塊 A を考える。この気塊を断熱的に上昇させると、その温度は乾燥断熱減率 (温位一定) に従って低下する。一方、点  $(p_1, T_{D1})$  の温度  $T_{D1}$  は、 $q_1$  が飽和混合比  $q_s$  になる温度、つまり、気塊 A の露点温度である。気塊 A の上昇中に混合比は変化しないので、露点温度は、飽和混合比一定の線に沿って低下していく。温度 = 露点温度になるところが飽和点 ( $p_{SL}, T_{SL}$ ) である。

この気塊をさらに上昇させる。このとき、水蒸気が凝結するので、温度は湿潤断熱減率 (飽和相当温位一定) に従って低下する。気圧  $p_2$  で、温度  $T_2$  になったとす

る。凝結した水の落下は考えないので、 $q_1 = (p_2, T_2$  での飽和水蒸気混合比) + (凝結水混合比) となる。図の  $T_{D2}$  は、 $T_{D1}$  と同じように、 $q_1$  が飽和混合比になるような温度である。この凝結水を含む気塊の飽和点は、逆に、水を蒸発させながら下降していったとき、すべての水がちょうど蒸発する点で、これは、先の飽和点に等しい。飽和点が、乾燥・湿潤の両断熱過程において、保存する性質を持っていることがわかる。

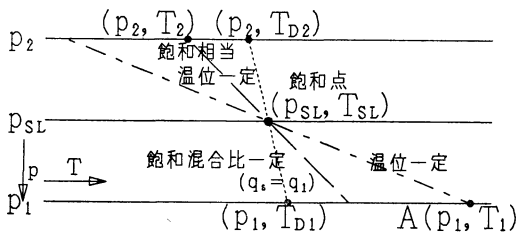
もし、気圧  $p_2$  で、凝結水が降水の落下によって失われると、点  $(p_2, T_2)$  がその気塊の飽和点になる。降水の除去は飽和相当温位一定の線に沿って飽和点の (高度の) 上昇を起こし、一方、放射による冷却は、飽和混合比一定の線に沿っての下降を起こす。気塊の混合は、それぞれの気塊の飽和点を結ぶ混合線上に飽和点をもつ気塊を作る。

第2図は、海上にできた層雲を含む混合層の飽和点と、これらの過程でどう変わるかを示している。これらがバランスすれば、雲底高度は定常に保たれる。飽和点の概念は、この他、積雲のパラメタリゼーション、大循環過程による変化など、はば広く使われている。

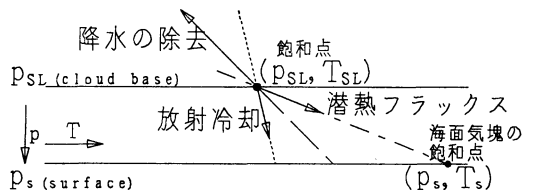
### 参考文献

Betts, A.K., 1982: Saturation point analysis of moist convective overturning. *J. Atmos. Sci.*, **39**, 1484-1505.

(東京大学海洋研究所・中村晃三)



第1図 飽和点の求め方を示す断熱図 (p-T 図). 一点鎖線・点線・破線は、温位・飽和混合比・飽和相当温位が一定の (p-T) の関係を表わす線。



第2図 海上の層雲を含む混合層での飽和点の変化。海気温度差がなく、混合層頂部でのエントレインメントが無視できる場合。