

## 温位について—熱力学の基礎を交えながら—

09/02/2003

熊谷 朝臣

周りの学生さん達が意外と「温位」の意味を知らなくてビックリしたことがあります。何度か「温位と温度って違うものなんですか？」なんて質問を受けました。こんなものは気象学の教科書の一番最初に出てくるようなものだと思うのですが（と言っても、私もドクターに入るまで知らなかったような気がしなくもない・・・(涙)）。

と言う訳で、良い機会ですので「温位」について説明します。説明のためには熱力学の基礎（と言っても、熱力学と呼ぶのも恥ずかしいくらいの”基礎”です）は避けて通れません。観念してください。

さて、結論から言ってしましましょう。今、ある空気塊で、圧力が  $P$ 、温度が  $T$  と観測されました。「この空気塊は、今、圧力が  $P$  という条件下で温度が  $T$  だけど、他の圧力では温度が変わってしまうなあ。」なんて考えるのは自然なことです。そこで、一定の基準（圧力）で温度を考えることにしました。この基準圧力  $P_0$  を 1000hPa とし、その時の温度  $\theta$  を温位と呼ぶのです。

さあ、では、温位  $\theta$  はどのように求められるのでしょうか？

空気塊の急な上昇や下降による断熱変化をイメージしてみます。まず（お約束の）熱力学第1法則を書きます。

$$dQ = dU + PdV \quad (1)$$

ここで、 $dQ$  は加えた熱量、 $dU$  は内部エネルギーの増分、 $V$  は体積ですね。さて、まず、断熱変化ですから、 $dQ$  は 0 です。次に、 $dU$  を定圧モル比熱  $C_p$  で表現してみます。

$$dU = nC_p dT - nRdT \quad (2)$$

ここで、 $n$  はモル量、 $R$  は気体定数です。(2) 式は、定圧過程では系に出入りする熱はエンタルピー ( $U + PV$  ですね) の変化に等しいという教科書の内容そのままから導かれる表現です。次に、理想気体の状態方程式  $PV = nRT$  を全微分します。すると、

$$PdV = nRdT - VdP \quad (3)$$

が得られます。(2)、(3) 式と  $dQ = 0$  を (1) 式に代入すると、

$$VdP = nC_p dT \quad (4)$$

という微分方程式が得られます。これを、圧力  $P_0$  のとき温度は  $T_0$ 、という条件で解くと、

$$T = T_0 \left( \frac{P}{P_0} \right)^{\frac{R}{C_p}} \quad (5)$$

が得られます。(5) 式の  $T$ 、 $P$  (ここでは、単位が hPa になっていることに注意) を観測値、 $P_0$  を基準圧力 1000hPa とすれば、 $T_0$  が知りたい「温位」 $\theta$ ということになります。まとめると、

$$\theta = T \left( \frac{1000}{P} \right)^{\frac{R}{C_p}} \quad (6)$$

ということになります。繰り返しますが、 $T$ 、 $P$  は観測される値です。

□