

雲密度の計算方法

杉山耕一郎 (北大理・地惑)

sugiyama@gfd-dennou.org

2005/08/21

目次

1	雲密度の計算方法	2
---	----------	---

1 雲密度の計算方法

静水圧平衡にある大気での雲密度は Weidenschilling and Lewis (1973) の方法によって導くことができる。静水圧平衡にある大気でのある高度 J において

$$M^J = \frac{p^J}{g} \quad (1)$$

が成り立つ。ここで M^J は高度 J より上における大気の単位面積当たりの質量である。物質 k の高度 J より上での単位面積当たりの大気の質量は

$$m_k^J \cdot M^J \quad (2)$$

である。ここで m_k^J は大気の質量分率である。それゆえ物質 k が凝縮する際、高度 I から J の変化幅 dz における平均雲密度 \bar{D} は、

$$\bar{D} = \frac{(m_k^I - m_k^J)\bar{M}}{dz} \quad (3)$$

である。ここで \bar{M} は考えている領域での単位面積当たりの平均質量である。(4) 式はモル分率と圧力の項によって書き換えることができる。

$$D = \frac{m_k(X_k^I - X_k^J)\bar{p}}{\bar{m}gdz}. \quad (4)$$

但し \bar{m} は大気平均分子量、 m_k は物質 k の分子量である。分子量の単位は kg mol^{-1} に換算する必要がある。

さらに高度の変化 dz を圧力変化 dp で書き換える。静水圧平衡の式と理想気体の状態方程式を用いると、

$$\begin{aligned} dp &= -\rho g dz, \\ &= -\frac{\bar{m}p}{RT} g dz, \\ dz &= -\frac{RTg}{\bar{m}p} dp, \end{aligned} \quad (5)$$

である。(4) 式に (5) 式を代入することによって、

$$D = \frac{m_k(X_k^I - X_k^J)\bar{p}^2}{RTdp}. \quad (6)$$

が求まる。もし 1 つ以上の物質が凝縮して雲を作る場合 (NH_4SH や アンモニア水溶液)、(6) 式の右辺は凝縮する物質を足し合わせたものになる。