雲密度の計算方法

杉山耕一朗 (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

$$M^{\mathrm{J}} = \frac{p^{\mathrm{J}}}{g} \tag{1}$$

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

$$m_{\mathrm{k}}^{\mathrm{J}} \cdot M^{\mathrm{J}} \tag{2}$$

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,

$$\bar{D} = \frac{(m_{\mathrm{k}}^{\mathrm{I}} - m_{\mathrm{k}}^{\mathrm{I}})\bar{M}}{dz} \tag{3}$$

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.

$$D = \frac{m_{\mathrm{k}}(X_{\mathrm{k}}^{\mathrm{I}} - X_{\mathrm{k}}^{\mathrm{J}})\bar{p}}{\bar{m}gdz}. \tag{4}$$

但し $\bar{m}$ は大気の平均分子量, m_{k} は物質 k の分子量である. 分子量の単位は $\mathrm{kg\ mol^{-1}}$ 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,

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

である. (4) 式に (5) 式を代入することによって,

$$D = \frac{m_{\mathrm{k}}(X_{\mathrm{k}}^{\mathrm{I}} - X_{\mathrm{k}}^{\mathrm{J}})\bar{p}^2}{RTdp}. \tag{6}$$

が求まる. もし 1 つ以上の物質が凝縮して雲を作る場合 ($\mathrm{NH_4SH}$ 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.