

傾圧不安定 (準地衡流近似) の定式化

竹広 真一

2016/02/16

1 支配方程式

水平方向に幅 L_y , 鉛直方向に幅 D の水平壁に挟まれた水路領域の準地衡流運動を考える。水路に平行な方向に x 軸, 水平方向に横切る方向に y 軸, 鉛直方向に z 軸をとる。水路に平行な方向には長さ L_x で周期的であるとする。

支配方程式はポテンシャル渦度保存則である。

$$\frac{\partial q}{\partial t} + J(\psi, q) = 0, \quad q = f + \nabla^2 \psi. \quad (1)$$

境界条件は壁面に垂直な流れ成分が 0 であることである。

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} = 0 \quad \text{at } y = -L/2, L/2, \quad \frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial \psi}{\partial z} + J\left(\psi, \frac{\partial \psi}{\partial z}\right) = 0, \quad \text{at } z = 0, D. \quad (2)$$

基本場の x 方向の流れを $\psi = -\Lambda y z$ とおく。 $\psi = \Lambda y z + \psi'(x, y, z, t)$ を方程式と鉛直方向の境界条件に代入すると,

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \Lambda z \frac{\partial q}{\partial x} + J(\psi', q) = 0, \quad q = \nabla^2 \psi', \quad (3)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial \psi'}{\partial z} + \Lambda z \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial \psi'}{\partial z} - \Lambda \frac{\partial \psi'}{\partial x} + J\left(\psi', \frac{\partial \psi'}{\partial z}\right), \quad \text{at } z = 0, D. \quad (4)$$

2 実験設定

初期条件として

$$q = q_0 \sin(kx) \sin(l y) e^{z/\sigma}, \quad k = 4\pi/L_x, l = 2\pi/L_y, \sigma = 0.2, q_0 = 10^{-2} \quad (5)$$

を与える.

3 結果

図 1: 流れ関数の鉛直断面時間変化アニメーション