地衡流調節

竹広 真一

2016/01/15

回転浅水系にて, 局所的な表面変位場および速度場擾乱を与えると, それらは慣性重力波として伝播していく成分と, 地衡流平衡を保った定常渦の成分とにわかれる. この過程は地衡流調節と呼ばれ, それぞれの成分のおおきさの比は, 初期に与える擾乱の水平スケールと変形半径の比によって定まる. 以下では, 2 次元回転浅水系にて地衡流調節の数値実験のための定式化と設定を記す.

1 支配方程式

静止状態からの擾乱の線形化された 2 次元回転浅水系の支配方程式は

$$\frac{\partial u}{\partial t} - fv = -g\frac{\partial h}{\partial x}, \quad \frac{\partial v}{\partial t} + fu = -g\frac{\partial h}{\partial y}, \quad \frac{\partial h}{\partial t} + H\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}\right) = 0. \tag{1}$$

u, v は速度の x, y 成分, h は水面の変位, $f = 2\Omega$ はコリオリパラメタであり, 回転系の角速度 Ω の 2 倍である. g は重力加速度, H は静止状態での流体層の厚さである.

平面 2 次元極座標での表現は,

$$\frac{\partial u_s}{\partial t} - fu_\phi = -g\frac{\partial h}{\partial s}, \quad \frac{\partial u_\phi}{\partial t} + fu_s = -\frac{g}{s}\frac{\partial h}{\partial \phi}, \quad \frac{\partial h}{\partial t} + H\left(\frac{1}{s}\frac{\partial}{\partial s}(su_s) + \frac{1}{s}\frac{\partial u_\phi}{\partial \phi}\right) = 0. \tag{2}$$

となる. ここで s, ϕ は平面極座標の動径および方位角, u_s, u_ϕ は速度の動径および方位角成分を表す.

2 実験設定

各パラメターの値を $g = H = f = 1$ とする．すなわち変形半径 $L_d = \sqrt{gH}/f = 1$ である．

初期に表面変位擾乱を与える場合,

$$u_s = 0,\ u_\phi = 0, h = \exp(-s^2/L^2), \tag{3}$$

を形を与える．パラメター L は擾乱の水平スケールを表しており, $L = 0.2, 0.5, 2$ の 3 通りを扱った．

初期に速度擾乱を与える場合,

$$u_s = 0,\ u_\phi = s\exp(-s^2/L^2),\ h = 0, \tag{4}$$

を形を与える．パラメター L は擾乱の水平スケールを表しており, $L = 0.2, 0.5, 2$ の 3 通りを扱った．

3 結果

3.1 表面変位擾乱に対する応答

3.2 速度擾乱に対する応答

図 1: 表面変位擾乱を与えたときの表面変位の時間発展アニメーション. $L = 0.2$ の場合.

図 2: 表面変位擾乱を与えたときの表面変位の時間発展アニメーション. $L = 0.5$ の場合.

図 3: 表面変位擾乱を与えたときの表面変位の時間発展アニメーション. $L = 2.0$ の場合.

図 4: 速度擾乱を与えたときの表面変位の時間発展アニメーション. $L = 0.2$ の場合.

図 5: 速度擾乱を与えたときの表面変位の時間発展アニメーション. $L = 0.5$ の場合.

図 6: 速度擾乱を与えたときの表面変位の時間発展アニメーション. $L = 2.0$ の場合.