
ロスビー波

(Rossby wave)

カール＝グスタフ・ロスビー

Carl-Gustaf Arvid Rossby

(1898年12月28日-1957年8月19日)

- スウェーデン生まれのアメリカの気象学者。
- スtockホルム生まれ。Stockホルム大学を卒業後、V・ビヤークネスに招かれ、ノルウェーのベルゲン地球物理学研究所で極前線論の研究を始める。
- 気団分析用のロスビー図の考案やロスビー波の発見、ジェット気流・偏西風・絶対渦度保存の研究、アイセントロピック解析などが主要な業績である。
- 大気の大規模な運動を熱学的に論じて、気象学を飛躍的に発展させた功績は大きく、「近代気象学の父」と呼ばれる。
- アメリカの「気象学雑誌 (Journal of Meteorology)」やスウェーデンの気象誌「Tellus」を創刊。
- 1951年には気象学に対する貢献を称えるロスビー研究メダルが制定され、毎年1名に授与されている。

浅水方程式

$$\frac{\partial u}{\partial t} - fv = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} \dots\dots (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + fu = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} \dots\dots (2)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + H \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) = 0 \dots\dots (3)$$

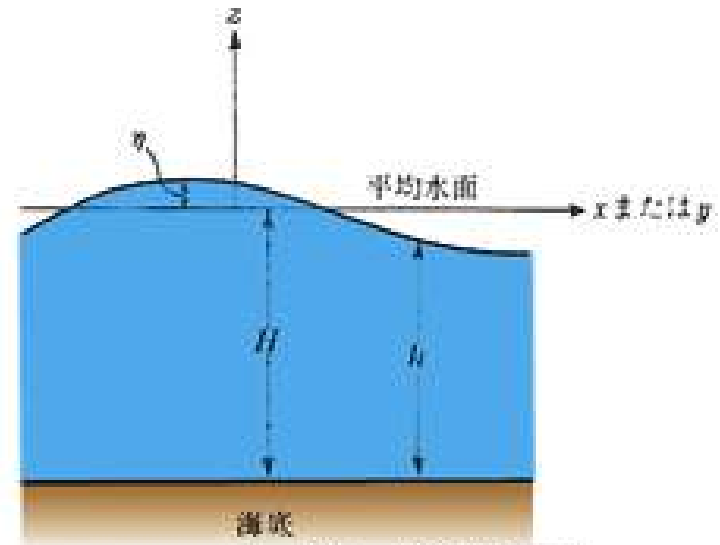


図1 浅水方程式の図

$$f = f_0 + \beta y$$

(2)をxで微分、(1)をyで微分し、引く

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \beta v + f \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) = 0 \dots \dots (4)$$

(1)、(3)、(4)の解を以下のようにおく

$$\begin{Bmatrix} u \\ v \\ \eta \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \hat{u} \\ \hat{v} \\ \hat{\eta} \end{Bmatrix} e^{i(kx+ly+\sigma t)} \dots \dots (5)$$

定数

(5)を(1)、(3)、(4)に代入して整理する

$$(\sigma k + \beta)(\sigma^2 - k^2 gH) - \sigma k l^2 gH - k \sigma f_0^2 = 0 \dots \dots (6)$$

σ は $k\sqrt{gH}$ よりはるかに小さいとする。

$$(\sigma k + \beta)(-k^2 gH) - \sigma k l^2 gH - k \sigma f_0^2 = 0 \dots \dots (7)$$

$$\sigma = -\frac{\beta k}{(k^2 + l^2) + (1/\lambda^2)} \dots \dots (8)$$

この式で表される式をロスビー波と呼ぶ。

$\lambda = \sqrt{gH} / f_0$: ロスビーの変形半径

$$c = \frac{\sigma}{k} = -\frac{\beta}{(k^2 + l^2) + (1/\lambda^2)} \dots \dots (9)$$

非発散のロスビー波

$$u = -\frac{\partial \psi}{\partial y}, v = \frac{\partial \psi}{\partial x}$$

$$c = \frac{\sigma}{k} = -\frac{\beta}{(k^2 + l^2)} \dots \dots (10)$$

ロスビー波

- 復元力はコリオリ力の緯度変化(ベータ効果)
- 位相は西進する
- 位相速度は波数ベクトルの絶対値 $\sqrt{k^2 + l^2}$ だけによる
- ロスビー波は完全な2次元流体にも存在する

定常ロスビー波

$$L_s = 2\pi\sqrt{\bar{u} / \beta}$$

$$\varphi = 45^\circ (\beta = 1.63 \times 10^{-11} m^{-1} \cdot s^{-1})$$

$$\bar{u} = 20 m \cdot s^{-1}$$

$$L_s \approx 7000 km$$

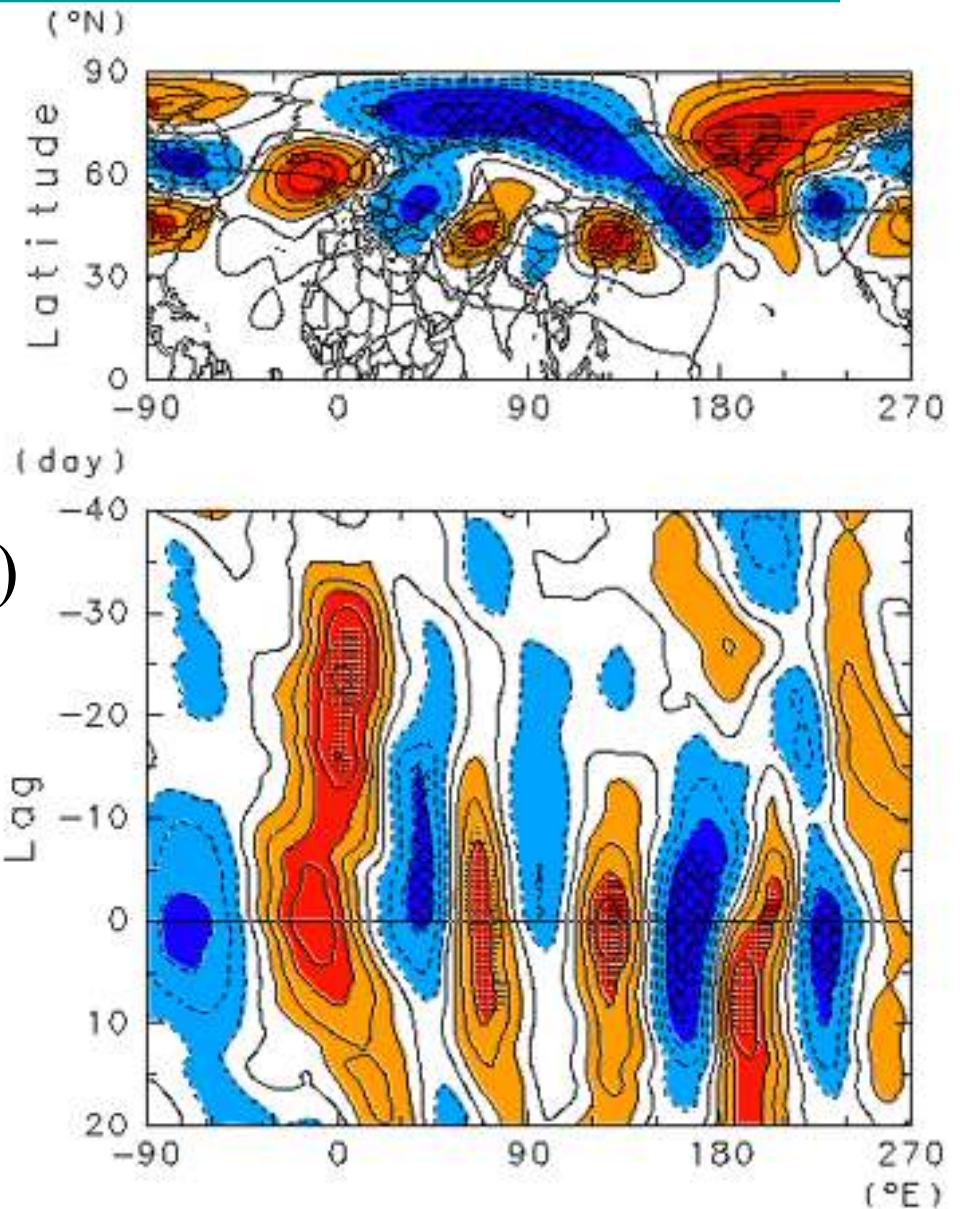


図 亜熱帯ジェットに沿った 250hPa 面高度偏差に見られた定常ロスビー波の分布 (上) と上の図を 0day としたときの時系列 (下)

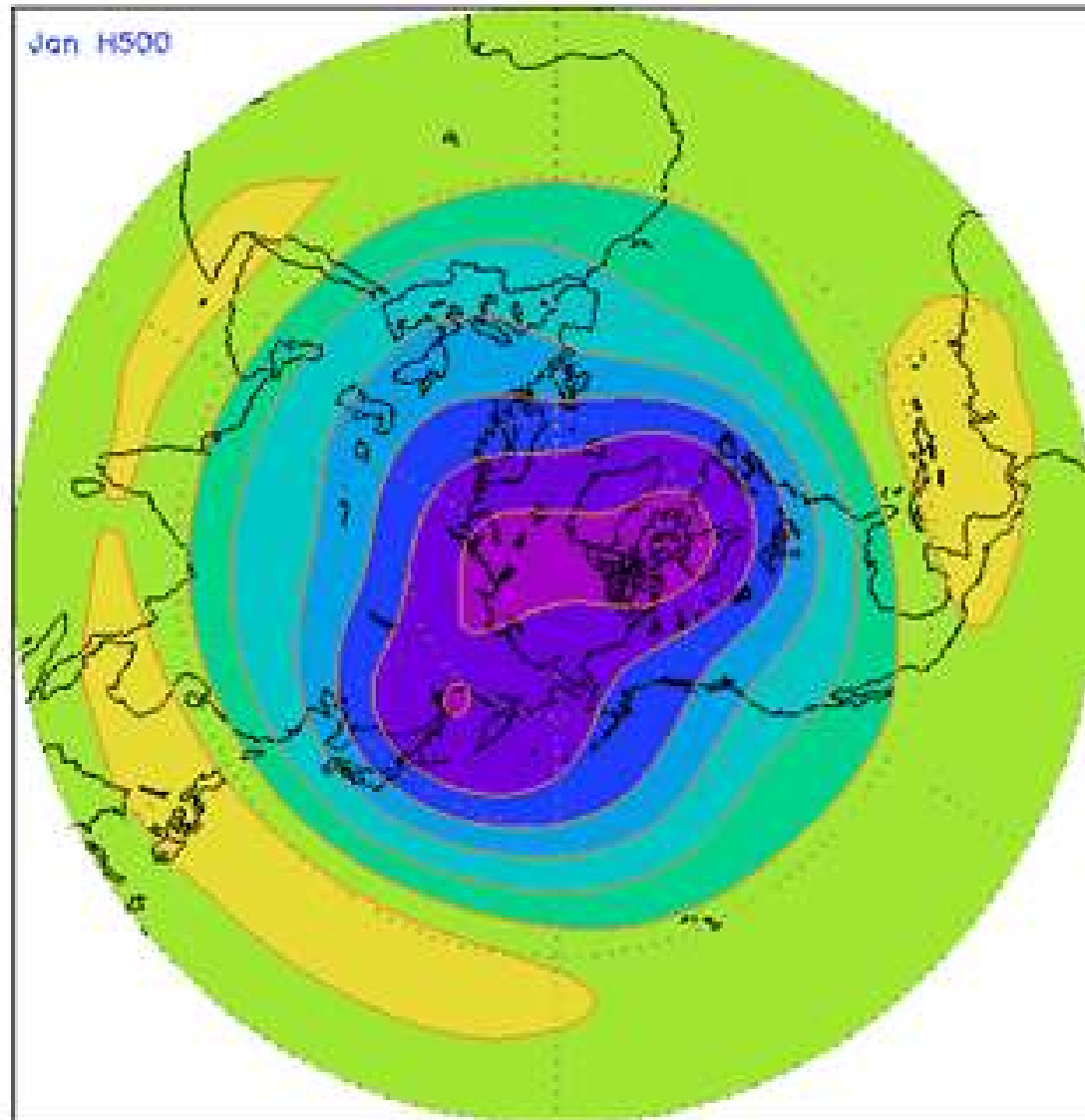


図2 1月の北半球 500hPa面平均高度(1948～2000年)