



# 台湾北東部における11-14日周期 の黒潮流軸変動

高橋大介<sup>1</sup>・郭新宇<sup>2</sup>・森本昭彦<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>名大・水循環セ, <sup>2</sup>愛媛大・CMES)

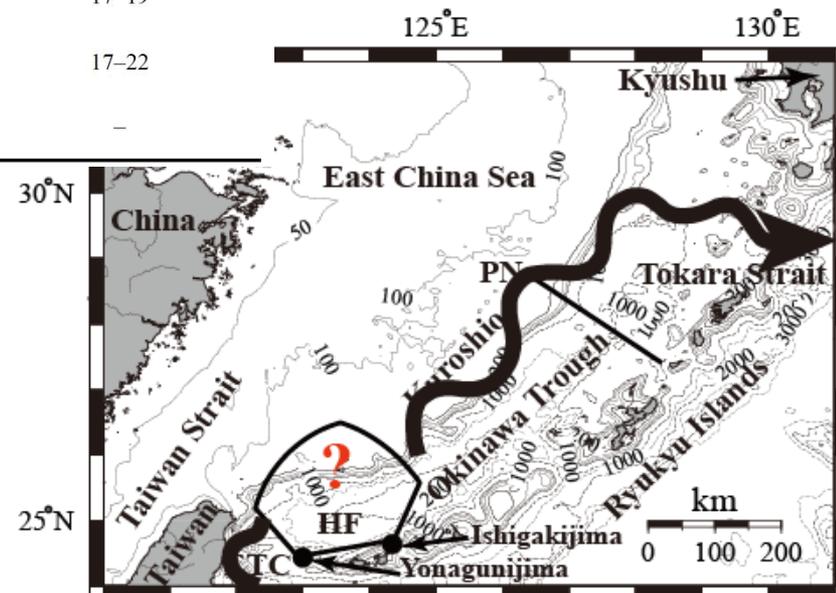
# 東シナ海における11–14日周期の黒潮流軸変動

Table 1. Previous observations showing location, period, wavelength, and downstream phase speed of biweekly periodic Kuroshio axis variation in the East China Sea.

	Location	Period (days)	Wavelength (km)	Downstream phase speed (km day <sup>-1</sup> )
Zhang et al. (2001)	East Taiwan Channel	10–18	–	–
?	<b>Northeast of Taiwan</b>	?	?	?
Sugimoto et al. (1988)	Near PN-line	11–14	300–350	26
James et al. (1990)	Near PN-line	7–16	–	17–28
Ichikawa and Beardsley (1993)	Between northeast of Taiwan and Tokara	8–23	150–375	8–19
Ichikawa (1993)	Between northeast of Taiwan and Tokara	13–16	100–300	17–19
Qiu et al. (1990)	Between the PN-line and Tokara Strait	14–20	100–150	17–22
Feng et al. (2000)	Tokara Strait	10–12	–	–

◆ 東シナ海では、周期10–20日、波長100–375 km、伝播速度17–30 km day<sup>-1</sup>の黒潮流軸変動(小蛇行)が度々観測される。

◆ 周期10–20日の黒潮流軸変動がPNライン付近で傾圧不安定によって形成されたものと、上流域で形成されPNラインまで伝播してきたものの2つがある (James et al., 1990)。



# 遠距離海洋レーダ (LROR)

1. 情報通信研究機構 (NICT) の台湾北東部における遠距離海洋レーダ (Long-Range Ocean Radar; LROR) の表層流データ.

2. 空間解像度;  $7\text{km} \times 7\text{km}$ , 時間間隔; 30分

3. 使用データの期間

2002–2005年の4年間分のデータ.

4. データ処理

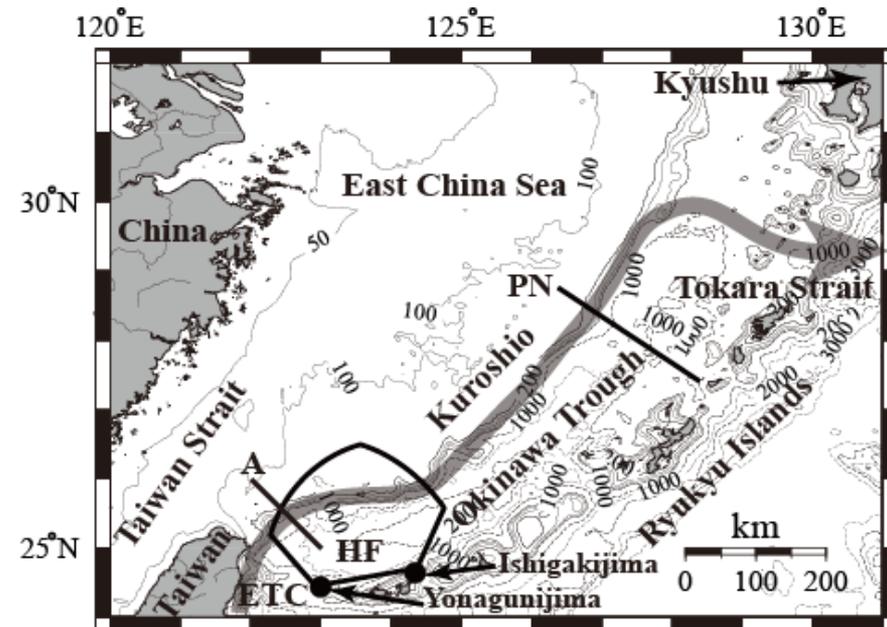
(1) 1時間平均データ.

(2) 各グリットにおけるデータ取得率の算出し, データ取得率が70%以上のグリットのデータを使用.

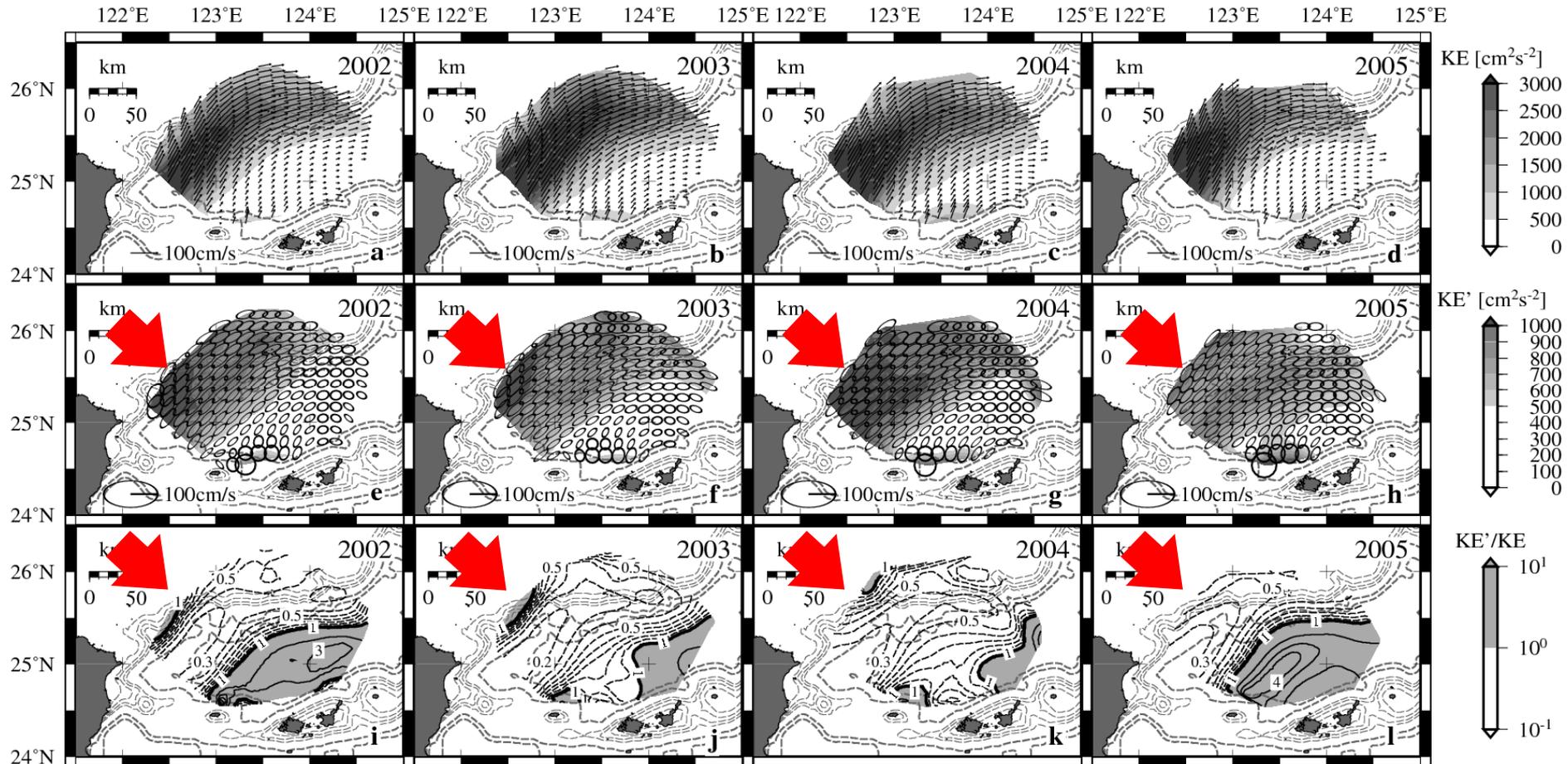
(3) 時空間補間 (線形補間, スプライン補間)・ガウス関数 (影響半径15km) による平滑化.

(4) 各グリットにおいて48時間 tide killer filter による短周期成分の除去 (Hanawa and Mitudera, 1985).

(5) 相対渦度の算出.



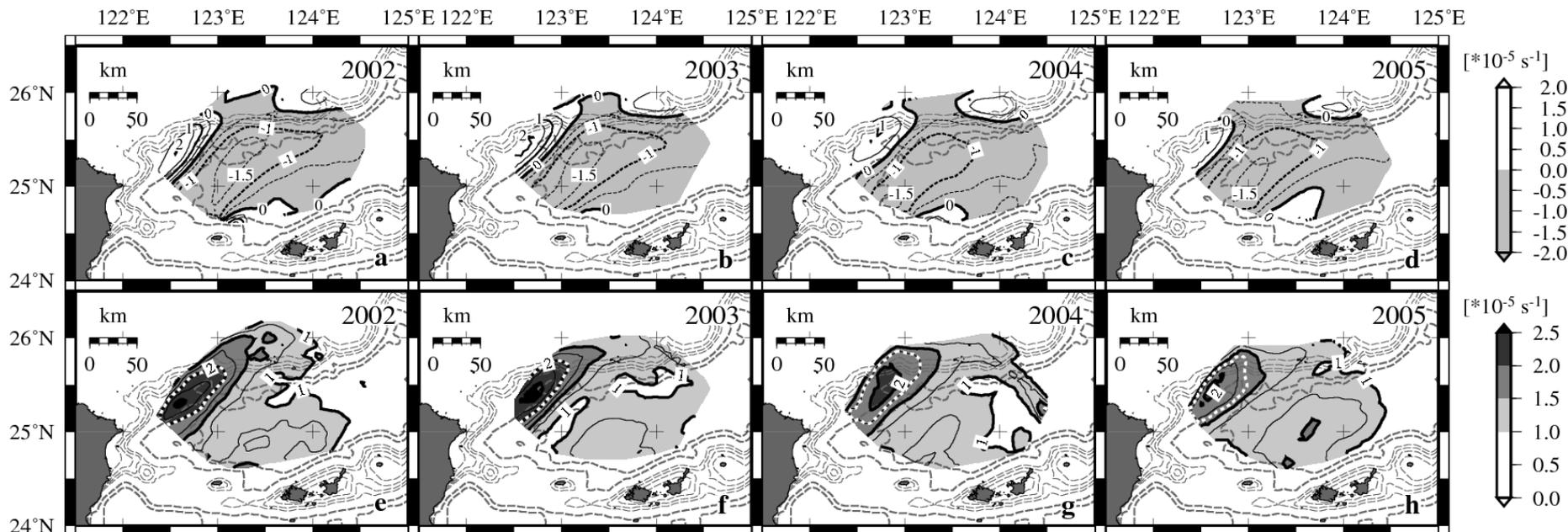
# 台湾北東部における表層流の平均場と変動場



KE : kinetic energy of the mean flow per unit mass  $KE = 0.5 \cdot (\bar{u}^2 + \bar{v}^2)$

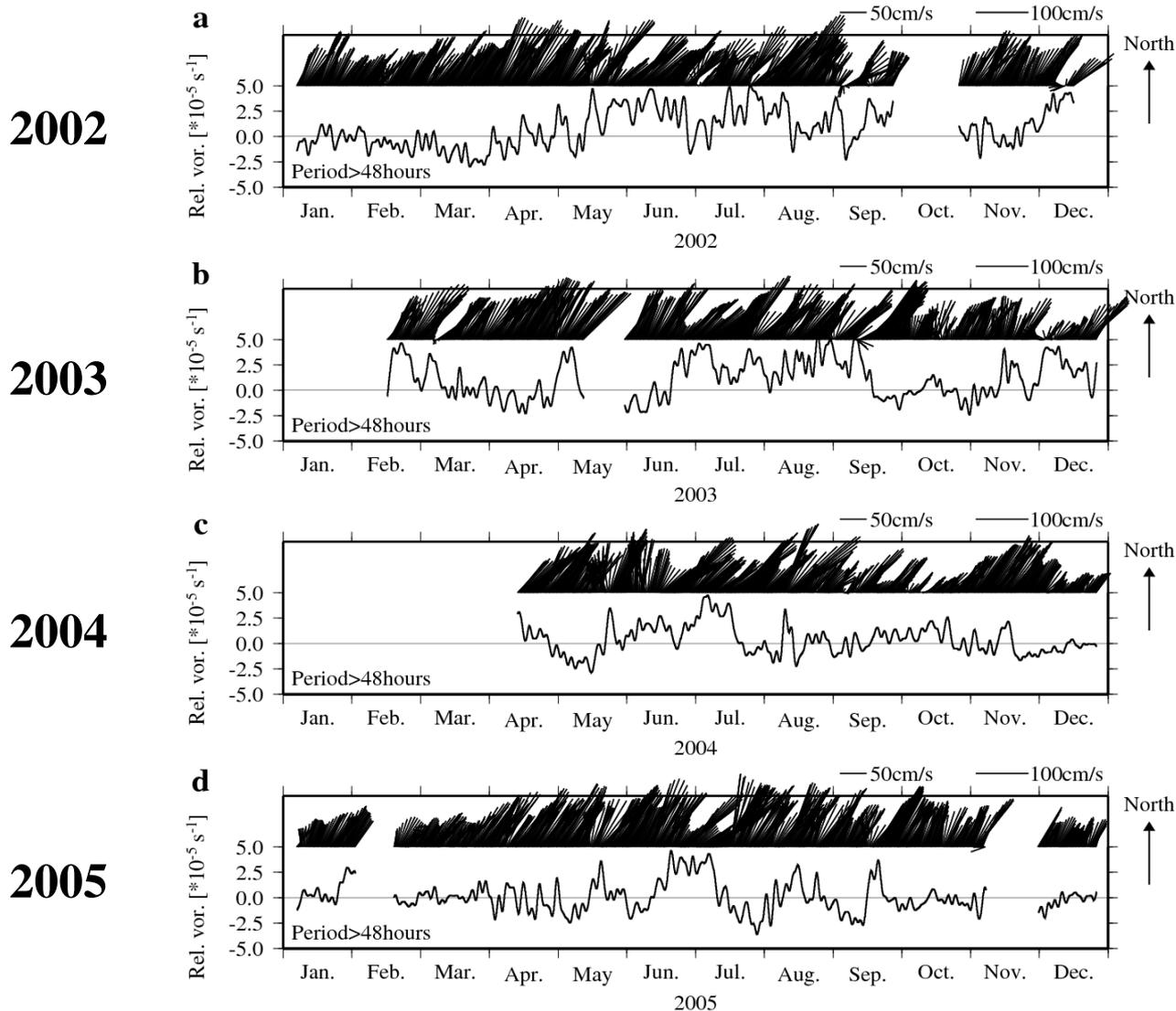
KE' : eddy energy per unit mass  $KE' = 0.5 \cdot (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$

# 台湾北東部における表層流の相対渦度の平均場と変動場



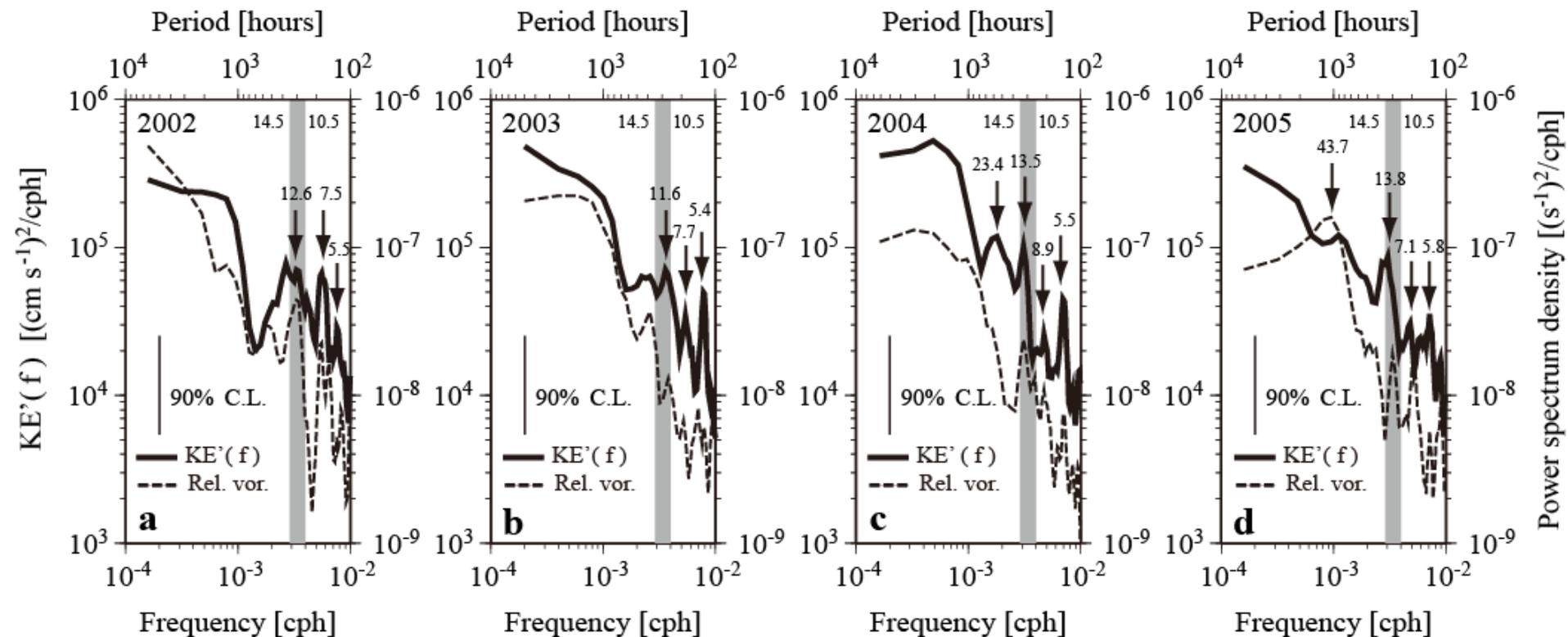
- ◆ 黒潮流軸の左側(大陸棚斜面上)に大きな相対渦度の変動が存在している。
- ◆ 表層流変動が大きい領域と相対渦度の変動が大きい領域が一致している。
- ◆ 表層流と相対渦度の変動が大きい領域は陸棚斜面上に位置している。

# 台湾北東部における表層流と相対渦度の時間変動



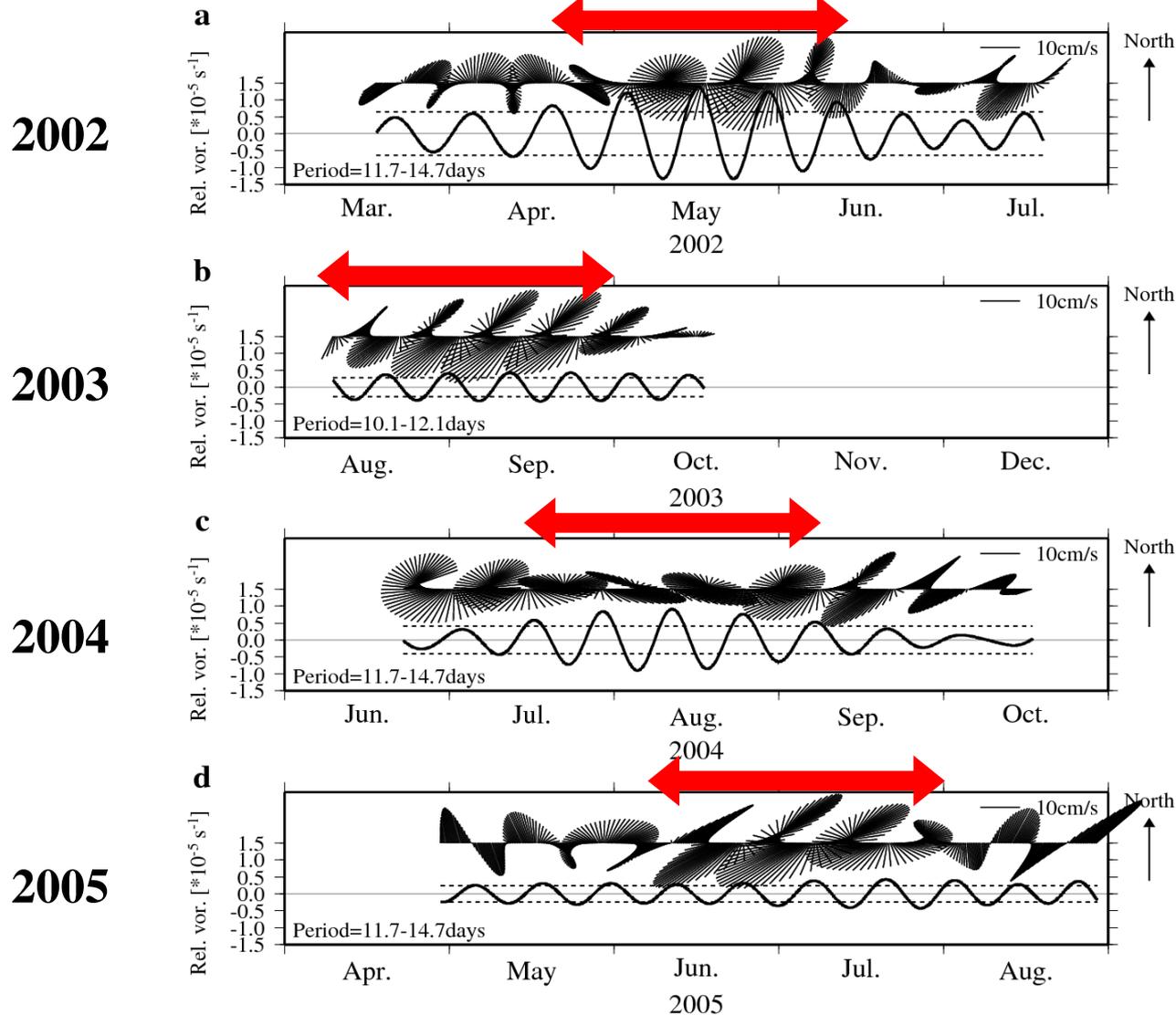
# 台湾北東部における表層流と相対渦度の時間変動の時間スケール

■ 10.5–14.5 days

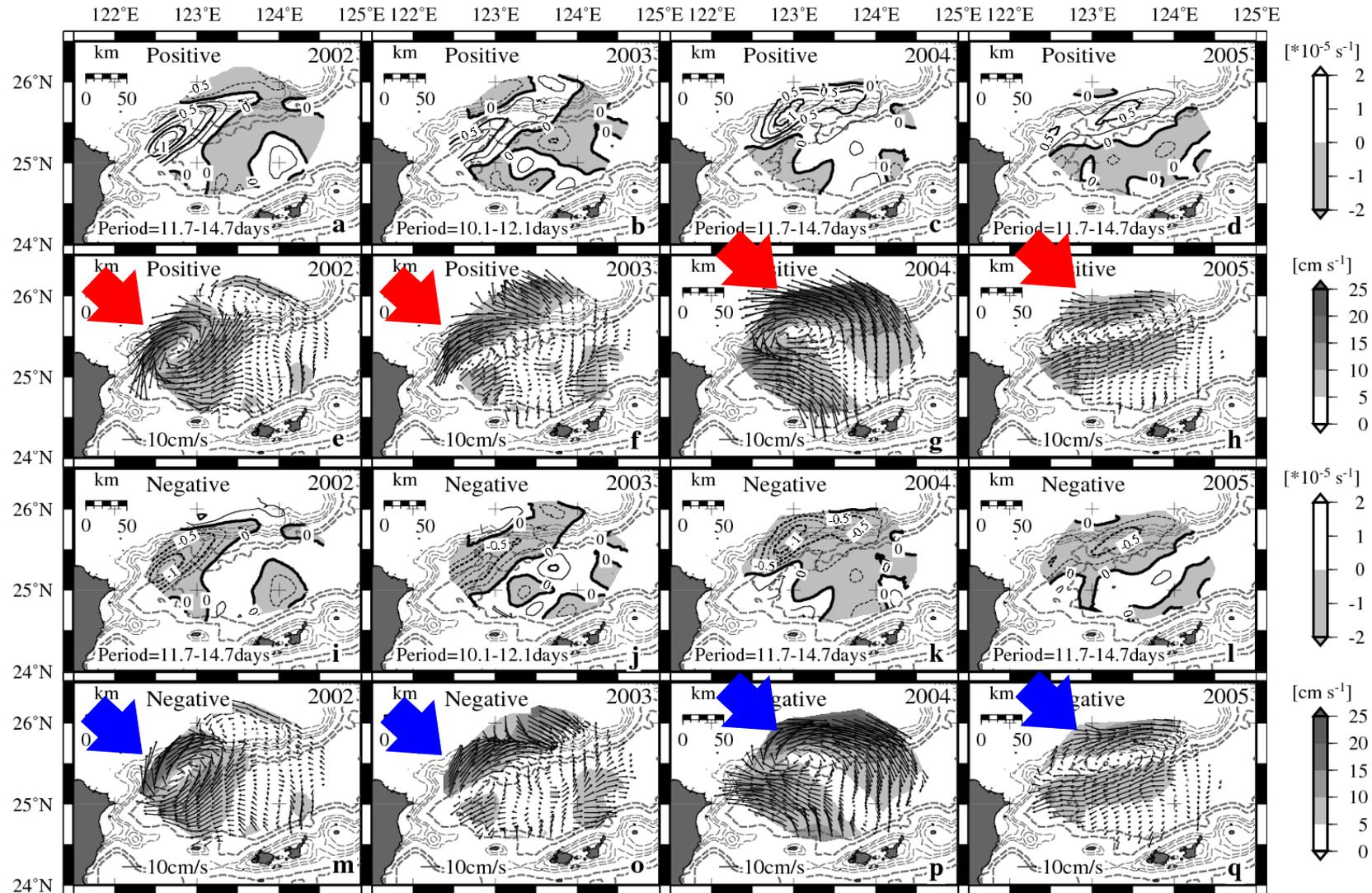


- ◆ 黒潮流軸の左側(大陸棚斜面側)の表層流変動は, 10.5–14.5日, 7–9日, そして5–6日程度の周期性を持っている.
- ◆ 10.5–14.5日周期の表層流変動は, 必ず同時間スケールの相対渦度の変動もともなっている.

# 台湾北東部における11-14日周期の 表層流と相対渦度の変動



# 台湾北東部における11-14日周期の 表層流と相対渦度の変動



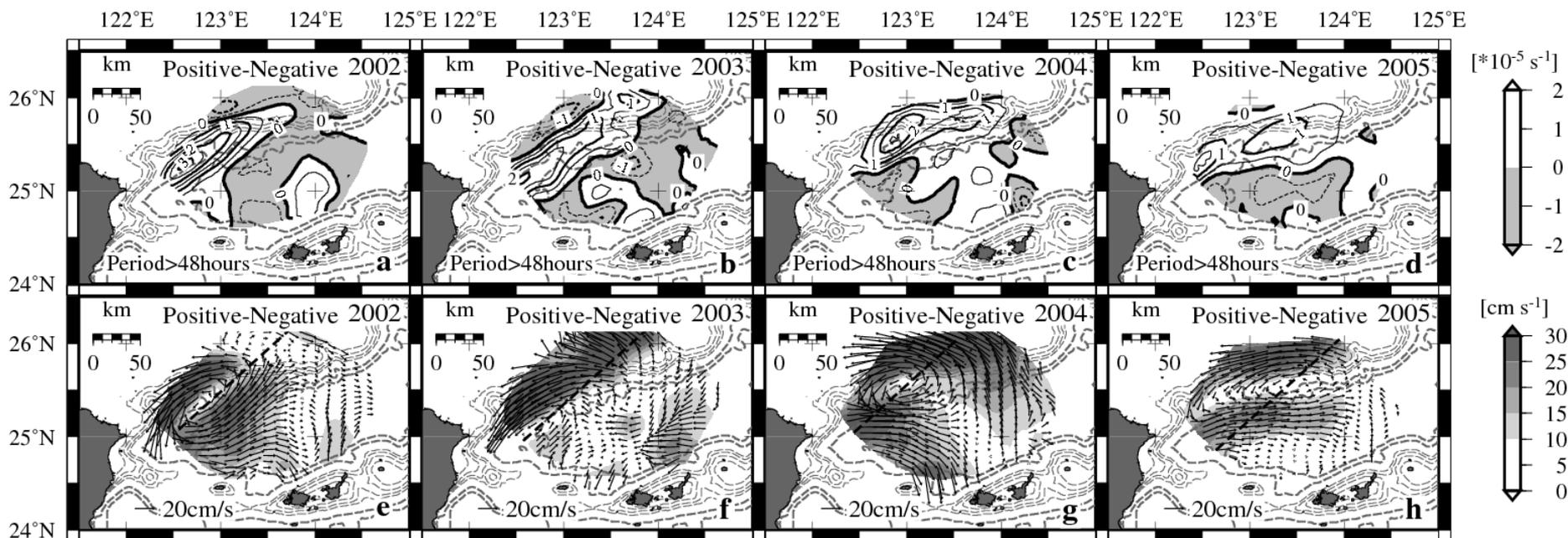
Positive

Negative



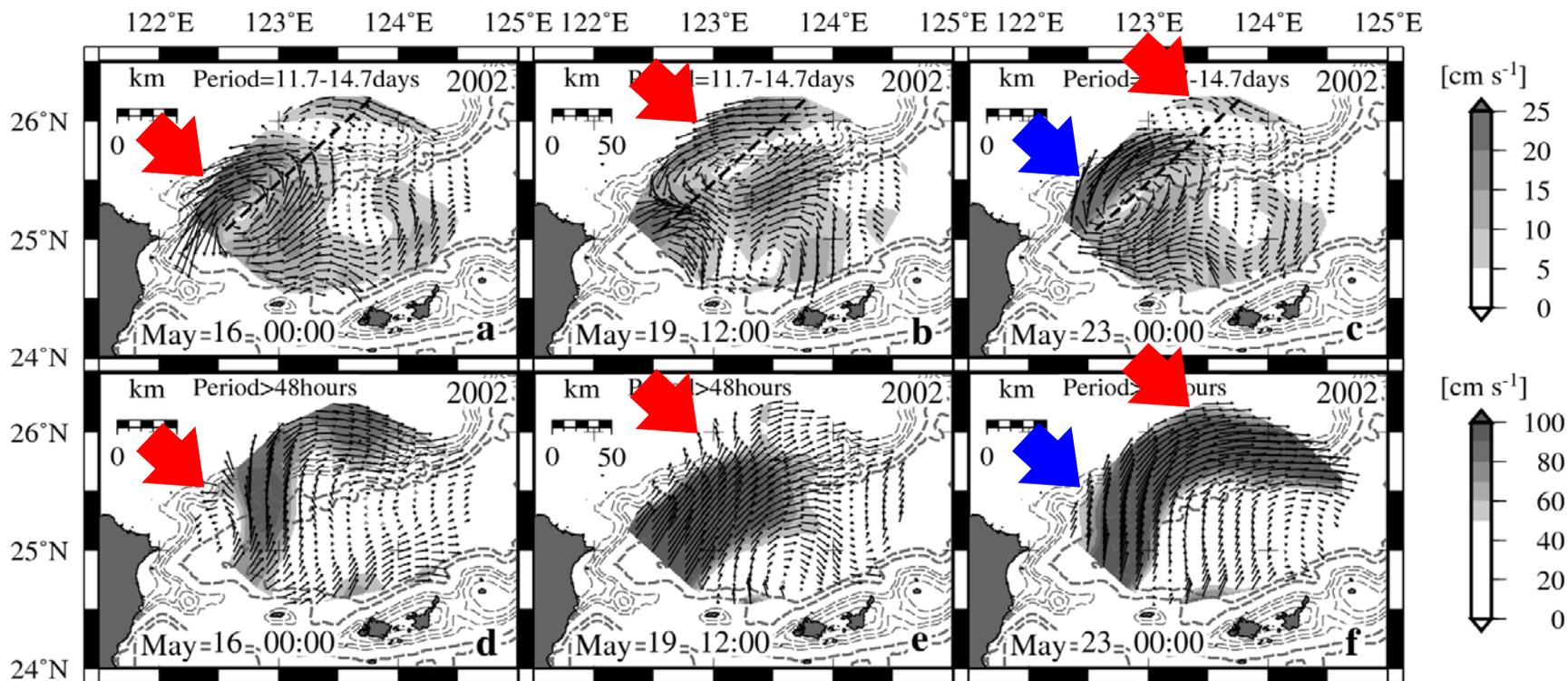
# 台湾北東部における11-14日周期の黒潮流軸変動

## Positive pattern – Negative pattern



- ◆ 台湾北東部において黒潮流軸が南東方向へ移動した際には、黒潮流軸の左側(大陸棚斜面上)で低気圧性の循環が強化される.
- ◆ 台湾北東部大陸棚斜面上に11-14日周期で低気圧性/高気圧性の渦が交互に出現することによって11-14日周期の黒潮流軸変動(北西—南東方向への移動)が起こる.

# 台湾北東部における11-14日周期の 表層流変動と黒潮流軸変動の関係



- ◆ 台湾北東部大陸棚斜面上に出現する低気圧性/高気圧性の渦は大陸棚斜面に沿って黒潮の流下方向(北東方向)へ伝播する.
- ◆ 台湾北東部大陸棚斜面上に低気圧性の渦が出現した際には, 黒潮流軸の小蛇行が形成される場合もある.

# 台湾北東部における11-14日周期の表層流変動

## ● Northwestward comp.

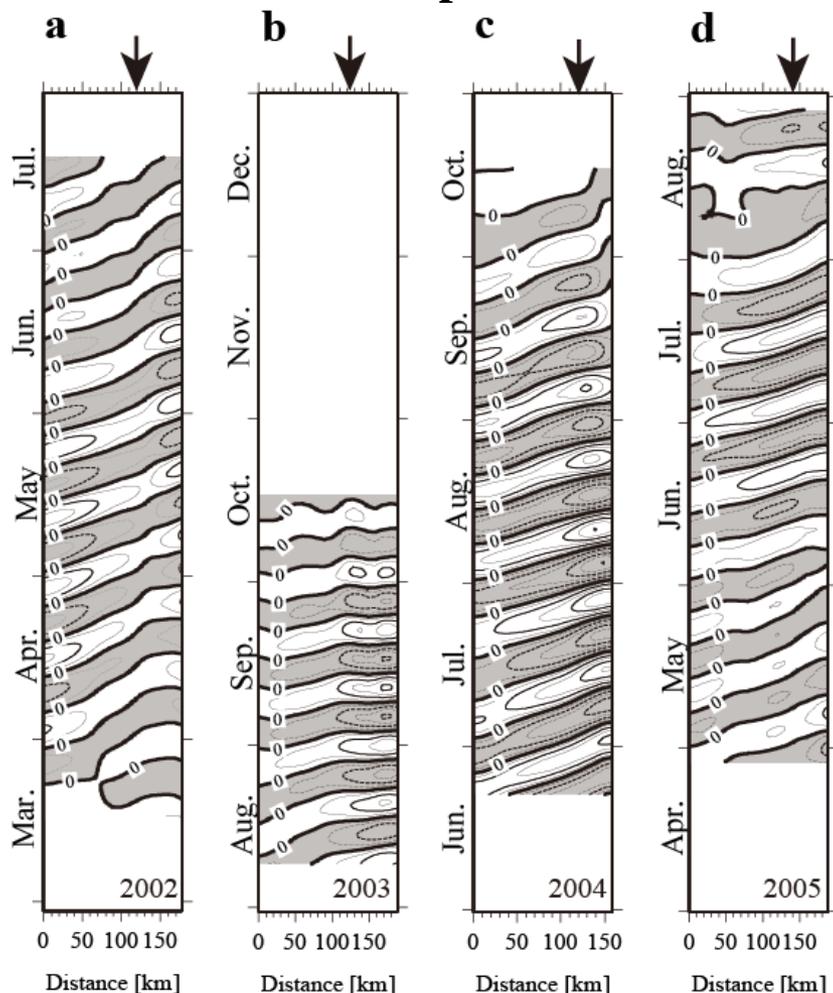


Table 1 Characteristics of the biweekly flow fluctuations along the mean Kuroshio axis northeast of Taiwan from 2002 to 2005.  $T$  is period,  $C$  is downstream phase speed, and  $\lambda$  ( $= C \times T$ ) is wavelength.

Data period	Period (days)	Downstream phase speed ( $\text{km day}^{-1}$ )	Wavelength (km)
18 Mar. 2002–19 Jul. 2002	12.6	16	197
10 Aug. 2003–17 Oct. 2003	11.6	29	333
23 Jun. 2004–17 Oct. 2004	13.5	19	253
30 Apr. 2005–29 Aug. 2005	13.8	26	353

- ◆ 低気圧性/高気圧性の渦は黒潮の流下方向(北東方向)へ $16\text{--}29 \text{ km day}^{-1}$  ( $18.5\text{--}33.6 \text{ cm s}^{-1}$ )程度で伝播している。
- ◆ 低気圧性/高気圧性の渦の空間スケールは1/2波長にほぼ一致している。

↓ Shelf break

# 台湾北東部における11-14日周期の表層流変動

## ● Upstream propagation of the cyclonic/anticyclonic eddies on the shelf slope

Table 1 Characteristics of the biweekly flow fluctuations along the mean Kuroshio axis northeast of Taiwan from 2002 to 2005.  $T$  is period,  $C$  is downstream phase speed, and  $\lambda$  ( $= C \times T$ ) is wavelength.

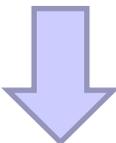
Data period	Period (days)	Downstream phase speed (km day <sup>-1</sup> )	Wavelength (km)
18 Mar. 2002–19 Jul. 2002	12.6	16	197
10 Aug. 2003–17 Oct. 2003	11.6	29	333
23 Jun. 2004–17 Oct. 2004	13.5	19	253
30 Apr. 2005–29 Aug. 2005	13.8	26	353

$$C = C' + U \quad (1)$$

$C$ : Phase speed sensed by an observer at rest.

$C'$ : Phase speed sensed by an observer moving with the Kuroshio mean flow.

$U$ : Mean flow speed of the Kuroshio ( $\sim 80$ – $100$  cm s<sup>-1</sup>).


$$C' = -40 \sim -69 \text{ km day}^{-1} \quad (-46.2 \sim -79.9 \text{ cm s}^{-1})$$

- ◆ 台湾北東部大陸棚斜面上において低気圧性/高気圧性の渦が黒潮上流域への $-40 \sim -69 \text{ km day}^{-1}$  ( $-46.2 \sim -79.9 \text{ cm s}^{-1}$ )程度で伝播している。
- ◆ 台湾北東部大陸棚斜面上の低気圧性/高気圧性の渦は斜面に沿って水深が浅い方を右手に見て伝播している。

# 台湾北東部大陸棚斜面への内部陸棚波モデルの適用

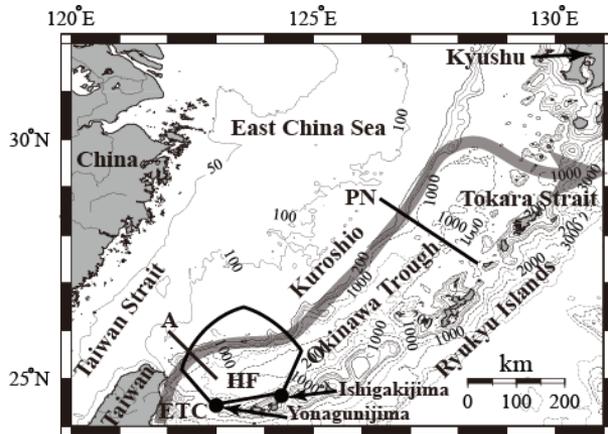
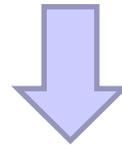


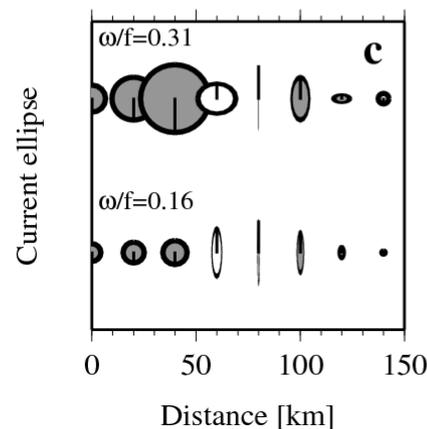
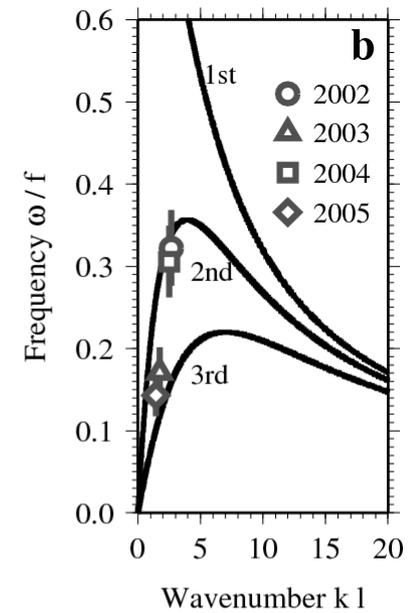
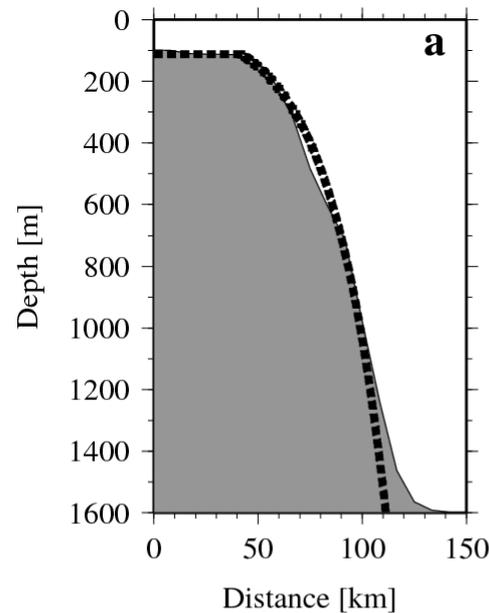
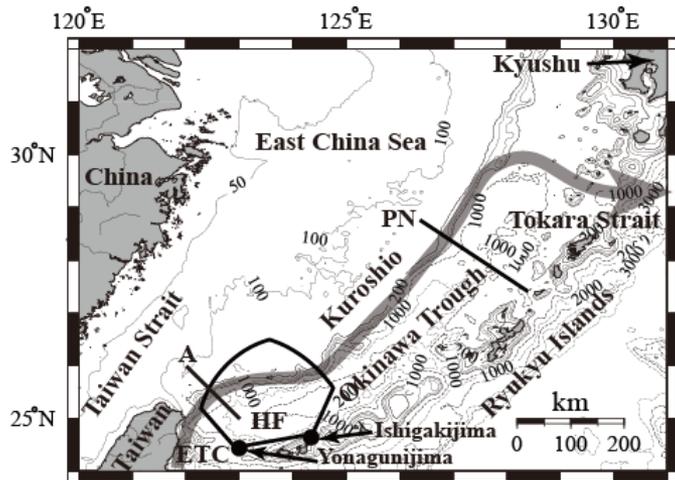
Table 2 Parameters of the characteristics for the motion on the shelf slope northeast of Taiwan.

Topographic $\beta^*$	Planetary $\beta$	Stratification parameter $S$	Divergence parameter $\varepsilon$
$9.4 \times 10^{-9} \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-1}$	$2.1 \times 10^{-11} \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-1}$	$2.5 \times 10^{-4} - 2.5 \times 10^{-1}$	0.04

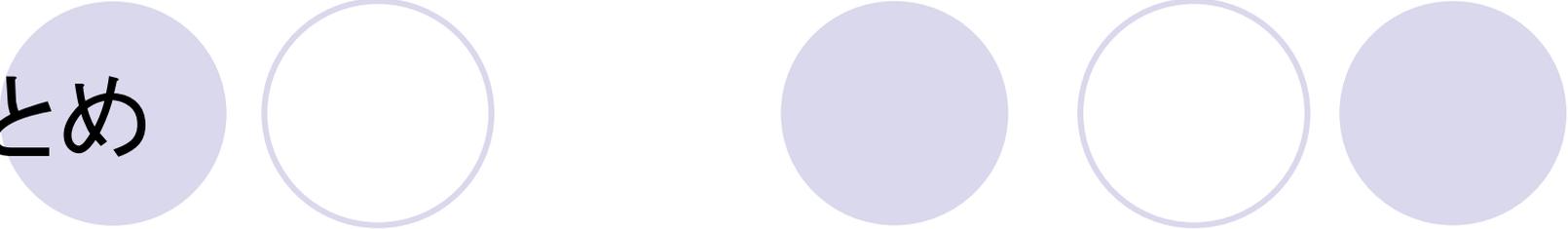


- ◆ Planetary  $\beta \ll$  Topographic  $\beta^*$ , 順圧流体, 水平非発散近似.
- ◆ 台湾北東部大陸棚斜面において Buchwald and Adams (1968) の内部陸棚波モデル (interior shelf wave model) が適用可.

# 台湾北東部大陸棚斜面への内部陸棚波モデルの適用

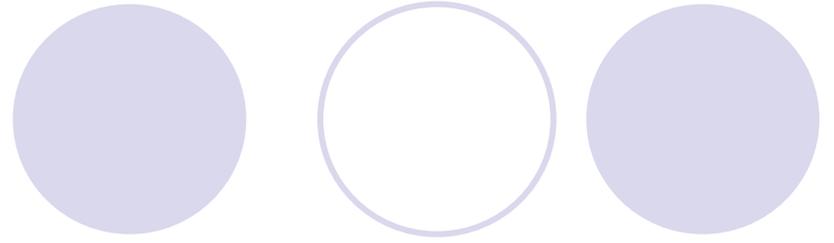
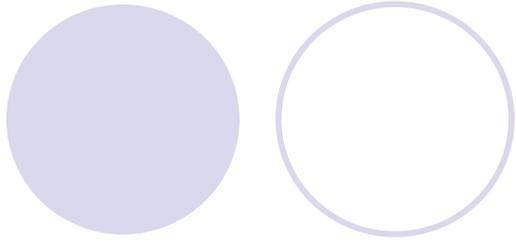


- anticlockwise
- clockwise



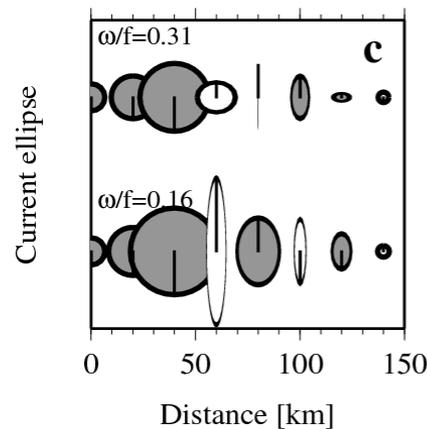
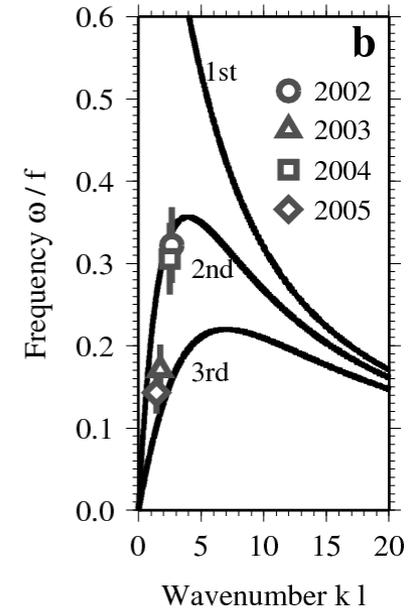
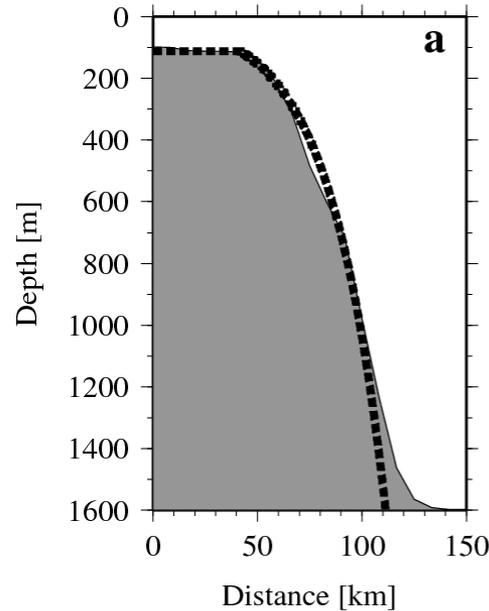
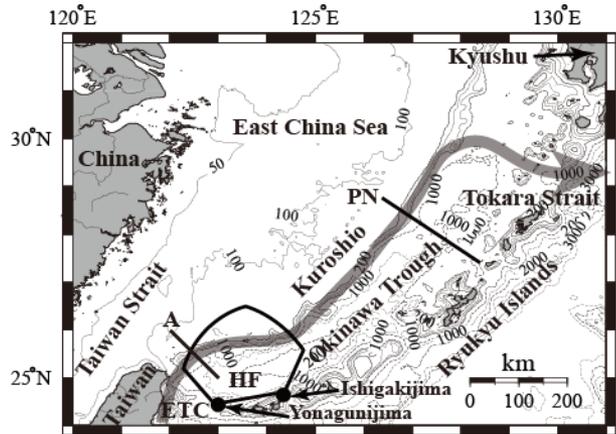
# まとめ

1. 台湾北東部においても他の東シナ海大陸棚斜面上と同様に11-14日周期の黒潮流軸変動が存在し、その変動は黒潮流軸の北西-南東方向への移動、もしくは黒潮流軸の小蛇行によって特徴づけられる。
2. 台湾北東部大陸棚斜面上では、低気圧性/高気圧性の渦が11-14日周期で交互に出現し、それらが陸棚斜面に沿って黒潮の流下方向(北東方向)へ伝播する性質がある。台湾北東部における11-14日周期の黒潮流軸変動は、この低気圧性/高気圧性の渦の伝播によって生じる。
3. 台湾北東部大陸棚斜面上における低気圧性/高気圧性の渦は、大陸棚斜面に沿って水深が浅い方を右手に見て伝播する内部陸棚波(第2モード)が黒潮の北東流に移流されたものと解釈される。



おわり

# 台湾北東部大陸棚斜面への内部陸棚波モデルの適用



# 東シナ海における11-14日周期の 黒潮流軸変動

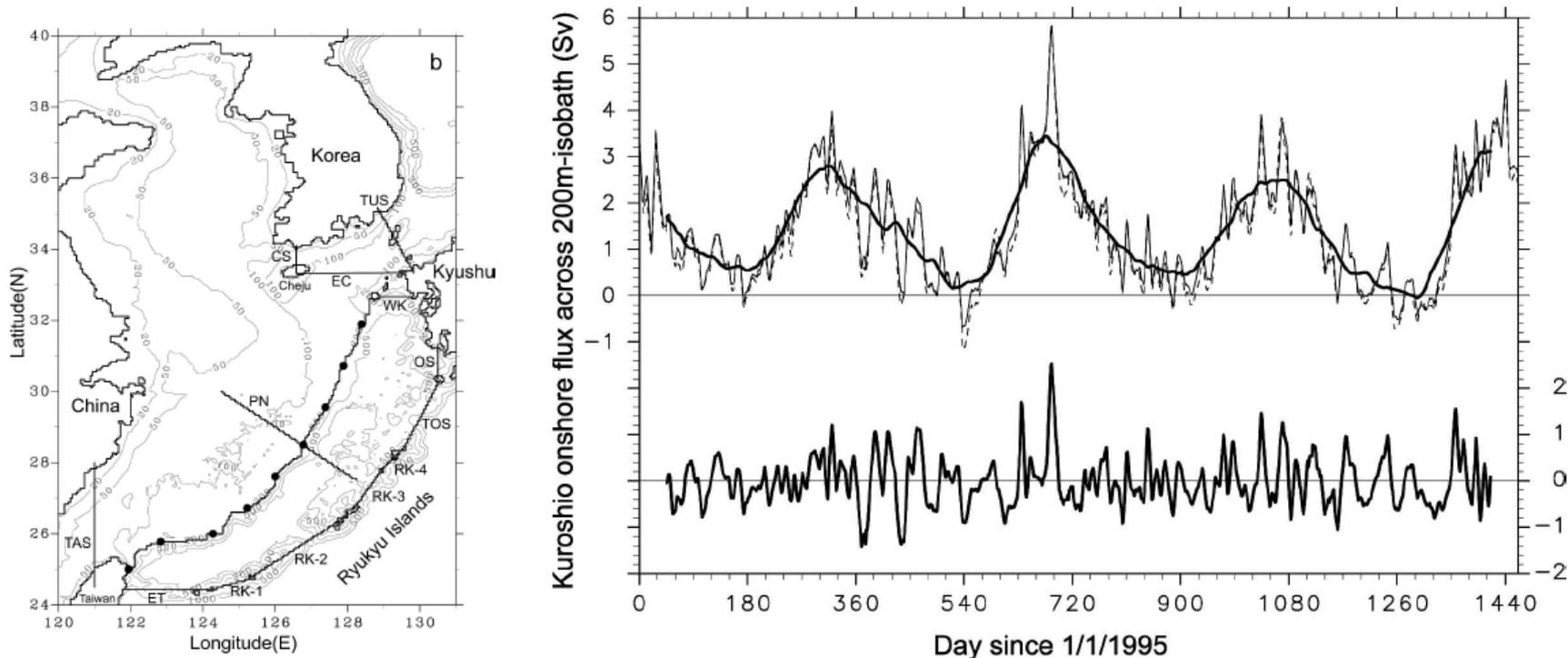


FIG. 11. Daily Kuroshio onshore flux across the 200-m isobath (thin line); its 90-day running mean (upper thick line); difference between daily volume transports through Tsushima Strait and Taiwan Strait (broken thin line); and difference between daily Kuroshio onshore flux and its 90-day running mean (lower thick line). The temporal averages of daily Kuroshio onshore flux, its 90-day running mean, and their difference are 1.46, 1.39, and  $-0.01$  Sv, respectively; the standard deviation of daily Kuroshio onshore flux, its 90-day running mean, and their difference is 1.17, 0.90, and 0.37 Sv, respectively.