日本海洋学会2016年度春季大会 本郷キャンパス

# 津軽暖流-親潮前線の密度・流速構造と 内部波伝播特性

○伊藤 幸彦<sup>1</sup>・金子 仁<sup>1</sup>・石津 美穂<sup>1</sup>・柳本 大吾<sup>1</sup>・奥西 武<sup>2</sup>・西垣 肇<sup>3</sup>・ 田中 潔<sup>1</sup>(<sup>1</sup>東大大気海洋研・<sup>2</sup>水研セ東北水研・<sup>3</sup>大分大教育福祉科学)



東北マリンサイエンス拠点形成事業



科研費新学術領域「新海洋像」

2016年3月16日

津軽暖流-親潮前線



#### 三陸沖海流系模式図 (Wagawa et al. 2015)



カラー:塩分



#### ○前線域での強乱流観測(D'Asaro et al. 2011; Kaneko et al. 2012; Johnston et al. 2011; Nagai et al. 2009, 2012)

- ○前線域での強乱流観測(D'Asaro et al. 2011; Kaneko et al. 2012; Johnston et al. 2011; Nagai et al. 2009, 2012)
- ○渦・前線域で内部波伝播特性変化が強乱流に影響? (Lee and Niller
   1998; Inoue et al. 2010; Nagai et al. 2012; Whitt and Thomas 2013)

- ○前線域での強乱流観測(D'Asaro et al. 2011; Kaneko et al. 2012; Johnston et al. 2011; Nagai et al. 2009, 2012)
- 〇渦・前線域で内部波伝播特性変化が強乱流に影響? (Lee and Niller 1998; Inoue et al. 2010; Nagai et al. 2012; Whitt and Thomas 2013)
   〇津軽暖流-親潮前線ではどうなっている?

- ○前線域での強乱流観測(D'Asaro et al. 2011; Kaneko et al. 2012; Johnston et al. 2011; Nagai et al. 2009, 2012)
- ○渦・前線域で内部波伝播特性変化が強乱流に影響?(Lee and Niiler 1998; Inoue et al. 2010; Nagai et al. 2012; Whitt and Thomas 2013)
- ○津軽暖流-親潮前線ではどうなっている?
- ➡ 前線のシアーを十分解像できる観測なし

- ○前線域での強乱流観測(D'Asaro et al. 2011; Kaneko et al. 2012; Johnston et al. 2011; Nagai et al. 2009, 2012)
- ○渦・前線域で内部波伝播特性変化が強乱流に影響?(Lee and Niiler 1998; Inoue et al. 2010; Nagai et al. 2012; Whitt and Thomas 2013)
- ○津軽暖流-親潮前線ではどうなっている?
- ➡ 前線のシアーを十分解像できる観測なし

### 目的



# 第三開洋丸(旧淡青丸) KK-13-2次航海 (7/5–10)



# +: UCTD 〇: 乱流計

△:岩手県

# 第三開洋丸(旧淡青丸) KK-13-2次航海 (7/5–10)



+: UCTD ○: 乱流計 △: 岩手県









南北一様の地衡流による前線を想定







exp{ $i(kx + mz - \omega t)$ } 型の解を仮定して代入し 5次の行列式を解くと、



exp{ $i(kx + mz - \omega t)$ }型の解を仮定して代入し 5次の行列式を解くと、

  
分散関係  

$$\omega = \sqrt{F^2 - 2f(\partial v_g/\partial z)(k/m) + N^2(k^2/m^2)}$$
ただし  $F = \sqrt{f(f + \partial v_g/\partial x)}$ 



exp{*i*(*kx* + *mz* – *ωt*)} 型の解を仮定して代入し 5次の行列式を解くと、

分散関係  

$$\omega = \sqrt{F^2 - 2f(\partial v_g/\partial z)(k/m) + N^2(k^2/m^2)}$$
  
ただし  $F = \sqrt{f(f + \partial v_g/\partial x)}$ 

\*ポイント:ロスビー数Ro、リ チャードソン数Riで代表される水 平、鉛直シアーにより波数と周波数 の関係が変化する Ro =  $\frac{1}{f} \frac{\partial v_g}{\partial x}$  Ri =  $\frac{N^2}{\left(\frac{\partial v_g}{\partial z}\right)^2}$ 

# 水温・塩分断面 (UCTD)

ポテンシャル



## フロント域で最低周波数 $\omega_{min}$ が大幅に低下

非地衡流成分の方程式系から得られるEliassen-Sawyer Equationが波動解を持つ条件から

 $\omega_{\min} = f\sqrt{1 + \text{Ro} - \text{Ri}^{-1}}$ 



### フロント域で鉛直混合が強化















KK-13-1航海 (6/27、 半月前)による観測





KK-13-1航海 (6/27、 半月前)による観測



分散関係  
(k/mで整理) 
$$\omega = \sqrt{N^2 \left(\frac{k}{m} - \frac{fv_z}{N^2}\right)^2 + F^2 - \frac{f^2 v_z^2}{N^2}}$$

分散関係  
(k/mで整理) 
$$\omega = \sqrt{N^2 \left(\frac{k}{m} - \frac{fv_z}{N^2}\right)^2 + F^2 - \frac{f^2 v_z^2}{N^2}}$$







k/m=fvz/N<sup>2</sup> の時、 最小値 F<sup>2</sup>-f<sup>2</sup>vz<sup>2</sup>/N<sup>2</sup>







・フロント域内で反射、相 互作用して砕波?



k/m=fvz/N<sup>2</sup>の時、 最小值 F<sup>2</sup>-f<sup>2</sup>vz<sup>2</sup>/N<sup>2</sup>



・フロント域内で反射、相

ビームが伝播

互作用して砕波?



- ・海底から表層へのエネ ルギー伝播
- ・鉛直混合による上層へ の栄養塩供給?

# Internal tide chimney (潮の煙突) 仮説

分散関係 (k/mで整理)

$$\omega = \sqrt{N^2 \left(\frac{k}{m} - \frac{fv_z}{N^2}\right)^2 + F^2 - \frac{f^2 v_z^2}{N^2}}$$



- ・フロント域で沖合上向き ビームが伝播
- ・フロント域内で反射、相 互作用して砕波?
- ・海底から表層へのエネ ルギー伝播
- ・ 鉛直混合による上層へ の栄養塩供給?



#### ○夏季の津軽暖流-親潮フロント構造

- ・ 貫入構造を伴う複雑な水温・塩分フロント
- ・ 陸棚縁辺の海底から亜表層まで
- ・ フロントに沿った強乱流。二重拡散にも好適な条件

議論

#### ○夏季の津軽暖流-親潮フロント構造

- ・ 貫入構造を伴う複雑な水温・塩分フロント
- ・ 陸棚縁辺の海底から亜表層まで
- ・ フロントに沿った強乱流。二重拡散にも好適な条件

#### ○乱流励起メカニズム

- Whitt & Thomas (2013)の定式では内部波スケール < 地衡流ス ケールを仮定(津軽暖流-親潮域では絶対ではない)
- ω < f 内部波の捕捉・砕波があれば強乱流を説明</li>
- Internal tide chimney(仮説)は他の海域には?
   例えば宗谷暖流、ルーウィン海流、アリューシャン北部斜面流、
   ベーリング斜面流、ノルウェー海流?

#### 参考文献

Itoh et al. (2016, JO, 72(1)=震災特集号)

#### JO震災特集号

"Oceanographic Observations After The 2011 Earthquake Off The Pacific Coast Of Tohoku"

本研究の観測データ

TEAMSデータ案内所「リアス」でダウンロード可能

#### 謝辞

TEAMS、NEOPS、纐纈さん(JAMSTEC)、 安田さん(AORI)、川原さん (EMS)

#### 塩分&流速 @50m, 100m



□ : <33.2, ○ : >33.2, <33.6, △ : >34

## UV断面 (船底ADCP)

宮古沖





U







### ADCPシアー&特性曲線

