

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

[第一部]東シナ海での内部波による海面波群との遭遇
報告[平成8年度 第65次]

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-04-10 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/262

東シナ海での 内部波による海面波群との遭遇報告

春日功, 峰雄二, 野田明, 濱田浩明, 萩田隆一

(東京水産大学研究練習船海鷹丸)

Observation of Surface Ripple Induced by Internal Wave in the East China Sea

Isao Kasuga, Yuji Mine, Akira Noda

Hiroaki Hamada, Ryuichi Hagita

(Research and Training Vessel, Umitaka Maru
Tokyo University of Fisheries)

1. はじめに

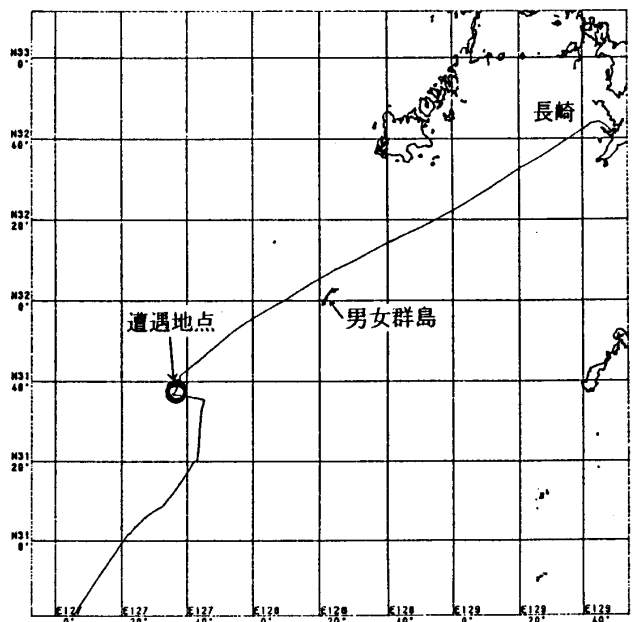
1996年7月, 東京水産大学練習船海鷹丸が東シナ海の男女群島女島の西南西約40マイル付近の海上で漂泊中 (Fig. 1), 内部波によると思われる海面波群 (さざ波群) に遭遇した。毎年この時期, 本海域において操業実習を行っているが, このようなはっきりとした波群が見られたのは今回が初めての事である。アンダマン海等でよく観測されている内部波ソリトンの波群は, その特徴として基本場の鉛直密度勾配 (鉛直水温勾配) が大きいこと, 波の発生そのものが潮汐と関係が深いこと, 比較的沿岸に近い水深変化の大きいところにみられることがあげられている。今回観測された海域も比較的潮流が速く水深急変域に近いことから, 内部波の影響が表面に表れた可能性が強い。

観測された波群は, レーダーの映像と魚群探知機の映像に収めることが出来, 同時にXBTによる水温観測の記録も得られた。海面波群との遭遇状況並びに観測された内部波の特徴について, ここに報告する。

2. 遭遇海域と波群の状況

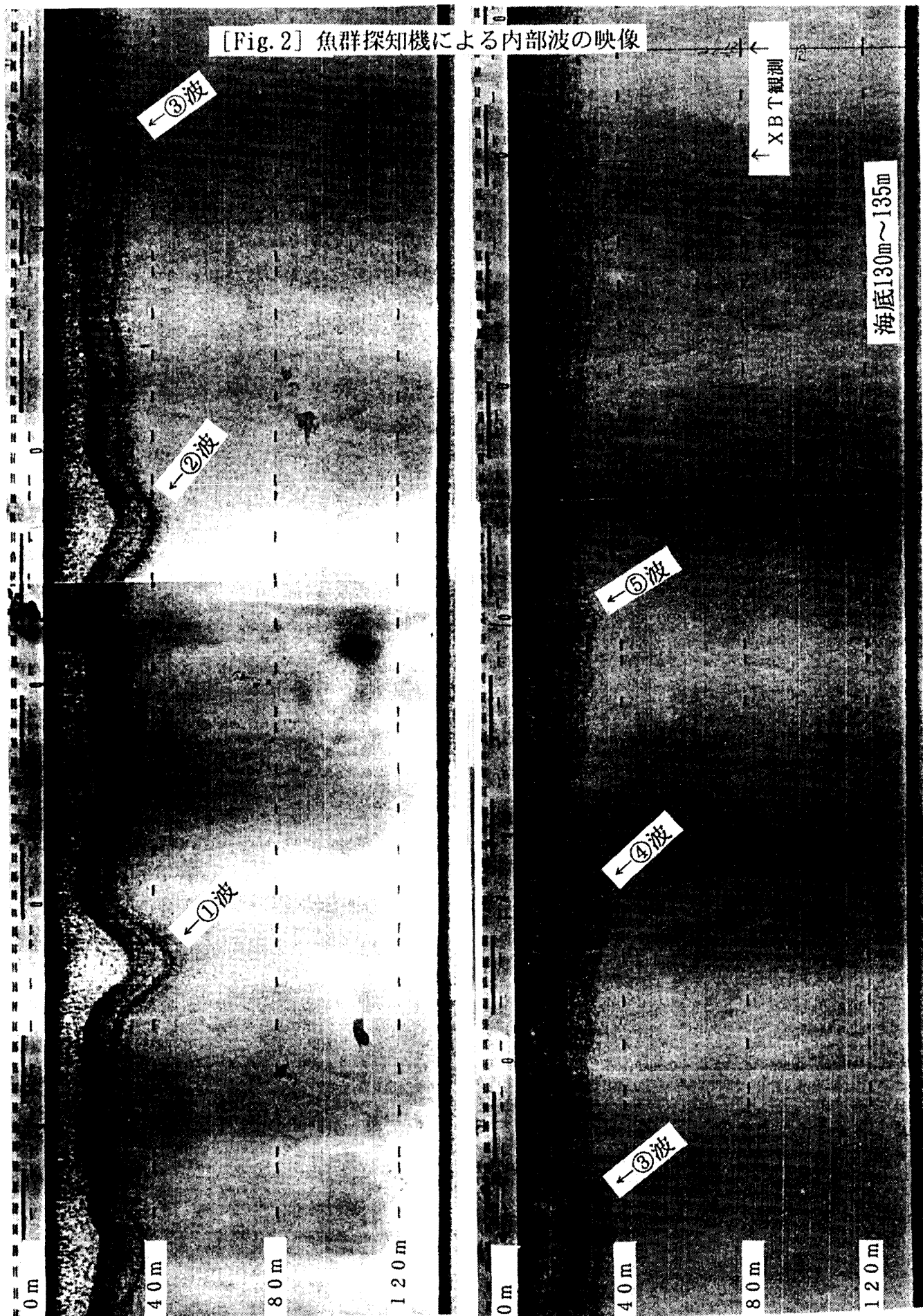
遭遇地点は男女群島女島から方位240度, 距離43マイル, 東シナ海の広い大陸棚北東端付近の海上 ($31^{\circ}37'N, 127^{\circ}36'E$ 付近)。この海域の水深は130~135mでなだらかな海底地形であった。また当時風速5m/sから10m/sの南西風が常時吹いており, 船は約0.8ノットでNE方向へ流されていた。

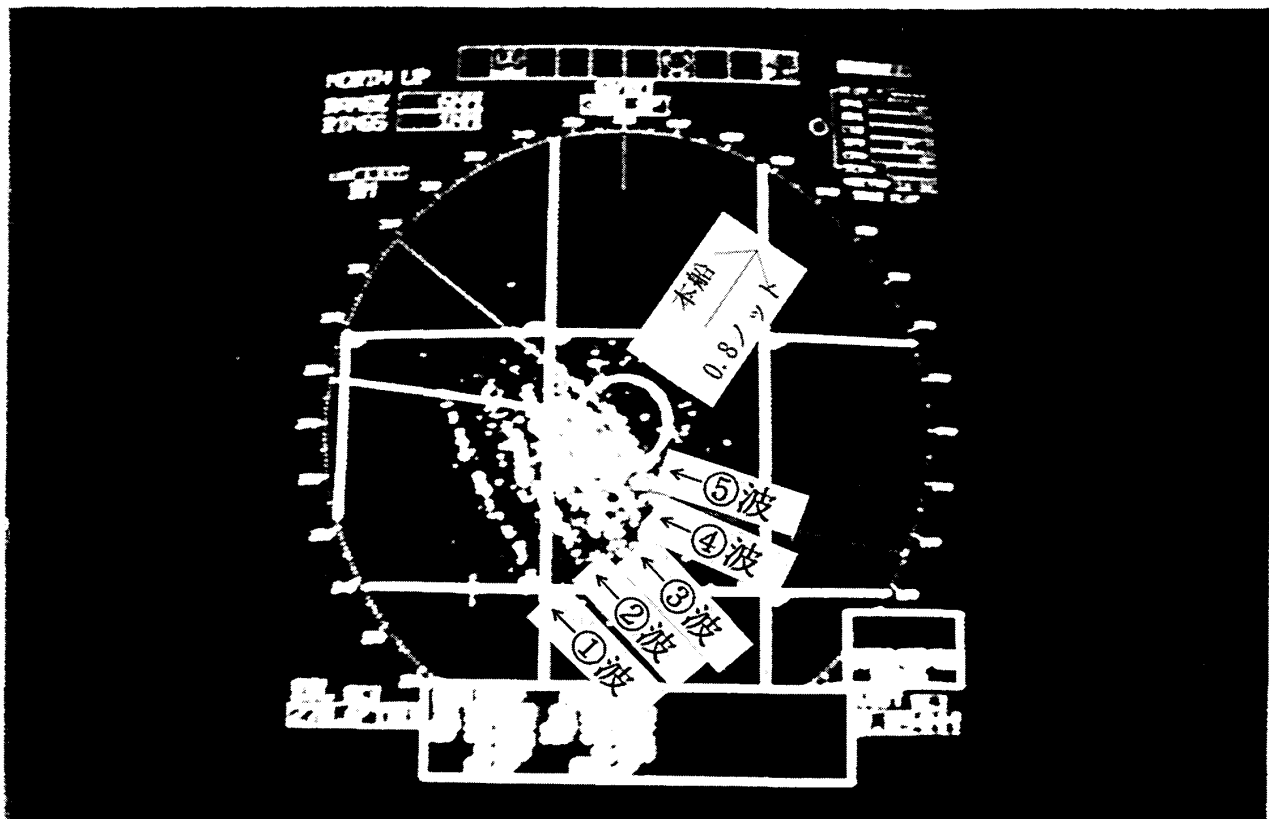
1996年7月22日 (月齢 6.3) JST 18:20 (GMT 09:20) 頃に魚群探知機の映像にも現れるような大きな内部波に遭遇した (Fig. 2の①波)。この時海面には無数のさざ波から成る海面波群が見られ, レーダーの映像にも鮮明に捕らえられていた。その後20分から15分の間隔で海面波群が続き JST 20:00 (GMT 11:00) 頃収束した。レーダーによって観測された波群列は5つの波群から成っており, NWからSE方向へ延びていた (Fig. 3)。この時, レーダーの映像から推定される波群と波群の距離は①~②波では0.85マイル, ②~③波は0.65マイル, ③~④波は0.59マイル, ④~⑤波は0.52マイルで, 時間の間隔は15分前後であった。また海面波群上では潮目のように「ざわざわ」と波だっており, 流木, ボンデン, 発砲スチロール等の浮遊物が所々に点在していた。



[Fig. 1] 遭遇地点

[Fig. 2] 魚群探知機による内部波の映像

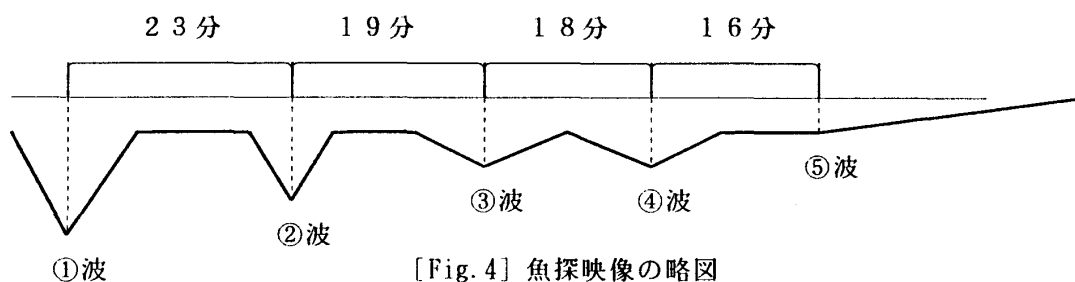




[Fig. 3] レーダーにより捕えられた波群列 (⑤波の真上で観測した映像)

3. 魚群探知機とレーダー映像からみた内部波の速度と波長

まず、魚群探知機とレーダーの映像から内部波の速度を求めてみる。Fig. 4に魚探の映像に認められた内部波の波群 (ウェーブ・パケット) の概略図を示す。①波と②波の時間間隔は23分であるが、④波と⑤波の間では16分と短くなっていた。



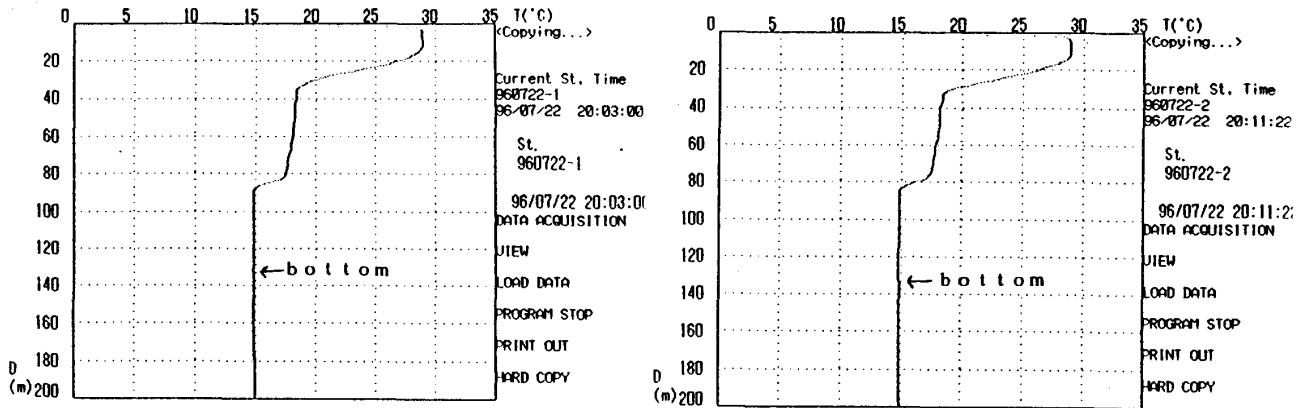
[Fig. 4] 魚探映像の略図

レーダーの映像に捕えられた波群列は、各内部波ソリトンの前面に捕獲 (トラップ) されたさざ波であると考えることができる (都司, 1977)。

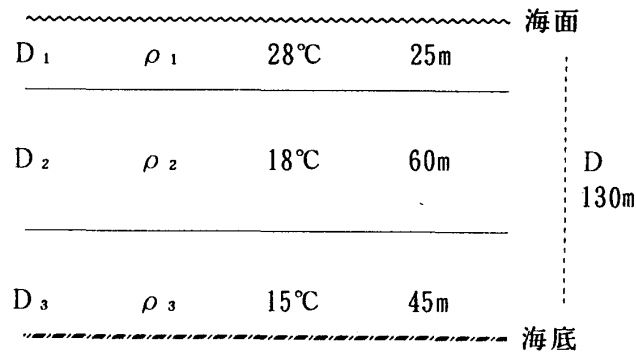
レーダーの映像 (Fig. 3) から ①と②, ②と③, ③と④, ④と⑤の内部波の距離はそれぞれ 0.85, 0.65, 0.59, 0.52 マイルである。従って各内部波の速度は
①波 1.14 m/s, ②波 1.05 m/s, ③波 1.01 m/s, ④波 1.0 m/s となる。
一方、漂泊中 船は風によって平均 0.8 ノット (0.4 m/s) で NE 方向へ流されていた (Fig. 3)。そこで船が内部波のウェーブ・パケットと反対方向へ流されていたものと考えたと実際の内部波の伝搬速度 C はそれぞれ ①波 0.74 m/s, ②波 0.65 m/s, ③波 0.61 m/s, ④波 0.6 m/s となる。

次に、XBT観測の結果得られた水温構造から内部波の理論的な伝搬速度を算出する。

Fig.5 は内部波のウェーブ・パケットが通過した後に X B T で測定した水温の鉛直プロファイルである。このプロファイルは基本場の温度構造を見たものと考えてよい。25 m 深と 80 m 深に強い温度躍層が見られ、その上下では水温が一様となった 3 層構造が見られる。



[Fig.5] 波群遭遇時の X B T 観測により得た水温の鉛直プロファイル



[Fig.6] 成層構造の模式図

Fig.6のような3層の海を考え、上層の厚さを25 m (D_1)、中層の厚さを60 m (D_2)、下層の厚さを45 m (D_3)とする。海水密度は測定していないが、この水温データから $\alpha = 2.6 \times 10^{-4} / ^\circ\text{C}$ として、各層間の密度差を塩分の変化が小さいとして $\Delta\rho/\rho = -\alpha\Delta T$ より見積もると、第1層と第2層間では $\Delta T = -10^\circ\text{C}$ であるから $\Delta\rho_1/\rho = 2.6 \times 10^{-3}$ 、また第2、第3層間では $\Delta T = -3^\circ\text{C}$ より $\Delta\rho_2/\rho = 0.8 \times 10^{-3}$ となる。

ここで Tsuji and Nagata(1974) によれば3層の海を伝わる内部波の位相速度 C_F は次式で求まる。

$$C_F = \sqrt{\frac{g}{2D}} \left\{ \frac{\Delta\rho_1}{\rho} D_1^* + \frac{\Delta\rho_2}{\rho} D_2^* \pm \sqrt{\left[\frac{\Delta\rho_1}{\rho} D_1^* + \frac{\Delta\rho_2}{\rho} D_2^* \right]^2 - \frac{4\Delta\rho_1\Delta\rho_2}{\rho^2} D_1 D_2 D_3 D} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$\begin{aligned}
\text{ただし } D &= D_1 + D_2 + D_3 & \rho_1 &= \rho_0 \{1 - \alpha (T_1 - T_0)\} \\
D_1^* &= D_1 (D_2 + D_3) & \rho_2 &= \rho_0 \{1 - \alpha (T_2 - T_0)\} \\
D_2^* &= D_3 (D_1 + D_2) & \rho_3 &= \rho_0 \{1 - \alpha (T_3 - T_0)\} \quad \text{である。}
\end{aligned}$$

これらに数値を代入すると第1モードの内部波の伝搬速度は $C_F = 0.75 \text{ m/s}$, 第2モードでは 0.45 m/s となる。従って, 魚群探知機とレーダーの映像から求めた内部波の伝搬速度 C は成層構造から理論的に求めた内部波第1モードの位相速度とほぼ一致する。

すでに平成7年の航海調査報告書 (CRUISE REPORTS No.5) の中で東京水産大学研究練習船神鷹丸がマラッカ海峡出口付近で遭遇した波群について報告している。神鷹丸は航行中での観測であったがさいわい今回の海鷹丸は漂泊中であり, 前回の報告も合わせ貴重なデータが得られた。さらに, 翌年の1997年7月22日には, 海鷹丸が東シナ海の海上で漂泊中, 再び同様な内部波によると思われる海面波群に遭遇した。場所は1996年7月に観測された地点とほぼ同じあたりで ($31^\circ 38' \text{N}$, $127^\circ 30' \text{E}$), 月齢は17.2であった。この波群は肉眼で見る限りJST 17:30 (GMT 08:30) 頃から20:00 (GMT 11:00) 頃まで続きこの間, 魚群探知機にもはっきりとした内部波の映像が見られた。同時期, 同海域において2年連続でこのような波群に遭遇したことは非常に興味深いことであり, より詳細な内部波の情報を得る為には, 今後, 多種にわたる観測を継続的に実施する必要があると思われる。

[文献]

T. Tsuji and Nagata, Y 1974. Liner theory for internal waves in a Multilayered Ocean
La Mer, vol 12(4): 171-185.

都司嘉宣 1977. 海水混合に果たす潮汐の役割.

国立防災科学技術センター研究報告. 第17号: 167-188.