

魚群探知機による東シナ海における超音波散乱層の 内部波型波動記録について—I

松 野 保 久*

On the records of Internal Wave type of the Ultrasonic Scattering Layer in the East China Sea by the Fish-finder—I

Yasuhisa MATSUNO*

Abstract

The observation was carried out on board the Kagoshima-maru, Faculty of Fisheries Kagoshima University, in the middle area of the East China Sea, in the latter part of March, 1975. The ultrasonic scattering layers of internal wave type were recorded by 200 KHz fish-finder. The following results were obtained.

- (1) Internal wave type SL and internal wave type DSL were recorded by 200 KHz fish-finder.
- (2) The wave-motions of internal wave type were grouped into three classes.
- (3) The wave height of internal wave type was normally 3-5 meters high, and the wave period was normally less than 5 minutes.
- (4) It was not clear from the results of this survey but the cause of internal wave type may not be biological factor but internal wave which caused in the sea.

東シナ海漁場における超音波散乱層の探知とその日周期変化についてはすでに橋本ら¹⁾の報告がある。又日周期変化をしない超音波散乱層について俵ら²⁾は 24KHz 魚群探知機の使用により、超音波散乱層の時間的変動が内部波型の波動を示すものがあることを報告している。そこで今回筆者は 200KHz 魚群探知機の使用によっても内部波型波動を示す超音波散乱層の記録を得ることを確認するとともに、それらの記録から 2, 3 の知見を得たのでここに報告する。なお今回の調査を行なうに際し、乗船の機会を与えて下さった当学部実習船“かごしま丸”船長及び測定に御協力を賜った航海士諸兄、又有力な助言を与えられた北海道大学水産学部鈴木恒由助教授各位に謝意を表する。

測 定 方 法

この調査は鹿児島大学実習船“かごしま丸”(1,038トン)の東シナ海における1975年 3

* 鹿児島大学水産学部漁船航海学教室 (Laboratory of Navigation, Faculty of Fisheries, Kagoshima University)

月21日～3月29日までのトロール操業の期間に行なった。海域は Fig. 1 に示すように Lat. 30° – 50° N, 及び Lat. 31° – 35° N と Long. 126° – 50° E 及び Long. 127° – 20° E の線に囲まれた海域である。

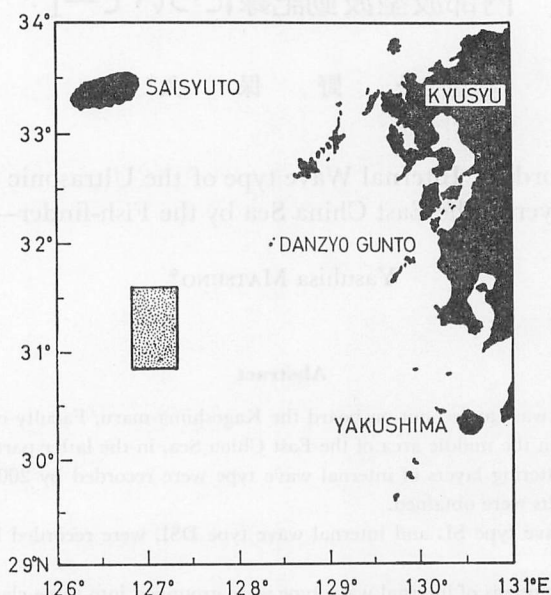


Fig. 1. Map showing the location of observed Internal Wave type by the Fish finder.

魚群探知機は“かごしま丸”に装備されている古野電気製の Ground Ace を使用した。深度目盛深 (0~200m) における性能の要目は次に示す通りである。

機種 Ground Ace FTG 222-A 型 発振出力 5kw
 パルス幅 2.0ms 超音波発射回数 45回/分 紙送り速度 10mm/分
 記録紙 湿式 記録紙有効紙幅 132.07mm

なお全測定を通じて発振周波数は 200KHz を使用し、又記録の濃淡を比較検討できるように深度目盛は 0~200m, 感度調整目盛は4.9 (利得 114.8db) の一定とした。

結 果

全測定海域の水深は約 100~120m の間にあり、曳網中の水深変化は直線的で非常にゆるやかであり、2~3m に及ぶ急激な海底の凹凸は全くなかった。曳網速力は 2.5knot~4.2knot の間にあり、平均速力は 3.4knot であった。又底質は泥であった。

魚群探知機の記録紙から超音波散乱層の深度に時間的変動があり、その変動が波動を示すもののうち、波高ならびに周期をはっきり読み取ることができる記録を 139 例得た。ただし 135 例が曳網中、4 例が漂泊中 (停止中) の記録であった。本報告ではこれらの記録を内部波型波動という。よって SL³⁾ 又は DSL³⁾ に内部波型波動が現われたとき、それぞれ内部波型 SL, 内部波型 DSL とする。

内部波型波動の記録は Fig. 2 に示したように [A] [B] [C] 3 種の型に分類することができた。[A] は水面近くに現われる SL の下層部のみ波動するもの、[B] は中層で帯状の DSL が波動するもの、[C] は海底付近にしばしば現われた記録である。これら 3 種の記録の出現頻度は次に示すように [A]……41 例 (約 30%)、[B]……85 例 (約 61%)、[C]……13 例 (約 9%) であった。

又 [A] [B] [C] 3 種の内部波型波動の記録は Fig. 3 に示したように [I] あるいは [II] のように記録される場合が多かった。[I] は波高が大きく変化する。すなわち波高が零から徐々に大となり最大波高を経て再び波高が零に近づく経過を取る。[II] は記録紙に現われる波動記録の濃淡が変化する。すなわち薄い記録から次第に濃い記録となり再び薄い記録となって消滅する。

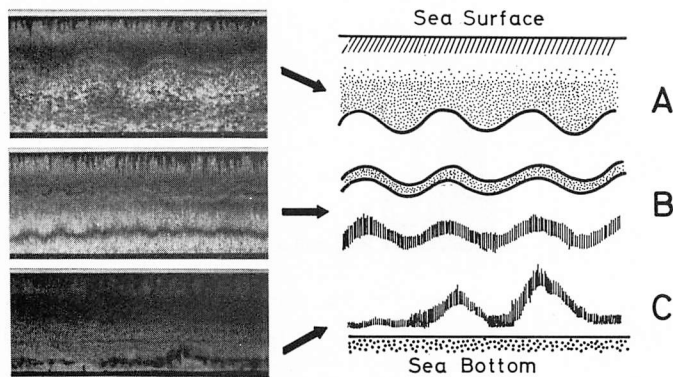


Fig. 2. Schematic diagram of the scattering layer of Internal Wave types (A) near sea surface; (B) at intermediate depth; and (C) near sea floor.

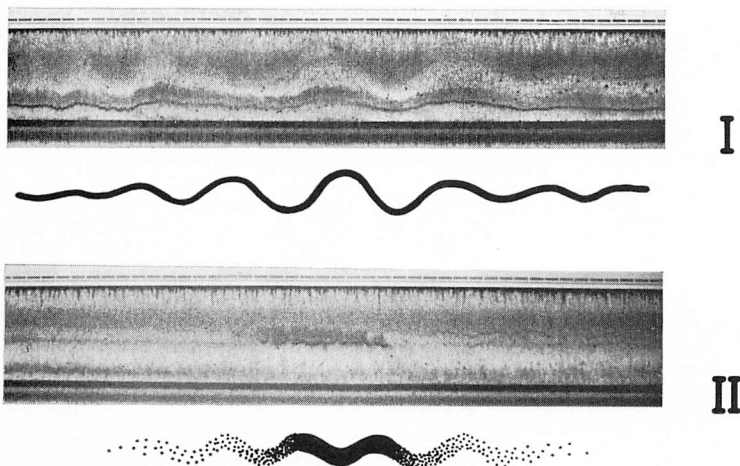


Fig. 3. Echograms and schematic diagrams showing the variation of the wave-motion of Internal wave types (A) (B) and (C).

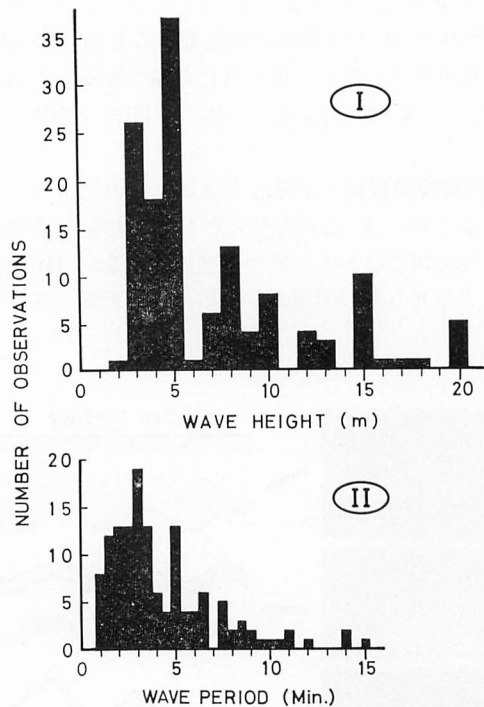


Fig. 4. Frequency distribution of Internal Wave type heights (I) and Internal Wave type period (II) in the East China Sea.

内部波型波動の波高と周期を読み取りグラフに表わしたものが Fig. 4 である。今回は波高 2m 未満, 周期 1 分未満のものについては読み取りが非常に困難なので除いた。波高は 3~5m が全体の約 57% を示しこの域に集中している。周期は 5 分以内が全体の約 73% を示す。しかし波高は 20m, 周期は 45 分に達するものも見られた。なお平均波高は 7.1m, 平均周期は 4.3 分であった。

Table 1 には測定期間中, 内部波型波動の記録が多く現われた日の内部波型波動の平均波高と平均風力を示した。

考 察

魚群探知機による超音波散乱層の内部波型波動の記録についての報告は少ない。今回東シナ海漁場において内部波型 SL 及び内部波型 DSL 両者の記録を得ることができた。

内部波型 SL の記録はすでに俵らにより報告²⁾され, その起因は大陸棚周縁におこる海水の不規則な流れがその出現に関連があるのではないかと推察している。今回の測定海域も大陸棚周縁に近い。よって東シナ海大陸棚上の底層水の流動⁴⁾⁵⁾及び黒潮の影響⁶⁾により不規則な流れが予想される。しかし現在の資料では内部波型波動の起因と直接関連づけることはむづかしい。

DSL の日周期垂直変化は水中照度と密接な関係があることが報告されている⁷⁾⁸⁾。今回の測定期間中においても DSL 日周期垂直変化が記録された³⁾。Fig.5 に示したように DSL が水中照度と密接に関係しながら上昇あるいは、沈降している時にも内部波型 SL 及び内部波型 DSL が記録された。このことから水中照度が内部波型波動の起因であるとは考えられない。

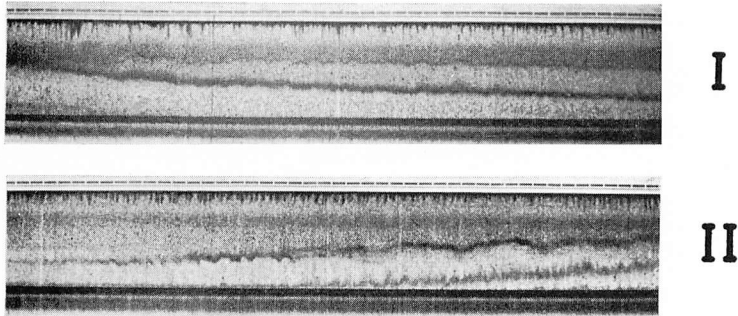


Fig. 5. Echograms showing the descending (I) and ascending (II) movement of DSL in the East China Sea.

Table 1. Relationship of F. Beaufort to the wave height of Internal Wave type.

Date	Mean value of wave height of Internal Wave type	Mean value of F. Beaufort
3/23	9.4 m	6
24	9.5 m	5
25	6.1 m	4
26	4.7 m	5
27	4.4 m	3
28	9.8 m	2
29	6.9 m	4

アメリカ、カリフォルニアのミッションビーチ沖の浅海における短周期内部波の報告がある⁹⁾¹⁰⁾。その報告によれば、平均波高は5.6フィート、平均周期は7.3分である。今回の測定では前述したように魚群探知機の深度目盛の設定及び記録紙の幅の関係から、内部波型波動記録の波高は2m未滿のものについては読み取りが困難の理由により除いたことを考慮すれば両者は非常に類似していることがわかる。又 Table 1 によれば、内部波型波動の波高と風力階級との間に相関がみられる。風力が大きくなれば波高も大きくなっている。しかし26日と28日は例外である。内部波のエネルギー供給源の問題はまだ解決されていない¹¹⁾。しかし気象上の変化が影響しており、突風が吹いたとき内部波の波高が大きくなる程度実験的にも実証されている¹²⁾。超音波散乱層には、水温躍層、水塊の塩分あるいは密度の相違、泥など微粒子の浮游物、動物及び植物プランクトンなどその他種々考えられるが、前二者は水塊の性質そのものであり、後二者は海洋中の浮游物と考えられる。これら超音波散乱

層が垂直及び水平的に広く存在する水域で内部波が起こればその波高・周期に従がい超音波散乱層も上下し、その波動が内部波型波動として魚群探知機に記録されるものと推察される。すなわち内部波型 SL, 内部波型 DSL の記録は海洋中に起こる内部波そのものの記録であると推察される。

今回の測定では船が漂泊中（停止中）における内部波型波動の記録例が少なかったため、主として曳網中の記録について考察を行なった。船は平均速力 3.4 knot, 内部波はある波速で両者それぞれある方向へ進行している。この意味から本報告における内部波型波動の周期とは相対周期のことである。しかし魚群探知機作動と同時に内部波の観測を行っていないためその波速及び進行方向が不明であった。又船が漂泊中（停止中）の内部波型波動の平均周期は 4.3 分であり、曳網中の平均周期と一致したことから、本報告ではこの問題については考慮に入れずに考察を行なった。よって今後、内部波型波動の測定と同時に内部波の測定を行ない両者の関連について更に追求したい。

要 約

1975年3月21日～3月29日の期間、中部東シナ海漁場における 200 KHz 魚群探知機に記録された内部波型波動について検討し、次のような結果を得た。

- 1) 200 KHz 魚群探知機の使用により内部波型波動として内部波型 SL, 内部波型 DSL 両者の記録を得ることができた。
- 2) 内部波型波動の記録は表層, 中層, 下層それぞれに現われる [A] [B] [C] の3種類に分類でき、その出現頻度は中層に現われる [B] 型が最も多かった。
- 3) 内部波型波動の波高は 3～5m が最も多く、周期は 5 分以内が最も多かった。
- 4) 内部波型波動の起因は生物的要因ではなく、海洋中に起こる内部波そのものの記録であると推察されるが、今後さらに追求したい。

参 考 文 献

- 1) 橋本・西村：東支那海に於ける魚群及 D. S. L. の探知について、日本航海学会誌, **19**, 31-37, (1958)。
- 2) 俵・藤石・広瀬：魚群探知機による東支那海の超音波散乱層の記録について、水産大学校研究業績, **18**(1), 12-17, (1969)。
- 3) 松野・西・有馬・益満：魚群探知機による東シナ海における超音波散乱層の反射損失について—1, 鹿大水紀要, **24**, 73-77, (1975)。
- 4) 井上尚文：東シナ海大陸棚上の海底流動, 海洋科学, **1**, 12-18, (1975)。
- 5) 深瀬茂：東シナ海陸棚上の底層水, 海洋科学, **1**, 19-26, (1975)。
- 6) 加藤威夫：黒潮流域上層水の東シナ海陸棚底層水への影響について、水産海洋研究会報, 特別号, 129-134, (1969)。
- 7) 松野保久：200 KHz 魚群探知機による鹿児島湾における DSL の記録について、鹿大水紀要, **23**, 1-8, (1974)。
- 8) 鈴木・伊藤：北西部太平洋水域における D. S. L. について—I. 垂直移動・水中照度およびプランクトン量などについて、日水誌, **33** (4), 325-337, (1967)。

-
- 9) Rhodes W. Fairbridge: Internal Waves, The Encyclopedia of Oceanography, Encyclopedia of Earth Sciences Series, volume 1, 402-408, (1966).
 - 10) Eugene C. LAFOND and Katherine G. LAFOND: Bulletin of the Japanese Society of Fisheries Oceanography, Special Number, 49-57, (1969).
 - 11) 寺本俊彦編：海洋物理学 I, 219, (1974).
 - 12) 海洋の事典：424-427. 東京堂 (1960).