

## 東支那海의 超音波散亂層에 관한 研究-I

— 散亂信號의 晝夜變動 —

李昊在 · 辛亨鎰 · 朴仲熙

釜山水產大學

(1990년 1월 31일 접수)

## Acoustic Scattering Layers in the East China Sea-I

— Diurnal Fluctuations in Echo Level of the Scattering Layers —

Dae-Jae LEE, Hyeong-Il SHIN and Jung-Hee PARK

National Fisheries University of Pusan

(Received January 31, 1990)

This paper describes on the characteristics of the acoustic echoes from the scattering layers by the aggregation of marine organisms which was measured by using a 50kHz echo sounder on board of the training ship "SAEBADA" belong to National Fisheries University of Pusan during the summer, 1989 in the East China Sea.

A data acquisition system was used to record digitally the envelope of the echoes and the frequency distribution of echo amplitudes on the whole water column was examined as a function of time during the sunrise and sunset periods.

Acoustic data showed that the abundance distribution of marine organisms according to depth in the survey area changed with time and that the organisms were most active during the twilight of morning, and the echo strength on the water column or scattering layer was also strongest during this time.

Additional results of this survey suggest that other interest, such as the relationship between environmental conditions and biomass depth distribution, could be also investigated in hydroacoustic method.

### 序 論

東支那海는 東北아시아의 大陸棚漁場의 중심으로서 地理的으로 韓國, 日本, 中國, 台灣에 서로 인접하고 있기 때문에, 이들 4個國의 沿岸海 漁業이 서로 競合하고 있는 중요한 海域이다.

이 海域의 超音波散亂層에 관해서는 과거부터 漁場形成과의 關係糾明 등 여러 목적에서 다양한

調査研究가 행해져 왔으며, 최근에는 魚探技術의 비약적인 발전으로 超音波散亂層의 定量的인 計測이 가능하게 됨으로서, 魚群探知機에 의한 調査는 물론 生物學的 및 海洋學的 調査도 병행되고 있고, 또 이들의 資料를 綜合的으로 分析 檢討하여 超音波散亂層을 定量的으로 評價하려는 研究가 활발히 進行되고 있다.

本 調査研究에서는 東支那海의 超音波散亂層에 대한 基礎的 研究의 일환으로 散亂層의 晝夜間에

대한 垂直移動狀態와 그 때의 Echo 信號의 變動 特性에 관한 高찰을 行하였다.

## 資料 및 方法

### 1. 調査海域

實驗은 Fig.1과 같이 1989年 7월에 東支那海의 Lat. 27° 18' 0N, Long. 123° 08' 1E에서 Lat. 25° 50' 3N, Long. 122° 01' 2E에 달하는 海域에서 釜山水産大學의 實習船 새바다號(stern trawler

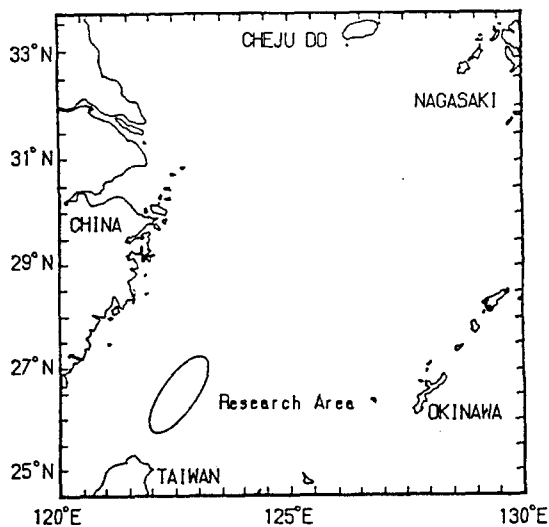


Fig.1. An area of data collection in the East China Sea.

G/T 2,275)를 이용하여 行하였으며, 魚群探知機에 의한 超音波反射信號의 計測은 約 10knots의 船速으로 航走하면서 行하였고, 이 때의 海象 상태는 smooth sea였다.

### 2. 實驗裝置 및 方法

實驗 對象으로 한 超音波散亂層의 模式圖는 Fig.2와 같으며, 實驗에 이용한 計測 시스템의 系統圖는 Fig.3과 같다.

Fig.3에서 魚探 시스템은 定量的으로 설계된 送·受信部(TVG機能具備)와 Micro-computer (NEC製, PC9801VM2), 또한 兩者를 연결하는 A/D 變換部(ELM DATA製, EP-98ADCH)로

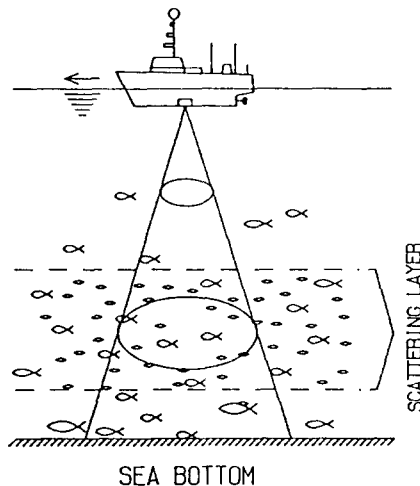


Fig.2. Illustration of the scattering layer in a sound beam.

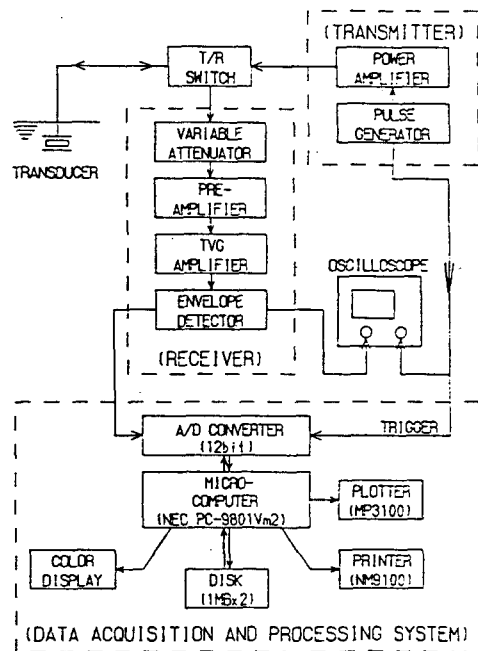


Fig.3. System block diagram.

構成하였다.

魚探信號의 收錄은 送·受信部에서 送信 Pulse와 同期하여 出力된 送信Trigger 信號가 Micro-computer에 Interrupt 信號로서 入力되어 A/D 變換部가 Echo 信號의 變換(sampling)을 行하

면, 이 定量化된 Echo data를 먼저 Color display(NEC製, PC-KD854)에 表示시킨 후, Floppy disk에 收錄하였다. 後日, 이 Data는 實驗室에서 再生시켜 분석하였고, 處理結果는 Plotter(GRAPHTEC製, MP3100) 및 Printer(NEC製, NM-9100)에 出力하였다.

A/D 變換器는 12bit로서 A/D 變換速度는 最大 15  $\mu$ s였으며, Micro-computer의 Soft ware는 A/D 變換에 對해서는 8086 機械語로, 또 周邊機器의 制御에는 Basic으로 작성하였다.

Fig. 4는 調查海域에서 測定한 水溫의 垂直分布이다. Fig. 4에서 表層의 混合層에 對한 水溫은 28°C였고, 水溫躍層이 水深 約 16m부터 80m에 걸쳐 形成되어 있었으며, 底層의 水溫은 約 17°C였다. 또, 水溫躍層의 上部와 下部의 水溫差는 約 11°C였다.

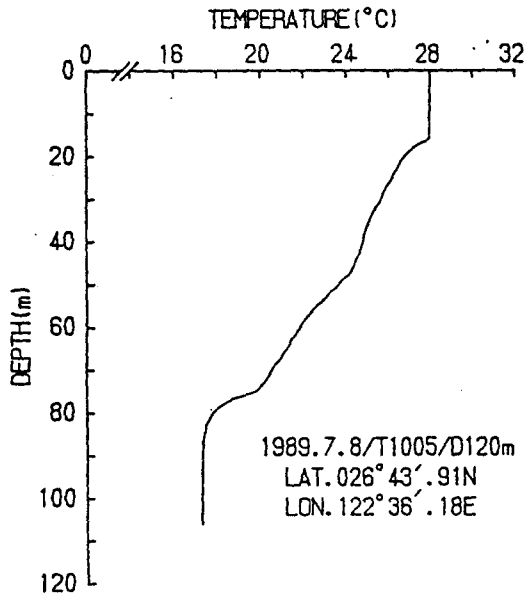


Fig. 4. Temperature profile measured in the survey area at 10:15 on July 8, 1989.

## 結果 및 考察

### 1. 超音波散亂層의 Echo 信號의 晝夜間變化

超音波散亂層에 對한 여러가지 現象은 從來의

경우, 주로 記錄式 魚群探知機에 나타나는 記錄像의 解析에 의해 考察되어 왔으나, 魚群探知機의 記錄像은 對象標的의 Echo level이 Threshold level 以上일 때에만 表示가 가능하므로, 魚群이나 기타 生物群의 群集度에 관한 情報를 記錄像의 濃度로부터 定量的으로 파악한다는 것은 매우 어렵다. 散亂層의 舉動을 定量的으로 파악하기 위하여 各 水層에 分布하는 生物群의 群集度에 相當하는 散亂層의 Echo 信號波形을 各 時間別로 比較, 檢討한 結果는 Fig. 5, Fig. 6과 같다.

Fig. 5, Fig. 6은 각각 7月 8日 17:15~24:00, 7月 9日 01:20~07:15에 觀測한 全水層에 對한 Echo 信號波形이며, 橫軸은 水深(m), 縱軸은 Echo level(V)이다. 當日의 日沒時間은 18時 55分이었다.

Fig. 5와 Fig. 6에서와 같이 全水層에 對한 Echo level은 日沒前부터 차츰 높아지기 시작하고, 日沒直後부터는 水深 約 30m~50m 水層 사이에 超音波가 매우 강하게 散亂되는 散亂層이 두각을 나타내기 시작하여 時間이 경과할 수록 Echo level이 급격히 높아졌고, 散亂層의 幅도 매우 伸長되어 천천히 表層을 향해 浮上하는 경향을 나타내고 있다.

일반적으로, 魚群 및 기타 生物群의 分布形態는 調查海域, 氣象狀態, 漁場環境 등에 따라 變化가 매우 심하므로, 서로 다른 海역에서의 各 時間別에 對한 Echo 信號로부터 海洋生物群의 垂直移動樣相을 精確하게 推定하는 것은 어렵지만 大략적인 경향을 파악하면 다음과 같다. 즉, Fig. 5, Fig. 6에서 알 수 있는 바와 같이 夜間에는 散亂層이 전반적으로 浮上하는 경향이 있으며, 超音波가 특히 강하게 산란되는 局小散亂層이 여러 水層에서 多數 出現하여 이들은 점차 主散亂層과 합쳐지고, 또 이 過程이 반복되어 主散亂層이 規模가 점차 커지는 경향이 있는 것으로 판단된다. 또한 이와같은 局小散亂層은 活動性이 강한 個體魚, 또는 이들 상호간의 群集에 의해 초래되는 것으로 생각된다.

특히, 當日의 日出時間이 05時 16分인데, 日出前後의 時間帶에 있어서는 全水層의 Echo 信號가 全觀測時間을 통하여 가장 강하게 관측되었고, 또 散亂層의 幅도 가장 광범위하게 分布하고 있을 뿐만 아니라, 여러개의 散亂層이 동시에 출

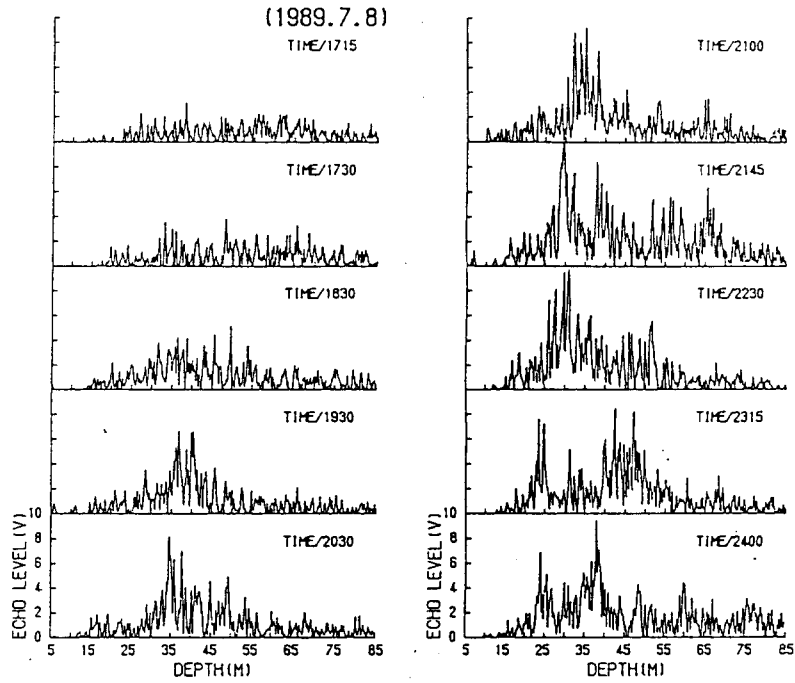


Fig.5. Echo profiles of scattering layers between 17:15 and 24:00 on July 8, 1989.

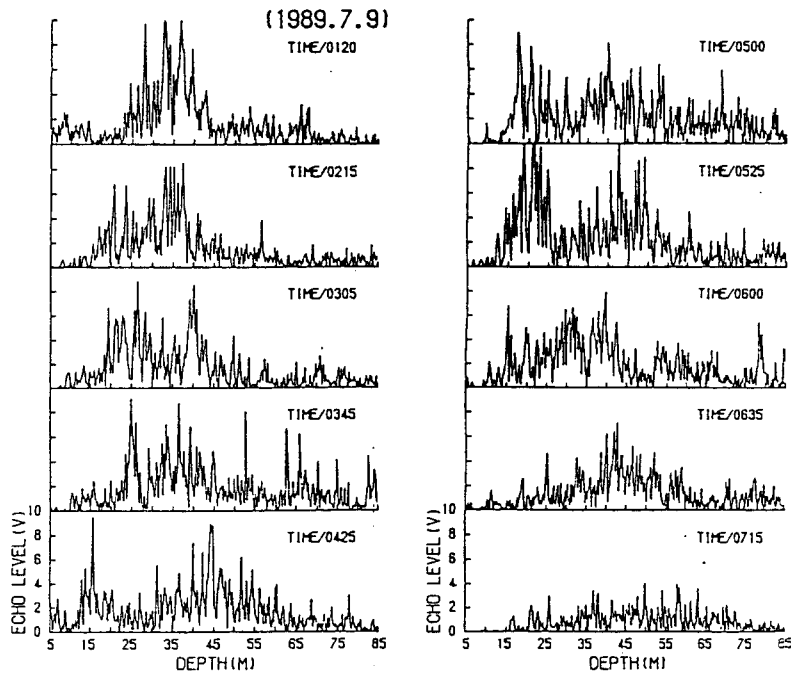


Fig.6. Echo profiles of scattering layers between 01:20 and 07:15 on July 9, 1989.

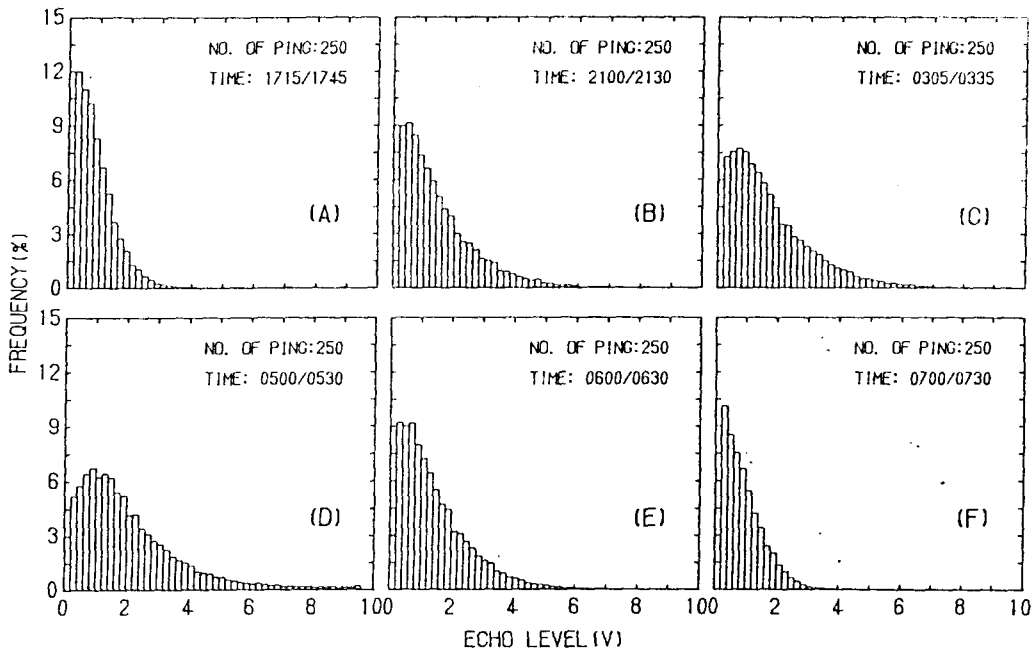


Fig.7. Echo level histograms of scattering layers as a function of time.

현하고 있는 것을 알 수 있다. 이와같은 사실은 이 시간대에서 생물군은 가장 활동적이고, 또 매우濃密하게 群集하기 때문인 것으로 생각된다.

한편, 日出後 시간이 점차 경과함에 따라서는 散亂層이 급속히 下降함과 동시에 Echo level도 현저하게 감소해 가는 경향을 나타내고 있다. 이現象은 日沒後 散亂層이 형성되어 매우 천천히 表層을 향해 浮上하는 現象과는 매우 대조적이였다.

## 2. Echo 信號의 時間帶別 振幅頻度分布

Fig.7은 全水層에 대한 Echo 信號의 振幅頻度分布를 各 時間帶別로 區分하여 나타낸 것으로, 橫軸은 Echo level(V)이고, 縱軸은 頻度(%)이다.

Fig.7에서 Echo信號의 振幅分布는 日沒前의 指數分布型(A)에서 시간이 점차 경과하여 日出前後의 時間帶가 되면 正規分布型(D)으로 변화하고, 또 이것은 日出後 어느 정도 시간이 경과함에 따라 다시 指數分布型으로 변화하는 樣相을 나타내고 있다. 즉, 日沒前에는 뚜렷한 散亂層이

형성되어 있지 않은 관계로 全水層에 걸쳐 Echo level이 매우 낮아 振幅이 낮은 Level에 많이 집중되는 指數分布型을 나타내지만, 日沒後에는 시간의 경과와 더불어 水中照度가 낮아짐으로 인해 中·底層에 分散回遊하던 生物群이 점차 表層을 향해 垂直移動을 시작함으로써, 이 過程에서 生物群의 群集度가 점차 높아져 Echo 信號가 높은 Level에 많이 집중되어 振幅分布가 正規分布型으로 변해간다고 생각된다. 한편, 日出後 시간이 어느 정도 경과한 後부터는 水中照度가 급격히 증가하기 때문에 生物群이 이것을 피해 급속히 分散下降함으로써 Echo 信號가 다시 약해져 振幅分布가 指數分布型으로 변해가는 것으로 판단된다.

## 要 約

東支那海의 超音波散亂層에 대한 基礎的 研究로서, 散亂層의 晝夜間에 대한 垂直移動狀態와 Echo 信號의 變動特性에 관하여 檢討한 結果, 水深 20m~80m에 형성된 上·下限의 水溫差가 約 11°C인 水溫躍層部에서 日沒前에는 散亂層의

Echo 信號가 뚜렷하지 않았으나, 日沒後부터 水深 35m~45m 區間에서 散亂層이 강하게 나타나기 시작하여, 時間이 경과할 수록 垂直的으로 伸長되면서 表層을 향해 점차 浮上하는 경향을 나타내었다.

한편, 日出前에 超音波散亂層의 上部는 水温躍層의 上限까지 浮上하였고, 또 全 水深에서 상당히 강한 Echo 信號가 돌발적으로 出現하는 현상이 確認되었으며, 이것은 底層에 分布하고 있던 魚群이 浮上하여 발생한 것으로 생각된다. 日出後에는 散亂層이 급속히 下降함과 同時に Echo level도 급격히 낮아지는 경향을 나타내었고, 그 下降速度는 日沒後 散亂層의 浮上速度에 비해 현저하게 빠른 現象을 나타내었으며, 日出前後 約 30分間에 가장 강한 Echo 信號가 관측되었다.

또 Echo 信號의 振幅頻度分布는 日沒前에는 全水深에 걸쳐 Echo level이 매우 낮으므로 낮은 level에 많이 집중되는 指數分布型은 나타내고, 日出前後에는 Echo 信號가 높은 level에 많이 집중되는 正規分布型을 나타내었다.

#### 參考文獻

- 1) 內田和良·浜野 明·巽 重夫·廣瀬 誠(1986) : 東シナ海大陸棚斜面におけるDSLについて. 水産大研報 34(1), 105-114.
- 2) 松野保久(1987) : 鹿兒島灣における超音波散亂層に關する研究. 鹿兒島大學 水産學部紀要 36, 227-377.
- 3) Johnson, R.K.(1977) : Acoustic estimation of scattering-layer composition. JASA 61(6), 1636-1639.
- 4) Sameoto, D.D.(1980) : Quantitative measurements of euphausiids using a 120 kHz sounder and their in situ orientation. Can.J. Fish.Aquat.Sci. 37, 693-702.
- 5) McCartney, B.S.(1976) : Comparison of the acoustic and biological sampling of the sonic scattering layers : R.R.S. 'DISCOVERY' sond cruise, 1965. J. mar. biol. Ass. U.K. 56, 161-178.