

## 저서어자원량의 음향추정에 있어서 해저검출 알고리즘에 관한 연구

黃 斗 溍

여수대학교

(2000년 6월 23일 접수)

## Improvement in Bottom Detection for Hydroacoustic Assessment of Demersal Fish

Doo-Jin Hwang

Yosu National University

(Received June 23, 2000)

### Abstract

Due to the importance of bottom detection method for defining an integration layer with the bottom as a reference basis, some theoretical elements which form bottom echoes during acoustic survey of demersal fish were considered. A stable bottom detection method based on maximum voltage difference, which was not influenced by variable levels and waveform transformation. The method has been shown to be effective using in-situ bottom echo waveforms and computer simulation data. A comparison between near-bottom SV profiles acquired in Funka Bay, Hokkaido, of Japan, the East China Sea and the Yellow Sea, of Korea, with the threshold method and maximum differential voltage method, shows that the SV obtained with the maximum differential voltage method is 4-6 dB higher than those with threshold method within 2m from the bottom.

### 서 론

최근 음향學的手法을 이용한 水産資源量의 推定技術은 計量魚群探知機의 出現으로 거의 實用段階에 와 있다. 그러나 음향調査의 대부분이 表中層性의 多獲性魚種을 대상으로 하고 있으며, 아직까지 底棲魚類를 대상으로 한 음향資源調査는 기대할 만한 成果를 올리지 못했다<sup>1)~2)</sup>. 왜냐하면,

에코積分法을 이용하여 底棲魚의 資源現存量을 추정하는 경우, 海底의 取扱에는 여러 가지 問題點이 남아 있기 때문이다. 즉 송신펄스의 物理的 길이( $ct/2$ )에 의한 海底와의 距離分解能과 海底에 도달한 에코가 음향빔의 擴散에 의해 音軸으로 부터 벗어난 부분(方位分解能)에서 생기는 데드존의 존재<sup>3)~4)</sup>, 나아가 海底檢出의 不安定에 의한 海底上의 에코적분의 下限을 정하는 海底오프셋의 결

\* 본 연구는 1999년 한국학술진흥재단의 학술연구비에 의하여 지원되었음.

정이 적절하지 않을 경우에 수반하는 誤差 등을 들 수가 있다.

本研究에서는 底棲魚의 資源調査에 있어서, 技術적으로 선결해야 할 海底檢出法에 대하여 海底에코의 形成過程을 理論적으로 고찰하여<sup>6)</sup>, 새로운 海底檢出法을 개발하였다. 또, 그 有效性에 대하여, 컴퓨터 시뮬레이션, 水槽實驗, 現場데이터 등을 이용하여 검증<sup>6)~7)</sup>하였으며, 실제 北海道 沿岸의 명태 資源調査와 東中國海의 底棲魚 資源調査, 그리고 黃海에서 수집한 과형데이터를 이용하여, 從來의 海底檢出法과 비교하여 資源量의 推定誤差에 관하여 고찰하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 기존 계량어군탐지기의 해저검출법의 문제점

海底檢出이란 海底를 基準으로 하여 積分處理를 하기 위한 深度의 指標로서, 海底檢出의 일반적인 方法은 海底附近의 신호만을 통과시키는 게이트신호를 대상으로 海底의 에코레벨이 魚群의

에코레벨 보다 큰 것을 이용하여, 適當한 閾值를 설정, 閾值를 넘는 순간을 海底로 정하는 方法으로써, 이것을 에코레벨法이라고 부른다. 그러나 이 方法은 閾值를 설정하여 海底檢出을 하는 그 자체가 誤檢出로 연결된다. 그 예를 現場데이터를 이용하여 설명한 것이 Fig. 1이다. Fig. 1의 橫軸은 수심에 대응하는 시간, 從軸은 에코레벨을 나타내고 있으며, 그림에서 閾值를 파선과 같이 8V에 설정한 경우, 海底의 에코레벨이 낮은 (a)와 같은 경우에는 海底檢出이 되지 않고, 또 (b)나(c)와 같이 海底檢出位置가 不安定할 경우에는 海底오프셋의 설정을 충분히 크게 하지 않으면 안 되는 原因이 된다. 한편으로, 閾值를 낮추어 2V에 설정한 경우 (d)와 같이 海底附近의 魚群을 海底에코로 誤檢出하여, 結果적으로 어군에코를 積分範圍에서 除去해 버리는 오류를 범하게 되어, 資源量을 過小推定하게 된다.

### 2. 海底에코의 形成理論

통상 魚群探知機의 信號傳達經路는 Fig. 2와 같이 나타낼 수 있으며, 受信機出力端에 의한 海底

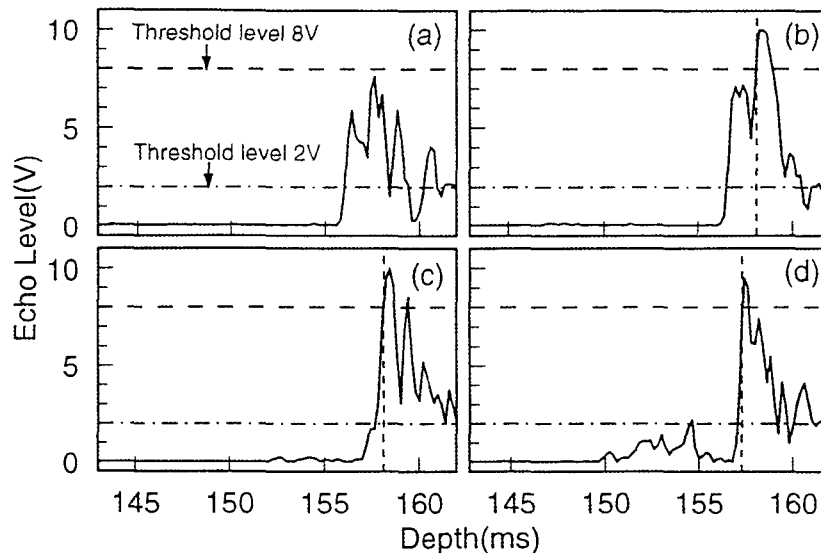


Fig. 1. Bottom detection error using echo threshold level.

- (a) Bottom detection failure because the bottom echo level was smaller than the threshold level.
- (b) and (c) should set up a larger offset due to an unstable bottom.
- (d) when the threshold level was at 2V, it mistook schools of fish for bottom echo.

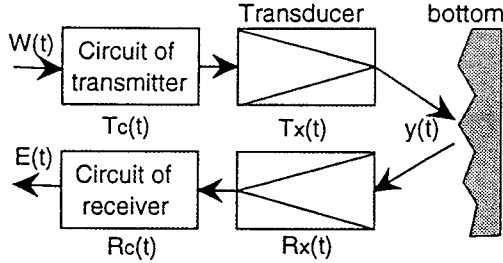


Fig. 2. Circuit of the echo sounder transmission signal.

에코파형  $E(t)$ 는 (1)식으로 나타낼 수 있다.

$$E(t) = W(t) * T_c(t) * T_x(t) * y(t) * R_x(t) * R_c(t) \quad (1)$$

여기서 \*는 入力波形과 임펄스응답과의 컨볼류션<sup>9)</sup>을 나타내는 演算記號,  $W(t)$ 는 송신펄스파형,  $T_c(t)$ 는 送信回路의 임펄스응답,  $T_x(t)$ 는 送波器의 임펄스응답,  $y(t)$ 는 海底의 임펄스응답,  $R_x(t)$ 는 受波機의 임펄스응답,  $R_c(t)$ 는 受信回路의 임펄스응답이다.

海底에코파형  $E(t)$ 는 送受信系の 特性 $T_c(t)$ ,  $T_x(t)$ ,  $R_x(t)$  및  $R_c(t)$ 에 크게 영향을 받지만, 여기서는 海底의 임펄스응답  $y(t)$ 에 착목하여, 送受信系の 임펄스응답의 Fourier變換의 시스템함수를 1로 가정하고, 그 送受信系에 의한 영향은 편의상 송신펄스파형을 變化시키는 것으로 한다. 즉 海底에코파형  $E(t)$ 은

$$E(t) = W(t) * y(t) \quad (2)$$

이 된다. 나아가, 海底의 임펄스응답은 트랜스듀서의 指向性特性, 海底의 反射面積 및 海底의 反射率로 설명할 수 있으므로, 송신펄스파형과 이러한 各要素와의 相互作用에 의한 海底에코파형의 形成過程을 이론적으로 고찰하였다. 魚群探知機에서 사용하고 있는 單一圓形트랜스듀서의 指向性函數  $D(\theta)$ 는 다음식<sup>10)</sup>으로 나타낼 수 있으며,

$$D(\theta) = \frac{2J_1(ka \sin \theta)}{ka \sin \theta} \quad (3)$$

여기서,  $J_1$ 는 제1종제1차베셀함수를 나타내고,  $k$ 는 波數( $k = 2\pi/\lambda$ ,  $\lambda$ 는 波長),  $a$ 는 트랜스듀서의 半徑이다. 本研究에서 실제의 海底에코파형과 비교

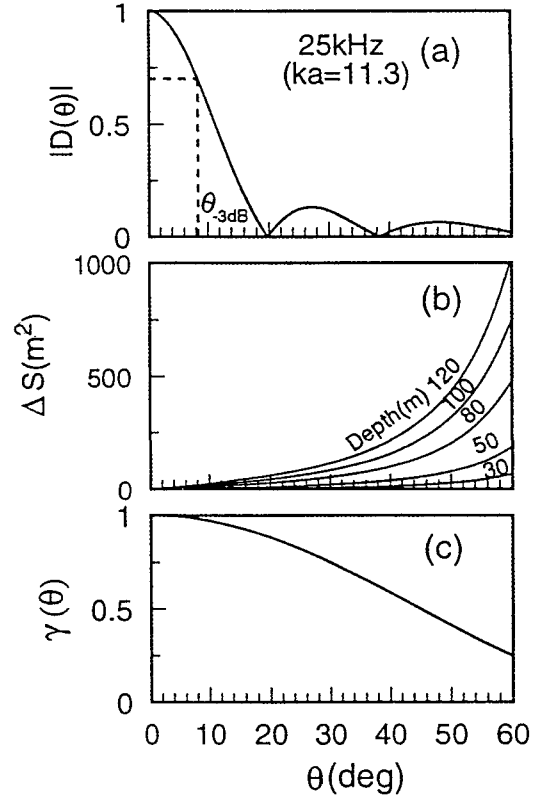
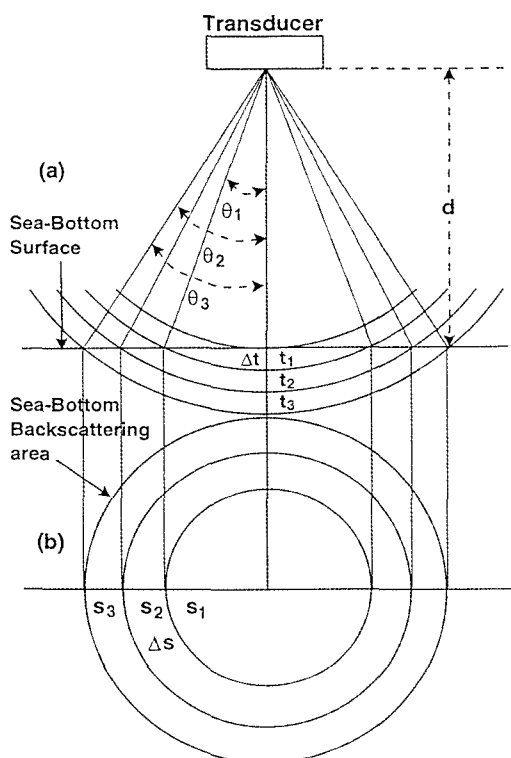


Fig. 3. Constituent elements to form bottom echo. (a) Theoretical directivity function of circular transducer array. (b) Bottom area contribution for acoustic backscattering in the beam. (c) Acoustic backscattering coefficient of the bottom according to incidence angle.

하기 위해 各 파라미터를 실제의 計量魚群探知機와 같은 조건으로 周波數를 25kHz,  $c$ 는 1500m/s,  $ka$ 를 11.3으로 하여, 指向性函數를 구하고(Fig. 3a), 그때의 빔폭(파워半減半角)은 16.2°였다. 한편, 음향펄스는 海底에 到達해서부터, 時間의 經過와 함께 海底面 위를 퍼져 가므로, 어떤 시간 $t$ 에 의한 角度를  $\theta$ 라고 하면, 海底가 散亂에 寄與하는 面積  $S(\theta)$ 는 Fig. 4에 나타낸 것과 같이 水深 $d$ 와 音軸으로 부터의 角度  $\theta$ 의 函數가 되고, 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$S(\theta) = \pi(d \tan \theta)^2 \quad (4)$$

여기서  $\theta$ 가 微小角  $\Delta\theta$ 만큼 크게 될 경우, 그것과



**Fig. 4. Chart of bottom echo formation.**  
 (a) Incidence angle of pulse signal(side view).  
 (b) Backscattering area on the bottom(top view).

함께  $\Delta\theta$ 의 증가분에 의한 散亂에 寄與하는 面積  $\Delta S$ 는 다음식으로 나타낸다(Fig. 3b).

$$\Delta S(\theta) = S(\theta + \Delta\theta) - S(\theta) \quad (5)$$

그리고, 海底의 反射는 海底로 의 入射角에 의한 그 微小面積으로부터의 後方散亂으로 간주하여, 海底의 強度 反사율  $\gamma(\theta)$ 는 Lambert의 법칙<sup>11)</sup>으로부터 다음식으로 나타낼 수 있다(Fig. 3c).

$$\gamma(\theta) = \mu \cos^2\theta \quad (6)$$

여기서,  $\mu$ 는 저질에 의해 변하는 比例定數이다. 海底에코는 위의 3가지의 形成要素, 즉 트랜스듀서의 指向性函數  $D(\theta)$ , 散亂에 寄與하는 海底의 面積  $\Delta S(\theta)$ , 海底의 反射率  $\gamma(\theta)$ 의 積으로 나타낼 수 있으므로, 海底에코의 形成要素의 積  $y(\theta)$ 는 다음식으로 나타낼 수 있다.

$$y(\theta) = \sqrt{D^2(\theta)\Delta S(\theta)\gamma(\theta)} \quad (7)$$

또한 빔의 擴散과 함께 海底反射를 時間函數로서 표현하기 위해, 아래의 식을 이용하여, 각도  $\theta$ 로부터 時間  $t$ 에 變數變換을 행한다. 여기서 時間  $t$ 는 펄스의 前端이 海底에 到達한 時點으로부터의 經過시간을 의미한다.

$$t = \frac{2d}{c} \left( \frac{1}{\cos\theta} - 1 \right) \quad (8)$$

또, 音速  $c$ 를  $1500\text{m/s}$ 로 하여,  $\frac{1}{\cos\theta} > 1$ 의 관계로부터 위식은 다음과 같은 近似式으로 나타낼 수 있다.

$$t \cong d \sec\theta \quad (9)$$

위에서의 함수로부터, (3)식~(6)식을 (7)식에 대입하여,  $t$ 를 변수로 하는 海底의 入射應答  $y(t)$ 가 도출되었다.

$$y(t) = \sqrt{\frac{2J_1\left\{k a \sin\left(\sec^{-1}\frac{t}{d}\right)\right\}}{\left\{k a \sin\left(\sec^{-1}\frac{t}{d}\right)\right\}} \pi d^2 \left[ \tan^2\left\{\left(\sec^{-1}\frac{t}{d}\right) + \Delta\left(\sec^{-1}\frac{t}{d}\right)\right\} - \tan^2\left(\sec^{-1}\frac{t}{d}\right) \right]}{\sqrt{\mu \cos^2\left(\sec^{-1}\frac{t}{d}\right)}} \quad (10)$$

결국, 海底에코파형  $E(t)$ 는 (2)식으로부터 송신 펄스파형  $W(t)$ 와 海底의 入射應答  $y(t)$ 와의 卷积 유선으로 나타내어진다.

$$E(t) = \int_0^\infty W(\tau)y(t-\tau)d\tau \quad (11)$$

송신펄스파형에는 이상펄스로서의 구형파  $W_R(t)$ 와 送受波系의 特性을 고려한 가우스파  $W_G(t)$ 를 입력하였다. 즉 구형파의 파형함수는

$$W_R(t) = u_{-1}\left(t + \frac{T}{2}\right) - u_{-1}\left(t - \frac{T}{2}\right) \quad (12)$$

로 나타내며, 여기서  $u_{-1}$ 는 단위스텝함수이다.

또 가우스파의 파형함수는

$$W_G(t) = W_R(t)\exp\left(-\frac{2n^2}{T^2}t^2\right) \quad (13)$$

이다. 일반적으로 海底에코파형의 생성은 처음에는 완만하게 나타나, 빔의 확산과 동시에 해저에

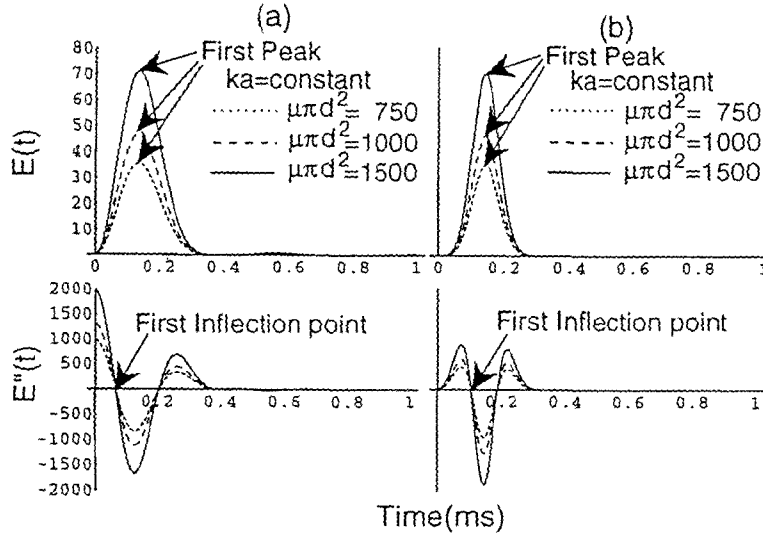


Fig. 5. Numerically calculated bottom echo waveforms of rectangular and Gauss pulses.

(a) Rectangular pulse input.

(b) Gauss pulse input.

(top graph) Bottom waveform outputs.

(bottom graph) Second differential waveform of upper waveform.

의한 반사에너지가 갑자기 크게 되고 급기야 포화 상태가 되므로 에코전압파형의 변화율이 최대가 되는 점이 존재하게 된다. 이것은 海底에코파형의 생성과정에 변곡점이 존재한다는 것을 의미한다. 또, (11)식에 있어서, 펄스파형으로서 구형파와 가우스파를 入力하여, 數値計算에 의해 구한 결과를 나타낸 것이 Fig. 5이다. Fig. 5의 (a)는 구형파, (b)는 가우스파를 입력한 것으로, 위의 그림이 出力波形  $E(t)$ , 아래의 그림은 2회 微分한 波形  $E''(t)$ 이다. (11)식에 있어서, 海底의 임펄스 응답  $y(t)$ (10식)의 變數인  $ka$ 를 固定하여, 水深과 海底反射率의 比例定數의 積  $\sqrt{\mu\pi d^2}$ 를 變化시킨 결과, 海底에코  $E(t)$ 의 振幅이  $\sqrt{\mu\pi d^2}$ 에 比例하여 變化하지만, 2회 微分波形이 0을 통과하는 接點(變曲點), 즉 海底에코의 電壓最大變化點은  $\mu$ 와  $d$ 에는 無關係로 位置가 항상 一定하다는 것을 알 수 있다. 위의 결과로부터 電壓最大變化率을 이용한 海底檢出은 海底에코의 레벨의 變動에 無關係하며, 또한 檢出位置가 일정하다는 것을 理論的으로 알 수 있었다.

### 3. 水槽에 있어서의 해저에코 파형의 변화

水槽實驗은 水産工學研究所의 球面波水槽(길이

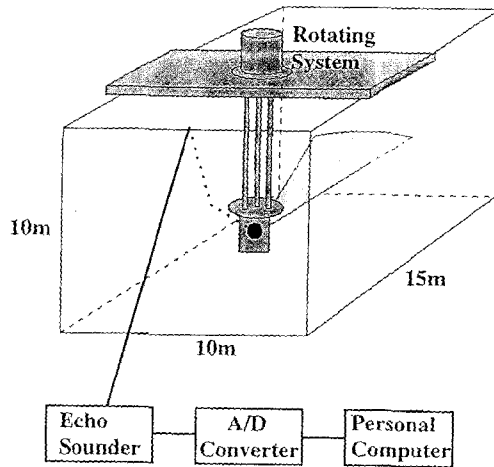


Fig. 6. Block diagram of tank experiment for bottom detection.

15m, 폭 10m, 깊이 10m)에서, 回轉制御裝置에 38kHz의 듀얼빔 트랜스듀서를 附着하여, 깊이 5m에 設置하였다. 그리고, 빔을 옆방향으로 放射하도록 하여, 수조벽을 海底로 하고, 벽으로부터 거리 약 11m 지점에 있어서, 빔이 벽에 垂直入射할 때를 傾斜角  $0^\circ$  로 하여, 오른쪽방향으로  $1^\circ$  씩 트랜

스듀서를 回轉시켜 가면서, 벽으로부터의 반사에 코를 收錄하였다(Fig. 6). 實驗에 사용한 어탐은 (株)KAIJO製作의 KJ1000型으로, 트랜스듀서의 빔폭(파워半減半角)은 narrow beam는  $3.8^\circ$ , wide beam는  $5.2^\circ$ 였다. 그리고, 펄스 폭을  $0.6ms$ 로 설정하여, 受信器로부터  $20\log r$  信號를 A/D變換器를 經유하여, 波形을 컴퓨터의 플로피디스크에 收錄하였다.

#### 4. 現場에 있어서의 해저에코 파형의 변화

또, 現場에서 수집한 데이터를 이용하여, 電壓最大變化率法을 이용하여 海底檢出을 行하고, 그 有效性에 대하여 검토하였다. 現場의 데이터는 實際의 音響調査를 考慮하여 수집하였고, 水産廳調査船SOYOmaru 搭載의 計量魚群探知機 KFC-1000형을 이용하여, 海上에서 波型데이터를 光磁氣디스크(MO)에 收錄하여, 後日 實驗室에서 分析을 行하였다. 魚探의 使用周波數는  $38kHz$ 로, narrow beam의 빔폭은  $4.3^\circ$ , wide beam의 빔폭은  $9.5^\circ$ 였다.

北海道噴火灣에 있어서, 海道大學水産學部研究調査船 Ushio maru(128톤)을 이용하여, 噴火灣에 來遊하는 명태어군을 대상으로 音響資源調査를 실시하였다. 이용한 계량어군탐지기는  $25kHz$ 와  $100kHz$ 로, 船底裝備의 트랜스듀서를 이용하여, 펄스폭 $1ms$ , 펄스反復주기 $0.35s$ , 測定レンジ $100m$ 를 이용하였다. 트랜스듀서의 兩周波數에 의한 빔폭은  $25kHz$ 에서  $26.4^\circ$ ,  $100kHz$ 에서  $13^\circ$ 였다. 에코적분기의 적분모드는 주기 $10s$ 의 時間積分으로 하고,  $10s$ 마다 계산된 海面下의  $1m$ 당 體積後方散亂強度SV의 값을 船位, 潮流, 水溫 등의 데이터와 함께 GPIB인터페이스를 經유하여 컴퓨터의 플로피 디스크에 수록함과 동시에, 어군탐지기의 신호를 자기테이프에 記錄하였다. 後日 現場에서 얻은 어탐신호를 디지털오디오프로세서를 통하여 再生, 에코해석장치를 이용하여 칼라모니터에 표시함과 동시에 兩周波數의 TVG處理後의 신호를 分解能 12bit의 A/D變換器를 이용하여 컴퓨터에 入力하고, XY-plotter를 이용하여 1ping씩 波형을 그렸다. 다수의 어군이 출현한 곳을 선별하여, 칼라에코그램과 컴퓨터에 재현한 에코파형을 비교하여,

다양한 분포의 어군패턴에 대하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 水槽에 있어서의 해저에코 파형의 변화

Fig. 7은 narrow beam을 이용하여, 傾斜角을  $0^\circ$ 에서  $9^\circ$ 까지  $1^\circ$ 씩 변화시켰을 때, 各各의 傾斜角에 의한 Envelope신호를 나타내었다. Fig. 7에서 보는 바와 같이 傾斜角이 커짐에 따라, 海底에코레벨은 작아지고 있으며, 傾斜角이  $9^\circ$ 의 경우에 에코레벨의 最大時의 50%以下로 나타났다. 水槽實驗의 結果에서 보는 바와 같이 실제 海上에서의 音響調査에서는 海底의 起伏, 船體의 動搖, 急斜面의 海底, 軟弱한 海底등으로 인해 海底에 의한 에코레벨이 낮은 波형이 다수 발생할 것을 예상할 수 있으며, 이와 같은 경우 에코레벨法만으로는

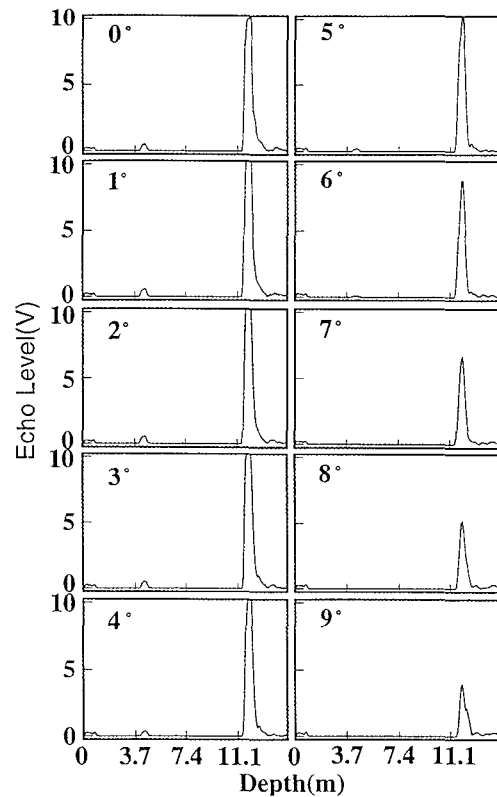
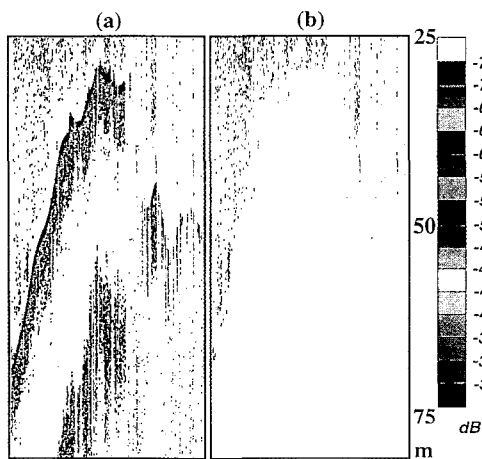


Fig. 7. Bottom echo plotted against change in incidence angle in tank.

海底誤檢出에 의한 推定誤差는 매우 클 것으로 생각된다.

**2. 현장에 있어서의 해저에코 파형의 변화와 해저검출**

Fig. 8은 魚探의 측정레인을 200m로 설정하여, 海底의 傾斜度가 2°~3°의 곳을, 船速 13.7kt로 航海中에 얻어진 에코그램을 표시한 것이다. Fig. 8의 橫軸은 時間의 經過로 300ping분의 에코 파형을, 從軸은 水深을 나타내고 있다. Fig. 8의 왼쪽 그림은 아직 海底檢出을 행하지 않은 前 段階이고, 에코레벨이 강한, 검은색이 길게 연속하여 나타나 있는 부분이 海底이다. Fig. 8의 왼쪽 그림에서 보는 바와 같이 海底의 傾斜 또는 船舶의 動搖에 의해 海底의 에코레벨이 작거나, 에코가 절단되어 있는 파형을 많이 볼 수 있다. 다음은 電壓最大變化率法을 이용하여, 海底檢出을 행하여 海底에코以下의 信號를 除去한 것이 Fig. 8의 오른쪽 그림이다. 만약 에코레벨法으로 海底檢出을 행하여 誤檢出이 발생한 경우, 검은색이 길게 나타나 있는 부분(海底)을 포함한 아래부분의 에코가 표시되도록 하였으나, 電壓最大率法을 이용한 海底檢出은 300ping분 全 에코에 대하여 海底檢出

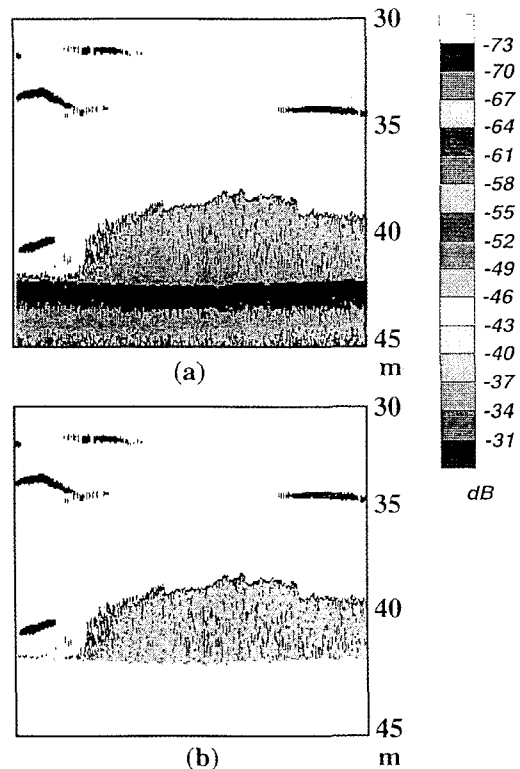


**Fig. 8. Echogram which was obtained during navigation at a speed of 13.7kt with 2~3degrees of sea bottom gradient.**  
 (a) is before bottom detection.  
 (b) is after bottom detection by the maximum differential voltage method.

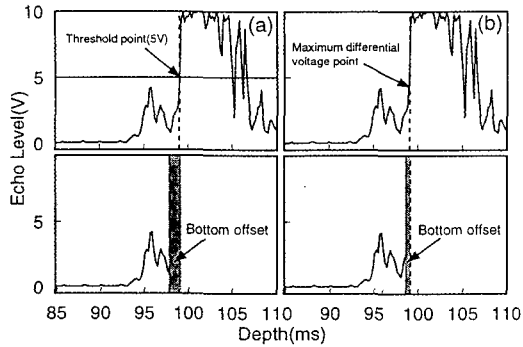
이 明確하게 行하여졌다.

그러나, 실제 海上에서의 변화무상한 海底에코에 대하여, 모두 대응하는 데는 限界가 있다. 예를 들면 海底附近에 거대한 魚群이 존재하는 경우이나, 그 예를 나타낸 것이 Fig. 9이다. Fig. 9의 위 그림은 海底檢出前이고, 아래그림은 海底檢出後의 결과를 나타낸 것이다. 위 그림에서 보는 바와 같이 평탄한 海底附近에 거대한 魚群이 존재하는 것을 알 수 있다. 이와 같은 경우에도 電壓最大變化率法과 同時에 水深의 連續性(前ping의 水深)을 兼用하여 海底檢出을 행한 경우, 魚群의 에코와 海底의 에코를 明確하게 分離하여, 어군에코만을 積分對象으로 選別할 수 있다는 것을 알 수 있다.

海底오프셋의 설정의 重要性에 대하여 검토하기 위해, 에코레벨法과 最大電壓變化率法을 비교 검토하였다. Fig. 10a는 에코레벨法, Fig. 10b는 最大電壓變化率法을 적용한 것으로, 각각, 위의



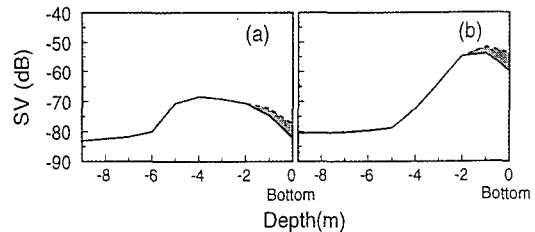
**Fig. 9. Echogram which shows an enormous school of fish on the sea bottom.**



**Fig. 10. Comparison of bottom offset heights between echo threshold and maximum differential methods.**

그림은 에코파형과 海底檢出, 아래의 그림은 海底檢出위치로 부터의 海底오프셋을 행하는 방법을 나타내었다. 에코레벨법에서는 海底檢出位置가 海底에코레벨과 함께 변동하므로 海底오프셋을 충분히 크게 설정하지 않으면 안되지만(보통 1m), 電壓最大變化率法에서는 海底檢出位置가 安定하므로 오프셋 설정을 작게 설정할 수 있다. 따라서, (a)의 경우는 海底直上の 어군에코가 海底오프셋 설정에 의해 제거되어 있으나, (b)의 경우에는 海底오프셋을 작게 설정할 수 있기 때문에, 海底附近의 魚群을 보다 더 정확하게 積分할 수 있다는 것을 보여 주고 있다.

다음은 이러한 海底檢出決定法의 차이가 海底附近에 있는 魚類의 體積後方散亂強度SV에 어느 정도 영향을 미치는가를 현장에서 수집한 어탐신호를 디지털오디오프로세서를 이용하여 再生, 에코해석장치(KAIJO, DR-90)를 이용하여, TVG처리후의 신호를 分解能 12비트의 A/D변환기를 이용하여, 컴퓨터에 입력하여, 1ping씩 에코파형을 수치화한 데이터(샘플간격 15cm)를 이용하여, 波形으로 부터의 에코전압을 魚群散亂에 의한 音響方程式을 이용하여 計算하여 나타낸 것이 Fig. 11이다. Fig. 11은 130ping의 海底로 부터 海底上 10m층내의 1m당의 平均SV를 프로트한 것으로, (a)는 噴火灣의 명태어군, (b)는 東中國海의 底棲魚群데이터를 이용한 것이다. 실선은 閾値를 5V로 설정하여 海底檢出을 행하고 통상의 어탐에서 사용하는 海底오프셋을 1m로 하여, SV를 算出한



**Fig. 11. Comparison of SV profiles on the bottom by echo threshold method (solid lines) and maximum differential method (dashed lines).**

(a) Data obtained from Funka Bay.

(b) Data obtained from the East China Sea.

것이며, 파선은 電壓最大變化率法을 이용하여 海底檢出을 행하고, 現場데이터의 解析데이터에서 얻은 海底오프셋 0.45m를 海底오프셋을 설정하여 SV를 산출한 것이다. 噴火灣(a)의 경우, 電壓最大變化率法을 이용한 海底어군의 SV는 에코레벨법에 비하여, 海底上 0~1m에서 4.8dB, 海底上 1~2m에서 2.4dB 높게 나타났고, 한편 東中國海의 (b)의 경우에는 電壓最大變化率法에 의한 SV는 에코레벨법에 비하여, 海底上 0~1m에서 6.3dB, 海底上 1~2m에서 2.3dB 높았다.

## 요 약

計量魚群探知機를 이용하여 資源量을 推定할 경우 海底檢出은 매우 중요한 요소이다. 특히 魚群이 海底에 가까이 分布하면 할수록, 海底와 魚群을 분리하여 積分하는 것은 資源量의 推定精度의 信賴度를 左右하게 한다. 本研究에서는 從來의 海底檢出法을 보완하기 위해, 새로운 海底檢出法을 開發하여, 그 有效性에 대하여 考察하였으며, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 에코레벨의 最大變化點을 이용하여 海底檢出을 행한 경우 高精度로, 나아가 레벨 변동과 무관하여 安定한 海底檢出法으로서 有效하다.

2) 電壓最大變化率法에 의하면, 海底오프셋은 海底검출위치로 부터 0.45m 이내에서 설정가능하고, 펄스파형, 海底地形과 음향 빔 등에 依存하여 決定된다.



참고문헌

- 1) 朱 徳山, Iverson, S.A.(1991): 黄海・東海のカタクチイワシ及びその他重要魚類資源の音響學的評價研究(大龍英夫譯), 資料 No.32(海洋資源調査センター, 東京), 56~57.
- 2) 黄斗漆・佐野典達・飯田浩二・向井 徹・増田紀義・佐佐木成二(1993): エコ-積分とトロ-ルデータから算出した東シナ海における底棲魚族のターゲットストレンジスについて, 北大水産彙報, 44, 197~208.
- 3) Ona, Egil(1993): Hydroacoustic method for estimation of demersal fish resources, in Proceedings of International Symposium on the Investigation of Demersal Fish Resources (Hokkaido University, Hokodate), 22~34.
- 4) Johannesson, K.A. and Miston, R.B.(1983): Fisheries acoustics: A practical manual for aquatic biomass estimation, FAO Fisheries Technical Paper, 240(FAO, Rome), p.155~180.
- 5) 黄斗漆・飯田浩二・向井 徹(1995): 底魚資源量の音響推定における海底基準と海底オフセットの決定, 日水誌, 61, 43~50.
- 6) 黄斗漆・飯田浩二・向井 徹(1997): 音響による底魚資源調査における海底識別處理の改善, 日本海洋音響學會誌, 24(3).
- 7) 黄斗漆・飯田浩二・向井 徹(1996): 音響を用いた底魚資源調査における海底基準の最適化と資源量推定誤差, 日本海洋音響學會研究發表會講演論文集, 39~42.
- 8) 黄斗漆・飯田浩二・高尾芳三・宮野鼻洋一・澤田浩一・奥村都譽司(1996): 斜面における海底檢出の精度向上について, 日本水産學會春季大會講演要旨集, 20.
- 9) 南 茂夫(1986): 科學計測のための波形データ處理. 第1版(CQ出版社, 東京), 122~124.
- 10) 奥島基良編(1984): 海洋音響基礎と應用(海洋音響研究會, 東京), 39~45.
- 11) Urick, R.J.(1985): 水中音響の原理(土室 明譯)(共立出版, 東京), 266~267.