

# 迎日灣 附近에서의 水中騒音

河 康 烈 · 尹 甲 東  
釜山水産大學 應用物理學科 釜山水産大學 漁業學科

## The Under Water Ambient Noise at Young-il Bay

Kang Lyeol HA

Department of Applied Physics, National Fisheries University of Pusan  
Namgu, Pusan, 608 Korea

and

Gab Dong YOON

Department of Fishing Technology, National Fisheries University of Pusan  
Namgu, Pusan, 608 Korea

Underwater ambient noise level was measured at two points near the Youngil Bay. The environmental characteristics depend upon oceanographic conditions of sound propagation and its implication on the source of ambient noise. Some noise sources were estimated, and the effect of the oceanographic conditions on the noise level variation had been considered. The results were as follows:

- 1) At the nearshore station of Youngil Bay, the ambient noise level in the near bottom(45m) was lower than that of the near surface(10m) by 15dB. This difference was due to spherical spreading from the upper to the lower layer.
- 2) At the open sea station which is located outside of the thermal front existing near the Youngil Bay, the ambient noise level of the upper layer(20m) was higher than that of the lower layer (100m) by 8~12dB below 50Hz and 15~23dB above 50Hz.
- 3) Above 60Hz the ambient noise level at the nearshore station was higher than that of the open sea station, while below 60Hz, the result was reverse. It appears that a boundary layer existed between the two stations.

### 序 論

海中 騒音에 관한 研究는 1940年 以來, 소오나에 의한 水中物標의 探知가 가능하게 되면서부터 本格化되기 始作했다. Knudsen 等<sup>1)</sup>은 水中騒音을 스펙트럼 分析하여 100Hz~25KHz의 周波數範圍에 대한 水中騒音의 크기 및 騒音源의 分布에 대하여 詳細한 바 있으며, 그 後 100Hz 以下の 低周波 및 一部 特定 周波數帶域에 대해서도 持續的인 調査를 계속하였고 極地方의 水中騒音과 그 方向性에 대하여도 研究를 계속하였다<sup>2),3)</sup>. Knudsen 以後 Wenz<sup>4)</sup>는 10 Hz~20KHz에 대한 綜合的인 水中騒音의 音壓레벨과 音源과의 關係를 밝혔으며, 또한, Perrone<sup>5)</sup>이 1Hz 까지의 低周波에 대해서도 研究를 하게 됨으로써 水

中騒音에 대한 모델화가 가능하게 되었다. 그러나 이들 研究의 大部分은 定常的騒音에 관한 것이며, 都市와 인접한 港灣이나 沿岸의 産業活動에 의한 騒音, 潮流가 심한 狹水路에서의 流動騒音과 같은 斷續的, 地域的인 騒音에 관한 研究는 거의 없었다.

Urlick<sup>6)</sup>는 2次大戰中에 調査한 뉴욕港 入口와 몇몇 港灣에서의 水中騒音의 레벨이 約 20dB程度의 큰 變動을 가지며, 거의 全周波數帶에서 深海보다 10dB程度 높은 값을 나타내어 沿岸 가까이에서의 水中騒音은 産業活動, 潮流에 의한 海水의 攪亂등에 큰 影響을 받는다고 했다. 一般的으로 海上狀態가 惡化됨에 따라 水中騒音레벨은 增加한다고 알려져 있으나 Holland(1971)와 Whitney(1972)는 大韓海 狹에서의 水中騒音이 風浪階級1인 때가 2인때보다

**Table 1. Variation of wave height and number of observed ships during ambient noise measurements at each station A (Lat. 34°04.6' N, Long. 129°36.9' E) and B (Lat. 34°04.6' N, Long. 130°18.4' E)**

Station	Depth	Date	Time	Wave height	Number of ships
A	51m	Aug. 28 in 1979	00 : 00	0.5m	1
			06 : 00	0.5m	6
			12 : 00	1.0m	3
			18 : 00	1.0m	4
B	1,500m	Aug. 30 in 1979	14 : 30	3.0m	0
			15 : 20	3.0m	0

全周波數帶에 걸쳐 約 5dB 높은 값을 나타내고, 이것은 이 海域을 通航하는 船舶의 量이 風浪階級 1인때가 훨씬 많았기 때문이라고 보고하였다. 이와 같이 淺海의 水中騒音의 分布樣相은 매우 多樣할 뿐만 아니라 Wenz 曲線처럼 一定한 그래프로 代表하기에는 많은 어려움을 지니고 있다. 水中에서 音波의 傳播는 海水의 物理的 特性과 密接한 關係가 있다. Clark等<sup>7)</sup>은 水溫階層의 부근에서는 깊이에 따라 水中騒音이 크게 變한다고 하였으며, Steinberg等<sup>8)</sup>은 潮汐의 變化 및 水溫의 分布에 따라서도 音波의 傳播特性이 달라진다고 하였다. 따라서, 音波를 利用한 海洋物理現象의 糾明이 可能함을 알 수 있다.

本 論文은 測定海域附近의 環境이 水中騒音에 미치는 影響을 파악하기 위하여 迎日灣附近에서 測定한 水中騒音을 스펙트럼分析하여 海域環境과 音壓 레벨과의 關係를 檢討한 것이다. 이러한 研究는 各觀測點에 있어서의 平均 水中騒音 레벨 뿐만 아니라 音波에 의한 海潮流, 水溫의 分布, 船舶通航量 等の 海域特性을 把握하는데도 重要한 基礎資料가 될 것으로 생각된다.

### 資料 및 方法

#### 1. 騒音測定位置周邊의 海域特性

水中騒音 測定位置는 Fig. 1과 같으며 測定日, 水深, 波高 및 肉眼으로 識別이 可能한 船舶(約 5마일 以內 存在)의 數는 Table 1에, 潮汐은 Table 2에 各各 나타내었다. 觀測點 A에서의 風浪階級은 2였으며 船舶의 數는 Wenz가 分類한 船舶夥多에 속한다.

觀測點 A와 B 사이에는 매우 強한 水溫前線이 항

상 存在하고 있으며 海底地形도 급격한 傾斜를 이루고 있다. 水産振興院의 研究報告<sup>9)</sup>에 의하면 8月の 50m層에서의 A와 B間의 水溫은 約 8°C의 差를 나타내고 있다.

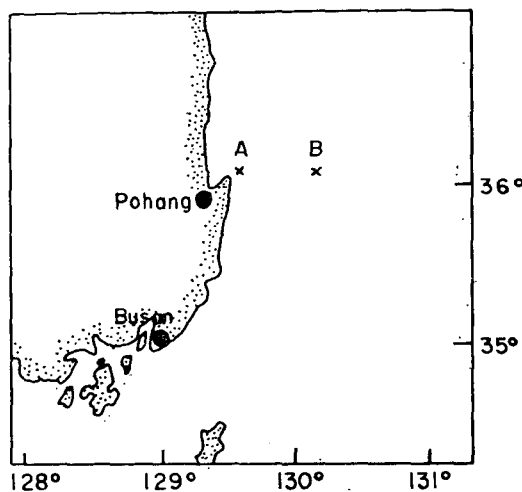


Fig. 1. Measurement stations of ambient noise.

**Table 2. Variation of tidal level during ambient noise measurements near Pohang**

	Date	Time	Tidal level
Pohang	Aug. 28 in 1979	01 : 56	21cm
		07 : 45	28cm
		14 : 07	21cm
		19 : 51	28cm

#### 2. 實驗裝置

測定裝置의 系統圖는 Fig. 2와 같으며 測定에 使用한 機器의 種類 및 諸特性은 Table 3에 나타내었다.

Table 3. Specifications of equipments used for ambient noise measurement and analysis

Equipment	Specification
Hydrophone (B&K 8100)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Omni-direction within <math>\pm 2dB</math>.</li> <li>◦ Flat in 0.1Hz to 80KHz within <math>\pm 2dB</math>.</li> <li>◦ Voltage sensitivity: <math>-85dB</math> re <math>1\mu V/1\mu Pa</math>. (<math>56\mu V/Pa</math>)</li> </ul>
Precision Conditioning Amplifier(B&K 2650)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Amplify 0.1—100V/V in voltage mode.</li> <li>◦ Flat in 0.3Hz to 200KHz band.</li> </ul>
Measuring Amplifier (B&K 2606)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Amplify <math>-36dB</math> to <math>+114dB</math>.</li> <li>◦ Flat in 2Hz—200KHz within <math>\pm 0.5dB</math>.</li> <li>◦ Measuring range: <math>10\mu V</math>—300V RMS.</li> </ul>
Tape Recorder (B&K 7003, 7004)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 4 channel(7003), 2 channel(7004)</li> <li>◦ Flat in 2.5Hz to 50KHz within <math>\pm 3dB</math>.</li> <li>◦ Input voltage:1V to 15V RMS.</li> </ul>
Frequency Analyzer (B&K 2131)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Frequency range: 1.6Hz to 20KHz.</li> <li>◦ 1 octave or 1/3 octave band-width(Hz)</li> <li>◦ Averaging time: 1/32sec to 128sec.</li> </ul>

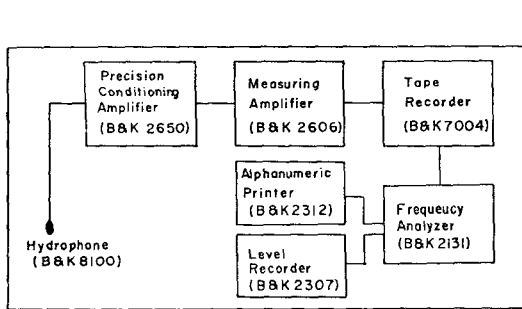


Fig.2. Ambient noise measurements apparatus with a single hydrophone.

### 3. 測定 및 分析方法

水中騒音은 船舶을 停船시켜 觀測點 A에서는 水面으로부터 10m와 45m에 觀測點 B에서는 20m와 100m에 水中聽音器를 각각 장치하여 上下層 同時에 測定하였으며, 측정시마다 約 20分間 錄音器로 錄音하였다.

分析은 周波數分析器에 入力되는 信號를 1/3 octave 대역을 통과시켜 128초간 綫型平均한 後 中心周波數에 대한 補正을 행하고, 聽音器의 電壓感度를 고려하여 1Hz의 帶域幅에 포함되어 있는 音壓을  $1\mu Pa$ 를 기준으로 하여 나타내었으며 水中聽音器에 대한 音壓레벨은 (1)式과 같이 算出하였다.

$$20 \log P = A - V - 10 \log \beta \cdot \omega \pm G \dots \dots \dots (1)$$

但, P: 音壓( $\mu Pa$ )

A: 周波數分析器上的 測定值( $dB$  re  $1\mu V$ )

V: 水中聽音器의 電壓感度( $-85dB$  re  $1\mu V/1$

$\mu Pa$ )

$\beta \cdot \omega$ : 1/3 octave band-width(Hz)

G: 增幅度( $dB$ )

## 結果 및 考察

### 1. 迎日灣附近에서의 水中騒音

迎日灣 入口에 位置한 觀測點 A에서 0시부터 18시 까지 6시간 간격으로 측정한 10m와 45m층의 水中騒音의 變化는 Fig.3과 같다. Fig.3에서 10m층, 45m층 모두 오전 6시경에 全周波數帶에 걸쳐 가장 높은 音壓分布를 보였고, 子正에 가장 낮은 音壓分布를 나타내었으며, 그 音壓레벨의 平均値의 差는 10m층에서 8dB, 45m층에서는 12dB이었다. 이러한 現象은 觀測點附近을 通航하는 船舶騒音의 영향 때문인 것으로 Table 1과 같이 午前 6時경에는 인근 港口에서 出航하는 船舶이 많아 이들에 의해 發生되는 騒音이 全周波數帶에 直接的인 影響을 미쳐 그 音壓레벨은 높아졌고, 子正에는 通航船이 거의 없었기 때문에 낮아진 것이라 생각된다.

10m층과 45m층의 全時刻에 대한 周波數別 音壓平均値는 Fig.4와 같다. Fig.4에서 10m층은 45m층보다 約 15dB 높은 傾向을 나타내고 있다. 이러한 音壓差는 傳播損失式<sup>10)</sup>

$$T.L = 20 \log r + 0.01f^2r \times 10^{-3}(dB) \dots \dots \dots (4)$$

但, T.L: 傳播損失(Transmission Loss)

r: 音源으로부터의 거리(m)

f: 周波數(KHz)

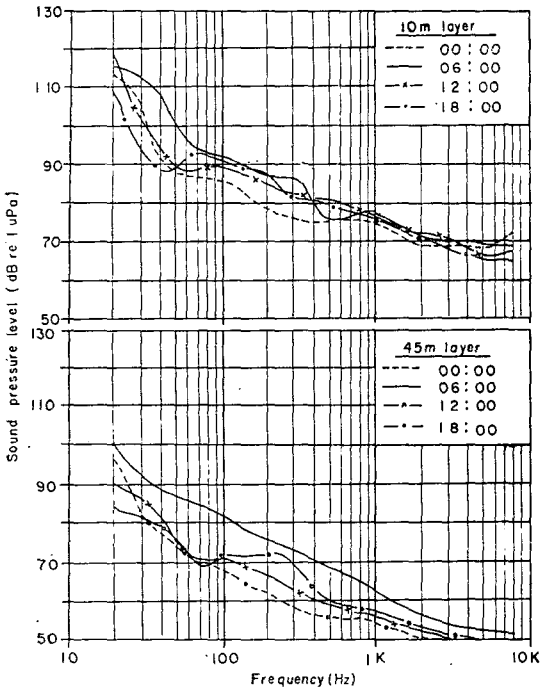


Fig. 3. Variation of ambient noise level in the upper(10m) and the lower(45m) layer at station A.

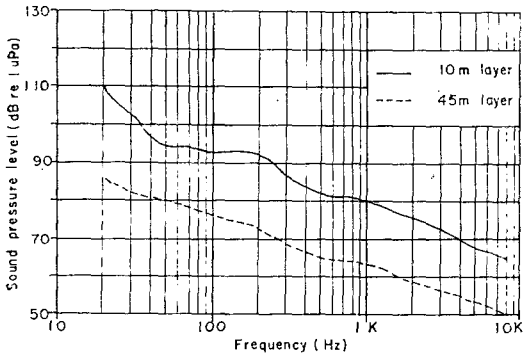


Fig. 4. Average ambient noise level in the upper (10m) and the lower(45m) layer at station A.

으로 계산한 값보다 약 2dB 정도 높다. 이러한 현상은 음원이 표층 부근에 존재한다는 것을 뜻한다. 그러나 Table 1에서와 같이 波高의 변화가 적고 이에 대한 음압레벨의 변화가 Fig. 3에서와 같이 뚜렷하지 아니하므로 인근 通航船 및 測定船自體의 騒音が 支配的이라고 생각된다. 또한, 全周波數帶에서 音壓平均値의 差가 一定하므로 表層 附近에서 發生한 音波

에 따라 그대로 擴散되면서 傳播되었다고 생각된다. 따라서, A點 부근의 海水는 上下層이 거의 一定한 密度로 維持되고 있을 것으로 推定된다.

## 2. 迎日灣外海의 水中騒音

浦項에서 東쪽으로 距岸 40마일 떨어진 B에서 測定한 20m層과 100m層의 水中騒音의 變化는 Fig. 5와 같다. Fig. 5에서 20m層과 100m層의 音壓差는 50Hz 以下에서 8~12dB이나 그 以上の 周波數에서는 15~23dB의 差를 나타내고 있다.

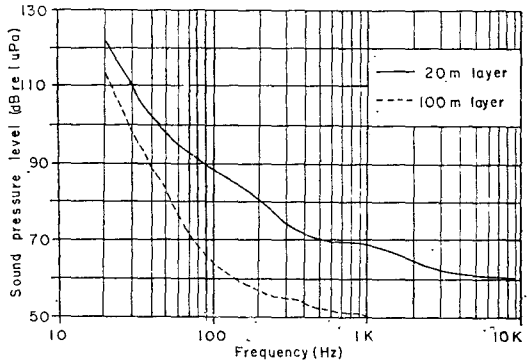


Fig. 5. Ambient noise level in the upper(20m) and the lower(100m) layer at station B.

이러한 音壓差는 傳播損失에 의하여 計算한 14 dB와 比較할 때 50Hz 以下에서는 적고 그 以上の 周波數에서는 매우 큰 傾向을 보이고 있다. 이러한 現象은 測定 당시의 海上狀態가 Table 1에서와 같이 惡化됨에 따라 測定船의 動搖로 起因한 水中聽音器의 上下運動에 따른 流動騒音が 發生된 때문이라고 생각된다. 또한 이것은 이 海域에서 夏季에 20m層과 100m層 사이에 水溫躍層이 存在하고 있기 때문에 音響 에너지의 透過量이 달라져 두 層 사이의 音壓레벨의 差가 周波數에 따라 달라진 것이라 생각된다.

## 3. 迎日灣沿海와 外海의 水中騒音의 比較

觀測點 A와 觀測點 B의 上層과 下層의 水中音壓레벨은 Fig. 6과 같다. Fig. 6에서 上層과 下層의 音壓分布는 約 60Hz를 中心으로 低周波數帶에서는 外海에 位置한 觀測點 B의 레벨이 높고, 그 以上の 周波數帶에서는 内海에 位置한 觀測點 A에서의 레벨이 높은 傾向을 나타내고 있다.

이러한 現象은 内海측에서 高周波의 音を 發生시

## 迎日灣 附近에서의 水中騒音

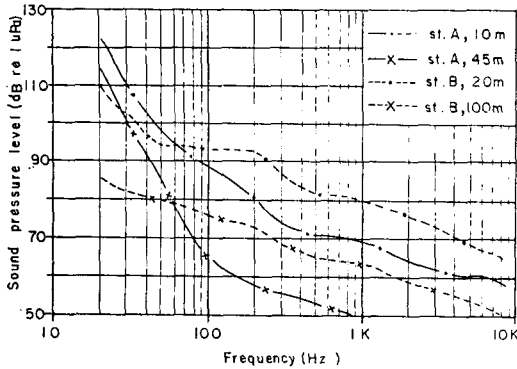


Fig. 6. Comparison of ambient noise level at station A(10m, 45m) and station B(20m, 100m).

키는 工場, 船舶, 碎波 등에 의해 形成된 高周波帶의 音場과 外海의 너울등에 起因하는 低周波帶의 音場으로 區分되기 때문이다.

### 要 約

迎日灣 附近에서 測定한 水中騒音を 스펙트럼分析하여 測定當時의 海域環境과 音壓레벨과의 關係를 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 迎日灣 沿海의 水中騒音은 거의 全周波數帶에서 通航船의 騒音에 影響을 받으며, 10m層과 45m層의 音壓差도 約 15dB로 全周波數帶에서 一定하여 水面附近에서 發生한 音波가 下層으로 球面擴散損失을 일으키면서 傳播함을 알 수 있었다.

2) 迎日灣 外海에서는 上層(20m)과 下層(100m)의 音壓差가 50Hz 以下の 低周波에서는 8~12dB 그 以上の 周波數에서는 15~23dB의 音壓差를 나타내었으며, 그 原因은 測定當時의 水中聽音器의 上下運動에 의한 騒音과 그 사이에 存在하는 水溫躍層의 影響 때문이라 생각된다.

3) 迎日灣의 沿海에서는 60Hz 以上の 周波數의 騒音레벨이 높고, 外海에서는 60Hz 以下の 低周波數帶의 騒音레벨이 높은 現象을 나타내고 있으므로

두 觀測點 사이에는 뚜렷한 境界面의 存在가 豫想된다.

### 參 考 文 獻

- 1) Knudsen, V.O., R.S. Alford and J.W. Emling. 1948. Underwater ambient noise. *Jour. of Marine Res.* 3, 410-429.
- 2) Piggott, C.L. 1964. Ambient sea noise at low frequencies in shallow water of the Scotian Shelf. *J. Acoust. Soc. Am.* 36, 2152-2163.
- 3) Fox, G.R. 1964. Ambient noise directivity measurements. *J. Acoust. Soc. Am.* 36, 1537-1540.
- 4) Wenz, G.M. 1962. Acoustic ambient noise in the ocean: Spectra and sources. *J. Acoust. Soc. Am.* 34, 1936-1955.
- 5) Perrone, A.J. 1974. Infrasonic and low-frequency ambient noise measurements on the Grand Banks. *J. Acoust. Soc. Am.* 55, 754-758.
- 6) Urick, R.J. Principles of underwater sound. McGraw-Hill Book Company, p.181-208.
- 7) Clark, J.G., J.C. Steinberg, H.A. Deferrari, M. Kronengold and K. Yacoub 1972. Fixed system studies of underwater acoustic propagation *J. Acoust. Soc. Am.* 52, 1521-1536.
- 8) Steinberg, J.C. and T.G. Birdsall. 1966. Underwater sound propagation in the Straits of Florida. *J. Acoust. Soc. Am.* 39, 301-315.
- 9) 朴周錫. 1970. 韓國近海의 毛顎類에 관한 報告 水振院 研究報告 6, 1-19.
- 10) Urick, R.J. 1967. Principle of underwater sound. McGraw-Hill Book Company, p.370-371.