

## 濟州島 沿岸의 水中騒音 - I

- 濟州港과 楸子島사이 -

鄭龍晉\* · 邊昌翊\*\* · 徐斗玉\*

(\*濟州大學校 海洋科學大學 · \*\*城山水產高等學校)

## The Underwater Ambient Noise in the Coast of Cheju Island - I - Between Cheju Harbor and Chuja Island -

Yong Jin CHUNG\* · Chang Ik BYUN\*\* · Du Ok SO\*

(\*Cheju National University, \*\*Seongsan Fisheries High School)

Underwater ambient noises were investigated at three stations (A, B and C) connected to a straight line from Cheju harbor to Chuja Island. The underwater ambient noise was present as a sound pressure level for each measured frequency.

The results were as follows :

- 1) The underwater ambient noises were high at nighttime but low at daytime. The differences of each value of average sound pressure level at station A, B and C were 3.7-14.0 dB, 6.3-9.1 dB and 10.0-15.3 dB, respectively.
- 2) The vertical sound pressure level of each station was measured at 20 m, 50 m and 100 m in the depth of water. The values of station A were 105.7 dB, 107.2 dB and 107.5 dB, respectively. The values of station B were 105.7 dB, 103.9 dB and 105.9 dB, respectively. The values of station C were 103.0 dB at 20 m and 105.8 dB at 50 m.
- 3) Each value of horizontal sound pressure level at station A, B and C was 104.8 dB at 20 m, 105.6 dB at 50 m and 106.7 dB at 100 m in the depth of water. Each mean values of sound pressure level from 75 to 5000 Hz was 83.3 dB at 20 m, 84.4 dB at 50 m and 85.9 dB at 100 m in the depth of water, respectively.
- 4) Each mean values of maximum sound pressure level at 75 Hz was 108.4 dB at station A, 107.4 dB at station B and 108.1 dB at station C.

### I. 緒 論

水中에는 不規則的인 音壓波形들로 된 水中騒音이 있어 이들을 정확하게 測定·分析하는 것이 水中音響學의 중요한 研究對象이 되고 있다. 水中騒音은 海域, 時間, 海洋環境 要因에 따라 變한다. 海面附近에서 海底까지의 水溫, 鹽分, 潮汐, 波濤 等の 物理的 現象,

生物이 내는 鳴音, 遊泳音 等 그리고 人工的인 音源인 船舶, 漁具 等に 의하여 單獨 혹은 重疊된 상태로 水中으로 傳播擴散되어 水中騒音源이 되고 있다. 水中騒音의 測定은 어떤 海域에서의 漁場環境의 分析, 漁業生物의 分布 및 船舶通航 상태의 調査 等 새로운 水中情報을 판단하는 資料로 利用되고 있다.

海洋狀態의 變動에 따른 水中騒音의 研究는 Wenz

(1962), Piggott (1964), Steinberg and Birdsall(1966) 등이 있으며, 魚類가 내는 水中騷音은 Uno and Konagaya (1960), Takemura and Mizue (1968) 등이 연구하였고, 船舶騷音의 研究는 Maniwa (1965), Erickson (1979) 등이 있으며, 水中에서 曳引되는 物體의 騷音은 Nishi et al.(1970), Numrich (1978) 등에 의하여 研究된 바 있다.

Steinberg and Birdsall (1966)은 潮汐 및 水溫의 變化에 의하여 音波의 傳播特性이 달라지고, Clark et al.(1972)은 水溫躍層의 附近에서 水中騷音이 크게 變한다고 하였다. Urick (1967)는 沿岸의 産業活動 및 潮流에 의한 海水의 攪亂이 水中騷音에 큰 影響을 미친다고 하였다.

本研究는 濟州港과 楸子島를 연결하는 線上의 3個點에서 測定한 水中騷音을 周波數에 따른 音壓單位로 分析하고 水溫 · 鹽分 및 流速을 測定하여 比較 檢討하였다.

## II. 資料 및 方法

### 1. 騷音測定 海域의 特性

水中騷音 測定海域은 Fig.1 과 같고, 海底地形은 楸子島 附近이 얇고 濟州島 附近은 깊은 海域으로 Fig.2 와 같다.

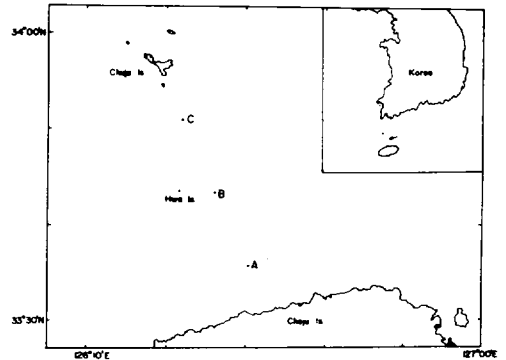


Fig.1. Measurement stations of underwater ambient noise.

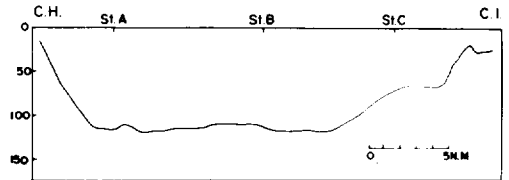


Fig.2. Vertical section of bottom between Cheju harbor and Chuja Island.

C.H.: Cheju harbor C.I.: Chuja Island  
N.M.: Nautical mile

測定點 A, B, C의 位置, 水深, 測定水深, 測定時刻, 波高 및 5海里 以內에서 識別이 可能한 船舶數는 Table 1 과 같다. 波高는 風速을 測定하여 Beaufort 風力 階級에 의하여 換算하였다.

Table 1. Variation of wave height and number of observed ships during underwater ambient noise measurements at stations A, B, and C in 1985

Station	Position	Depth (m)	Date	Time			Wave height (m)	Number of ships
				20 m	50 m	100 m		
A	33° 35'8 N 126° 30'2 E	116	Aug. 4	11:05	11:23	11:38	0.5	1
				18:21	18:33	18:45	0.5	2
	07:41	07:52	08:11	0	10			
B	33° 43'3 N 126° 26'0 E	110	Aug. 4	14:02	14:15	14:27	0.5	0
				20:20	20:33	20:45	0.5	0
	02:55	03:09	03:22	0.2	0			
			09:26	09:41	09:55	0	1	
C	33° 51'0 N 126° 22'1 E	70	Aug. 4	15:50	16:03		0.5	0
				22:28	22:42		0.5	0
	04:57	05:09		0.2	0			
			11:18	11:34		0	1	

濟州島 沿岸의 水中騒音 - (I)

2. 測定裝置

1985年 8月 4일부터 8月 5일까지 濟州港과 楸子島 사이에서 濟州大學校 實習船 濟州 401號 (總噸數 389.27噸, 主機浬 850 HP)를 測定點에 停船시켜, 船內의 騒音을 없애기 위하여 발전기를 정지하고 水中騒音을 測定하였다. 이때 Measuring Amplifier (B & K 2636)의 電源裝置로서 直流·交流變換器를 使用하였다. 測定裝置의 系統圖는 Fig.3과 같으며, 測定機器의 諸特性은 Table 2에 表示하였다.

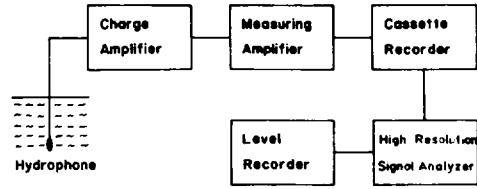


Fig.3. Block diagram of underwater ambient noise measurement system.

水中騒音을 測定하기 위하여 測定點 A, B, C에 浮標

Table 2. Specifications of equipments used for ambient noise measurement and analysis

Equipment	Specification
Hydrophone (B & K 8100)	Horizontal directivity : 100 KHz $\pm$ 2dB Frequency range : 0.1 Hz to 125 KHz Voltage sensitivity : -205dB re 1V/ $\mu$ Pa
Charge Amplifier (B & K 2635)	Amplifier sensitivity : 0.1 mV to 100V/ $\mu$ c, -40 to 80dB Frequency range : 2 Hz to 100 KHz
Measuring Amplifier (B & K 2636)	Measurement range : 10 $\mu$ V to 30V FSD, 100 $\mu$ V to 300V FSD Frequency range : 1Hz to 200 KHz ( $\pm$ 0.5dB)
Cassette-Recorder (SONY TCS-310)	Frequency response : 50-10,000 Hz Input : sensitivity 0.2 mV (-72dB) Output : load impedance 8-300 ohms
High Resolution Signal Analyzer (B & K 2033)	Constant bandwidth baseband frequency analysis in 400 frequency lines Frequency range : 0-20 KHz Spectrum range : 80dB, 40dB
Two-Channel Level Recorder (B & K 2309)	Frequency range : AC : 1.6 Hz to 20 KHz $\pm$ 0.5dB DC : 500 Hz electronic chopper Sensitivity : AC Log : 5mV RMS for 0dB (87mV or 1.57V FSD) DC Log : $\pm$ 10mV for 0dB ( $\pm$ 195 mV or $\pm$ 3.15V FSD)

를 띄워 測定位置로 설정하고, 船內 레-다를 병용하여 測定位置를 확인하였다.

水中騒音 測定은 測定點 A와 B에서는 水深 20 m, 50 m, 100 m를 測定點 C는 水深 20 m, 50 m의 것

을 10分間 錄音하였다. 錄音종료후 계속하여 水溫, 鹽分, 流速을 測定하고 測定點 A, B, C의 순으로 반복하였으며, 各 測定點의 騒音은 6時間마다 4번 測定하였다. 水溫과 鹽分은 水溫鹽分器 (TCS 81)로 測

定點 A에서는水深 0~110 m까지, B는 0~100 m, C는 0~60 m까지 10 m마다,流速은流速計(SD-2 F)로水深 10 m와 50 m의 것을測定하였다.

### 3. 水中騒音 分析

Fig.3과 같은裝置로錄音된水中騒音은實驗室에서周波數分析器(B & K 2033)에 의하여 50 Hz~5000 Hz 사이를 2,048個의 Spectrum line으로, Samples after trigger는 20.1 K로 278 초간線型平均한 후周波數 1 Hz의帶域幅에 포함되어 있는音壓單位를 1 μPa를基準으로分析하여周波數 50~5000 Hz까지細分測定하고, 그 Spectrum을 Level recorder(B & K 2309)로記錄하였다. 이때記錄紙의速度는 40 mm/sec,記錄紙의速度는 1 mm/sec로하였다.

Jacobs and Tavolga (1967), Olsen (1971) 등에 의하면,魚類가 잘 들을 수 있는周波數範圍는 20~1200 Hz라고 하며,本研究에서는周波數 75 Hz와 1 KHz에對한音壓單位를比較檢討하였다.

## Ⅲ. 結果 및 考察

### 1. 濟州港 附近 (A點)의 水中騒音

1985年 8月 4日 10時 30分 水深 116 m인 測定點 A에서 水深 0~110 m까지 10 m간격으로 測定한 水溫 및 鹽分變化는 Fig.4와 같고, 水深 10 m와 50 m에對한 時刻別 流速은 Fig.5와 같다. 水深 0~50 m 사이에서 水溫躍層은 2.5°C/10 m, 鹽分躍層은 0.7‰

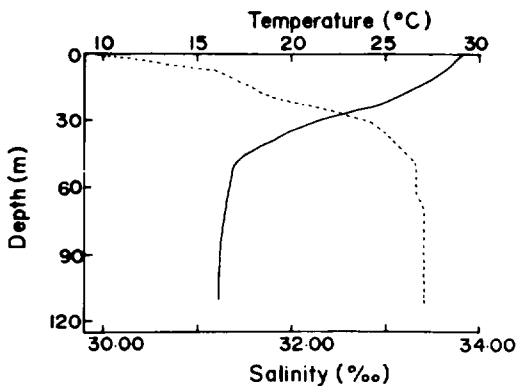


Fig.4. Temperature and salinity profile at the station A.

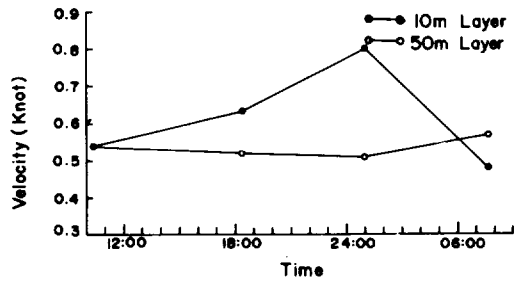


Fig.5. Variation of current velocity at the station A.

/10 m로 形成되었다. 水深 10 m의 流速은 10時 00分에 0.80 Kt로 강하고, 07時 40分에 0.48 Kt로 약하였다. 水深 50 m는 平均 0.54 Kt로 거의 一定하였다.

測定點 A에서 6時間 간격으로 測定한 水深 20 m, 50 m, 100 m의 水中騒音을 測定 時刻別로 分析한 結果는 Fig.6과 같다.

水深 20 m에서 4回 測定中 01時 08分에 音壓單位가 높고, 11時 05分에 낮았다. 그 音壓單位의 平均値의 差는 3.7 dB이다. 測定周波數에서 가장 높은 音壓單位는 周波數 75 Hz 附近에서 分布해 있었으며, 01時 08分에 107.1 dB로 높고, 11時 05分에 103.3 dB로 낮았다. 周波數 1 KHz에서도 時間이 經過함에 따라 音壓單位가 變하여 07時 41分에 88.1 dB로 높고, 11時 05分에 84.7 dB로 낮았다.

水深 50 m에서는 周波數 75 Hz 附近의 低周波에서 01時 21分에 높으나, 그 以上の 周波數에서는 11時

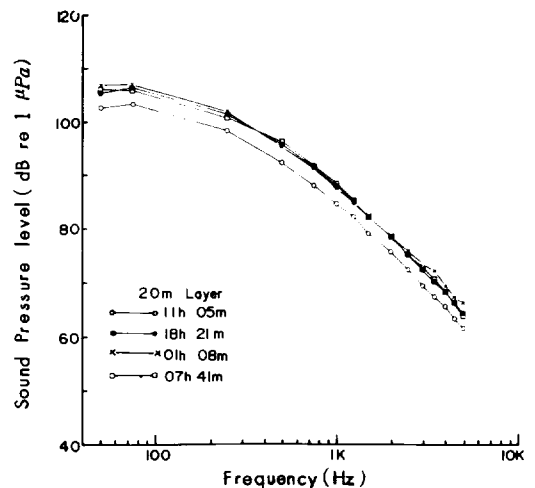


Fig.6. Variation of underwater ambient noise level at the station A.

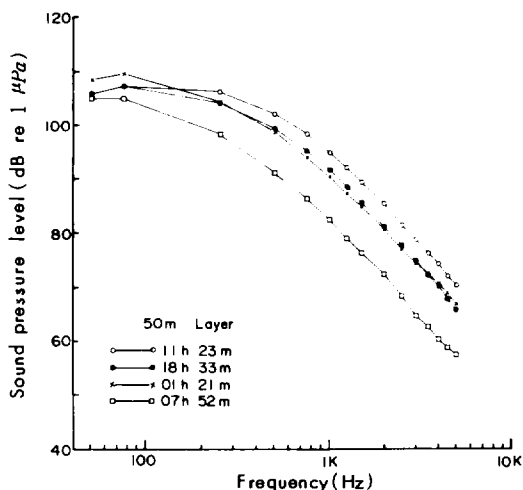


Fig. 6 b. Variation of underwater ambient noise level at the station A.

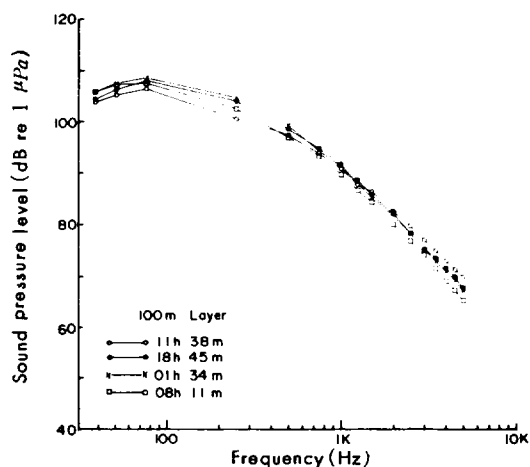


Fig. 6 c. Variation of underwater ambient noise level at the station A.

23분에 높은 음압準位를 보였다. 그리고 07時 52分에 測定周波數에서 가장 낮은 음압準位를 나타내어, 그 음압準位의 平均値의 差는 75 Hz 以下에서는 4.1 dB, 그 以上の 周波數에서는 14.0 dB였다. 가장 높은 음壓準位는 周波數 75 Hz 附近에 分布해 있었으며 01時 21分에 109.6 dB로 높고, 07時 52分에 105.3 dB로 낮았다. 周波數 1 KHz 에서의 음壓準位는 11時 23分에 95.0 dB로 높고, 07時 52分에 82.5 dB로 낮았다.

水深 100 m에서는 測定周波數의 음壓準位에 큰 差가 없었다. 가장 높은 음壓準位는 周波數 75 Hz 附近에 分布해 있었으며 01時 34分에 108.6 dB로 높고,

11時 38分에 106.3 dB로 낮았다. 周波數 1 KHz 에서는 18時 45分에 90.1 dB로 높고, 08時 11分에 89.2 dB로 낮았다.

測定點 A에서 水深 20 m, 50 m, 100 m의 測定時刻에 對한 平均音壓準位를 周波數에 따라 나타내면 Fig. 7 과 같다. 平均音壓準位는 測定周波數에서 水深

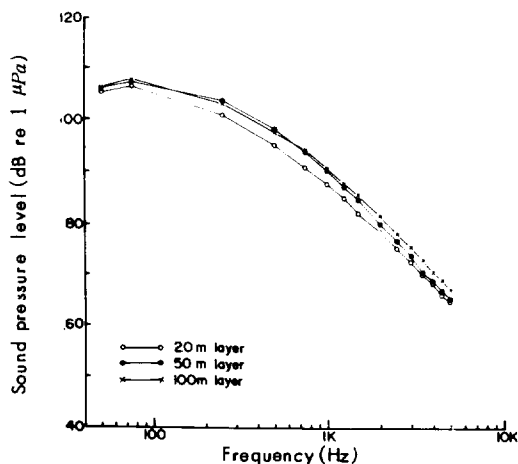


Fig. 7. Average underwater ambient noise level at the station A.

100 m, 50 m, 20 m의 순으로 낮고, 水深 100 m와 20 m의 平均音壓準位差는 2.5 dB였다. 周波數 75 Hz 에서의 음壓準位는 水深 100 m, 50 m, 20 m에서 各各 107.5 dB, 107.2 dB, 105.6 dB였다. 周波數 1 KHz 에서는 水深 100 m, 50 m, 20 m가 各各 90.3 dB, 89.9 dB, 87.1 dB였다.

## 2. 濟州港과 楸子島 사이 (B點) 的 水中騒音

1985年 8月 4日 13時 40分 水深 110 m인 測定點 B에서 水深 0~100 m까지 10 m 간격으로 測定한 水温 및 鹽分變化는 Fig. 8과 같고, 水深 10 m와 50 m에 對한 測定時刻別 流速은 Fig. 9와 같다. 水深 15~50 m의 水温躍層은 3.6°C/10 m, 50~70 m의 水温逆轉層은 0.7°C/10 m이고, 鹽分躍層은 各各 0.5‰/10 m, 0.2‰/10 m로 形成되고 있다. 水深 10 m의 流速은 0.49~0.62 Kt, 50 m는 0.47~0.72 Kt였다.

測定點 B에서 6時間 간격으로 測定한 水深 20 m, 50 m, 100 m의 水中騒音을 測定時刻別로 分析한 結果는 Fig. 10 과 같다.

水深 20 m에서 4回 測定中 測定周波數에서 20時

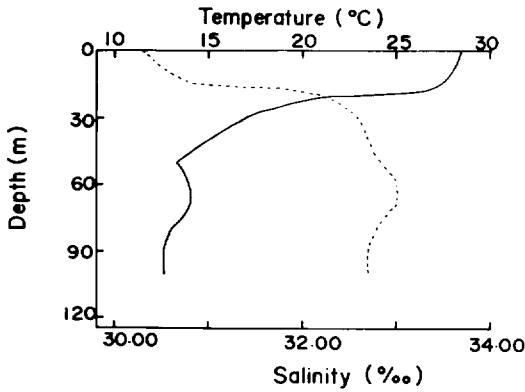


Fig. 8. Temperature and salinity profile at the station B.

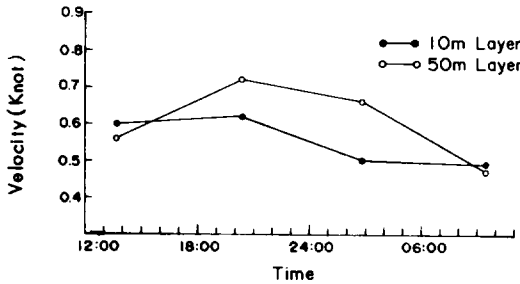


Fig. 9. Variation of current velocity at the station B.

20 분에 音壓單位가 높고, 09 時 26 분에 낮으며, 그 音壓單位의 平均値의 差는 6.3 dB 였다. 測定周波數에서

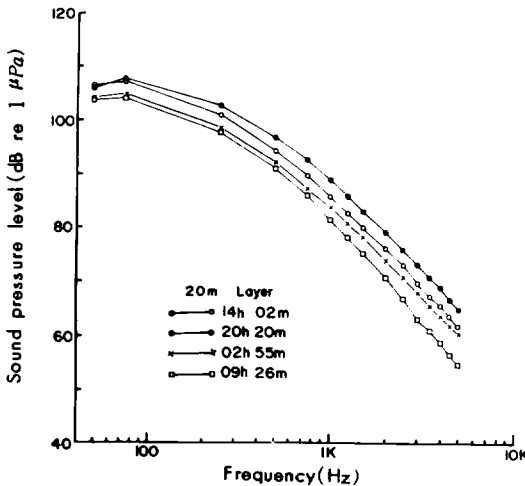


Fig. 10 (A). Variation of underwater ambient noise level at the station B.

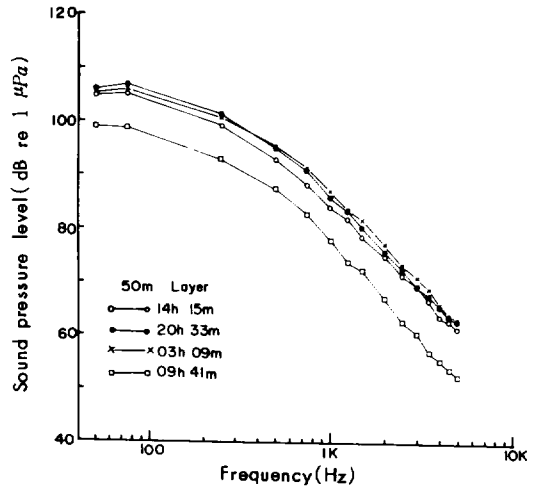


Fig. 10 (B). Variation of underwater ambient noise level at the station B.

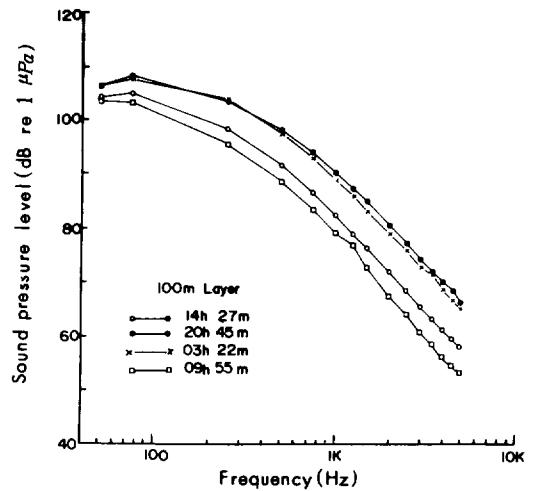


Fig. 10 (C). Variation of underwater ambient noise level at the station B.

가장 높은 音壓單位는 周波數 75 Hz 附近에 分布해 있었으며 20 時 20 분에 107.6 dB로 높고, 09 時 26 분에 103.8 dB로 낮았다. 周波數 1KHz 에서도 時間이 경과함에 따라 音壓單位가 變하여 20 時 20 분에 88.7 dB로 높고, 09 時 26 분에 81.0 dB로 낮았다.

水深 50 m에서는 20 時 33 分과 03 時 09 分에 測定周波數에서 音壓單位가 높고, 09 時 41 分에 낮으며, 그 音壓單位의 平均値의 差는 8.2 dB 였다. 가장 높은 音壓單位는 周波數 75Hz 附近에 分布해 있었으며 20 時 33 分에 106.7 dB로 높고, 09 時 41 分에 98.5 dB로 낮

濟州島 沿岸의 水中騒音- (I)

았다. 周波數 1KHz에서의 音壓準位는 03時 09분에 86.9 dB로 높고, 09時 41분에 77.6 dB로 낮았다.

水深 100 m에서는 20時 45분에 音壓準位가 높고, 09時 55분에 낮으며, 그 音壓準位의 平均値의 差는 9.1 dB였다. 가장 높은 音壓準位는 周波數 75 Hz 附近에 分布해 있었으며 20時 45분에 108.1 dB로 높고, 09時 55분에 103.1 dB로 낮았다. 周波數 1KHz 에서도 20時 45분에 90.5 dB로 높고, 09時 55분에 76.2 dB로 낮았다.

測定點 B에서 水深 20 m, 50 m, 100 m의 測定時刻에 對한 平均音壓準位를 周波數에 따라 나타내면 Fig. 11 과 같다. 平均音壓準位는 測定周波數에서 水深 100

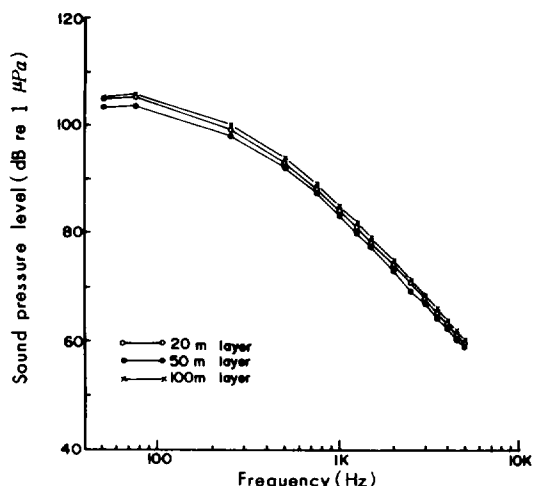


Fig.11. Average underwater ambient noise level at the station B.

m, 20 m, 50 m의 순으로 낮고, 水深 100 m와 50m의 平均音壓準位差는 1.6 dB였다. 周波數 75 Hz에서의 音壓準位는 水深 100 m, 20 m, 50 m에서 各各 105.9 dB, 105.7 dB, 103.9 dB였으며, 周波數 1 KHz 에서는 水深 100 m, 20 m, 50 m에서 各各 85.4 dB, 84.6 dB, 83.5 dB였다.

3. 楸子島 附近 (C點)의 水中騒音

1985年 8月 4日 15時 45分 水深 70 m인 測定點 C에서 水深 0~60 m까지 10 m 간격으로 測定한 水温 및 鹽分變化는 Fig.12와 같고, 水深 10 m와 50 m에 對한 測定時刻別 流速은 Fig.13과 같다. 水深 0~50 m 사이에 水温層은 2.5℃/10 m, 鹽分層은 0.4 ‰/10 m로 形成되어 測定水深 全體가 水温·鹽分層 속에 포함된 狀態였다. 水深 10 m의 流速은 0.55~

0.77 Kt, 50 m는 0.40~0.59 Kt였다.

測定點 C에서 6時間 간격으로 測定한 水深 20 m, 50 m의 水中騒音을 測定時刻別로 分析한 結果는 Fig. 14와 같다.

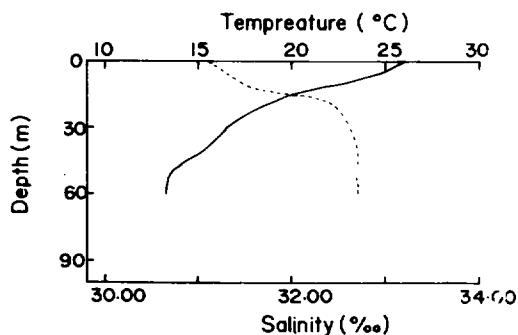


Fig.12. Temperature and salinity profile at the station C.

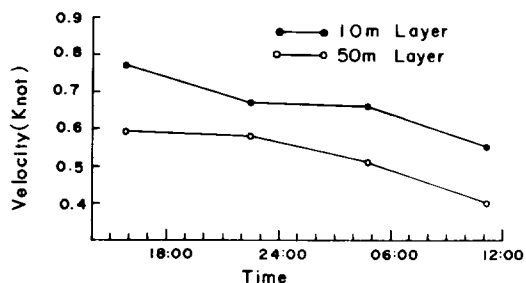


Fig.13. Variation of current velocity at the station C.

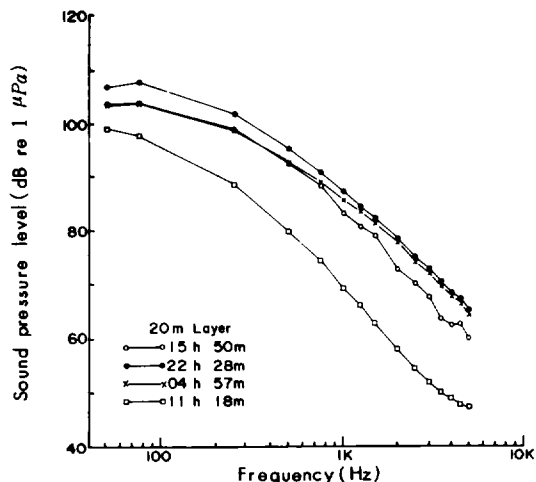


Fig.14. Variation of underwater ambient noise level at the station C.

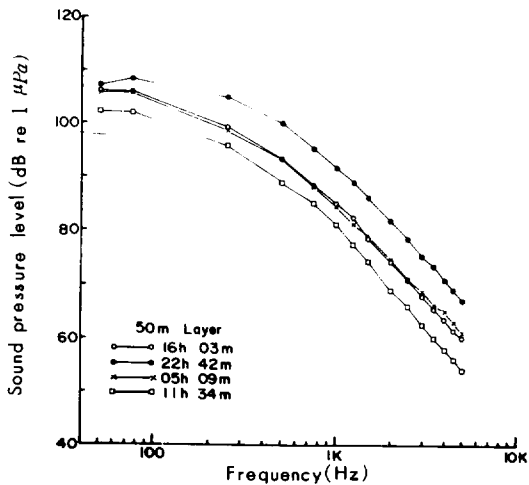


Fig. 14 (b). Variation of underwater ambient noise level at the station C.

水深 20 m에서 4회測定中測定周波數에서 22時 28분에音壓單位가 높고, 11時 18분에 낮으며, 그音壓單位의 平均値의 差는 15.3 dB였다. 測定周波數에서 가장 높은音壓單位는周波數 75 Hz附近에分布해 있었으며 22時 28분에 107.5 dB로 높고, 11時 18분에 97.6 dB로 낮았다. 周波數 1KHz에서도 時間이 경과함에 따라音壓單位가 變하여 22時 28분에 87.4 dB로 높고, 11時 18분에 69.4 dB로 낮았다.

水深 50 m에서는 測定周波數에서 22時 42분에音壓單位가 높고, 11時 34분에 낮으며, 그音壓單位의 平均値의 差는 10.0 dB였다. 가장 높은音壓單位는

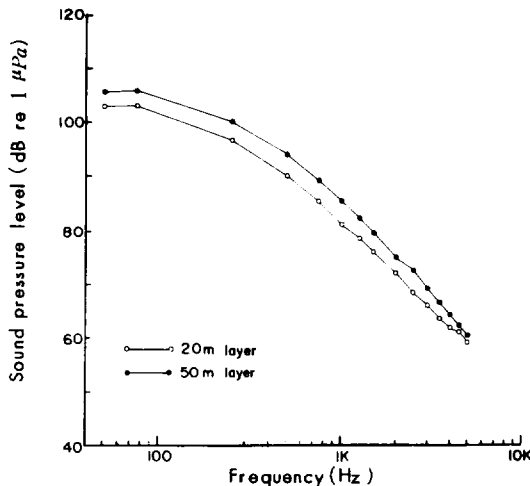


Fig. 15. Average underwater ambient noise level at the station C.

周波數 75 Hz附近에分布해 있었으며 22時 42분에 108.8 dB로 높고, 11時 34분에 102.4 dB로 낮았다. 周波數 1KHz의音壓單位는 22時 42분에 92.0 dB로 높고, 11時 34분에 81.4 dB로 낮았다.

測定點 C에서水深 20 m, 50 m의測定時刻에對한 平均音壓單位를周波數에 따라 나타내면 Fig. 15와 같다. 平均音壓單位는測定周波數에서水深 50 m, 20 m의 순으로 낮고, 水深 50 m와 20 m의 平均音壓單位差는 2.8 dB였다. 周波數 75 Hz의音壓單位는水深 50 m, 20 m에서各各 105.8 dB, 103.0 dB였고, 周波數 1KHz에서는水深 50 m, 20 m에서各各 85.9 dB, 81.4 dB였다.

#### 4. 測定點間의 水中騒音 比較

測定點 A, B, C의測定時의 平均流速은 0.57~0.59 Kt였고, 水溫과 鹽分濃度가測定點마다形成되어 있었다. 各測定點의測定水深마다水中騒音의音壓單位를比較하면 다음과 같다.

水深 20 m에서 4회測定한 平均音壓單位를比較하면周波數 75 Hz에서는測定點 A, B는 높고, C는 낮으며, 周波數 1KHz에서는 A, B, C의 순으로 낮았다.

水深 50 m에서 平均音壓單位를比較하면周波數 75 Hz와 1KHz에서는測定點 A, C, B의 순으로 낮았다.

水深 100 m에서 平均音壓單位를比較하면周波數 75 Hz와 1KHz에서는測定點 A, B의 순으로 낮았다.

測定點 A, B, C에 있어서測定時刻과水深에對한 平均音壓單位를周波數에 따라 나타내면 Fig. 16과 같다.

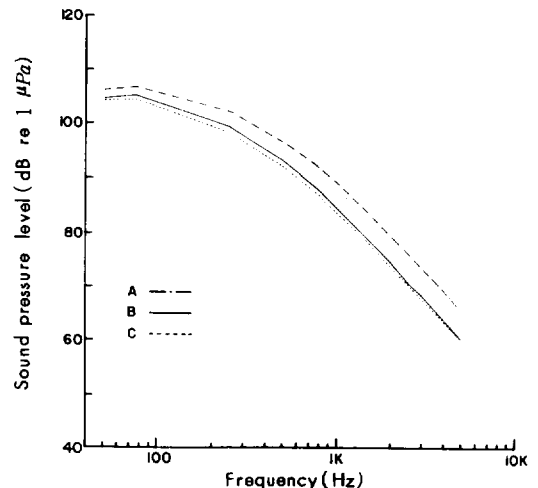


Fig. 16. Comparison of underwater ambient noise level at stations A, B and C.



測定點 A, B, C의 순으로 平均音壓單位가 낮았으며, 測定點間의 差는 A와 C가 4.0 dB, B와 C가 0.8 dB였다. 또한 平均音壓單位가 가장 높은 周波數 75 Hz에서 平均音壓單位를 比較하면 測定點 A, B, C에서 各各 106.8 dB, 105.2 dB, 104.4 dB, 周波數 500 Hz에서 各各 96.8 dB, 93.3 dB, 92.2 dB, 周波數 1 KHz에서 各各 89.1 dB, 84.5 dB, 83.7 dB, 周波數 2 KHz에서 各各 79.5 dB, 74.4 dB, 73.6 dB였다.

測定點에서 測定時刻에 對한 平均音壓單位는 水深 100 m (海底附近)에서 높았는데, 그 差는 1.6~2.5 dB였다. 이 平均音壓單位差는 Urick (1967)의 傳播損失式

$$T.L = 20 \log r + 0.01 f^2 r \times 10^{-3} \dots\dots(1)$$

但, T.L: 傳播損失 (dB)

r: 音源으로부터의 距離 (m)

f: 周波數 (KHz)

으로 計算한 값보다 約 15 dB 程度의 差가 있었다. 이러한 現象은 音源이 어느 特定한 水深層에 있다고 말할 수 없다. 그리고 測定點 B에서 水深 50 m의 平均音壓單位가 가장 낮은 것은 水深 15~50 m의 水溫躍層과 水深 50~70 m의 水溫逆轉層에 關係가 있다고 생각되는데 (Fig.8) 이는 Clark et al.(1972)의 研究와 일치된다.

測定周波數와 時刻에 對한 3個의 測定點中 A의 平均音壓單位가 제일 높은 것은 測定時의 操業漁船(Table 1)과 濟州港의 沿岸騒音が 音壓單位의 상승요인으로 作用된 것이라 생각된다.

河, 尹(1983)에 의한 迎日灣附近의 水中騒音에서 平均音壓單位는 周波數 75 Hz의 水深 10 m, 45 m에서 各各 94 dB, 78 dB였고, 測定點 A의 水深 20 m, 50 m에서 各各 105.6 dB, 89.0 dB였다. 이것은 迎日灣의 水深 10 m와 測定點 A의 20 m, 迎日灣의 水深 45 m와 測定點 A의 50 m를 比較하면 그 差는 各各 11.6 dB, 9.0 dB로 濟州港 附近의 水中騒音が 迎日灣 附近보다 높았다.

朴(1985)에 의한 鬱陵島 附近의 水中騒音에서 平均音壓單位는 水深 20 m, 50 m, 100 m에서 各各 107.2 dB, 104.8 dB, 102.5 dB였다. 이것은 測定點 A의 水深 20 m, 50 m, 100 m와 比較하면, 그 差는 平均 1.9 dB로 濟州港 附近의 水中騒音은 鬱陵島 附近의 것과의 差가 같았다.

#### IV. 要 約

濟州港과 楸子島를 연결하는 線上의 3個點을 測定 位置로 하여 水中騒音을 測定하고, 이것을 測定周波數에 따른 音壓單位로 分析한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 濟州港과 楸子島 사이의 水中騒音은 夜間에 높고 晝間에 낮으며, 測定點에서 音壓單位의 平均値의 差는 測定點 A, B, C에서 各各 3.7~14.0 dB, 6.3~9.1 dB, 10.0~15.3 dB였다.

2) 測定點에 對한 수직적인 平均音壓單位는 周波數 75 Hz의 水深 20 m, 50 m, 100 m에서 A는 各各 105.7 dB, 107.2 dB, 107.5 dB, B는 各各 105.7 dB, 103.9 dB, 105.9 dB, C는 103.0 dB(20 m), 105.8 dB(50 m)였다.

3) 測定點에 對한 수평적인 平均音壓單位는 周波數 75 Hz의 水深 20 m, 50 m, 100 m에서 各各 104.8 dB, 105.6 dB, 106.7 dB였다.

周波數 75~5000 Hz에서 音壓單位의 平均은 水深 20 m, 50 m, 100 m에서 各各 83.3 dB, 84.4 dB, 85.9 dB였다.

4) 3個 測定點에서 周波數 75 Hz 最高値의 平均音壓單位는 測定點 A, B, C에서 各各 108.4 dB, 107.4 dB, 108.1 dB였다.

#### 參 考 文 獻

- Clark, J.G., J.C. Steinberg, H.A. Defferrari, M. Kronengold and K. Yacoub(1972): Fixed system studies of underwater acoustic propagation. J. Acoust. Soc. Am., 52, 1521~1536.
- Erickson, G.J. (1979): Some frequencies of underwater noise produced by fishing boats affecting albacore catch. J. Acoust. Soc. Am., 66(1), 296~299.
- Maniwa, Y. (1965): Studies in the underwater noise of fishing boats. J. Fish. Boat Asso. Jap., 140, 25~30.
- Nishi, R.Y., J.H. Stockhausen and E. Evensen (1970): Measurement of noise on an underwater towed body. J. Acoust. Soc. Am., 48(3), 753~758.
- Numrich, S.K. (1978): Low-frequency sound propagation in the marginal ice zone of the

- Greenland Sea. J. Acoust. Soc. Am., 64(2), 591 ~ 600.
- 朴仲熙 (1985) : 韓國東海岸에서의 海中騒音의 垂直音壓分布, 漁業技術學會誌, 21(1), 7 ~ 11.
- Piggott, C.L. (1964) : Ambient sea noise at low frequencies in shallow water of the Scotian Shelf. J. Acoust. Soc. Am., 36, 2151 ~ 2163.
- Steinberg, J.C. and T.G. Birdsall (1966) : Underwater sound propagation in the Straits of Florida. J. Acoust. Soc. Am., 39, 301 ~ 315.
- Takemura, A. and K. Mizue (1968) : Studies on the underwater sound - I : On the underwater sound of *Genus Alpheus Fabricius* in the coastal water of Japan. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 26, 37 ~ 48.
- Uno, M. and T. Konagaya (1960) : Studies on the swimming noise of the fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 26(11), 1069 ~ 1073.
- Urlick, R.J. (1967) : Principle of underwater sound. McGraw-Hill Book Company, 181 ~ 208, 370 ~ 371.
- Wenz, G.M. (1962) : Acoustic ambient noise in the ocean; Spectra and sources. J. Acoust. Soc. Am., 34(12), 1936 ~ 1956.
- 河康烈 · 尹甲東 (1983) : 迎日灣 附近에서의 水中騒音, 韓國水產學會誌, 16(3), 197 ~ 201.