

船舶振動騒音が海中環境騒音에 미치는 影響에 關한 研究

朴 仲 熙

釜山水産大學
(1987년 10월 30일 접수)

Effect of the Vessel Vibration Noise to the Underwater Ambient Noise

Jung-Hee PARK

National Fisheries University of Pusan
(Received October 30, 1987)

The underwater observation of the ambient noise and the noise generated by the engine revolution in a ship was carried out in July to August, 1984, 1985 and 1987, near around some ports and in the Eastern Sea of Korea.

Vertical distribution of the sound pressure of both noises were observed and the spectrum characteristics were analysed and compared.

The results obtained are summarized as follows:

1. Sound pressure level of the ambient noise at 5 m deep layer in calm sea condition (wind speed 0-2 m/s) near around the ports were observed as 108 dB at the eastern part of Pusan port, 106 dB at the southern part of Pusan port and 101 dB at Kuryongpo port. It shows that the level near around the large port which contains much noisy resources is higher than the small port.

The level at 5 m deep layer in the open sea, in the mid-region between Korean Peninsula and Ullung Island, was observed as 100 dB. It means that the level in the open sea is lower than that around the ports.

The level at 20 m and 70 m deep layer were 1-2 dB lower than that at 5 m deep layer, and that at deeper layer than 100 m was almost constantly 100 dB around.

2. Sound pressure level of the ambient noise at 5 m deep layer in windy open sea condition (wind speed 10-15 m/s) was 108 dB, and was gradually decreased in accordance with the increase of depth with representing 100 dB at 70 m deep layer and that at deeper layer was almost constantly 100 dB.

The level of the noise generated by engine revolution was 145, 125, 112, 110, 104 dB at 5, 50, 100, 150 and 200 m deep layer respectively. It means that the level decrease with the depth.

3. Spectrum level of the ambient noise at 5 m deep layer with the frequency band of 10 Hz, 100 Hz, 1 KHz, 10 KHz, in the windy sea condition were 86, 75, 61, 32 dB respectively and the level of the noise generated by engine revolution was 105, 95, 86, 55 dB respectively. It means that the latter are about 20 dB higher than the former.

The level of the former at 200 m deep layer was 80, 68, 47, 26 dB and the latter 82, 70, 59, 31 dB. It means that the latter are about 4 dB higher than the former.

* 이 논문은 1987年度 文教部 學術研究助成費에 의하여 연구되었음.

緒 論

海中騒音에는 船舶의 通航이나 風浪 및 海潮流에 의한 騒音, 水中環境變化와 海中生物의 生活騒音과 陸地나 空中에서 발생하는 소리에 의한 騒音 등이 있으며, 이들 騒音은 音源으로부터의 거리, 수심, 수압 및 주위지형에 따라 傳播特性과 그 音壓分布가 다르다. 따라서, 각 海域마다 해중소음이 달라지며, 이러한 水中騒音은 어떤 海域의 通航船의 선복량이나 漁場環境을 分析하는 指標로 이용할 수 있을뿐 아니라 魚群量을 推定할 수 있어, 최근 새로운 水中情報 판단 자료로서 큰 관심사가 되고 있다.

이러한 海中騒音에 관한 研究로는 Knudsen 등의 100Hz~25KHz의 周波數範圍에 대한 騒音의 크기 및 騒音源의 分析에 대한 研究¹⁾, 極地方에서의 海中騒音과 方向性에 대한 研究^{2),3)}, Wenz⁴⁾의 10 Hz~20 KHz에 대한 綜合的인 海中騒音의 音壓레벨과 音源과의 關係 研究 등이 있으며, 1969年 11月 騒音의 測定方法과 評價方法에 대하여 國際的으로 統一하려는 ICAO(International Civil Association Organization)의 특별회의가 개최된 이후부터 이에 관한 研究가 더욱 활발해지게 되었다. 그후 Perrone⁵⁾은 1 Hz까지의 저주파에 대한 音壓레벨과 音源과의 關係를 研究하여 海中騒音에 대한 모델화를 가능케 하였고, Urick⁶⁾가 뉴욕港 入口과 數個港의 海中騒音을, Endo⁷⁾ 金⁸⁾ 등은 海中音壓 分布를 朴⁹⁾은 船舶機關의 海中騒音을, 張¹⁰⁾ 등은 南海岸의 定置漁場의 海中騒音을, 河¹¹⁾ 등은 迎日灣附近의 海中騒音의 音壓分布와 스펙트럼分析한 것 등이 있으나 東海岸의 主要港口 入口에서나 外海에서의 研究는 찾아 보기 어렵다.

本 研究에서는 東海岸 主要港口 入口와 外海에서의 環境騒音과 船舶機關에 의한 海中騒音의 音壓分

布와 그 音의 스펙트럼 特性을 比較·檢討한 結果를 報告한다.

資料 및 方法

1. 測定位置周邊의 海域特性

海中騒音 測定位置는 Fig. 1과 같으며, 測定當時의 海況은 Table 1과 같다.

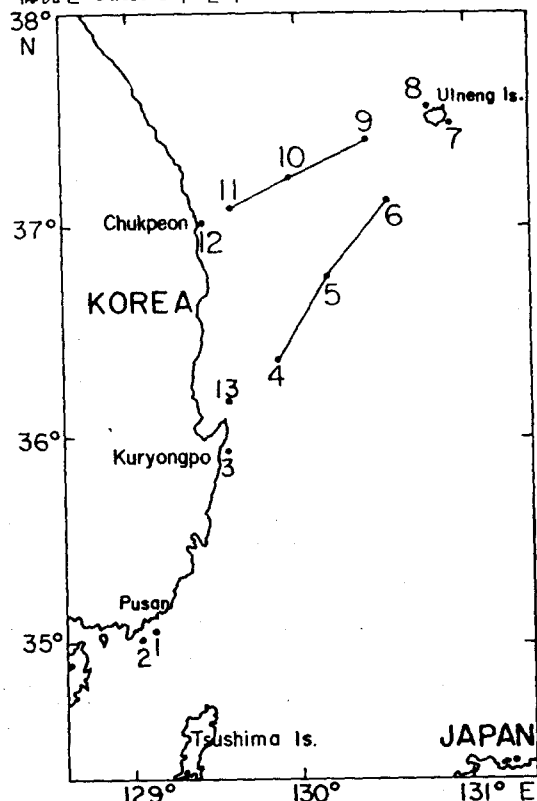


Fig. 1. Stations of underwater noise observation. numerals represent the number of station.

Table 1. Variation of wind force and oceanographic conditions during underwater observation at each station. (*C and W denote wind speed 0-2m/sec and 10-15m/sec respectively)

Station No.	Lat. (N)	Long. (E)	Observed Date	Observed Time	Wind force (m/sec)	Air temp. (°C)	Water temp. (°C)	Depth of sea (m)
1	35° 04.5	129° 07.5	July 24	13:00-14:00	C	28.0	25.0	45
2	35° 01.5	129° 03.5	July 25	10:20-11:00	C	24.5	25.0	45
3	35° 56.0	129° 34.0	July 26	12:35-13:10	C	29.3	24.0	48
4	36° 22.0	129° 54.0	July 27	09:00-09:40	C	26.0	25.0	1300
5	36° 46.0	130° 12.0	July 27	12:40-13:20	C	29.0	27.0	1800
6	37° 06.0	130° 36.0	July 27	16:20-17:05	C	30.0	25.0	1500
7	37° 29.9	130° 56.5	July 29	06:00-06:40	C	26.0	24.0	205
8	37° 33.7	140° 49.7	July 29	08:50-09:20	C	27.6	24.8	240
9	37° 20.8	130° 29.0	July 31	08:30-09:40	W	27.4	26.6	1500
10	37° 12.0	130° 00.0	July 31	11:50-12:20	W	27.5	26.1	1000
11	37° 09.0	129° 35.0	July 31	14:45-15:13	W	27.2	26.1	219
12	37° 01.0	129° 27.0	July 31	16:35-17:10	W	26.4	25.0	48
13	36° 10.0	129° 36.0	Aug 01	10:00-10:40	W	31.0	24.0	50

船舶振動騒音が海中環境騒音에 미치는影響에 관한 研究

Fig. 1에서 九龍浦와 울릉도간의 St. 4, 5, 6은 水深이 각각 1300, 1800, 1500 m인 深海로서 中間이 깊은 지형이고, 울릉도와 죽변간의 St. 9, 10, 11은 水深이 각각 1500, 1000, 300 m로서 울릉도 쪽으로 경사가 심한 해저지형을 이루고 있다.

본 논문에서는 7월에서 8월간에 Fig. 1의 관측점에서 1984, 85, 87년에 관측한 環境騒音과 船舶機關海中騒音을 測定, 分析하여 資料로 삼았다.

2. 測定 및 錄音

관측에 이용한 船舶은 부산 402호 (380 GT, 850 PS)를 이용했으며, 環境騒音의 測定은 항구 입구 부근의 각관측점에서는 수심 5, 10, 20, 30, 40 m 층에서, 또 外海의 각 관측점에서는 수심 5, 20, 40, 70, 100, 150, 200 m 층에서 관측선의 主機와 補機등을 停止시킨 상태로 약 10분간 대기한 후에 水中聽音器로서 測定하였고, 機關에서 발생하는 船體振動騒音의 測定은 停船狀態에서 主機(850PS)을 320 rpm, 발전기 한대를 700 rpm 으로 가동시키고, Fig. 2와 같이 水中音壓計(OKI, SW-1007)로서 5회 이상 측정된 평균값을 그 점의 音壓準位(dBre/μPa)로 삼았으며, 동시에 錄音器(Sony: TC 1020)로 약 5분간씩 錄音하였다. 또한, 주파수분석기로 스펙트럼분석을 행하였다.

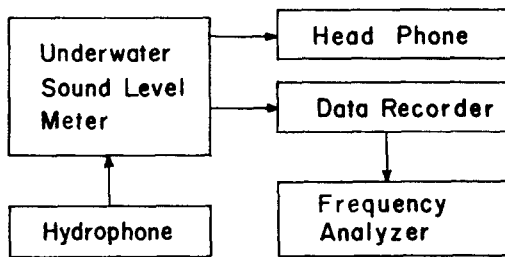


Fig. 2. Block diagram of underwater noise measurement system.

3. 分析

分析은 周波數分析器(B&K 2131)에 錄音한 音을 入力하고, 入力信號는 1/3 octave 대역을 통과시켜 128초간 線型平均한 후 中心周波數에 대한 音壓補正을 하고, 그 때의 각 주파수대의 音壓을 읽어 주파수 분석기 상의 측정치로 하고, 이 측정치를 수중소음에 대한 音壓式에 대입하여 실제의 음압준위를 구했다.

$$P = A - (V_k + 10 \log Af + G)$$

단, P: 실제의 음압준위(dBre/μPa)

V_k : 수중청음기의 수신 감도
(-170 dB re 1V/μPa)

Af: 1/3옥타브 대역폭(Hz)

G: (음압준위계 + 녹음기) 이득의 합계

結果 및 考察

1. 觀測點의 平均音壓分布

Fig. 3은 全觀測點에서의 깊이 5 m 층의 平均音壓準位를 海況에 따라 나타낸 것인데, St. 1~8에서는 風速이 0~2m/sec 인데, St. 9, 10, 11, 12, 13에서는 風速이 10~15m/sec 인 때의 값이다.

Fig. 3에서 風速이 0~2m/sec 일 때, 연안항구인 St. 1(부산동항), St. 2(부산남항), St. 3(구룡포항)에서의 音壓準位는 각각 107, 103, 100 dB 였고, 外海인 St. 4, 5, 6, 7, 8에서는 다같이 100 dB 정도였다.

風速이 10~15m/sec 일 때 外海인 St. 9, 10, 11에서는 다같이 105 dB 였다.

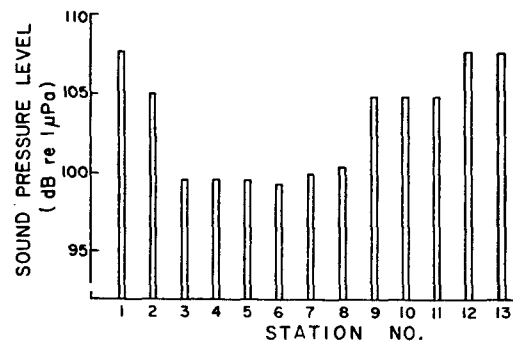


Fig. 3. Distribution of the mean underwater ambient noise pressure levels at the 5 m deep layer at the stations in near around some ports and in the Eastern Sea of Korea.

2. 港口附近의 海中環境騒音 周波數 分析

Fig. 4는 Fig. 3에서 無風일 때, 港口附近에서 깊이 5 m 층의 音壓準位가 가장 높은 곳인 St. 1(부산 동항)과 가장 낮은 곳인 St. 3(구룡포항)의 스펙트럼 레벨을 나타낸 것이다.

Fig. 4에서, St. 1에서는 200Hz대까지 平均 80 dB 거의 일정하였고, 그 이상의 주파수에서는 주파수가 높아짐에 따라 차츰 감쇠하는 현상을 나타내었다.

St. 3에서는 60Hz 대까지는 St. 1에서와 같이 平均

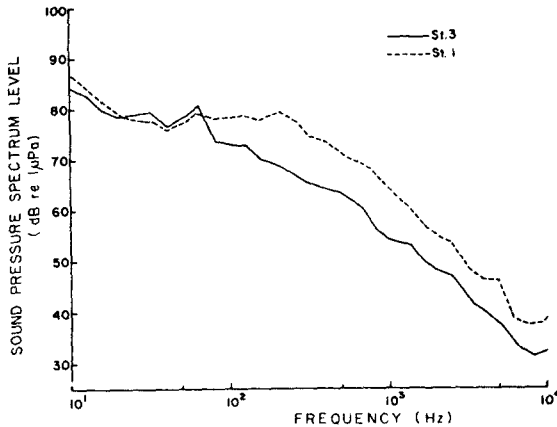


Fig. 4. Comparison of underwater sound pressure spectrum levels at the 5 m deep layer at the St. 1 and 3 when the 10Hz filter was applied in observation.

80 dB 로 일정하였으나, 그 이상의 주파수에서는 주파수가 높아짐에 따라 차츰 감쇠하는 현상을 나타내었다.

이와같은 현상은 부산 동항이 구룡포항보다 크며, 주변의 공장과 도시소음 또한 부산 동항선이 많기 때문이라 생각된다.

3. 風速에 따른 海中騒音 周波數 分析

Fig. 5는 沿岸騒音의 영향이 없는 外海인 St. 4, 5, 6과 St. 9, 10, 11에 있어서의 風速에 따른 海中騒音의 스펙트럼 레벨을 비교하기 위해 5m 층의 주파수

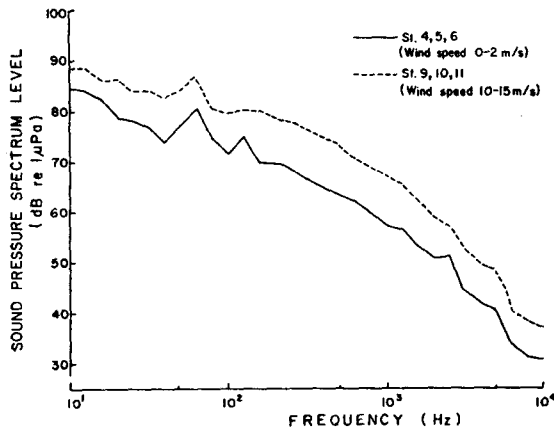


Fig. 5. Comparison of the mean underwater spectrum levels at the St. 4, 5, 6, 9, 10 and 11 when the 10Hz filter was applied in observation.

Wind speed during observation was 0-2m/sec at the St. 4, 5, 6 and was 10-15m/sec at the St. 9, 10, 11.

별 평균값을 나타낸 것이다.

Fig. 5에서, St. 4, 5, 6에서는 風速이 0~2m/sec 였고, St. 9, 10, 11에서는 10~15m/sec 였으며 모든 주파수대에서 5~10 dB 의 차이로 風速이 10~15m/sec 인 때가 0~2m/sec 인 때보다 음압이 높고, 周波數가 높아 질수록 음압이 감쇠하는 경향을 나타내었다. 따라서, 해상 상태가 거칠수록 海中騒音은 높아짐을 알 수 있다.

4. 環境騒音과 船舶機關振動音壓 比較

Fig. 6은 St. 4, 5, 6에서와 St. 9, 10, 11에서의 周波數別 環境騒音의 平均값과 船舶機關振動音壓의 垂直層音壓分布를 나타낸 것이다.

Fig. 6에서 環境騒音은 깊이 5m 층과 20m 층에서 無風時는 각각 101, 99 dB 였고, 風速이 10~15 m/sec 인 때는 각각 107, 101 dB 였는데, 깊이 20m 이상에서는 거의 100 dB 로 일정하였다. 이와같은 현상은 Wenz가 측정 한 고요한 바다에서의 環境騒音壓값과 거의 일치하는 경향을 나타내었다.

船舶機關振動音壓은 깊이 5, 20, 40, 70, 100, 150, 200 m 층에서 각각 146, 131, 125, 118, 115, 110, 104 dB 로서, 海中環境音壓이 깊이에 따라 상당히 변하므로, 이것으로서 船舶의 運航狀態를 遠隔의 으로 探知할 수 있을 것으로 생각된다.

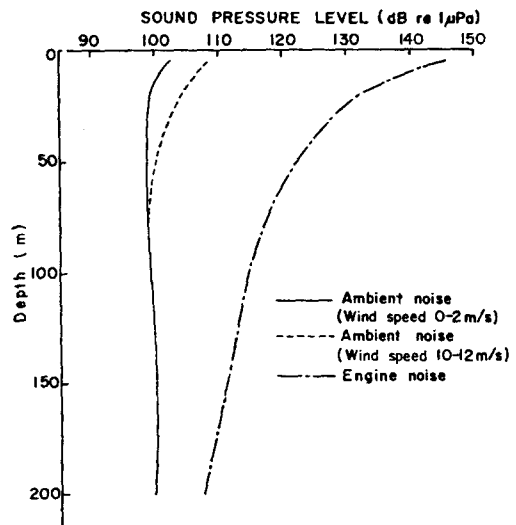


Fig. 6. Comparison of sound pressure levels between ambient noise and underwater noise generated by engine revolution of the observation ship.

5. 環境騒音과 船舶機關振動騒音의 스펙트럼 比較

St.9에서 風速이 10~15 m/sec 일 때 측정된 環境騒音과 船舶機關振動騒音의 스펙트럼分析한 결과를 Fig.7과 Fig.8에 각각 나타내었다.

Fig.7에서는 어느 깊이의 층에서나 다같이 40 Hz 대에서 극소값을, 60Hz 대에서 극대값을 보이고, 주파수가 높아짐에 따라 음압은 차츰 감쇠하는 경향을 나타내었다.

周波數가 각각 10 Hz, 100 Hz, 1 KHz, 10 KHz 일 때의 스펙트럼 레벨은 깊이 5 m 층에서는 각각 86, 75, 61, 32 dB 였고, 깊이 200 m 층에서는 각각 80, 68, 47, 26 dB 였으며, 70 m 층과 200 m 층의 값은 全周波數帶에서 거의 같았다.

5 m 층과 200 m 층의 레벨값을 비교하면, 어느 주파수대에서나 5 m 층이 높는데, 특히 100 Hz~1 KHz 대에서는 7~10 dB 의 큰 차이를 보였다.

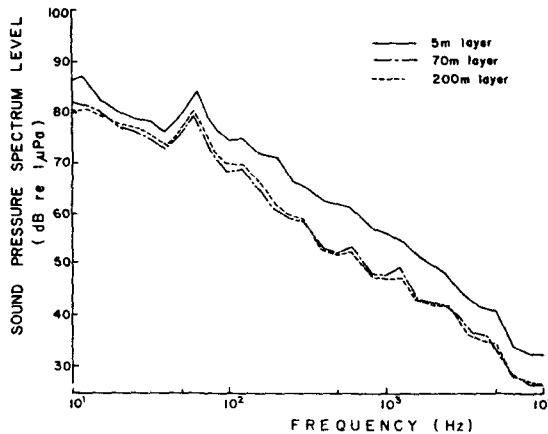


Fig. 7. Distribution of sound pressure spectrum levels of underwater ambient noise at the St. 9 when the 10Hz filter was applied in observation.

Fig.8에서는 어느 층에서나 40 Hz 대에서 극소값을, 60 Hz 대에서 극대값을 보이고, 110 Hz 대에서는 약한 용기현상을 보인후 주파수가 높아짐에 따라 차츰 감쇠하였다.

周波數가 각각 10 Hz, 100 Hz, 1 KHz, 10 KHz 일 때의 스펙트럼 레벨은 깊이 5 m 층에서는 각각 105, 95, 86, 55 dB 였고, 200 m 층에서는 각각 82, 70, 59, 31 dB 였다.

또, 70 m 층과 200 m 층을 비교하면 全周波數帶에서

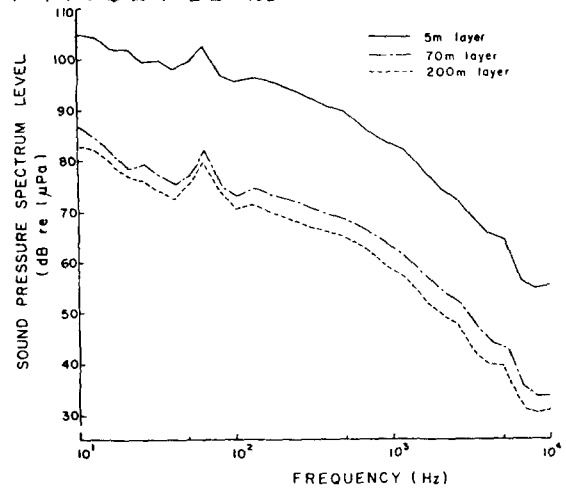


Fig. 8. Distribution of sound pressure spectrum levels of underwater noise generated by engine revolution of the observation ship at the St. 9 when the 10 Hz filter was applied in observation.

2~3dB 의 차이로 70 m 층에서 높았다.

Fig.7의 環境騒音과 Fig.8의 船舶機關振動騒音을 비교하면 어느 수심층에서나 船舶機關振動騒音が 높고, 5 m 층에서는 10 Hz, 100 Hz, 1 KHz, 10KHz 대에서 각각 19, 20, 25, 23 dB 차로, 또 200 m 층에서는 각각 2, 2, 12, 5 dB 차로서 船舶機關振動騒音 쪽이 높았다.

이 結果로서 船舶機關振動騒音은 海中環境騒音에 큰 영향을 미침을 알 수 있고, 또한 각 주파수대에서의 스펙트럼 레벨값은 Wenz 의 곡선과 거의 같았다.

要 約

1984, 85, 87년에 걸쳐 7~8월에 부산402호(380 GT, 850 PS)를 이용하여 韓國東海岸 主要港口 入口와 外海에서 海中騒音과 船舶機關騒音의 海中音壓 分布와 그 音의 스펙트럼 특성을 海況別로 環境騒音과 船舶機關振動騒音으로서 比較·檢討한 結果를 요약하면 다음과 같다.

1. 風速 0~2m/sec 일때 깊이 5 m 층에서의 環境騒音의 音壓準位는 부산 동항에서는 108 dB, 부산 남항에서는 106 dB, 구룡포항에서는 101 dB 로서 港內에 騒音源이 많을 때는 높고, 그렇지 않을 때는 낮았다. 韓半島와 울릉도 中間의 外海에서는 다같이 100dB 로서 港口부근보다 낮았다. 또 外海에 있어서 깊이에 따른 音壓의 分布는 깊이 20 m, 70 m 층에서는 5 m

층에서 보다 1~2 dB 낮고, 100 m 층 이하에서는 100 dB 로 거의 일정했다.

2. 風速 10~15m/sec 일때, 外海에서의 環境騒音의 音壓準位는 5 m 층에서 108 dB 이고 그후 점차 낮아져 70 m 층에서 100 dB 이며, 그 이하에서는 100 dB 로 모두 같았다. 船舶機關振動騒音의 音壓準位는 깊이 5, 50, 100, 150, 200 m 층에서 각각 146, 125, 112, 110, 104 dB 로서 깊어짐에 따라 점차 낮아졌다.

3. 風速 10~15m/sec 일 때 外海의 깊이 5 m 층에서 10 Hz, 100 Hz, 1 KHz, 10 KHz의 주파수대에 있어서의 스펙트럼 레벨은 海中騒音이 각각 86, 75, 61, 32 dB, 船舶振動騒音이 각각 105, 95, 86, 55 dB 로서 후자가 전자보다 20 dB 정도 높았다. 200 m 층에 있어서는 전자가 80, 68, 47, 26 dB, 후자가 82, 70, 59, 31 dB 로서 후자가 전자보다 4 dB 정도 높았다.

謝 辭

본 연구에 많은 助言을 해 주신 부산수산대학교 수 李秉鎬·辛亨鎰 博士님께 깊은 感謝를 표하고, 또한 觀測에 協助해 주신 實習船 乘務員一同과 論文 整理에 助力해 준 學生들 에게도 고맙게 생각한다.

文 獻

1. Knudsen, V. O., R. S. Alford and J. W. Enling (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. T.: Principles of underwater sound. McGraw-Hill Book Co., 181-208.
7. Endo, T. (1976): Diagrams for comparison between noise reduction by transmission loss by diffraction varied frequency characteristics. J. Acous. Soc. Japan 32(1), 30-33.
8. 金尚漢(1976): 音響이 水中에 미치는 影響, 부산 수대연구보고 16(2), 23-32.
9. 朴仲熙(1985): 韓國東海岸에서의 海中騒音의 垂直音壓分析, 어업기술 21(1), 7-11.
10. 張善德·辛亨鎰(1986): 音響集魚器의 集魚效果. 어업기술 22(4), 75-82.
11. 河康烈·尹甲東(1983): 迎日灣附近에서의 水中 騒音. 수산학회지 16(3), 197-201.