

北海에서의 水中騒音分析

尹 甲 東*

Analysis of Underwater Noise in the North Sea

Gab Dong YOON*

The underwater noise was measured by piezo-electric hydrophones submerged in the water at three different depths. The signals were led through connection cables to preamplifiers, and recorded simultaneously by a four channel tape recorder, and analysed by high resolution signal analyzer.

The measurements were carried out at the fjord Skossvassen in archipelago off Bergen and at the coast of Norway in the North Sea.

The results of the measurements and the analysis showed that the underwater noise consists of a steady broad band noise superposed by intermittent pulse of various strength.

The noise levels measured in fjord Skossvassen indicated that they were generally higher at the shallow (10m) hydrophone than at the deeper hydrophone (25m, 50m). This tendency was not very distinct, however, the noise sources are close to the surface.

The underwater noise spectrums measured in the open sea of Norway showed almost similar situation in all layers. This tendency showed that the noise sources are not close to the surface but they are far away from the measuring positions.

緒 論

水中音響에 관한 研究는 第二次 世界大戰을 前후 하여 주로 軍事的 目的으로 많이 이용되었으나, 近來에는 海洋調査와 水産學分野에 널리 이용되고 있다.

水中環境騒音은 魚類가 내는 소리, 波浪, 비 및 船舶에 의한 소리 등이 있는데, Freytag¹⁾, Takemura²⁾, Walkinshaw⁴⁾, Wenz⁵⁾ 등은 주로 魚類들이 내는 소리를 중심으로 水中騒音을 分析한 바 있고, Perrone⁶⁾, Bannister⁷⁾, Urick⁸⁾, Piggott⁹⁾ 등은 海洋狀態의 變動에 따르는 水中騒音을 分析한 바 있으며, Skudrzyk¹⁰⁾, Haddle and Skudrzyk¹¹⁾, Nish et al¹²⁾, Nurmrich¹³⁾ 등은 水中에서 끌려가는 物體에서 發生되는 騒音에 관하여 研究한 바 있다. 또한, Milne¹⁴⁾

와 Diachock¹⁵⁾ 등은 北極海의 얼음 밑에서의 水中環境騒音을 測定한 바가 있다. 우리 나라에서는 尹¹⁶⁾이 操業中인 漁具에서 發生되는 水中騒音을 分析한 바 있고, 河¹⁷⁾는 迎日灣 附近의 海洋環境과 音壓과의 關係를 검토한 바 있다.

本 研究는 北海의 Norway 近海에서의 水中環境騒音을 測定하여 그 音響 spectrum을 구하여 우리 나라 近海에서 測定한 것과 比較 分析함으로써 그 海域의 特性을 把握하는 데 중요한 基礎資料를 얻고자 한다.

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. 1에 나타낸 바와 같이 觀

* 釜山水産大學: National Fisheries University of Pusan

測點 A는 Norway의 Bergen港 入口에 있는 Skossvassen 峽灣(60°16.1'N, 5°17.5'E)이고, 觀測點 B는 Norway 西南端 海域(58°10.1'N, 4°33.3'E)이었다.

觀測點 A에서의 水深은 150m정도이고, 양 쪽으로 둘러싸여진 峽灣으로서 海上狀態 0인 아주 조용한 狀態였으며, 風浪階級은 1이었다. 한편, 水溫과 鹽分分布는 Table 1에 나타낸 바와 같다.

觀測點 B에서의 水深은 150m정도였으며, 風浪階級은 1이고 海上狀態는 0~1이었다. 이 때 測定된

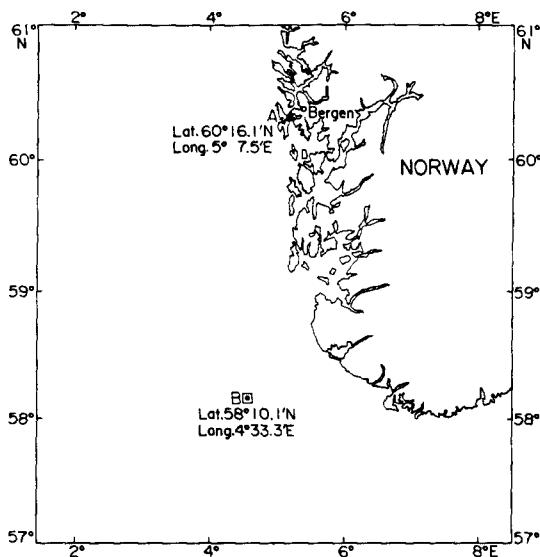


Fig. 1. Measurement stations of underwater noise.

Table 1. Measured Temperature and Salinity Profiles of the Station A

Depth	Temperature	Salinity
5	10.81	33.55
10	9.64	33.64
15	8.61	34.02
20	8.17	34.20
25	7.91	34.26
30	7.57	34.35
35	7.29	34.50
40	6.99	34.70
45	6.87	34.78
50	6.78	34.84
55	6.69	34.91
60	6.64	34.96
65	6.61	34.98
70	6.60	35.00
75	6.59	35.01
80	6.57	35.02
85	6.57	35.03

Table 2. Measured Temperature and Salinity Profiles of the Station B

Depth	Temperature	Salinity
5	13.94	32.98
10	12.82	33.12
15	11.36	33.42
20	8.62	34.17
25	8.15	34.29
30	7.30	34.48
35	6.64	34.70
40	6.52	34.93
45	7.39	35.20
50	7.79	35.35
55	8.17	35.43
60	7.76	35.37
65	8.02	35.42
70	7.98	35.42
75	7.96	35.41
80	7.97	35.42
85	7.86	35.43
90	7.26	35.39
95	7.48	35.44
100	7.51	35.45
105	7.39	35.47
110	7.29	35.47
115	6.70	35.46
120	6.34	35.45
125	6.31	35.45
130	6.30	35.45
135	6.22	35.44
140	6.15	35.43
145	6.07	35.42

水溫 및 鹽分分布는 Table 2에 나타낸 바와 같다.

2. 實驗裝置

水中騒音を 測定하기 위하여 세 개의 Hydrophone 을 水深 10m, 25m 및 50m에 도달하도록 장치하여, 각각의 Hydrophone에서 수신된 신호를 Pre-Amplifier 를 통하여 Tape-Recorder에 녹음되도록 하였다. 測定裝置의 系統圖는 Fig. 2와 같으며, 測定機器의 諸特性은 Table 3에 나타내었다.

3. 水中騒音錄音

水中環境騒音은 船舶을 觀測點에 停船시켜 놓고, 세 개의 Hydrophone을 水深 10m, 25m 및 50m에 도달하도록 裝置하여 각 Hydrophone에서 測定된 信號는 Pre-Amplifier를 통하여 4 channel Tape-Recorder 의 제 2, 제 3, 제 4 channel에 동시에 入力되도록

北海에서의 水中騒音分析

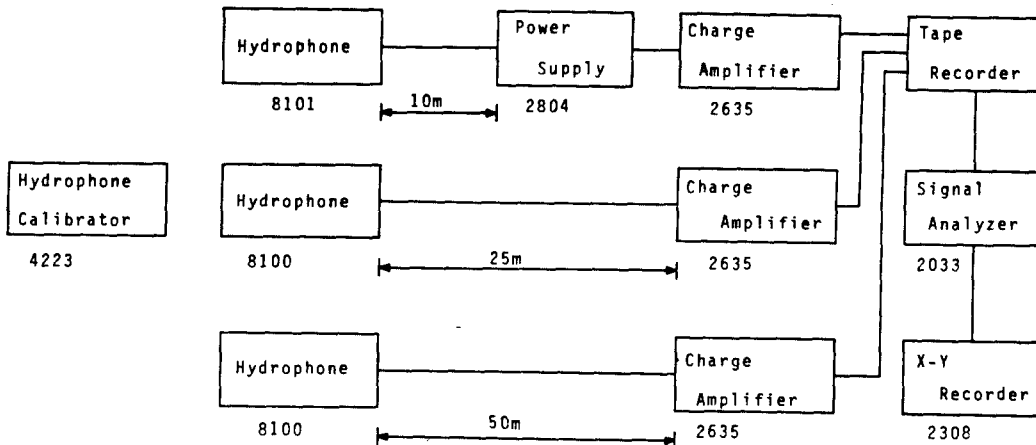


Fig. 2. Block diagram of underwater noise measurement system.

Table 3. Specifications of Equipments used for Ambient Noise Measurement and Analysis

Equipment	Specification
Hydrophone (B&K 8100)	Horizontal directivity: 100KHz \pm 2dB. Frequency range: 0.1Hz to 200KHz Voltage sensitivity: -205dB re 1V/ μ Pa
Charge Amplifier (B&K 2635)	Amplifier sensitivity: 0.1mV to 10V/pc, -40 to 80dB Frequency range: 2Hz to 100KHz
Power Supply (B&K 2804)	Supply voltage: 28V/DC Two identical channel Microshocket outlets for preamplifier
Tape Recorder (B&K 7005)	4 channel Flat in 2.5Hz to 60KHz within \pm 3dB. Tape speed: 38.1mm/sec, 381mm/sec.
Frequency Analyzer (B&K 2133)	Frequency range: 1.6Hz to 20KHz. 1 octave or 1/3 octave band-width (Hz) Averaging time: 1/32sec to 128sec
Hydrophon Calibrator (B&K 4223)	Frequency: 250Hz \pm 2% Sound pressure levels in couple with 8101: 157dB re 1 μ Pa 8100: 162dB re 1 μ Pa
High Resolution Signal Analyzer (B&K 2033)	Constant band with base band 400 frequency line Frequency range: 0~20KHz Spectrum range: 80dB, 40dB

하여 녹음하였다. 이 때 제 1번 channel은 測定하는 동안의 모든 정보를 肉聲으로 녹음하도록 하였다.

測定된 水中騒音源의 絶對音壓準位를 구하기 위하여 水中騒音を 録音할 때마다 水中聽音器校正器(B&K 4223)에서 發生되는 騒音を 録音해 두었다가 이것을 基準으로 삼았다. 이 때 校正器에서 發生되는 騒音의 周波數는 250Hz이고, 音壓準位는 水中聽音器 8100에서는 162dB re 1 μ Pa, 8101에서는 157dB re

1 μ Pa이었다.

4. 騒音分析

海上에서 録音된 騒音은 高分解周波數分析器(B&K 2033)로 各周波數에 대한 音壓準位를 分析하여 X-Y 記錄器(B&K 2308)로 기록하였다. 周波數分析器에 入力되는 信號는 12.5~5000Hz 사이에서 1/3 Octave帶域을 통과시켜 128초간 線型平均한 후, 中心

周波數에 대한 補正을 행하고, 1Hz의 帶域幅에 포함 되어 있는 音壓을 1 μ Pa을 기준으로 하여 나타내었다.

結果 및 考察

北海의 Norway에 있는 Bergen港 入口의 Skossvasen 峽灣에서 1984年 여름에 測定된 水中環境騒音을 分析한 結果는 Fig.3에 나타낸 바와 같다. 이 spectrum은 周波數分析器에 의해 1/3 Octave band幅으로 分析하여 X-Y 記錄器로 記錄한 것으로서 橫軸은 周波數를 나타내었고, 縱軸은 音壓準位를 dB (re 1 μ Pa)로 나타내었다. 여기서, Fig.3-A는 水深 10m層에서 測定된 水中騒音 spectrum을 나타낸 것이고, Fig.3-B는 25m層, Fig.3-C는 50m層에서 測定된 水中騒音 spectrum을 나타낸 것이다. 25m層과 50m層에서 測定된 騒音 spectrum은 그 형태와 音壓準位는 큰 차이가 없으나, 10m層에서 測定된 騒音의 音壓準位가 다른 層에서 測定된 것보다는 약 7dB 높은 경향을 나타내고 있다. 이러한 현상은 音源이 表層 부근에 존재한다는 것을 의미하며, Fig.4에 나타낸 바와 같이 10m와 25m 사이에 있는 水溫躍層의 영향 때문에 그 上下層에서 測定된 騒音 spectrum의 형태가 다른 것으로 생각된다.

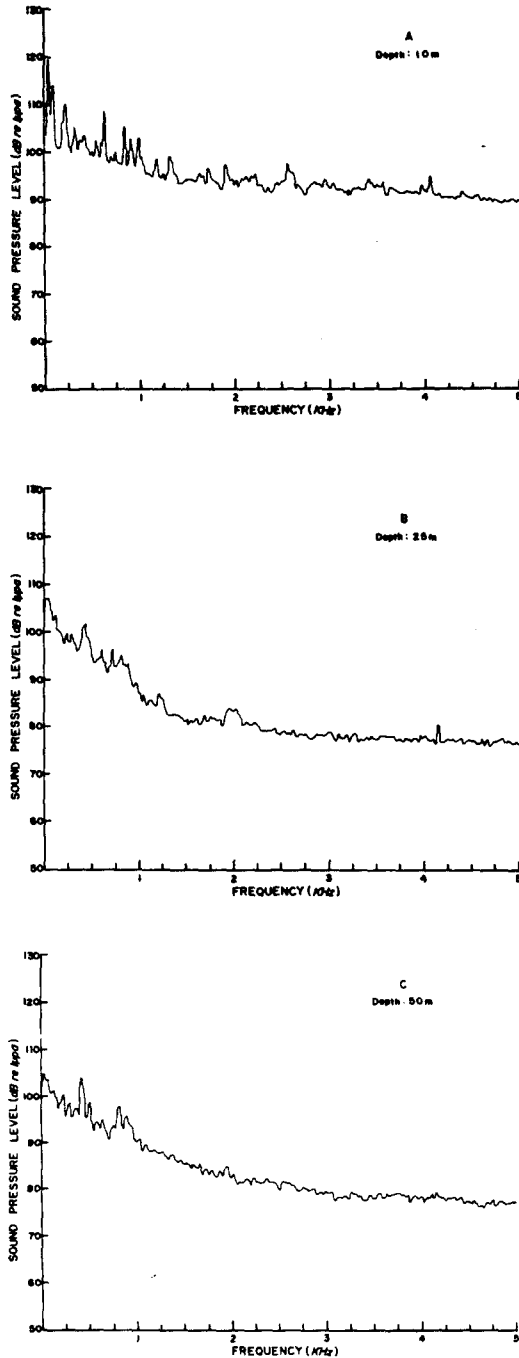


Fig. 3. Ambient noise level at the station A.

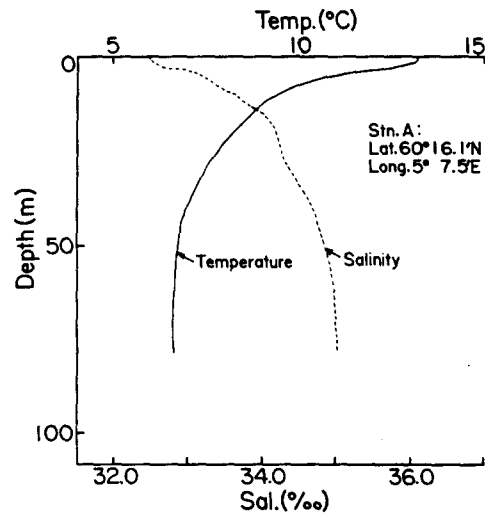


Fig. 4. Temperature and salinity profile of the station A.

Norway 西南端의 外海에서 測定된 水中環境騒音의 spectrum은 Fig.5에 나타낸 바와 같다. 각 層에서 測定된 spectrum의 형태와 音壓準位는 비슷한 경향을 나타내고 있다. 이러한 현상은 騒音源이 表層 뿐 아니라 모든 層에 고루 分布되어 있고, 또한 遠距離에 있는 騒音源의 영향을 많이 받기 때문에

北海에서의 水中騒音分析

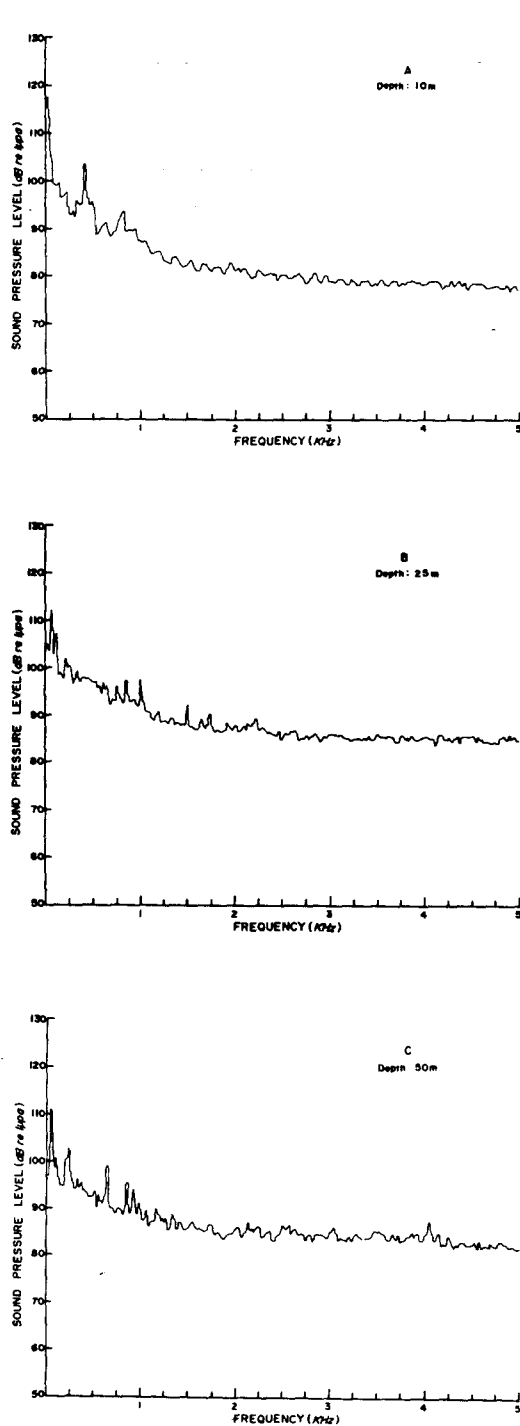


Fig. 5. Ambient noise level at the station B.

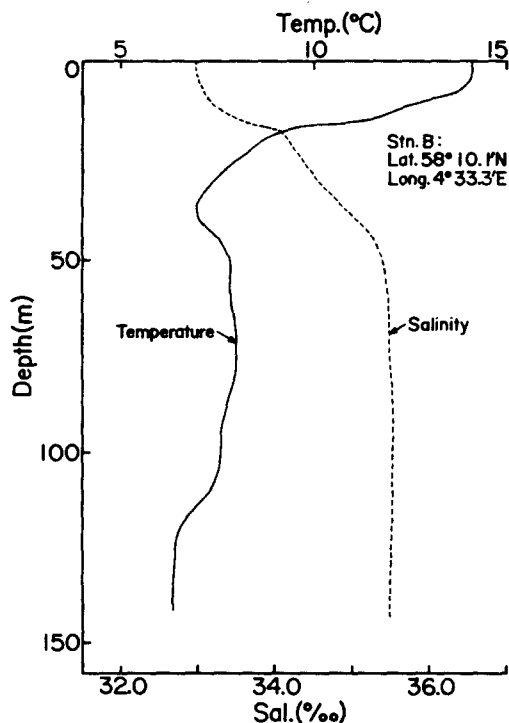


Fig. 6. Temperature and salinity profile of the station B.

10m, 25m 및 50m 사이에는 큰 차이가 없었던 것으로 생각 된다.

要 約

北海의 Norway 近海에 있는 外海의 한 點과 Bergen 港 入口에 있는 Skossvassen 峽灣에서 水中環境 騒音을 測定하여 그 音響 spectrum을 分析한 結果를 要約하면 다음과 같다.

- 1) Norway 近海에서 測定된 水中環境 騒音의 주된 周波數帶는 500Hz 이하의 低周波였다.
- 2) Skossvassen 峽灣에서 測定된 水中環境 騒音은 10m層에서의 音壓이 25m와 50m層에서의 音壓보다 약 7dB정도 높았다. 이것은 주된 騒音源이 觀測點 附近을 通航하는 船舶이나 陸地의 影響을 많이 받는 表層에 있다는 것을 나타낸다.
- 3) Norway 近海의 外海에서 測定된 水中環境 騒音은 각 層에서 測定된 spectrum의 형태와 音壓單位가 비슷한 현상을 나타내고 있어서 遠距離에 있는 騒音源의 影響을 많이 받기 때문인 것으로 생각된다.

參 考 文 獻

- 1) Freytag, G. (1964): Bio-acoustical detection of fish possibilities and future aspects. Mod. Fish. Gear Wor. (Ⅱ), Fishing News Ltd., p. 353-358.
- 2) Takemura, A (1969): Studies on the underwater sound-Ⅱ: On the diurnal variation of the tempura noise in the coastal waters of Nagasaki Prefecture. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 28, 31-41.
- 3) Takemura, A (1972): The distribution of biological underwater noise at the coastal waters of Japan. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 38(3), 201-210.
- 4) Walkinshaw, H. M. (1960): Low-frequency spectrum of deep ocean ambient noise. J. Acoust. Soc. Am., 32, 1497.
- 5) Wenz, G.M. (1962): Acoustic ambient noise in the ocean: Spectra and sources. *ibid.*, 34 (12), 1936-1956.
- 6) Perrone, A.J. (1970): Ambient-noise-spectrum levels as a function of water depth. *ibid.*, 48 (1), 362-370.
- 7) Bannister, R.W., R.N. Denham, K.M. Guthrie, D.G. Browning and A.J. Perrone (1979): Variability of low-frequency ambient sea noise. *ibid.*, 65(5), 1156-1163.
- 8) Urick, R.J. (1975): Principles of underwater sound for engineers. McGraw-Hill, New York, 93-180.
- 9) Piggott, C.L. (1964): Ambient sea noise at low frequencies in shallow water of the Scotian Shelf. J. Acoust. Soc. Am., 36, 2151-2163.
- 10) Skudrzyk, E.J. and G.P. Haddle (1960): Noise production in a turbulent boundary layer by smooth and rough surfaces. *ibid.*, 32(1), 19-34.
- 11) Haddle, G.P. and E.J. Skudrzyk (1969): The physics of flow noise. *ibid.*, 46, 130-155.
- 12) Nishi, R.Y., J.H. Stockhausen and E. Evensen (1970): Measurement of noise on an underwater towed body. *ibid.*, 48(3), 753-758.
- 13) Nurmrich, S.K. (1978): Low-frequency sound propagation in the marginal ice zone of the Greenland Sea. *ibid.*, 64(2), 591-600.
- 14) Milne, A.R. and Ganton, J.H. (1964): Ambient noise under Arctic-Sea Ice. *ibid.*, 36(5), 855-863.
- 15) Diachock, O.I. and Winokur, R.S. (1974): Spatial variability of underwater ambient noise at the Arctic Ice-water boundary. *ibid.*, 55(4), 750-753.
- 16) Yoon G.D. (1980): The Underwater noise of fishing gears in operation. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 16(1), 1-15.
- 17) HA, K.L. (1983): The Underwater Ambient noise of Young-il Bay. Bull. Korean Fish. Soc., 16(3), 197-201.