연안의 수중소음분석에 관한 연구

—능포 정치망 어장 주위에서의 수중소음—

尹 甲 東·朴 海 勳
釜山水産大學
(1986년 6월 30일 수리)

The Underwater Noise in the Coastal Seas

—Underwater noise around the set net in Neung Po—

Gab Dong YOON and Hae Hoon PARK
National Fisheries University of Busan.
(Received June 30, 1986)

Uederwater ambient noise was measured at the set net in the Neung-Po Bay. The environment characteristics depend upon oceanographic conditions of sound propagation and its implication on the source of ambient noise.

The results of measurement and analysis were as follows:

1. The frequency of the maximum noise level of two passenger vessels was around 300 Hz. The spectrum level of the fast vessel (the Air-Ferry) was lower than the little slow vessel (the Olympic) between 50-150 Hz in frequences.
2. The spectrum level of the surface in the playground of the set net was lower than the deeper water till 500 Hz, but over that frequency the level was getting lower as the depth was deep.
3. The spectrum level outside the bag of the set net was greater than the inside between 50 and 700 Hz, but over 1,500 Hz the level inside the bag was higher than the outside.
4. The spectrum level of the outside of the breeding tank was higher than the inside in the daytime. However at night opposite phenomenon occurs.

서 론

수중음향에 관한 연구는 제1차 세계대전을 전후하여 주로 군사적 목적으로 많이 연구되었으나 근래에는 해양조사와 수산학에 널리 이용되고 있다.

이러한 연구는 Sonar에 의한 수중물체의 탐지가 가능하게 되면서부터 본격적으로 시작되었는데 Freytag (1964), Takemura(1972), Walkinshaw(1960), Went (1962) 등은 주로 어류들이 내는 소리를 중심으로 해저소음을 분석한 바 있고 Perrone(1970), Pannister *et al.* (1979), Piggott(1964) 등은 해양상태의 변동에 따른 수중소음을 분석한 바 있으며 Skudrzyk *et al.* (1960), Nishi *et al.* (1970) 등은 수중에서 끌려가는 물체에서 발생되는 소음에 관하여 연구한 바 있다.

또한 Nimrish(1978), Mile *et al.* (1964), Diachock *et al.* (1974) 등은 북극해에서의 수중환경소음을 측정한 바 있다. 우리나라에서는 金(1978)은 어류가

* 본 논문은 재단법인 부산수산대학 학술 진흥회 연구지원비에 의하여 수행되었음.

내는 소리를 녹음분석하여 그 주음(走音)효과를 연구한 바 있고 河(1983)는 영일만 부근에서의 수중소음을 측정분석하여 그 부근의 해양환경과의 관계를 비교 연구한 바 있고 本人(1980)은 조업중인 어구에서 발생되는 수중소음을 분석하여 그 소음의 주된 주파수 범위와 음압순위 등을 구한 바 있으며 또한 本人(1985)은 북해의 Norway 근해에서 水中소음을 측정한 바 있다. 더우기 수중소음이 어군의 행동과 밀접한 관계를 지니고 있는 것이 점차 밝히지고 있으며 또한 최근에는 우리나라 연안의 산업활동에 의한 환경소음이 정치망 어업에 많은 영향을 끼친 것으로 생각하여 여러 어장에서 분쟁이 발생하고 있으나 이를 판정할 아무런 근거 자료가 없는 실정이다. 본 연구에서는 거제도 농포만에 있는 정치망 어장 주위에서 수중환경소음을 측정분석하여 측정해역 부근의 환경이 수중소음에 미치는 영향을 파악하는데 그 목적이 있다.

이러한 연구는 각 관측점에서의 수중소음 음압준위 뿐 아니라 음파에 의한 해조류, 수온의 분포, 선박의 통항량이나 종류등의 해역 특성을 파악하는데도 중요한 기초자료가 될 것이다.

자료 및 방법

수중소음을 측정한 해역은 농포의 정치망 어장 주변으로 Fig.1과 같다.

측정한 방법은 관측선의 모든 동력을 정지시켜 놓고 Hydrophone을 수중에 넣어 수중 소음을 수신하여 Pre-amplifier 에 통과시킨 후 Tape-record에 녹음 시켰다. 녹음된 소음은 주파수분석기로서 분석시켰으며 그장치는 Fig.2와 같고 사용된 기기의 특성은 Table 1에 나타나 있다. 그리고 수중소음에

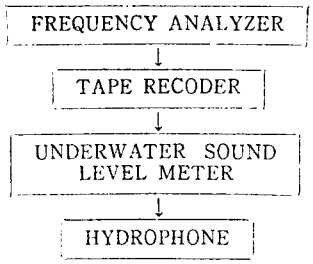

Fig. 2. Block diagram of observing system

Table 1. Specification of equipments used for observation and analysis

Equipment	Specification
Hydrophone (OKI, ST-1001)	• Frequency range: 10 *Hz*-50 *KHz*($\pm 5dB$) • Receiving sensitivity: —180 *dB*
Underwater sound level meter (OKI SW-1007)	• Frequency range: 7 *Hz*-90 *KHz*($\pm 3dB$) • Variable gain range
Tape recorder (Sony TCM-111)	• Up to 30 *KHz*: flat • S/N ratio: 50 *dB*, • Gain: 35 *dB*
Frequency analyzer (B&K 2131)	• Frequency range: 1.6 *Hz*—20 *KHz* • Averaging time: 1/32 *sec*-128 *sec* • 1 octave or 1/3 octave bandwidth(*Hz*)

대한 음압준위의 식은 다음과 같다.

$$P = A - (V_A + 10\log \Delta f + G)$$

단, P:실제의 음압준위(dB re 1 μP_a)

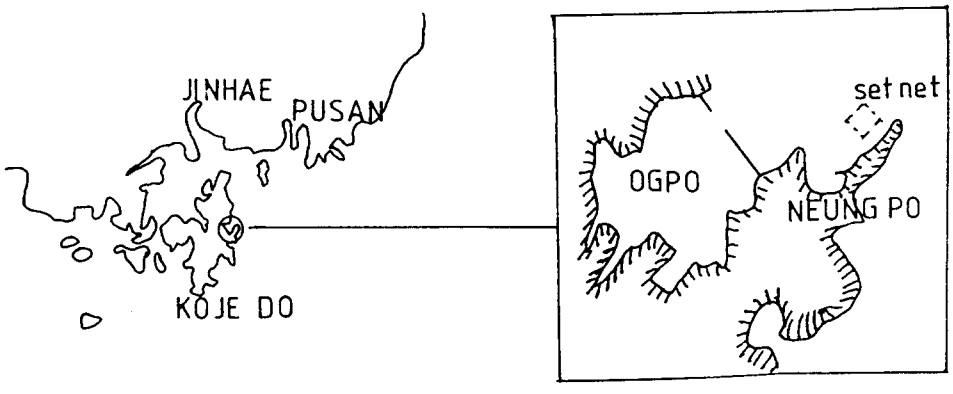

Fig. 1. Map Showing the location of observation

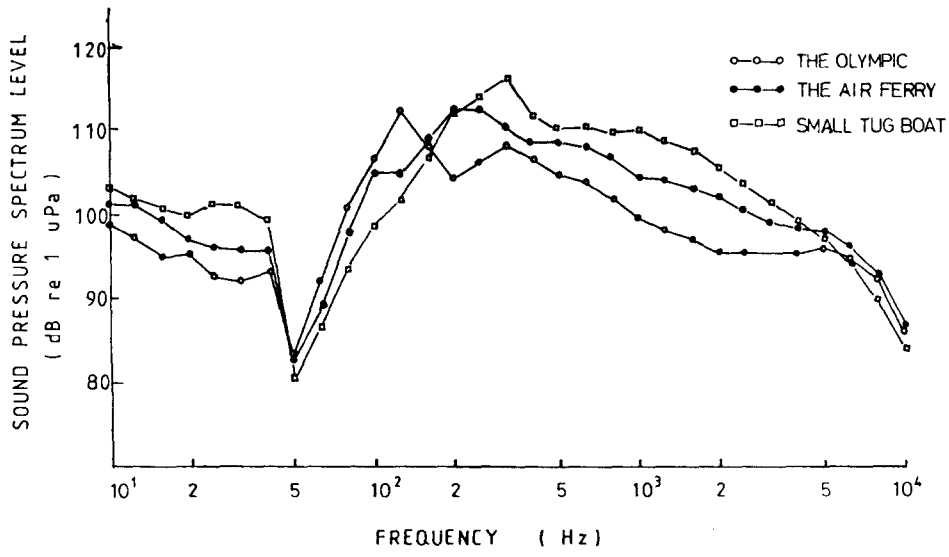

Fig. 3. Spectrum levels of two passengers by vessels and one small tug boat.

A:주파수 분석기상의 측정치(dB re 1 μV)
V_h:수중청음기의 수신감도(−170 dB re $1V/\mu P_a$)
Δf:1/3옥타브대역폭(Hz)
G:(음압준위계+녹음기)총합이득

결과 및 고찰

1. 여객선 소음의 스펙트럼 레벨분포

어장 근처의 연안에 취항하고 있는 여객선 (고속-에어페리호, 준고속—올림픽호)과 소형 예인선의 항주 수중소음을 측정 분석한 결과를 스펙트럼 레벨분포로 나타내면 Fig. 3과 같다. 이때 본선의 기관은 정지시키고 Hydrophone은 수심 5 m에 고정시켰다.

Fig. 3에 의하면 50 Hz 근처에서 음압준위가 가장 낮고 주파수가 큰 쪽에서 음압준위가 점차 증가하여 300 Hz부근에서 최대가 된 후 그 이상의 성분에서 완만히 감소하는 경향을 나타내었다. 특히 50 Hz~150 Hz에서는 준고속선인 올림픽호의 경

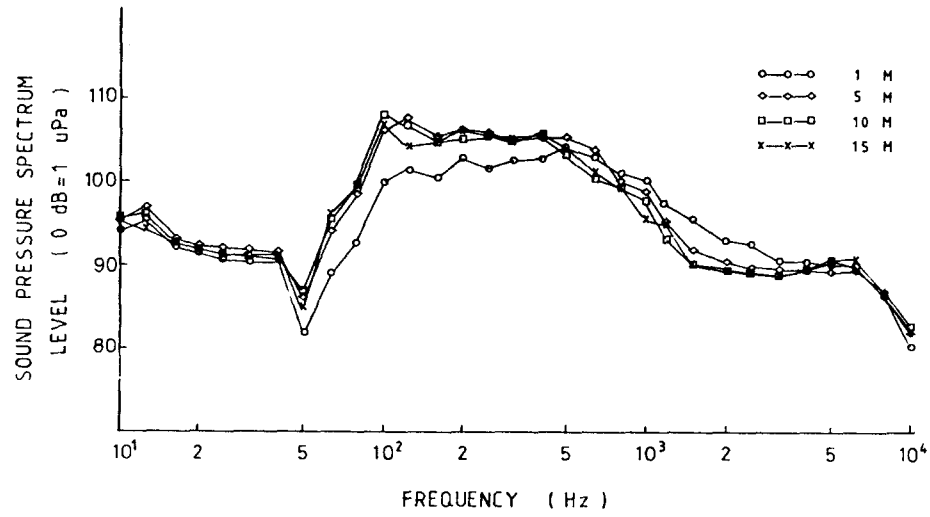

Fig 4. Spectum levels at the playground of the set net in Neung Po

우가 고속선인 Air ferry 호 및 소형 예인선보다 음압준위가 높고, 그 이상에서는 고속선인 Air ferry가 높다.

2. 정치망의 대망의 운동장내에서의 층별소음

능포 정치망어장의 대망 운동장내의 수중 소음을 수심별로 측정한 것을 스펙트럼 레벨분포로 나타내면 Fig. 4와 같다.

Fig. 4에 의하면 50 Hz 주위에서 음압준위가 가장 낮고 100 Hz 까지는 다소 급격하게 증가 하여 500 Hz 까지는 대체로 일정하다가 그 이상의 주파수 성분에서 감소하는 경향을 나타낸다. 층별로는 500 Hz 이하의 성분에서는 표층이 음압준위가 낮으나 500 Hz 이상의 성분에서는 수심이 깊어질수록 음압준위가 낮은 경향을 나타낸다. 이러한 것은 어군이 아래쪽에 있어 어류에 의한 소음의 영향이라고 여겨진다.

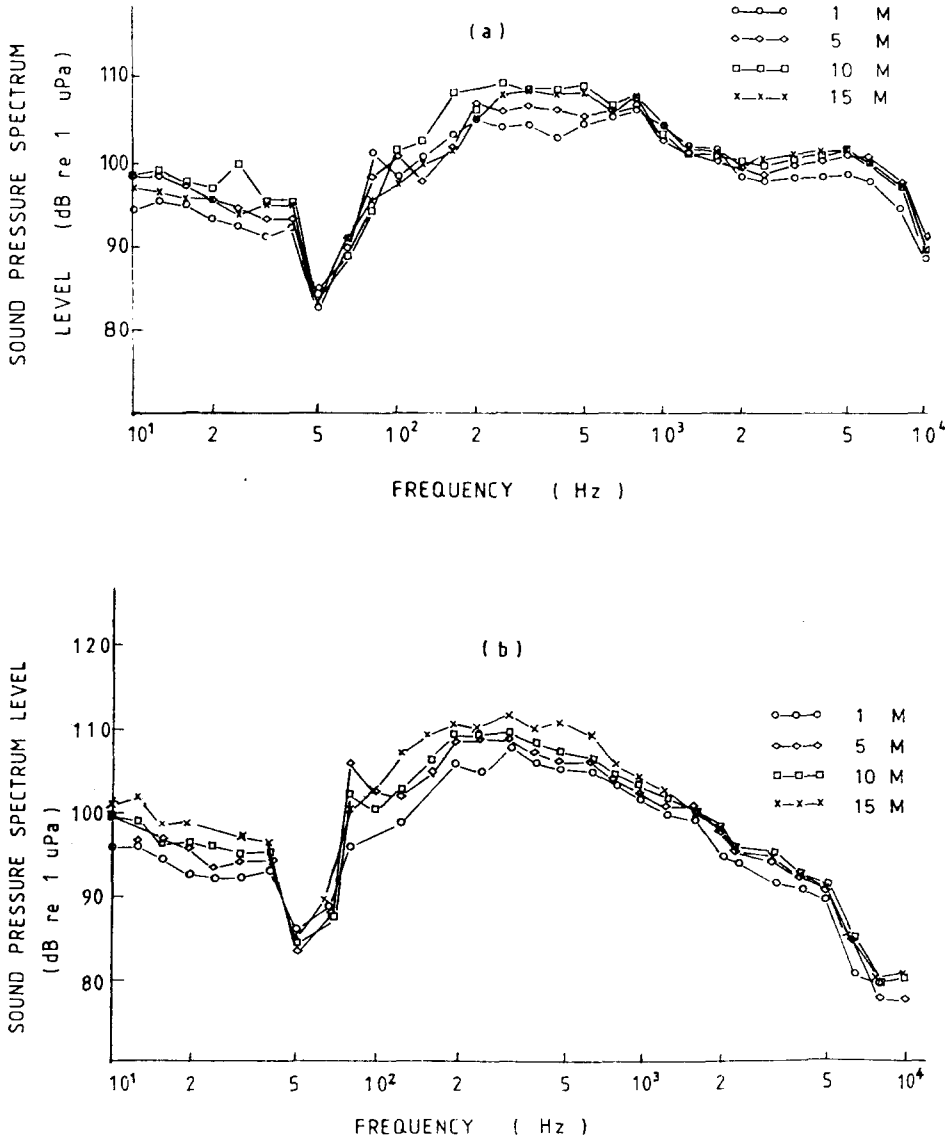

Fig. 5 Spectrum levels inside the bag(a) and outside the bag(b) of the set net in Neung Po

3. 상자망 안과 밖에서의 소음

정치망의 상자망 안쪽과 바깥쪽에서 수심별로(1 *m*, 5 *m*, 10 *m*, 15 *m*) 측정한 수중소음을 측정분석한 결과를 스펙트럼 레벨분포로 나타내면 Fig. 5와 같다.

Fig. 5에 의하면 상자망 안쪽에서는 200 Hz 이상에서 저층이 표층보다 음압준위가 높고 상자망 바깥쪽에서는 수심이 깊을수록 음압준위가 높게 나타냈다. 특히 15 *m* 층이 가장 높게 나타낸 것은 소망 시작한 영향이라고 여겨진다. 또 50 Hz~700 Hz 사이에서는 상자망 바깥쪽의 음압준위가 높으나 700 Hz ~1.5 KHz 사이에서 안팎의 음압준위가 비슷하다가 그 이상의 주파수 성분에서는 상자망 안쪽의 음압준위가 높다.

4. 정치망 어장 주변의 축양조의 안과 밖의 주야간 소음변동

축양조 안쪽과 바깥쪽에서 주야간에 측정한 수중소음의 스펙트럼 레벨분포는 Fig. 6과 같다.

Fig. 6에 의하면 축양조의 안과 바깥의 음압 차이의 폭은 주간이 야간보다 크게 나타나고 음압준위도

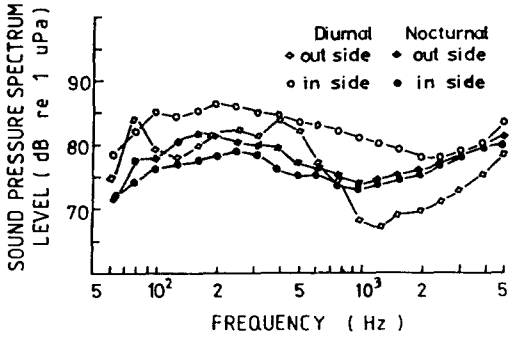

Fig. 6. Spectum levels inside and outside the breeding tank

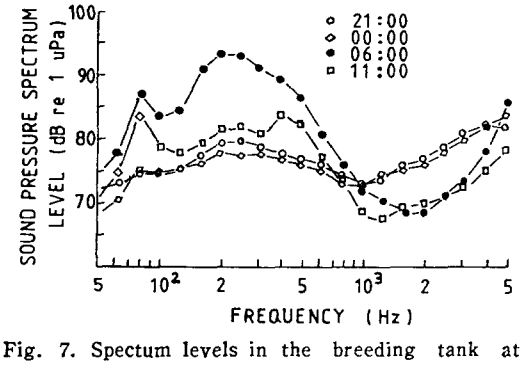

Fig. 7. Spectum levels in the breeding tank at various time

주간이 야간보다 높은데 이러한 것은 선박의 교통소음의 영향으로 판단된다. 또 축양조 안팎의 음압준위가 주간에는 축양조 바깥쪽이 높으나 야간에는 축양조 안쪽의 음압준위가 높다. 이것은 야간에는 주간의 교통소음이 매우 감소하고 그물로 싸인 축양조 안에서 외부의 수중소음이 일부 차단되고, 또한 축양조 안의 어류의 생물소음이 상대적으로 크게 작용하였기 때문이라고 여겨진다.

5. 축양조 내에서의 시각별 소음변화

축양조 안에서 시각별로 측정한 소음(체장 10 *cm* 인 방어 15,000 尾가량)의 변화를 스펙트럼 레벨로 나타내면 Fig. 7과 같다.

Fig. 7에 의하면 측정시각별 음압준위는 6시, 11시, 21시, 24시(00시)의 순서이다. 이것은 6시경은 축양장 주변에 출어를 준비하는 선박소음과 육상소음 및 교통소음의 영향으로 음압준위가 비교적 높은 것으로 사료된다. 11경은 교통소음과 자연소음의 영향으로 여겨지며, 21시와 03시경은 야간에 주위의 통항선이 거의 없었기 때문에 06시, 11시인 주간보다는 음압준위가 낮은 것으로 사료된다.

요 약

연안의 수중소음을 측정하고 분석함에 있어서 부근을 항주하는 선박(여객선등)소음과 정치망 어장에서의 수중소음을 측정 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 여객선의 선박소음은 50 Hz 성분이 가장 낮고 300 Hz 부근에서 최대가 되며 50~150 Hz 부근에서는 준고속선인 올림픽호가 고속선인 Air ferry 호 및 소형 예인선 보다 음압 준위가 높다.

2. 정치망의 대망의 운동장내의 수심별 수중소음은 500 Hz 이하의 성분은 표층이 음압준위가 낮으나 그 이상에서는 수심이 깊을수록 음압준위가 낮은 경향이 있다.

3. 상자망 안과 밖에서의 수중소음은 50~700 Hz 사이에선 상자망 바깥쪽의 음압준위가 높으나 1.5 KHz 이상의 성분에서는 상자망 안쪽의 음압준위가 높다.

4. 축양조의 안과 밖의 주야간 소음은 주간에는 음압준위가 축양조 바깥쪽이높고 또한 안팎의 음압차이도 크나, 야간에는 축양조 안쪽의 음압준위가 높고, 축양조 안팎의 음압준위의 차이도 적다.

5. 축양조 내에서의 시각별 소음변화는 높은 순으로 6시, 11시, 21시, 24시의 순서이다.

참 고 문 헌

Freytag, G. (1964): Bio-acoustical detection of fish possibilities and future aspects. Mod. Fish. Gear Wer. (Ⅱ), Fishing News Ltd., p. 353-358.

Takemura, A (1972): The distribution of biological underwater noise at the coastal waters of Japan. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 38(3), 201-210.

Walkinshaw, H. M. (1963): Low-frequency spectrum of deep ocean ambient noise. J. Acoust. Soc. Am., 32, 1497.

Wenz, G. M. (1962): Acoustic ambient noise in the ocean: Spectra and sources. ibid., 34(12), 1936-1956.

Perrone, A. J. (1970) : Ambient-noise-spectrum levels as a function of water depth. ibid., 48 (1), 362-370.

Pannister, 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.

Piggott, C. L. (1964): Ambient sea noise at low frequencies in shallow water of the Scotian Shelf. J. Acoust. Soc. Am., 36, 2151-2163.

Skudrzyk, E. J. and G. P. Haddle (1960): Noise production in a turbulent boundary by smooth and rough surfaces. ibid. 32(1), 19-34.

Nishi, R. Y., J. H. Stockhausen and E. Evensen (1470): Measurent of noise on an underwater towed body. ibid 48(3), 753-758.

Numrich, S. K. (1978): Low-frequency sound propagation in the marginal ice zone of the Greenland Sea. ibid., 64(2), 591-600.

Milne, A. R. and Ganton, J. H. (1964): Ambient nosie under Arctic-Sea Ice. ibid., 36(5), 855-863.

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.

Kim. S. H(1978): Study on Sound production and phonotaxist of some fishes and crabs. Bull. Korean Fish. Tech. Soc. 14(1) 15-36.

HA, K. L. (1983): The Underwater Ambient noise of Young-il Bay. Bull. Korean Fish. Soc. 16(3). 197-201.

Yoon, G. D. (1980): The Underwater noise of fishing gears in operation. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 16(1), 1-15.

Yoon, G. D. (1985): Analysis of underwater noise in the North sea. Bull. Korean Fish. Tech. Soc. 21(1), 1-6.

申鉉玉 (1986) : 水中騷音의 遠隔測定. 釜山水産大學大學院 碩士學位論文