

## 부산 연안에서의 수중소음원에 관한 연구

김 성 부

부산수산대학교  
(1990년 4월 30일 접수)

### A Study on the Sources of Ambient Sea Noise in the Coastal Water of Pusan

Sung-Boo KIM

National Fisheries University of Pusan  
(Received April 30, 1990)

The variability of ambient noise with time and water depth is measured in the coastal water of Pusan.

The Noise Spectrum levels are relatively high, and have standard deviations amounting to 3 to 4dB with time and 2 to 3 dB with water depth in the B area of high ship activity. On the other hand, in the A area where shipping is sparse the standard deviations are only 1 to 2dB with time and water depth respectively.

These results show that ship traffic is one of the dominant sources at frequencies greater than 500Hz.

### 서 론

어군을 탐지함에 있어 그 해역의 소음준위(Noise levels)를 안다는 것은 어군까지의 거리를 산출하는 중요한 요소로 작용한다. 최근 어군 탐지 범위의 확장이라는 측면에서 수직어탐에서 수평어탐으로의 전환이라든지, 더우기 스스로 소리를 발하는 어류의 탐지를 위하여 수동형어군탐지기까지 연구 대상이 되고 있으므로 좀더 먼 거리에 있는 어군의 정보를 얻기 위해서는 수중소음에 관한 연구가 필수적이다.

해양에서 발생하는 수중소음에 관한 연구는 제 2차 세계대전 이래로 집중적으로 수행되어져 왔는데 이러한 덕분에 소음원에 관해서는 이미 상당 부분이 밝혀져 있는 상태이다. 이를테면 심해에서는 선박과 수면파 등이 주요 소음원이며, 선박통행으로부터 발생하는 소음의 주파수 범위는 50~500Hz, 수면파에 의해서는 500Hz~25 KHz 사이에서 우세하게 나타나는 것으로 알려

져있다<sup>1)</sup>. 이것은 선박들이 내는 방사소음(Radiated Noise)이 대체로 100Hz 부근에서 가장 높으나 주파수 증가에 따른 Spectrum level이 -6dB/octave 정도로 감소할 뿐만 아니라<sup>2)</sup> 장거리에서는 주파수가 증가할수록 더 큰 음파전달손실이 생기므로 결국 고주파 대역에서는 수면파에 의한 소음값이 보다 우세하게 나타나기 때문이다.

한편 천해에서의 소음원 으로는 선박과 산업시설 그리고 수면파와 해양생물 등으로 알려져 있으나 소음준위는 시간에 따라, 그리고 해역에 따라 큰 변화를 보이는 것으로 알려져 있다<sup>3)</sup>. 특히 한국연안에서 신<sup>4)</sup>등에 의해 관측된 수중소음 자료들 중에는 전체적인 소음준위가 다른 천해자료들에 비해 월등히 높게 나타날 뿐만 아니라 심지어 파고(Wave height)가 낮을 때 500Hz 이상에서 더 높은 준위를 보이는 특이한 현상들이 보고되고 있다<sup>5)</sup>.

그래서 소음원에 대한 규명이 그 해역의 소음준위를 이해하는데 무엇보다 시급한 과제로 지적

되고 있으며 이에 대한 접근 방법은 여러가지가 있다. 이를테면 Virgin Islands의 st. Croix 연안에서 Urick 등은 선박이나 수면파가 어느 주파수 까지 소음원으로 작용하는 가를 알아보기 위해 한시간 간격으로 소음을 관측하였는 바 선박 통행량에 따라 100Hz 미만에서 5~7dB의 편차를, 그리고 해상상태(Sea State)에 따라 1~5 KHz 사이에서 2~3dB의 편차가 있음을 확인하였다<sup>6,7)</sup>. 또한 Wenz는 San Diego 근해에서 산업소음의 영향을 조사하였는데 낮과 밤에 무려 12 dB, 그리고 주중과 주말에 10dB의 차이를 확인할 수 있었다<sup>8)</sup>. 이러한 방법으로 해양생물이나 조석등이 갖는 소음원으로서의 역할에 관해 이미 여러차례 발표되었다.

본 논문에서는 한국 남해안에서 높게 보고되고 있는 수중소음에 대한 소음원을 규명하고자 우선 부산연안에서 시간별, 깊이별 변화를 관측하여 이 해역에서의 주 소음원 규명을 시도하고자 한다.

### 측정 방법

실험은 부산남쪽 20km 부근 해상에서 12월 3~4일의 낮시간 동안(오전 10시부터 오후 3시)에 평균 수심이 60m인 두정점(A정점, B정점)에서 실시되어졌다. 관측기간 동안의 해상 상태는 파고가 1~1.5m 정도의 비교적 조용한 상태였으며 육지로부터 다소 가까운 B정점에서는 관측선을 중심으로 수km 밖에 소형어선을 비롯한 선박들의 왕래가 빈번하였으나 A정점은 선박들의 왕래가 거의없었다. 그리고 두정점의 수직수온분포는 깊이에 따라 거의 등온이었다.

관측장비 들은 Fig.1과 같이 소형어선에 설치하였으며, 이들에 공급할 전원은 관측선 자체로부터 발생하는 소음을 줄이고자 DC-AC Inverter를 이용하였다. 수중청음기들은 어선으로부터 30m 떨어진 부표에 매달려 1m, 7m, 15m, 40m의 깊이에 각각 설치되어졌으며, 저소음전치증폭기를 내부에 장치한 수중청음기(B&K 8101)로부터의 수중소음은 증폭기(B&K 2610)를 통해 녹음기(B&K 7004)에 15ips로 녹음되었다.

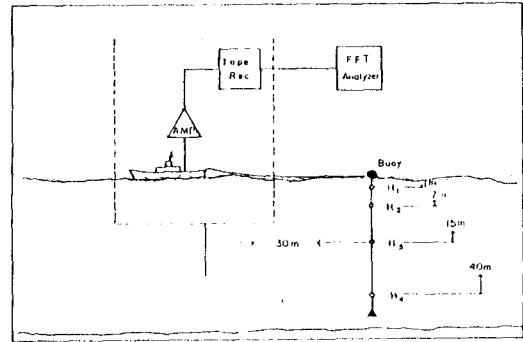


Fig. 1. Elements of experimental system.

### 결과 및 고찰

녹음된 자료는 실험실에서 FFT Analyzer를 통해 25Hz 대역 폭으로 10KHz 까지 분석되었으며 1분간의 평균된 값들을 10분간의 간격을 두고 반복해서 얻었다.

전체적인 소음준위는 A, B 두정점 모두 높게 나타나며 Spectrum level의 경향은 비슷하게 나타났다. 이를 좀더 구체적으로 분석해 보면 선박 통행량이 비교적 많았던 B정점에서 100Hz 부근의 최대치가 뚜렷이 나타났는데 이것은 선박에 의한 소음임을 확인시켜주고 있다. 200Hz 이상에서는 Spectrum level이 -5~-6dB/octave 정도로 감소하고 있으나 전체적인 준위는 Wenz의 천해소음모델 중 heavy shipping과 해상상태 6일때 보다 10~20dB까지 높을 뿐만 아니라<sup>9)</sup> 2차대전 중의 주요 항만이나 연안에서 관측된 값에 비해 4~10dB 정도 높은 준위이다<sup>9)</sup>.

이렇듯 높게 나타나는 소음준위에 대한 소음원을 좀더 체계적으로 분석하기 위하여 시간별 깊이별 관측 자료를 비교 분석 하였다.

#### 1. 시간별 소음준위

소음준위의 시간별 변화를 관찰하기 위하여 30분간의 평균값을 1시간 간격으로 분석했는데 선박소음이 뚜렷하지 않는 A정점은 1~2dB의 편차를 보일 뿐 10KHz까지 시간별 변화는 거의 찾아볼 수 없었으나 선박소음이 뚜렷한 B정점에서는 최고 4dB 까지의 편차를, 그것도 수KHz

대 에서 심하게 보이고 있었다.

이와 같은 경향은 깊이에 따라서도 비슷하게 나타났는데 여기서는 15m 깊이 에서의 시간별 변화를 Fig. 2와 Fig. 3에 나타내었다.

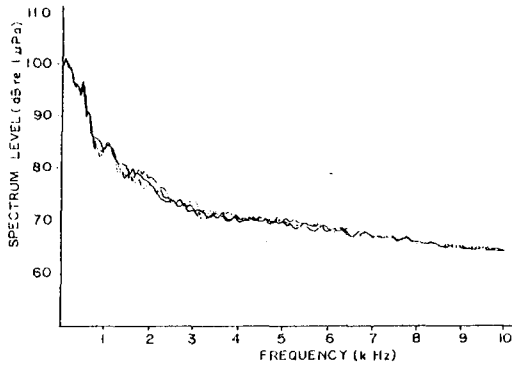


Fig. 2. Time variation of noise spectrum level in A area. Hydrophone depth: 15m

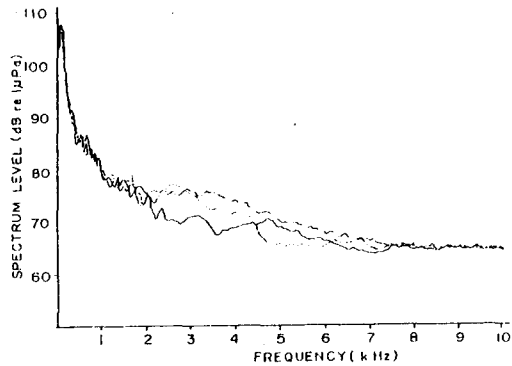


Fig. 3. Time variation of noise spectrum level in B area. Hydrophone depth: 15m

이것은 비교적 근거리에서 많이 분포되어 있던 선박들의 방사소음이 이 부근 해역의 음파전달조건(동은 수직분포와 해저조건)이 양호한 것에 힘입어 수KHz 부근의 음파도 적게 감쇄된 탓으로 여겨진다. 이런 결과는 그동안 고주파대에서 주 소음원으로 여겨져 왔던 수면파 외에도 선박 통행이 고주파 대역까지 주요 소음원으로 작용하는 것을 의미하므로 중요한 의미를 갖는다.

그러나 A정점에서는 그 변화가 적음에도 불구하고 전체적인 소음준위는 B정점과 비슷한 높은 값을 갖는데 이것은 장거리 선박통행 외에도 산업시설 혹은 해양생물 등에 기인하는 것인지는 아직 분명하지 않다.

## 2. 깊이 별 소음준위

소음준위의 1시간 평균값을 각 깊이 별로 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내었다. A정점에서는 이들의 편차가 1~2dB 이내 였는데 비해 B정점은 2~3 dB 까지 상대적으로 큰 편차를 보였다. 이러한 양상은 전 주파수대에 걸쳐 나타났는데, 일반적으로 500Hz 이상의 고주파 대에서 주 소음원으로 알려져 있는 수면파는 측정 당시의 해상상태가 1~1.5m 수준이었기 때문에 이렇듯 높은 소음준위를 만드는 주 소음원으로 판단되지 않는다<sup>10)</sup>. 뿐만 아니라 수면파가 주 소음원일 경우 천해에서는 깊이에 비해 넓은 영역에 걸쳐 소음원이 분포되어 있기 때문에 깊이에 의한 편차가 거의 나타나지 않아야 된다. 그러나 비교적 근거리에서 선박통행이 빈번했던 B정점의 경우에서 보듯이 평균치에 대해 깊이별로 2~3dB까지의 편차를 보이고 있으므로 고주파대의 높은 소음준위가 수면파에서만 기인한 것이 아님은 쉽게 판별

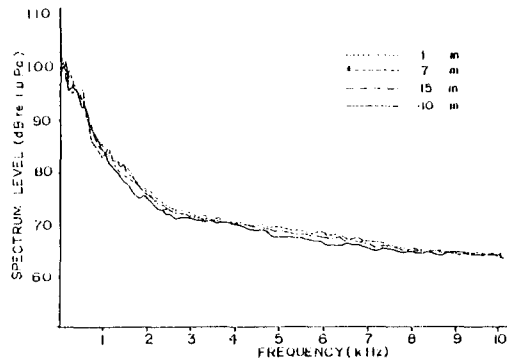


Fig. 4. Variation of noise spectrum level with water depth in A area.

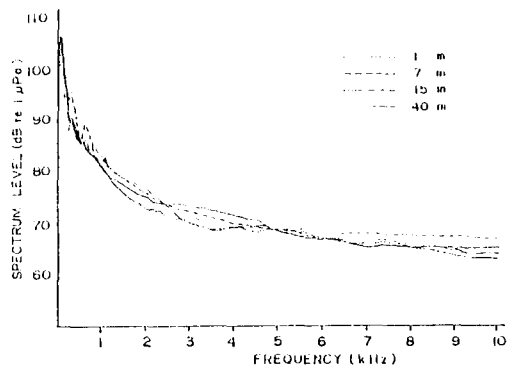


Fig. 5. Variation of noise spectrum level with water depth in B area.

할 수 있다.

따라서 선박이나 산업시설, 그리고 해양생물 등도 해역에 따라서는 고주파대역에서 주요한 소음원 역할을 하는 것이 아닌가 여겨지는데, 특히 B정점의 결과는 선박통행이 고주파 대역까지도 수중소음원의 하나임을 보여주고 있다. 다만 A해역의 결과는 시간적 변화와 함께 깊이에 의한 변화도 상대적으로 작았기 때문에 높은 소음준위에 대한 해석은 불명확해질 수밖에 없다. 물론 이들의 개별적, 혹은 수면파를 포함한 복합적 요인에 기인하는 것으로 유추할 수 있겠으나 이에 관한 결론은 최소한 1주일에서 한달간의 장기 관측된 자료들에 의해 내려질 수밖에 없다.

## 요 약

한국 남해안에서 높게 보고되고 있는 수중소음 준위에 대하여 그 소음원을 규명하고자 부산근해의 두해역에서 파고 1~1.5m의 비교적 조용한 해상 상태일 때 시간별, 깊이별로 10KHz까지 수중소음의 변화를 관측했다.

전체적인 소음준위는 매우 높게 나타났으며, 선박통행이 비교적 뜸했던 A정점에서는 이들의 편차가 1~2dB 이내로 작은 값을 보였는데 비해 선박 통행이 빈번했던 B정점에서는 전 주파수대에 걸쳐 그 편차가 각각 4dB와 3dB까지 크게 나타났다. 이것은 그동안 500Hz 이상의 주파수대에서 주 소음원으로 여겨졌던 수면파 외에도 이 해역에서는 선박 소음이 주요 소음원임을 의미하고 있다.

## 참고문헌

1) Wenz, G.M.(1962): Acoustic ambient noise

in the ocean: Spectra and Source. J. Acoust. Soc. Am. 34, 1936-1956.

- 2) Dow, M.T., J.W. Emling, and V.O. Knudsen(1945): Survey of underwater sound No.4: Sounds from surface ships. Nat. Def. Res. Comm. Div.6 Sec. 6.1 -NDRC-2124.
- 3) Urick, R.J.(1975): Principles of underwater sound. McGraw-Hill Book Com., 189-195.
- 4) 신현옥·신형일(1987): 수중소음의 원격측정. 어업기술 23(1), 11-17.
- 5) 김성부·장지원(1985): 한국연안에서의 수중 소음 수준의 변화. 한국 음향 학회지 4(3), 47~52.
- 6) Urick, R.J., G.R. Lund, and T.J. Tulko(1972): Depth profile of ambient noise in the deep sea North of St. Croix, Virgin Islands. U.S. Nav. Ord. Lab. Tech. Rep. 72~176.
- 7) Urick, R.J., G.R. Lund, and T.J. Tulko(1973): Further measurements of the ambient acoustic background at different depths of a deep sea location. U.S. Nav. Ord. Lab. Tech. Rep.
- 8) Wenz, G.M.(1976): Informal Communication. U.S. Navy Electron. Lab. Rep. 338.
- 9) Knudsen, V.O., R.S. Alford, and J.W. Emling(1948): Underwater ambient noise. J. Mar. Res. 7, 410.
- 10) Piggott, C.L.(1965): Ambient sea noise at low frequencies in shallow water of the Scotian shelf. J. Acoust. Soc. Am. 36, 2152.