

# 한반도 연안 3개 해역에서의 수중음향환경 특성

박석우, 윤재열\*, 김 구  
서울대학교 지구환경과학부, \*서울대학교 해양연구소

## Characteristics of Acoustic Environment in three regions along the Korean East Coast

S.W.Park, J-Y.Yun\*, K.Kim

School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul

\*Research Institute of Oceanography, Seoul National University, Seoul

### 요약

동해는 크게 북한한류계수의 지배적인 영향을 받는 북부해역, 동한난류계수의 지배적인 영향을 받는 남부해역과 이들이 만나서 극전선이 형성되는 중부해역 등 세 해역으로 구분할 수 있고 이러한 환경에서의 해군 함정의 대잠탐지환경은 같은 동해라 하더라도 크게 다를 것으로 예상된다.

본 연구에서는 저주파 거리중속 모델인 RAM 을 이용하여 평균해황 하에서 각 해역에서의 전달손실 값을 비교하였다. 음원을 수심 100m, 수신기 수심을 10m와 100m로 설정하여 실험을 하였으며 아울러 평균해황이 아닌 일정시기에 관측한 순간해황 자료를 통한 모델결과도 같이 분석하였다. 실험결과, 연안에 위치한 음원으로부터 음파가 외해로 전달됨에 따라 냉난수대간의 수온전선 영향을 받게되며 수온전선을 통과하면서 남부해역에서의 음파는 중부 및 북부해역 보다 난류의 영향을 더 많이 받게된다. 따라서 북부보다는 중부해역이, 중부보다는 남부해역에서의 전달손실값이 더 커지게 된다.

특히 이러한 경향은 북한한류계수가 발달하여 난류와 수온전선이 형성되는 8월에 더 큰 것으로 나타났다.

### 1. 서론

한반도의 동해는 남해와 서해에 비하여 수심이 깊어 잠항환경이 적절하여 주변국 해군 잠수함들의 활발한 잠항활동이 예상되는 해역이다. 동해는 먼저 대한해협을 통하여 유입되는 대마난류가 있으며 동한난류의 유입으로 동해 중부이남 해역은 북부에 비해 계절에 상관없이 고

온을 나타낸다(Kim & Legeckis, 1986). Kim과 Kim(1983)은 동해 서남해역에 출현하는 북한한류계수는 동계보다 하계에 발달하고 대체적으로 죽변-장기갑 해역까지 남하한다고 하였다. 한편, Yun(2004)은 이러한 냉수괴는 4월에 속초 앞 해상에 처음 출현하며 8월에 가장 큰 세력을 나타내다 2월이 되면 크게 약화된다고 하였다.

이와 같은 복잡한 해황을 가진 동해는 크게 북한한류계수의 지배적인 영향을 받는 북부해역, 동한난류계수의 지배적인 영향을 받는 남부해역과 이들이 만나는 중부해역 등 세 해역으로 구분할 수 있고 북한한류계수의 시공간적인 특성에 따라 각 해역마다 음향환경에 차이가 있을 것으로 예상됨에 따라 본 연구에서는 이 세 해역에서의 계절별에 따른 전달손실을 구하는데 목적을 두었다.

### 2. 자료 및 실험

본 연구에서는 중남부 해역은 KODC 자료를 이용하였으며 북부해역의 경우에는 자료의 제한으로 과거 1929~41년까지 조선총독부 산하 증양수산시험장에서 측정한 수온, 염분자료를 이용하였다. 남부해역은 102 정선을, 중부해역은 105 정선을 이용하였고 북부해역은 원산만에서 관측한 301 정선을 각각 이용하였다(그림1).



그림 1. 국립수산과학원 및 수산시험장 관측정선

음원은 계절에 따라 북한한류로 생각되는 냉수괴의 영향을 받을 수 있는 연안에 가장 근접한 102-7 정점(남부), 105-6 정점(중부해역) 및 301-5 정점(북부해역)에 각각 있는 경우를 가정하여 실험하였다.

모델 RAM을 이용하여 북한한류계수의 세력이 큰 8월과 가장 약한 2월에 대한 전달손실을 각각 구하였으며, 주파수는 350Hz, 음원수심 100m, 수신기 위치를 10m와 100m로 각각 설정하였다.

### 3. 해양환경 분석

중남부해역은 1970년부터 2002까지의 국립수산과학원 자료를 이용하여 평균해황에서의 전달손실을 구하였고 중남부해역에서의 냉수대 분포가 큰 차이를 보이는 1997년도와 2002년도 자료를 이용하여 평균값과 비교하였다. 북부해역은 1929~1941년까지의 301 정선 평균해황을 통해 중남부해역과 비교하였고 1939년도와 1940년도의 해황자료를 통해 평균값과 비교하였다.

#### 3.1 평균 해황

그림 2를 보면 2월에서의 5℃ 등온선은 측면 앞 해상 연안까지만 나타나며 10℃ 등온선은 남부해역에서 최대 103 정선까지 나타나고 있다. 그러나 8월에서의 5℃ 등온선은 중부해역 주문진 앞 해상에서 외해까지 나타나며 장기갑 앞 해상까지 진출한 반면, 10℃ 등온선은 동해 연안 가까이 나타나 수온전선을 형성하고 있음을 알 수 있다. 남부해역인 102 정선에서의 음원인 7번 정점은 2월과 8월에 난수대에 위치하지만 중부해역인 105 정선의 음원인 6번 정점은 8월에 냉수대에 위치하게 된다. 또한 북부해역(그림 3)은 301 정선 5번 정점(음원)은 계절에 상관없이 5℃ 이하의 냉수대에 위치하게 된다.

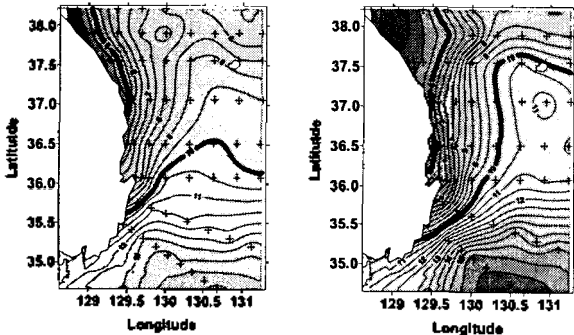


그림 2. 수심 100m에서의 1970~2002 평균수온 분포(좌:2월, 우:8월)

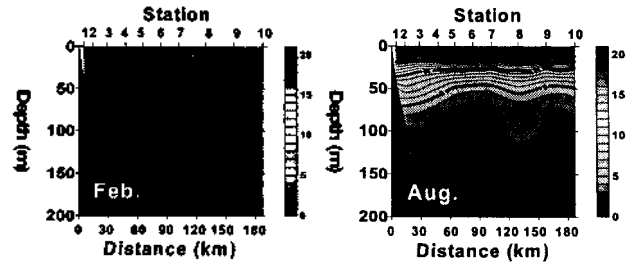


그림 3. 1929~1941 정점별 평균수온 분포 (정선 301번 / 좌:2월, 우:8월)

#### 3.2 동해 중남부 1997/2002년도 해황

그림 4는 평균해황과 비교시 1997년 2월 냉수괴가 큰 세력을 나타내고 있음을 보여주며 8월 냉수괴가 남부해역까지 넓게 분포하고 있는 반면, 난수대 수온이 평균해황보다 높은 값을 보여준다.

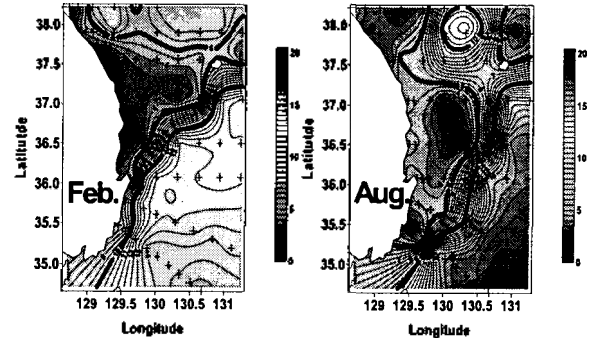


그림 4. 수심 100m에서의 1997년 수온 분포 (좌:2월, 우:8월)

그림 5를 보면 2월의 냉수괴 등온선이 평균해황 비슷한 분포로 나타났지만 외해에서도 냉수대가 나타나고 있다. 8월에는 5℃ 냉수괴 등온선이 97년과 비교시 중부해역에서는 출현지역이 광범위했지만 남부해역에는 상대적으로 감소하였다.

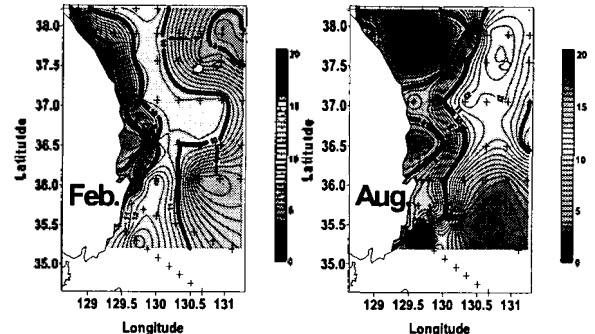


그림 5. 수심 100m에서의 2002년 수온 분포 (좌:2월, 우:8월)

### 3.3 동해 북부 1939/1940년도 해황

그림 6과 7을 통해 301 정선은 내해에서 외해로 진행할수록 수온이 증가하고 있으며 1940년 8월에는 약 60km 크기의 Eddy가 관측되었다. 북한 한류계수의 영향이 지배적으로 미치는 북부해역은 중남부해역보다 얇은 수심에서 수온이 하강하여 수온약층이 상대적으로 얇다.

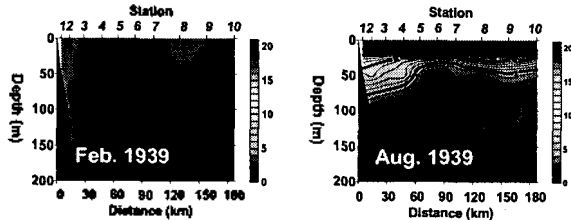


그림 6. 301번 정선에서의 수온수직단면도 (1939년 / 좌:2월, 우:8월)

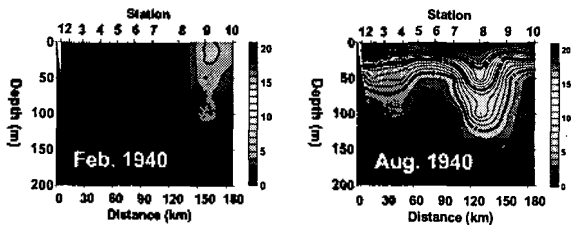


그림 7. 301번 정선에서의 수온수직단면도 (1940년 / 좌:2월, 우:8월)

### 4. 실험결과

평균해양에서의 전달손실을 분석해 보면 8월의 경우(그림 8) 수신기 수심100m에서는 각 해역마다 큰 차이가 없는 반면, 10m에서는 북부보다는 중부해역이, 중부보다는 남부해역에서의 거리증가에 따른 전달손실 값이 크게 나타났다. 2월의 경우(그림 9)에는 각 해역에서의 전달손실 값이 수신기 수심에 관계없이 비슷하게 나타났고 해역별로도 비슷한 분포를 보였다.

순간해황을 보면 그림 10.의 경우 남부해역에서의 1997년과 2002년도 8월의 전달손실 값은 수신기 10m/100m에서 모두 평균해황에서의 값보다 웃도는 수치를 보였으며 이는 남부해역에서의 난수대 수온이 평균해황보다 높았고 전선의 수온구배 또한 평균해황보다 컸기 때문인 것으로 분석된다.

8월 중부해역(그림 11.)은 수신기 10m에서의 전달손실 값 증가율이 1997년의 경우 평균해황보다 높았으나 2002년도의 경우 평균보다 다소 낮았다. 이는 97년도에 비해 02년도 중부해역에서 냉수괴의 출현지역이 광범위했고 97년과는 달리 음원이 냉수대 근해에 있었기 때문인 것으로 보인다. 북부해역(그림 12.)은 평균해황에서의

결과와 비슷한 양상을 나타내었다.

2월의 결과값(그림 13,14,15)을 보면 해역마다 전달손실 값 차이는 미미하였으며 2월의 결과값은 세 개 해역 모두 평균값(그림 9.)과 비슷한 양상을 보였다. 이는 남부해역에서는 8월과 같은 수온전선이 형성되지 않았고 중부 및 북부해역은 난류의 영향을 크게 받지 않았기 때문인 것으로 분석된다.

### 5. 결론

8월의 경우, 음파는 진행할수록 냉난수대간의 수온전선 영향을 받게되며 수온전선을 통과하면 남부해역에서의 음파는 중부 및 북부해역에서 보다 난류의 영향을 더 많이 받게된다. 따라서 북부해역보다는 중부해역이, 중부보다는 남부해역에서의 전달손실값이 더 커지게 된다. 이러한 경향은 수신기를 수심 10m에 위치했을때는 결과가 더욱 두드러지게 나타난다. 이는 음파가 진행함에 따라 난류의 영향을 받는 해역에서의 음속최소층이 낮아지기 때문인 것으로 분석된다. 반면, 2월의 경우를 보면 해역마다 전달손실 값 차이는 미미하였다. 이는 남부해역에서는 8월과 같은 수온전선이 형성되지 않았고 중부 및 북부해역은 난류의 영향을 크게 받지 않았기 때문인 것으로 분석된다. 이와 같은 연구결과를 통하여 동해의 음향환경은 북한한류계수의 시공간적 특성으로 인해 계절별로 각 해역마다 차이가 있는 것으로 분석되었다.

### 6. 참고문헌

1. K.Kim, C.H.Kim(1983) : 한국 동해안에 출현하는 냉수괴의 특성과 기원.한국해양학회지.18(1)
2. K.Kim, Richard Legeckis(1986) : Branching of the Tsushima Current in 1981-83. *Progress in Ocea.* 17. p265-276.
3. J-Y.Yun, K.Kim(2004) : Spatial and Temporal variability of the North Korean Cold Water leading to the near-bottom cold water intrusion in Korea Strait. *Progress in Ocea.* 60. p99-131

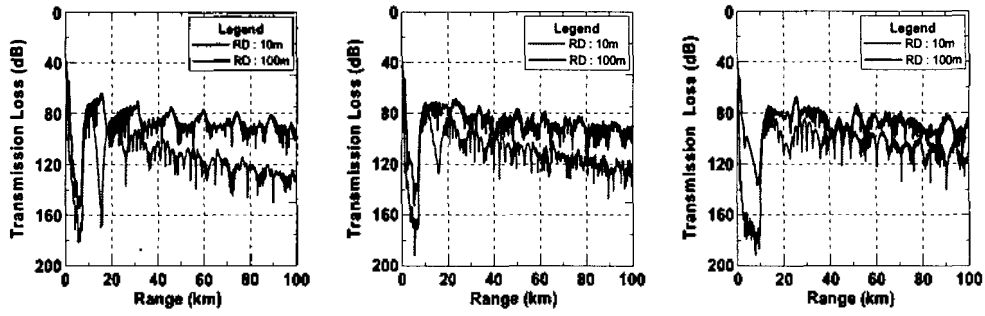


그림 8. 평균해양에서의 8월 전달손실 (좌:102정선, 중:105정선, 우:301정선)

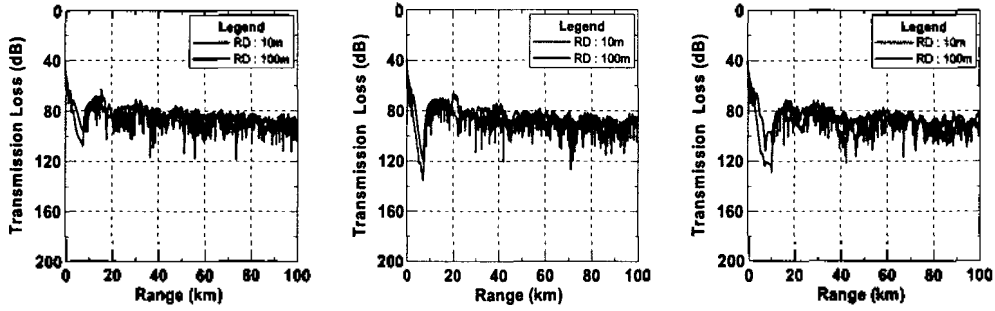


그림 9. 평균해양에서의 2월 전달손실 (좌:102정선, 중:105정선, 우:301정선)

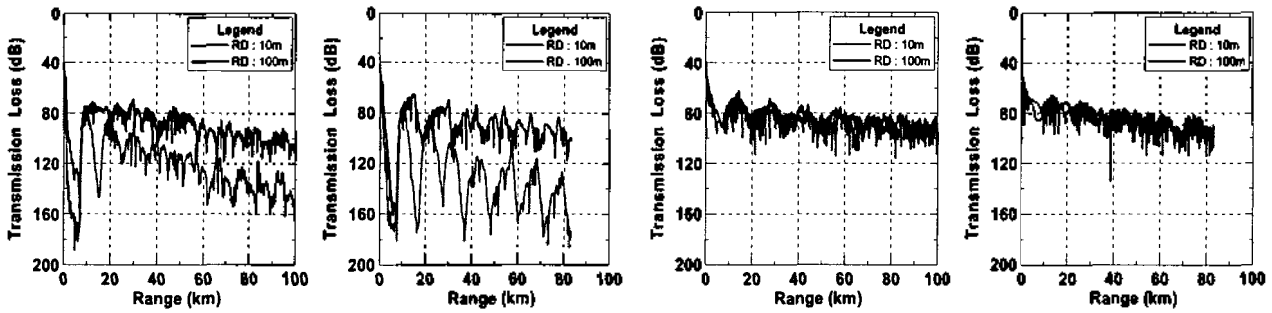


그림 10. 8월 남부해역 전달손실 (좌:97년, 우:02년)

그림 13. 2월 남부해역 전달손실 (좌:97년, 우:02년)

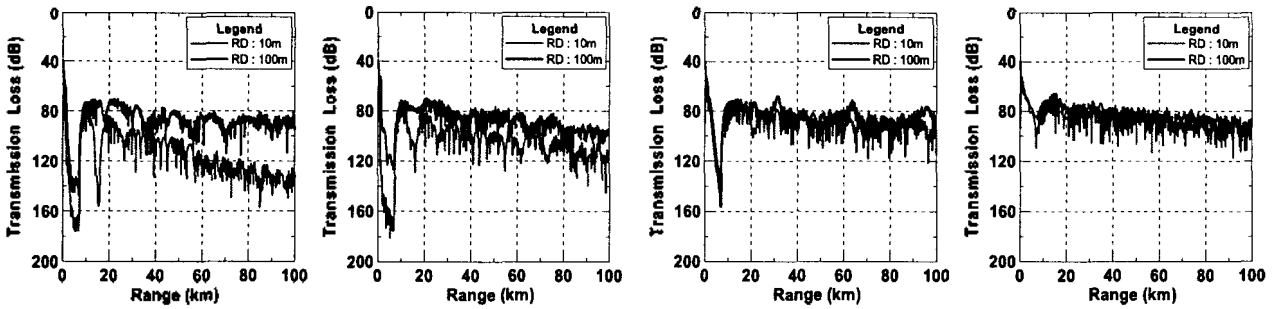


그림 11. 8월 중부해역 전달손실 (좌:97년, 우:02년)

그림 14. 2월 중부해역 전달손실 (좌:97년, 우:02년)

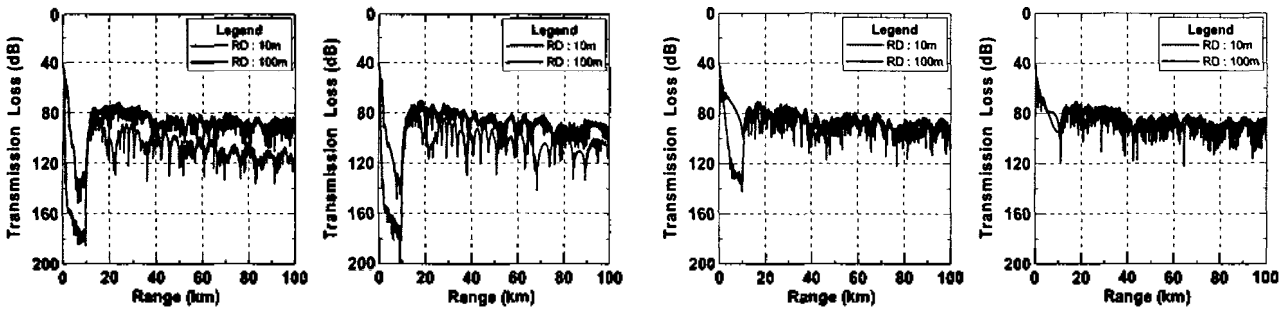


그림 12. 8월 북부해역 전달손실 (좌:39년, 우:40년)

그림 15. 2월 북부해역 전달손실 (좌:39년, 우:40년)