

어류의 음반응 효과

김성민*, 차정환**, 김천덕***

*부경대학교 대학원 전기공학과

**동서대학교 전자기계공학부

***부경대학교 전기공학과

The Effect of Acoustic Reaction to the Fish

Sung-Min Kim* Kyung-Hwan Cha**, Chun-Duck Kim***

*Dept. of Electrical Eng. Graduate School Pukyong National Univ.

**Faculty of Electronic and Mechanical Eng., Dongseo Univ.

***Dept. of Electrical Eng. Pukyong National Univ.

요 약

본 논문에서는 참고문헌들을 토대로 해서 어류와 음의 관계에 대해서 검증하고자 한다.

본 실험에 사용된 어류는 쥐치로서 유영음과 식이음을 분석하여 그 자료를 바탕으로 식이음의 특정밴드의 음을 방성시에 반응을 하는지에 대하여 실험해 보았다. 먼저 쥐치가 발생하는 음을 녹음하여 분석기로 주파수를 분석해 본 결과 식이음이 유영음에 비해 190~250Hz에서 음압이 높게 나타남을 알 수 있었다. 이에 수조에서 특정밴드의 음을 방성하였더니 쥐치가 수중스피커 방향으로 모여들어 주위를 맴도는 것을 눈으로 확인할 수 있었다. 따라서 쥐치가 특정밴드의 음에 반응한다는 것을 알 수 있었다.

I. 서 론

어류는 몇 개의 복잡하고 특수한 발음기구에 의해 음을 발생하거나 청각기관인 속귀의 청각기

능과 측선비늘에 의해 인지하여 음을 통신수단으로 이용하는 것으로 알려져 있다. 이러한 특성을 이용해서 수중가청음을 사용하여 어류의 유집과 구집에 활용되고 있다. 어류는 유영 등의 행동에 따라 발생하는 유영음(Swimming Sound)과 활발하게 먹이를 포식할 때 발생하는 식이음(Feeding Sound) 등을 발생한다. 어류의 소리에 대한 반응으로 천적이 발생하는 음에 대한 도피행동이나 같은 종의 어류가 발생하는 식이음에 대한 행동, 수중가청음원 주변에 모이는 유집행동 등 외부에서 발생하는 소리에 민감하게 반응한다는 연구가 많이 이루어져 있다. 어류 개체에 의해 발생하는 음은 아주 미약하지만, 농밀한 어군으로써 발생하는 유영음은 청취가 가능하다. 같은 범주에 속하는 음이라도 고기의 종류에 따라 다르다.[1]

본 논문에서는 쥐치를 대상으로 유영음과 식이음을 분석하여 포식할 때 발생하는 특정밴드의 음을 분석하였다.

본 실험에서는 분석된 특정밴드의 음을 수중스피커와 신호발생기를 사용하여 1/9옥타브 밴드의 음으로 방성하였다. 이에 따른 쥐치의 특정밴드

의 음에 대한 행동반응을 관찰하였다.

II. 쥐치의 유영음과 식이음의 주파수 분석

II-1. 실험어종

실험어종은 쥐치(복어목, 학명 : *Stephanolepis cirrhifer*)로서 온대성 어류로 우리나라 삼면의 수심 100m 이내로 바닥이 모래질인 장소에 어군을 형성하여 서식하는 행동특성을 가진 어종이다. 실험에 앞서 사육수조에 넣어 주위배경에 며칠간 안정시킨 후 실험을 실시하였다. 먹이로는 일반 양식장에서 주로 사용하는 어류용 사료로 사육하였다.

II-2. 실험장비

본 실험에서 수중음에 대한 어류의 행동반응을 조사하기 위해 사용된 수중스피커는 음향신호 자

극에 대한 어류의 반응효과를 조사하기 위한 음원장치의 개발로써 일반적으로 음향신호에 반응하는 150Hz~3kHz의 주파수대역과 음원의 전방 1m위치에서 수용한 신호의 음압레벨이 110dB인 특성으로 최대 수심 40m에서 정상작동이 가능한 고출력·고성능 수중스피커의 개발을 목적으로 제작되었다. 실제 해양에서 수행한 수중스피커의 음향특성에 관한 실험에서는 주파수대역 80Hz~4.8kHz, 음압레벨 130~150유로 정상작동되고 무지향성특성을 나타냈으며 음원으로부터 1km이내 해역에서 음파가 전파됨을 확인하였다.[2]

그리고, 자체 제작한 수중스피커용 신호발생기는 창 함수를 이용한 방식을 택하여 1/3 옥타브 대역과 1/9 옥타브 대역의 Tone-burst 신호를 만들고, 그 신호를 메모리에 저장하여 임의 시간에 액세스 가능하도록 하고 이 과정에서 샘플링 주파수를 사용 주파수 대역에 따라 변화시키는 방식을 채택하여 제한된 시스템 메모리를 효과적으로 사용할 수 있게 하였다. 신호는 100Hz~5kHz 까지 신호간의 지연시간을 자유로이 할 수 있게 제작되었다.[3] 어류의 발생음에 대한 주파수대

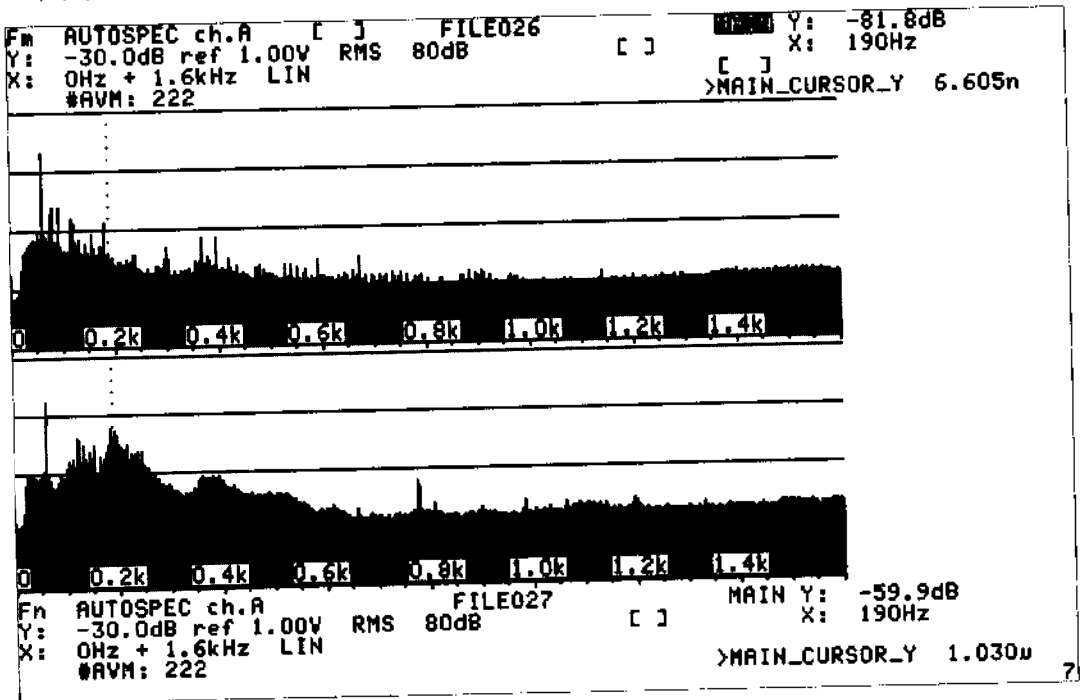


그림. 1 쥐치의 유영음(위)과 식이음(아래)의 스펙트럼.

역음 분석하기 위해 통영 바다목장에서 쥐치의 유영음과 식이음을 녹음기(SONY DTC-57TS), 수중청음기(Hydrophone, B&K 8101)와 전자증폭기(Pre-amp, B&K 2636)를 사용하여 녹음하였다.

II-3. 실험방법

쥐치의 유영음을 녹음하기 위해 수중청음기를 실험하기 전에 넣어두고 어류의 거부반응을 줄이기 위해 시간이 지난 뒤 녹음을 실시하였다. 다음으로 식이음을 녹음하기 위해 사료를 어장 안에 10분간 투입하면서 녹음을 실시하였다. 이렇게 녹음된 쥐치의 음은 신호분석기(B&K 2035 FFT Analyzer)를 이용하여 주파수를 분석하여 스펙트럼을 구하였다. 쥐치의 행동반응 실험은 수산진흥청의 사육수조 내에 설치한 수중스피커와 신호발생기를 이용하여 식이음이라고 추측되는 특정밴드의 음을 방성하였다.

II-4. 스펙트럼 분석 결과

그림. 1은 쥐치의 유영음과 식이음의 스펙트럼으로서 위는 유영음을 분석한 스펙트럼이고 아래 스펙트럼은 식이음을 분석한 것이다.

스펙트럼에서 나타난 것처럼 190Hz~250Hz의 주파수대역에서 유영음의 스펙트럼보다 높은 음압이 나타나고 그 외의 주파수에서는 차이가 나지 않았다.

음압은 유영음의 스펙트럼보다 식이음이 최고 20dB정도 높게 나타난 것을 분석기에 의해서 나타낼 수 있었다.

III. 식이음에 대한 쥐치의 행동반응

III-1. 수조에서의 행동반응 실험

본 실험에서 쥐치의 행동반응을 알아보기 위하여 그림. 2와 같이 신호발생기와 수조에 수중스피커를 장치하였다.

수조의 크기는 약 가로 6m, 세로 3m, 깊이 2m 이고 쥐치는 수조의 환경에 거부반응을 일으키지 않도록 일주일간 사육한 상태였다.

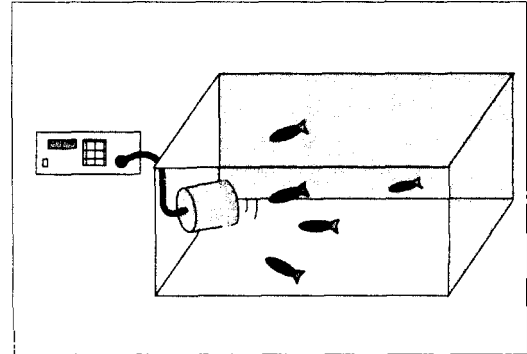


그림. 2 수조에서의 행동반응 실험도



(a) 음방성전의 행동



(b) 음방성시의 행동반응

그림. 3 쥐치의 유영시와 특정밴드의 음을 방성시의 행동반응

III-2. 방성음에 대한 행동반응

그림. 3의 (a)와 (b)는 수중스피커의 정면방향에서 촬영한 사진이다. 사육수조내의 쥐치는 수중가청음을 방성하기 전에는 그림. 3(a)와 같이 자유롭게 유영하는 행동을 보이다가, 식이음의 특정 밴드의 음을 방성시에는 그림. 3(b)와 같이 유영속도가 방성이전보다 빨라지면서 방성직후에 한 두 마리가 수중확성기 근처로 서서히 모여들며 주위를 맴돌기 시작하였다. 다시 방성을 정지한 결과 잠시 시간을 두고 머물러 있다가 다시 자유로이 유영하기 시작하였다.

IV. 결 론

본 논문에서는 참고문헌을 토대로 어류가 특정 밴드에서 음에 대한 반응을 검토하고자 하였다.

본 실험에서 쥐치의 발성음을 분석한 결과 190~250Hz에서 유영음과 달리 식이음의 주파수 스펙트럼의 윤곽이 높음을 알 수 있었다. 그리고, 이 특정 밴드의 음을 인공적으로 방성시에 수중가청음원 주위로 모여드는 반응을 확인할 수 있었다.

<참고 문헌>

- [1] 김천덕 등, "어류의 유집과 구집용 고성능 수중스피커 개발", 해양수산부, 1차년도 중간 보고서, pp.2~32, 1997.
- [2] 여동은, "동형 진동판을 이용한 직접방사 동전형 수중스피커에 관한 연구", 부경대 공학석사 학위논문, pp.4~6, 1998.
- [3] 정성민, "Tone-bust 신호발생시스템의 구현 및 특성 평가", 부경대 공학석사 학위논문, pp.4~5, 1998.
- [4] 김동수 등, 어류의 식이음과 그에 대한 음반응, 한국어업기술학회지, 18(2), pp.71~75, 1882.
- [5] M. Uno and T. Konagaya, Studies on the Swimming noise of the fish, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 26(11), pp.1069~1073, 1960.
- [6] 추해대 등, 음향어법연구-II, 수조에서 어류의 음향반응에 관하여, 수진원 연구 보고, 제 42호, pp.105~117, 1988.
- [7] 이창현 등, 수중 가청음에 대한 젓방어 어군의 유집 반응, 한국어업기술학회지, 33(4), pp.285~289, 1997.
- [8] 이창현 등, 가동코일형 Drive unit를 이용한 수중확성기의 주파수특성, 한국어업기술학회지, 30(1), pp.25~32, 1994.
- [9] 강명희 등, 음향에 의한 동해안 남부해역 멸치어군의 분포특성 조사 연구, 한국수산학회지, 32호, pp.16~23, 1996.
- [10] 서두옥 등, 가청수중음에 대한 오징어 어군의 위집, 한국어업기술학회지, 31(3), pp.220~227, 1995.