

## 조피볼락의 청각문턱치<sup>+</sup>

박응석\* · 이창헌 · 문종욱 · 안장영 · 서두옥

(\*제주도 해양수산자원연구소, 제주대학교 해양과학대학)

### I. 서 론

해양에서 수중음은 감쇠가 적고 또한 전달속도가 빠른 자극 정보의 수단이므로, 어류는 그 생식환경인 수중에서 각종 자극 정보를 감지해서, 동족의 생존과 번영을 위하여 최적의 행동을 선택하고 있다. 그 중에서 수중음을 감지하는 어류의 청각은 생태와 관련된 어구어법의 개량 연구에 아주 중요한 감각이라고 할 수 있는 데<sup>1)</sup>, 세계 각국에서는 오래 전부터 음향을 이용하여 전통어법으로 어류를 위집 또는 구집하고 있다. 일본의 해양목장의 경우 방류사업을 크게 좌우하는 종묘의 감모와 일산을 억제하기 위해서, 중간육성시와 방류 후에도 가두리와 인공어초 등에 설치한 음향급이기로 먹이 부착형 조건학습 해양목장 기술을 개발해서 전국에 보급하여 친환경적인 자원관리형 어업을 적극적으로 추진하고 있다<sup>2)</sup>.

최근 우리 나라에서도 기르는 어업의 관심과 해양목장에서 어류를 음향순치시켜서 그 행동을 제어하여 일정해역에 체류하도록 시도하고 있으므로, 어류의 청각과 수중음에 대한 반응행동을 적극적으로 해명할 필요가 대두하게 되었다. 그 중에서도 수중음을 사용해서 이러한 목적을 성공적으로 완수하기 위해서는 보다 더 효율적으로 방류종묘를 육성·관리하면서 대상어종의 청각능력을 사전에 충분히 파악해 둘 필요가 있다.

조피볼락은 우리 나라의 전 연해 및 일본의 홋카이도 이남의 각지 연해, 중국 동지의 수심 100m 이천의 압초에 생식하며, 방류 후 1~2년 동안은 거의 이동하지 않고, 외양의 깊은 곳으로 이동하더라도 출산시기에는 얕은 곳으로 되돌아오는 특성을 가진 연안정착성 어종이다. 또한, 본 종은 볼락류 중에서도 시장 가격이 높고 성장이 빠르므로 한국의 전 연안에서 적극적으로 종묘생산 및 방류 사업이 진행되고 있으며, 통영해역에서 추진하고 있는 해양목장의 음향순치 대상 어종으로 선정되어 있는 아주 유용한 어종이다<sup>3)</sup>.

따라서, 본 연구에서는 수중음과 전기자극으로 조건학습한 조피볼락의 심박간격의 변화로부터 조피볼락이 지각할 수 있는 최소음압을 판단하여 주파수별로 청각문턱치를 구하여 해양목장에서의 음향순치의 기초 자료로 활용하고자 한다.

+ 이 논문은 1997년 한국과학재단(971-0608-057-2) 지원에 의해 연구되었음.

## II. 재료 및 방법

실험어는 조피볼락 *Sebastes schlegeli* Hilgendorf 로서 1996년 2월에 제주도 남제주군 표선면에 소재한 전원수산에서 인공부화한 조피볼락 성어를 1997년 4월에 약 50여 마리를 입수하여 제주대학교 해양연구소의 사육실에 설치한 5 ton 용량의 FRP제 수조에 넣어서, 자연해수로 사육하였으며, 그 중에서 10마리를 실험에 사용하였다. 실험어의 전장은 280~353 mm, 실험 기간은 1998년 1월 초순부터 2월 초순, 실험 기간 중의 수온은 16.0~16.5°C였다.

실험장치와 방성방법의 개요를 Fig.1에 나타내었다. 실험에 사용된 유리제 수조의 크기는 길이 60 cm, 폭 30 cm, 높이 36 cm였으며, 바닥으로부터 전달되는 진동을 저감시키기 위해서 가로 세로 두께가 각각 30cm x 30cm x 5cm의 고무판을 깔고, 그 위에 있는 방진스프링이 수조를 떠받쳐서 주변의 진동음을 차단하도록 고안하였다. 실험어의 두부는 스피커의 음축의 중심 위치에 오도록 고정하였다.

또, 해양목장에서는 넓은 범위에 걸쳐서 어군을 제어하려면 수중음이 먼 거리까지 전달되어야 하므로, 원거리음장 성분의 음압만 존재하고 입자변위에 의한 근거리음장 성분의 음압은 무시하여도 좋을 정도로 설정하였다. 순음에 대한 실험어의 청각문턱치를 구하기 위해서 수조의 두 측면으로부터 각각 5 cm 떨어지도록 위치시킨 두 개의 공중스피커를 서로 대향시켜서 설치하여 두 개의 음원으로부터의 신호음의 진폭과 위상이 일치하도록 방성하였다.

실험수조 안의 압잡음과 바닥으로부터의 진동음을 될 수 있는 한 저감시키기 위하여 길이 폭 높이가 각각 300 x 245 x 250 cm인 철제 컨테이너로 만든 방음실을 제작하여 그 안에 실험수조를 넣었다. 방음실의 옆판과 천정의 안쪽에는 두께 2.5 cm의 스티로폼을 부착하여 주변잡음을 차단하도록 하였다.

심전도의 도출방법은 실험 전날에 실험어를 0.02%의 안식향산에틸용액 안에 넣어서 가볍게 마취하여, 박 등<sup>4)</sup>의 방법을 참고로 해서 전극을 부착하였다. 상용 판매하고 있는 10호의 낚시바늘을 열수축튜브로 절연시킨 후에 낚시 바늘 끝을 3 mm 정도 노출시켰으며, 낚시꼭지에는 직경 0.8 mm의 전선을 연결하였다. 어류의 배지느러미 기부로부터 어체의 위심강에 두 개의 낚시 끝을 삽입하는 쌍극도출법으로 낚시 바늘 끝의 전극부위가 심장 부근에 위치하도록 조절하였다. 후방이 개방된 원통형 플라스틱제 케이지(길이 30 cm, 폭 17 cm, 높이 20 cm) 안에 실험어를 위치시켜서, 실험 기간 중에 어체의 요동에 의한 음압차가 발생하지 않도록 즉, 일정한 음압을 감지할 수 있도록 고정하고 나서 실험수조 안에 넣어 마취로부터 회복시켰다. 회복 후 생체용 오실로스코프(日本光電, VC-11)로부터 출력된 미소 전압을 본체에 내장되어 있는 증폭기로 증폭시킨 다음 이 전압을 디지털스토리지 오실로스코프(Tektronix, TDS 340)에 입력하여 롤링 모드에 맞춰서 심전도를 관찰하면서 전극이 정확하게 장착되었는지의 여부를 확인하였다.

청각문턱치를 측정할 때 사용한 소리 자극은 신호발생기(B&K, 1049)로 주파수 80, 100, 200, 300, 500, 800 Hz의 6종류의 주파수의 순음을 카세트테이프 레코더(SONY, TC-D5M)로 녹음한

후, 케이지 안의 실험어의 두부에서 필요한 음압이 얻어지도록 오디오증폭기(LG, FFH-585)로 증폭해서 공중스피커(LG, FE-585K)로 방성하였다.

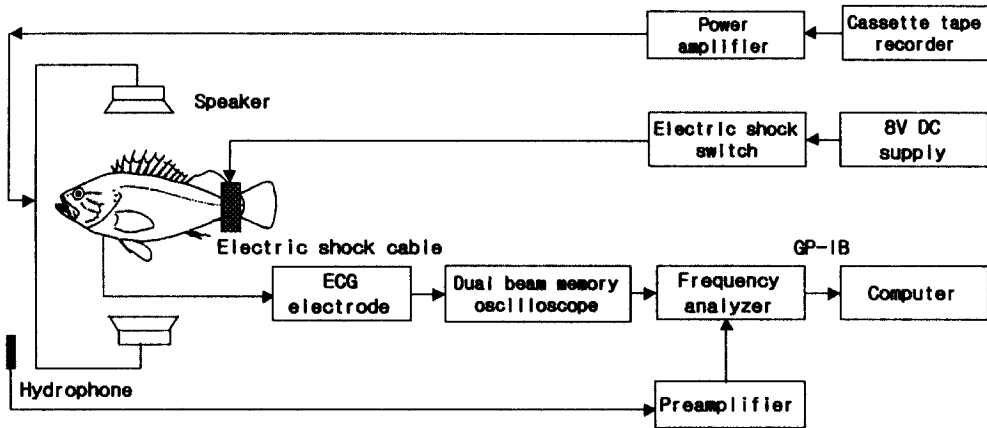


Fig. 1. Block diagram of the apparatus for determining auditory thresholds of the black rock fish.

조건학습은 전극을 장착하고 나서 약 10시간 이상 경과한 후 수중음과 전기자극을 병용해서 개시하였다. Fig.2에 나타내는 것과 같이 문턱치 측정에 사용한 동일한 주파수의 수중음압 약 130dB의 순음을 5초 동안 방성하면서 방성 개시부터 3초 경과한 후에 DC 8V, 펄스폭 0.1초의 전기자극을 케이지 안쪽의 양측면에 부착한 동선 전극으로 실험어의 꼬리 부분에 주었다. 이 시행은 각 실험어를 처음 학습시키는 주파수에서 5분 간격으로 반복하여 조건학습시킬 때 명확하게 심박간격이 연속해서 5회 이상 벌어지면 조건학습이 완료된 것으로 간주하였다.

실험수조 안의 방성음과 배경잡음 해석은 하이드로폰(B&K, 8100)을 실험수조속 수면하 실험어의 두부의 위치에 설치해서 측정했다. 하이드로폰 및 전치증폭기(NF, 5305)로부터의 신호를 FFT(AND, AD-3525)로 A/D변환해서 해석하였으며, 방성음의 음압(0dB re 1 $\mu$ Pa)과 배경잡음의 주파수 및 음압을 실험 전에 미리 분석하였다. 배경잡음은 실험 시간대와 마찬가지로 정은시에 측정하였다.

조피볼락의 청각문턱치

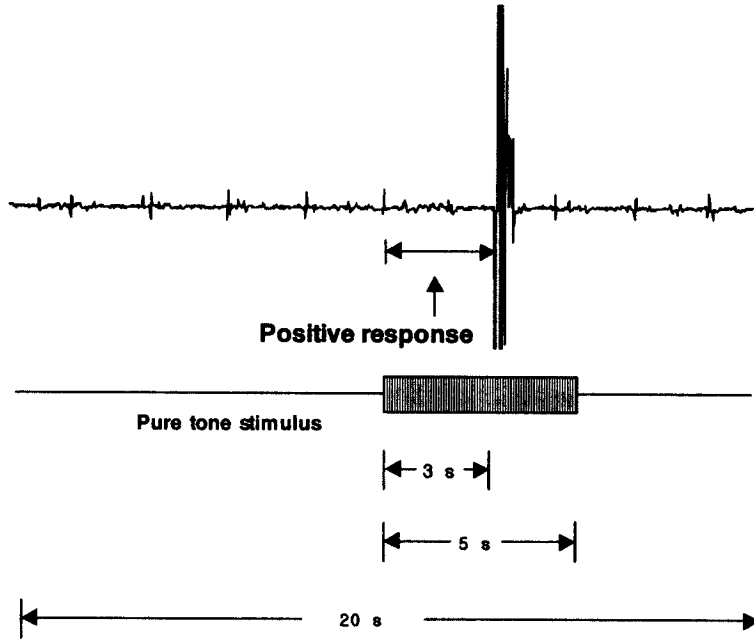


Fig. 2. Electrocardiograms showing typical cardiac responses to a pure tone stimulus.  
(Upper : Positive response to pure tone stimulus Lower : Pure tone stimulus)

청각문턱치의 측정방법은 조건학습을 완료하고 나서 약 30여분 경과 후, 청각문턱치를 측정하기 시작하였다. 石崎 등<sup>5)</sup> 이 경악반응의 유영속도 변화로부터 측정한 조피볼락의 청각문턱치를 기준으로 측정하기 시작하여, 방성음압을 약 3dB씩 증감시켜가면서 심전도를 오실로스코프에 기록해서 소리자극에 대한 조피볼락의 반응 유무를 조사하였다. 심전도를 방성 개시 약 50초 전부터 오실로스코프에 입력해서 합계 20초 동안의 데이터를 기록하였으며, 그 중에서 방성전과 방성 중의 심박간격을 측정했다. 오실로스코프에 기록된 20초 동안의 심전도로부터 방성전의 약 12~15초 동안의 심박간격과 방성 중의 5초 동안의 심박간격을 서로 비교하였다. 방성전의 심박간격의 최대값보다 방성 중의 심박간격의 최대값이 크면 해당 주파수의 순음을 지각하는 것으로 판정하였으며, 그 반대의 경우는 지각하지 않는 것으로 판정하였다. 순음을 지각하였을 때에는 약 3 dB 내리고, 지각하지 않을 때에는 약 3 dB 올리면서 계단법으로 청각문턱치를 구하였다. 그리고, 방성 중에 실험어의 심박간격이 우연히 벌어지는 오차를 줄이기 위해서 연속해서 2번 이상 방성음을 지각하였을 때 청각문턱치의 기준으로 삼았으며, 최소 감지 음압

을 방성주파수의 청각문턱치로 하였다.

### Ⅲ. 결 과

조피볼락의 상태에 따라서 다소 다르지만, 실험어의 심박간격은 약 1.7~2.3초였으며, 실험기간이 경과할수록 심박간격이 벌어지는 경향을 보였다.

학습음의 주파수, 학습음에 대한 청각문턱치의 평균값, 표준편차, 학습음의 음압, 체장은 Table 1과 같고, 이것들을 정리해서 조피볼락의 청각문턱치 곡선과 함께 실험시간대에 계측한 실험수조 안의 배경잡음의 평균 스펙트럼레벨(0 dB re  $1\mu\text{Pa}/\sqrt{\text{Hz}}$ ) 및 표준편차를 Fig.3에 나타내었다. 조피볼락은 측정한 80~800 Hz의 각 주파수에서 대해서 반응을 보였으며, 2차곡선 모양의 청각문턱치곡선 형상을 보였다. 조피볼락의 평균 청각문턱치는 학습음의 주파수가 80, 100, 200, 300, 500, 800 Hz일 때 각각 97.9, 90.5, 91.1, 101.1, 124.6, 125.1 dB이었으며, 가장 지각하기 쉬운 주파수는 100 Hz였다. 청각문턱치는 주파수가 300 Hz에서 500 Hz로 변화할 때 현저하게 증가하였으며, 실험에 사용한 각 주파수에서 학습음에 대한 조피볼락의 반응과 비학습음에 대한 반응은 조건학습에 사용한 주파수와 관계가 없는 것으로 나타났고, 배경잡음의 평균 스펙트럼레벨은 60 Hz에서 82 dB로써 높은 주파수 대역보다 현저하게 높게 나타났다.

Table 1. Auditory thresholds of 10 black rockfish and sound pressure level of conditioning in dB (0 dB re  $1\mu\text{Pa}$ )

Frequency (Hz)	Conditioning frequency (Hz)										Mean Value	Standard deviation
	100	200	200	200	300	300	500	500	800	800		
	Auditory threshold (dB)											
80	83.4	102.3	92.7	92.7	107.2	92.7	97.0	92.7	107.2	92.7	97.9	8.24
100	83	92.8	92.8	92.8	92.8	83	92.8	78.1	106.2	83	90.5	9.06
200	92.7	97.6	92.7	97.6	92.7	92.7	83.1	83.1	92.7	92.7	91.1	5.17
300	97	101.8	101.8	97	101.8	101.8	87.7	106	106	101.8	101.1	5.48
500	128.3	128.3	123.2	123.2	123.2	128.3	118.9	128.3	118.9	123.2	124.6	3.63
800	126.7	126.7	126.7	126.7	126.7	120.8	118.8	126.7	126.7	126.7	125.1	3.02
Sound Pressure level of conditioning (dB)	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130		
BL(mm)	353	300	331	342	288	340	283	350	280	350	321.7	30.3

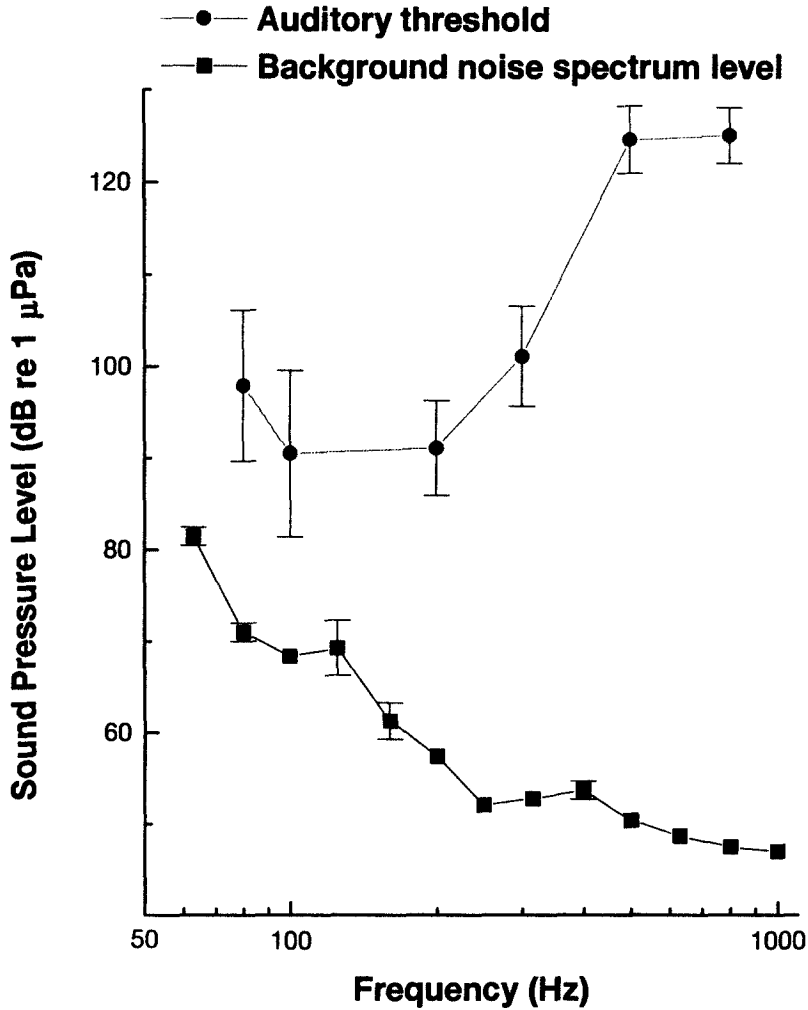


Fig. 3. Audiogram of black rock fish (●) and spectrum level of background noise (■) with the mean values and standard deviations.

이와 같이 주파수가 높은 대역의 순음에 대한 청각문턱치가 높은 현상은 조건학습 과정에서 나타나기도 하였다. 즉, 80~200 Hz의 순음에 대해서는 순음과 전기자극에 대한 조건학습으로부터 순음을 지각하면 청음과 동시에 심박간격이 현저하게 벌어지는 현상이 나타난 반면에 300 Hz 이상의 순음에서는 여러 번의 방성과 전기자극에 의한 조건학습이 쉽게 이뤄지지 않는 경우도 있었으므로, 조피볼락의 청각은 200 Hz 이하의 저주파수의 순음에 민감하다는 사실이 조건학습

과정에서도 명확해졌다. 그러나 조건학습을 시킬 때 음압이 130~140 dB인 500, 800 Hz의 학습 음에는 반응을 나타내지 않는 경우도 있어서 주파수가 높아질수록 실험어가 수중음을 지각하기 어려운 것으로 나타났다.

#### IV. 고찰

인간은 소리의 세기 차이와 시간차를 단서로 음원 방향을 탐지하지만, 수중음은 전달속도가 크고 감쇠가 적으며 파장이 길어서 음영 효과도 적으므로, 어류가 인간과 마찬가지로 단서를 이용하고 있다고 단정하기가 곤란하다.

그래서 어류의 청각문턱치를 행동으로 조사하려고 하면, 「단순히 부여한 소리 자극에 대해서 어류가 어떻게 응답하는가」라는 방법으로는 불충분하므로, 조건학습 또는 훈련 기법을 사용할 필요가 있다. 어류의 반응행동을 파악할 때에는 심박수의 변화 등을 지표로 하는 고전적인 조건반사가 이용되기도 하며, 올바른 응답을 하는 경우에 먹이를 주고 반대로 올바른 응답을 보이지 않는 경우에 전기쇼크와 같은 벌을 준다<sup>6)</sup>. 예를 들면, 행동학적인 방법에서 소형 어류에 대한 실험수조는 심리적으로 shuttle box라고 하는 장치에 속하며, 상자 중앙부에 경계선이 있다. 조건자극인 소리를 들려주고 난 후 일정 시간 안에 어류가 중앙의 장벽을 넘어서 반대쪽으로 이동하면 좋지만, 그렇지 않은 경우에는 상자에 장치되어 있는 전극으로 전기쇼크를 가한다. 단순히 응답 여부만이 아니라 소리를 들려주고 나서 응답까지의 잠시 동안의 측정도 필요하며, 또 어류가 조건자극 없이 자연적으로 경계선을 넘는 것도 기록하지 않으면 안 되며, 소리 이외의 시각적 자극 등이 원인이 되지 않도록 세심하게 주의를 기울일 필요가 있다. 그렇지만, 조건반사와 심박수의 변화를 지표로 한 본 실험에서 확실하게 학습이 완료된 실험어의 심박간격은 순음의 방성과 함께 평상시의 심박간격보다 현저하게 벌어졌으므로, 실험어가 학습음을 청음하는 것으로 판단되었다. 또한, 이러한 현상은 저주파수의 순음일수록 명확하게 나타났으므로, 학습 과정에서도 대략적으로 저주파수의 순음에 실험어가 민감하다는 사실이 밝혀졌다. 그러므로, 본 실험방법은 응답 반응을 반응행동으로 관찰하는 고전적인 방법보다 객관적으로 응답 여부를 판단하기 용이한 전기생리학적인 방법이라고 생각된다.

한편, 지금까지 세계적으로 수십 종의 어류의 청각문턱치가 조사되고 있으며, 수산업에 유용한 어종의 청각문턱치에 관한 연구가 많이 수행되었지만, 주로 유관표어를 중심으로 이뤄졌다. 담수산 골표어인 금붕어 *Carassius auratus*의 가청주파수 범위는 50~4,600 Hz로써 넓으며, 최소 청각 문턱치는 600 Hz에서 54.4 dB로 낮은 것이 보고되어 있다<sup>7)</sup>. 또 연근해 중층성의 비골표어의 청어 *Clupea harengus*<sup>8)</sup>와 전갱이 *Trachurus japonicus*<sup>9)</sup>의 가청주파수 범위는 30~3,000 Hz, 최소문턱치는 75 dB이다. 연안저층성의 비골표어의 참돔 *Pagrus major*<sup>10)</sup>과 명태 *Theragra chalcogramma*<sup>11)</sup>의 가청주파수 범위는 대략 1,000 Hz 전후이며, 최소문턱치는 각

## 조피볼락의 청각문턱치

각 200 Hz에서 85.5 dB과 90.5 dB인 것이 보고되었다. 한편, 石崎 등<sup>5)</sup>이 먹이와 수중음으로 학습시킨 조피볼락의 행동실험의 결과로부터 최고감도를 나타내는 주파수 및 100~800 Hz의 청각 문턱치, 청각곡선 등이 저자 등의 실험 결과와 유사한 형상을 보이고 있다. 石崎 등<sup>5)</sup>과 필자 등의 실험 결과로부터 조피볼락의 최고감도는 100 ~ 200 Hz의 범위이며, 청각특성은 100 Hz 부근에서 가장 감도가 좋고, 그 최소문턱치는 90.5 dB이다. 이들 결과로부터 조피볼락의 청각은 60~1,000 Hz의 수중음을 지각하였지만, 300 Hz 이상에서는 수중음의 주파수가 높아짐에 따라서 청각문턱치가 급격하게 높아지며, 주파수 500 Hz 이상에서 청각문턱치가 124.6 dB 이상이 되었으므로, 지각가능한 상한 주파수는 약 1,000 Hz 전후라고 판단된다. 그리고 부레를 가지고 있는 조피볼락의 청각능력은 무관표어인 문치가자미<sup>12)</sup> 보다 우수하므로, 부레가 청각 보조 역할을 담당하고 있음을 추측할 수 있다.

수조 안의 배경잡음을 최소한으로 억제하기 위해서 방음용으로 제작된 실험실을 사용하였으나, Fig.3에서 배경잡음의 스펙트럼레벨은 60 Hz의 저주파수 대역에서 80 dB 이상 되었다. 60 Hz에 비교적 성분이 강한 전기유도노이즈와 교류기기류가 발생하는 진동음이 확인되었지만, 청각문턱치와 배경잡음 스펙트럼레벨의 차이는 80 Hz에서 최소 약 27 dB, 청각감도가 나빠지는 300~800 Hz에서 약 48~78 dB가량이 되므로, 청각문턱치 측정에는 영향이 없었다고 생각된다.

安澤 등<sup>13)</sup>은 해상의 음향순치시설을 이용한 종묘와 육상시설에서 중간육성한 참돔 종묘의 방류효과를 비교한 결과 음향순치된 방류군의 재포율이 대조군의 약 3배라는 사실을 보고하고 있다. 실험 결과 조피볼락은 참돔과 거의 비슷한 청각특성을 지니고 있으므로, 조피볼락을 대상으로 하는 음향순치식 해양목장의 개발이 가능한 것으로 생각되며, 해양목장과 음향어법에서 조피볼락의 행동을 제어하려면 청각감도가 양호한 주파수 100~200 Hz의 수중음을 사용하는 것이 적당하리라고 생각된다.

그러나, 바다 안에서는 선박 등의 인공소음과 그곳에 서식하는 생물 자신이 내는 소리 등 다종 다양한 소리가 포화하며, 어류의 청각은 주위잡음의 영향을 받아서, 작은 소리가 들리기 어렵게 되어서 청각문턱치가 증가하는 매스킹현상이 일어난다. 따라서, 해양목장에서 조피볼락을 음향순치의 대상어로 사용할 때에는 그 서식환경에서 해중소음을 상정한 매스킹효과를 사전에 충분히 해명해 둘 필요가 있다.

## V. 요약

해양목장에서의 음향순치의 기초 자료로 얻기 위하여 조피볼락 *Sebastes schlegelii*을 대상어종으로 80~800 Hz의 수중음과 DC 8V의 전기자극으로 조건학습시켜 조피볼락의 심박간격의 변화로부터 조피볼락이 지각할 수 있는 최소음압을 판단해서 주파수별로 청각문턱치를 구하였다.



그 결과 조피볼락은 측정된 80~800 Hz의 각 주파수에서 대해서 반응을 보여, 2차곡선 모양의 청각문턱치곡선 형상을 보이고 있었으며, 조피볼락의 평균 청각문턱치는 측정 주파수중 100 Hz에서 가장 민감하게 나타났다. 청각문턱치는 주파수가 300 Hz에서 500 Hz로 변화할 때 현저하게 증가하였으며, 조건학습 과정에서도 80~200 Hz의 순음에 대해서는 순음과 전기자극에 대한 조건학습으로부터 순음을 지각하면 방음과 동시에 심박간격이 현저하게 벌어지는 현상이 나타난 반면에 300 Hz 이상의 순음에서는 여러 번의 방성과 전기자극에 의한 조건학습이 쉽게 이뤄지지 않아, 조피볼락의 청각은 200 Hz 이하의 저주파수의 순음에 민감한 반면 주파수가 높아질수록 실험어가 수중음을 지각하기 어려운 것으로 나타났다.

## VI. 참고 문헌

- 1) 畠山良己 : 魚の聽覺能力. 水産工學, 28, 1992, 111~119.
- 2) 上城義信 : 音響馴致システムによる魚群制御. 水産工學, 28, 1991, 65~70.
- 3) 한국해양연구소 : 해양목장화를 위한 정책 토론회. 1997, 1~28.
- 4) 박용석 · 이창현 · 이유철 · 서두옥 : 명태의 행동제어용 심전도 도출에 관한 연구. 제주대해양연구논문집, 21, 1997, 175~179.
- 5) 石崎宗周 · 平石智徳 · 山本勝太郎 · 梨本勝昭 : クロソイの聽覺閾値について. 日水誌, 58, 1992, 55~61.
- 6) 古河太郎 : 魚の音感覺. 日本音響學會誌, 49, 1993, 421~428.
- 7) M. Sawa : The audiogram of the goldfish determined by a heart rate conditioned method. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 27, 1976, 129~136.
- 8) P. S. Enger : Hearing in herring. *Comp. Biochem. Physiol.*, 22, 1967, 527~538.
- 9) 鄭 龍晉 · 松野保久 · 藤枝 繁 · 山中有一 : ニジマスの聽覺閾値. 日水誌, 61, 1995, 695~699.
- 10) H. Ishioka, Y. Hatakeyama, and S. Sakaguchi : The hearing ability of the red sea bream *pagrus major*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54, 1998, 947~951.
- 11) 朴容石 · 飯田浩二 · 向井 徹 · 櫻井泰憲 : スケトウダラの聽覺閾値. 日水誌, 61, 1995, 159~163.
- 12) 張國勝 · 平石智徳 · 本松敬一郎 · 山本勝太郎 · 梨本勝昭 : マコガレイの聽覺閾値について. 日水誌, 64, 1998, 211~215.
- 13) 安澤 弥 · 關 泰夫 · 池田 徹 · 本間智晴 · 渡辺誠治 : 底生魚類を對象とする海底牧場造成技術の研究開發. 新潟縣栽培漁業センター業務 · 研究報告書, 18, 1995, 39~41.

## Auditory Thresholds of Black Rock Fish

Yong-Seok PARK\* · Chang-Heon LEE · Jong-Wook MOON · Jang-Young AHN · Du-Ok SEO  
(\*Cheju Province Fisheries Resources Research Institute, Cheju National University)

### Abstract

Auditory thresholds were determined by means of a conditioned response to sound stimuli at frequencies 80, 100, 200, 300, 500 and 800 Hz for a 10 black rock fish, *Sebastes schlegelii*. The conditioned response was a change of a cardiac rhythm. It was established through an electric shock as unconditioned stimulus, and could be monitored on an oscilloscope. A stable acoustic condition was obtained by suspending the fish in a small cage at fixed position in the test tank. The sensitive frequencies ranged from 80 Hz to about 800 Hz, showing the best frequency around 100 Hz where the mean threshold value was 90.5 dB. A gradual rise below 300 Hz and a relatively sharp turn above 500 Hz were indicated in the audiogram. The method presented here seemed to be useful for a rapid determination of the audiogram of fishes.