

衝擊音響에 對한 돌돔反應에 關한 研究

國立水產振興院
漁具漁法研究室
秋 海 大

目 次

緒	言
材 料	및 方 法
供 試 魚	
實 驗 裝 置	
實 驗 方 法	
結 果	및 考 察
要	約

응, 사용음향이 수중에서 전달시 감쇠현상, 어선 및 어구에서 발생하는 수중소음과 조업해역의 기타소음 등에 관한 구체적 자료가 필요하나 이에 대한 연구결과는 극히 단축적인 개론뿐이므로 보다 구체적이고 명확하게 밝혀줄 필요성이 있다. 따라서 본 연구는 전자석을 이용한 수중충격음향 장치를 고안 제작하여 이 음향에 대한 주파수와 음압 등을 구명함과 동시에 무항수조내에서 돌돔 *Oplegnathus fasciatus*에다 본 수중충격음으로 구어반응 시험을 실시한 바 그 반응효과를 밝힐 수 있어 이를 보고하는 바이다.

緒 言

어구어법의 기술개발 목적은 보다 적은 인력으로 간편한 방법에 의해 대상물을 선택적으로 어획하여 어업의 생산성을 향상시키는데 있다.

이러한 목적을 수행하기 위해 빛, 냄새 등 여러 가지의 방법을 이용하기도 하지만 음향은 수중에서 다른 요소에 비해 에너지의 감쇠가 적기 때문에 효과적이고 용이할 것으로 생각되어 왔다. 따라서 음향어법 개발을 위한 기초자료를 수집하기 위하여 제작된 무항수조에서 방어 *Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel와 말뚝치 *Navodom modestus*(Günther)의 식이음에 관하여 주파수와 음압수준 등을 분석하여 그 결과를 제1보(추 외, 1985)로 보고한 바 있다.

음향을 어업에 활용하려면 음향에 대한 어류반

材料 및 方法

供 試 魚

거제도 연안의 정치망에서 어획된 돌돔 *Oplegnathus fasciatus*(Temminck et Schlegel) 체장 12.5~16.0cm 체중 125~210g 15미를 당원 사육수조에서 10일 이상 훈치시킨 후 6미, 12미, 10미(중복사용 포함됨) 되도록 3차에 걸쳐 무항수조로 옮겨 각 5일 이상 수조에 적응시킨 후에 실험을 실시하였다.

實 驗 裝 置

음향반응 실험수조(Fig.1) 내의 길이 방향 한쪽

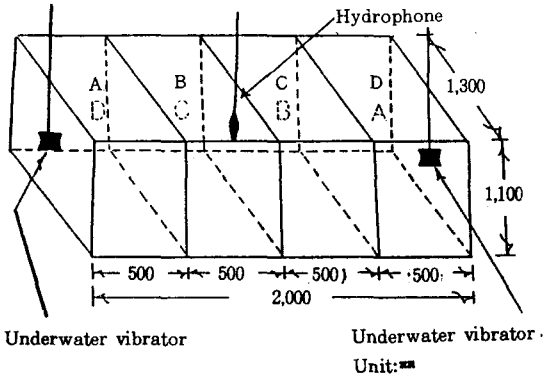


Fig 1. Dimension and section of the aquarium used in the experiment and setting position of underwater vibrator and hydrophone.

끝 중앙에 전자석을 이용한 충격음 발생기(Fig. 2)를 투입하였다. 충격음 발생기는 새로이 고안 제작한 것으로 철재 두께 4.5mm인 사각형의 통으로 하였다. 외형의 규모는 300 L × 200 W × 200 mm D였고 길이 방향의 형태는 중앙의 폭을 150mm로 하여 내측으로 굴곡지게 하였다.

내부에는 길이 방향의 좌우를 기준하여 두개의 Solenoid 전자석을 설치하였으며 Fig. 3와 같은 전자회로망으로서 충격의 시간과 충격회수를 외부에서 임의로 조절할 수 있게 하였다. 또한 Solenoid 전자석으로 충격을 가하는 끝 부분은 20 L × 19 B × 19 mm D의 철재를 부착하여 진동함 내부 양측면에 교대로 충격을 가하도록 하여 소리를 발생하게 하였다. 사용한 Solenoid 전자석의 입력 전압은 AC 100V, 60Hz였고, 한개의 Solenoid Coil에 흐르는 전류량은 Clamp 전류계(Sam Wa : CAM-2700)로 측정된 바 1.3 Ampere였다. Fig. 3의 자동진동조절 System(Automatic Control System of Vibrator)의 T₁, T₂는 진동시간 조절장치이고 C₁은 1차의 진동회수 조절장치, C₂는 전체 진동회수 조절장치이다. 그리고 본 장치의 지시부는 디지털형으로서 조절이 용이하게 가능한 것으로 구성하였다.

또한 수조내에 발생하는 음향을 녹음하는 장치

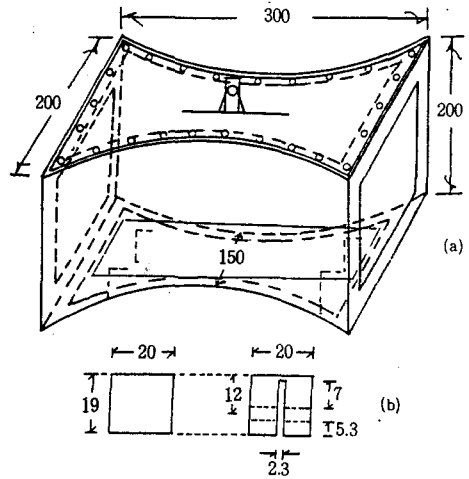


Fig 2. Dimension of vibrator
(a) : External form of vibrator
(b) : Hammer attached in the electro magnet

로서는 수조내에 수중청음기(OKI ST 1020, 수파 감도 : -180dB re μpa)를 설치하고 녹음기(Eroica PCR-23/S)를 연결하였으며 녹음된 자료분석장치로는 FFT 음향분석기(ONO SOKKY CF-400)와 X-Y 기록계(ONO SOKKY CX-445)를 연결하였다. 이들 각 계측기의 내역은 Table 1과 같고, 실험시의 Block Diagram은 Fig. 4와 같다.

實驗方法

공시어인 돌돔을 시험회수별로 나누어 무항수조에 투입하고 전자석을 이용한 충격음 발생기 System(Fig. 2 및 Fig. 3)을 사용하여 충격음을 가하였다.

충격음의 회수는 5초 동안에 8회의 연속진동을 가하고 5초간을 정지한 후 다시금 5초 동안에 8회의 연속진동을 반복하는 식으로 하였고 이때 공시어가 도피하는 동작과 실험구조 구간별 분포현상미수를 육안으로 조사하여 분포율로 계산 판정하였다.

또한 충격음의 주파수와 음압수준을 알기 위하여는 수조내에 수중청음기와 연결된 녹음기로 발

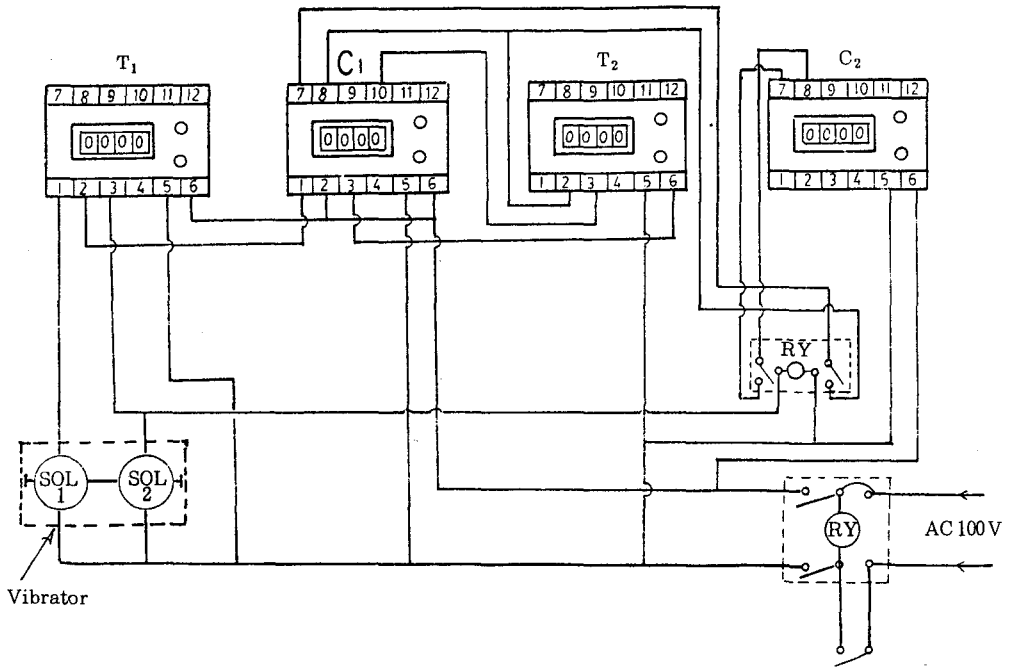


Fig 3. Automatic control system of vibrator

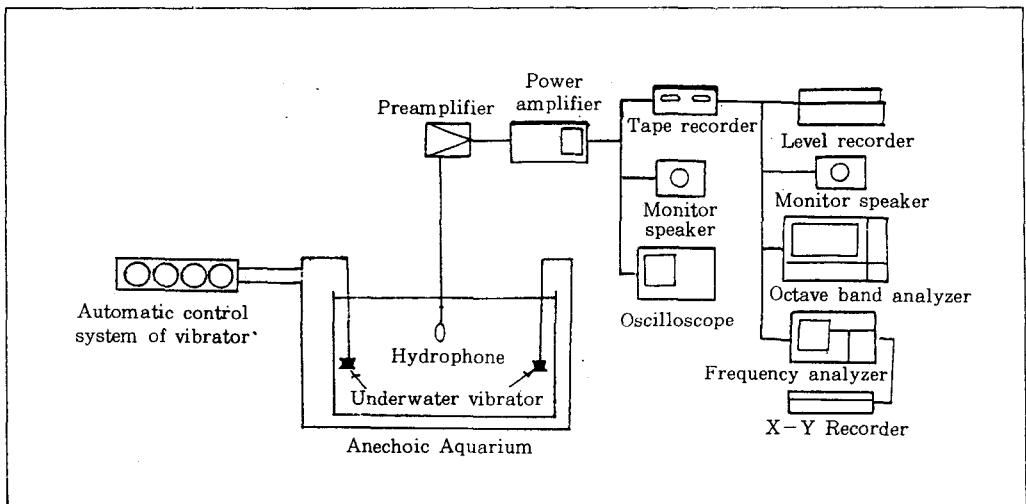


Fig 4. Block diagram of underwater sound recording, emission and analysis system.

Table 1. Specification of equipments used for ambient noise measurement and analysis

Equipment	Specification
Hydrophone (OKI, ST-1020)	Frequency range : 10Hz-100 KHz(± 2 dB) Receiving sensitivity : -180dB
Underwater sound levelmeter (OKI, ST-1020)	Frequency range : 10 Hz- 100 KHz Variable gain range : 80 dB Sound pressure range : 100 - 180dB (0dB=1 μ Pa) Filter : High pass, Thru 10 Hz 100 Hz 1 KHz 10 KHz Low pass, 1 KHz 10 KHz 100 KHz Thru
Main amplifier (SAM YUNG SYA-3201A)	Electrica out put : 30W Power source : AC 100 V, 60 Hz or DC 24 V
Underwater speaker (Made in U. S. A.)	Dimension : 85 mm, Electrical out put : 10W, 8 Ω
Tape Recorder (Eroica PCP-231S)	Power source : DC 9V Stereo Radio Cassette Recorder Frequency range : FM 88-108 MHz, SW, 2.3-7.5 MHz SW ₂ 7.6-22 MHz, MW, 525-1,605 KHz
Amplifier (INKEL PA-2,500"R")	Power source : AC 100 V, 60 Hz or 220 V, 60 Hz DC 24 V Electrical out put : 120 W RMS Frequency characteristic : 80 Hz-20,000 Hz
FFT analyzer (ONO SOKKY CF-400)	Frequency range : 5 Hz to 20 KHz Power source : AC 100 V $\pm 10\%$ Input voltage : 0.1 to 40V rms
X-Y Recorder (ONO SOKKY CX-445)	Power source : AC 100 V 50-60 Hz Sensitivity : 0.5 mV/cm - 10 V/cm Measurement range : 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 mV/cm $\pm 0.1\%$
Level recorder (B&K 2307)	AC(2Hz to 200 KHz), DC recording RMS, Average, Peak detection 12 fixed paper speeds
Oscilloscope (HUNG CHANG OS-620)	Bandwidth : DC to 20 MHz(-3dB) AC 10 Hz to 20 MHz(-3dB) Maximum input voltage : 300V DC+AC peak or 600Vpp Frequency Response : DC to 1 MHz(-3dB)

생음향을 녹음하였고 녹음수집된 자료는 녹음시 사용한 녹음기 출력단자에 FFT 음향분석기와 X-Y 기록계를 연결하며 주파수와 음압을 분석하였고 이렇게 분석된 파형은 원양 다랑어 선망어업에 사용되고 있는 폭악음파형과 비교검토하여 어류의 구어음 파형의 특색을 고찰하였다.

結果 및 考察

본 실험에 사용된 충격음을 수조에서 수집하여 분석한 바 중심주파수는 700 Hz였고 음압수준은 175~180dB re iv/μ pa이었으며 파형은 Fig.

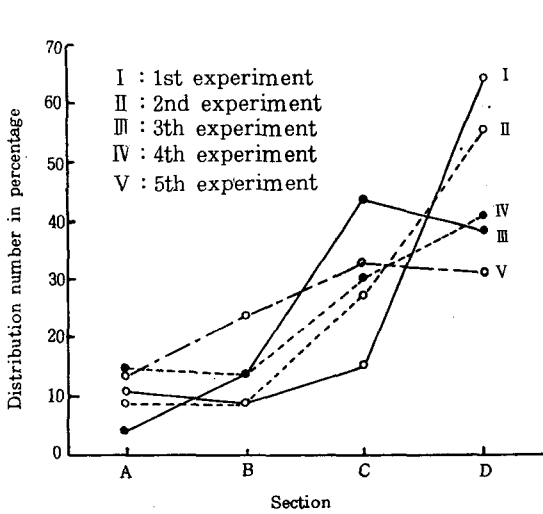


Fig 5. Response of Oplegnathus fasciatus to the underwater sock sound according to the experimental number.

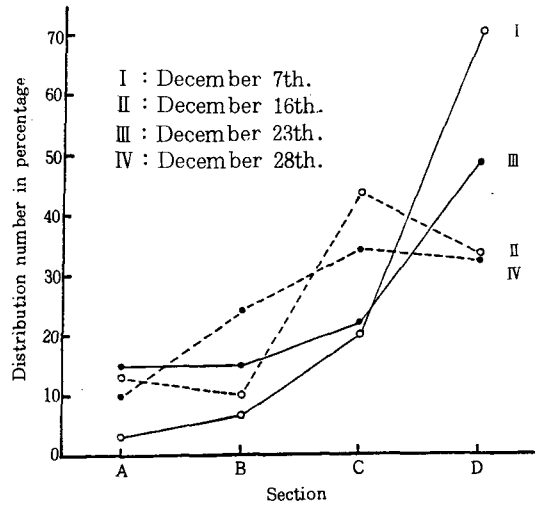


Fig 6. Response of Oplegnathus fasciatus to the underwater sock sound according to the experimental day.

Table 2. Response of Oplegnathus fasciatus to the underwater shock sound

(Unit:%)

Sound source		D	Section	Number of experiment *					Average
Frequency (Hz)	Sound pressure level (dB)			I	II	III	IV	V	
700	175-180	0	A	-	-	-	16.67	-	3.33
			B	-	-	-	-	33.33	6.67
			C	-	-	33.33	16.67	50.00	20.00
			D	100	100	66.67	66.66	16.67	70.00
700	175-180	9	A	16.67	16.67	-	16.67	16.67	13.34
			B	-	-	16.67	16.66	16.67	10.00
			C	33.33	50.00	50.00	50.00	33.33	43.33
			D	50.00	33.33	33.33	16.67	33.33	33.33
700	175-180	16	A	16.67	8.33	16.67	16.67	16.67	15.00
			B	8.33	16.67	8.33	8.33	33.33	15.00
			C	16.67	16.67	41.67	25.00	8.33	21.67
			D	58.33	58.33	33.33	50.00	41.67	48.33
700	175-180	21	A	10.00	10.00	-	10.00	20.00	10.00
			B	30.00	20.00	30.00	30.00	10.00	24.00
			C	10.00	40.00	50.00	30.00	40.00	34.00
			D	50.00	30.00	20.00	30.00	30.00	32.00
Average			A	10.84	8.75	4.17	15.00	13.34	10.42
			B	9.58	9.17	13.75	13.75	23.33	13.92
			C	15.00	26.67	43.75	30.42	32.92	29.75
			D	64.58	55.42	38.33	40.83	30.41	45.91

D : Day interval between the experiment

* Time interval between each experiment : 5minutes

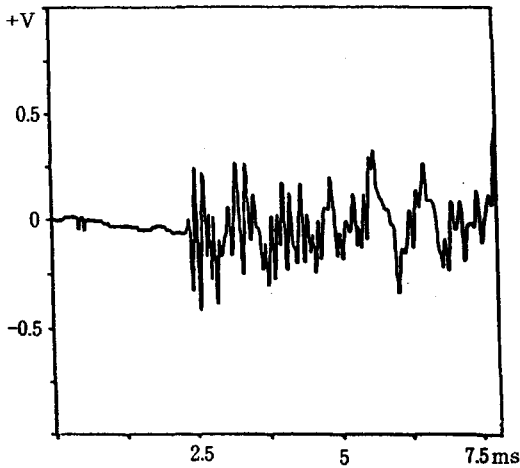


Fig 7. Wave form of underwater sound or vibrator.

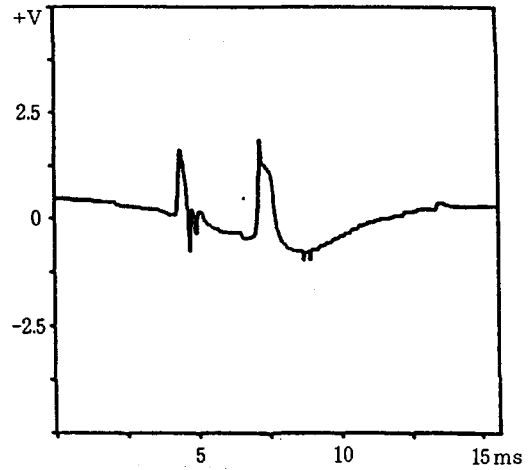


Fig 8. Wave form of underwater sound of dynamite used in the tuna purse seine.

7과 같다.

충격음 회수 및 일수경과에 따른 돌돔의 구어 반응은 Table 2 및 Fig. 5~6과 같다. 즉 자극 초기에는 구어반응효과가 크게 나타났고 충격음의 회수와 실험일수가 증가함에 따라 그 반응은 점차로 감소하는 경향이였다.

충격음 구어반응 현상은 첫날 1회와 2회까지는 공시어의 분포 구간이 음원에서 가장 먼 D구간에서 각각 100%를 나타내었고 3회에서는 D구간에 66.67% C구간에서 33.33%였다. 4회에서는 D구간 66.66%, C구간 16.67%, A구간에서도 16.67%를 나타내었다(Table 2).

5회에서는 D구간 16.67%, C구간 50.00%, B구간 33.33%로서 음원 가까운 거리에서도 공시어의 분포가 점차 증가되는 경향이였다.

충격일수 경과에 대하여도 9일, 16일, 21일 간격으로 시험 결과를 보면 Fig. 6에서 보는 바와 같이 첫날인 12월 7일에는 공시어의 분포가 음원에서 거리가 먼 D구간에 높게 분포하고 있으나 일수가 경과함에 따라 C, D구간의 분포는 일반적으로 감소하고 A, B구간내의 공시어 분포는 첫날보다 증가하는 상태였다. 즉 충격음에 대한 공시어의 구어반응은 연속적으로 충격음을 계속

줄 경우 그 반응은 미약하여지나 처음의 충격음의 경우는 어체를 꿈틀거리면서 음원으로부터 먼 거리로 도피하는 행동이 크게 나타나므로 어류를 구집하는 어법으로서는 이용 가치가 있는 것으로 생각되었다.

또한 원양다랑어선망에 사용되고 있는 폭약음(Fig. 8)을 해상에서 녹음하여 전자석을 이용한 충격음(Fig. 7)과 비교한 바 폭약음의 중심주파수는 650Hz였고 음압은 170dB re $iv/\mu\text{pa}$ 였으며 음압의 변화 현상은 다같이 순간적으로 상승하였다가 서서히 감소하였고 파형의 끝이 날카로운 점도 유사하였다. 그러나 파의 진폭은 전자석을 이용한 충격음이 폭약음에 비하여 좁은 편이었으나 파의 회수는 전자석을 이용한 충격음이 구조상 여러번의 음을 발생시킬 수 있으므로 여러번의 음향파가 나타났다. 이에 비하여 어류의 유집음이라고 할 수 있는 방어 및 말쑤치의 식이음(추 외, 1985)과 비교하여 보면 식이음의 음압은 점차로 상승하여 파의 끝이 완만하게 이루어지고 서서히 감소하게 되어 파형전체가 완만한 형태였다. 즉 어류를 구집할 수 있는 충격음은 다른 음에 비하여 음압도 높아야 하지만 음압이 순간적으로 상승하고 파의 끝 부분은 날카로운 점이 특

이하라고 할 수 있다.

이러한 현상은 수중폭발음이 어체에 미치는 영향에 관하여 小山武夫(1954)가 전갱이와 고등어를 대상으로 하여 가두리 내에서 시험 연구한 결과에서 밝힌 바 있고 李(1981)도 어법학원론에서 자극의 3요소 즉 자극의 세기, 작용시간, 변화 등에서 밝힌 바 있다.

금번 제작 시험한 전자석을 이용한 충격음도 어류의 구어반응에는 상당한 효과가 있는 것으로 입증되었다.

2. 전자석을 이용한 수중충격음에 대한 들뜸의 구어반응은 충격음의 회수가 연속 반복되거나 시일이 경과할수록 효과는 떨어지고 초기음향으로서 음압상승속도가 높은 것일 수록 효과는 크게 나타났다.

3. 전자석을 이용한 충격음을 무향수조에서 녹음하여 분석한 바 음압의 변화현상과 파형의 끝이 원양다랑어선망에 사용되고 있는 폭약음과 유사한 현상으로서 어류 구집에 사용이 가능한 음향이었다.

要 約

음향어법 개발을 위한 기초자료를 수집하기 위하여 전자석을 이용한 수중충격음 발생상태를 고안 제작하며 무향수조내에서 음향을 녹음 분석하고, 본 수중충격음을 사용하여 들뜸에 구어반응 시험을 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 무향수조 내에서 전자석을 이용한 수중충격음을 녹음 분석한 바 중심 주파수는 700 Hz였고 음압준위는 175~180dB re $iv/\mu pa$ 이었다.

參 考 文 獻

1. 추해대, 유연무, 오희국, 장지원(1985): 음향어법연구-I, 방어와 말쥐치의 식이음에 관하여, 수진연구보고, 34, 151~155.
2. 소산무부(1955): 다이ナ이트수중폭발による魚への影響・東海區水研報告, 8, 23~29.
3. 이병기(1981): 어법학원론・태화출판사, 18~21.

간	첩	신	고	빠	짐	없	이
국	가	안	보	빈	틈	없	이