

물리적 자극에 대한 보리새우의 행동과 어구 설계(Ⅱ)

高 冠 瑞 · 金 尙 漢

(釜山水產大學)

COMMON SHRIMP BEHAVIOUR TO PHYSICAL STIMULI
AND THE FISHING GEAR DESIGN (II)

by

Kwan Soh KO and Sang-Han KIM

(Pusan Fisheries College)

In order to study the catching efficiency of shrimp trawl equipped with electrodes around the net mouth and stimulant devices attached to the ground rope, an experimental operation was carried out at Oma-Island Shrimp Farm from October 3rd to November 5th, 1970.

Many studies have been made on the shrimp trawl with electric stimulant devices, but few can be found for detailed scientific catching methods. Electric power consumption was so excessive that electric stimulant devices could not be developed for commercial purposes. As a first step toward the successive operations of the electric stimulant devices in the field, it is necessary to study fundamental principles, such as electric current, voltage, electric potential, potential difference, electric field and suitable pulse.

The behaviour response of the common shrimp, *Penaeus japonicus* BATE to moving nets and electric stimulant devices were reported in the preceding papers based on the water tank experiments (Ko and Kim, 1970).

Through comparative fishing tests the rate of catching efficiency during daylight time was confirmed to be from 89 to 96 per cent of the night catch efficiency, and with 30 V. 1.5 A. electric power was sufficient for practical sea operation.

서 論

앞서 연구한 움직임은 그물에 대한 보리새우의 행동¹⁾과 물리적 자극에 대한 보리새우의 행동²⁾을 기초로 해서 만든 어구에 전기적 자극 장치를 부설하여 실제로 해상에서 조업하였을 때 어느 정도의 어획 성능이 있는가를 알아보기 위해서 해상과 새우 양식장에서 조업한 결과를 분석함으로써 보다 효과적인 새우 트로울 어구를 만드는 데 기여하고자 한다. 구미와 일본에서도 새우의 어획을 위하여 전기 자극 장치를 설계하여 조업한 일이 있었으나 암중 모색적인 것이었고, 실험 결과를 과학적으로 세밀하게 보고한 것은 없었다. 그렇기 때문에 산업적으로 발전하지 못하고, 일부 업자들이 무모한 전력을 사용하여 조업하였을 정도이다. 산업을 과학화하기 위해서는 먼저 기본적인 문제를 알아야 한다. 그래서, 본실험에서는 필요한 전압, 전류, 전장의 형성 및 적당한 pulse 등을 밝힘으로써 효과적으로 안전하게 조업할 수 있게 하였다. 저자들이 수조 실험에서 얻은 확실한 자료를 가지고 만든 장치를 트로울 어구에 붙여, 거제도 연안과 전라남도 오마도 새우 양식장에서 2차에 걸쳐 행하여진 조업 결과를 보면, 야간 조업의 89~96%인 어획을 주간 조업에서도 할 수 있었다. 이 실험은 1970년 10월 초부터 시작해

서 11월초에 걸쳐 시행한 것이다.

재료 및 방법

1) 재 료

어구는 새우 트로울에서 많이 사용하고 있는 semi baloon type이나, ground rope 앞에서 튀는 새우가 빠져나가지 못하도록 ground rope의 위치를 깊게 파서 head rope와의 차를 많이 두었다. 그리고, 수중에서 원활하게 전개시키기 위하여 man rope를 사용하지 않고 그 대신 망목을 양쪽에서 두 코씩 합쳐 봉합하였다. 그 설계는 Fig. 1과 같고 어구에 사용한 자료와 규격은 Table 1과 같다. 전기 자극 장치로서는 앞서 발표한²⁾ 전극과 단속 장치를 사용하였고, 수밀 장치는 별도로 제작한 스텔레스 철통(18cm×30cm) 2개를 ground rope 양쪽에 달아 전력을 공급하였다(Fig. 2).

2) 방 법

1970년 10월초 3일간 거제도, 지세포 및 이수도 사이에서 주야간 수차 조업하여 보았으나 자원이 없어 어획 성능을 판단하기 곤란하였으므로 새우의 자원 분포를 알 수 있는 새우 양식장에서 조업하기로 하였다. 그래서, 11월

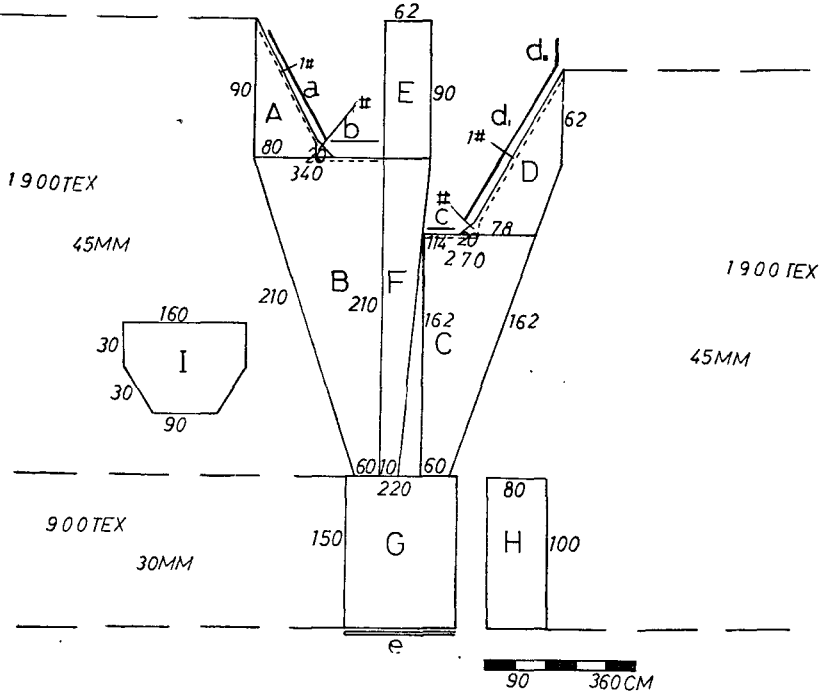


Fig. 1. Design of semi-balloon type shrimp trawlnets.

Table 1. Shrimp Trawlnets Data Sheet

Webbing	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Material	Polyethylene									
Type of knot	Sheet bend									
Preservation										
Colour	Green									
Twine size tex	1900						900		1900	900

물리적 자극에 대한 보리새우의 행동과 어구 설계 (II)

Breaking strength(kg)											
Stretched mesh(mm.)	45	→					30	45	30		
Upper edge	1	340	270	1	62	62	220	80	160		
Lower edge	100	60	60	98	62	10	220	80	120		
Depth	90	210	162	110	90	210	150	100	60		
Baiting rate	<u>All Bar</u> P	1p 4b	1p 4b	<u>All Bar</u> 1p 4b+p	p	4p 2b	p	p			
Take up		1:2	1:2			1:2					
Selfedge	1 mesh										
Hanging	0.9	0.6	0.6	0.9	0.9						

Lines, Ropes	a	b	c	d ₁	d ₁₁	e
Material	cremona	→s.w.r.,p.e. m.r.			→polyethylene	
Preservation	none					
Diameter (mm.)	20	→		80	→ 5	
Breaking strength(kg.)	3,830	→		→ 296		
Twist	Z	(serving)				Z
Lay	M	→				
Length (m.)	12.8	→		15	→	

Floats, Sinkers	Floats	
Number	5	Headrope 12.8m(4.0+4.8+4.0)
Material	Hizex	Groundrope 15.0m(6.0+3.0+6.0)
Shape	0	
Diameter(cm)	180	
Static buoyancy	2.5kg	



Fig. 2. Schematic view of the shrimp trawlnets equipped with electrodes for the shocking response.

전남 오마도에 있는 보리새우 양식장에서 조업하게 되었다. 우선 양식장의 새우 분포를 조사하기 위하여 수심이 얇은 곳, 펄이 있는 곳, 파래(*Enteromorpha*)가 많은 곳 및 모래로 덮인 곳 등을 택해 조사한 결과 모래 사장이 가장 양호하였으므로 모래 사장을 기준 실험장으로 정하였다. 이 때 양어장의 수온은 오전 7시 30분에 10°C(외해 수온 14°C)였고 오후 6시에는 14.8°C였다. 일출은 7시 02분이고 일몰은 5시 29분이었다. 시험 조업 방법으로는 전극 10개에 33V 1.5A의 전력이 흐르도록 하고, 단속 장치는 앞서 발표한 것과 동일하였다. 60m rope줄에 매단 닻을 놓고 닻줄을 놓으면서 줄 끝까지 배를 저어 가서 그물을 놓고 그물 양쪽 날개에 붙은 head rope를 배의 선수와 선미쪽에 beam을 내서 뻗힌 막대 끝에 연결하여 8m정도 벌여지게 한 다음, 닻줄을 당겨서 그물을 끌도록 하였다. 이 때의 예망 속도는 약 0.3knot고 실제 예망한 거리는 50m 정도가 된다. 이와 같이 해서 밤에는 전극을 달지 않고 조업하여 어획된 평균 마리수를 계산하고, 낮에는 같은 장소에서 전극을 달고 조업하여 어획된 마리수를 계산하였다. 물론 낮에도 전극을 사용하지 않고 조업하더라도 간혹 한, 두 마리 들 때도 있었으나 거의 없을 때가 많았다. 예망 방향에 관해서는 봉암리에서 오마도 방향으로 예망하나, 이와 적각 방향인 중앙 배수로에서 취수구 방향으로 예망하나, 같은 모래 사장에서는 큰 차이가 없었다. 오마도 새우 양식장은 취수구가 있는 방파제가 1,560m이고, 중앙 배수로의 길이가 2,740m, 부고포쪽의 제방이 750m로 전체 면적이 300ha이다. 수심은 제일 깊은 곳이 3m정도이고 대부분이 1m 내외이다. 모래가 있는 곳은 취수구가 있는 방파제 쪽 50m쪽과 봉암리 쪽이었으나 봉암리 쪽은 수심이 아주 얇아서 새우가 거의 없었다. 양어장의 구조와 조업한 위치는 Fig. 3과 같다.

결 과

오마도 새우 양식장에서 실험 조업한 결과를 보면, 50m 간격의 조업에서 파래가 있는 곳이나(Fig. 3의 5) 수심이 아주 얇은 곳에서는 (Fig. 3의 6) 한 마리도 잡히지 않고 펄로서 된 곳(Fig.3의2,3)에서는 8~12마리가 잡혔다.

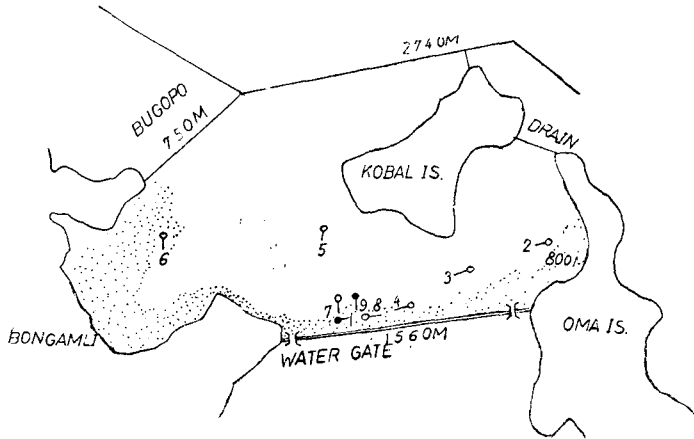


Fig. 3. Sampled locations at shrimp farm in Oma-Island.

- — : Night operation position and towing direction
- — : Daylight hour operation position and towing direction

모래 사장 위에서는 전극을 달아 전력을 공급하지 않고 조업한 야간이나, 30V 1.5A의 전력을 단속하여 공급시킨 주간 조업 사이에 큰 차이없이 25~30마리의 어획을 볼 수 있었다. 야간에 어획된 평균 마리수 28을 기준으로 하였을 때 주간에 어획된 어획률을 보면 89.8%~96.0%로서 전기 자극의 효과를 충분히 볼 수 있었다. Kanda는 어획 성능 판단의 방법으로 A인 배가 i월에 j어장에서 조업하여 얻은 단위 어획량이 A_{ij} 일 때 이 배의 어획 성능을

$$a = \frac{\sum_i \sum_j A_{ij} g_j s_i}{\sum_i \sum_j g_j^2 s_i^2}$$

로 주어지는 지수 a로 대표하고 있으나, 보리새우에 대해서는 주야간의 행동이 판이하게 달라 주간에는 거의 어획되지 않으므로 야간의 어획량을 기준으로 하여 주간의 어획량을 비교하면 그 성능을 판단할 수 있다. 조업 회수는 적었으나 모래 위에서 조업할 경우 어획 마리수에 큰 차가 없었으므로 위험물은 아주 적은 것으로 생각된다. 오마도 새우 양식장에서 잡힌 새우의 체장과 체중의 관계는 체장 11cm와 12cm 사이에서 불연속적인 체중변화가 있었는데, 12cm에서 15cm 사이에는 $W=6l-56.5$, 6~11cm까지는 $W=2\frac{6}{7}l-16$ 의 관계가 있다(Fig. 4).

이번 조업에서 잡힌 최소 체장은 5.5cm였고 최대 체장은 15cm였다. 최소 체장 5.5cm의 새우까지 잡혔으나 수출대상이 되는 10cm 이상의 새우를 잡으려고 할 때는 망목이나 전력을 조정하면 어느 정도 새우의 선택성도 조절할 수 있을 것으로 생각된다. 이 문제는 앞으로 더 많은 실험을 필요로 한다.

고 찰

오마도 새우 양식장에서는 양식한 새우를 일시에 어획하여 수출하려고 지예망, 승망, 수조망 및 삼중자망 등 여러 가지 어구를 사용하여 보았으나 어획 노력에 대한 경비에 있어서 재산이 맞지 않아 효과를 보지 못하고 애로를 느껴 오던 중, 이 문제를 해결하기 위하여 일본 Hudinaga 양식장에서 사용하였다는 전기 어구를 수입해 오기까지 하였다. 이 일본식 전기 자극 장치의 내용을 보면 다음과 같다.

전극수.....23개 (뿔쇠 막대, 길이 12cm, 직경 1cm)

극간격.....23cm. 전압.....24V. 전류.....30~10A

이 전기 장치는 전극수나 간격의 결정에 있어서 아무런 근거가 없을 뿐더러 전력(battery 24V 150A)에 있어서도 처음부터 소모되는 전력 그대로 사용하여 점차 약해져서 10A정도까지 내려가면 다시 충전하여 필요없는 전력을 소비하고 있었다. 이런 점을 미루어 보아 저자들이 사용한 전력(30V 1.5A)과 비교하여 볼 때 오히려 너무 과도한 전력을 사용하였기 때문에 새우가 치사 상태가 되어 튀어 올라오

지 못하여 어획에 지장이 있었고, 어획된 새우도 강한 전기 자극을 받았으므로 수중 중에 치사율이 많았을 것으로 생각된다. 저자들이 사용한 전기자극 장치는 양어장에서 사용한 일본식 방법의 1/10~1/20인 전력으로서도 충분한 자극 효과를 얻을 수 있었고, 전극수를 줄이고 간격을 더 넓게 하여도 보다 좋은 자극을 줄 수 있었다. 실험 조업의 회수가 적은 감이 있으나, 어획 효과의 확신을 가질 수 있었고, 현장의 저질 및 장비 불충분으로 뜻한 바와 같이 예망 속도를 조절할 수 없었으나, 앞으로는 이번 조업한 것보다 3~4배 정도 더 빨리 예망하여야 효과적인 어획이 되리라고 생각되며(1 보참조), 전력도 단속 장치를 정밀히 하면 한층 더 절약할 수 있으리라고 믿어진다. 또, 수밀 장치 및 단속 장치와 전극간의 배선 등 개량할 점이 많으나 이것은 앞날의 실험에 기대한다.

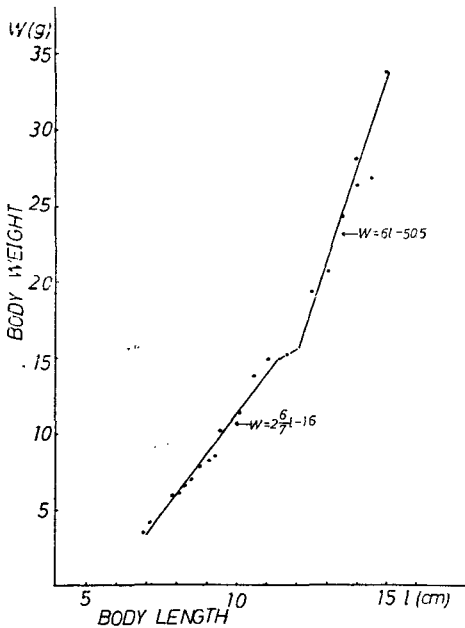


Fig. 4. Relationship between shrimp body length and body weight caught by trawlnets at shrimp farm.

결 론

앞서 연구한 수조내의 실험 결과에 의하여 만든 전기적 자극 장치를 트로울어구에 장치하여 오마도 새우 양식장에서 조업한 결과는 다음과 같다.

1. 전극을 달아서 조업하면 주간에도 야간 어획고의 89~96%인 어획을 할 수 있었다. 따라서 주야간 수시로 할 수 있다는 잇점을 발견하였다.
2. 전력은 실제 조업에서도 30V 1.5A이면 충분한 자극 효과를 얻을 수 있었다.
3. 오마도 새우 양식장에서 어획된 브리새우의 체장과 체중의 관계식은 다음과 같다.

$$\text{체장 } 6\text{cm}\sim 11\text{cm}\text{까지는 } W=2\frac{6}{7}l-16$$

$$\text{체장 } 12\text{cm}\sim 15\text{cm}\text{까지는 } W=6l-56.5$$

사 의

이 연구는 문교부 학술 연구 조성비의 보조에 의한 것임을 부기하고, 실험 조업을 위하여 조사선을 제공하여 주신 임해연구소 소장 이병돈 박사와 어로 작업중 많은 협력을 하여 주신 오마도 새우 양식장 여러 직원들께 심심한 사의를 표하는 바이다.

참 고 문 헌

1. Ko, K. S., M. Suzuki and Y. Kondo (1970) : An elementary study on behaviour of common shrimp to moving net. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 36(6).
2. Ko, K. S. and S. H. Kim (1970) : Common shrimp behaviour to physical stimuli and the fishing gear design (1). Bull. Pusan Fish. Coll. 10(1).
3. F.A.O. (1965) : Catalogue of fishing gear designs.
4. Kanda, K. (1960) : 遠洋大型底曳網漁業の漁獲性能に關する研究. Tokyo Univ. Fish. Special Ed. 4(1).