

誘導燈에 대한 볼락과 감성돔의 反應

安 永 一 · 梁 龍 林

釜山水產大學校

(1992년 2월 19일 접수)

Response of Sting fish and Black porgy to the Attraction Lamp

Young-Il AN and Yong-Rhim YANG

National Fisheries University of Pusan

(Received February 19, 1992)

The author has examined the response of sting fish, *Sebastes inermis* and black porgy, *Acanthopagrus schlegelii* to the attraction lamps (1 W) line in an experimental water tank (550 L x 58 W x 73 H cm). Attraction lamp was set up at intervals of 55 cm for each section.

The frequency rate was investigated at the illuminated section in accordance with the intervals of lighting on and putting out that was 1, 3 and 5 minutes under two conditions of light stimulus.

The results are as follows:

1. Frequency rate at the last section when each of the attraction lamps was gradually switched on and off:

(1) Sting fish was 27.2 % in case of 3 minutes interval, and 17.4 % in 1 minute interval, and 15.8 % in 5 minutes interval.

(2) Black porgy was 28.5 % in case of 5 minutes interval, and 25.8 % in 3 minutes interval, and 12.0 % in 1 minute interval.

2. Distribution of fish at the illuminated section when each of the attraction lamps was gradually switched off after they were switched on all at once:

(1) Sting fish was much gathered in the section adjacent to the extinguished section under the condition of 1 and 3 minutes interval, and not regular trend under 5 minutes interval.

(2) Black porgy was much gathered last section under the condition of 1 and 3 minutes interval, and almost evenly distributed under 5 minutes interval.

3. Each of the attraction lamps was gradually switched off after they were switched on all at once, and only the last one was on:

(1) The frequency rate of Sting fish was 27.2 % in case of 5 minutes interval, and 16.0 % in 1 minute interval, and 8.0 % in 3 minutes interval.

(2) The frequency rate of Black porgy was 10.7 % in case of 1 minute interval, and 8.9 % in 3 minutes interval, and 0.8 % in 5 minutes interval.

緒 論

集漁燈을 이용하는 어업에서 잡어의 수단으로 이용하는 人工光源은 초기에는 햇불을 이용하였으나, 그 후 석유등, 아세틸렌등을 거쳐 電燈으로 변천되었다. 최근에는 각 漁法에 따른 光源의 선택, 光力의 조절 및 點燈方法에 대한 조사가 대상 어구별, 어종별 및 어장별로 진행되고 있다¹⁾.

이 人工光源을 이용한 잡어방법에 대한 연구는 단순히 잡어하는데만 그치는 것이 아니라 가능한 한 어류를 장시간 集魚燈 가까이의 좁은 수역에 머물게 한 다음 적당한 속력으로 集魚燈의 이동과 함께 어군이 흩어지지 않고 목표장소까지 유도하려고 한다²⁾. 人工光源에 의한 어류의 유도에 대해서는 여러학자 들^{3)~7)}이 어장에서 海産魚를 대상으로 연구한 바 있으나 어획효과를 정량적으로 파악하기는 어려운 문제가 있다. 따라서 실험실에서 視覺運動反應의 측면에서는 有元 등^{8),9)}이 무지개송어를 대상으로, Kawamoto and Kobayashi¹⁰⁾가 삼치와 돌돔을 대상으로 연구한 바 있고, 走光性의 측면에서는 Kawamoto and Niki¹¹⁾가 병에돔과 송사리를 대상으로, Oka¹²⁾가 송사리, 미꾸라지, 붕어, 새우에 대하여 연구한 것이 있지만, 燈列을 이용한 어류의 유도에 대해서는 安·梁¹³⁾을 제외하고는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 誘導燈列에 대한 어류의 誘導效果를 조사하기 위하여 9개의 誘導燈을 한燈씩 순차적으로 점등했다가 소등하는 방법과 모두 점등한 후 한 등씩 순차적으로 소등하는 방법으로 했을때의 誘導燈에 대한 불락과 감성돔의 행동양상을 규명하고 또 최종구간에 대한 어류의 出現率을 조사, 관찰하므로써 誘導燈을 이용하는 어업의 기초자료를 제공하고자 한다.

材料 및 方法

1. 試 魚

본 실험에 사용한 어류는 체장이 11.0~13.5 cm인 불락, *Sebastes inermis* (CUVIER et VALENCIENNES)과 체장이 12.2~19.4 cm인 감성돔, *Acanthopagrus schlegelii* (BLEEKER)이다. 이것을 循環式濾過水槽에 10 일 이상 적응 시킨후 실험에 사용하였는데, 총마리수는 800마리 이상이었다.

2. 實驗 裝置

실험장치(수조, 자극원인 타임스위치, 자동점멸타이머, 로우터리스위치 등)는 安·梁¹³⁾이 이용한 것과 동일하고 光源은 1 W (6V용) 전구를 사용하였다. 수조의 수질관리를 위하여 S. T. meter (Kahlsico #118 WA300)와 D. O. meter (Delta #1010)를 사용하여 수온, 염분 및 용존 산소 등을 조정하였다. 실험기간에서 수온 범위는 불락의 경우 20~24°C였고, 감성돔의 경우 13~21°C였다.

3. 實驗方法

사육수조에서 충분히 적응된 어류 5마리를 선택하여 실험수조에 넣고 암흑에서 30분 이상 경과한 후에 순간적으로 5~10초동안 점등하여 수조내의 각 구간에서의 어류분포를 총 100회 이상 조사하여 光刺激을 가하지 않았을때의 수조내의 각 구간에 대한 어류의 分布率(初期分布)을 산출하였다.

본 실험은 어류 5마리를 선택하여 간막이로 막혀진 실험수조의 0구간으로 옮기고 50분 이상 暗順應시킨 후 適應燈을 점등하여 20분동안 明順應시키는 데, 適應燈을 점등한 후 15분이 경과했을

때 간막이를 제거하고 그후 適應燈이 소등됨과 동시에 誘導燈을 점등하였다. 誘導燈의 點燈方法은 한 燈씩 순차적으로 점등했다가 소등하는 방법과 모두 점등했다가 한 燈씩 소등하는 방법을 이용하였다. 誘導燈이 점등된 구간에 대해서 試魚의 출현여부를 매 20초 간격으로 조사하였는데, 點燈週期和 消燈週기가 1분일때 27회(9분간), 3분일때 81회(27분간), 5분일때 135회(45분간) 각각 조사한 마리수로써 각 구간별 魚類分布와 出現率 및 최종구간에서의 出現率을 산출하였다. 이때 光刺戟에 대한 순응을 피하기 위하여 매 실험마다 다른 개체를 사용하여 5회이상 조사하였다. 각 구간에서의 出現率은 연속 3회 조사한 出現率의 평균치를 각각 그 중간 시각에서의 出現率로 나타냈는데, 평균치 사이의 시간간격은 20초로 하였다. 여기서 出現率은 誘導燈을 한 燈씩 점등했다가 소등하는 방법에서는 점등된 구간에서, 모두 점등했다가 한 燈씩 소등하는 방법에서는 최종구간에서 매 20초마다 관찰된 試魚의 마리수로써 산출하였다¹⁴⁾.

結果 및 考察

1. 初期分布

불락과 감성돔에 光刺戟을 가하지 않았을때 수조내의 개체분포는 Table 1과 같고, 개체분포율의 분포곡선은 Fig. 1과 같다.

Table 1과 같이 총 100회(500마리) 조사했을때의 개체분포는 불락의 경우, 4구간에서 68마리로 가장 많이 모였고 3구간에서 42마리로 가장 적게 모인 반면, 감성돔의 경우, 8구간에서 62마리로 가장 많이 모였고 0구간에서 42마리로 가장 적게 모였다. Fig. 1에서 光刺戟을 가하지 않았을때의 수조내의 개체 분포율은 불락과 감성돔 모두 평균분포율(10%)과 큰 차이가 없이 대체로 고르게 분포하였다. 光刺戟을 가했을때의 각 구간에서의 出現率 (Fig. 2, 3, Table 2, 3)과 비교해 볼때, 각 구간에서의 出現率에 Fig. 1의 값들을 가감하여도 그 형태에는 큰 변화가 없었다. 따라서 光刺戟을 가했을때의 분포율과 가하지 않았을때의 분포율의 차이는 고려하지 않았다.

Table 1. Number of fish in each section under dark condition

Fish species	Section										Total
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Sebastes inermis</i>	52	54	44	42	68	46	42	56	52	44	500
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	42	46	56	48	46	44	54	46	62	56	500

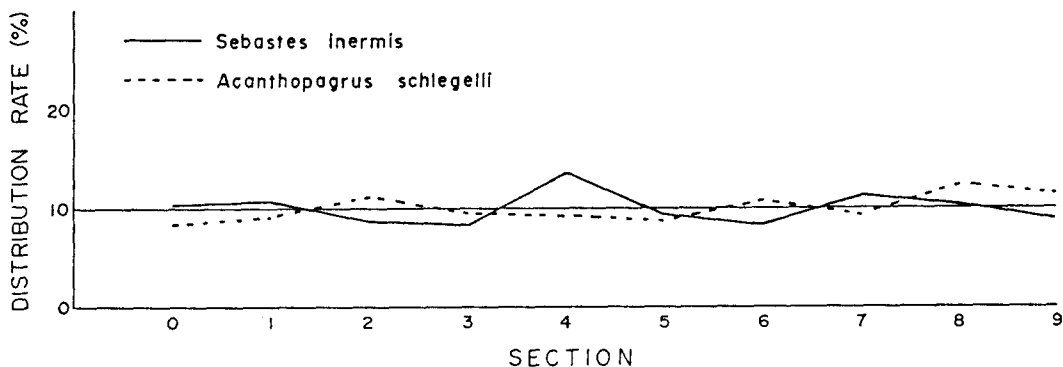


Fig. 1. Distribution rate of fish under dark condition.

2. 誘導燈의 點燈週期에 따른 出現率의 變化

誘導燈을 한 燈씩 순차적으로 점등했다가 소등하는 방법에서 點燈週期를 1, 3, 5분의 3가지 조건으로 어류에 光刺戟을 가했을때의 불락과 감성돔에 대한 점등구간에서의 出現率의 變化는 Fig. 2와 같다.

점등구간에서의 어류의 出現率은 대체로 낮았는데 불락이 감성돔보다 다소 높았다. 불락의 경우, 點燈週期가 1분일때의 出現率은 31.0 % 이하였고, 5분이 경과(5구간 소등)하기까지 감소하

는 경향이고 5분에서 약 8분까지 증가했다가 감소하였고 그 이후도 약간 증가하는 경향으로 불안정하게 변동하였는데 최종구간에서의 出現率은 17.4 %였다. 點燈週期가 3분일때의 出現率은 34.0 % 이하였고, 약 7분이 경과하기까지 감소하다가 그 이후부터 15분(5구간 소등)까지 증가하였다. 15분 이후부터는 대체로 비슷하였는데 최종구간에서의 出現率은 27.2 %였다. 點燈週期가 5분일때의 出現率은 28.0 % 이하였는데 뚜렷한 증감없이 불안정하게 변동하였고 최종구간에서의 出現率은 15.8 %였다.

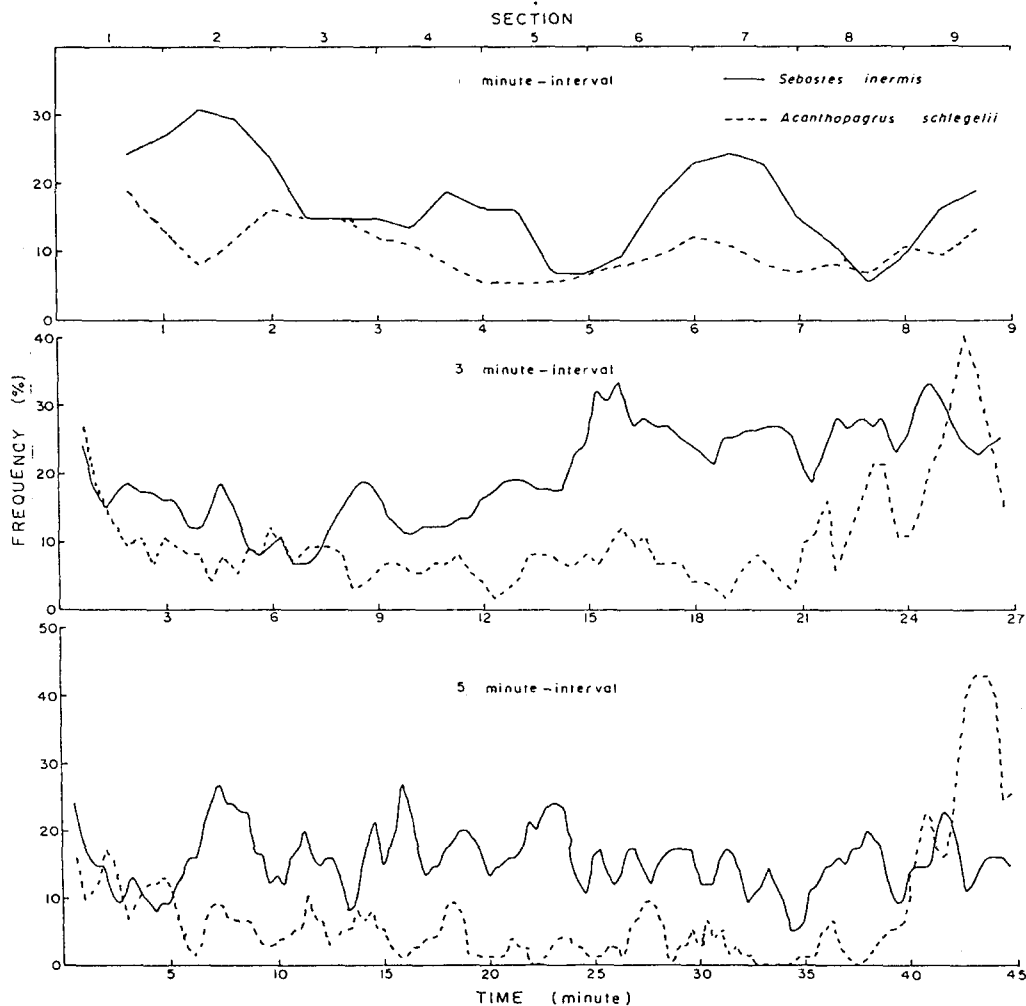


Fig. 2. Variation of attracting rate in the illuminated section to the 1, 3 and 5 minutes interval.

감성돔의 경우, 點燈週期가 1분일때의 出現率은 19.0 % 이하였고 뚜렷한 증감없이 완만하게 변동하였는데 최종구간에서의 出現率은 12.0 % 였다. 點燈週期가 3분일때의 出現率은 40.0 % 이하였고, 13분이 경과하기까지는 대체로 감소하였다. 그 이후 뚜렷한 증감이 없다가 약 18분(6구간 소등)이후부터 증가하는 경향을 보였는데 최종에서의 出現率은 25.8 %였다. 點燈週期가 5분일때 出現率은 43.0 % 이하였고, 40분이 경과하기까지 出現率의 변화는 뚜렷한 증감이 없다가 40분 이후부터 급격히 증가하는 경향을 보였는데 최종구간에서의 出現率은 28.5 %였다.

點燈週期에 따라 뚜렷한 차이는 보이지 않지만, 감성돔의 경우 3분과 5분은 비슷한 경향을 나타내었다. 한편 出現率의 변동이 크지 않은 것은 集魚燈에 유인된 어군이 밝기가 일정한 위치에 정체하는 것이 아니라 集魚燈 아래의 밝은 범위와 그 주변이 어두운 범위사이를 3차원적으로 활발히 유평한다고 한 것에 기인한다고 생각된다^{14)~16)}.

3. 各 點燈區間에서의 魚類分布

誘導燈 9개를 모두 점등한 후 한 등씩 순차적으로 소등하는 방법에서 消燈週期를 1, 3, 5분의

Table 2. Distribution rate (%) in the illuminated sections when each of the attraction lamps were gradually switched off for the sting fish

Time interval (minute)	Section									Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	10.7	10.7	5.3	4.0	8.0	17.3	8.0	1.3	2.7	7.6
		12.0	6.7	6.7	8.0	—	5.3	2.7	1.3	5.3
			9.3	5.3	6.7	8.0	—	—	—	4.2
				9.3	2.7	9.3	6.7	4.0	1.3	5.6
					10.7	5.3	8.0	6.7	—	6.1
						9.3	13.3	8.0	5.3	9.0
							21.3	10.7	6.7	12.9
								16.0	12.0	14.0
									16.0	16.0
3	22.0	1.8	4.0	4.0	3.1	0.4	2.7	3.1	7.6	5.4
		8.9	4.4	—	—	1.3	0.4	0.9	0.4	2.0
			7.6	0.4	3.1	0.4	2.7	3.1	—	2.5
				5.8	0.9	1.8	0.4	1.3	1.3	1.9
					5.3	0.9	0.4	2.2	2.2	2.2
						0.4	2.2	4.0	1.8	3.0
							7.6	5.3	2.7	5.2
								8.4	1.3	4.9
									8.0	8.0
5	11.5	8.8	9.1	7.2	3.2	6.9	6.4	9.3	5.6	7.6
		5.1	5.1	6.4	6.9	5.3	5.9	7.5	6.9	6.1
			7.7	5.6	5.9	5.6	6.4	5.3	5.1	5.9
				6.7	5.3	6.4	11.5	5.9	7.5	7.2
					6.4	8.5	8.5	7.5	6.1	7.4
						8.0	9.3	14.4	5.3	9.3
							15.7	24.8	2.7	14.4
								31.7	10.9	21.3
									27.2	27.2

3가지 조건으로 어류에 光刺戟을 가했을때의 점등구간에서의 어류분포는 불락의 경우 Table 2와 같고, 감성돔은 Table 3과 같다.

점등구간에서의 평균어류분포는 소등된 구간보다 점등된 구간에 적었다. 평균어류분포율은 불락의 경우(Table 2), 消燈週期가 5분(8.6%), 3분(3.3%), 1분(0.8%)의 순으로 낮았고, 감성돔의 경우(Table 3), 消燈週期가 3분(5.0%), 1분(3.9%), 5분(0.8%)의 순으로 나타났다.

점등된 구간의 수에 따른 평균분포율은 점등된 유도등의 수가 적어짐에 따라 증가하였다. 불락

의 경우 消燈週期가 5분, 1분, 3분의 순으로 낮았고, 감성돔의 경우 消燈週期가 1분과 3분으로 다소 증가하였으나 5분일 경우에는 뚜렷한 변화를 나타내지 않았다.

구간별 어류분포를 보면, 불락은 消燈週期가 1분과 3분일 때 소등구간과 인접한 구간에 많이 모였고, 消燈週期가 5분일 때는 중앙구간에도 많이 모이는 경향을 나타냈다. 감성돔은 消燈週期가 1분일때 소등구간과 인접한 구간에 많이 모였고, 3분일때는 소등구간과 반대쪽인 끝구간에 많이 모였으며, 5분일때는 뚜렷한 차이가 없었다.

Table 3. Distribution rate (%) in the illuminated sections when each of the attraction lamps were gradually switched off for the black porgy

Time interval (minute)	Section									Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	6.7	4.0	1.3	4.0	4.0	—	1.3	1.3	2.7	2.8
		6.7	5.3	2.7	2.7	—	1.3	—	1.3	2.5
			4.0	4.0	5.3	2.7	1.3	5.3	1.3	3.4
				5.3	1.3	1.3	2.7	4.0	12.0	4.4
					2.7	1.3	1.3	4.0	8.0	3.5
						4.0	2.7	—	5.3	3.0
							6.7	—	6.7	4.5
								12.0	13.3	12.7
									10.7	10.7
3	3.1	3.1	4.0	2.7	4.0	3.1	3.6	1.8	8.9	3.8
		5.3	1.3	2.2	3.6	3.6	3.6	3.6	10.7	4.2
			7.6	2.2	3.6	4.0	3.1	6.2	10.7	5.3
				2.7	1.8	2.7	1.3	3.6	12.0	4.0
					4.4	1.8	2.2	3.6	13.8	5.2
						2.7	3.1	4.9	10.7	5.4
							3.1	4.0	16.0	7.7
								4.4	9.3	6.9
									8.9	8.9
5	2.9	1.6	1.9	0.5	0.5	0.8	0.5	—	—	1.0
		0.8	0.8	—	0.3	—	—	—	0.5	0.3
			0.5	1.1	1.9	0.8	0.5	0.8	0.3	0.8
				0.3	1.6	0.5	0.3	1.3	0.5	0.8
					1.3	1.3	1.9	—	1.1	1.1
						1.6	—	3.2	1.1	1.5
							0.5	—	—	0.2
								0.8	—	0.4
									0.8	0.8

한편, 구간별 분포차이는 불락은 대체로 많았으나 감성돔은 적었다.

각 점등구간에서의 분포율의 합은 불락의 전체 誘導燈이 점등된 경우를 제외하고는 50% 이하였고, 또한 분포율의 평균은 점등된 구간의 수가 적어짐에 따라 낮아지지 않고 낮았다가 높았다가 하였는데, 이것은 誘導燈의 이동에 따라 불락이 더 많이 유도된다고 할 수 있다. 이와같은 현상은 불락과 감성돔의 誘導燈에 대한 반응이 서로 다른 어종이기 때문이라고 생각된다.

4. 最終區間에서의 시간에 따른 出現率의 變化

誘導燈 9개를 모두 점등한 후 한 燈씩 순차적으로 소등하는 방법에서 消燈週期를 1, 3, 5분의 3가지 조건으로 어류에 光刺戟을 가했을때의 불락과 감성돔에 대한 최종구간에서의 出現率의 변

화는 Fig. 3과 같다.

Fig. 3에서 시간에 따른 최종구간에서의 출현율의 변화는 消燈週期가 1분일때 감성돔이, 消燈週期가 5분일때 불락의 출현율이 각각 더 높았고, 消燈週期가 1분일때는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

불락의 경우, 消燈週期가 1분일때는 점등후 5분이 경과하기까지 최종구간에서의 出現率은 아주 낮았고 거의 변화가 없다가 5분이 경과한 후부터 증가하는 경향을 나타내었는데 최종구간에만 점등되었을 때의 出現率(最終出現率)은 16.0%로 나타났다. 消燈週期가 3분일때는 점등후 약 22분이 경과할때까지 出現率이 아주 낮고 뚜렷한 증감은 없었으나 그 이후에 조금 증가하였는데 最終出現率은 8.0%로 나타났다. 消燈週期가 5분일때는 점등후 약 35분이 경과할 때까지는 다소 불안정하게 변동하다가 그 이후 증가하였는데

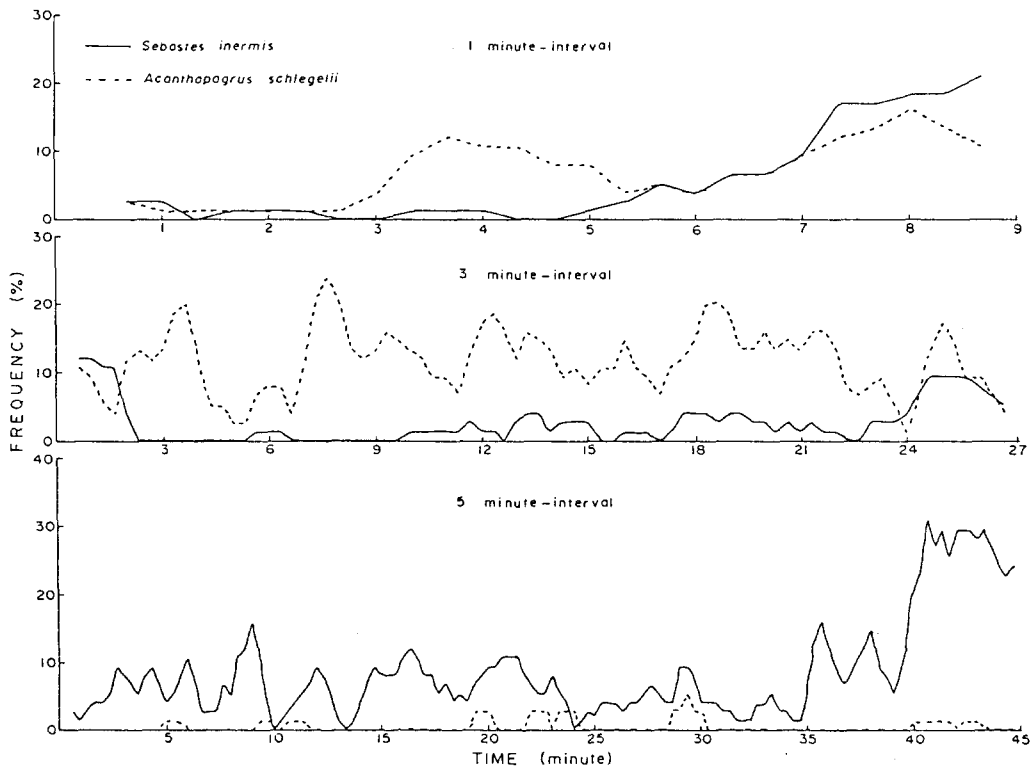


Fig. 3. Variation of attracting rate in the last section to the 1, 3 and 5 minutes interval as illuminating time elapsed.

最終出現率이 27.2 %로 나타났다.

감성돔의 경우, 消燈週期가 1분일때는 점등후 3~6분 사이에 최종구간에서의 出現率은 다소 증감이 있었고 6분 이후에는 증가하는 경향을 보였는데 最終出現率은 10.7 %로 나타났다. 消燈週期가 3분일때는 뚜렷한 증감의 경향은 없었지만 계속 불안정하게 변동하였는데 最終出現率은 8.9 %로 나타났다. 消燈週期가 5분일때는 出現率이 비교적 낮았는데 最終出現率은 0.8 %로 나타났다. 이것으로 볼때 감성돔의 경우, 消燈週期가 길어짐에 따라 最終出現率은 낮게 나타난것을 알 수 있다. 이와같이 최종구간에서의 出現率이 시간이 경과함에 따라 뚜렷하게 증가하지 않은 것은 말퀴치¹³⁾의 경우와 달리 유도가 잘 되지 않는 어종이기 때문이라고 생각된다.

한편, Nikonorov¹⁷⁾가 킬카(Kilka)를 유도하는데 있어 100 W 전구 4개를 92 m 간격으로 직선배열하였을때 조명영역은 9 KW 전구 1개의 경우와 같다고 하였는데 본 연구에서도 1 W 전구를 55cm간격으로 배열한 것은 誘導燈의 설치에 따른 시설경비에 비해서 빛의 이용효과를 증대시킬수 있을것이라 생각된다.

要 約

誘導燈列에 대한 어류의 誘導效果를 조사하기 위하여 불락, *Sebastes inermis*과 감성돔 *Acanthopagrus schlegelii*을 대상으로 誘導燈(1 W)의 點燈方法과 點燈週期에 따른 어류의 반응을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 誘導燈을 한 등씩 점등했다가 소등할때 최종구간에서의 出現率은
 - (1) 불락은 點燈週期가 3분일때 27.2 %, 1분일때 17.4 %, 5분일때 15.8 %의 순으로 나타났다.
 - (2) 감성돔은 點燈週期가 5분일때 28.5 %, 3분일때 25.8 %, 1분일때 12.0 %의 순으로 나타났다.
2. 誘導燈을 모두 점등한 후 한 등씩 소등할때

점등구간에서의 魚類分布는

- (1) 불락은 消燈週期가 1분과 3분일때는 소등구간에 인접한 쪽에 많이 모였고, 5분일때는 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다.
 - (2) 감성돔은 消燈週期가 1분과 3분일때는 소등구간에서 가장 먼 쪽에 많이 모였고, 5분일때는 대체로 고르게 분포하였다.
3. 誘導燈을 모두 점등한 후 한 등씩 소등할때 최종구간에만 점등되었을때의 出現率 (最終出現率)은
- (1) 불락은 消燈週期가 5분일때 27.2 %, 1분일때 16.0 %, 3분일때 8.0 %의 순으로 나타났다.
 - (2) 감성돔은 消燈週期가 1분일때 10.7 %, 3분일때 8.9 %, 5분일때 0.8 %의 순으로 나타났다.

謝 辭

본 연구를 수행함에 있어 실험을 도와준 漁法物理學 研究室 학생 제군들에게 감사를 드립니다.

文 獻

- 1) Fridman, A. L. (1973): Theory and design of commercial fishing gear. Keter Press, Jerusalem, 441-455.
- 2) 井上 實(1963): 8 そう張網操業中に觀察される集魚燈による魚群の誘引. 日水誌, 29(10), 925-929.
- 3) Sasaki, T. (1950): On the color of the fish attraction lamp. Bull. Jap. Soc. Fish. 16, 295-298.
- 4) Nikonorov, I. V. (1971): Methods of continuous fishing. Keter Press, Jerusalem, 20-43.
- 5) Wickham, D. A. (1973): Attracting and controlling coastal pelagic fish with night

- lights. Trans. Amer. Fish Soc. 4, 816-825.
- 6) Ben-Yami, M. (1976): Fishing with light. Fishing News Books Ltd., London, 35-100.
- 7) Kilma, E. F. (1971): The automated fishing platform. Modern Fishing Gear of the World-III, 498-501.
- 8) 有元貴文, 柴 宏有, 井上 實(1979): 魚の視覺運動反應と漁法-IV. 東京水大 研究報告, 66(1), 23-25.
- 9) 有元貴文, 柴 宏有, 井上 實(1979): 魚の視覺運動反應と漁法-V. 點滅光に對するニジマスの行動. 同誌, 66(1), 37-46.
- 10) Kawamoto, N. Y. and H. Kobayashi (1952): Influence of various light conditions on the gathering rates of fish. Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie, 1 (2), 139-150.
- 11) Kawamoto, N. Y. and T. Niki (1952): An experimental study on the effect of leading fish by fish attraction lamps. *ibid.* 1 (2), 175-196.
- 12) 岡 正雄(1951): 魚群の光に對する行動に就いて. 日水誌, 16(6), 223-234.
- 13) 安永一, 梁龍林(1987): 誘導燈에 대한 말귀치의 反應. 漁業技術, 23, 169-176.
- 14) 小 池隆(1985): 斷續光對にする魚類の反應. 日水誌, 51, 1097-1102.
- 15) Kawamura, G. (1974): Field observation on the movements of fishes aggregated to attracting lamps. Bull. Jap. Soc. Fish. 40 (1), 27-34.
- 16) 黒木敏郎 中島三千雄(1958): 燈に集まる魚群の立體的記錄例について. 鹿兒島大學 水産學部 紀要, 6, 77-81.
- 17) Nikonorov, I. V. (1959): The basic principles of fishing for the Caspian kilka by under water light. In Modern Fishing Gear of the World, edited by H. Kristjonsson. Fishing news Books Ltd., London. 2, 577-579.