

# 魚類의 走光性에 關한 研究

-誘導燈에 대한 能성어의 反應\*-

梁 龍 林

釜山水產大學

(1988년 10월 30일 접수)

## Phototaxis of Fish

-Response of Sea-bass to the Attracting Lamp\*-

Yong-Rhim YANG

National Fisheries University of Pusan

(Received October 30, 1988)

The author has examined how sea-bass, *Epinephelus septemfasciatus* respond to surface attracting lamps line and underwater attracting lamps line in the experimental water tank (550L×58W×73H cm). The attracting rate was investigated in accordance with the intervals of lighting and putting out hour (1, 5 minute) when each of the attracting lamps was gradually switched off after they were switched on all at once.

The results are as follows :

1. Distribution of fish at the illuminated section ;

- (1). The fish was more distributed in the section adjacent to the extinguished section.
- (2). Difference of distribution between section and section and section was greater at surface attracting lamps as compared with underwater attracting lamps.
- (3). Surface attracting lamps was more distributed than underwater attracting lamps at intervals of 5 minutes.

2. Attracting rate of the last section ;

- (1). The rate was showed increasing as illuminating time elapse and became L type.
- (2). Attracting rate in underwater attracting lamps was higher than surface attracting lamps at intervals of 1 minutes and lower than surface attracting lamps at intervals of 5 minuets.

### 緒 論

集魚燈을 이용하는 漁業에서 集魚의 수단으로 사용한 人工光源은 초기에는 램프를 이용하였으나, 석유등, 석유수중등, 아셀틸렌등을 거쳐 전기를 이용한 水上集魚燈 및 水中集魚燈으로 변천하였다. 최근에는 각 漁法에 따른 光源의 선택,

光力の 조정 및 점등방법에 대한 조사가 漁具別, 魚種別, 漁場別로 진행되고 있음을 Fridman (1973)이 밝힌 바 있다. 이 人工光源을 이용한 集魚方法에 대하여 Inoue(1963)는 단순히 集魚하는데만 그치는 것이 아니라 가능한 한 어류를 장시간 集魚燈 가까이의 좁은 水域에 머물게 한 다음, 적당한 속력으로 集魚燈을 이동함과 동시에 魚群을 흩어지지 않고 목적장소까지 誘導하려는

\* 본 研究는 韓國科學財團의 研究費에 의하여 研究되었음.

시도를 한 바 있다.

人工光源이 어류의 행동에 制御役割을 한다는 것을 Kuroki and chuman(1953)이 잉어를, Takahashi(1978)는 방어를 대상으로 조사한 바 있다. 또 人工光源에 대한 어류의 誘導에 대해서는 Sasaki(1950), Inoue(1963), Kilma(1971), Nikonorov(1971), Wickham(1973), Ben-Yami(1976) 등이 어장에서 주로 쾡치, 전갱이, 고등어, 정어리, 멸치 등을 대상으로 조사한 바 있으나 漁獲效果를 정량적으로 파악하기에는 어려운 점들이 많았다.

한편, 실험실내에서는 어류의 視覺運動反應에 대하여 Kawamoto and Kobayashi(1952)는 삼치와 돌돔을, Arimoto *et al.* (1979 a, b)은 무지개송어를 대상으로 조사한 바 있고, 어류의 走光性의 측면에서는 Oka(1951)가 송사리, 붕어, 미꾸라지, 새우 등을, Kawamoto and Niki(1952)는 뱀어돔과 송사리를, Yang(1987)은 능성어에 대하여 보고한 바 있다.

본 연구에서는 誘導燈列로써 어류를 목적장소까지 유도하기 위하여, 9개의 誘導燈을 동시에 모두 점등한 후, 한 燈씩 소등하였을 때의 誘導燈의 종류(水上燈, 水中燈) 및 소등간격에 대한 능성어의 행동 양상을 규명하여 각 점등구간에서의 魚類分布와 최종유도구간에서의 誘導(照明)時間에 따른 誘導率의 변화 등을 조사 분석하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 材 料

본 실험에 사용한 어류는 體長 9~15cm, 體重 150~400g인 능성어 *Epinephelus septemfasciatus* (Thunberg)로써, 6개의 循環式濾過飼育水槽에 분산하여 10일 이상 적응시킨 다음 실험에 사용하였으며, 총 마리수는 150마리 이상이었다.

水槽의 수질관리를 위하여 S.T. meter(Tsurumi Seiki #1D)와 D.O. meter(Delta #11010)를 사용하여 수온, 염분 및 용존산소 등을 조정하였다. 실험수온 범위는 19~21.5 °C였다.

### 2. 實驗裝置

#### 1). 實驗水槽

水槽는 콘크리트로 만들었고 내부에 무광택

회색페인트칠을 한 循環式濾過水槽(550L×58W×73H cm)로써 암실내에 설치하였는데 그 개략도는 Fig. 1과 같다. 水槽의 길이방향으로 가느다란 백색페인트선을 그어 10개의 등간격(55cm)으로 나누어 한쪽 끝에서부터 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 구간으로 정하였으며, 0구간과 1구간의 경계에 탈착식 간막이를 설치하였으며, 수심은 60cm로 유지하였다.

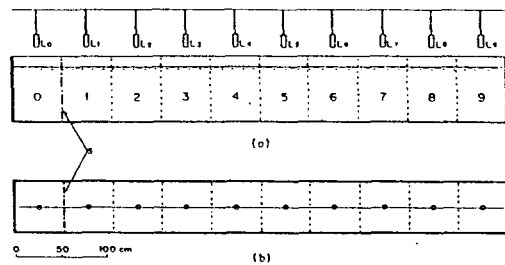


Fig. 1. Schematic diagram of the experimental tank. (a): side view (b): plane view  
 $L_0$ : adaptation lamp  $L_1 \sim L_9$ : attracting lamp s: adaptation screen

光源은 10개 구간의 중앙에 각각 1개씩 설치하였는데, 適應燈 1개와 誘導燈 9개로 구성되었다. 適應燈은 0구간에, 誘導燈은 1~9구간에 장치하되, 水上燈은 수면상 20cm되는 곳에, 水中燈은 수심 15cm되는 곳에 각각 설치하였다.

#### 2). 光刺戟源

光刺戟源은 光調整裝置와 光源으로 구성되어 있다.

光調整裝置는 10개의 타이머(National MHP-M)로 구성되어 있는데 각 燈마다 1개의 타이머가 연결되어 適應燈과 誘導燈의 점등시간을 조정하게 되어있다. 適應燈의 점등시간은 20분으로 고정하였으며, 誘導燈의 점등시간은 소등간격이 1분과 5분으로 구분 조정하여, n번째 誘導燈의 점등시간이 n분과 5n분이 되게 하였다.

光源은 適應燈과 誘導燈의 구별없이 0.5 W(1.5 V)인 전구를 이용하였는데, 水上燈과 水中燈으로 각각 구분하여 사용하였다. 각 燈은 지향성을 갖고 한 구간에만 직접 조사되도록 PVC 파이프를 씌웠고, 한 구간에서의 밝기 차이를 줄이기 위하여 아래쪽에 水上燈은 tracing paper로, 水中燈은 비닐로 된 Filter를 각각 부착하였다. 이

들 光源들은 자동전압조정기와 D. C. Stabilizer (Kingshill # cp 84)를 이용하여 전압을 안정시켜 빛의 세기가 각각 일정하게 하였다.

른 개체를 사용하여 5회 이상 조사하였다.

結果 및 考察

3. 實驗方法

각 실험은 飼育水槽에서 적응된 어류 5마리를 칸막이로 막혀진 實驗水槽의 0구간에 옮기고 50분 이상 暗順應 시킨 후, 適應燈을 점등하여 20분간 明順應 시키는데 適應燈을 점등한 후 15분이 경과했을때 칸막이를 제거하고 그 후 適應燈이 소등됨과 동시에 9개의 誘導燈을 모두 점등하고 1구간부터 1등씩 순차적으로 소등하면서 誘導燈이 점등된 구간에 대하여 어류의 정체여부를 매 30초 간격으로 소등간격이 1분일때 18회(9분간), 5분일때 90회(45분간) 각각 조사한 마리수로써 각 구간별 魚類分布 및 誘導率을 산출하였다. 이와 같은 실험은 水上燈과 水中燈으로 각각 구분 조사하였는데 야간에만 실시하였다. 이때 광에 대한 순응을 피하기 위하여 매 실험마다 다

1. 點燈區間에서의 魚類分布

誘導燈 9개를 모두 점등한 후 1구간부터 순차적으로 1燈씩 소등하는 光 조작방법을 이용하여 조사한 誘導燈의 점등구간에서의 魚類分布는 Table 1, 2, 3 및 4와 같다.

Table 1과 2는 소등간격을 1분으로 하였을 때의 水上燈과 水中燈에 대한 魚類分布이고, Table 3과 4는 소등간격을 5분으로 하였을 때의 水上燈과 水中燈에 대한 魚類分布를 각각 나타낸다.

점등구간에서의 魚類分布는 다른 점등구간보다 소등한 점등구간에 인접한 점등구간에 대체로 많이 모이는 경향을 나타냈다.

水上燈과 水中燈에 따른 점등구간에서의 魚類

Table 1. Distribution rate (%) of the illuminated sections to the one minute interval under surface attracting lamp

Section									Total
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
28.0	16.0	6.0	16.0	6.0	-	6.0	2.0	4.0	84.0
	8.0	32.0	8.0	8.0	4.0	-	8.0	2.0	70.0
		18.0	18.0	14.0	4.0	10.0	14.0	4.0	82.0
			12.0	8.0	22.0	8.0	8.0	2.0	62.0
				12.0	18.0	6.0	12.0	6.0	54.0
					12.0	12.0	22.0	16.0	62.0
						18.0	18.0	18.0	54.0
							18.0	18.0	36.0
								58.0	58.0

Table 2. Distribution rate (%) of the illuminated sections to the one minute interval under underwater attracting lamp

Section									Total
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
14.0	6.0	8.0	12.0	6.0	2.0	2.0	2.0	8.0	60.0
	6.0	4.0	2.0	2.0	2.0	-	2.0	-	18.0
		10.0	-	6.0	-	-	-	-	16.0
			2.0	-	6.0	-	-	12.0	20.0
				2.0	4.0	-	2.0	8.0	16.0
					10.0	10.0	8.0	10.0	38.0
						16.0	8.0	4.0	28.0
							16.0	10.0	26.0
								2.0	2.0

Table 3. Distribution rate (%) of the illuminated sections to the five minute interval under surface attracting lamp

Section									Total
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
16.4	10.8	8.4	11.2	5.2	4.4	8.4	8.4	6.0	79.2
	11.6	8.0	4.8	4.8	3.6	4.0	4.8	7.2	48.8
		13.6	5.2	4.4	4.4	2.4	2.4	3.6	36.0
			10.4	4.4	3.6	3.6	2.8	8.0	32.8
				8.8	5.2	3.2	3.6	4.8	25.6
					9.2	6.4	3.2	6.8	25.6
						8.8	7.2	8.8	24.8
							14.4	9.2	23.6
								18.8	18.8

Table 4. Distribution rate (%) of the illuminated sections to the five minute interval under underwater attracting lamp

Section									Total
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
8.4	7.6	8.0	11.2	6.4	4.4	6.8	4.4	2.4	59.6
	7.6	8.0	7.2	6.8	4.8	4.8	6.0	4.8	50.0
		3.6	8.0	5.6	6.4	7.2	5.6	4.4	40.8
			6.4	7.2	8.0	6.8	8.4	6.0	42.8
				8.4	10.0	8.0	6.4	5.2	38.0
					10.0	7.6	10.8	10.0	38.4
						10.0	15.6	15.2	40.8
							16.0	24.4	40.4
								29.6	29.6

분포를 보면, 水上燈의 경우가 水中燈에 비해 구간에 따른 분포차가 많았다.

점등구간에서의 총 분포율은 水上燈의 경우, 소등간격이 1분일때 62.4%로서 가장 높았고, 5분일때 35.0%였으며, 水中燈의 경우 소등간격이 1분일때 23.8%로써 가장 낮았으며, 5분일때 42.2%로 나타났다.

소등간격에 따른 魚類分佈를 보면 水上燈과 水中燈의 구별없이 소등간격이 1분일때가 5분일때보다 점등구간에 분포차가 많았으며 어류가 머무르지 않는 구간도 있었다. 따라서 소등간격에 따라 점등구간에서의 분포상태가 서로 다른 안정상태를 나타내고 있어, 魚種마다 光의 소등시간에 따라 안정상태가 다르게 나타날 것으로 생각된다.

## 2. 最終區間에서의 誘導率의 變化

誘導燈을 모두 점등하였다가 1燈씩 순차적으로 소등해 갈때, 水上誘導燈과 水中誘導燈에 대한

최종구간에서의 誘導率의 변화는 誘導燈의 소등간격이 1분일때의 변화는 Fig.2와 같고, 소등간격이 5분일때의 변화는 Fig.3과 같다.

水上燈과 水中燈에 대한 誘導率의 변화는 소등간격이 1분일때는 Fig.2와 같이 誘導燈이 점등된 후 5분(5번째 誘導燈이 소등된 후)까지는 뚜렷한 차이는 나타나지 않았으나 그 이후에는 水上燈에 의한 誘導率이 급속히 증가하였으나 水中燈에 의한 誘導率은 일정한 증감추세를 나타내지 않고 다소 불안정하게 변동하였다. 소등간격이 5분일때는 Fig.3과 같이 誘導燈이 점등된 후 25분경(5번째 誘導燈이 소등된 후)까지는 시간이 경과 할에 따라 誘導率의 변화가 일정한 증감추세를 보이지 않고 계속 불안정하게 변동하였고, 水上燈과 水中燈에 의한 誘導率의 차이는 뚜렷하지 않았으며, 그 이후부터는 誘導率의 증가추세가 뚜렷하였는데 水上燈의 경우보다 水中燈에 의한 誘導率이 더 높았다.

최종구간에만 誘導燈이 점등되었을때의 誘導率

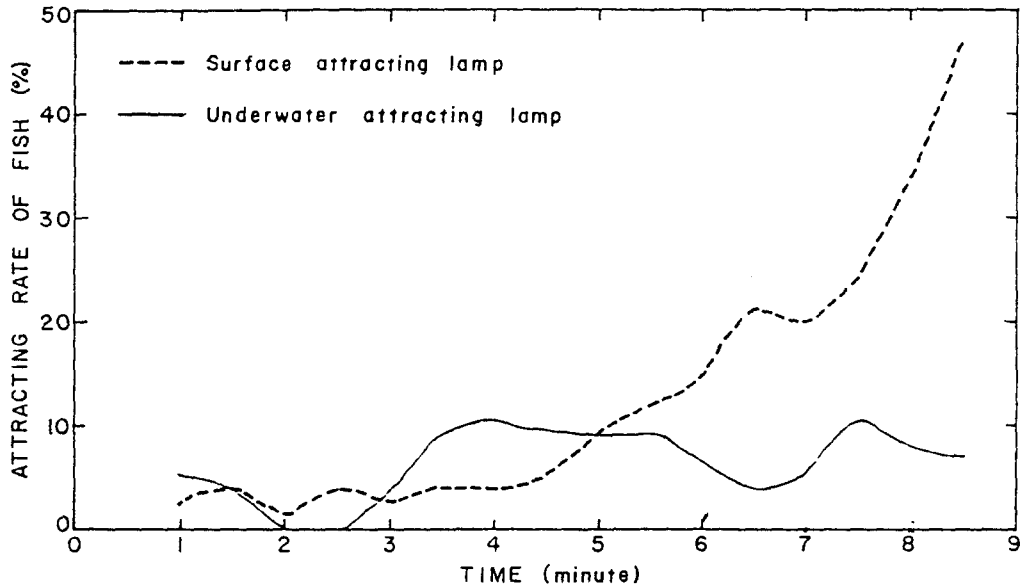


Fig. 2. Variations of attracting rate in the last section to the one minute interval as illuminating time elapsed.

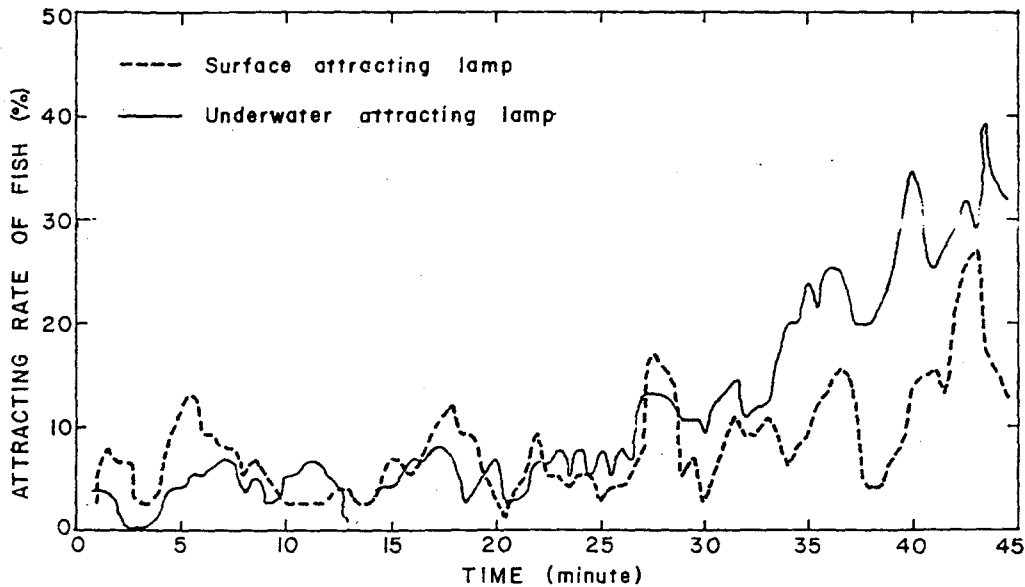


Fig. 3. Variations of attracting rate in the last section to the five minute interval as illuminating time elapsed.

은 水上燈을 1분 간격으로 소등할때 58.0%로 가장 높았고, 다음이 水中燈을 5분 간격으로 소등할때 29.6%, 水上燈을 5분 간격으로 소등할때 18.8%였으며 水中燈을 1분 간격으로 소등할때 2.0%로 가장 낮았다.

誘導燈의 설치방법에 따른 照明領域에 대하여,

Nikonorov(1959)는 100 W의 전구 4개(400 W)를 92 m의 간격으로 배열했을 때의 照明領域이 900 W의 전구 1개를 설치하였을 때와 같았다는 것을 보고한 바 있어, 본 실험에 사용한 0.5 W의 전구 9개를 55 cm의 간격으로 배열한 방법이 照明領域을 넓히는데 기여하였다고 생각된다.

要 約

誘導燈列로써 集魚된 魚類를 목적 장소까지 誘導하기 위하여 9개의 誘導燈을 동시에 점등한 후 1燈씩 순차적으로 소등하는 방법으로 능성어 *Epinephelus Septemfasciatus*에 光刺戟을 주었을 때의 반응을 水上誘導燈과 水中誘導燈으로 구분 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 誘導燈의 점등구간에서의 魚類分布는

- 1) 소등한 구간에 인접한 소등구간에 다소 많이 분포하였다.
- 2) 水上誘導燈에 의한 魚類分布가 水中誘導燈에 비해 인접구간에 따른 분포차가 더 컸다.
- 3) 誘導燈의 소등간격이 1분일때는 水上誘導燈이, 소등간격이 5분일때는 水中誘導燈에 의한 분포가 각각 더 많았다.

2. 最終區間에서의 誘導率의 변화는

- 1) 시간이 경과함에 따라 誘導率이 증가하는 경향을 보였다.
- 2) 誘導燈의 소등간격이 1분일때는 水中誘導燈에 의한 誘導率이, 소등간격이 5분일때는 水上誘導燈에 의한 誘導率이 각각 더 높았다.

文 獻

1. Arimoto, T., H. Shiba and M. Inoue (1979a): On the optomotor reaction of fish relevant to fishing method (4). J. Tokyo Unive. Fish. 66, 23-25. (in japanese)
2. Arimoto, T., H. Shiba and M. Inoue (1979b): On the optomotor reaction of fish relevant to fishing method (5). *ibid.* 66, 37-46. (in japanese)
3. Ben-Yami, M. (1976): Fishing with light. Fishing News Books Ltd., London. 35-100.
4. Fridman, A. L. (1973): Theory and design of commercial fishing gear. Keter Press, Jerusalem. 441-455.
5. Inoue, M. (1963): Fish schools attracted by

- light stimuli observed in the operation of Hasso-Ami or Eight-Boat-Lift-Net. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 29, 925-927. (in japanese)
6. 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, 139-150.
7. Kawamoto, N. Y. and T. Niki (1952): An experimental study on the effect of leading fish by fish attraction lamps. *ibid.* 1, 175-196.
8. Kilma, E. F. (1971): The automated fishing platform. Modern Fishing Gear of the World 3. 498-501.
9. Kuroki, T. and M. Chuman (1953): Study on the shunning light for fisheries I. About the brandished light beam. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 18, 26-29. (in japanese)
10. 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.
11. Nikonorov, I. V. (1971): Methods of continuous fishing. Keter press, Jerusalem. 20-43.
12. Oka, M. (1951): An experimental study on attraction of fishes to light. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 16, 223-234. (in japanese)
13. Sasaki, T. (1950): On the color of the fish attraction lamp. *ibid.* 16, 295-298.
14. Takahashi, T. (1978): The effects of sweeping membranous light on the swimming behaviour of fish. *ibid.* 44, 869-874. (in japanese)
15. Wickham, D. A. (1973): Attracting and controlling coastal pelagic fish with nightlights. Trans. Amer. Fish. Soc. 4, 816-825.
16. Yang, Y. R. (1987): Phototaxis of fish (6). Bull. Korean Fish. Tech. Soc. 23, 27-33 (in Koeran).