

## 誘導燈에 대한 우럭볼락의 反應

梁 龍 林

釜山水產大學校

(1996년 1월 3일 접수)

### Response of Armored rockfish, *Sebastes hubbsi* to the Attraction lamp

Yong - Rhim YANG

\*National Fisheries University of Pusan

(Received January 3, 1996)

#### Abstract

The author examined the response of Armored rockfish, *Sebastes hubbsi* [MATSUBARA] to the surface attracting lamps (0.5 W, 0.8 W, 1 W) line in the experimental water tank (550L × 58 W × 73H cm).

The attraction rate was investigated in accordance with the intervals of lighting and putting out hour (1, 5 minute) when each of the attraction lamps was gradually switched off after they were switched on all at once.

The results are as follows :

1. Total distribution rate of fish in the illuminated section was 61.6% (mean 12.3%) in case of 1 minute interval, and 41.0% (mean 8.2%) in case of 5 minutes interval.

2. Mean distribution rate of fish at the illuminated section :

① Distribution rate at interval of 1 minute were 12.7% in 0.8 W, 12.4% in 0.5 W and 11.9% in 1 W respectively.

② Distribution rate at interval of 5 minutes were 9.0% in 1 W, 8.6% in 0.8 W and 7.0% in 0.5 W respectively.

3. Attraction rates of the last section showed a little increasing as illuminating time elapsed. A difference of attraction rates according to lighting source in 1 minute interval was bigger than that in 5 minute interval.

4. Attraction rate of fish in only last section switched on :

① Attraction rate at interval in case of 1 minute were 52.0% in 0.8 W, 46.7% in 0.5 W and 45.3% in 1 W respectively.

② Attraction rate at interval in case of 5 minutes were 32.0% in 1 W, 24.0% in 0.8 W and 14.7% in 0.5 W respectively.

## 緒 論

人工光源을 이용하는 어업은 고대로부터 이용 및 개발하여 왔으며 최근에는 각 漁法에 따른 光源의 선택, 光力의 조정 및 點燈方法에 대한 보다 구체적인 조사가 어구별, 어종별, 어장별로 진행되고 있음을 Fridman(1973)이 밝힌 바 있다.

人工光源이 어류의 행동에 제어역할을 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 콩치, 전갱이, 고등어, 정어리, 멸치 등을 대상으로 조사한 바 있으나 어획효과를 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* (1979a,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 벵에돔과 송사리를, 誘導燈列을 이용한 어류의 誘導에 대해서는 An and Yang (1987, 1992)이 말쥐치, 볼락과 감성돔에 대하여, Yang (1992)이 쥐치에 대하여 보고한 것을 제외하고는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 水上誘導燈列에 대한 우럭볼락의 행동양상을 誘導燈의 종류 및 消燈週期에 따라 구분 조사하여 각 點燈區間에서의 魚類分布와 최종유도구간에서의 誘導(照明)時間에 따른 誘導率의 변화 등을 조사 분석하여, 光(誘導燈)을 이용하는 漁業 및 飼育管理分野의 기초자료를 제공하는 데 기여하고자한다.

## 材料 및 方法

### 1. 材料(試魚)

본 실험에 사용한 어류는 체장 12~21 cm인 우럭볼락, *Sebastes hubbsi* [MATSUBARA] 로써, 6

개의 循環濾過式 飼育水槽에 분산하여 10 일 이상 적응시킨 다음 실험에 사용하였으며, 총 마리수는 200 마리 이상이었다. 수조의 水質管理를 위하여 S. T. meter (Tsurumi Seiki # 1D)와 D. O. meter (Delta # 1010)를 사용하여 수온, 염분 및 용존산소 등을 조정하였으며 실험시의 수온 범위는 19~21℃ 였다.

## 2. 實驗裝置

### 1) 實驗水槽

수조는 콘크리트로 만들었고 내부에 무광택 회색페인트칠을 한 循環濾過式 水槽(550L×58W×73H cm)로써 暗室 내에 설치하였는데 그 개략도는 Fig. 1과 같다. 수조의 길이 방향으로 가느다란 백색페인트선을 그어 10 개의 등간격(55 cm)으로 나누어 한쪽 끝에서부터 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 구간으로 정하였으며, 0 구간과 1 구간의 경계에 탈착식 칸막이를 설치하였으며, 수심은 60 cm로 유지하였다. 光源은 10 개 구간의 중앙에 각각 1 개씩 설치하였는데, 適應燈 1 개와 誘導燈 9 개로 구성되었다. 適應燈은 0 구간에, 誘導燈은 1~9 구간에 장치하되, 수면상 20 cm 되는 곳에 각각 설치하였다.

### 2) 光刺戟源

光刺戟源은 光調整裝置와 光源으로 구성하였다. 光調整裝置는 10 개의 타이머(National MHPM)로 구성되어 있는데, 각 燈마다 1 개의 타

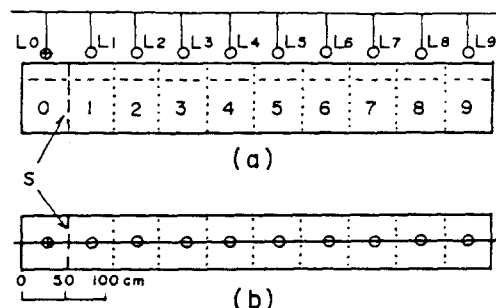


Fig. 1. Schematic diagram of the experimental tank.

(a) : side view ; (b) : plane view ;

L<sub>0</sub> : adaptation lamp ; L<sub>1</sub> ~ L<sub>9</sub> : attraction lamp ;

s : adaptation screen

이머가 연결되어 適應燈과 誘導燈의 點燈時間을 조정하게 되어있다. 適應燈의 點燈時間은 20 분으로 고정하였으며, 誘導燈의 點燈時間은 消燈週期가 1 분과 5 분으로 구분 조정하여 n 번째 誘導燈의 點燈時間이 n 분과 5n 분이 되게 하였다.

光源은 適應燈과 誘導燈의 구별없이 0.5 W, 0.8 W, 1 W의 3종의 白色電球를 각각 사용하였다. 각燈은 지향성을 갖고 한 구간에만 직접 조사되도록 PVC 파이프를 씌웠고, 한 구간에서의 밝기 차이를 줄이기 위하여 아래쪽에 tracing paper로 된 filter를 각각 부착하였다. 이들 光源들은 자동전압조정기와 D.C. Stabilizer (Kingshill # cp84)를 이용하여 전압을 안정시켜 빛의 세기가 각각 일정하게 하였다.

### 3) 實驗方法

각 실험은 사육수조에서 적용된 우럭볼락 5 마리를 칸막이로 막혀진 실험수조의 0 구간에 옮기고 50 분간 암순응 시킨 후, 適應燈을 점등하여 20 분간 明順應 시키는데 適應燈을 점등한 후, 15 분이 경과했을 때 칸막이를 제거하고, 그 후 適應燈이 소등됨과 동시에 9 개의 誘導燈을 모두 점등하고 1 구간부터 1燈씩 순차적으로 소등하면서 誘導燈이 점등된 구간에 대하여 우럭볼락들의 정체여부를 매 30 초 간격으로 消燈週期가 1 분일 때 18 회(9 분간), 5 분일 때 90 회(45 분간) 각각 조사한 마리 수로써 각 구간별 우럭볼락의 分布 및 誘導率을 산출하였다. 이와 같은 실험을 3 종의 光源에 대하여 각각 구분 조사하였는데 야간에만 실시하였다. 이때 光에 대한 순응을 피하기 위하여 매 실험마다 다른 개체를 사용하여 5 회 이상 조사하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 初期分布

우럭볼락에 光刺戟을 가하지 않았을 때 수조내

의 個體分布는 Table 1과 같다. Table 1과 같이 총 30 회(150 마리) 조사했을 때의 個體分布는 1 구간에서 27.3%로 가장 많이 모였고 다음이 0 구간의 20.7%, 2 구간의 15.3%의 순이었고, 7 구간에 0.7%로 가장 적게 나타났으며 한(0)구간 쪽에서 멀어짐에 따라 分布率이 대체로 적어졌으며, 양단 구간의 개체분포차가 다소 있었다. 이것은 회유성이 적고 암초사이에 서식하는 습성이 있는 우럭볼락에게 양단구간이 은신처 역할을 하기 때문이라고 생각된다.

### 2. 點燈區間에서의 魚類分布

水上誘導燈 9 개를 모두 점등한 후 1 구간부터 순차적으로 1燈씩 소등하는 光조작방법을 이용하여 조사한 誘導燈의 점등구간에서의 우럭볼락의 分布는, 消燈週期를 1 분으로 하였을 때 Table 2와 같고, 消燈週期를 5 분으로 하였을 때 Table 3과 같다.

점등구간에서의 우럭볼락의 總分布率은 消燈週期가 1 분인 경우 61.6%, 消燈週期가 5 분인 경우 41.0%로 消燈週期에 따른 차이가 컸었다. 이것은 대부분 점등구간에 분포한 쥐치의 96.9%, 98.4% (Yang, 1992) 보다 光照射領域에 적게 모였다.

점등구간에서의 우럭볼락의 平均分布率은 消燈週期가 1 분일 때의 12.3%가 5 분일 때의 8.2% 보다 다소 높았으나 쥐치의 19.4% 및 19.7%(Yang, 1992) 보다는 낮았다. 光源별로 보면, 消燈週期가 1 분인 경우 12.7% (0.8 W), 12.4% (0.5 W), 11.9% (1 W)의 순으로 나타났고, 消燈週期가 5 분인 경우 9.0% (1 W), 8.6% (0.8 W), 7.0% (0.5 W)의 순으로 나타났다. 이것은 1 W의 전원내에 대하여 소등주기가 1 분인 경우 볼락의 0.8% 및 감성돔의 3.9%, 소등주기가 5 분인 경우 볼락의 8.6% 및 감성돔의 0.8% (An and Yang, 1992) 보다 훨씬 높은 平均分布率을 보였다.

점등된 구간의 수에 따른 우럭볼락의 平均分布

Table 1. Distribution rate(%) of *Sebastes hubbsi* in each section under dark condition

Section											Total
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
20.7	27.3	15.3	9.3	12.0	2.0	1.3	0.7	2.7	8.7	100	

率은 消燈週期와 光源의 세기에 관계없이 점등된 誘導燈의 수가 적어짐에 따라 점진적으로 分布率 이 증가하였으나 다소 불안정하게 변동하였다.

점등구간에서의 우럭불락의 분포는 消燈週期가 1 분인 경우는 대체로 소등구간과 멀리 떨어진 2 개의 구간 쪽에 다소 많이 모였으나, 消燈週期가 5 분인 경우는 대체로 소등구간과 인접한 구간 쪽에 많이 모였다.

따라서 우럭불락은 光에 의한 驅集 및 誘導效果가 거의 없는 어종으로 생각되나, 水上燈을 이용한 養殖 및 活魚輸送에는 다소 기여할 것으로는 생각 된다.

### 3. 最終區間에서의 誘導率의 變化

誘導燈을 모두 점등하였다가 1 燈씩 순차적으로 소등해 갈 때, 水上誘導燈에 대한 최종구간에서의

照明時間에 따른 誘導率의 변화는 誘導燈의 消燈週期가 1 분일 때는 Fig. 2와 같고, 消燈週期가 5 분일 때는 Fig. 3과 같다.

水上誘導燈에 대한 誘導率의 변화는, 消燈週期가 1 분일 때는 Fig. 2와 같이 照明時間이 경과함에 따라 誘導率이 다소 증가추세를 보였는데 0.8 W의 경우가 誘導率이 높았으며 0.5 W와 1 W의 경우는 비슷하였다. 光源별로는 0.5 W의 경우 점등 후 4 분(4번째 誘導燈이 소등된 후)까지는 일정한 증감추세를 나타내지 않았으나 그 이후에는 誘導率이 증가하였는데 7 분이 경과한 후에는 더 증가하였다. 0.8 W의 경우 점등 후 3 분(3번째 誘導燈이 소등된 후)까지는 誘導率이 감소하였고 3-5 분 사이에는 다소 증가하였으며 5 분이 경과 후에는 誘導率이 더 증가하였다. 1 W의 경우 점등 후 5 분(5번째 誘導燈이 소등된 후)까지는 誘導率이 증가

Table 2. Distribution rate(%) of fish in every illuminated section when the attraction lamps were switched off 1 minute interval in order

Light intensity (W)	Elapsed time (min)	Section									Average	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0.5	1	28.0	16.0	6.0	16.0	6.0	-	4.0	-	4.0	8.9	
	2		8.0	32.0	8.0	8.0	4.0	-	8.0	2.0	8.8	
	3			18.0	18.0	14.0	4.0	8.0	12.0	4.0	11.1	
	4				12.0	8.0	22.0	8.0	8.0	2.0	10.0	
	5					12.0	18.0	6.0	12.0	6.0	10.8	
	6						12.0	12.0	22.0	16.0	15.5	
	7							18.0	18.0	24.0	20.0	
	8		<i>Sebastes hubbsi</i>							18.0	18.0	18.0
	9									58.0	58.0	
0.8	1	2.0	20.0	6.0	-	-	2.0	2.0	8.0	32.0	8.0	
	2		4.0	-	8.0	2.0	8.0	8.0	26.0	18.0	9.3	
	3			16.0	10.0	14.0	4.0	4.0	22.0	14.0	12.0	
	4				6.0	14.0	6.0	2.0	10.0	18.0	9.3	
	5					6.0	6.0	10.0	18.0	20.0	12.0	
	6						12.0	6.0	14.0	18.0	12.5	
	7							8.0	12.0	36.0	18.7	
	8		<i>Sebastes hubbsi</i>							14.0	50.0	32.0
	9									54.0	54.0	
1	1	20.0	18.0	18.0	14.0	2.0	2.0	4.0	10.0	2.0	10.0	
	2		6.0	12.0	20.0	12.0	4.0	6.0	8.0	8.0	9.5	
	3			10.0	6.0	4.0	10.0	14.0	14.0	14.0	10.3	
	4				2.0	2.0	-	-	14.0	26.0	7.3	
	5					8.0	4.0	2.0	4.0	36.0	10.8	
	6						2.0	12.0	6.0	30.0	12.5	
	7							2.0	22.0	34.0	19.3	
	8		<i>Sebastes hubbsi</i>							16.0	28.0	22.0
	9									48.0	48.0	

誘導燈에 대한 우럭볼락의 反應

Table 3. Distribution rate(%) of fish in every illuminated section when the attraction lamps were switched off 5 minute interval in order

Light intensity (W)	Elapsed time (min)	Section									Average	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0.5	5	16.4	10.8	8.4	11.2	4.8	4.4	8.4	8.4	6.0	8.8	
	10		11.6	7.2	4.8	4.8	3.6	4.0	5.2	6.8	6.0	
	15			13.6	5.2	4.4	4.4	2.4	2.4	3.6	5.1	
	20				10.4	4.4	3.6	4.0	2.8	8.0	5.5	
	25					8.8	5.2	3.2	3.6	4.8	5.1	
	30						9.2	6.4	3.2	6.8	6.4	
	35							8.8	7.2	8.8	8.3	
	40		Sebastes hubbsi							14.4	9.2	11.8
	45									18.8	18.8	
0.8	5	11.2	8.0	8.0	8.0	8.0	6.8	4.0	8.0	6.0	7.6	
	10		9.6	10.0	6.4	6.0	5.2	7.2	4.8	3.2	6.6	
	15			10.4	6.0	7.6	6.0	6.4	5.6	5.6	6.8	
	20				12.0	8.4	6.0	8.0	4.8	6.8	7.7	
	25					11.2	7.6	6.0	7.6	6.4	7.8	
	30						18.0	10.0	7.2	6.4	10.4	
	35							14.8	8.0	6.8	9.9	
	40		Sebastes hubbsi							17.6	17.6	17.6
	45									27.6	27.6	
1	5	17.2	12.0	10.0	10.4	6.0	4.4	6.4	4.4	4.4	8.4	
	10		12.8	10.0	11.6	6.8	8.8	6.0	10.0	5.2	8.9	
	15			16.0	6.8	4.4	5.6	5.2	8.0	8.0	7.7	
	20				13.6	5.6	5.6	6.8	7.6	11.2	8.4	
	25					14.4	5.2	4.4	7.6	7.2	7.8	
	30						9.6	9.2	5.2	8.0	8.0	
	35							8.8	4.8	14.8	9.5	
	40		Sebastes hubbsi							16.4	11.2	13.8
	45									28.4	28.4	

하였고 5-8 분 사이는 다소 감소추세를 나타냈으며 그 이후에는 다소 증가하였다. 최종구간에만 誘導燈이 점등되었을 때의 最終誘導率은 0.8 W의 경우 52.0%, 0.5 W의 경우 46.7%, 1 W의 경우 45.3%의 순으로 나타났으며, 평균 48.0% 였다.

消燈週期가 5 분일 때는 Fig. 3과 같이 照明時間이 경과함에 따라 誘導率의 변화는 일정한 증감추세를 나타내지 않고 계속 불안정하게 변동하였으나 다소 증가하는 경향을 보였다. 光源별로는 3 光源 모두, 점등후 30 분(6 번째 誘導燈이 소등된 후)까지는 誘導率이 일정한 증감추세를 나타내지는 않았으나 그 이후에는 다소 증가하였는데 光源에 따른 차이는 비교적 뚜렷하지 않았다. 최종구간에만 誘導燈이 점등되었을 때의 最終誘導率은 1 W의 경우 32.0%, 0.8 W의 경우 24.0%, 0.5 W의 경

우 14.7%의 순으로 나타났으며 평균 23.6%로 消燈週期가 1 분의 경우 보다 낮았다.

이와같이 최종구간에서의 照明時間에 따른 誘導率이 다소 증가하는 것은 볼락(An and Yang, 1992)의 경우와 같았고 말쥐치(An and Yang, 1987)와 쥐치(Yang, 1992)의 경우보다는 증가추세가 훨씬 둔화되어 이 어종은 集魚燈을 이용한 어업대상로서의 가치가 있다고는 생각되지 않는다.

한편, Nikonorov(1959)는 킬카(Kilka)를 유도하는데 있어 100 W 전구 4개를 92 m 간격으로 직선배열하였을 때 조명영역은 900 W 전구 1개의 경우와 같다고 하였는데, 본 실험에서도 3종의 전구(0.5 W, 0.8 W, 1 W) 9개를 각각 55 cm 간격으로 직선배열한 것은 4.5 W, 7.2 W, 9 W의 전구 1개씩을 점등하였을 때보다 照射領域이 크다고 할 수 있

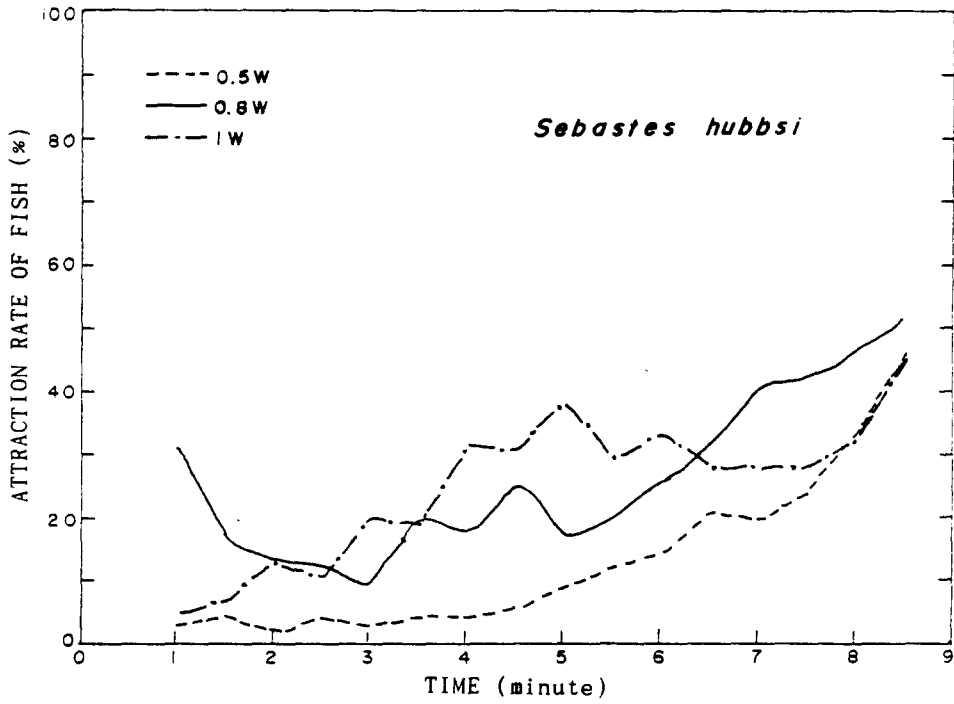


Fig. 2. Variation of attraction rate in the last section to the 1 minutes interval as illuminating time elapsed.

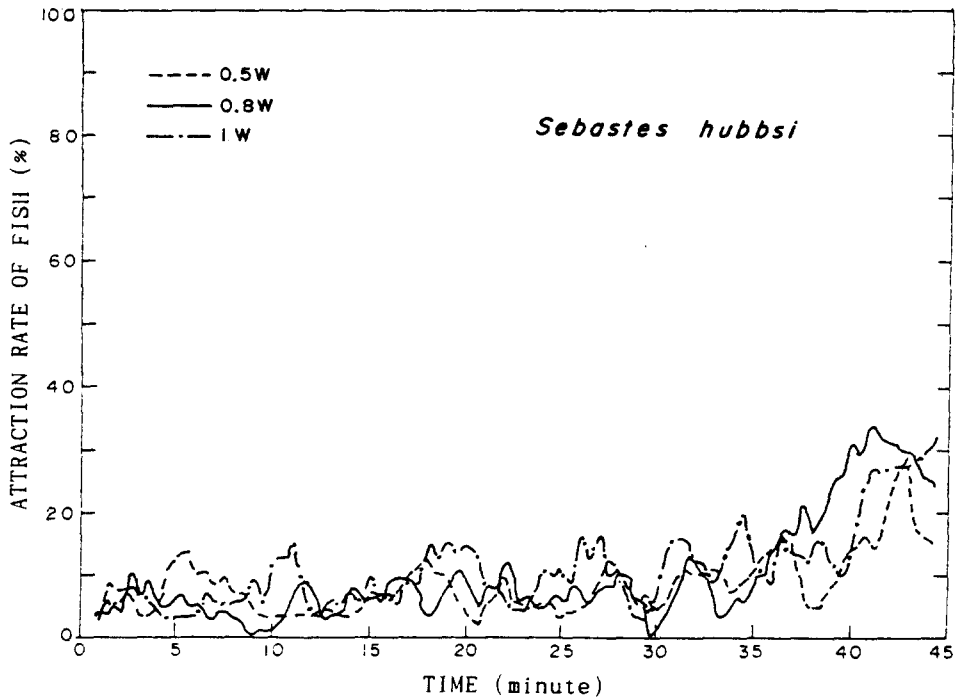


Fig. 3. Variation of attraction rate in the last section to the 5 minutes interval as illuminating time elapsed.

다. 이와같이 燈을 적절히 배열하는 방법은 빛의 이용효과를 증대시킬 수 있을 것이라 생각된다.

### 要 約

誘導燈列로서 集魚된 어류를 목적 장소까지 유도하기 위하여, 9 개의 誘導燈을 동시에 점등한 후 1 燈씩 순차적으로 소등하는 방법으로 우럭볼락, *Sebastes hubbsi* [MATSUBARA]에 光刺戟을 주었을 때의 反應을 3종의 水上誘導燈(0.5 W, 0.8 W, 1 W)과 2 가지 消燈週期(1 분, 5 분)로 구분 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 점등구간에서의 우럭볼락의 總分布率은 消燈週期가 1 분인 경우 61.6% (평균 12.3%), 消燈週期가 5 분인 경우 41.0% (평균 8.2%)로 光에 대한 유도효과가 적은 어종으로 나타났다.

2. 점등구간에서의 우럭볼락의 平均分布率은

① 消燈週期가 1 분인 경우 12.7% (0.8 W), 12.4% (0.5 W), 11.9% (1 W)의 순으로 나타났다.

② 消燈週期가 5 분인 경우 9.0% (1 W), 8.6% (0.8 W), 7.0%(0.5 W)의 순으로 나타났다.

3. 최종구간에서의 照明時間의 경과에 따른 誘導率의 변화는 다소 증가 추세를 보였는데, 消燈週期가 5 분일 때 보다 1 분일 때 光源의 종류에 따른 차이가 컸다.

4. 최종구간에만 점등되었을 때의 우럭볼락의 最終誘導率은

① 消燈週期가 1 분인 경우 52.0% (0.8 W), 46.7% (0.5 W), 45.3% (1 W)의 순으로 나타났다.

② 消燈週期가 5 분인 경우 32.0% (1 W), 24.0% (0.8 W), 14.7% (0.5 W)의 순으로 나타났다.

### 謝 辭

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

### 文 獻

An Y. I. and Y. R. Yang (1987) : Response of file fish to the attracting lamp. Bull. Korean Fish. Tech.

Soc. 23, 169 ~ 176 (in Korean).

An Y. I. and Y. R. Yang (1992) : Response of sting fish and black porgy to the attracting lamp. *ibid.* 28, 1 - 9 (in Korean).

Arimoto, T., H. Shiba and M. Inoue (1979a) : On the optomotor reaction of fish relevant to fishing method(4). J. Tokyo Univ. Fish. 66, 23 - 25 (in Japanese).

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).

Ben Yami, M. (1976) : Fishing with light. Fishing News Books Ltd., London. 35 - 100.

Fridman, A. L. (1973) : Theory and design of commercial fishing gear. Keter Press, Jerusalem. 441 - 455.

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).

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.

Kawamoto, N. Y. and T. Niki (1952) : An experimental study on the effect of leading fish by fish attraction lamps. *ibid.* 1, 175 - 196.

Kilma, E. F. (1971) : The automated fishing platform. Modern Fishing Gear of the World 3, 498 - 501.

Kuroki, T. and M. Chuman (1953) : Study on the shunning light for fisheries - I, About the branched light beam. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 18, 26 - 29 (in Japanese).

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.

Nikonorov, I. V. (1971) : Methods of continuous fishing. Keter press, Jerusalem. 20 - 43.

Oka, M. (1951) : An experimental study on attraction of fishes to light. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 16, 223 - 234 (in Japanese).

Sasaki, T. (1950) : On the color of the fish attraction

- lamp. *ibid.* 16, 295 - 298.
- Takahashi, T. (1978) : The effects of sweeping membranous light on the swimming behaviour of fish. *ibid.* 44, 869 - 874 (in Japanese).
- Wickham, D. A. (1973) : Attracting and controlling coastal pelagic fish with nightlights. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 4, 816 - 825.
- Yang, Y. R. (1992) : Response of File fish, *Stephanolepis Cirrhifer* to the attracting lamp. *Bull. Korean Fish. Tech. Soc.* 28, 243 - 251 (in Korean).