

## 誘導燈에 대한 쥐치의 反應\*

梁 龍 林

釜山水產大學校

(1992년 8월 19일 접수)

### Response of File fish, *Stephanolepis Cirrhifer* to the Attracting lamp\*

Yong-Rhim YANG

National Fisheries University of Pusan

(Received August 19, 1992)

The author examined the response of File fish, *Stephanolepis Cirrhifer* (TEMMINCK et SCHLEGEL) to the surface attracting lamps (0.5 W, 0.8 W, 1 W) line in the experimental water tank (550 L×58 W×73 H cm).

The attracting rate was investigated in accordance with the interval 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. Total distribution rate of fish in the illuminated section was 96.9 % (mean 19.4 %) in case of 1 minute interval, and 98.4 % (mean 19.7 %) 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 19.9 % in 0.8 W, 19.3 % in 1 W and 18.9 % in 0.5 W respectively.

② Distribution rate at interval of 5 minutes were 19.8 % in 1 W, 19.8 % in 0.8 W, and 19.5 % in 0.5 W respectively.

3. Attracting rate of the last section showed increasing as illuminating time elapse without interval and lighting source.

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

① Attracting rate at interval in case of 1 minute were 98.0 % in 1 W, 97.0 % in 0.5 W and 83.0 % in 0.8 W respectively.

② Attracting rate at interval in case of 5 minutes were 99.3 % in 1 W, 97.3 % in 0.5 W and 93.3 % in 0.8 W respectively.

\* 이 논문은 1991년도 교육부지원 한국학술진흥재단의 자유공모(지방대학육성)과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

## 序 論

集魚燈를 이용하는 어업에서 集魚의 수단으로 사용한 人工光源은 초기에는 햇빛을 이용하였으나, 석유燈, 석유水中燈, 아셀탈렌燈을 거쳐 전기를 이용한 水上集魚燈 및 水中集魚燈등으로 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 수역에 머물게 한 다음, 적당한 속력으로 集魚燈을 이동함과 동시에 어군을 흩어지지 않고 목적장소까지 유도하려는 시도를 한 바 있다.

人工光源이 어류의 행동에 제어역할을 한다는 것을 Kuroki and chuman(1953)이 잉어를, Takahashi(1978)는 양어를 대상으로 조사한 바 있다. 또, 人工光源에 대한 어류의 유도에 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 시각행동반응에 대하여 Kawamoto and Kobayashi(1952)는 삼치와 돌돔을, Arimoto 등(1979a, b)은 무지개송어를 대상으로 조사한 바 있고, 어류의 주광성의 측면에서는 Oka(1951)가 송사리, 붕어, 미꾸라지, 새우 등을, Kawamoto and Niki(1951)는 뱀어돔과 송사리를, Yang(1987)은 능성어에 대하여 보고한 바 있으며, 誘導燈列을 이용한 어류의 유도에 대해서는 An and Yang(1992)이 불락과 감성돔에 대하여 보고한 것을 제외하고는 거

의 없는 실정이다.

본 연구에서는 誘導燈列로써 쥐치를 목적장소까지 유도하기 위하여, 9개의 誘導燈을 동시에 모두 점등한 후, 한 燈씩 소등하였을 때의 誘導燈의 종류(0.5W, 0.8W, 1W) 및 消燈週期(1분, 5분)에 대한 쥐치의 행동양상을 규명하여 각 점등구간에서의 魚類分布와 최종유도구간에서의 유도(조명)시간에 따른 誘導率의 변화 등을 조사 분석하여, 光(誘導燈)을 이용하는 어업 및 사육분야의 기초자료를 제공하는데 기여하고자 한다.

## 材料 및 方法

## 1. 材料試魚

본 실험에 사용한 어류는 체장 11~13cm인 쥐치, *Stephanolepis cirrhifer* (TEMMINCK et SCHLEGEL)로써, 6개의 循環式濾過飼育水槽에 분산하여 10일 이상 적응시킨 다음 시험에 사용하였으며, 총 마리수는 200마리 이상이었다. 수조의 수질관리를 위하여 S. T. meter(Tsurumi Seiki # 1D)와 D. O. meter(Delta # 1010)를 사용하여 수온, 염분 및 용존산소 등을 조정하였다. 실험수온 범위는 16~17°C였다.

## 2. 實驗裝置

## 1) 實驗水槽

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

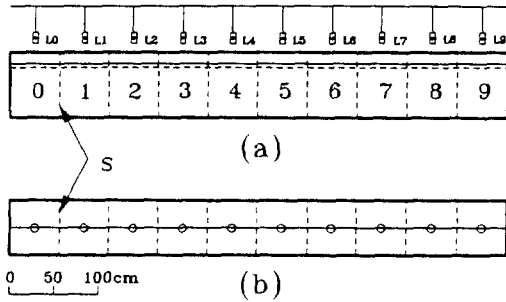


Fig. 1. Schematic diagram of the experimental tank.

(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 誘導燈은 1~9구간에 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 10개의 타이머(National MHPM)로 구성되어 있는데, 각 燈마다 1개의 타이머가 연결되어 適應燈과 誘導燈의 점등시간을 조정하게 되어 있다. 適應燈의 점등시간은 20분으로 고정하였으며, 誘導燈의 점등시간은 消燈週期가 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, 0.8 W, 1W의 3종의 전구를 각각 사용하였다. 각 燈은 지향성을 갖고 한 구간에만 직접 조사되도록 PVC파이프를 씌웠고, 한 구간에서 밝기 차이를 줄이기 위하여 아래쪽

에 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 적응된 쥐치 5마리를 칸막이로 막혀진 실험수조의 0구간에 옮기고 50분간 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 1燈씩 순차적으로 소등하면서 誘導燈이 점등된 구간에 대하여 쥐치 각 개체들의 정체여부를 매 20초 간격으로 消燈週期가 1분일때 27회(9분간), 5분일때 135회(45분간) 각각 조사한 마리수로써 각 구간별 쥐치의 分布 및 誘導率을 산출하였다. 이와 같은 실험을 3종의 광원에 대하여 각각 구분 조사하였는데 야간에만 실시하였다. 이때 光에 대한 순응을 피하기 위하여 매 실험마다 다른 개체를 사용하여 5회 이상 조사하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 初期分布

쥐치에 光刺戟을 가하지 않았을때 수조내의 개체분포는 Table 1과 같고, 개체분포율의 분포곡선은 Fig. 2와 같다.

Table 1과 같이 총 300회(1,500마리) 조사했을때의 개체분포는 1구간에서 235(15.7%)마리로 가장 많이 모였고 9구간에 98(6.53

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>Stephanolepis cirrhifer</i>	200	235	117	120	102	176	151	189	112	98	1500

%)마리로 가장 적게 모였다. Fig. 2에서 光刺戟을 가하지 않았을때의 수조내의 개체 분포율은 평균분포율(10%)과 큰 차이가 없이 대체로 고르게 분포하였다. 光刺戟을 가했을때의 각 구간에서의 分布率(Table 2, 3 및 Fig. 3, 4)과 비교해 볼때, 각 구간에서의 각 구간에서의 分布率에 Fig. 2의 값들을 가감하여도 그 형태에는 큰 변화가 없었다. 따라서 光刺戟을 가했을때의 분포율과 가하지 않았을때의 분포율의 차이는 고려하지 않았다.

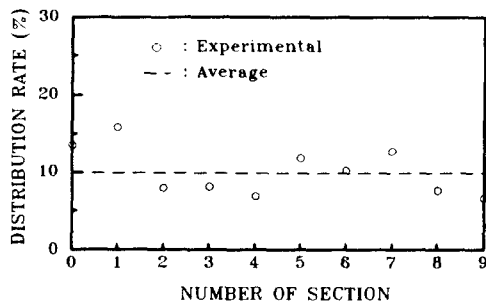


Fig. 2. Distribution rate of fish under dark condition.

## 2. 點燈區間에서의 魚類分布

誘導燈 9개를 모두 점등한 후 1구간부터 순차적으로 1燈씩 소등하는 광조작방법을 이용하여 조사한 誘導燈의 점등구간에서의 위치의 分布는, 消燈週期를 1분으로 하였을때 Table 2와 같고, 消燈週期를 5분으로 하였을때 Table 3과 같다.

점등구간에서의 위치의 총분포율은 消燈週期가 1분인 경우 96.9%, 消燈週期가 5분인 경우 98.4%로 거의 대부분 점등구간에서 분포하였다. 이것은 능성어의 62.40%, 35.00%(Yang, 1988) 보다 光 조사영역에 많이 모였다.

점등구간에서의 위치의 평균분포율은 消燈週期가 1분일때의 19.4%와 5분일때의 19.7%가 거의 비슷하였다. 消燈週期가 1분인 경우 19.9%(0.8 W), 19.3%(1 W), 18.9%(0.5 W)의 순으로 나타났고, 消燈週期가 5분인 경우 19.8%(1 W), 19.8%(0.8 W), 19.5%(0.5 W)의 순으로 나타났다. 이것은 불락의 0.8%, 3.3%, 8.6% 및 감성돔의 3.9%, 5.0%, 0.8%(Yang, 1992) 보다 훨씬 높은 평균어류분포율을 보였다.

Table 2. Distribution rate (%) of fish in every illuminated section when the attraction lamps was switched off in 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	43.3	22.0	21.3	4.7	8.0	0.7	-	-	-	11.1	
	2		34.7	34.0	11.3	7.3	6.0	-	0.7	-	11.8	
	3			34.7	22.7	17.3	6.7	5.3	12.0	1.3	14.3	
	4				21.3	30.0	14.0	16.7	11.3	2.0	15.9	
	5					24.7	18.0	29.3	18.0	3.3	18.7	
	6						20.0	42.0	28.0	6.7	24.2	
	7								32.0	40.0	20.7	48.0
	8									52.0	44.0	48.0
	9										83.3	83.3
0.8	1	-	28.7	2.7	13.3	24.0	8.7	4.7	7.3	6.7	10.7	
	2		16.7	10.7	12.7	25.3	5.3	11.3	9.3	6.0	12.2	
	3			3.3	17.3	40.0	18.7	8.0	5.3	6.0	14.1	
	4				4.7	50.7	24.7	2.7	16.0	12.0	18.5	
	5					30.0	23.3	22.0	14.7	10.0	20.0	
	6						9.3	36.0	30.0	23.3	24.7	
	7								23.3	50.0	24.0	32.4
	8									18.0	81.3	49.7
	9										98.0	98.0

誘導燈에 대한 귀치의 反應

1	1	22.0	38.0	16.0	8.0	7.3	1.3	3.3	2.7	—	11.0
	2		14.0	32.0	16.7	12.7	2.7	6.0	12.7	0.7	12.2
	3			16.0	26.7	25.3	8.7	2.7	14.7	2.0	13.7
	4				20.0	36.0	15.3	4.7	18.0	3.3	16.2
	5					28.7	30.0	20.7	17.3	4.0	20.1
	6						28.7	37.3	26.7	4.0	24.2
	7							24.7	61.3	10.0	32.0
	8								60.0	39.3	49.7
	9									85.3	85.3

Table 3. Distribution rate (%) of fish in every illuminated section when the attraction lamps was switched in 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	3.6	9.1	14.5	16.4	18.3	17.1	13.1	5.3	2.4	11.1
	10		3.1	9.3	15.7	19.5	18.8	17.5	10.9	3.3	12.3
	15			3.5	14.8	18.9	20.0	19.6	14.5	5.5	13.8
	20				6.9	18.5	24.4	24.3	16.9	8.5	16.6
	25					10.5	24.4	23.9	26.5	12.0	19.5
	30						18.1	32.7	31.2	18.1	25.0
	35			<i>Stephanolepis</i>				38.0	35.9	26.0	33.3
	40			<i>cirrhifer</i>					51.5	44.9	48.2
45									87.7	87.7	
0.8	5	6.9	17.1	11.5	10.7	15.9	10.4	9.7	13.2	1.9	10.8
	10		11.1	13.7	13.5	19.7	17.5	12.3	8.4	3.7	12.5
	15			7.6	14.5	25.7	21.1	15.7	9.6	4.8	14.2
	20				12.4	39.7	21.2	15.6	8.7	0.8	16.4
	25					24.1	30.7	26.0	15.2	5.9	20.4
	30						18.1	44.0	28.0	7.7	24.5
	35							32.5	49.5	17.7	33.2
	40								54.3	43.2	48.7
45									97.3	97.3	
1	5	15.1	19.6	11.6	4.5	7.7	6.9	7.5	16.0	10.3	11.0
	10		14.4	17.6	8.9	12.3	7.7	7.9	16.9	13.5	12.4
	15			12.9	12.7	14.7	8.7	9.6	22.8	17.3	14.1
	20				4.3	18.3	11.5	15.1	31.2	20.3	16.8
	25					13.2	12.0	18.8	34.0	25.7	23.7
	30						7.3	18.4	43.3	25.7	23.7
	35							14.5	51.6	34.0	33.4
	40								47.9	51.6	49.7
45									96.5	96.5	

점등된 구간의 수에 따른 쥐치의 평균분포율은 消燈週期에 관계 없이 점등된 誘導燈의 수가 적어짐에 따라 증가하였는데, 특히 한 구간에만 점등되었을 때 급격히 증가하였다.

점등구간에서의 쥐치의 분포는 소등한 점등구간에 인접한 두번째구간에 가장 많이, 다음에 첫번째 구간에 대체로 많이 모이는 경향을 나타냈다.

따라서 쥐치는 光에 의한 구집 및 유도효과가 있는 어종으로 생각되어, 集魚燈을 이용한 어업, 光을 이용한 양식 및 활어수송에 기여할 것으로 생각된다.

### 3. 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에 대한 최종 구간에서의 조명시간에 따른 誘導率의 변화는 誘導燈의 消燈週期가 1분일때의 변화는 Fig. 3과 같고, 消燈週期가 5분일때의 변화는 Fig. 4와 같다.

水上誘導燈에 대한 誘導率의 변화는, 消燈週期가 1분일때는 Fig. 3과 같이 조명시간이 경과함에 따라 誘導率이 증가하였는데, 0.8 W의 경우가 誘導率이 높았으며 0.5 W와 1 W의 경우에는 큰 차이를 보이지 않았다. 3광원 모두, 점등후 6분(6번째 誘導燈이 소등된 후)까지는 誘導率이 다소 증가하였으나 그 이후에는 誘導率이 급격히 증가하여, 최종구간에만 誘導燈이 점등되었을때의 最終誘導率은 1 W의 경우 98.0%, 0.5 W의 경우 97.0%, 0.8 W의 경우 83.0%의 순으로 나타났다.

消燈週期가 5분일때는 Fig. 4와 같이 조명시간이 경과함에 따라 誘導率이 증가하였는데, 1 W의 경우가 誘導率이 높았으며 다음이 0.5 W인 경우이고, 0.8 W의 경우가 가장 낮았다. 3광원 모두, 점등후 25분(5번째 誘導燈이 소등된 후)까지는 誘導率이 다소 증가하였고 25분에서 40분(8번째 誘導燈이 소등된 후)까지는 더 많이 증가하였으며 그

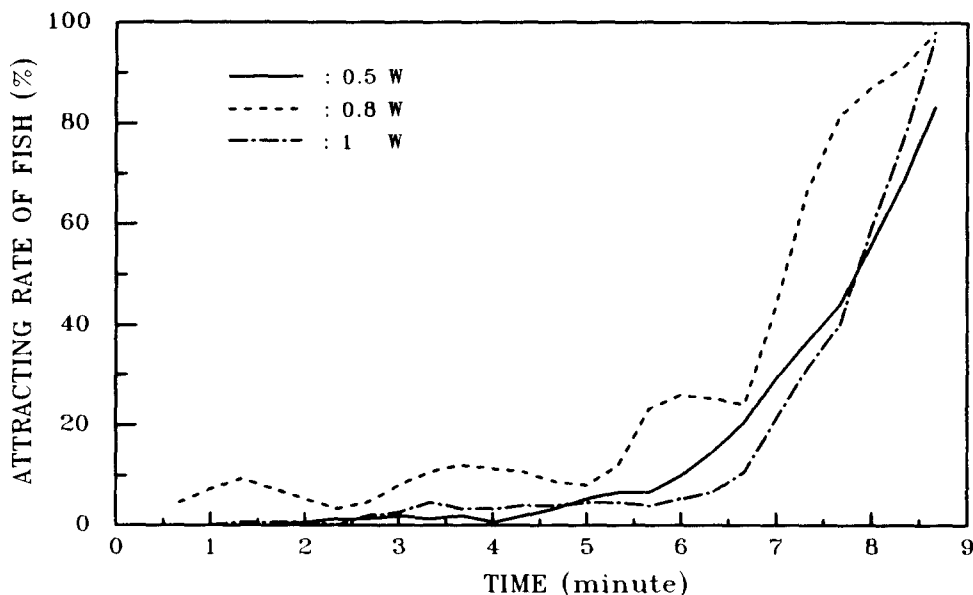


Fig. 3. Variation of attracting rate in the last section to the 1 minutes interval as illuminating time elapsed.

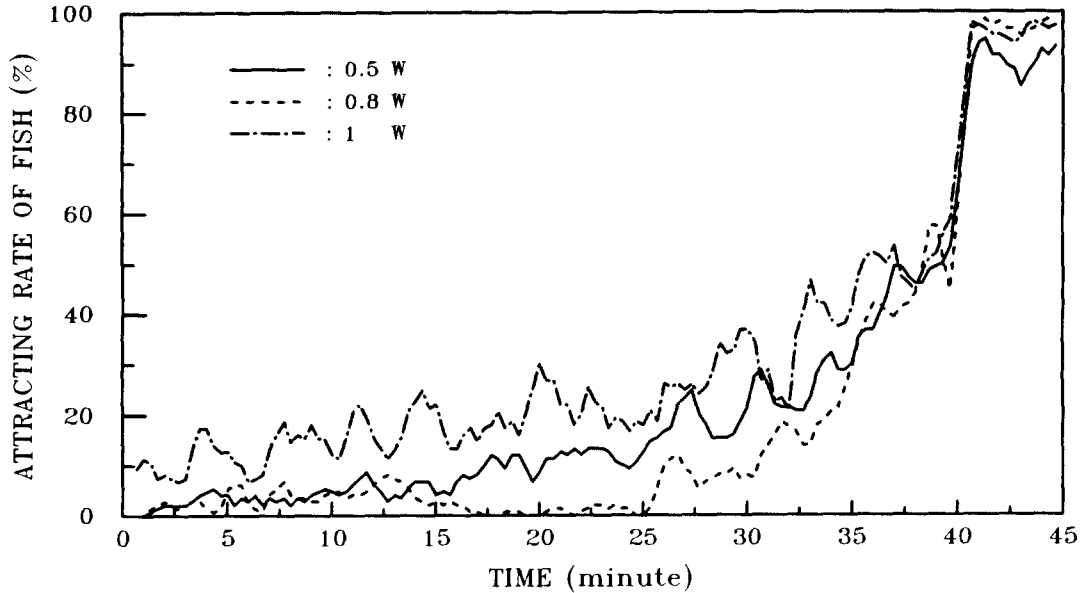


Fig. 4. Variation of attracting rate in the last section to the 5 minutes interval as illuminating time elapsed.

이후에는 誘導率이 급격히 증가하여, 최종구 간에만 誘導燈이 점등되었을때의 最終誘導率은 1 W의 경우 99.3 %, 0.5 W의 경우 97.3 %, 0.8 W의 경우 93.3 %의 순으로 나타나 消燈週期가 1분의 경우와 거의 같았다. 따라서 어류를 유도 및 구집하는데 있어서 장시간 점등하는 것이 노력과 에너지의 절약 차원에서 어중에 따라 고려하여야 할 가치가 있다고 생각된다.

이와같이 최종구간에서의 조명시간에 따른 誘導率이 증가하는 것은 말쥐치(Yang, 1988)의 경우와 같았고, 불락 및 감성돔(An and Yang, 1992)의 경우와는 다르게 나타났는데, 이 어종은 集魚燈을 이용한 어업생물로서의 가치가 있다고 생각된다.

한편, Nikonorov(1959)는 킬카(Kilka)를 유도하는데 있어 100 W 전구 4개를 92 m 간격으로 직선배열하였을때 조명영역은 900 W 전구 1개의 경우와 같다고 하였는데, 본 실험에서도 3종의 전구(0.5 W, 0.8 W, 1 W)를 55 cm 간격으로 배열한 것은 誘導燈

의 설치에 따른 시설 및 운영경비에 비해서 빛의 이용효과를 증대시킬 수 있을 것이라 생각된다.

## 要 約

誘導燈列로서 集魚된 어류를 목적 장소까지 유도하기 위하여 9개의 誘導燈을 동시에 점등한 후 1燈씩 순차적으로 소등하는 방법으로 쥐치 *Stephanolepis cirrhifer* (TEMMINCK et SCHLEGEL)에 光刺戟을 주었을 때의 반응을 3종의 水上誘導燈(0.5 W, 0.8 W, 1 W)과 2가지 消燈週期(1분, 5분)로 구분 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 점등구간에서의 쥐치의 총분포율은 消燈週期가 1분인 경우 96.9 % (평균 19.4 %), 消燈週期가 5분인 경우 98.4 % (평균 19.7 %)로 나타났다.

2. 점등구간에서의 쥐치의 평균분포율은  
 ① 消燈週期가 1분인 경우 19.9 % (0.8 W), 19.3 % (1 W), 18.9 % (0.5 W)의 순

으로 나타났다.

② 消燈週期가 5분인 경우 19.8 % (1 W), 19.8 % (0.8 W), 19.5 % (0.5 W)의 순으로 나타났다.

3. 최종구간에서의 조명시간의 경과에 따른 誘導率의 변화는 消燈週期 및 光源의 종류에 관계없이 誘導率이 증가하였다.

4. 최종구간에만 점등되었을때의 취치의 最終誘導率은

① 消燈週期가 1분인 경우 98.0 % (1 W), 97.0 % (0.5 W), 83.0 % (0.8 W)의 순으로 나타났다.

② 消燈週期가 5분인 경우 99.3 % (1 W), 97.3 % (0.5 W), 93.3 % (0.8 W)의 순으로 나타났다.

## 謝 辭

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

## 參 考 文 獻

An, Y. I. and Y. R. Yang (1987): Responses 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 conditons 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 brandished 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 membrtanous 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. (1987): Phototaxis of fish (6). *Bull. Korean Fish. Tech. Soc.* 23, 27-33 (in Korea).
- Yang, Y. R. (1988): Phototaxis of fish. Response of sea-bass to the attracting lamp. *ibid.* 24, 158-163 (in Korean).