

# 魚類의 走光性에 關한 研究(3)

—色光에 대한 돌돔과 복섬의 反應—

梁 龍 林\*

## Phototaxis of Fish(3)

—Response of Rock bream and Grass puffer to the colored lights—

Yong-rhim YANG\*

The purpose of the present study is to find the color induced maximum gathering rate and to observed the trend of the gathering rate by using two species of commercial fishes: rock bream, *Oplegnathus fasciatus* (Temminet et Schlegel) and grass puffer, *Fugu niphobles* (Jordan et Snyder).

An experimental tank(360L×50W×55H cm) was set up in a dark room. An illumination system was attached to the two end of tank to fix horizontal light intensity by combination of one light bulb(20W) and four filters (red, blue, yellow, white) and the five regulating filters in order to fix light intensity. During the experiment water depth was maintained 50 cm lever in the tank. The tank was marked into six longitudinal sections each being 60 cm long to observe the distribution of fish.

The fish were acclimatized in dark condition for 40 minutes prior to the main experiment. Upon turning on the light, the number of fish in each section was counted 40 times every 30 seconds, and the gathering rates were obtain from the average number of fish in each section.

The color induced maximum gathering rate of rock bream appeared to be red, blue, yellow and white color orderly. However, that of grass puffer appeared to be blue, white, yellow and red color orderly.

Trend of the gathering rate in illumination time showed the remarkable fluctuation in the rock bream and little difference at the two color light sources. However, trend of the gathering rate in illumination time showed the little fluctuation in grass puffer and much difference at the two color light sources.

### 緒 論

色光源에 대한 魚類의 行動은 魚種, 魚類의 成長 段階 및 기타 生活環境에 따라 다르며, 또 빛의 세기, 光源의 色彩 및 照明時間 등에 따라서도 달라진다.

Kawamoto and Takeda (1950, 1951), Ozaki (1951), Kawamoto and Konishi (1952, 1955), Kawamoto and Uno (1954), Imamura (1968) 등은 色燈에 대한 魚類의 行動이 빛의 세기 뿐만 아니라 色彩에 대한 反應도 魚種에 따라 다르다는 것을 보고한 바 있다.

\* 釜山水產大學, National Fisheries University of Busan

또, 照明時間에 따라 集魚率이 변한다는 것을 Kawamoto *et al.* (1950, 1952), Kawamoto and Konishi (1955) 등이 보고한 바 있다.

著者は 생태적으로 다른 두 海産魚, 돌돔 *Oplegnathus fasciatus* 과 복섬 *Fugu niphobles* 의 色燈에 대한 反應을 조사하여 色光源에 대한 行動의 양상을 규명하고 또, 照明時間에 따른 集魚率의 변화를 조사 고찰하므로써 集魚燈漁業의 효율적인 기초를 확립하는 데 기여 하고자 한다.

## 材料 및 方法

### 1. 材 料

본 실험에 사용한 재료는 부산 근해에서 어획된 돌돔 *Oplegnathus fasciatus* (Temminck et Schlegel) 과 복섬 *Fugu niphobles* (Jordan et Snyder)이며, 이들을 循環式濾過飼育水槽에서 10日 이상 適應시킨 다음 실험에 사용하였다 (Table 1).

Table 1. Fishes used in the experiment

Fish species	Body length (cm)	Water temp. (°C)
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	10—13	10—12
<i>Fugu niphobles</i>	8.2—10	24—30

### 2. 裝置 및 方法

實驗水槽 (360L×50W×55H cm) 는 光澤이 없는 灰色 循環式濾過飼育水槽이며, 빛은 水槽의 양쪽 끝에 있는 투명 유리창을 통하여 水中으로만 투과되게 하였으며, 水槽의 内部에는 가느다란 白色 靛인트 선을 그어 6개의 等區間으로 나누고, 각 光源쪽에서

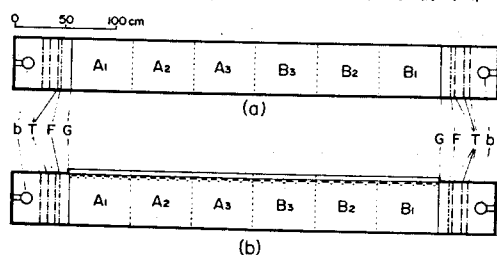


Fig. 1. Schematic diagram of the experimental tank. (a): plan view; (b): side view; b: light bulb; G: glass plate; T: filter; F: color filter

부터 각각  $A_1, A_2, A_3$  및  $B_1, B_2, B_3$ 區間이라 정하였으며, 각 區間의 길이는 60 cm 되게 했다 (Fig. 1). 實驗水槽는 暗室内에 설치하고 수심은 50 cm로 유지시켰으며, 실험 수은 범위는 Table 1 과 같다.

光源箱子 (55L×50W×50H cm) 는 實驗水槽의 양쪽 끝 유리창 밖에 설치하고, 필터를 삽입할 수 있게 만들었다.

光源電球은 20W(100V)인 白熱燈을 사용하였으며, A. C. 용 및 D. C. 용 자동전압조정기를 연결하여 電壓을 安定(100V)시켜, 빛의 세기를 일정하게 하였다.

色필터 (50×50 cm) 는 赤, 靑, 黃 및 白色 등을 사용하여 4가지의 色光源 (赤色: 5950-6650Å, 靑色: 3950-5200Å, 黃色: 5150-5850Å, 白色: 3950-7350Å) 으로 이용하였으며, 각 光源에 대한 水槽内の 水中照度는 水中照度計 (Toshiba #9, Kahlsico #368 W360) 로서 측정하여 각 光源쪽의  $A_1$  및  $B_1$ 區間에서의 平均水中照度가 같게끔 無色필터 (3~5종) 를 電球과 色필터 사이에 삽입하였는데,  $A_1$ 과  $B_1$ 區間에서의 平均水中照度는 2~2.5 lux 였다.

각 水槽의 水質管理를 위하여 D. O. meter (Delta # 1010) 와 S. T. meter (Kahlsico # RS 5-3) 을 사용하여 용존 산소, 염분, 수은 등을 조정하였다.

魚類의 行動에 대한 실험은 각 실험마다 飼育水槽에서 適應된 魚類를 10마리씩 實驗水槽에 옮기고 40分間 暗黑에 順應시킨 후, 2가지씩의 色光源을 동시에 點燈하여, 點燈하는 순간에 각 區間에서 발견되는 마리수로서 光刺戟을 받지 않은 상태에서의 分布를 조사하였으며, 계속 각 區間에서 발견되는 마리수를 40回 (20分間) 에 걸쳐 매 30秒마다 조사된 平均마리수로서 區間別分布와 色燈에 대한 魚類의 行動을 조사 분석 하였다. 이때 魚類의 빛에 대한 順應을 피하기 위하여 실험마다 다른 個體를 사용하여 10回 이상 조사하였다.

照明時間에 따른 集魚率의 변화는 각 光源쪽인  $A_1$  및  $B_1$ 區間에서 點燈후 30秒, 1分, 1分 30秒의 3회에 걸쳐 조사된 集魚率의 平均을 照明時間 1분에 있어서의 集魚率, 1分, 1分 30秒, 2分の 3회에 걸쳐 조사된 集魚率의 平均을 照明時間 1分 30秒에 있어서의 集魚率 등으로 산출하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 初期條件

돌돔 및 복섬의 두 魚種에 光刺戟을 가하기 전의

魚類의 走光性에 關한 研究(3)

Table 2. Distribution rate of fishes under dark condition

(Unit: %)

Fish species	Section					
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	20.23	14.54	13.31	12.27	17.82	21.83
<i>Fugu niphobles</i>	12.86	18.57	15.71	18.57	19.12	15.17

Table 3. Difference between the mathematical mean of the distribution of fish in each section (16.67%) and the value in Table 2

(Unit: %)

Fish species	Section					
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	+3.56	-2.13	-3.36	-4.4	+1.15	+5.16
<i>Fugu niphobles</i>	-3.81	+1.9	-0.96	+1.9	+2.45	-1.5

個體分布는 Table 2와 같이 區間에 따라 다소 차이가 있었다.

魚種別로는, 돌돔은 水槽內의 中央部보다 兩端에 다소 많이 모였고, 복섬은 水槽內의 兩端보다 中央部에 다소 많이 모였는데, 이것은 水槽의 길이가 한정되므로 水槽의 兩端에서는 障壁의 影響으로 魚種別 個體分布가 다르게 나타났다고 생각된다.

만약 이런 影響이 없다면 6개의 等區間에 16.67%씩 均일하게 分布할 것이다. 이 값과 두 魚種의 區間別 分布率(Table 2)과의 사이에는 차이가 있는데, 그 값은 Table 3과 같다.

그런데, 光刺戟을 가할때의 두 魚種의 區間別 分布率(Table 4,5)에 Table 3의 값들을 가감하여도 그 分布曲線의 형태에는 큰 변화가 없다. 따라서 여기에서는 光刺戟을 가하기 전의 區間別 分布의 차이는 고려에 넣지 않기로 하였다.

2. 두 色光源에 대한 個體分布

色燈에 대한 魚類의 行動을 조사하기 위하여, 돌돔과 복섬에 2가지색의 色燈으로 동시에 光刺戟을 가했을 때의 두 魚種의 區間別 分布는 Table 4 및 5와 같았고, 分布曲線은 Fig. 2와 같았다.

個體分布는 Fig. 2와 같이 光刺戟을 동시에 가하는 두 色光源에 따라 分布曲線의 형태가 서로 상이하게 나타났다.

魚種別로는, 돌돔은 赤色과 青色, 青色과 白色, 赤色과 白色光源 등으로 동시에 光刺戟을 가할 때의 個體分布는 兩端의 區間에 많이 모여, 分布曲線은 대체로 U字型이 되었으나, 赤色과 黃色, 黃色과 青色, 黃色과 白色光源 하에서는 中間區間에서의 分布가 다소 많은 區間도 있어, 分布曲線은 대체로 W字型이 되었다.

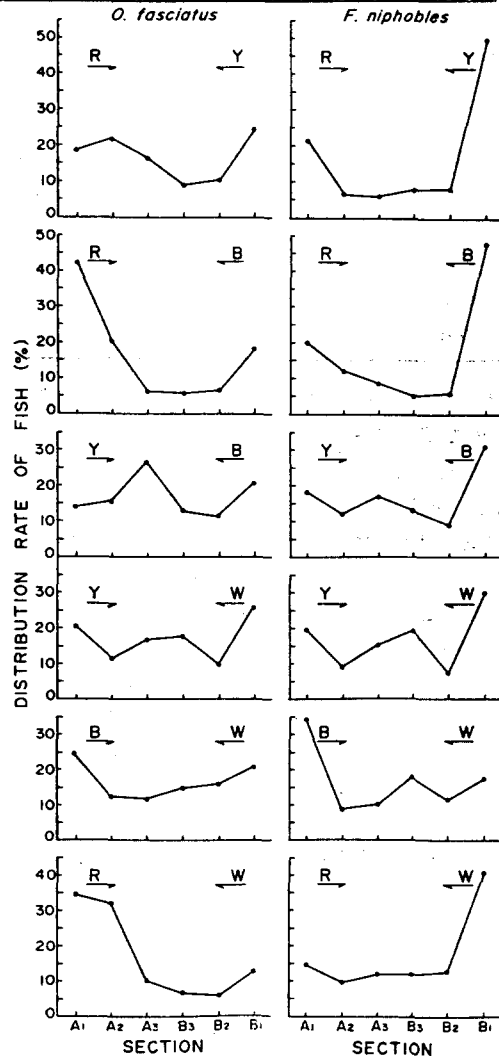


Fig. 2. Distribution rate of fishes in each section of the tank exposed to the various color light source.  
R: red; Y: yellow; B: blue; W: white

Table 4. Distribution rate of *Oplegnathus fasciatus* (Unit: %)

Light source	Section						Light source
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	
Red	18.78	22.08	15.65	8.73	10.10	24.68	Yellow
Red	42.53	20.68	6.35	5.68	6.55	18.28	Blue
Yellow	13.75	15.25	26.28	13.03	11.25	20.45	Blue
Yellow	20.75	11.10	16.30	17.73	9.23	25.40	White
Blue	24.40	12.35	11.88	14.80	15.78	20.80	White
Red	34.13	31.75	10.03	6.30	5.65	12.15	White

Table 5. Distribution rate of *Fugu niphobles* (Unit: %)

Light source	Section						Light source
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	
Red	21.29	6.46	6.04	8.08	8.13	50.00	Yellow
Red	20.00	12.08	8.75	5.17	6.00	48.00	Blue
Yellow	18.00	12.08	16.96	13.04	9.00	30.92	Blue
Yellow	19.46	8.63	15.04	19.42	7.42	30.04	White
Blue	34.58	8.33	10.04	18.17	11.67	17.21	White
Red	14.25	9.29	11.71	11.88	12.21	40.67	White

복섬은 赤色과 黄色, 赤色과 青色, 赤色과 白色光源 등으로 光刺激을 가할 때에는 兩端區間에 많이 모여, 分布曲線은 대체로 U字型이 되었으나, 黄色과 青色, 黄色과 白色, 青色과 白色光源 하에서는 中間區間에서의 個體分布가 다소 많은 區間도 있어, 分布曲線은 대체로 W字型으로 나타났다. 이것은 魚種에 따라 色光源에 대한 반응이 서로 다르기 때문이라고 생각된다.

한편, 水槽內的 兩端인 A<sub>1</sub>과 B<sub>1</sub>區間에서의 個體 分布差를 비교하면, 둘들은 赤色과 青色光源 하에서 分布差가 24.25%로 가장 컸으며, 赤色과 白色光源 하에서는 그 差가 21.98%로 다음이었는데, 두 경우 모두 赤色光源쪽에 더 많이 모였다. 黄色과 青色, 黄色과 白色光源 하에서는 分布差(6.7% 및 5.15%)가 다소 있었는데, 黄色보다 青色 및 白色光源쪽에 더 많이 모였다. 赤色과 黄色光源 하에서는 그 差가 5.9%였으며 黄色光源쪽에 더 많이 모였으며, 青色과 白色光源 하에서는 그 差(3.6%)가 가장 적었으며 黄色光源쪽에 약간 많이 모였다. 따라서 둘들은 본 실험에 사용한 4가지 色光源 중에서 赤色光源쪽에 가장 많이 모이고, 다음이 青色, 黄色光源 순이며, 白色光源쪽에 가장 적게 모이는 魚種이라고 생

각된다.

복섬은 赤色과 黄色光源 하에서 分布差가 28.71%로 가장 컸으며; 赤色과 青色光源 하에는 그 差가 28%, 赤色과 白色光源 하에서는 26.42% 순으로 나타났다으며, 세 경우 모두 赤色光源쪽에 적게 모였다. 青色과 白色光源 하에서는 그 差가 17.37%였고, 黄色과 青色光源 하에서는 12.92%였는데, 두 경우 모두 青色光源쪽에 많이 모였다. 黄色과 白色光源 하에서는 그 差(10.58%)가 가장 적었으며 白色光源쪽에 더 많이 모였다. 그러므로 복섬은 4가지 色光源 중에서 青色光源쪽에 가장 많이 모이고 다음이 白色, 黄色光源 순이며, 赤色光源쪽에 가장 적게 모이는 魚種이라고 생각된다.

### 3. 照明時間에 따른 集魚率의 變化

水槽內的 兩端인 A<sub>1</sub>과 B<sub>1</sub>區間에서 2가지씩의 色光源에 대하여 30秒 간격으로 40回(20分間) 조사한 集魚率은 Fig. 3과 같았는데, 이것은 照明時間의 경과 따른 集魚率의 變化를 나타낸다.

同種의 魚類일더라도 光源의 色彩와 照明時間에 따라 集魚率이 변한다는 것을 Kawamoto *et al.* (1950, 1952)과 Kawamoto and Konishi(1955) 등이 보고

魚類의 走光性에 關한 研究(3)

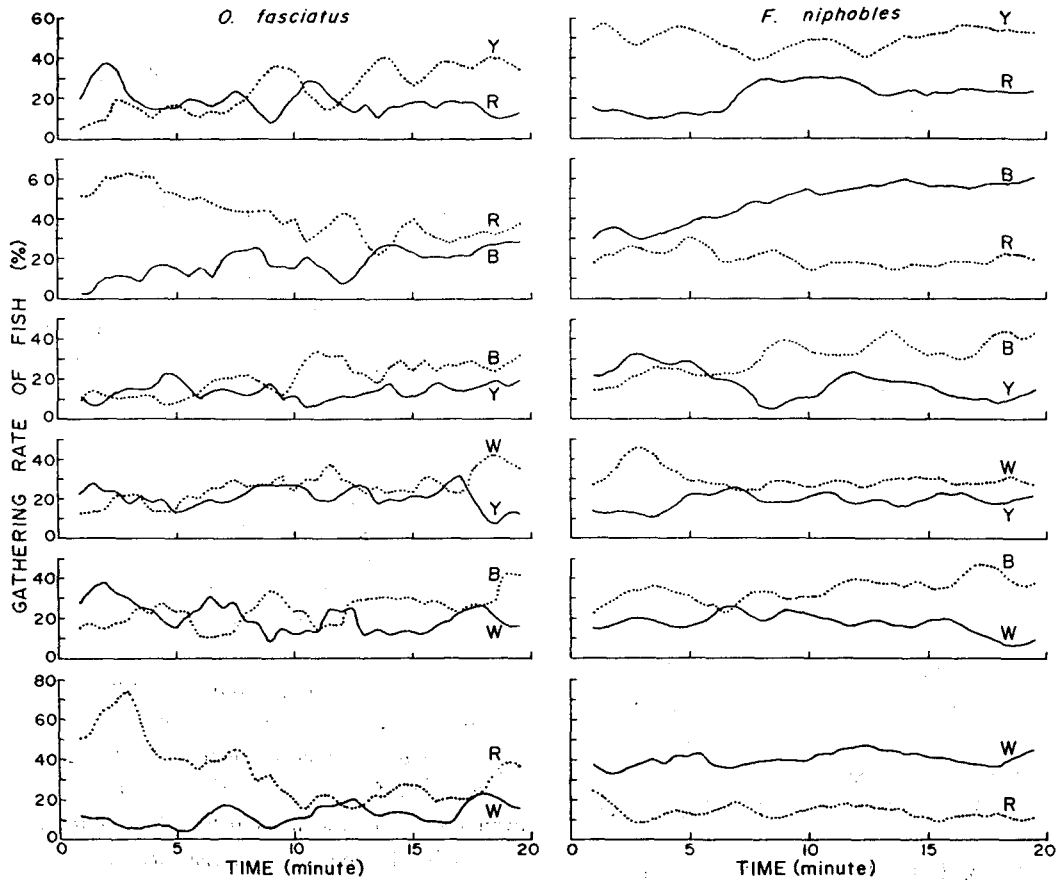


Fig. 3. Variations of gathering rate in the A<sub>1</sub> and B<sub>1</sub> sections of the tank as illuminating time elapse.

R: red; Y: yellow; B: blue; W: white

한 바 있다.

Fig. 3에서 照明時間에 따른 集魚率의 변화를 보면, 들들은 照明時間이 경과 함에 따라 集魚率의 변화가 일정한 增減추세를 보이지 않고 계속 불안정하게 변동했으며, 2가지 色光源에 대한 集魚率의 차가 비교적 뚜렷하지 않았다. 복섬은 照明時間에 따른 集魚率의 변화가 비교적 적었으며, 2가지 色光源에 대한 集魚率의 차가 비교적 뚜렷했다.

두 魚種의 色光源에 대한 集魚率의 시간적 변화를 보면, 들들은 赤色과 黄色光源 하에서는 赤色쪽의 集魚率이 거의 일정하였고, 黄色쪽의 集魚率은 다소 증가하는 경향을 보였는데, 點燈후 5분까지는 赤色쪽의 集魚率이 더 높았고 5~12분 사이에는 양쪽이 거의 같았고 그 이후에는 黄色쪽의 集魚率이 더 높았다.

赤色과 青色光源 하에서는 赤色쪽의 集魚率이 감소하는 경향을 보였고 青色쪽은 다소 증가하는 경향을

보였는데, 赤色쪽의 集魚率이 더 높았다.

黄色과 青色光源 하에서는 黄色쪽의 集魚率이 거의 일정한 반면 青色쪽은 다소 증가하는 경향을 보였는데, 點燈후 10분까지는 양쪽의 集魚率이 비슷하였으나 그 이후에는 青色쪽이 더 높았다.

黄色과 白色光源 하에서는 黄色쪽의 集魚率이 거의 일정하였고 白色쪽은 다소 증가하는 경향을 보였는데, 點燈후 5분까지는 黄色쪽의 集魚率이 다소 높았고, 그 이후에는 白色쪽이 더 높았다.

青色과 白色光源 하에서는 青色쪽의 集魚率이 다소 증가하는 경향을 보였고, 白色쪽의 集魚率은 다소 감소하는 경향을 보였는데, 青色쪽의 集魚率이 다소 높았다.

赤色과 白色光源 하에서는 赤色쪽의 集魚率이 點燈후 10~12분까지는 감소하는 경향을 보였고 그 이후에는 증가하는 경향을 보였으며 白色쪽은 거의 일정한 추세를 보였는데, 赤色쪽의 集魚率이 항상 더

높았다.

한편, 복섬은 赤色과 黄色光源 하에서는 赤色쪽의 集魚率이 5~8分 사이에서만 급격히 증가하였고 그 전후에는 거의 일정하였으며 黄色쪽은 거의 일정하였는데, 항상 黄色쪽의 集魚率이 더 높았다.

赤色과 青色光源 하에서는 赤色쪽의 集魚率이 點燈후 10分까지는 다소 감소하는 경향을 보였으며 그 이후에는 거의 일정하였고 青色쪽의 集魚率은 증가 추세가 가장 심했는데, 항상 青色쪽의 集魚率이 더 높았다.

黄色과 青色光源 하에서는 黄色쪽의 集魚率이 대체로 감소하는 경향을 보였고 青色쪽은 대체로 증가하는 추세를 보였는데, 青色쪽의 集魚率이 點燈후 6分정도까지는 낮았으나 그 이후에는 더 높았다.

黄色과 白色光源 하에서는 黄色쪽의 集魚率이 3~7分 사이에서 증가하는 경향을 보였으며 그 전후에는 거의 일정하였고 白色쪽의 集魚率은 點燈후 3分정도까지는 증가하고 3~7分 사이에 감소한 후 거의 균일하게 되었는데, 白色쪽의 集魚率이 항상 더 높았다.

青色과 白色光源 하에서는 青色쪽의 集魚率이 대체로 증가하는 경향을 보였고 白色쪽의 集魚率은 點燈후 16分까지는 거의 일정하였으나 그 이후에는 감소하는 경향을 보였는데, 青色쪽의 集魚率이 항상 더 높았다.

赤色과 白色光源 하에서는 두 光源쪽의 集魚率이 거의 균일한 경향을 보였는데, 白色쪽의 集魚率이 항상 더 높았다.

### 要 約

色燈에 대한 魚類의 行動을 조사하기 위하여, 돌돔 *Oplegnathus fasciatus* 과 복섬 *Fugu niphobles* 에 2가지색의 色光源으로 水槽의 兩端에서 동시에 光刺戟을 주어 그에 대한 反應을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 돌돔의 區間別分布曲線은 赤色과 青色, 青色과 白色, 赤色과 白色光源 하에서는 대체로 U字型이 되었고, 赤色과 黄色, 黄色과 青色, 黄色과 白色光源 하에서는 대체로 W字型이 되었다.

2. 복섬의 區間別分布曲線은 赤色과 黄色, 赤色과 青色, 青色과 白色光源 하에서는 대체로 U字型이 되었고, 黄色과 青色, 黄色과 白色, 青色과 白色光源 하에서는 대체로 W字型이 되었다.

3. 돌돔이 좋아하는 色彩는 赤色, 青色, 黄色, 白色 순으로 나타났다.

4. 복섬이 좋아하는 色彩는 青色, 白色, 黄色, 赤

色 순으로 나타났다.

5. 돌돔은 照明時間 중 集魚率이 불안정하게 변동했으며, 2가지 色光源에 대한 集魚率의 차가 뚜렷하지 않았다.

6. 복섬은 照明時間 중 集魚率의 변화가 적었으며, 2가지 色光源에 대한 集魚率의 차가 뚜렷했다.

### 謝 辭

본 研究는 1979年度 峨山社會福祉事業財團의 補助로 이룩된 것이다. 이에 峨山財團에 깊은 감사의 뜻을 표한다.

實驗을 도와 준 安永一, 辛榮太, 金相完, 邊貴南 군들의 노력이 있었읍니다.

### 文 獻

- Imamura, Y. (1968): Etude de l'effet du feu dans la pêche et de son operation(2). La Mer 6, 136-147.
- Kawamoto, M. Y. and J. Konishi (1952): The correlation between wave length and radiant energy affecting phototaxis. Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie 1, 197-208.
- Kawamoto, N. Y. and J. Konishi(1955): Diurnal rhythm in phototaxis of fish. *ibid.* 2, 7-17.
- Kawamoto, N. Y., H. Ozaki and M. Takeda (1950): Fundamental investigations of the fish gathering method(1). J. Fish. Res. Inst. 3, 153-188.
- Kawamoto, N. Y., H. Ozaki, H. Kobayashi, J. Konishi and U. Uno(1952): Fundamental investigations of the fish gathering method(2). *ibid.* 4, 263-291.
- Kawamoto, N. Y. and M. Takeda(1950): Studies on the phototaxis of fish. Japn. J. Ichthy. 1, 101-112.
- Kawamoto, N. Y. and M. Takeda (1951): The influence of wave lengths of light on the behavior of young marine fish. Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie 1, 41-53.
- Kawamoto, N. Y. and K. Uno(1954): Studies on the influence of the moonlight upon efficiency of the fish lamp. *ibid.* 1, 355-364.
- Ozaki, H. (1951): On the relation between the phototaxis and the aggregation of young marine fishes. Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie 1, 55-66.