

## 魚類의 走光性에 關한 研究(2)

—白色光에 대한 돌돔과 복섬의 反應—

梁 龍 林\*

### Phototaxis of Fish(2)

—Response of Rook bream and Grass puffer to the white lights—

Yong-rhim YANG\*

The purpose of the present study is to find the light intensity which induces maximum gathering rate and to observe the variation of the gathering rate both in daytime and at night 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 one end of the tank to control horizontal light intensity. Six artificial light sources were prepared by combination of two light bulbs (5W, 150W) and seven filters. During the experiment water depth was maintained 50 cm level 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 light intensity inducing maximum gathering rate is as follows : rock bream : 162.0 lux (104.3—238.1 lux) (day), 162.0 lux (104.3—238.1 lux) (night). grass puffer: 16.6 lux (10.6—24.5 lux) (day), 1.9 lux (1.2—2.9 lux) (night).

Trend of the gathering rate in illumination time revealed different results in two fish species. Gathering rate of rock bream showed the increasing trend fluctuately with the lapse of illumination time. However, that of grass puffer showed the increasing trend gradually at the early period of the illumination time and the uniform trend at the latter period with little distinctive fluctuation.

### 緒 論

빛이 魚類의 行動에 미치는 영향이 대단히 크며, 漁業分野 뿐만 아니라 飼育管理分野에도 널리 이용되고 있다. 빛에 대한 魚類의 行動은 빛의 세기, 빛

의 색, 또는 晝夜에 따라 다르며, 또 魚類의 成長段階나 기타 生活環境에 따라서도 달라진다.

人工光源이 魚類의 走光性에 미치는 영향에 대한 生物學的 研究가 최근 여러 方向에서 연구되고 있으며, 이를 실험적 연구 결과를 보다 효율적인 漁法에

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

이용하려는 시도가 날로 높아가고 있다.

魚類의 行動은 빛의 세기에 따라 차이가 있으며, 集魚率이 最大가 되는 水中照度가 魚類에 따라 다르다는 것을, Oka (1950)를 비롯하여 Kawamoto and Nagata(1952), Imamura(1958), Yang(1979, 1980) 등이 보고한 바 있고, Kawamoto *et al.* (1950), Kawamoto and Nagata(1952), Kawamoto and Niki(1952), Imamura(1959), Imamura and Takeuchi (1960 a, b, 1963), Yang(1980) 등은 海産 魚類를 대상으로 人工光源에 대한 魚類의 行動을 조사 보고한 바 있다.

著者は 생태적으로 다른 두 魚種, 돌돔 *Oplegnathus fasciatus* 과 복섬 *Fugu niphobles* 의 白色人工光源에 대한 反應을 晝間과 夜間으로 구분 조사하여, 빛에 대한 行動의 양상을 규명함과 아울러, 集魚率이 最大가 되는 水中照度(適正照度)와 照明時間에 따른 集魚率의 변화를 조사하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 材 料

본 실험에 사용한 재료는 부산 근해에서 정지망으로 어획된 돌돔 *Oplegnathus fasciatus* (Temminck et Schlegel)과 복섬 *Fugu niphobles* (Jordan et Snyder)이며, 이들은 循環式濾過飼育水槽에서 10日以上 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 木材로 만든 循環式濾過水槽이며, 內面은 光澤이 없는 灰色 페인트 칠을 했다. 빛은 水槽의 한쪽 끝에 있는 투명 유리창을 통하여 水中으로만 투과되게 하였으며, 水槽의 內部에는 가느다란 白色 페인트 선을 그어 6개의 等區間으로 나누고, 光源 쪽으로부터 第 I, II, III, IV, V, VI區間이라 정하였으며, 각 區間의 길이는 60cm 되게 했다(Fig. 1). 實驗水槽는 暗室內에 설치하고, 수심은 50cm로 유지시켰으며, 실험 수온 범위는 Table 1과 같다.

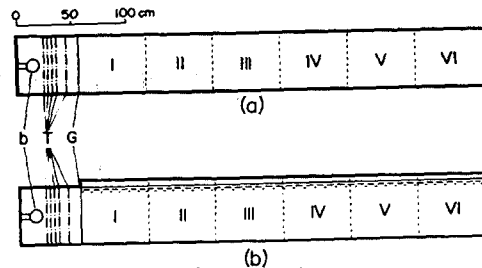


Fig. 1. Schematic diagram of the experimental tank. (a): plan view; (b): side view; b: light bulb; G: glass plate; T: filters

Table 2. Light sources used in the experiment

Light source	Combination	
	Light bulb	Filter
A	5W	T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> , T <sub>4</sub> , T <sub>5</sub>
B	5W	T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> , T <sub>4</sub>
C	5W	T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub>
D	150W	T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> , T <sub>6</sub> , T <sub>7</sub>
E	150W	T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> , T <sub>6</sub>
F	150W	T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub>

光源箱子(55L×50W×50H cm)는 實驗水槽의 한쪽 끝 유리창 밖에 설치하고, 4cm 간격으로 10개의 홈을 파서 필터를 삽입할 수 있게 만들었다. 光源電球는 5W와 150W(100V)인 두가지 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.

각 電球마다 필터를 3個, 4個 또는 5個를 걸어, 빛의 세기가 서로다른 여섯가지 白色人工光源으로 사용하였다. 필터(50×50cm)는 판유리와 tracing paper로 조립한 3種의 固定型(T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>)과 acrylic 판과 tracing paper로 조립한 4種의 移動型(T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub>)이며, 光源의 조립방법은 Table 2와 같고, 水槽內의 水中照度는 水中照度計(Toshib #9)로써 측정하였다.

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

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 適應시킨 후, 각 光源을 點燈하여 각 區間에서 발견되는 마리수를 40回(20分間)에 걸쳐 30秒마다 조사한 평균마리수로써 區間別分布 및 集魚率을 산출하였다.

## 魚類의 走光性에 關한 研究(2)

人工光源에 대한 魚類의 行動이 晝夜間에 차이를 나타내는가를 알아보기 위해서 晝夜間에 각각 조사하였는데, 이때 빛에 대한 順應을 피하기 위해 실험마다 다른 個體를 사용하여 10회이상 조사하였다.

照明時間에 따른 集魚率의 변화는 點燈後 30秒, 1分, 1分 30秒의 3회에 걸쳐 측정된 集魚率의 평균을 1분에 있어서의 集魚率, 1分, 1分 30秒, 2分の 3회에 걸쳐 측정된 集魚率의 평균을 1分 30秒에 있어서의 集魚率 등으로 산출하였다.

### 3. 水中照度分布

水槽内の 水中照度分布를 조사하기 위하여 각 光

源別로 측정한 光源으로부터의 거리와 水中照度와의 관계는 Table 3 과 같다.

Table 3에서 水槽内の 水中照度는 Lambert의 방정식  $I = I_0 e^{-\kappa x}$ 에 따르고, 최소자승법에 의하여 각 光源에 대한  $I_0$ 와  $\kappa$ 의 값을 산출하면 Fig. 2 와 같다.

또 각 光源에 대한 각 區間에서의 平均水中照度는 Table 3의 측정치로부터 다음식에 의하여 산출하였으며, 그 결과는 Table 4 와 같다.

$$\bar{I}_{x-x+60} = \frac{1}{60} \int_x^{x+60} I_0 e^{-\kappa x} dx$$

Table 3. Intensities of illumination and distances from the light source (Unit: lux)

Light source	Distance (cm)										
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
A	0.7	0.45	0.3	0.2	—	—	—	—	—	—	—
B	1.85	1.2	0.8	0.5	0.3	0.2	—	—	—	—	—
C	5	3.2	2.1	1.4	0.9	0.55	0.35	—	—	—	—
D	16	10.5	7	4.6	3	2	1.3	0.9	0.6	0.4	—
E	44	29	19	12	8	5.3	3.5	2.3	1.5	0.95	0.6
F	157	104	69	45.5	30	20	13	8.8	5.8	3.8	2.5

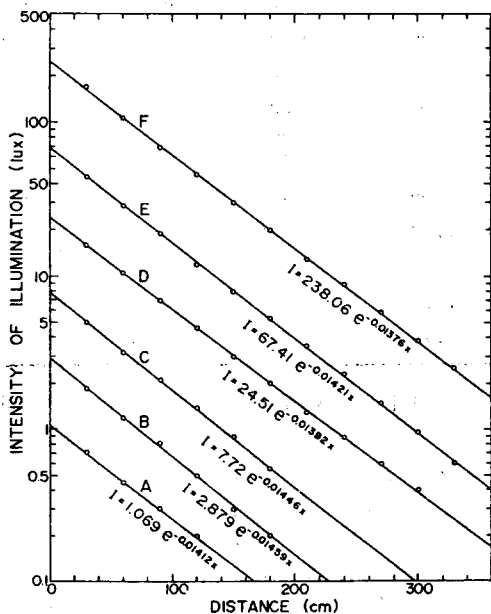


Fig. 2. Relationship between intensities of illumination and distance from the light source.

Table 4. Calculated mean intensities of illumination in each section of the tank (Unit: lux)

Light source	Section					
	I	II	III	IV	V	VI
A	0.72	0.31	0.13	0.06	0.02	0.01
B	1.92	0.80	0.33	0.14	0.06	0.02
C	5.16	2.17	0.91	0.38	0.16	0.07
D	16.62	7.21	3.13	1.36	0.59	0.26
E	45.36	19.34	8.24	3.51	1.49	0.64
F	162.00	70.98	31.08	13.61	5.96	2.61

## 結果 및 考察

### 1. 각 光源에 대한 個體分布

여섯가지 人工光源으로 돌돔과 복섬의 두 魚種에 光刺戟을 가했을 때의 두 魚種의 區間別分布는 Table 5 및 6 과 같았고, 分布曲線은 Fig. 3 과 같았다.

個體分布는 Fig. 3 과 같이 兩端의 區間에 많이 모여, 分布曲線은 대체로 U字型이 되었다.

Table 5. Distribution rate of *Opelognathus fasciatus*

(Unit: %)

Time	Light source	Section					
		I	II	III	IV	V	VI
Day	A	32.90	7.28	3.95	6.10	6.18	43.60
	B	29.60	7.13	4.08	4.23	7.55	47.43
	C	15.68	6.38	3.30	3.05	5.88	65.73
	D	14.28	2.45	3.98	2.98	4.68	71.65
	E	31.23	6.43	3.40	3.08	5.43	50.45
	F	41.50	7.48	4.88	5.28	4.18	36.70
Night	A	33.98	4.50	4.68	4.18	3.45	49.23
	B	20.23	2.58	2.63	3.00	4.23	67.35
	C	21.20	4.13	1.73	2.55	3.35	67.05
	D	21.08	2.00	2.18	3.75	3.08	67.93
	E	30.68	6.38	3.15	2.70	4.53	52.58
	F	36.45	6.65	4.70	5.25	4.93	42.03

Table 6. Distribution rate of *Fugu niphobles*

(Unit: %)

Time	Light source	Section					
		I	II	III	IV	V	VI
Day	A	33.33	3.03	3.33	4.53	8.19	47.58
	B	33.03	3.28	3.19	3.03	5.25	52.22
	C	35.19	4.44	4.22	4.22	5.38	46.56
	D	43.97	4.06	4.66	5.00	4.63	37.69
	E	42.13	3.56	2.41	3.09	4.34	44.47
	F	40.50	4.44	4.06	2.89	5.00	43.11
Night	A	36.61	2.94	3.17	3.17	3.56	50.56
	B	43.16	2.59	2.09	2.41	3.00	46.75
	C	36.31	3.56	3.13	4.28	3.75	48.97
	D	36.72	3.41	3.13	3.94	5.38	47.44
	E	24.41	2.00	3.91	5.66	8.16	55.88
	F	28.32	3.82	4.75	5.86	7.32	49.93

魚種別로는, 돌돔은 어느 實驗光源 하에서도 第VI 區間에 가장 많이 모이는 경향을 보였는데, 중간 光源(B,C,D) 하에서는 第VI 區間에 더 많이 모이는 경향을 보였으나, 兩端光源(A,E,F) 하에서는 第I 區間에서의 分布가 다소 증가 하는 경향을 보였다. 복섬은 6개의 實驗光源 하에서 兩端區間에 많이 모이는 경향을 보였으나 第VI 區間에 더 많이 모였으며, 光源에 따라 兩端區間에서의 分布가 다소 차이가 있었다.

또 晝夜間의 分布를 비교하면, 돌돔은 B光源의 경

우를 제외한 實驗光源 하에서 晝夜間의 分布曲線이 거의 일치하여 晝夜에 따른 차이가 없었으며, B, C, D, F光源 하에서는 第I 區間에서의 分布가 차이가 있었는데 B, F光源 하에서는 晝間에 더 높았고 C, D光源 하에서는 夜間에 더 높았다. 복섬은 빛의 세기가 약한 光源(A, B, C) 하에서는 晝夜間의 分布曲線이 거의 일치하며 晝夜間의 차이가 없었으나, 第I 區間에서는 夜間에 다소 높았다. 그러나 빛의 세기가 강한 光源(D, E, F) 하에서는 晝夜間에 다소의 차이가 있었으며, 第I 區間에서는 晝間에 더 높았다.

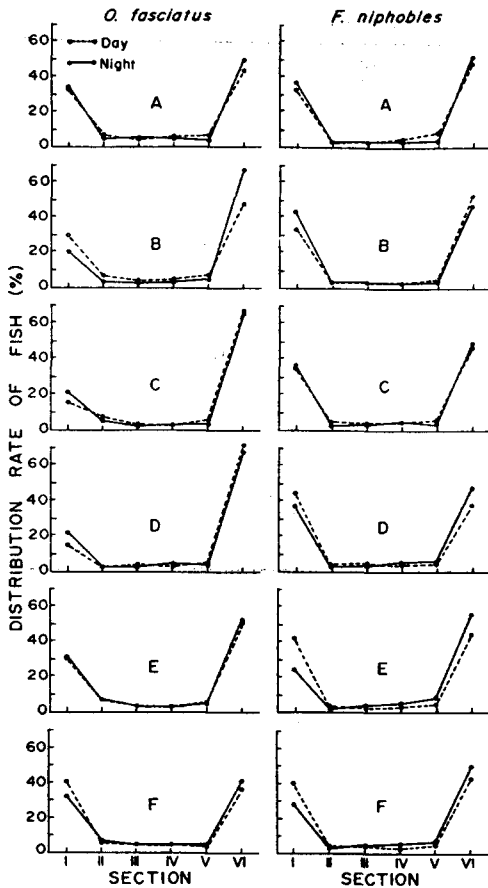


Fig. 3. Distribution rate of fishes in each section of the tank exposed to the various light source.

## 2. 集魚率이 最大가 되는 水中照度

여섯가지 光源에 대한 第 I 區間에서의 平均水中照度(Table 4)와 魚種別 集魚率(Table 5,6)과의 관계는 Fig. 4 와 같다.

第 I 區間에서의 集魚率이 最大가 되는 平均水中照度(適正照度)는 돌돔이 162.0 lux(104.3~238.1 lux)로서 晝夜間에 같았다. 복섬은 晝間에 16.6 lux(10.6~24.5 lux), 夜間에 1.9 lux(1.2~2.9 lux)로서 晝間에 더 높았다.

여섯가지 光源에 대한 第 I 區間에서의 集魚率을 비교하면, 돌돔은 水中照度가 0.7~16.6 lux 범위내에서는 集魚率이 감소하는 경향을 보였으나, 16.6~162.0 lux 범위내에서는 集魚率이 증가하는 경향을 나타냈는데, 晝間에 照度에 따른 集魚率의 변화가

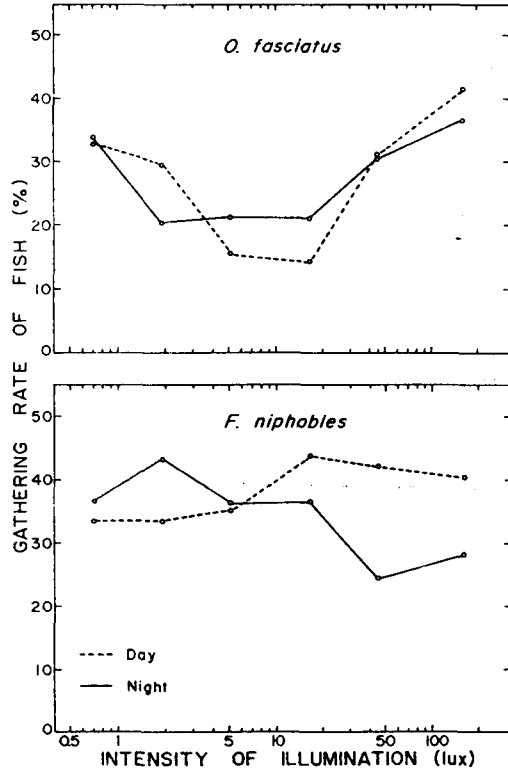


Fig. 4. Relationship between gathering rate of fishes and intensity of illumination in the 1st section of the tank.

더 심했다. 복섬은 晝間에 水中照度가 16.6 lux 보다 크거나 작아짐에 따라 集魚率이 낮아지는 경향을 보였으나, 照度에 따른 集魚率의 변화가 뚜렷하지 않았으며, 夜間에는 1.9 lux 보다 커짐에 따라 集魚率이 낮아지는 경향을 보였다.

이들 결과를 Kawamoto and Nagata (1952) 및 Yang (1979, 1980) 등의 연구결과(Table. 7)와 비교하면, 돌돔은 송어 *Mugil cephalus* 와 쥐치 *Stephanolepis cirrhifer* 의 경우와 같이 集魚率이 最大가 되는 水中照度(適正照度)가 晝夜間에 같았으나 그 照度가 비교적 컸다. 복섬은 자주복 *Fugu rubripes*, 잉어 *Cyprinus carpio*, 볼강어 *Astroconger myriaster* 및 방어 *Carassius carassius* 의 경우와 같이 集魚率이 最大가 되는 照度(適正照度)가 晝夜間에 각각 달랐으나, 夜間보다 오히려 晝間에 더 높았다.

Table 7. Intensity of illumination which caused the maximum gathering rates by both the previous workers and the present author

Fish species	Body length (cm)	Intensity of illumination (lux)	Authors
<i>Mugil cephalus</i> (in day)	3.5	54.83	Kawamoto and Nagata(1952)
<i>Mugil cephalus</i> (at night)	3.5	54.83	Kawamoto and Nagata(1952)
<i>Fugu rubripes</i> (in day)	2.0	14.11	Kawamoto and Nagata(1952)
<i>Fugu rubripes</i> (at night)	2.0	87.33	Kawamoto and Nagata(1952)
<i>Cyprinus carpio</i> (in day)	10-13	3.813	Yang (1979)
<i>Cyprinus carpio</i> (at night)	10-13	6.292	Yang (1979)
<i>Stephanolepis cirrhifer</i> (in day)	10.3-13.3	0.7	Yang (1980)
<i>Stephanolepis cirrhifer</i> (at night)	10.3-13.3	0.7	Yang (1980)
<i>Astroconger myriaster</i> (in day)	24.1-37.2	1.9	Yang (1980)
<i>Astroconger myriaster</i> (at night)	24.1-37.2	5.2	Yang (1980)
<i>Carassius carassius</i> (in day)	5.0-8.2	1.9	Yang (1980)
<i>Carassius carassius</i> (at night)	5.0-8.2	16.6	Yang (1980)
<i>Oplegnathus fasciatus</i> (in day)	10-13	162(104.3-238.1)	Author
<i>Oplegnathus fasciatus</i> (at night)	10-13	162(104.3-238.1)	Author
<i>Fugu niphobles</i> (in day)	8.2-10	16.6(10.6-24.5)	Author
<i>Fugu niphobles</i> (at night)	8.2-10	1.9(1.2-2.9)	Author

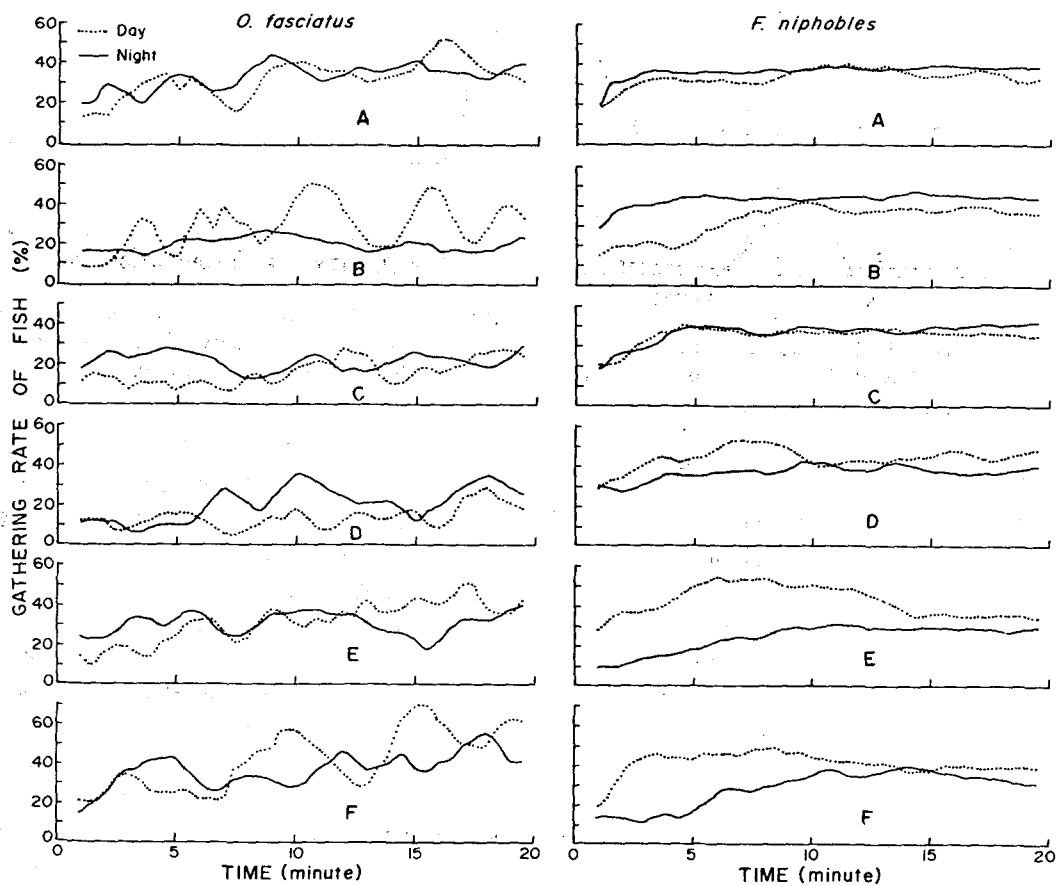


Fig. 5. Variations of gathering rate in the 1st section of the tank as illuminating time elapse.

3. 照明時間에 따른 集魚率의 變化

第 I 區間에서 여섯가지 光源에 대하여 30秒 간격으로 40回(20分間) 조사한 集魚率은 Fig. 5 와 같은데 이것은 照明時間의 경과에 따른 集魚率의 變化를 나타낸다.

Kawamoto *et al.* (1952)와 Yang (1979, 1980)은 同種의 魚類일지라도 照度和 照明時間에 따라 集魚率이 變한다고 보고한 바 있다. 본 실험에 사용된 들돔은 照明時間이 경과함에 따라 集魚率이 증가하는 경향을 보였으나, 그 變化가 일정한 增減추세를 보이지 않고, 계속 불안정하게 變動했다. 晝夜間의 차이는 夜間보다 晝間에 集魚率의 變化가 심했다. 晝間에는 B, C光源 하에서 集魚率이 다소 높았으나, 夜間에는 C, D光源 하에서 더 높았다.

특성은 照明時間에 따른 集魚率의 變化가 완만하게 증가하는 경향을 보였다. 빛의 세기가 약한 光源(A, B, C) 하에서는 點燈한 후 5分정도까지는 集魚率이 증가하였고, 그 후 거의 안정되었으며, 강한 光源(D, E, F) 하에서는 5~7 分사이에는 集魚率이 증가하는 경향을 보였고, 10分 정도 경과한 후에는 감소하는 경향을 나타냈다. 晝夜間의 차이는 夜間보다 晝間에 集魚率의 變化가 다소 심했다. 夜間에는 빛의 세기가 약한 光源(A, B, C) 하에서의 集魚率이 다소 높았으나, 晝間에는 빛의 세기가 강한 光源(D, E, F) 하에서 더 높았다.

4. 數學的考察

본 실험에 사용된 두 魚種의 區間別分布曲線(Fig. 3)은 대체적으로 U字型인데, 이중 들돔에 대한 區間別平均集魚率을 I, II, III 區間과 IV, V, VI 區間の 것으로 나누어, Fig. 6 과 같이 두개의 曲線 P, N으로 서 水槽內의 分布狀態를 나타내면, P는 走光性反應을, N은 反走光性反應을 나타낸다고 볼 수 있다. 이중 走光性反應은 魚類가 光源에 가까운 第 I 區間 쪽으로 모이는 것을 의미하고, 反走光性反應은 魚類가 光源의 반대쪽인 第 VI 區間 쪽으로 모이는 것을 의미한다.

P는 光源으로부터의 거리에 따라 指數函數적으로 감소한다고 보면, 走光性集魚率은 다음 식으로 표현할 수 있다.

$$P = P_0 e^{-\alpha x} \quad (1)$$

여기서 P는 光源에서 거리 x만큼 떨어진 점에서의 集魚率이고, P<sub>0</sub>는 x=0에서의 集魚率, α는 走光

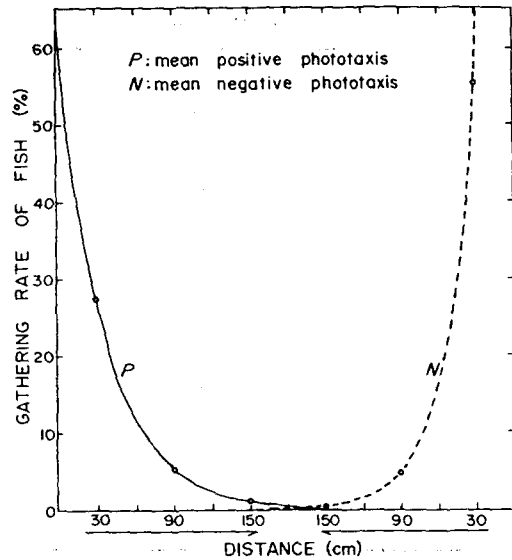


Fig. 6. Graphs depicting the positive and negative gathering rates of *Oplegnathus fasciatus* in the tank.

性減少係數이다.

또 같은 방식으로 反走光性集魚率은 다음 식으로 표현할 수 있다.

$$N = N_0 e^{-\beta x} \quad (2)$$

이때 N은 光源의 반대쪽(VI 區間) 끝에서 光源 쪽으로 거리 x만큼 떨어진 점에서의 集魚率이고, N<sub>0</sub>는 x=0에서의 集魚率, β는 反走光性減少係數이다.

第 I, II 區間에서는 N의 영향이 거의 없고, 第 V, VI 區間에서는 P의 영향이 거의 없으므로, (1) (2) 식의 계수 P<sub>0</sub>, α 및 N<sub>0</sub>, β를 최소자승법에 의하여 산출하면 Table 8 과 같다.

走光性反應을 보인 個體數는 (1)식을 x에 관하여 0부터 ∞까지 적분한 식

$$\int_0^{\infty} P dx = \int_0^{\infty} P_0 e^{-\alpha x} dx = \frac{P_0}{\alpha} \quad (3)$$

에 의하여, 反走光性反應을 보인 個體數는 (2)식을 적분한 식

$$\int_0^{\infty} N dx = \int_0^{\infty} N_0 e^{-\beta x} dx = \frac{N_0}{\beta} \quad (4)$$

에 의하여 구할 수 있다.

따라서 水槽內의 總個體數는

$$\int_0^{\infty} P dx + \int_0^{\infty} N dx \quad (5)$$

에 의하여 구할 수 있고, 走光性集魚率 b는 다음 식으로 산출할 수 있다.

Table 8. The values of coefficients in the equation (1) and (2), calculated from the table 5

Time	Light source	$P_0$	$\alpha$	$N_0$	$\beta$
Day	A	69.69	0.0251	115.85	0.0326
	B	60.33	0.0237	118.92	0.0306
	C	24.58	0.0149	219.87	0.0402
	D	34.49	0.0294	280.49	0.0455
	E	68.85	0.0264	153.84	0.0372
	F	97.78	0.0286	108.79	0.0362
Night	A	93.41	0.0337	186.05	0.0443
	B	56.67	0.0343	268.88	0.0461
	C	48.05	0.0273	300.13	0.0499
	D	68.47	0.0393	319.19	0.0516
	E	67.30	0.0262	179.22	0.0409
	F	85.37	0.0284	122.77	0.0357

Table 9. Behavioral patterns and gathering rates computed by the mathematical model

Time	Item	Light source					
		A	B	C	D	E	F
Day	$P_0/\alpha$	2,777	2,546	1,650	1,173	2,608	3,419
	$N_0/\beta$	3,554	3,886	5,469	6,165	4,136	3,005
	$p$	0.4386	0.3958	0.2317	0.1599	0.3867	0.5322
Night	$P_0/\alpha$	2,772	1,652	1,760	1,742	2,569	3,006
	$N_0/\beta$	4,200	5,833	6,015	6,186	4,382	3,439
	$p$	0.3976	0.2207	0.2264	0.2198	0.3696	0.4664

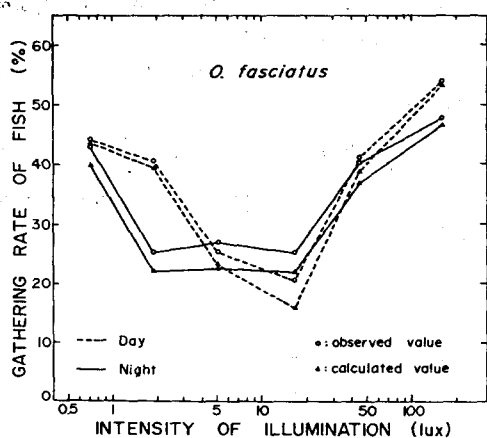


Fig. 7. Gathering rate of *Oplegnathus fasciatus*.

$$p = \frac{\int P dx}{\int P dx + \int N dx} \quad (6)$$

이 식에 각 光源에 대한 자료(Table 8)를 대입하여 얻은 集魚率  $p$ 의 계산치는 Table 9와 같다.

Fig. 7은 각 光源에 대한 水槽內的 第 I 區間에서의 平均水中照도와 第 I, II, III 區間에 모인 것을 합한 集魚率과의 관계를 나타낸다. 그런데 (6)식에서 산출한 集魚率(Table 9)과 실험에서 얻은 集魚率が 거의 일치하므로, 集魚率が 指數函數적으로 변한다고 가정한 數學的 model이 실제와 거의 일치한다고 볼 수 있다.



要 約

빛에 대한 魚類의 行動을 조사하기 위하여, 돌돔 *Oplegnathus fasciatus* 과 복섬 *Fugu niphobles* 에 빛의 세기가 서로 다른 여섯가지 白色人工光源으로 光刺激을 주어, 그에 대한 反應을 晝夜에 각각 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 제한된 實驗水槽內에서의 光刺激에 대한 區間別分布는 두 魚種이 모두 兩端區間에 많이 모여 分布曲線은 대체로 U字型이 되었다.

2. 돌돔은 水中照度가 어떤 값보다 높아지거나 낮아지면 光源쪽에 더 많이 모이는 경향을 보였으며, 晝夜間에 비슷하였다.

복섬은 水中照度가 어떤 값보다 높아지거나 낮아지면 光源에서 멀리 떨어지는 경향을 보였으며 晝夜間에 다소의 차이가 있었다.

3. 集魚率이 最大가 되는 平均水中照度(適正照度)는 돌돔이 162.0 lux (104.3—238.1 lux)로서 晝夜間에 같았으며, 복섬은 晝間에 16.6 lux (10.6—24.5 lux), 夜間에 1.9 lux (1.2—2.9 lux)로서 晝間에 더 높았다.

4. 照明時間에 따른 集魚率은 돌돔의 경우 點燈後 시간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 夜間보다 晝間에 그 변화가 심했다.

복섬은 시간이 경과함에 따라 완만하게 증가하였으며, 夜間보다 晝間에 그 변화가 다소 심했다.

文 獻

Imamura, Y. (1958): Study on the disposition of fish towards the light (2). J. Tokyo Univ. Fish. 44, 75—89.  
 Imamura, Y. (1959): Study on the disposition

of fish towards the light (4). *ibid.* 45, 185—193.  
 Imamura, Y. and S. Takeuchi (1960 a): Study on the disposition of fish towards light (5). *ibid.* 46, 133—148.  
 Imamura, Y. and S. Takeuchi (1960 b): Study on the disposition of fish towards light (6). *ibid.* 46, 149—155.  
 Imamura, Y. and S. Takeuchi (1963): Study on the disposition of fish towards light (7). *ibid.* 49, 33—39.  
 Kawamoto, N. Y. and S. Nagata (1952): On the relation between light gradient and fish behavior. Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie 1, 151—173.  
 Kawamoto, N. Y. and T. Niki (1952): An experimental study on the effect of leading fish by fish attraction lamps. *ibid.* 1, 175—196.  
 Kawamoto, N. Y. and 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.  
 Oka, M. (1950): An experimental study on attraction of fishes to light. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 16, 223—234.  
 Yang, Y. R. (1979): Phototaxis of fish (1). Bull. Korean Fish. Soc. 12, 79—86.  
 Yang, Y. R. (1980): Phototaxis of filefish, conger eel and crucian carp. *ibid.* 13, 1—13.