

色光에 대한 말쥐치의 反應

梁 龍 林
釜山水産大學 漁業學科

Response of Filefish to the Colored Lights

Yong-Rhim YANG

Department of Fishing Technology, National Fisheries University of Pusan
Namgu, Pusan, 608 Korea

The author carried out an experiment to find out the response of filefish, *Navodon modestus* (Günther) to the colored lights.

The experimental tank(360 L×50 W×55 H cm) was set up in a dark room. Six longitudinal sections with 60 cm intervals are marked in the tank to observe the location of the fish. Water depth in the tank was kept 50 cm level.

Light bulbs of 20 W at the both ends of the tank projected the light horizontally into the tank. Two different colored filters were selected from four colors of red, blue, yellow, and white, and they were placed in front of the light bulbs to make different colors of light. Light intensity were controlled by use of auxiliary filters intercepted between the bulb and the filter.

The fishes were acclimatized in the dark for 50 minutes before they were employed in the experiment.

Upon turning on the light, the number of fish in each section was counted 40 times in 30 second intervals, and the mean of the number of fish in each section was given as the gathering rate of the fish.

The colors favoured by the fish was found in the order of blue, white, yellow and red. The gathering rate of fish on illumination period was not constant but varied randomly. The difference of the gathering rates on two different colors of light was rather in significant, however the difference was larger in the day time than in the night time.

緒 論

色光에 대한 魚類의 行動은 光의 세기 및 色彩, 魚種에 따라 다르다는 것을 Kawamoto and Takeda (1950, 1951)를 비롯하여 Oka(1951), Ozaki(1951), Kawamoto and Konishi(1952, 1955), Kawamoto

and Uno(1954), Imamura(1968), Yang(1980, 1981a, b, 1983a, b)등이 海産魚類를 대상으로 조사 보고한 바 있으며, 또 色光의 照明時間에 따라 集魚率이 변한다는 것을 Kawamoto *et al.*(1950, 1952), Kawamoto and Konishi(1955), Imamura and Takeuchi(1963), Yang(1980, 1981a, b, 1983a, b)

* 이 研究는 1983年度 文敎部 學術研究助成費로 이루어졌음.

등이 海産魚類에 대하여 보고한 바 있다.

말쥐치, *Navodon modestus*에 대해서는 Yang(1982)이 白色光에 대한 反應을 조사하여 適正照度 및 照明時間에 따른 集魚率의 변화 등을 보고한 바 있으나, 色光에 대한 것은 아직 보고된 바 없다.

따라서 본고에서는 色光에 대한 말쥐치의 行動樣相을 晝間과 夜間으로 구분 조사하여 水槽內의 魚類分布, 잘 모이는 色光, 照明時間에 따른 集魚率의 변화 등을 조사 분석하였다.

材料 및 方法

1. 材 料

본 실험에 사용한 魚類는 부산 근해에서 어획한 體長 17~25 cm인 말쥐치, *Navodon modestus*(Günther)인데, 이들을 循環式濾過飼育水槽에서 10 일 이상 適應시킨 다음 실험에 사용하였으며 총 마리수는 100 마리 이상 이었다.

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에 선을 그어 6 개의 等區間으로 나누어 각 區間의 길이를 60 cm 되게 하고, 光源쪽에서 부터 각각 A₁, A₂, A₃ 및 B₁, B₂, B₃ 區間이라 정하였다(Fig. 1). 實驗水槽는 暗室內에 설치하고 수심은 50 cm 로 유지 시켰으며 실험수온 범위는 17.5~22.5°C 로 유지하였다.

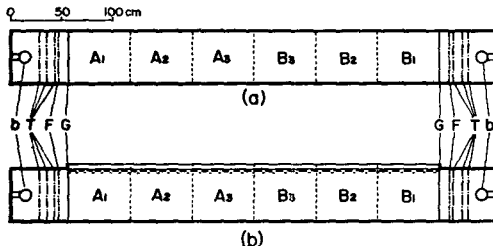


Fig. 1. Schematic diagram of the experimental tank

(a): plan view; (b): side view;
b:light bulb; G:glass plate;
T: filter; F:color filter

光源箱子(55L×50W×50H cm)는 實驗水槽의 양쪽 끝 유리창 밖에 설치하고, 필터를 삽입할 수 있게 만들었으며, 光源電球는 20 W 白熱燈을 사용하고 A.C.용 및 D.C.용 자동전압조정기를 연결하여 電壓을 安定시켜, 빛의 세기를 일정하게 유지하였다.

色光源은 色필터(50×50 cm)를 이용하여 靑(3950~5200Å), 黃(5150~5850Å), 赤(5950~6650Å) 및 白(3950~7350Å)색의 4 가지 色光源을 만들었으며, 각 光源에 대한 水槽內의 水中照度는 水中照度計(Kahlsico #358WA360, Toshiba #9)로써 측정하여 각 光源쪽의 A₁ 과 B₁ 區間에서의 平均水中照도가 같게끔 補助필터(3~5 종)를 電球와 色필터 사이에 삽입하였는데, A₁ 과 B₁ 區間에서의 平均水中照度は 2~2.5 lux 였다.

각 실험마다 飼育水槽에서 適應된 魚類를 10 마리씩 實驗水槽에 옮기고 50 分間 暗黑에 順應시킨 후 2 가지 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 30 秒마다 1 회씩 40 回(20 分間) 조사한 마리수의 평균으로서 色光에 대한 區間別分布와 魚類의 行動을 조사 분석하였다.

이와같은 실험을 晝間과 夜間으로 각각 구분 조사하였는데, 이 때 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 A₁ 및 B₁ 區間에서 연속 3 回 조사한 集魚率의 평균치를 각각 그 中間時刻에서의 集魚率로 나타냈는데 평균치 사이의 時間間隔은 30 秒로 하였다.

각 水槽의 水質管理를 위하여 D.O. meter(Delta # 1010)와 S.T. meter(Kahlsico # RS5-3)를 사용하여 용존산소, 염분, 수온 등을 조정하였다.

結果 및 考察

1. 初期條件

말쥐치가 光刺戟을 받지않고 暗黑에 50 分 이상 順應된 후의 水槽內에서의 個體分布는 Table 1 과 같이 區間에 따라 다소 차이가 있었고 兩端이 中央部보다 다소 많이 모였는데, 이것은 水槽의 길이가 한정되어 水槽의 兩端이 障壁의 역할을 했기 때문이라고 생각된다.

色光에 대한 말뚝치의 反應

Table 1. Distribution rate (%) of *Navodon modestus* under dark condition

Section					
A ₁	A ₂	A ₃	B ₃	B ₂	B ₁
22.22	15.56	12.22	11.11	15.56	23.33

2. 두가지 色光에 대한 個體分布

두가지 色光으로 동시에 光刺戟을 말뚝치에 加했을 때의 水槽內의 區間別 分布는 Table 2 와 같고, 分布曲線은 Fig.2 와 같이 水槽의 兩端에서 비추어 주는 빛의 色의 조합에 따라 다소 차이가 있었으나 晝夜間의 차이는 뚜렷하지 않았으며 兩端區間에 다소 많이 모이는 경향을 보여 대체로 U字型을 이루었는데, 白光의 경우 (Yang, 1982)보다 中間區間에 다소 많이 모였다.

한편, 水槽의 兩端인 A₁ 區間과 B₁ 區間에서의 分布差를 보면, 晝間의 赤色과 青色의 조합일때가 19.16 %로 최대였고, 赤色과 黄色의 조합일때 7.5 %로 최소였으며 晝間의 平均分布差는 13.20%였다. 夜間에는 黄色과 青色의 조합일때 14.90%로 최대였고, 赤色과 青色의 조합일때 4.69%로 최소였으며, 夜間의 平均分布差는 8.09 %로서 晝間보다 적었다. 말뚝치의 兩色光쪽에서의 平均分布差는 10.65%로서 두툽상어 *Scyliorhinus torazame* 의 10.19%(Yang, 1983a)와는 비슷하였으나, 불낙 *Sebastes inermis* 의 31.14%(Yang, 1983b)보다는 훨씬 적었는데, 이것은 말뚝치가 色光에 대한 선택성

이 두툽상어와는 비슷하고 불낙보다는 약한 魚種이기 때문이라고 생각된다.

兩光源쪽에서의 말뚝치의 色光別分布를 보면, 晝間과 夜間의 구별없이 青色光쪽에 가장 많이 모였고 다음이 白色, 黄色, 赤色光의 순으로 나타났다. 晝夜間에 같은 반응을 나타낸 것은 불낙(Yang, 1983b)의 경우와 같았으나 두툽상어(Yang, 1983a)의 경우

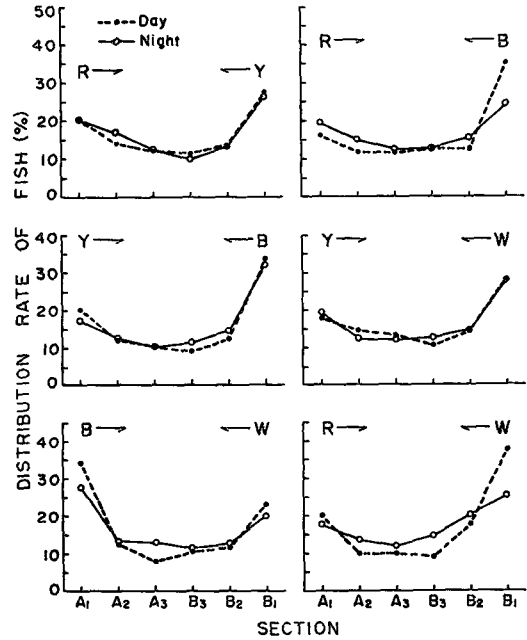


Fig.2. Distribution rate of the fish in each section of the tank exposed to the combinations of colored lights
R: red; Y: yellow; B: blue; W: white

Table 2. Distribution rate(%) of the fish under the different combinations of colored lights

Time	Light source	Section						Light source
		A ₁	A ₂	A ₃	B ₃	B ₂	B ₁	
Day	Red	20.31	14.28	12.19	11.53	13.88	27.81	Yellow
	Red	16.05	11.91	11.63	12.44	12.75	35.22	Blue
	Yellow	20.41	12.44	10.91	9.66	12.66	33.94	Blue
	Yellow	18.19	14.69	13.25	11.00	14.16	28.72	White
	Blue	34.16	12.56	8.09	10.09	11.72	23.38	White
	Red	20.16	9.75	10.16	9.09	12.97	37.88	White
Night	Red	20.47	17.00	12.47	10.03	13.50	26.53	Yellow
	Red	19.81	15.06	12.41	12.69	15.53	24.50	Blue
	Yellow	17.41	12.91	10.78	11.97	14.63	32.31	Blue
	Yellow	19.56	12.50	12.09	12.91	14.90	28.03	White
	Blue	27.66	13.44	14.38	11.69	12.84	20.00	White
	Red	18.78	13.72	12.00	14.69	15.22	25.59	White

와는 상반되게 나타났다. 말리치가 잘 모이는 色光의 순서(靑, 白, 黃, 赤)는 晝間에 있어서의 복색 *Fugu nipholes*(Yang, 1980)과 쥐치 *Stephanolepis cirrhifer*(Yang, 1981a)의 경우와 같은 경향을 나타냈다.

3. 照明時間에 따른 集魚率의 變化

水槽内の 兩端인 A₁ 區間과 B₁ 區間에서 2 가지씩의 色光의 조합에 대하여 30 秒 간격으로 40 回(20 分間) 조사한 集魚率은 Fig. 3 과 같은데, 照明時間의 경과에 따른 集魚率의 變化는 일정한 增減추세를 보이지 않고 계속 불안정하게 변동했으며, 2 가지 色光에 대한 集魚率의 차는 비교적 뚜렷하지 않았는데 夜間보다 晝間에 더 뚜렷했다.

色光源의 組合別로 보면, 赤色과 黄色의 조합인 경우, 晝間에는 赤色쪽의 集魚率이 照明時間이 7 分까지는 감소했고 그 이후에는 증가하는 경향을 보였으며 黄色쪽의 集魚率은 10 分까지는 증가했고 그 이후에는 다소 감소하는 경향을 나타냈다. 夜間에는 赤色쪽의 集魚率이 5 分까지는 감소했고 그 이후에는 일정한 增減추세를 보이지 않았으며 黄色쪽도 일정한 추세를 나타내지 않았는데, 晝夜間에 모두 4 分 이후에는 黄色쪽의 集魚率이 더 높았다.

赤色과 靑色の 조합인 경우, 晝間에는 赤色쪽의 集魚率이 照明時間의 경과에 따라 다소 감소하는 경향을 보였으며 靑色쪽은 14 分까지는 감소했고 그 이후에는 증가했는데 2 分 이후에는 靑色쪽의 集魚率이 더 높았다. 夜間에는 赤色쪽의 集魚率이 9 分까지는 감소했고 그 이후에는 일정한 增減추세를 보이지 않았으며 靑色쪽은 8 分까지는 다소 감소, 8~12 分 사이에 증가했고 그 이후에는 감소하는 경향을 나타냈는데 8 分 이후에는 靑色쪽의 集魚率이 더 높았다.

黄色과 靑色の 조합인 경우, 晝間에는 黄色쪽의 集魚率이 15 分까지는 다소 증가했고 그 이후에는 감소했으며 靑色쪽은 7 分까지는 급격히 감소했다가 그 이후에는 일정한 增減추세를 보이지 않았는데 3 分 이후에는 黄色쪽의 集魚率이 더 높았다. 夜間에는 黄色쪽의 集魚率이 6 分까지는 감소했고 그 이후에는 일정한 增減추세를 보이지 않았으며 靑色쪽도 일정한 增減추세를 보이지 않았는데 靑色쪽의 集魚率이 더 높았다.

黄色과 白色의 조합인 경우, 晝間에는 黄色쪽의

集魚率이 4 分까지는 감소했고 그 이후에는 일정한 增減추세를 보이지 않았으며 白色쪽은 감소하는 경향을 나타냈다. 夜間에는 두 色光쪽의 集魚率이 모두 감소하는 경향을 나타냈는데 晝夜間에 모두 白色쪽의 集魚率이 더 높았다.

靑色과 白色의 조합인 경우, 晝間에는 두 色光쪽의 集魚率이 모두 감소하는 경향을 나타냈는데 대체로 靑色쪽의 集魚率이 더 높았다. 夜間에는 靑色쪽의 集魚率이 일정한 增減추세를 보이지 않았으며 白色쪽은 10 分까지는 감소했고 그 이후에는 증가하는 경향을 나타냈는데 두 色光쪽의 集魚率의 差가 뚜렷하지 않았다.

赤色과 白色의 조합인 경우, 晝間에는 赤色쪽의 集魚率이 7 分까지는 감소했고 그 이후에는 일정한 增減추세를 보이지 않았으며 白色쪽은 4 分까지는 증가했고 그 이후에는 일정한 增減추세를 나타내지 않았는데 3 分 이후에는 白色쪽의 集魚率이 더 높았다. 夜間에는 赤色쪽의 集魚率이 7 分까지는 감소했고 그 이후에는 일정한 增減추세를 보이지 않았으며 白色쪽은 7 分까지는 감소했고 그 이후에는 일정한 增減추세를 나타내지 않았는데 두 色光쪽의 集魚率의 차가 뚜렷하지 않았다.

要 約

色光에 대한 말리치 *Navodon modestus*의 行動을 조사하기 위하여, 2 가지씩의 서로 다른 色光을 조합하여 水槽의 兩端에서 동시에 光刺戟을 가했을 때의 反應을 晝間과 夜間으로 구분 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 水槽內에서의 말리치의 區間別分布曲線은 兩端 區間에 다소 많이 모여 대체로 U 字型이 되었다.
2. 兩色光源쪽에서의 平均分布差는 10.65%(4.69~19.16%)였고, 晝間(13.20%)보다 夜間(8.09%)에 적었다.
3. 말리치가 잘 모이는 色光은 晝間과 夜間の 구별없이 靑色, 白色, 黄色, 赤色の 순으로 나타났다.
4. 照明時間의 경과에 따른 集魚率의 變化는 일정한 增減추세를 보이지 않고 계속 불안정하게 변동했다.
5. 두가지 色光에 대한 集魚率의 差는 비교적 뚜렷하지 않았는데 夜間보다 晝間에 그 差가 심했다.

色光에 대한 말뚝치의 反應

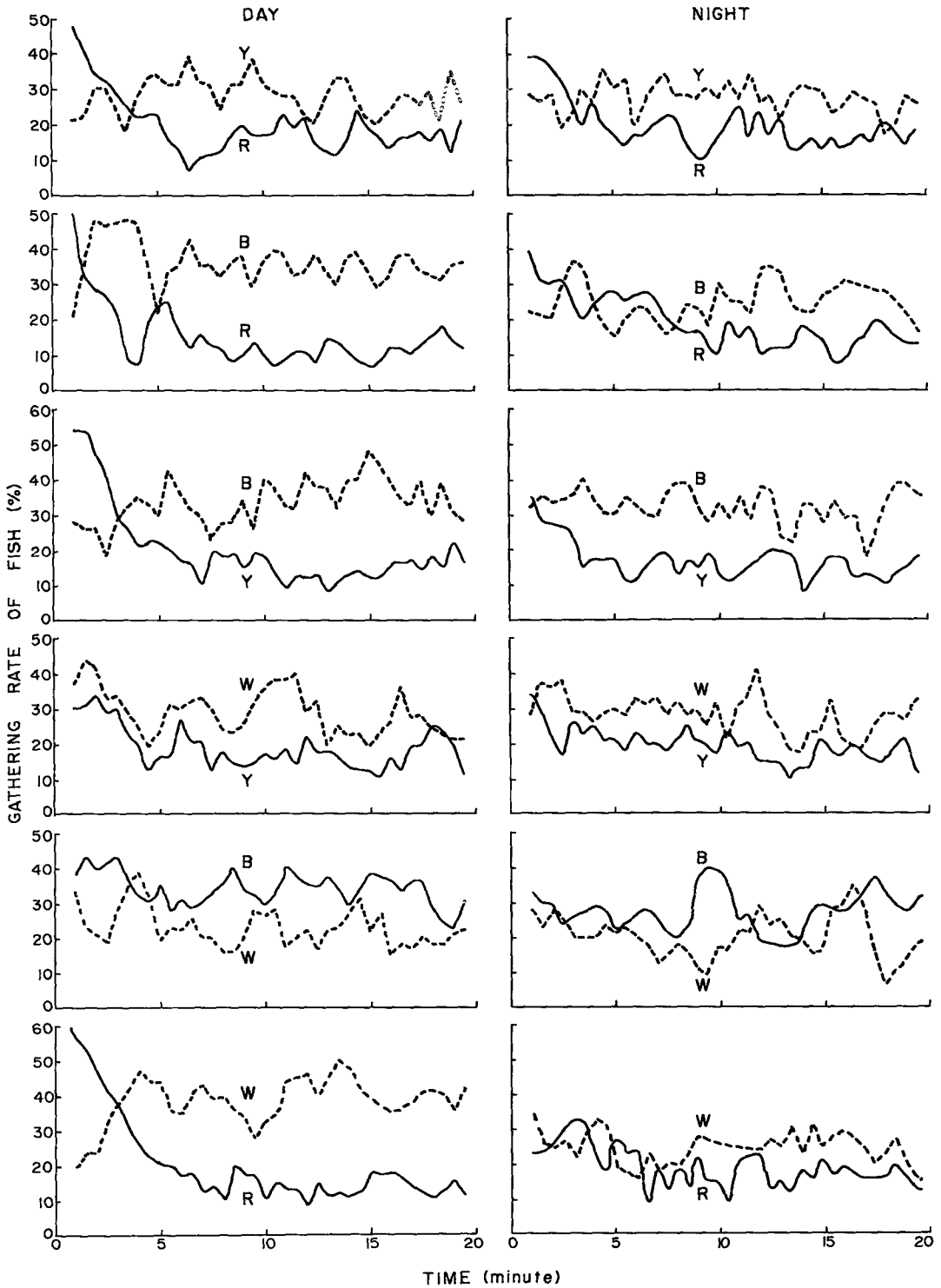


Fig. 3. Variations of gathering rate in the end sections of the tank as illuminating time elapsed
 R: red; Y: yellow; B: blue; W: white

文 獻

- Imamura, Y. 1968. Etude de l'effet du feu dans la pêche et de son operation(2). *La Mer* 6, 136-147.
- Imamura, Y. and S. Takeuchi. 1963. Study on the disposition of fish toward light(7). *J. Tokyo. Univ. Fish.*, 49, 33-39.
- Kawamoto, N.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 K. 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, 101-115.
- Kawamoto, N.Y. and M. Takeda. 1951. The influence of wave lengths of light on the behaviour 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.
- Oka, M. 1951. An experimental study on attraction of fishes to light. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 16, 223-234.
- 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.
- Yang, Y.R. 1980. Phototaxis of fish(3). *Bull. Korean Fish. Tech. Soc.* 16, 37-42.
- Yang, Y.R. 1981a. Response of filefish to the colored lights. *ibid.* 17, 7-11.
- Yang, Y.R. 1981b. Response of conger eel to the colored lights. *Bull. Nat. Fish. Univ. Busan* 21, 1-6.
- Yang, Y.R. 1982. Phototaxis of fish(5). *Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Busan* 14, 69-76.
- Yang, Y.R. 1983a. Response of cat shark to the colored lights. *Bull. Korean Fish. Tech. Soc.* 19, 12-16.
- Yang, Y.R. 1983b. Response of gray rock cod to the colored lights. *Bull. Korean Fish. Soc.* 16, 330-334.