

## 色網地에 대한 돌돔과 능성어의 選擇反應

安熙璿\* · 梁龍林\*

## Selective Response of Rock bream and Sea bass to the Color Nettings

Heui-Chun AN\* and Yong-Rhim YANG\*

The author carried out experiments to find out the response of rock bream, *Oplegnathus fasciatus* (TEMMINCK et SCHLEGEL) and sea bass, *Epinephelus septemfasciatus* (THUNBERG) to the color nettings.

The experimental water tank (180 L×50W×55 Hcm) was set up in a dark room and water level was maintained 50 cm high from the bottom. The tank was divided three longitudinal sections marking 60 cm interval. The illumination systems, consisted of 20 watt fluorescent lamps and filter, were suspended above the tank.

Two different color nettings selected from five colors (red, yellow, green, blue, black) were placed in each end section of the tank.

Ten fish were used in each experiment and the fish were acclimatized in the dark for 60 minutes before experiment. After the light on, the number of fish in each section of the tank was counted in every 30 seconds interval for 30 minutes.

The results obtained are as follows:

1. The rock bream selected the color nettings in the order of yellow, black, blue, green and red.
2. The sea bass selected the color nettings in the order of green, black, red, blue and yellow.

## 緒 論

魚類의 色覺에 관한 研究는 여러 方面에서 시도되 있는데, 色光에 대한 試魚의 反應은 Kawamoto and Takeda(1951), 梁(1980, 1983) 등이 調査하여 魚種 및 晝夜間에 따라 色光에 대한 反應이 다소 差를 表했다.

色彩에 대한 試魚의 選擇反應은 Ritter and MacCrimmon(1973)과 Ginetz and Larkin(1973) 등이 調査한 바 있다.

合成纖維의 開發과 더불어 漁業에서도 다양한 色網地가 使用되고 있으며, 色網地에 대한 試魚의 選擇反應은 檜山 등(1957), 神田·小池(1958), 神田 등(1958), 小池(1968) 및 廉(1980) 등이 研究하였으며,

移動 그물에 대한 逃避反應은 草下(1957), Nambiar et al.(1970) 등이 調査한 바 있다. 그러나 이러한 研究는 주로 外國에서 이루어졌으며, 우리 나라에서는 이 분야에 대한 調査가 거의 안된 실정이다.

本 研究에서는 習性이 서로 다른 돌돔과 능성어의 赤色, 黃色, 綠色, 青色 및 黑色網地에 대한 選擇反應을 調査하여 漁業에의 效率의인 利用에 기여하고자 한다.

## 材料 및 方法

## 1) 試 魚

試魚는 釜山近海에서 定置網으로 漁獲한 體長이 5~11cm, 體重이 8~47g인 돌돔 *Oplegnathus fasciatus*

\* 釜山水產大學: National Fisheries University of Pusan

(TEMMINCK et SCHLEGEL)과 體長이 9~15cm, 體重이 15~49g인 능성어 *Epinephelus septemfasciatus* (THUNBERG)로서, 이들을 6개의 循環式濾過飼育水槽(152L×58W×43Hcm)에서 10일 이상 적응시킨 다음 使用하였으며, 飼育 및 實驗水溫範圍는 23~28°C 였다.

## 2) 裝 置

實驗裝置는 水槽, 色網地를 및 光源으로 構成하였는데, 여기서 실험수조는 나무로 만든 循環式濾過飼育水槽(180L×50W×55Hcm)로 내부에는 白色 비닐을 깔았으며, 水槽의 길이 방향을 세개의 等區間으로 나누어 각 區間의 길이가 60cm 되게 하였고, 水槽의 上部에 PVC 막대를 가로 질러 區間의 경계를 표시하였다(Fig. 1-B).

色網地는 網絲의 直徑이 0.6mm, 網目の 크기가 34mm인 Nylon 網地로 網地의 色彩는 赤色, 黃色, 綠色, 青色 및 黑色의 5가지인데 Munsell 表色計(1964)에 의한 色彩表示는 Table 1과 같다.

이들 色網地는 PVC막대(직경6mm)로 만든 네모난 소쿠리 모양의 틀(Fig. 1-C)에 成形率 약 70% 되게 붙이고, 그것을 水槽의 양 各쪽 區間에 入口가 서로 마주 보도록 설치하였으며, 중앙의 구간에는 色網地틀을 설치하지 않았다.

照明裝置의 光源으로서는 형광등(A.C. 100V, 20

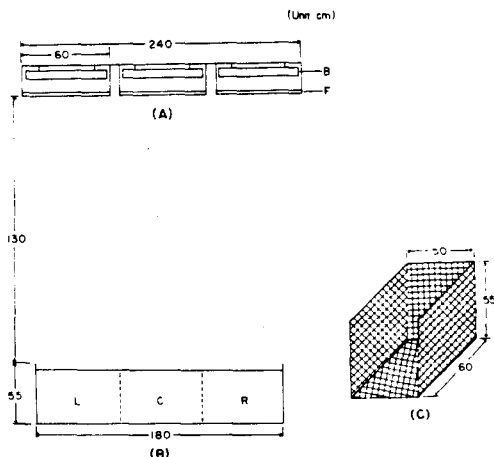


Fig. 1. Schematic diagram of the experimental equipments.

- (A): Light source and filters
- (B): Longitudinal view of the experimental tank
- (C): Experimental netting
- B : Light bulb, F: filter,
- L, C, R: section of the tank

Table 1. Specification of color nettings used in the experiment

Color	Value of Munsell System		
	Hue	Value	Chroma
Red	2.5 R	4	14
Yellow	10.0 Y	9	6
Green	2.5 BG	6	10
Blue	2.5 B	8	4
Black	—	N1	—

WX2)을 使用하고, 그 20cm 아래에 필터(아크릴판 5mm+2mm, 트레이지 0.05mm×8장)를 裝置한 것을 1 set로 하여, 이런 照明裝置 3 set를 水槽의 上部에서 130cm 높이에 水槽의 길이 방향으로 等間隔이 되게 設置하여 水中照度가 일정하도록 하였으며, 電壓의 安定을 위하여 電壓安定器(대형 A.C. 100V 200W)를 使用하였다.

水槽内の 照度는 水中照度計(KAHLISCO, #268W A310, 23AM300)로 測定하였으며, 水深에 따른 平均水中照度の 範圍는 20.9~23.5lux였다.

試魚가 光源點燈時 형광등의 깜박임으로 인하여 위협을 받는 것을 방지하기 위하여 水槽위에 검은 비닐을 두겹으로 하여 만든 暗幕板(180L×50W cm)을 설치하였으며, 光源이 完全히 點燈된 후 暗幕板을 들어내어 水槽内に 照明이 되도록 하였다.

## 3) 實驗方法

試魚를 10마리씩 水槽의 中間區間에 넣고, 暗幕板을 水槽위에 덮어 1時間 동안 暗黑에 順應시킨 후 光源이 完全히 點燈된 다음 暗幕板을 들어내어 水槽内に 照明이 되도록 하였다.

實驗値는 照明 30초 후부터 시작하여 30초마다 水槽內 各 區間에 分布한 試魚의 尾數를 計數하여 30分間 調査한 것을 한 번의 實驗으로 하였다.

먼저, 초기 조건으로서 試魚가 水槽內的 세 區間 중 어느 쪽에 편중하여 分布하는가를 調査하기 위하여 白色 배경판의 狀態에서 들뜸과 능성어에 대해 각각 다섯 번씩 반복하여 測定한 것을 資料로 하였다.

色網地에 대한 試魚의 選擇反應을 調査하기 위하여는 赤色, 黃色, 綠色, 青色 및 黑色의 網地中 서로 다른 2가지를 組合하여 水槽의 양 各쪽 區間에 設置한 경우에 대하여, 각 組合別로 다섯 번씩 반복하여 測定한 것을 資料로 하였다.

結果 및 考察

1) 白色 배경 상태에서의 分布

色網地를 설치하지 않고 白色 배경 하에서 調査한 돌돔과 농성어의 水槽內 各 區間別 分布回數는 各各 Table 2 및 Table 3과 같다.

이것에서 돌돔의 경우(Table 2)는 總 3,000회의 시행 중 水槽의 中間區間에 923회, 왼쪽區間에 1,015회, 오른쪽 區間에 1,062회 分布하여 中間區間보다 양 各쪽 區間에 다소 많이 分布하였고, 양 各쪽 區間에서는 어느 한쪽으로 偏重하여 分布하는 경향은 나타나지 않았다.

농성어(Table 3)는 水槽의 中間區間에 1,048회, 왼쪽 區間에 960회, 오른쪽 區間에 992회 分布하여 中間區間에 다소 많이 分布하였고, 양 各쪽 區間에서는 어느 한쪽으로 偏重하여 分布하는 경향은 나타나지 않았다.

Table 2. Distribution numbers of rock bream in three section of white backgrounded tank

Number of Experiment	Section			Total
	Left	Center	Right	
1	183	193	224	600
2	200	183	217	600
3	216	188	196	600
4	193	175	232	600
5	223	184	193	600
Total	1,015	923	1,062	3,000
Mean	203	185	212	600

Table 3. Distribution numbers of sea bass in three section of white backgrounded tank

Number of Experiment	Section			Total
	Left	Center	Right	
1	187	208	205	600
2	194	200	206	600
3	192	208	200	600
4	205	219	176	600
5	182	213	205	600
Total	960	1,048	992	3,000
Mean	192	210	198	600

2) 色網地의 組合別 分布差

水槽의 양 各쪽 區間에 서로 다른 두 가지 色網地를 組合하여 설치하고 照明狀態에서 세 區間에 分布한 回數를 計數한 結果는 돌돔의 경우 Table 4 및 Fig. 2(A)와 같고, 농성어의 경우 Table 5 및 Fig. 2(B)와 같다.

돌돔의 경우, 各 組合別로 3,000회의 시행에서 두 가지 色網地中 어느 한쪽을 選擇한 回數의 차이가 가장 큰 경우는 赤色과 黄色의 組合일 때로서 色網地를 選擇한 回數는 總 1,954회이고 421회 : 1,533회로 黄色을 많이 選擇하였으며, 그 다음으로 차이가 큰 경우는 黄色과 青色의 組合으로 色網地를 選擇한 回數는 總 1,761회이고 1,350회 : 411회로 黄色을 많

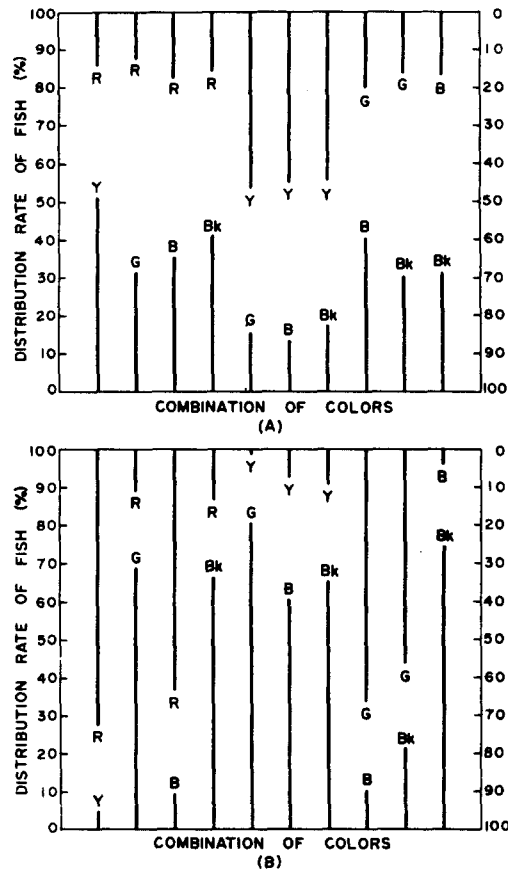


Fig. 2. Distribution rate (%) of fish in relation to the combination of color nettings.

(A): *Oplegnathus fasciatus*

(B): *Epinephelus septemfasciatus*

R : red, Y : yellow, G : green, B : blue, Bk : black

Table 4. Distribution numbers of rock bream in each section of the tank with the combination of different color nettings

Combination of color	Color nettings					Center section	Total
	Red	Yellow	Green	Blue	Black		
Red-Yellow	421	1,533				1,046	3,000
Red-Green	370		954			1,676	3,000
Red-Blue	528			1,078		1,394	3,000
Red-Black	478				1,245	1,277	3,000
Yellow- Green		1,382	476			1,142	3,000
Yellow-Blue		1,350		411		1,239	3,000
Yellow-Black		1,333			532	1,135	3,000
Green-Blue			601	1,233		1,176	3,000
Green-Black			485		921	1,594	3,000
Blue-Black				502	942	1,556	3,000
Total	1,797	5,598	2,516	3,214	3,640	13,235	30,000
Mean	449.3	1,399.5	629.0	803.5	910.0	1,323.5	3,000

Table 5. Distribution numbers of sea bass in each section of the tank with combination of different color nettings

Combination of color	Color nettings					Center section	Total
	Red	Yellow	Green	Blue	Black		
Red-Yellow	2,183	150				667	3,000
Red-Green	332		2,068			600	3,000
Red-Blue	1,898			284		818	3,000
Red-Black	399				2,001	600	3,000
Yellow-Green		50	2,422			528	3,000
Yellow-Blue		225		1,827		948	3,000
Yellow-Black		278			1,965	757	3,000
Green-Blue			2,002	309		689	3,000
Green-Black			1,694		655	651	3,000
Blue-Black				122	2,242	636	3,000
Total	4,812	703	8,186	2,542	6,863	6,894	30,000
Mean	1,203.0	175.8	2,046.5	635.5	1,715.8	689.4	3,000

이 選擇하였으며, 세 번째가 黄色과 綠色의 組合으로서 網色地를 選擇한 回數는 총 1,858회이고 1,382회:476회로 黄色을 많이 選擇하여 세가지 組合에서 모두 黄色을 많이 選擇한 것으로 나타났다.

한편, 選擇回數의 차이가 가장 작은 경우는 綠色과 黑色의 組合일 때로서 色網地를 選擇한 回數는 총 1,406회이고 485회:921회로 黑色을 많이 選擇하였으며, 그 다음으로 차이가 적은 경우는 青色과 黑色의 組合으로서 色網地를 選擇한 回數는 총 1,444회이고 502회:942회로 黑色을 많이 選擇하였으며, 세 번째로 작은 경우는 赤色과 青色의 組合으로서 色網地를 選擇한 回數는 총 1,606회이고 528회:1,078회로 青色을 많이 選擇하였다.

능성어는 두 가지 色網地中의 어느 한쪽을 選擇한

回數의 차이가 가장 큰 경우는 黄色과 綠色의 組合일 때로서 色網地를 選擇한 回數는 총 2,472회이고 50회:2,422회로 綠色을 많이 選擇하였으며, 그 다음으로 차이가 큰 경우는 青色과 黑色의 組合으로서 色網地를 選擇한 回數는 총 2,364회이고 122회:2,422회로 黑色을 많이 選擇하였으며, 세 번째가 赤色과 黄色의 組合으로서 色網地를 選擇한 回數는 총 2,333회이고 2,183회:150회로 赤色을 많이 選擇하였다.

한편, 능성어에서 選擇回數의 차이가 가장 작은 경우는 綠色과 黑色의 組合일 때로서 色網地를 選擇한 回數는 총 2,349회이고 1,694회:655회로 綠色을 많이 選擇하였으며, 그 다음으로 차이가 작은 경우는 赤色과 黑色의 組合으로서 色網地를 選擇한 回數는 총 2,400회이고 399회:2,001회로 黑色을 많이 選擇

色網地에 대한 돌돔과 능성어의 選擇反應

하였으며, 세 번째로 작은 경우는 黃色과 靑色の 組合으로서 色網地를 選擇한 回數는 총 2,052회이고, 225回:1,827회로 靑色을 많이 選擇하였다.

中間區間에서의 試魚의 分布回數를 보면 돌돔은 白色 배경 하에서는 中間區間에 923回(30.77%) 分布하였고, 色網地를 설치하였을 때는 平均 1,324回(44.12%) 分布하여, 色網地를 설치한 경우가 中間區間에 더 많이 모여서 色網地를 기피하는 경향을 보였다.

한편, 능성어는 白色 배경 하에서는 中間區間에 1,048回(34.93%) 分布하였고, 色網地를 설치하였을 때 平均 689回(22.98%) 分布하여, 色網地를 選好하는 경향을 보였다.

3) 色網地 選擇順位

色網地에 대한 試魚의 選擇回數(Table 4, 5)에서 各 組合別로 試魚가 많이 選擇한 色網地에 +1의 Score를 주고, 적게 選擇한 色網地에 0의 Score를 주어 試魚가 많이 選擇한 色網地의 順位를 구한 것은 Table 6과 같다.

Table 6. Scores of color choice in the experiments

Fish Species	No. of Exper.	Color				
		Red	Yellow	Green	Blue	Black
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	1	0	+1			
	2	0		+1		
	3	0			+1	
	4	0				+1
	5		+1	0		
	6		+1		0	
	7		+1			0
	8			0	+1	
	9			0		+1
	10				0	+1
Total		0	+4	+1	+2	+3
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	1	+1	0			
	2	0		+1		
	3	+1			0	
	4	0				+1
	5		0	+1		
	6		0		+1	
	7		0			+1
	8			+1	0	
	9			+1		0
	10				0	+1
Total		+2	0	+4	+1	+3

이것에서 돌돔은 黃色網地와 다른 色網地를 組合하였을 때에는 항상 黃色網地를 많이 選擇하여 黃色網地의 Score가 가장 컸으며, 黑色網地와의 組合에서는 黃色網地와 組合한 경우를 제외하고는 黑色網地를 많이 選擇하여 黑色網地의 Score가 두번째로 컸고, 赤色網地와의 組合에서는 赤色網地쪽을 항상 적게 選擇하여 Score가 가장 적었다. 즉, 돌돔이 많이 選擇한 色網地의 順位는 黃色, 黑色, 靑色, 綠色, 赤色の 順으로 나타났다.

한편, 능성어의 경우 綠色網地와 다른 色網地를 組合하였을 때에는 항상 綠色網地를 많이 選擇하여 綠色網地의 Score가 가장 컸으며, 黑色網地와의 組合에서는 綠色網地와 組合한 경우를 제외하고는 黑色網地를 많이 選擇하여 黑色網地의 Score가 두번째로 컸고, 黃色網地와의 組合에서는 黃色網地쪽을 항상 적게 選擇하여 黃色網地의 Score가 가장 적었다.

즉, 능성어가 많이 選擇한 色網地의 順位는 綠色, 黑色, 赤色, 靑色, 黃色의 順으로 나타났다.

돌돔이 選擇한 色網地의 順位와 능성어가 選擇한 色網地의 順位間的 相關係數는 -0.5로 나타나 두 魚種이 選好한 色彩의 順位가 相反되는 경향이 있음을 알 수 있다.

한편, 돌돔은 黃色과 黑色網地를 많이 選擇하여 體色인 黃色 바탕에 黑色머가 있는 것과 일치한 것은 흥미로운 結果이며, 이는 돌돔이 이들 色彩에 順應되었기 때문이라고 생각한다. 돌돔이 赤色網地를 가장 적게 選擇한 것은 定置網 자루 그물을 赤色으로 하였을 때 농어, 흑돔 등의 漁獲量이 가장 적게 나타난 小池(1968)의 研究結果나 그물을 赤色으로 하였을 때 연어의 도피 반응이 가장 높았다고 보고한 Nambiar et al.(1970)의 結果와 같은 反應을 보였다.

능성어는 綠色網地를 가장 많이 選擇하여 神田·小池(1958)가 전갱이, 정어리, 잉어를 대상으로, 神田等(1958)이 무지개 송어를 대상으로 色網地에 대한 試魚의 通過反應을 調査한 結果들과 같은 反應을 나타냈다.

要 約

色網地에 대한 돌돔과 능성어의 選擇反應을 調査하기 위하여 赤色, 黃色, 綠色, 靑色 및 黑色의 다섯가지 色網地를 使用하여 試魚의 反應을 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 水槽內에 色網地를 設置하지 않고 白色 배경 하에서 調査하였을 때, 돌돔과 능성어는 양 가쪽 區間

中 어느 한쪽으로 偏重하여 分布하는 경향은 나타나지 않았다.

2. 돌돔은 水槽의 양 各쪽 區間에 色網地를 設置한 경우가 設置하지 아니한 때보다 中間 區間에 많이 모였으나, 능성어에서는 반대로 나타났다.

3. 돌돔이 많이 選擇한 色網地의 順位는 黄色, 黑色, 青色, 綠色, 赤色の 순으로 나타났다.

4. 능성어가 많이 選擇한 色網地의 順位는 綠色, 黑色, 赤色, 青色, 黄色의 順으로 나타났다.

### 謝 辭

本 研究를 위해 助言을 해주신 朴 丞源 教授님께 감사드리며, 實驗 및 資料整理를 도와준 강 효근, 이 호상군등 漁法物理學 研究室 學生들에게 謝意를表하는 바입니다.

### 文 獻

Ginetz, R. M. and P. A. Larkin(1973): Choice of colors of food items by rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Fish. Res. Board Can., 30, 229-234.

檜山義夫·草下孝也·近藤圭吉(1957): 彩色した沈垣網の效果について. 日水誌, 22(10), 598-601.

神田献二·小池篤(1958): 漁網の色に関する研究-I. 同誌, 23(10), 612-616.

神田献二·小池篤·小倉通男(1958): 漁網の色に関する研究-II. 同誌, 23(10), 617-620.

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.

小池篤(1968): ます網の袋網の色と漁獲との關係-I. 日水誌, 34(3), 177-184.

草下孝之(1957): 中央驅集法及び一端驅集法にする漁網の色彩の效果. 同誌, 22(11), 668-673.

Nambiar, K. P. P., Y. Hiyama and T. Kusaka(1970): Behavior of fishes in relation to moving nets-II. *ibid.*, 36(5), 469-475.

日本色彩研究所(1964): JIS 標準色票. 日本規格協會.

Ritter, J. A. and H. R. MacCrimmon(1973): Effects of illumination on behaviour of wild brown (*Salmo trutta*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) exposed to black and white backgrounds. J. Fish. Res. Board Can., 30, 1875-1880.

梁龍林(1980): 魚類의 走光性에 관한 研究(3). 漁業技術, 16(1), 37-42.

梁龍林(1983): 色光에 대한 두릅상어의 反應. 同誌, 19(1), 12-16.

廉末九(1981): 농어 및 불낙의 色網絲에 대한 選擇反應. 同誌, 17(1), 1-6.