

魚類의 走光性에 關한 研究

7. 色光에 대한 능성어의 反應*

梁 龍 林

釜山水產大學
(1987년 10월 30일 접수)

Phototaxis of Fish

7. Response of Sea-bass to the Colored Lights*

Yong-Rhim YANG

National Fisheries University of Pusan
(Received october 30, 1987)

The author carried out an experiment to find out the response of sea-bass, *Epinephelus septemfasciatus* (Thunberg) to the color 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, red, white and yellow in day time, and red, blue, yellow and white at night time. The gathering rate of fish on illumination period was not constant and fluctuated with irregularity. The difference of the gathering rate on two different colors of light was small and the difference was larger in night time than in day time.

緒 論

光과 魚類의 행동과는 밀접한 관계있어, 海産魚類를 대상으로 色光에 대한 魚類의 行動樣相이 光의 色彩 및 세기, 魚種에 따라 다르다는 것을 Kawamoto and Takeda (1950, 1951)를 비롯하여 Ozaki (1951), Kawamoto and Konishi (1952, 1955), Kowamoto and Uno (1954), Yang (1980, 1981 a, b, 1983 a, b, 1984

a, b, 1985) 등이 보고한 바 있으며, 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, 1981 a, b, 1983 a, b, 1984 a, b, 1985) 등이 조사 보고한 바 있다.

능성어, *Epinephelus septemfasciatus* 에 대해서는 色網地에 대한 선택반응을 An and Yang (1985)이 보

* 본 研究는 韓國科學 財團의 研究費에 의하여 研究되었음.

고한 바 있고, 白色光에 대한 반응을 Yang (1987)이 보고한 바 있으나 色光에 대한 반응은 보고된 바 없다.

따라서, 본고에서는 色光에 대한 능성어의 行動樣相을 주간과 야간으로 구분 조사하여 水槽내의 魚類分布, 잘 모이는 色光 및 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 체장 9~15 cm, 체중 150~400g 인 능성어 *Epinephelus septemfasciatus* (Thunberg)였고, 이들을 循環式濾過飼育水槽에서 10日 이상 적응시킨 다음 실험에 사용하였으며, 총 마리수는 150 마리 이상이었다.

2. 裝置 및 方法

實驗水槽 (360 L × 50 W × 55 H cm)는 광택이 없는 灰色循環式濾過飼育水槽이며 光源箱子에서 나오는 빛이 水槽의 양쪽끝에 있는 투명 유리창을 통하여 水中으로만 투과되게 하였으며, 水槽내에 선을 그어 6개의 등구간으로 나누어 각 구간의 길이를 60 cm 되게 하고, 각 光源쪽에서 부터 각각 A₁, A₂, A₃ 및 B₁, B₂, B₃ 구간이라 하였다 (Fig. 1).

實驗水槽는 암실내에 설치하고, 수심은 50 cm로 유지시켰으며, 실험수온 범위는 24~28°C로 유지하였다.

光源源箱子 (55 L × 50 W × 50 H cm)는 實驗水槽의 양쪽 끝 유리창 밖에 설치하고 필터를 삽입할 수 있게 만들었으며, 전구는 20 W인 백열등을 사용하고,

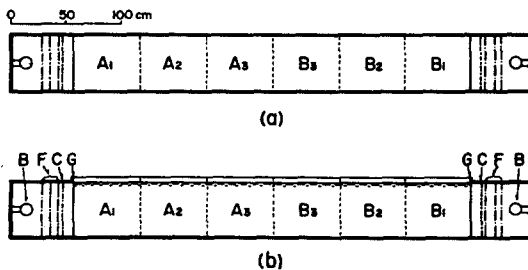


Fig. 1. Schematic diagram of the experimental tank.

(a) : plan view; (b) : side view;
F : Filter; C : color filter; B : light bulb;
G : glassplate

A.C.용 및 D.C.용 자동전압조정기(Kingshill # cp 84)를 연결하여 전압을 안정시켜, 빛의 세기를 일정하게 유지하였다. 色光源은 色필터(50 × 50 cm)를 이용하여 靑 (3950~5200 Å), 黃 (5150~5850 Å), 赤 (5950~6650 Å) 및 白 (3950~7350 Å)色的 4가지 色光源을 만들었으며, 각光源에 대한 수조내의 水中照度는 under water luxmeter (T. J. crump # 550)로써 측정하여 각光源쪽의 A₁과 B₁ 구간에서의 平均水中照度가 같게끔 補助필터(3~5종)를 전구와 色필터 사이에 삽입하였는데 두 구간에서의 平均水中照度는 2~2.5 lux 였다.

각 실험마다 飼育水槽에서 적응된 魚類를 10마리씩 實驗水槽에 옮기고 50분간 暗黑에 순응시킨 후 2가지 色光源을 동시에 점등하여, 점등하는 순간에 각 구간에서 발견되는 마리수로서 光刺戟을 받지 않은 상태에서의 分布를 조사하였으며, 계속 각 구간에서 발견되는 마리수를 30초마다 40회 (20분간) 조사한 마리수의 평균으로서 色光에 대한 區間別分布와 魚類의 行動을 조사 분석하였다. 이와 같은 실험을 주간과 야간으로 각각 구분 조사하였는데, 이때 光에 대한 순응을 피하기 위하여 실험마다 다른 個體를 사용하여 10회 이상 조사하였다. 照明時間에 따른 集魚率의 변화는 각光源쪽인 A₁ 및 B₁ 구간에서 연속 3회 조사한 集魚率의 평균치를 각각 그 중간시간에서의 集魚率로 나타냈는데 평균치 사이의 시간간격은 30초로 하였다.

각 水槽의 수질관리를 위하여 D.O. meter (Delta # 1010)와 S. T. meter (Kahlsico # RS 5-3)를 사용하여 용존산소, 염분 및 수온 등을 조정하였다.

結果 및 考察

1. 初期條件

능성어가 光刺戟을 받지않고 暗黑에 50분 이상 순응된 후의 水槽内の 個體分布는 Table 1과 같이 구간에 따라 다소 차이가 있었고 兩端과 中央部에 다소 많이 모여 두툽상어 *Scyliorhinus torazame* (Yang, 1983a)의 경우와 비슷하였는데 이것은 水槽의 길이가 한정되어 水槽의 兩端이 장벽의 역할을 하여,

Table 1. Distribution rate of *Epinephelus septemfasciatus* under dark condition

Section	A ₁	A ₂	A ₃	B ₃	B ₂	B ₁
Rate(%)	25.00	11.25	16.25	15.00	10.00	22.50

암초 저대에 서식하는 습성이 있는 능성어가 兩端區間에 다소 많이 모였다고 생각된다.

2. 두가지 色光에 대한 個體分布

水槽의 兩端에서 서로 다른 두가지 色光으로 동시에 光刺戟을 능성어에 가했을 때의 水槽내의 區間別分布는 Table 2와 같고, 分布曲線은 Fig. 2와 같이 水槽의 兩端에서 비추어 주는 色光의 조합에 따라 다르고 주야간의 차이로 비교적 심했으며, 兩端區間

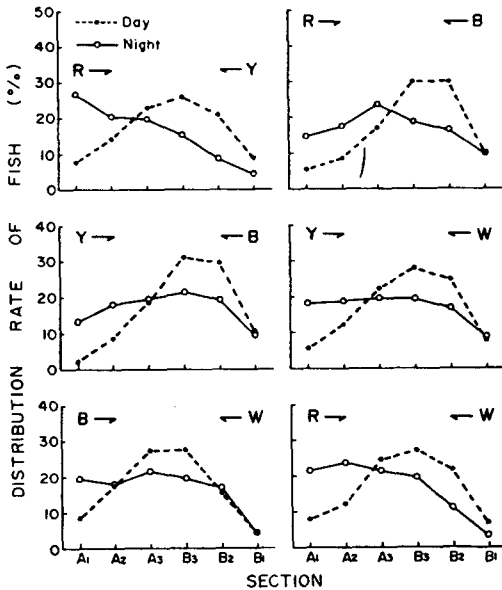


Fig. 2. Distribution rate of fish in each section of the tank exposed to the various color light source.
R : red; Y : yellow; B : blue; W : white

보다 中央區間에 많이 모이는 경향을 보여 대체로 冂字型을 이루어 볼나 *Sebastes inermis* (Yang, 1983 b), 말쥐치 *Navodon modestus* (Yang, 1984 a) 및 쥐노래미 *Hexagrammos otakii* (Yang, 1984 b)의 경우와는 상반되는 경향을 나타냈는데, 이것은 능성어가 光을 싫어하는 魚種이기 때문이라고 생각된다.

한편, 水槽의 兩端인 A₁ 구간과 B₁ 구간에서의 分布差를 보면, 주간 黃色과 靑色의 조합일 때가 8.55%로 최대였고, 赤色과 白色의 조합일 때 1.05%로 최소였으며, 주간 平均分布差는 3.58% 였다. 야간에는 赤色과 黃色의 조합일 때 22.45%로 최대였고, 黃色과 靑色의 조합일 때 4.10%로 최소였으며, 야간의 平均分布差는 12.55%로서 주간보다 컸다.

능성어의 兩色光쪽에서의 平均分布差는 8.07%로서 두툽상어의 10.19%(Yang, 1983 a), 볼나의 31.14%(Yang, 1983 b) 및 말쥐치의 10.65%(Yang, 1984 a)보다는 적었는데, 이것을 능성어가 다른 魚種에 비해 色光에 대한 선택반응이 약하기 때문이라고 생각된다.

兩光源쪽에서의 능성어의 色光別分布를 보면, 주간에는 靑色光쪽에 가장 많이 모이고 다음에 赤色, 白色, 黃色의 순이었으며, 야간에서는 赤色光쪽에 가장 많이 모이고 다음이 靑色, 黃色, 白色 순으로 나타났다. 주간에 靑色光쪽에 가장 많이 모이는 현상은 복섬 *Fugu niphobles* (Yang, 1980), 쥐치 *Stephanolepis cirrifer* (Yang, 1981 b), 말쥐치 (Yang, 1984 a) 및 조피볼나 *Sebastes schlegeli* (Yang, 1985)의 경우와 같았고, 야간에 赤色光쪽에 가장 많이 모이는 현상은 두툽상어 (Yang, 1983 a)와 쥐노래미 (Yang, 1984 b)의 경우와 같았다.

Table 2. Distribution rate (%) of 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	7.55	14.05	22.75	22.85	20.95	8.85	Yellow
	Red	5.30	8.85	17.00	29.85	29.90	9.10	Blue
	Yellow	2.05	8.60	18.40	31.00	29.35	10.60	Blue
	Yellow	5.50	12.20	22.00	27.95	24.70	7.65	White
	Blue	8.45	17.45	27.30	27.55	15.45	3.80	White
Night	Red	7.90	12.20	24.35	27.00	21.70	6.85	White
	Red	26.70	25.35	19.90	15.11	8.70	4.25	Yellow
	Red	14.60	17.40	23.25	18.95	16.60	9.20	Blue
	Yellow	13.15	17.95	19.25	21.40	19.20	9.05	Blue
	Yellow	18.00	18.40	19.40	19.05	16.95	8.20	White
	Blue	19.55	17.85	21.80	19.75	16.95	4.10	White
	Red	21.35	23.80	21.30	19.40	10.90	3.25	White

3. 照明時間에 따른 集魚率의 變化

水槽의 兩端인 A₁ 구간과 B₁ 구간에서 2 가지색의 色光의 조합에 대하여 30 초 간격으로 40 회 (20 분간) 조사한 集魚率은 Fig. 3 과 같은데, 照明時間의 경과에 따른 集魚率의 변화는 일정한 증감추세를 보이지 않고 계속 불안정하게 변동했으며, 2 가지 色光에 대한 集魚率의 差는 비교적 뚜렷하지 않았으나, 주간보다 야간에 더 뚜렷했다.

色光源의 조합별로 보면, 赤色과 黄色의 조합인 경우, 주간에는 赤色쪽의 集魚率이 照明時間이 15 분

까지는 다소 증가했으나 그 이후에는 감소했고, 黄色쪽은 7분까지는 증가, 7~15 분 사이에 감소했으나 그 이후에는 증가했는데 두 色光쪽에서의 集魚率의 差가 뚜렷하지 않았다. 야간에는 赤色쪽의 集魚率이 13분까지는 다소 감소했다가 그 이후에는 증가하는 경향을 보였고, 黄色쪽은 照明時間이 경과함에 따라 다소 감소하는 경향을 나타냈는데, 赤色쪽의 集魚率이 항상 더 높았으며, 두 色光쪽에서의 集魚率의 差가 뚜렷하였다.

赤色과 靑色の 조합인 경우, 주간에는 照明時間이 경과함에 따라 赤色쪽의 集魚率은 다소 증가하는

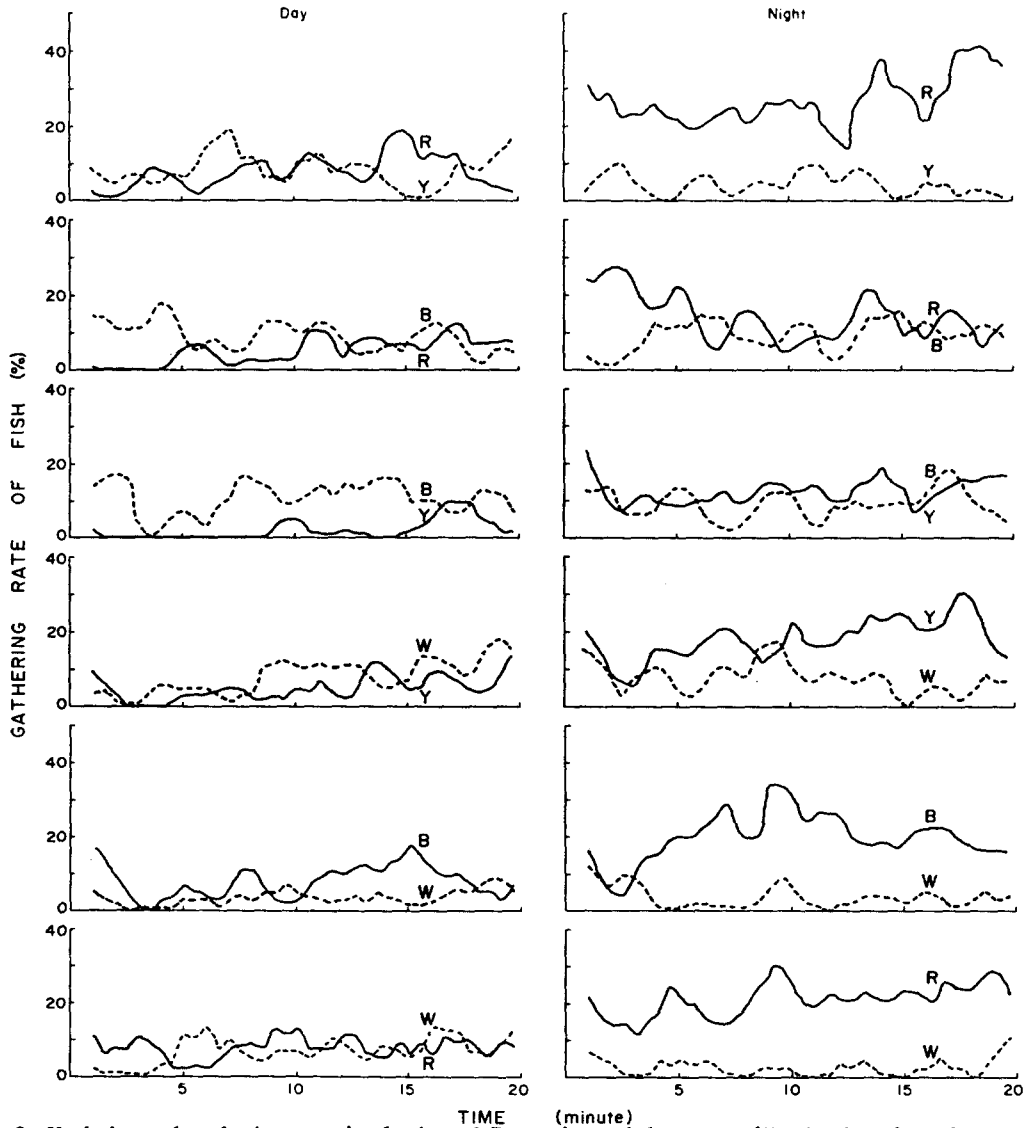


Fig. 3. Variations of gathering rate in the A₁ and B₁ sections of the tank as illuminating time elapse. R: red; Y: yellow; B: blue; W: white

경향을 보였고, 靑色쪽은 감소하는 경향을 나타냈다. 야간에는 赤色쪽의 集魚率이 10분까지는 감소, 10~13분 사이에 증가했다가 그 이후에는 감소했으며, 靑色쪽은 0~6분과 12~15분 사이에 증가했으나 6~12분과 15~20분 사이에는 다소 감소하는 경향을 나타냈는데, 주야간에 모두 두 色光쪽에서의 集魚率의 差가 뚜렷하지 않았다.

黄色과 靑色の 조합인 경우, 주간에는 黄色쪽의 集魚率이 照明時間이 경과함에 따라 다소 증가하는 경향을 보였고, 靑色쪽은 3분까지는 감소, 3~14분 사이에 증가했다가 그 이후에는 감소했는데 靑色쪽의 集魚率이 다소 높았다. 야간에는 黄色쪽의 集魚率이 2분까지는 감소했고 그 이후에는 일정한 증감 추세를 보이지 않았으며, 靑色쪽은 11분까지는 감소했다가 11~17분 사이에 증가, 그 이후에는 감소했는데 두 色光쪽에서의 集魚率의 差가 뚜렷하지 않았다.

黄色과 白色의 조합인 경우, 주간에는 照明時間이 경과함에 따라 두 色光쪽의 集魚率이 다소 증가하는 경향을 보였으나 두 色光쪽에서의 集魚率의 差가 뚜렷하지 않았다. 야간에는 黄色쪽의 集魚率이 3분까지는 감소했다가 3~17분 사이에 증가, 그 이후에는 감소했으며, 白色쪽은 0~2분과 9~15분 사이에 감소했으나 2~9분과 15~20분 사이에는 증가하는 경향을 나타냈는데, 대체로 黄色쪽의 集魚率이 더 높았다.

靑色과 白色의 조합인 경우, 주간에는 靑色쪽의 集魚率이 3분까지는 감소, 3~15분 사이에 증가했다가 그 이후에는 감소하였고, 白色쪽은 2분까지는 감소했으나 그 이후에는 일정한 증감추세를 나타내지 않았는데, 두 色光쪽에서의 集魚率의 差가 비교적 뚜렷하지 않았다. 야간에는 靑色쪽의 集魚率이 9분까지는 증가했고 그 이후에는 감소했으며, 白色쪽은 4분까지는 감소했고 그 이후에는 일정한 증감추세를 나타내지 않았는데, 靑色쪽의 集魚率이 더 높았으며, 두 色光쪽에서의 集魚率의 差가 비교적 뚜렷하였다.

赤色과 白色의 조합인 경우, 주간에는 두 色光쪽의 集魚率이 일정한 증감추세를 보이지 않았으며, 두 色光쪽에서의 集魚率의 差가 가장 뚜렷하지 않았다. 야간에는 赤色쪽의 集魚率이 다소 증가하는 경향을 보였으며, 白色쪽은 일정한 증감추세를 나타내지 않았는데, 赤色쪽의 集魚率이 항상 더 높았으며, 두 色光쪽에서의 集魚率의 差가 뚜렷하였다.

要 約

色光에 대한 능성어 *Epinephelus septemfasciatus*의 行動을 조사하기 위하여, 2가지씩의 서로 다른 色光을 조합하여 水槽의 兩端에서 동시에 光刺激을 가했을 때의 反應을 주간과 야간으로 구분 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 水槽內에서의 능성어의 區間別分布曲線은 兩端 區間보다 中央區間에 많이 모여 대체로 \cap 字型이 되었으며, 주야간의 차이가 비교적 뚜렷하였다.
2. 兩色光쪽에서의 平均分布差는 8.07%(1.05~22.45%)였고, 주간(3.58%)보다 야간(12.55%)에 더 많았다.
3. 능성어가 잘 모이는 色光은 주간에는 靑色, 赤色, 白色, 黄色의 순이며, 야간에는 赤色, 靑色, 黄色, 白色의 순으로 나타났다.
4. 照明時間의 경과에 따른 集魚率의 변화는 일정한 증감추세를 보이지 않고 계속 불안정하게 변동했다.
5. 두가지 色光에 대한 集魚率의 差는 비교적 뚜렷하지 않았으나, 주간보다 야간에 그 差가 심했다..

文 獻

- An, H. C. and Y. R. Yang (1985): Selective response of sea-bass to the color nettings. Bull. Korean Fish. Tech. Soc. 21, 35-40. (In Korean).
- Imamura, Y. and S. Takeuchi (1963): Study on the disposition of fish towards light(7). J. Tokyo Univ. Fish. 49, 33-39.
- Kawamoto, N. Y. and J. Konishii (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. Takeeda (1950): Fundamental investigations of the fish gathering method (1). J. Fish. Res. Inst. 3, 153-188. (In Japanese).
- 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. (In Japanese).
- Kawamoto, N. Y. and M. Takeda (1950): Studies on the phototaxis of fish. *Jpn. J. Ichthy.* 1, 101-115. (in Japanese).
- Kawamoto, N. Y. and M. Takeda (1951): The influence of wave lengths of light on the behaviour of young 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. *ibid.* 1, 55-66.
- Yang, Y. R. (1980): Phototaxis of fish (3). *Bull. Korean Fish. Tech. Soc.* 16, 37-42. (in Korean).
- Yang, Y. R. (1981 a): Response of conger eel to the colored light. *Bull. Nat. Fish. Univ. Busan* 21, 1-6. (in Korean).
- Yang, Y. R. (1981 b): Response of filefish to the colored lights. *Bull. Korean Fish. Tech. Soc.* 17, 7-11. (in Korean).
- Yang, Y. R. (1983 a): Response of cat shark to the colored lights. *ibid.* 19, 12-16. (in Korean).
- Yang, Y. R. (1983 b): Response of gray rock cod to the colored lights. *Bull. Korean Fish. Soc.* 16, 330-334. (in Korean).
- Yang, Y. R. (1984 a): Response of filefish to the colored lights. *ibid.* 17, 191-196. (in Korean).
- Yang, Y. R. (1984 b): Response of rock trout to the colored lights. *Bull. Korean Fish. Tech. Soc.* 20, 6-10. (in Korean).
- Yang, Y. R. (1985): Response of rockfish to the colored lights. *Bull. Korean Fish. Soc.* 18, 119-123. (in Korean).
- Yang, Y. R. (1987): Phototaxis of fish (6). *Bull. Korean Fish. Tech. Soc.* 23(3), 27-33. (in Korean).