水中誘導燈에 대한 우럭볼락의 反應

梁 龍 林
釜慶大學校
(1998년 3월 28일 접수)

Response of Yoroi-mebaru, *Sebastes hubbsi* to the Underwater Attracting Lamp

Yong-Rhim YANG
Pukyong National University
(Received March 28, 1998)

Abstract

The author examined the response of Yoroi-mebaru, *Sebastes hubbsi* [MATSUBARA] to the underwater attracting lamps (0.5 *W*, 0.8 *W*, 1 *W*) line in the experimental water tank (550 L x 58 W x 73 H *cm*).

The attracting rate was investigated in accordance with the intervals of lighting and putting out hour (1, 5 minutes) when each of the underwater attracting lamps was gradually switched off after they were switched on all at once.

The results are as follows:

1. Distribution rate of fish in the illuminated area was 35.7 % in case of 1 minute interval, and 50.3 % in case of 5 minutes interval.
2. Mean distribution rate of fish at the illuminated section:
   ① Distribution rates at interval of 1 minute were 9.8 % in 1 *W*, 6.5 % in 0.8 *W* and 5.1 % in 0.5 *W*, respectively.
   ② Distribution rates at interval of 5 minutes were 15.6 % in 1 *W*, 8.5 % in 0.5 *W* and 6.1 % in 0.8 *W*, respectively.
3. Attracting rates of the last section showed a little increasing as illuminating time elapsed. A difference of attracting rates according to lighting source in 5 minutes interval were bigger than that in 1 minute interval.
4. Attracting rate of fish in only last section switched on:
   ① Attracting rates at interval in case of 1 minute were 30.0 % in 0.8 *W*, 16.0 % in 1 *W* and 8.0 % in 0.5 *W*, respectively.
   ② Attracting rates at interval in case of 5 minutes were 56.0 % in 1 *W*, 30.7 % in 0.5 *W* and 10.7 % in 0.8 *W*, respectively.

緖 論

集魚燈을 이용하는 어업에서 人工光源을 효율적으로 개발하기 위하여 각 漁法에 따른 光源의 선택, 光力의 조정 및 點燈方法에 대한 보다 구체적인 조사가 어구별, 어종별, 어장별로 진행되고 있음을 Fridman (1973)이 밝힌 바 있다.

人工光源이 어류의 행동을 제어한다는 것을 Kuroki and chuman (1953)이 잉어를, Takahashi (1978)는 방어를 대상으로 한 조사에서 밝힌 바 있다. 또, 人工光源에 대한 어류의 誘導에 대해서는 Sasaki (1950), Inoue (1963), Kilma (1971), Nikonorov (1971), Wickham (1973), Ben-Yami (1976)등이 어장에서 주로 꽁치, 전갱이, 고등어, 정어리, 멸치 등을 대상으로 조사한 바 있으나 어획효과를 정량적으로 파악하기에는 어려운 점들이 많았다.

한편, 실험실내에서는 어류의 視覺運動反應에 대하여 Kawamoto and Kobayashi (1952)는 삼치와 돌돔을, Arimoto *et. al* (1979a,b)은 무지개송어를 대상으로 조사한 바 있고, 어류의 走光性의 측면에서는 Oka (1951)가 송사리, 붕어, 미꾸라지, 새우 등을, Kawamoto and Niki (1952)는 뱅에돔과 송사리를, 水上誘導燈列을 이용한 어류의 誘導에 대해서는 An and Yang (1987, 1992)이 말쥐치, 볼락과 감성돔에 대하여, Yang (1992, 1996)이 쥐치, 우럭볼락에 대하여 보고한 것을 제외하고는 거의 없는 실정이다.

본 연구는 실험실내에서 水中誘導燈列에 대한 우럭볼락의 행동양상을 水中誘導燈의 종류 및 消燈週期에 따라 구분 조사하여 각 點燈區間에서의 魚類分布와 최종유도구간에서의 誘導(照明)時間에 따른 誘導率의 변화 등을 조사 분석하여, 光(誘導燈)을 이용하는 漁業 및 飼育管理分野의 기초자료를 제공하는데 기여하고자한다.

材 料 및 方 法

1. 材 料(試魚)

본 실험에 사용한 魚類는 체장 12 ~ 20 *cm* 인 우럭볼락, *Sebastes hubbsi* [MATSUBARA]로써, 5개의 循環濾過式 飼育水槽에 분산하여 10 일 이상 적응시킨 다음, 실험에 사용하였으며 총 마리 수는 150마리 이상이었다. 수조의 水質管理를 위하여 S. T. meter 와 D. O. meter (Delta # 1010)를 사용하여 수온, 염분 및 용존산소 등을 조정하였으며 실험시의 수온 범위는 16 ~ 24 ℃ 였다.

2. 實驗裝置

1) 實驗水槽

실험수조는 내부에 무광택 회색페인트칠을 한 循環濾過式水槽 (550 L x 58 W x 73 H *cm*)로써 暗室 내에 설치하였는데 그 개략도는 Fig. 1 과 같다. 수조의 내부에는 가로 방향으로 가느다란 백색페인트선을 그어 10 개의 등간격 (55 *cm*)으로 나누어 한쪽 끝에서부터 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 區間으로 정하였으며, 0 구간과 1 구간의 경계에 탈착식 칸막이를 설치하였으며, 수심은 60 *cm* 로 유지하였다. 光源은 수밀하여 10 개 구간의 중앙에 각각 1 개씩 설치하였는데, 水中適應燈 1 개와 水中誘導燈 9 개로 구성되었다.

水中適應燈은 0 구간에, 水中誘導燈은 1 ~ 9 구간에 장치하되, 수심 15 *cm* 되는 곳에 각각 설치하였다.

2) 光刺戟源

光刺戟源은 光調整裝置와 水中光源으로 구성하였다. 光調整裝置는 10 개의 타이머 (National

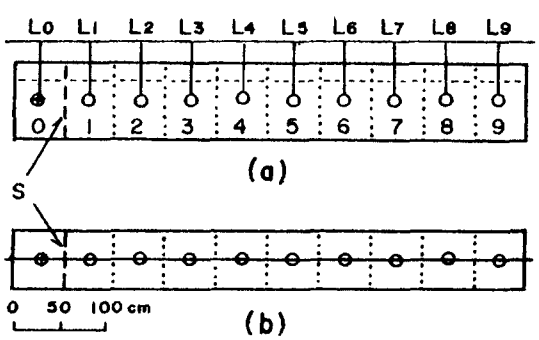

Fig. 1. Schematic diagram of the experimental tank.

(a) : side view; (b) : plane view; L0 : adaptation lamp; L1 ~ L9 : attracting lamp; s : adaptation screen

MHPM)로 구성되어 있는데, 각 燈마다 1 개의 타이머가 연결되어 水中適應燈과 水中誘導燈의 點燈時間을 조정하게 되어있다. 水中適應燈의 點燈時間은 20 분으로 고정하였으며, 水中誘導燈의 點燈時間은 消燈週期가 1 분과 5 분으로 구분 조정하여, n 번째 水中誘導燈의 點燈時間이 n 분과 5n 분이 되게 하였다.

光源은 水中適應燈과 水中誘導燈의 구별없이 0.5 *W*, 0.8 *W*, 1 *W* 의 3 종의 電球를 각각 사용하였다. 이들 水中光源들은 자동전압조정기와 D. C. Stabilizer (Kingshill # cp84)를 이용하여 전압 및 전류의 방향을 안정시켜 빛의 세기가 각각 일정하게 하였다.

3) 實驗方法

각 실험은 사육수조에서 적용된 우럭볼락 5 마리를 칸막이로 막혀진 실험수조의 0 구간에 옮기고 50 분간 暗順應 시킨 후, 水中適應燈을 점등하여 20 분간 明順應 시키는데 水中適應燈을 점등한 후, 15 분이 경과했을 때 칸막이를 제거하고, 그 후 水中適應燈이 소등됨과 동시에 9 개의 水中誘導燈을 모두 점등하고 1 구간부터 1 燈씩 순차적으로 소등하면서 水中誘導燈이 점등된 구간에 대하여 각 개체들의 정체여부를 매 20 초 간격으로 消燈週期가 1 분일 때 27 회 (9 분간), 5 분일 때 135 회 (45 분간) 각각 조사한 마리 수로써 각 구간별 우럭볼락의 分布 및 誘導率을 산출하였다. 이와 같은 실험을 3 종의 水中光源에 대하여 각각 구분 조사하였는데 夜間에만 실시하였다. 이때 光에 대한 순응을 피하기 위하여 매 실험마다 다른 개체를 사용하여 5 회 이상 조사하였다.

結 果 및 考 察

1. 初期分布

우럭볼락에 光刺戟을 가하지 않았을 때 수조내의 개체분포는 Table 1 과 같다.

Table 1 과 같이 총 30회 (150 마리) 조사했을 때의 개체분포는 한쪽 단인 0 구간에 35.3 %로 가장 많이 모였고, 다음이 1 구간의 17.3 %, 2 구간의 15.3 %, 3, 4 구간의 9.3 %, 10.7 % 순으로 적게

Table 1. Distribution rate (%) of *Sebastes hubbsi* in each section under dark condition

Section										Total
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
35.3	17.3	15.3	9.3	10.7	4.7	2.0	1.3	2.0	2.0	100

나타나 한(0)구간 쪽에서 멀어짐에 따라 분포율이 적어졌으며, 양단구간의 개체분포차가 뚜렷했다. 이것은 우럭볼락이 회유성이 적고 암초사이에서 서식하는 습성이 있기 때문이라고 생각된다.

2. 點燈區間에서의 우럭볼락의 分布

水中誘導燈 9 개를 모두 점등한 후 1 구간부터 순차적으로 1 燈씩 소등하는 광조작방법을 이용하여 조사한 水中誘導燈의 點燈區間에서의 우럭볼락의 分布는, 消燈週期가 1 분인 경우 Table 2 와 같고, 消燈週期가 5 분인 경우 Table 3 과 같다.

Table 2 및 3에서 3가지 수중광원에 대하여 點燈領域에서의 우럭볼락의 分布率은 消燈週期가 1 분인 경우 35.7 % (0.5 *W* 광원인 경우 25.5 %, 0.8 *W* 광원인 경우 32.7 %, 1 *W* 광원인 경우 48.9 %)였으며, 消燈週期가 5 분인 경우 50.3 % (0.5 *W* 광원인 경우 42.7 %, 0.8 *W* 광원인 경우 30.5 %, 1 *W* 광원인 경우 77.8 %)로 消燈週期가 큰 경우가 點燈領域에 많이 분포하였고, 點燈領域과 消燈領域과의 차이는 消燈週期가 적은 경우가 더 컸다. 이것은 水上誘導燈에 대한 우럭볼락의 61.1 % 및 41.0 % (Yang, 1996) 와는 큰 차이가 없었으나 消燈週期에 대한 分布率은 반대의 경향을 나타냈으며, 대부분 點燈領域에 분포한 쥐치의 96.9 %, 98.4 % (Yang, 1992) 보다 光照射領域에 적게 모였다.

點燈된 各區間(45개구간)에서의 우럭볼락의 平均分布率은 消燈週期가 1 분일 때의 7.1 %가 5 분일 때의 10.1 % 보다 다소 낮았으나 水上誘導燈에 대한 우럭볼락의 12.3 % 및 8.2 % (Yang, 1996)와는 거의 같았으며 쥐치의 19.4 % 및 19.7 % (Yang, 1992) 보다는 낮았다. 光源別로 보면, 消燈週期가 1 분 인 경우 9.8 % (1 *W*), 6.5 % (0.8 *W*), 5.1 % (0.5 *W*)의 순으로 나타났고, 消燈週期가 5 분 인 경우 15.6 % (1 *W*), 8.5 % (0.5 *W*), 6.1 %

Table 2. Distribution rate (%) of fish in every illuminated section when the underwater attraction lamps were switched off 1 minute interval in order

Light intensity (*W*)	Elapsed time (*min*)	Section									Average
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0.5	1	12.0	6.0	6.0	14.0	8.0	4.0	2.0	2.0	8.0	6.9
	2		6.0	4.0	2.0	2.0	2.0	-	2.0	-	2.3
	3			10.0	-	6.0	-	-	-	-	2.3
	4				2.0	-	6.0	-	-	12.0	3.3
	5					2.0	4.0	-	2.0	8.0	3.2
	6						6.0	12.0	6.0	14.0	9.5
	7							16.0	8.0	4.0	9.3
	8		*Sebastes hubbsi*						16.0	12.0	14.0
	9									4.0	4.0
0.8	1	16.0	18.0	10.0	8.0	2.0	2.0	4.0	8.0	2.0	7.8
	2		8.0	12.0	6.0	6.0	2.0	2.0	12.0	10.0	7.3
	3			8.0	6.0	4.0	2.0	8.0	2.0	2.0	4.6
	4				6.0	4.0	2.0	-	8.0	4.0	4.0
	5					-	10.0	4.0	10.0	2.0	5.2
	6						4.0	10.0	2.0	8.0	6.0
	7							4.0	8.0	4.0	5.3
	8		*Sebastes hubbsi*						6.0	16.0	11.0
	9									22.0	22.0
1	1	20.0	12.0	6.0	12.0	-	-	6.0	6.0	6.0	7.6
	2		12.0	16.0	4.0	10.0	4.0	6.0	2.0	8.0	7.8
	3			8.0	6.0	8.0	2.0	10.0	20.0	12.0	9.4
	4				18.0	20.0	12.0	4.0	4.0	14.0	12.0
	5					4.0	6.0	10.0	10.0	8.0	7.6
	6						14.0	8.0	12.0	8.0	10.5
	7							8.0	24.0	20.0	17.3
	8		*Sebastes hubbsi*						8.0	22.0	15.0
	9									10.0	10.0

(0.8 *W*)의 순으로 나타났다. 이것은 水上誘導燈에 대한 우럭볼락의 消燈週期가 1 분 인 경우의 12.7 % (0.8 *W*), 12.4 % (0.5 *W*), 11.9 % (1 *W*) 보다는 낮았고, 消燈週期가 5 분 인 경우 9.0 % (1 *W*), 8.6 % (0.8 *W*), 7.0 % (0.5 *W*)보다는 다소 높았다. 한편, 이것은 볼락의 0.8 % (1 *W*), 8.6 % (1 *W*) 및 감성돔의 3.9 % (1 *W*), 0.8 % (1 *W*)(An and Yang, 1992) 보다 훨씬 높은 평균어류분포율을 보였다.

점등된 구간의 수에 따른 우럭볼락의 平均分布率은 消燈週期가 5 분이고 1 *W*의 水中誘導燈을 사용했을 때를 제외하고 일정한 증감추세를 보이지 않고 불안정하게 변동하였다. 消燈週期가 5 분이고 1 *W*의 水中誘導燈을 사용했을 때만이 점등된 水中誘導燈의 수가 적어짐에 따라 平均分布率이 증가하였고 한 구간에만 점등되었을 때의 誘導率이 50 %를 넘었다.

點燈區間에서의 우럭볼락의 분포는 소등주기가 1 분인 경우 대체로 소등한 구간에서 멀리 떨어진 구간 쪽에 많이 모이는 경향을 나타냈으며 소등주기가 5 분인 경우 대체로 소등한 구간과 인접한 구간 쪽에 많이 모이는 경향을 나타냈다.

따라서 우럭볼락은 水中光에 의한 구집 및 유도효과가 거의 없는 어종으로 생각되나, 水中光 및 水上光을 이용한 養殖 및 活魚輸送에는 다소 기여할 것으로 생각된다.

3. 最終區間에서의 誘導率의 變化

水中誘導燈을 모두 점등하였다가 1 燈씩 순차적으로 소등해 갈 때, 水中誘導燈에 대한 최종구간에서의 照明時間에 따른 誘導率의 변화는 水中

Table 3. Distribution rate (%) of fish in every illuminated section when the underwater attraction lamps were switched off 5 minutes interval in order

Light intensity (*W*)	Elapsed time (*min*)	Section 1	2	3	4	5	6	7	8	9	Average
	5	8.4	7.6	8.0	11.2	6.4	4.4	6.8	4.4	2.4	6.6
	10		7.6	8.0	7.2	6.8	4.8	4.4	5.2	4.8	6.1
	15			4.0	8.0	5.6	6.4	7.2	6.0	4.4	5.9
	20				6.4	7.2	8.0	6.8	8.4	6.0	7.1
0.5	25					8.8	10.8	8.4	6.4	5.2	7.9
	30						10.4	7.6	10.8	10.4	9.8
	35							10.0	16.0	15.2	13.7
	40		*Sebastes hubbsi*						16.0	24.4	20.2
	45									29.6	29.6
	5	10.0	10.4	4.8	8.4	7.2	7.6	5.6	6.0	1.6	6.8
	10		8.8	5.6	7.2	4.0	3.2	4.0	6.8	4.0	5.5
	15			9.6	7.2	1.6	3.2	6.4	4.0	2.0	4.9
	20				6.8	2.4	7.2	6.4	6.0	4.4	5.5
0.8	25					5.6	8.0	3.6	4.8	2.0	4.8
	30						10.0	10.8	6.0	4.0	7.7
	35							6.8	9.6	2.8	6.4
	40		*Sebastes hubbsi*						8.4	9.6	9.0
	45									10.4	10.4
	5	8.4	8.8	12.0	7.6	9.2	8.8	6.4	8.8	11.2	9.0
	10		7.6	13.6	14.8	14.0	8.4	8.4	8.4	10.8	10.8
	15			10.4	10.0	12.0	13.6	11.2	8.4	18.0	11.9
	20				14.0	12.8	14.8	9.6	13.6	16.4	13.5
1	25					13.6	14.4	14.0	15.6	25.6	16.6
	30						15.6	20.8	18.8	23.6	19.7
	35							20.0	23.2	33.2	25.5
	40		*Sebastes hubbsi*						33.2	43.6	38.4
	45									53.6	53.6

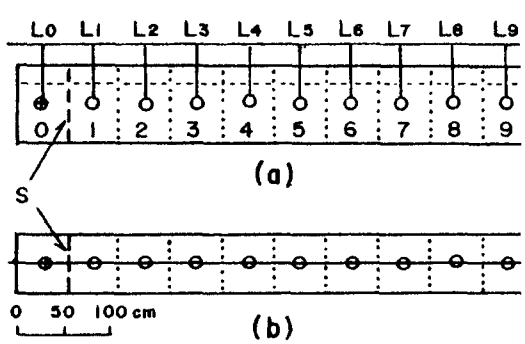

Fig. 2. Variation of attracting rate in the last section to the one minute interval as illuminating time elapsed.

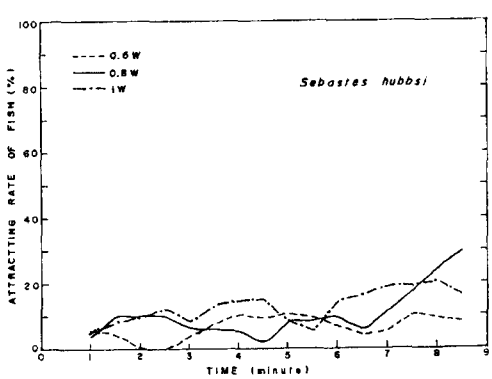

Fig. 3. Variation of attracting rate in the last section to the five minutes interval as illuminating time elapsed.

誘導燈의 消燈週期가 1 분일 때의 변화는 Fig. 2 와 같고, 消燈週期가 5 분일 때의 변화는 Fig. 3 과 같다.

水中誘導燈에 대한 誘導率의 변화는, 消燈週期가 1 분일 때는 Fig. 2와 같이 照明時間이 경과함에 따라 誘導率이 다소 증가추세를 보였는데 0.8 *W* 의 경우가 誘導率이 높았으며 다음이 1 *W*, 0.5 *W* 의 순 이였다. 光源別로는 0.5 *W* 와 1 *W* 의 경우 조명시간에 따른 誘導率의 변화는 일정한 증감추세를 나타내지 않았고, 0.8 *W* 의 경우 점등 후 6.5 분 (6 번째 水中誘導燈이 소등된 후) 까지는 일정한 증감추세를 나타내지 않았으나 그 이후에는 誘導率이 급격히 증가하였다. 최종구간에만 水中誘導燈이 점등되었을 때의 最終誘導率은 0.8 *W* 의 경우 30.0 %, 1 *W* 의 경우 16.0 %, 0.5 *W* 의 경우 8.0 % 의 순으로 나타났으며, 평균 18.0 % 였다.

消燈週期가 5 분일 때는 Fig. 3 과 같이 조명시간이 경과함에 따라 誘導率의 변화는 심했고 증가하였는데, 1 *W* 의 경우가 誘導率이 가장 높았으며 다음이 0.5 *W* 인 경우였고, 0.8 *W* 의 경우가 가장 낮았다. 光源別로는 3 水中光源 모두, 점등후 20 분 (5 번째 水中誘導燈이 소등된 후) 까지는 誘導率이 일정한 증감추세를 나타내지는 않았으나 그 이후에는 증가하였는데, 광원에 따른 차이가 비교적 뚜렷하였다. 최종구간에만 水中誘導燈이 점등되었을 때의 最終誘導率은 1 *W* 의 경우 56.0 %, 0.5 *W* 의 경우 30.7 %, 0.8 *W* 의 경우 10.7 % 의 순으로 나타났으며 평균 32.5 % 로 消燈週期가 1 분의 경우(18.0%)보다 더 높았다.

이와 같이 최종구간에서의 조명시간에 따른 誘導率이 증가하는 것은 말쥐치(An and Yang, 1987)의 경우와 같았고, 볼락 및 감성돔 (An and Yang, 1992)의 경우와는 다르게 나타났으나, 이 어종은 集魚燈을 이용한 어업생물로서의 가치가 있다고는 생각되지 않는다.

한편, Nikonorov (1959)는 킬카(Kilka)를 유도하는데 있어 100 *W* 전구 4 개를 92 *m* 간격으로 직선배열하였을때 조명영역은 900 *W* 전구 1개의 경우와 같다고 하였는데, 본 실험에서도 3 종의 전구 (0.5 *W*, 0.8 *W*, 1 *W*)를 각각 55 *cm* 간격으로 배열한 것은 水中誘導燈의 설치에 따른 시설 및 운영경비에 비해서 빛의 이용효과를 증대시킬 수 있을 것이라 생각된다. 따라서 어류를 유도 및 구집하는데 있어서 장시간 점등하는 것이 노력과 에너지의 절약 차원에서 어종에 따라 고려하여야 할 가치가 있다고 생각된다.

要 約

水中誘導燈列로서 集魚된 어류를 목적 장소까지 유도하기 위하여 9 개의 水中誘導燈을 동시에 점등한 후 1 燈씩 순차적으로 소등하는 방법으로 우럭볼락, *Sebastes hubbsi* [MATSUBARA]에 光刺戟을 주었을 때의 반응을 3 종의 水中誘導燈 (0.5 *W*, 0.8 *W*, 1 *W*)과 2 가지 消燈週期 (1 분, 5 분)로 구분 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 點燈領域에서의 우럭볼락의 分布率은 消燈週期가 1 분 인 경우 35.7 % , 消燈週期가 5 분인 경우 50.3 % 로 나타났다.
2. 各點燈區間에서의 우럭볼락의 平均分布率은
   ① 消燈週期가 1 분인 경우 9.8 % (1 *W*), 6.5 % (0.8 *W*), 5.1 % (0.5 *W*)의 순으로 나타났다.
   ② 消燈週期가 5 분인 경우 15.6 % (1 *W*), 8.5 % (0.5 *W*), 6.1 % (0.8 *W*) 의 순으로 나타났다.
3. 최종구간에서의 照明時間의 경과에 따른 誘導率의 변화는 다소 증가 추세를 보였는데, 消燈週期가 1 분 일 때 보다 5 분 일 때 光源의 종류에 따른 차이가 컸다.
4. 최종구간에만 점등되었을 때의 우럭볼락의 最終誘導率은
   ① 消燈週期가 1 분인 경우 30.0 % (0.8 *W*), 16.0 % (1 *W*), 8.0 % (0.5 *W*)의 순으로 나타났다.
   ② 消燈週期가 5 분인 경우 56.0 % (1 *W*), 30.7 % (0.5 *W*), 10.7 % (0.8 *W*)의 순으로 나타났다.

謝 辭

이 논문은 1996년도 부경대학교 기성회 학술연구조성비로 수행되었으며, 본 연구를 수행함에 있어 실험을 도와준 漁法物理學 硏究室 학생 제군들에게 감사드립니다.

文 獻

An Y. I. and Y. R. Yang (1987) : Response of file fish to the attracting lamp. Bull. Korean Fish. Tech. Soc. 23, 169-176 (in Korean).

An Y. I. and Y. R. Yang (1992) : Response of sting fish and black porgy to the attracting lamp. *ibid.* 28, 1-9 (in Korean).

Arimoto, T., H. Shiba and M. Inoue (1979a) : On the optomotor reaction of fish relevant to fishing method (4). J. Tokyo Univ. Fish. 66, 23-25 (in Japanese).

Arimoto, T., H. Shiba and M. Inoue (1979b) : On the optomotor reaction of fish relevant to fishing methdod (5). *ibid.* 66, 37-46 (in Japanese).

Ben-Yami, M. (1976) : Fishing with light. Fishing News Books Ltd., London. 35-100.

Fridman, A. L. (1973) : Theory and design of commercial fishing gear. Keter Press, Jerusalem. 441-455.

Inoue, M. (1963) : Fish schools attracted by light stimuli observed in the operaction of Hasso-Ami or Eight-Boat-Lift-Net. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 29, 925-927 (in Japanese).

Kawamoto, N. Y. and H. Kobayashi (1952) : Influence of various light conditons on the gathering rates of fish. Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie 1, 139-150.

Kawamoto, N. Y. and T. Niki (1952) : An experimental study on the effect of leading fish by fish attraction lamps. *ibid.* 1, 175-196.

Kilma, E. F. (1971) : The automated fishing platform. Modern Fishing Gear of the World 3, 498-501.

Kuroki, T. and M. Chuman (1953) : Study on the shunning light for fisheries-I, About the brandished light beam. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 18, 26-29 (in Japanese).

Nikonorov, I. V.(1959) : The basic principles of fishing for the Caspian kilka by under water light. In Modern fishing gear of the world, edited by H. Kristjonsson. Fishing News Books Ltd., London. 2, 577-579.

Nikonorov, I. V.(1971) : Methods of continuous fishing. Keter press, Jerusalem. 20-43.

Oka, M. (1951) : An experimental study on attraction of fishes to light. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 16, 223-234 (in Japanese).

Sasaki, T. (1950) : On the color of the fish attraction lamp. *ibid.* 16, 295-298.

Takahashi, T. (1978) : The effects of sweeping membrtanous light on the swimming behaviour of fish. *ibid.* 44, 869-874 (in Japanese).

Wickham, D. A. (1973) : Attracting and controlling coastal pelagic fish with nightlights. Trans. Amer. Fish. Soc. 4, 816-825.

Yang, Y. R. (1992) : Response of File fish, *Stephanolepis Cirrhifer* to the attracting lamp. Bull. Korean Fish. Tech. Soc. 28, 243-251 (in Korean).

Yang, Y. R. (1996) : Response of Armorclad rockfish, *Sebastes hubbsi* to the attraction lamp. *ibid.* 38, 42-49 (in Korean).