魚群の光に対する行動に就いて(豫報)*

An Experimental Study on Attraction of Fishes
to Light.

岡 正 雄 MASAO OKA

Experiments have been worked on the reserch of reaction to light in some fresh-water fishes, relating to the effect of fishing lamp.

In fishes swimming toward light and passing through the net, which was set across in the aquarium. The number of them (Y) observed as a criterion of attraction, and the results were obtained about the relation between (Y) and the intensity or wave length of lights.

The relation between (Y) and intensity of light (I) is graphically represented by Fig 2 and it may be given by the formula, $a(\log I \cdot t - P) + Q$ in which t , is time and, a , is constant.

In each filtered wave lengths (W), a is a reative stimulating value and it is different in each species of fishes.

Fig. 1. a. Equipment of Light

The relation a or (K) to (W) may be given by the formula, $a = \pm d(\log w - n) + C$, in which d is constant in each species of fishes.

So the attractive value by lights may be given by the formula $Y = \{\pm d(\log w - n) + C\} \{\log I - P\} + Q$.

集魚燈の集魚状態に関しては田内* 及び林の研究があるが、魚の光反応、特に走光性については Schiche, O. F. (1921) の *Amiurus nebulosus* 及び本城、浅野(1948) のドジョウに関する実験的研究以外には、まとまつた研究が行われていないように思ふ。こゝでは集魚燈の効果を考える上に必要な基礎実験として魚の光反応と光の強度及び波長との関係を二三の淡水魚について求めた結果を報告する。

実験装置

才一図に示す装置で水槽の中央に網を置き、光線の入射側と反対の側に透明な筒を

Truck of small camera

Fig. 1. b.

Fish tank

(昭和 25 年 5 月 29 日受理)

* 西海区水産研究所業績 才 号

入れ、之れに実験魚を入れて暫くしてから筒を引上げて魚群を放ち光に誘引されて網目を通つて光源の方に移動するのを観察する。

光源装置： オー図に示す様に水槽の一方より照射する、100 V. 100 C. P の標準ランプを光源とし、マツダ電圧調整機で電圧を一定にし、光源は暗箱内を移動させて水槽内の照度を自由に變え得る様にした。水槽内の照度に就いては図に示してある網の位置の直後でマツダ製の光電池を黒くぬつた防水容器の一面をガラス張りとしたものの中に入れて、水槽中のその場の照度を計り、別に此のガラス板の透過率を出し補正した。この様にして光源より水槽の前端までの距離をかえて適當の照度を作つた。波長を變える爲にはフィルターを用いた。フィルターを入れた場合には同様にガラス面の吸収率、及び照度計の波長の光に対する感度補正を行つて、そのフィルターの波長範囲の光の照度を求めた。(オー表)

Tabje. 1. a. Lux on the position of Net in Fish tankk.

III ↓ D →		140	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	
I ↓	II ↓	×1/0.705	11.0	13.0	15.5	17.5	20.5	24.5	30.0	35.5	44.5	60.5	77.0	116.0
R ₁	×2.47	×1/0.694	4.1	4.7	5.6	7.9	9.3	10.7	13.4	17.5	21.6	27.8	37.1	46.4
R ₂	×2.11	×1/0.697	6.0	7.2	8.1	10.0	12.7	14.8	18.1	22.6	30.0	35.2	50.7	63.4
R ₃	×1.65	×1/0.740	5.4	6.1	8.2	9.5	10.9	14.3	17.0	18.7	24.5	31.3	40.8	44.4
A ₁	×1.35	×1/0.740	4.2	4.8	5.8	7.0	8.0	10.1	11.3	13.7	18.0	23.3	30.6	40.8
O ₁	×1.33	×1/0.755	7.5	8.6	9.6	11.8	13.4	17.7	20.3	24.1	30.0	38.0	50.8	66.3
Y ₁	×1.35	×1/0.756	5.9	8.5	8.8	10.1	13.6	15.8	18.5	27.3	36.0	50.1	65.4	94.8
G ₁	×1.31	×1/0.688	1.2	2.3	2.9	4.1	4.6	6.0	8.6	9.9	13.9	17.4	22.6	26.7
B ₂	×1.61	×1/0.755	2.0	3.3	4.6	5.2	7.2	10.4	16.3	19.5	28.6	37.0		

I : Marks of Filter II : Correction value of sensitiveness
in each wave lengths.

III: 1/transponment rate of glass. (H)

D : Distance from light to the front of fish tank.

(H): (H) is the transparent rate of the glass covering the photo-cell.

フィルターはマツダ製のもので大さ (10 cm)² 種類及び波長範囲は (オー表 b) の様である。

Table. 1. b. Markes of Filter and their wave length.

W White light (From Standard Lamp.)

R₁ 628 mμ ~ 680 mμ

R₂ 612 mμ ~ 680 mμ

R₃ 580 mμ ~ 680 mμ

A₁ 519 mμ ~ 680 mμ

O₁ 512 mμ ~ 680 mμ

Y₁ 468 mμ ~ 680 mμ

G₁ 412 mμ ~ 612 mμ

B₂ 360 mμ ~ 680 mμ

水槽: 水槽はオー図に示す様に光の入射する面を除いて内部を黒く艶消しに塗り上部は解放して、観察し得る様にした。次に光を投射した際の魚群の行動は、量的に比較して見たり、又行動上の区別の判定をしたり、測定に要する時間内にては行動の變化及び、行動が速すぎたりするの

で、こゝでは光に対する反応が一定の標準で明確に認め得る様に、水槽の真中に入射光と直角に網を入れた。

此の網の目合は光源より光を当てない暗黒の場合、及び水の上より光を当てた場合に一定時間では網

目を抜けない様に定めた。即ち網の目及び糸の太さと通過率の関係 岡 (1943) によると、メダカでは糸の太さ 1 mm 網の目 1 mm の場合には上記の一定時間が 5 分である。此所では之を標準として網目を定め、且つ色を黒く塗つて置いた。他のものは次の通りである。めだか……1 cm, 1 mm. ふな……1.4 cm, 1 mm. どじょう……0.6 cm, 1 mm. すじえび……1.7 cm, 1 mm. である。次に水溜の壁に沿つて行動し網目の通過に光以外の刺激に依る反応を含む恐れがあるので網の水槽に接した両側は目合を細かくした。壁の影響は壁から大体 3 cm 以内の範囲に於て認められる。(岡, 1943 水産学会誌) 故に壁に接した所の目合は魚体より細かくし、大体 3 cm 位、壁から離れた所で、もとの目合となる様に順次目の大きさを変えてやる。

この様にして作った網を水槽の真中に入れ上部より照らされた、種々の水中の明るさについて、5 分間で通過しないことをたしかめた。

材 料

実験に使用した材料は次の通りである。

めだか	体高	0.4 cm	体長	1.5 cm	平均
どじょう		0.7 cm		6.7 cm	
すじえび		0.5 cm		2.4 cm	
ふな(仔)		0.8 cm		2.4 cm	

予 備 実 験

(1) 上記の装置を用いて光を一面より投射した場合魚群は 5 分以内で、光に誘引されて網目を通過する。併し網に対して光源側に通過した魚群は入射光の投射されるガラス壁面で相剋反応(相良守次著、環境と行動)をしばらく行つて居るが更に時間が経過して来ると容器内で泳ぎ廻り、特別に刺激された状態ではなく普通の游泳状態と見た目には大差ない、行動をとる様になる。その上更に時間が経過しても 5 分以内であれば、ふたゝび網を通過して元の側に戻る事はない。併し更に 5 分以上時間が経つと網を通過して元の側に戻つて行く。このときの通過状態は(オ 3 表 I)に示す通りである。この実験

Table. 3. Comparative Table of passing through the Net
in natural condition and stimulative barance.

	Lux ↓	Time →	5 min	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min.
I	1.3		0	0.30	0.60	0.90	1.50	1.60
	24.5		0	0.25	0.70	1.00	1.30	1.50
	60.5		0	0.30	0.65	0.90	1.30	1.50
	150.		0	0.30	0.60	0.95	1.30	1.60
II	1.3		0	0.35	0.60	1.00	1.20	1.55
	24.5		0	0.30	0.60	0.95	1.30	1.55
	60.5		0	0.25	0.60	0.90	1.45	1.50
	150.		0	0.30	0.60	0.95	1.30	1.60

I: Condition of Stimulative barance.

II: Natural Condition.

* the mean number of 20 times.

Mesher of Net: 1 cm. Diameter of thread: 1 mm.

Temp. of water: 22.5°C

法は初めから光の投射される側に魚群を入れて置いて、之等の魚群が入射光に対して特別な刺激反応をしなくなる、即ち見た目には普通の游泳状態と同じになつてから、5分、10分、20分、30分、間に網目を通過して反対側に出た匹数を測定したものである。才3表(II)は水面上より散乱光線を照らした場合である。此の表に依るとI、とII、との時間的变化は大差が認められない、此の様に見た目には普通状態と同じ様になつたものを、順応と呼び、此所では入射光に対して刺激的平衡状態になつたとする。

(2) 次に照度を漸次増して行くと網を通過する匹数が増して行く(才二図参照)。併し或程度以上になると再び減じて来る。初めの増加は照度に依り誘引を起させる程度が漸次増して行つたものと考えられ、次に減少して行くのは、照度が高いから網を通過する前に既に平衡状態に達した個体があるからと考えられる。従つて照度が更に増すと誘引される前に刺激的平衡状態に達するものが多くなつて誘引される匹数が少くなつたと考えられる。更に照度を増すと魚群は網を通過せず不規則な運動をすることもあるが、大抵入射光と反対側の壁の隅に入射光側と反対向きに静止していることが多い。この場合これ等も大体或一定時間経過すれば光の刺激に順応して普通と同じ様な運動をなす。又不規則な運動は特殊な運動をなして網目を通過することもあるが、(才2表)この場合の運動は前者の運動と明瞭に区別

Table. 2. The number of passing through the Net in the high Lux of white light.

Lux	300	400	450	500	600
N	0	0	0.3	0.2	0.8

N: Mean number of passing through the Net in 10 times during 5 min.

Meshes of Net: 1 cm, Diameter of thread: 1 mm

Temperature of water: 23.0°C

することが出来る。従つて正常運動を規準とする場合には以上の照度以下で行う事が必要である。

(3): 次に投射した光に依る、網及び容器の影響を調べて見る、前に述べている様に方向性をもたせ

Table. 4.

Resistance of Net.	Lux. →		13	17.5	44.5	24.5
	I. 1 cm	II. 1 mm	6.1	9.5	9.3	10.0
	I. 0.5 cm	II. 1 mm	0	0.5	0.2	1.0

I: Mesh II: Diameter of thread.
mean number of 10 times during 5,
min., Temp. of water 23°C

ないで上部より照らした散乱光線に依る魚群の網を通過する匹数は明るさを変えても、ほとんど変らない。(才3表 II) 即ち環境のエネルギーの相異に依つて網の抵抗としての影響に変化がこの程度では認められない。

従つて、方向性を有する光の場合、入射方向は質的に魚の方向を決め、光源と環境とのエネルギーの差のエネルギーの刺激に依つて行動の量を決定するのであるから網の光に依る物理的な影に依る刺激的变化を除いては網の抵抗としての刺激的变化は此の実験範囲の光に対しては認められないと考えられる

のではあるまいか。

次に光に方向性をもたせた場合網に影が出光の変化に依つて直接網に刺激的变化を生じて来ると考えられ得るから網は黒塗にしておく必要がある。又網の直前、直後に於ける明るさの相異は不正確ではあるが最大 0.5 ルックス位で、この明るさの相異に依る影響としての分差反応はほとんど認められないと考えられる。

又水槽の壁は投射光の面を除いて他は黒く艶消しに塗つてある爲、反射に依る明るさは用いた測定装置の範囲外で非常に小さい。

(4) 多数の誘引の実験中には、光に対して負の反応を起すものもあるが、この行動は入射光に対して反対の方向に動き入射光と反対の壁で、光に対して反対向となり静止するか容器の隅で静止しているが時間が経つと順応し平常の行動をとつて游泳するが、やはり測定時間内では網を通つて光源側に動くことはない。此の例はドジョウに多い。然しドジョウでは又光に対して直接誘引されるものもあり又一時負の誘引動作を起し後平常の行動をとり更に光に誘引される、ものもある。これは入射光のガラス面で相剋反応を起しているから明らかに誘引されていると言うことが分る。他のメダカ、フナ、エビ、では此の行動は極めて少数であつて問題とはなり得ない。又光に対して誘引されるものは光に対してほぼ直線的に行動するが網がある爲に通過し得ないものは相剋反応をする。明るさが小さいと網の面で静止しているが、やがて誘引されて通過する。更に明るさが小さいと網に沿つて横に移動し壁に遭遇して壁に沿つてしばらく行動するが再び途中からはなれて光の方向への反応を示す。これは刺激の閾域に來たとき再び刺激の方に誘引されるからと考えられる。この様に三つの状態の出現割合は照度に関係している。併し個体に依つて同一刺激でも、刺激される程度が異なる故にこの三つの状態を組み合わせた様な行動をとる明るさもある。従つて水槽の横壁はこの様に壁に沿つて移動する距離よりも大にしておく必要があり此の実験に用いた水槽は充分これを満足するものと考えてよい。

(5) 水温に依る影響は才 5 表に示してある通り 18°C 以上大体此の実験装置に依る実験に於ては

Table. 5. Relation between Temperatur of water and the number of passing through.

Lux.	Species	R	Temp→	10°C	12°C	14°C	16°C	18°C	20°C	22°C	24°C	26°C
13Lux.	I.	1 cm	1 mm	0	3.0	6.0	8.0	8.5	8.5	9.0	8.5	8.0
	II.	0.6 cm	1 mm	0	0	0	2.0	2.5	3.0	2.5	2.5	3.5
	III.	1.4 cm	1 mm	0	0	3.0	7.5	8.0	8.5	8.0	8.5	8.5
	IV.	1.7 cm	1 mm	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30Lux.	I.	1 cm	1 mm	1.5	3.0	5.0	8.0	10.0	10.5	9.0	10.0	10.0
	II.	0.6 cm	1 mm	0	1.5	3.0	5.5	6.5	6.0	6.5	6.5	6.5
	III.	1.4 cm	1 mm	1.5	3.5	4.0	7.0	10.0	10.0	10.0	10.0	9.5
	IV.	1.7 cm	1 mm	0	1.0	3.0	5.0	5.0	5.5	5.0	4.5	5.0

m. d.

I: *Aplocheilichthys latipes*. II: *Misgurnus anguillicaudatus*.

III: *Carassius auratus*. IV: *Leander* sp.

* medu number of 10 times under white light.

一定となる故 $20^{\circ}\text{C}\sim 24^{\circ}\text{C}$ の範囲で実験を行うことにした。

又時間経過に依る誘引の変化は考察に於て述べることにする。

(6) 自然より採集して来た標本は予め容器に充分馴れしめ且つ空腹の状態にしておく必要がある。採集直後の魚では容器の壁が刺激となり。又場の狭いことが刺激となるから予めこの容器に対して充分馴れしめる事即ち刺激的平衡状態にして置く必要がある。

実験結果

実験前同一の条件で他の水槽中に二週間程入れて置き、実験前 30 分間之れを暗黒にして之れより 10 匹の材料をとり水槽中のセルロイド筒に入れ更に此の爲の刺激を除去する爲 30 分間放置し、光を投射してから 10 秒して筒を引き上げ同時にストップウォッチで 5 分間をはかり此の時間内で網を通過して入射光の側に誘引された匹数を数え同一条件で 20 回づゝ各々異つた標本で測定してその 10 匹に対する比を求め、之れを此の条件の下に於ける誘引値と仮定した。此の様に於て各フィルターの波長域に於ける各照度の誘引値を求めた。

実験結果は才 6 六表に示す通りで Lux I は照度 log I は照度の対数 Y (I), Y (II), Y (III), Y

Table. 6. Attractive value in each Lux.

W	Lux; I	11.0	13.0	15.5	17.5	20.5	24.5	30.0	35.5	44.5	60.5	77.0	116.0
	log I	1.04	1.11	1.19	1.24	1.31	1.39	1.48	1.55	1.65	1.78	1.88	2.06
	Y(I)	8.0	8.5	9.0	9.5	9.5	10.0	10.0	10.0	10.0	9.5	9.3	9.0
	Y(II)	1.5	2.5	4.0	4.5	5.6	6.7	8.0	9.0	10.0	10.0	9.7	9.5
	Y(III)	8.5	8.0	8.8	8.9	9.0	9.5	10.0	10.0	10.0	10.0	9.3	9.0
	Y(IV)	0	0	1.2	2.5	3.3	4.0	5.8	7.5	9.0	10.0	10.0	7.0
R ₁	Lux; I	4.1	4.7	5.6	7.9	9.3	10.7	13.4	17.5	21.6	27.8	37.1	46.4
	log I	0.61	0.67	0.75	0.85	0.95	1.05	1.15	1.24	1.33	1.44	1.57	1.67
	Y(I)	2.0	2.0	2.2	2.1	2.5	2.5	2.4	2.5	2.8	3.1	3.0	3.3
	Y(II)	1.0	1.0	2.0	2.5	3.5	4.0	5.0	5.5	6.5	7.0	7.0	8.0
	Y(III)	5.5	5.5	5.7	6.0	6.0	6.2	6.0	6.2	6.5	6.7	6.7	6.8
	Y(IV)	0	0	0	0	0.5	1.0	2.5	4.0	4.5	5.8	7.0	8.0
R ₂	Lux; I	6.0	7.2	8.1	10.0	12.7	14.8	18.1	22.6	30.0	35.2	50.7	63.4
	log I	0.78	0.88	0.91	1.00	1.10	1.17	1.26	1.35	1.48	1.56	1.71	1.80
	Y(I)	2.5	3.0	3.0	3.0	3.5	3.3	3.5	3.5	4.0	4.1	4.0	4.1
	Y(II)	0.5	2.5	2.0	2.5	3.2	4.0	5.0	5.5	6.7	7.2	8.5	9.5
	Y(III)	5.5	5.8	6.0	6.0	6.3	6.2	6.5	6.5	6.6	6.8	7.3	7.5
	Y(IV)	0	0	0	0	1.0	1.7	3.0	3.5	5.5	6.5	8.0	9.5
R ₃	Lux; I	5.4	6.1	8.2	9.5	10.9	14.3	17.0	18.7	24.5	31.3	40.8	44.4
	log I	0.73	0.79	0.91	0.98	1.04	1.16	1.23	1.27	1.39	1.50	1.61	1.74
	Y(I)	3.0	3.5	3.5	3.4	4.0	4.0	4.1	4.3	4.5	5.0	4.8	5.0
	Y(II)	1.0	1.3	2.0	2.0	4.0	4.5	5.5	6.0	7.0	7.5	8.0	9.0

	Y(III)	5.5	5.9	6.2	6.0	6.5	6.5	6.2	7.0	7.0	7.0	7.3	7.5
	Y(IV)	0	0	0	0	0	1.5	2.2	3.0	4.5	5.0	7.5	9.5
A ₁	Lux; I	4.2	4.8	5.8	7.0	8.0	10.1	11.3	13.7	18.0	23.3	30.6	40.8
	log I	0.62	0.68	0.76	0.85	0.90	1.00	1.05	1.14	1.26	1.37	1.49	1.61
	Y(I)	4.5	4.5	4.7	5.0	5.5	6.0	6.0	6.1	6.5	6.8	7.0	8.0
	Y(II)	0	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.7	4.0	5.5	6.5	7.8	9.0
	Y(III)	6.0	6.0	6.5	6.5	7.0	7.0	7.3	7.5	8.0	8.2	8.5	9.0
	Y(IV)	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0	4.0	6.0	8.0
O ₁	Lux; I	7.5	8.6	9.6	11.8	13.4	17.7	20.3	24.1	30.0	38.0	50.8	66.3
	log I	0.88	0.93	0.98	1.07	1.13	1.25	1.31	1.38	1.48	1.58	1.71	1.88
	Y(I)	5.3	6.0	6.0	6.1	6.5	6.7	7.0	7.5	8.0	8.0	8.5	9.0
	Y(II)	0	0.5	1.0	1.8	3.0	4.0	4.8	5.5	6.7	8.0	9.0	10.0
	Y(III)	6.8	7.0	7.1	7.5	7.5	8.0	8.2	8.5	8.5	9.0	9.5	10.0
	Y(IV)	0	0	0	0	0	1.5	2.5	4.0	5.2	6.5	8.5	10.0
Y ₁	Lux; I	5.9	8.5	8.8	10.1	13.6	15.8	18.5	27.3	36.0	50.1	65.4	94.8
	log I	0.77	0.92	0.94	1.00	1.13	1.20	1.27	1.44	1.56	1.70	1.82	1.98
	Y(I)	6.5	7.0	7.0	7.5	8.0	8.5	8.7	9.5	10.0	10.0	10.0	9.3
	Y(II)	0	0	0	0	1.5	2.5	3.5	6.0	7.5	9.5	10.0	10.0
	Y(III)	7.0	7.5	7.7	8.0	8.5	9.0	9.6	10.0	10.0	10.0	9.5	9.2
	Y(IV)	0	0	0	0	0	0	1.3	4.3	6.4	8.8	10.0	10.0
G ₁	Lux; I	1.2	2.3	2.9	4.1	4.6	6.0	8.6	9.9	13.9	17.4	22.6	26.7
	log I	0.08	0.36	0.46	0.61	0.66	0.78	0.93	1.00	1.14	1.24	1.35	1.43
	Y(I)	4.0	6.0	7.0	8.0	8.5	9.5	10.0	10.0	10.0	9.5	9.0	8.5
	Y(II)	0	0	0	0	0	0	0	0.4	3.0	4.0	6.0	7.3
	Y(III)	4.0	5.0	5.5	6.5	6.5	7.5	8.0	8.5	9.5	10.0	10.0	10.0
	Y(IV)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	2.5	5.0
B ₂	Lux; I	2.0	3.3	4.6	5.2	7.2	10.4	16.3	19.5	28.6	37.0		
	log I	0.41	0.52	0.66	0.72	0.86	1.06	1.21	1.29	1.46	1.57		
	Y(I)	5.0	5.5	6.5	6.3	7.5	8.5	9.5	9.5	10.0	10.0		
	Y(II)	0	0	0	0	0	0.5	2.5	4.0	9.0	10.0		
	Y(III)	5.2	5.3	6.5	6.5	7.0	8.0	8.5	9.0	9.8	10.0		
	Y(IV)	0	0	0	0	0	0	1.0	2.5	4.5	6.5		

Y (I) : *Aplocheilus latipes*
anguillicaudatus.

Y (II) : *Misgurnus*

Y (III) : *Carassius auratus*.

Y (IV) :

Leander sp.

* W : white light. (R₁, R₂, R₃, A₁, O₁, Y₁, G₁, B₂) are marks of Filter.

(IV), は各々めだか, どじよう, ふな仔, すじえび, の誘引値で W は白色光 $R_1, R_2, R_3, A_1, O_1, Y_1, G_1, B_2$, は各フィルターに依る波長範囲である (才 1 表 b 参照), 又横軸を $\log I$ 縦軸を誘引値 10 とつて之れを図に画けば才 2 図の通りになる。此の図に依ると誘引値が 10 になるまでの値と $\log I$

Fig. 2. I.

Fig. 2. II.

Fig. 2. III.

Fig. 2. IV.

との関係は大体直線的と見做され比例していると考えられる。従つて此の直線の原点を P , Q , として, $Y-Q=a(\log I-p)$ と考へて各々対応する I , Y を入れて見ると各材料に依つて原点 P , Q , は一定と見做される(才 7 表参照), 又 a の値は各波長範囲に依つて異つて来る。(才 8 表参照)。此の a の

Table. 7. Origin of Attractive Curve

	I		II		III		IV	
	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q
W	0.1	1.2	1.4	7.5	0.5	5.7	1.59	6.9
R_1	0.25	1.4	1.46	7.2	0.7	6.0	1.55	6.52
R_2	0.07	1.15	1.52	6.8	0.7	6.0	1.58	6.7
R_3	0.12	1.14	1.46	7.3	0.55	5.7	1.61	6.6
O_1	0.1	1.22	1.5	7.0	0.61	5.3	1.58	6.8
A_1	0.15	1.05	1.41	7.5	0.58	5.5	1.56	6.75
Y_1	0.09	1.0	1.49	7.4	0.42	6.1	1.58	6.5
G_1	0.1	1.24	1.46	7.6	0.48	5.6	1.53	7.0
B_2	0.1	1.2	1.49	7.5	0.51	5.66	1.50	5.7
mean value	0.12	1.18	1.47	7.31	0.56	5.73	1.56	6.61

1. Camera. 2. Small Camera. 3. Standard Lamp (100 V. 100 C. P). 4. Truck of small camera. 5. Electric wire. 6. Rail line. 7. Brush. 8. Wheel. 9. Pulley. 10. Electric wire. 11. Iris shutter. 12. Case of Filter. 13. Glass for diffusing light. 14. Fish tank. 15. Black board for shutter of light. 16. Tube of celluloid. 17. Net for resistance.

Table. 8. Rerative attraction value (a) in each filtered wave length and (K)

		W	R ₁	R ₂	R ₃	A ₁	O ₁	Y ₁	G ₁	B ₂
(a)	I	5.0	1.004	1.13	1.73	3.36	3.54	4.75	6.52	4.75
	II	14.38	7.50	8.40	10.56	13.36	13.66	15.56	16.24	16.40
	III	5.0	1.43	1.56	1.79	3.16	3.39	4.47	5.61	3.98
	IV	14.83	10.69	11.88	13.22	15.44	15.68	17.31	19.36	16.63
(A)	I	50.00	10.04	11.30	17.30	33.60	35.40	47.50	65.20	47.50
	II	50.00	26.00	29.10	36.60	46.40	47.40	54.00	56.35	47.07
	III	50.00	14.30	15.60	17.90	31.60	33.90	44.70	56.10	39.80
	IV	50.00	36.00	40.00	44.50	52.00	52.80	53.50	65.20	56.00
(Sn)	I	1.600	0.522	0.768	1.788	5.448	5.958	10.006	13.348	15.226
	II	1.600	1.352	1.979	3.660	7.517	7.983	11.462	(14.036)* ₁	15.063
	III	1.600	0.744	1.059	1.789	5.114	5.697	9.472	(15.458)* ₁	12.764
	IV	1.600	1.870	2.720	4.450	8.424	8.974	12.402	(13.567)* ₁	17.820
(S')	I			0.246	0.960	3.421	0.510	4.048	4.030	1.058
	II			0.627	1.682	3.857	0.472	3.479	4.042	1.477
	III			0.316	0.730	3.325	0.513	4.345	4.030	1.821
	IV			0.650	1.730	3.969	0.446	3.482	4.031	1.660
(K)	I	50	10.04	15.4	30.0	60.01	85.00	92.00	65.00	23.00
	II	50	26.25	44.1	50.75	65.00	70.00	71.40	65.10	32.10
	III	50	14.30	19.7	19.60	60.00	85.00	94.00	65.00	15.00
	IV	50	27.00	40.6	54.06	64.00	74.40	77.70	65.04	33.90

(a): Rerative attraction value.

(A): Making the (a) of white light to 50.

(Sn): (A) × filtered wave ranges. n: markes of filter.

(S'): Sn - Sn₋₁

(K): S' ÷ (the remainder wave ranges of edch filtereds wave length).

値を誘引恒数と呼ぶことにする。

結果の考察

フィルターの各々の波長範囲に差*₁を求め、その波長範囲に於ける a の値を求めると (K)*₂ の様になる。

*₁ 実験に用いたフィルターの波長範囲は才 1 表 b の様に 680 mμ より或波長までの値であるから、差を求めると連続した波長を区切つて a の値を考えることが出来る。併しフィルター G₁ は 412 mμ ~ 612 mμ であるから R₂ の 612 mμ ~ 680 mμ と加えて上述の様に差を求めることが出来る。

*₂ (K) は各フィルターの波長範囲の a の値の面積の差をフィルターの波長範囲の差で割つたもので、*₁ の波長範囲の a の値に相当するものである。又各魚種の白色光の a の値を 50 に換算して、各波長範囲の (K) の値と比較して見た。

Fig. 3. (A) (B)

波長の相異に依る反応の程度 (K) はオ 8 表の通りで波長の対数と (K) との関係はオ三図に示すようになる。此の図で各波長の (K) の値の中点を結んで見ると波長の短い部分及び長い部分を除いて大凡直線の様である。従つて強いて之れを数式化すれば、 K の最大の時の波長の対数を n とし、原点を $n, 0$ とすれば原点を中心として左右各々の直線の式は $(K = d(n - \log w) + C)$ の形の式で表すことが出来る。但し (K) 軸に対して左右の方程式の d の符号及び値は異なるか、等しいかは分らない。又 Y の値は網の抵抗の条件の下での容器内の値であつて、眞の誘引

値ではない事を明記しておく。

集魚についての考察

集魚に際して問題になるのは多くの魚を誘致することで誘致範囲を広くすることであるが更に誘致した魚群を長時間その附近に留めておくことが必要である。

誘致範囲を広くするには強い光を用うればよい事は勿論であるが、Bunsen Roocoe の法則に依り全刺激値を C とし光の単位時間の刺激値を I 、刺激時間を t とすれば $C = I \cdot t$ である、従つて時間を長くすればする程全刺激は大となつて来る。従つて魚群を低照度で長時間照らしてやれば高照で短時間照射してやるのと同じ刺激を與え得ることになる。然し回游魚群の様に始終移動しわづかな時間誘引に対して有効な照度内に入つて来る魚群では、時間が長ければ不利で、むしろ高照度を用いた方が有効であると言える。次に実験に使用した魚で誘引に対して最有効値を求めて見ると白色光の場合めだか、で $24.5 \times 5 = 122.5$ 同様にどじょう、で、 $44.5 \times 5 = 222.5$ すじえび、 $60.1 \times 5 = 300.5$ ふな、 $30.0 \times 5 = 150.0$ である。

次に以上の様な最有効刺激値以上の刺激を与えると誘引される匹数は逆に減少して行くことは予備実験 (2)、(3) に述べた通りで刺激的に平衡状態になるものがあるからである。従つて高照度の場合には光源の近くまで来る匹数は減つて来ると思われる。又刺激的平衡となつた魚はその附近で游泳し刺激の閾域外に出れば再びもどつて来る。従つて誘引された魚群は光の刺激が刺激的平衡状態を與える範囲内に游泳していると考えられるから高照度の場合には誘致された魚群は光源より速くに集つまつていてと考えられ又前に述べた様に時間の経過と共に刺激値は増して来るので魚群は次才に光源より速のいて来ると考えられる。

従つて誘引された魚群がどの位ランプの附近に誘引されているかと言う事が問題となつて来る。この点については田内(1921, 水講報告, 1926, 照明学会誌)も述べている。従つて誘致には出来るだけ多くの魚を出来るだけ長時間近くに集めておくことを考えねばならない。従来考えられて居たものとしては光源を暗くして光源の附近で集漁することである。之は減光の速度方法に於て問題があり水の透明度, 水流, 方向等を考えると一つの技術的問題となり同時に一方に於ては遠距離の魚群に対してこれを誘致する効力を一時的に減ぜねばならぬ事になる。従つて二つの問題を同時に満足させるには高照度の光源を用いしかも上述の様な刺激的平衡の状態になる事を防止する方法が考慮されねばならない。此の方法については目下実験中で次の機会に述べる事にする。

以上光に対する反応よりして集魚に対する光の効果について述べたのであるが, 新舞子東大水産実験所の島博士及び研究室主任の高山技官の御指導のおかげであり末尾ではあるが深く御礼申し上げる次第である。

参 考 文 献

- 田 内・林 (1926) 燈火に集る魚群について(水講報告 21 (4))
 田 内 (1929) 集漁燈に就いて(照明学会誌 13 (9))
 本 城・浅 野 (1948) (生物・3)
 大 橋 祐 之 助 (1916) 魚類の色彩感覚(水産学会報 1 (4))
 Schiche, O. E. (1921) Reflexbiologische Studien an Bodenfischen. I. Beobachtungen an *Amiurus nebulosus* Les. Zool. Jahrb. Phys. 38: 49—112.