

日水研年報, (5) : 127-131, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5) : 127-131, 1959.

魚類の夜間行動に関する研究 Ⅲ. 初冬期におけるメダカ游泳層の日週期変化¹

小 川 良 徳

Observation on the Nocturnal Behaviour of Fish Ⅲ. Diurnal Changes of the Swimming Layer of the Japanese Killifish in Early Winter

BY

YOSHINORI OGAWA

Abstract

1. The author observed continuously day and night the swimming layer of Japanese killifish, *Oryzias latipes* (T. et S.), in the early winter, from 15th to 19th, November, 1953.
2. The killifish indicates two diurnal changes of swimming layer, that is, they swim up at surface layer twice in the day time before dawn and noon, while the most of them swim near bottom layer from afternoon through night.
3. It may be consequently considered that this species has a sleeping habit at night.
4. The diurnal changes of swimming layer may be related physiologically with the intensity of illumination as one of the greatest environmental factors.

魚類の夜間行動に関する研究は、古くは藤田 (1897), WERNER (1911), BOULENGR (1911), SPENCER (1929), 木下 (1935) などの報告がみられるが、その後ほとんど発表されていなかった。しかるに、最近、内橋 (1952, 1953) は硬骨魚類の脳髓形態と生態の相関性に関する研究において夜行性魚類の脳形の特徴を明らかにし、夜行性魚類以外の魚種についても脳髓各部の発達程度の相関から夜間行動について論及している。また、井伊・井上・柘植・小川・内橋 (1952, 1953) 及び井上 (1955) などによつて多種の鹹水及び淡水産魚類の夜間行動が、伊東・渡辺・西村・笠原 (1954) によつて漁場における産卵期の大羽イワシの夜間行動が調査された。また、魚類の夜間行動と漁法の結び付きの1例として著者 (1953) は刺網の問題について考察を試みている。

著者は野生メダカの夜間行動、とくに游泳層が昼間と夜間でどのように変化するかについて観察し、2～3の知見を得たので報告する。

報告に先立ち、本研究の機会を与えられた法政大学教授柘植秀臣博士、日ごろ御指導を賜り、本稿の御校

1. 文部省科学試験研究費補助金 (柘植秀臣) による。

関を賜つた日本海区水産研究所長内橋潔博士並びに資源部長加藤源治技官，実験観察に御協力をいただいた同僚伊藤勝千代技官に感謝の意を表する。

材料及び観察方法

供試魚は野生メダカ *Oryzias latipes* の体長20~25mmのものを水田から採集し，約1週間内外室内の大型水族槽で飼ひ馴らし，健康な個体を選んで10尾を使用した。なお，実験の季節からして雌雄の別には特に考慮を払わず，体長の同様なものを揃えるようにした。また，実験中は全然投餌しなかつた。これは，本実験に使用した位の大きさの水槽にメダカ10尾を取容すると餌料をめぐつて個体間に“なわ張り”ができるので注意した。

実験用水槽は45cm×30cm×30cmの木製，両側面ガラス，左右及び底の内面には白ペンキを塗つた。水槽の水深は20cmに一定し，これを4等分するように5cmづつに側面ガラスに線を記入し，底面からA（水深20~15cm），B（15~10cm），C（10~5cm），D（5~0cm）層とした。メダカの行動に観察者の影響が及ばないよう充分注意して観察した。

1 観察の時間を30分間とし，この30分間に30秒ごとに60回，各層にいる個体数を記録した。実験は1953年11月15~19日に行つた。15日の14時から16日17時までは室内で，室内における夜間の観察は100Wの電気スタンドを1mの位置に置いて観察した。また，18日の8時から19日の9時までは月令11.4のため屋外に水槽を出して月明を利用しての夜間観察である。

結 果

通常メダカは水温が5℃以上の場合には常時水平及び垂直の運動を行つている（草下，1952）ので，観察結果について，各層ごとに平均値と標準偏差を求めて単位時間における値とみなした。

このようにして得られた結果を示すと第1表及び第2表の通りである。また，これらの値を図で示すと第1図及び第2図の通りである。

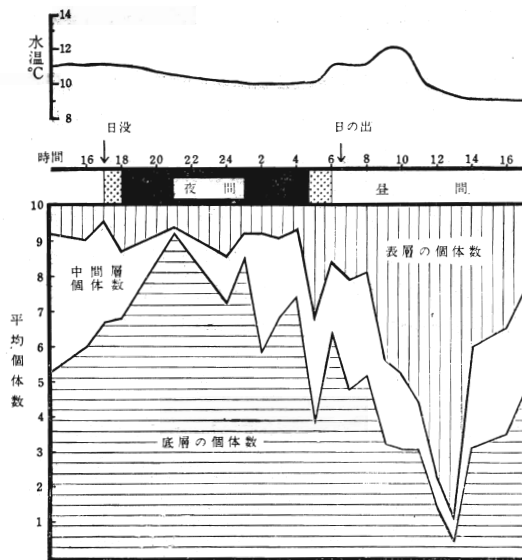
第1表 室内実験における観測値(1953)

実験実施 月 日	水 温 °C	観察開始 時 間	単位観察時間(30分間)における各層の游泳個体数の平均値及び標準偏差			
			A	B	C	D
Nov. 15	11.2	14.45	5.30±1.69	2.78±1.80	0.87±1.02	0.80±0.81
"	11.0	16.00	6.00±1.84	1.83±1.44	1.92±1.07	0.95±0.99
"	11.0	16.47	6.76±1.37	2.30±1.10	0.62±0.80	0.32±0.82
"	11.0	18.10	6.83±2.24	1.42±1.37	0.38±0.48	1.37±1.55
"	10.5	21.40	9.37±0.86	0.42±0.82	0.05±0.22	0.08±0.28
Nov. 16	10.0	0.35	7.23±4.06	0.83±0.96	0.35±0.85	1.55±1.76
"	10.0	1.40	8.68±1.32	0.95±1.09	0.85±1.21	0.82±1.37
"	10.0	2.35	5.82±2.08	2.22±1.36	1.12±1.21	0.80±1.10
"	10.0	3.15	6.80±1.93	1.60±1.11	0.67±0.70	0.93±0.99
"	10.0	4.10	7.47±1.41	1.08±0.92	0.68±0.81	0.77±1.01
"	10.0	5.55	3.75±2.21	1.12±1.06	1.80±1.31	3.30±1.56
"	11.0	6.40	6.46±2.20	1.05±1.09	0.92±1.12	1.51±1.80
"	11.0	7.30	4.70±1.50	2.15±1.56	1.15±1.11	2.13±1.80
"	11.0	8.30	5.15±2.25	2.05±1.57	1.02±0.94	1.90±1.89
"	12.0	9.30	3.22±1.95	1.13±1.17	1.35±1.23	4.35±1.85
"	12.8	10.30	3.13±1.88	0.97±1.00	1.13±1.24	4.80±2.51
"	10.0	11.15	3.15±2.30	0.62±0.85	0.55±0.82	5.65±2.35
"	9.5	12.13	1.37±1.50	0.29±0.78	0.38±0.70	8.00±1.52
"	8.2	13.20	0.37±0.63	0.18±0.47	0.27±1.42	9.10±0.75
"	8.0	14.20	3.12±2.05	1.33±1.36	1.22±1.50	4.00±1.11
"	8.0	16.10	3.57±1.97	1.28±1.28	1.85±1.41	3.57±1.99
"	8.0	16.45	4.83±1.96	1.42±0.98	1.22±1.14	2.47±1.75

第 2 表 屋外実験における観測値(1953)

実験実施 月 日	水 温 °C	観察開始 時 間	単位観察時間(30分間)における各層の游泳個体数の平均値及び標準偏差			
			A	B	C	D
Nov. 18	5.2	8.00	10.00±0	0	0	0
"	5.8	9.50	10.00±0	0	0	0
"	6.7	10.25	5.88±2.40	1.51±1.32	1.05±1.29	1.53±1.61
"	6.7	11.00	2.26±1.66	1.96±1.82	1.15±1.07	4.57±1.90
"	8.4	13.00	0.31±0.50	0.50±0.69	0.46±0.50	8.58±0.89
"	9.4	14.00	3.26±1.08	0.56±0.26	1.58±1.39	4.73±1.42
"	9.4	15.00	6.70±1.16	1.13±0.76	0.58±0.80	1.74±1.04
"	9.4	16.00	6.81±2.26	1.70±1.34	0.60±1.03	0.81±1.15
"	7.8	20.20	5.18±1.67	1.51±1.03	0.86±1.05	2.30±1.60
"	7.5	21.20	6.41±1.54	2.33±1.32	0.68±0.87	0.51±0.90
"	7.2	22.10	7.25±1.46	1.99±1.18	0.33±0.68	0.33±0.68
"	7.0	23.10	7.20±1.36	1.79±1.36	0.33±0.62	0.68±0.49
Nov. 19	7.1	0.10	9.00±0	1.00±0	0	0
"	8.0	1.00	5.43±1.61	2.35±0.95	1.35±1.42	0.75±0.73
"	8.0	2.00	6.05±1.34	1.28±0.75	0.06±1.28	1.73±1.83
"	8.5	3.00	0.81±0.81	0.15±0.57	0	9.16±0.71
"	9.0	4.00	0	0	0	10.00±0
"	8.0	5.45	1.84±2.60	1.06±1.03	2.75±1.64	4.31±2.35
"	8.5	6.30	10.00±0	0	0	0
"	8.4	7.30	10.00±0	0	0	0
"	8.3	8.30	10.00±0	0	0	0
"	8.3	9.30	10.00±0	0	0	0

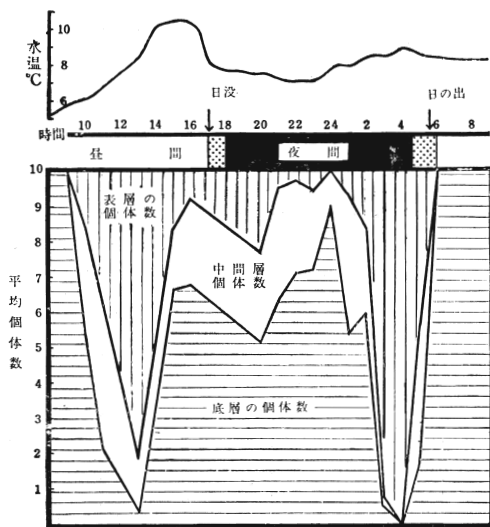
これらの結果を通覧して、一般にメダカは表層(D層)か底層(A層)のいずれかにそのほとんどの個体
 があり、中間層(B, C層)には極めて少ないことが認められた。したがって、表層と底層に游泳する個体
 数の関係は負の相関を示し、その割合は時間によつて変化することが認められる。



第 1 図 室内におけるメダカ游泳層の変化

室内観察の結果についてみると(第1図), 14時頃から底層に沈下する個体が逐次増加し, 20時頃を頂点

として次第に減少する。表層の個体数は14時から4時までの夜間は大きな変化はみられないが、5時に一時的に表層の個体数が増加し、底層にいる個体が減少する。日の出以後は逐次表層に上浮する個体が増加し、12~13時にはほとんどの個体が表層を游泳する。13時を頂点として再び沈下するものが増加する。



第 2 図 屋外におけるメダカ游泳層の変化

屋外における観察の結果についてみると(第2図)、日の出後の6~9時には全部が底層に沈下しており、10時頃から次第に上浮し、13時にはそのほとんどが表層を游泳する。さらに13時を頂点として次第に沈下する個体が増加し、夕方から夜半にわたる16時から2時までの間はその60~70%が底層におり、表層に上浮しているものは極めて少数である。夜明け前の3~4時には再びほとんど全部が表層に上浮し、日の出後の6時頃からまたほとんど全部が底層に沈下する。つまり、屋外においては游泳層の時間的変化は極めて規則的に行なわれる。

第1図と第2図を比較すると游泳層の日週期変化に差異がみられる。この差異は主として夜半から朝にかけてみられることから、これは夜間における実験条件の差によるものではないと思われる。屋間の12~13時にみられる顕著な上浮現象は両者ともほとんど同様であるが、日の出前の3~4時の上浮現象と6~9時にみられる沈下現象は屋外では顕著に現われるが、室内の観察ではほとんど認められなかつた。これは室内実験で夜間一定の明るさのもとに置かれたために、例えばメダカの持つ活動の週期性ともいうべきものが乱されたために生じた差異と思われる。屋外実験の場合には水槽に収容したという条件以外の人為的な影響はほとんど加えられていないので、この季節における日週期がほぼ正常に示されているのではないかと推察した。しかし、天然においても夜間は朔望によつて若干の差はあるだろう。

考 察

室内観察と屋外観察の結果の相違からみると、明るさの問題はメダカの行動にとつて重要な因子*をなしている。先に夜間電灯の光のもとに置いた場合に週期活動に乱れが生じたものと推定したが、本来メダカは昼行性魚類とみられるので昼間活動して夜間は体平衡を保持しながら静止に近い状態で過ごすものと考えられる。つまり、太陽の運行週期に従つて活動にも昼夜の差が生じているものと考えたい。森(1945)は“長い間同一の外界要因週期に適した規則正しい生活を送つていると、終には行動週期の結果として、第2義的

* 日週変化の要因としては行動の量を左右するものとして天候、気温、水温、水質、溶存酸素量及び個体間の干渉の問題等が考えられるが、本稿では論及しなかつた。別の機会に報告する予定である。

な生理週期を生ずるものとする”と述べているが、メダカの行動週期も単なる明暗に対する反射運動でなく、昼間は活動し夜間は静止するという生理週期となつているものと考えられる。従つて、夜間の当然静止すべき時間に電灯の光でそれを妨害するために生活の週期に乱れを生じ、それが前述の游泳層の日週期変化のリズムに差を生じさせたものと思う。

屋外実験の場合、夜間におけるメダカの行動は非常に緩慢な游泳であり、底層におつてもまったく摂餌行動はみられず、この状態にあるメダカはガラス棒を接近させても逃避反応を示さない。体に接触してはじめて極めて緩慢な反応を示すにすぎない。これは山本(1947)が盲目にして側線器官を除去したメダカで実験した場合の逃避反応と極めて類似している。夜間におけるこの種の反応の低下は体の機能が全体的に低下しているとみてよい。メダカの場合は定座静止することはまつたくないので、この状態は内橋(1953)のいう睡眠に当るものと思う。

要 約

1. 初冬期におけるメダカの游泳層の日週期変化について観察した。
2. メダカの游泳層は明らかに日週期変化を示す。
3. 日の出前と正午近くに浮上期が、また、日の出後に沈下期がそれぞれ顕著にみられる。午後から夜間にかけて大部分のものが底層を游泳する。
4. メダカは夜間は睡眠状態を示すと考えられる。
5. 游泳層の変化には照度が大きな要因となつているように思われるが、浮上、沈下の日週期変化は生理週期となつているものと考えられる。

文 献

- BOULENGER, E. G. (1911). *Proc. Zool. Soc. London* (1).
- 藤田 経 信 (1897). 第2回水産博覧会附属水族館報告.
- 井 伊 明・ほか (1952). 日本海区水研創立三週年記念論文集.
 ————— (1953). 日水会誌 19 (4).
- 井上喜平治 (1955). 日生態会誌, 4 (4).
- 伊 東 祐 方・ほか (1954). 日本海区水研究年報 (1).
- 木下好治 (1935). 動雑 (47).
- KUSAKA, T. (1952). 日本海区水研, 創立三週年記念論文集.
- 森 主 一 (1945). 京大, 生理生態学研究業績 (39).
- 小川良徳 (1953). 水産科学 (51).
- SPENCER, W. P. (1929). *Anat. Rev.* (44).
- 内 橋 潔 (1952). 動雑 61 (2/3).
 ————— (1953). 日本海区水研研究報告 (2).
- 山本時男 (1947). 動雑 57 (1/2).
- WERNER, F. (1911). *Ueber die Schlafstellungen der Fische.*