

水槽の広さに伴う魚の移動行動の変化

草 下 孝 也

(東京大学農学部水産学教室)

Change of the locomotion activity of fish with regard to the size of the tank

Takaya KUSAKA

(Fisheries Inst., Faculty of Agr., Tokyo Univ.)

I. 緒 言

筆者はこれまでに魚の遊泳行動を通過頻度数(水槽内の中央に仮想する面を単位時間に通過する匹数)として記録し、その数値の変動する要因を分析した。その結果、自然の環境要因に影響される処が多く、人為的な障害は殆んど除去し得たと判断された¹⁾

今回の実験ではこれまでとは反対に環境要因の影響を除去するように努め、人為的に水槽の大きさを变化させることによつて、魚の遊泳行動が、どのように変動するかについて、実験観察を試みた。

II. 実験材料及び装置

実験魚には、キングヨ *Carassius auratus* 10匹の平均全長 3.6 cm のものを使用した。

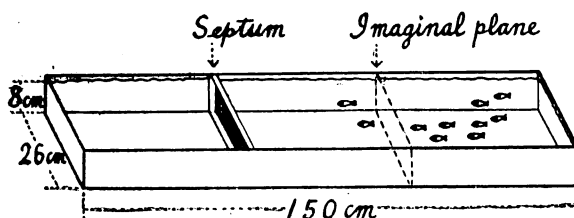
これは筆者が飼育している、ワキンとシュブンキンの交雑種の一才魚で、体色は様々であるが、尾びれと体型はフナと殆んど同じものである。

水槽は木製で長さ 150 cm, 巾 26 cm, 水深 8 cm, 全面白色ペンキぬりのものを用いた。この水槽の長さの方向を東西にして、実験室の南側に設置し、窓に日覆を完全にして直射日光を避けるようにした。

この観察の開始にあつて、健康な個体10匹を選んで水槽内に遊泳させた。なお、実験中、不健康な個体を生じなかつたので、個体の補給は行なわなかつた。

この水槽に白布を張つた木枠(26cm×10cm)を用いて仕切を立てて、その広さ(水槽の長さ)を変化させた。従つて、通過頻度数は仕切られた水域を長さについて二等分する中央仮想面を横切る魚体を数えることによつて求めた。

Fig. 1. The setting on the case 100 cm size of tank



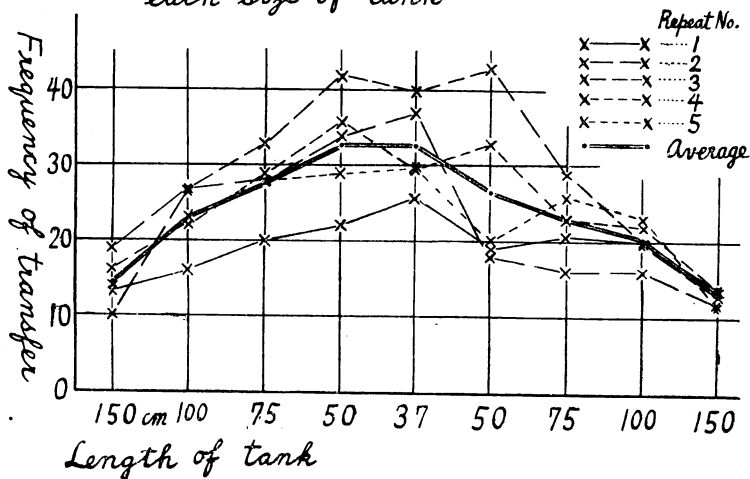
III. 観 察 方 法

周囲が平穏状態とみられる場合に日時、天候、水温を記録し、まず仕切無しで5分間通過個体数を数え、次に仕切を左端より入れ魚を右方に移動させて仕切を所定の位置に固定し、この間1分間を経過させ、次の計測をはじめた。この様にして次第に広さをせばめてゆき、更に継続して、再び広さをひろげて観察を行つた。

Table 1. Records

Natural condition					Frequency of transfer per minute for ten individuals									
Series Number	Date	Day time	Weather condi.	water temp.	Order of obserbation→									
					length of tank (cm)									
					150	100	75	50	37	50	75	100	150	
1	19, Apr.	10.30 ~11.30	Clear	16.2°C	13	16	20	22	26	19	21	20	14	
2	14, May	9.50 ~10.45	"	18.5	10	27	33	42	40	43	29	20	13	
3	15, "	9.45 ~10.35	Thin cloud	19.5	19	27	28	34	37	18	16	16	12	
4	22, "	10.00 ~11.00	Cloudy	21.5	16	22	29	36	30	33	23	22	14	
5	23, "	10.00 ~7.00	Fain rain	21.3	14	23	28	29	30	20	26	23	12	
Average					14.4	23.0	27.6	32.6	32.6	26.6	23.0	20.2	13.0	
Standard deviaton					3.4	4.5	4.7	7.5	5.7	11.0	4.9	2.7	1.0	

Fig. 2. Frequency of transfer for each size of tank



IV. 記 録 の 検 討

観察は5回繰返し、Table 1 のような記録を得た。各回の観察値は変動が大きく、これらは自然の環境要因に大部分影響されていると思われるが、これらの平均値をとると影響は相殺されて、次の様なまとまつた結果を得た。即ち、広さを縮小した場合と拡大した場合について、平均値及び標準偏差を求めた。

各広さの隣接する相互間の平均値の差については変動が大きく、繰返し回数が少ないので統計的な有意差はみられない。又、縮小も拡大の場合における同一広さの平均値の差においても有意差はみとめられない。然しながら、縮小と拡大との各広さの平均値を比較してみると Fig. 3 のように僅少であるが全般的に縮小の場合が拡大の場合に比較して、通過頻度数が大きくなっている。

両者を合併して、水槽の広さとの関係のみについてみると

水槽の広さ(長さ)	150cm	100	75	50	37
平均通過頻度数	13.7	21.6	25.3	29.6	32.6
標準偏差	2.4	3.8	5.1	9.4	5.7

のように通過頻度数の変化の傾向は水槽の長さに対して、殆んど直線状に逆比例している。そこで、縮小、拡大及び両者合併したものについて、それぞれ相関係数及び回帰直線を求めた。

(Fig. 3)

相関係数はれいすも逆相関で有意である。

縮小の場合 $r_1 = -0.996$

拡大 $r_2 = -0.973$

合併 $r_0 = -0.998$

回帰直線、……但し、 x は水槽の長さ(単位 cm)、 y は通過頻度数を表す。

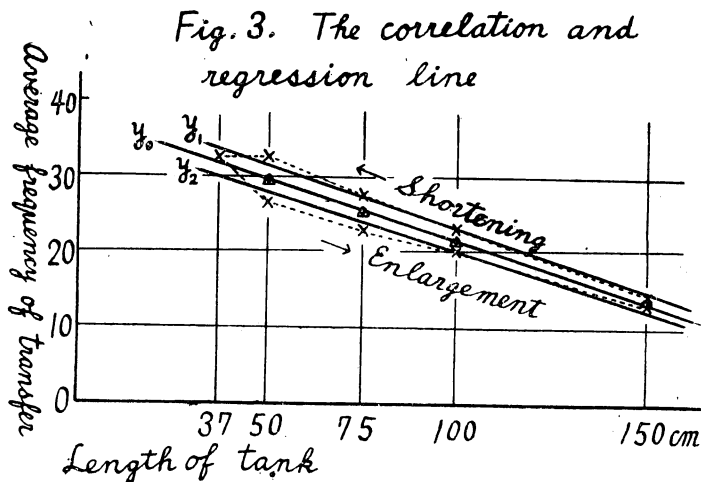
縮 少 $y_1 = 0.168x + 39.7$

拡 大 $y_2 = 0.158x + 35.9$

合 併 $y_0 = -0.163x + 37.8$

回帰直線は勻配、截片のいずれにおいても差異は少なく、図示すれば第3図のようである。

従つて、水槽の広さと魚の移動行動の間には、上記のような回帰直線式で表わされる相関関係をもっている。



この結果から、この実験における魚群の移動行動は広さに拘わらず、略一定していると考えることが出来る。そこで、中央仮想面を通過する場合10匹の魚群は水槽内の長さとの2分の1の距離を移動しているものと仮定すると魚の群移動速度は次式で求められる。

$$\text{群移動速度} = \frac{\text{水槽の長さ} + \text{巾との和}}{2} \times \text{群通過頻度数}$$

この式は前記の結果を代入すると

水槽の長さ	10匹を1群とする群通過頻度数	群移動速度
150cm	1.37/分	120cm/分
100	2.16	133
75	2.53	127
50	2.96	111
37	3.26	101

平均 118 cm

標準偏差 12.7cm

信頼限界(5%)は $\bar{x} \pm u\sqrt{F/N}$ から、 118 ± 16 cmとなる。故にキンギョの群泳移動する速さは毎分 102 cm 内至 134 cm と推定される。

V. 結 論

魚群の移動行動について観察した結果、その水域の広さが変化しても魚の遊泳行動量は殆んど一定している。即ち、水槽の大きさと魚の通過頻度数の関係は明確に逆相関をしていた。このことは状況が変化しても或る範囲内では魚群は平穩状態にあるのであつて、生理活動がかわらないと考えられる。又、このことから、その場合の遊泳速度を推定することができる。

水域を縮小した場合と拡大した場合では僅かに差が認められるのは、追いせばめられたり、開放されたりする周囲の状況の変化に対する魚の順応性のあらわれと思われる。

数回のみ繰返し実験によつて、相関関係が明確に得られたのは、水域の広さとゆう環境要素が魚の活動性に強大な影響を及ぼしたのであつて、他の環境要素の影響が少なかつたことを示している。

これらの点から、魚類の遊泳行動を検討することによつて、養殖池、定置網の運動場、旋網の運用等について、その効果の究明がより一層進展するのではないかと考える。

終りに臨み、終始御指導を賜り、御鞭撻下さいました東京大学教授、檜山義夫博士に深甚の謝意を表します。

参 照 文 献

- (1) 檜山義夫。1948. 網の魚群を遮断する作用について、水産学会報第10巻, 第182号。
- (2) 岡 正雄。1948. 魚群の網目の通過に関する一実験, 日本水産学会誌, 第13巻, 第5号。
- (3) 大島泰雄。1950. 曳網の中に於ける魚群の活動, 日本水産学会誌, 第16巻, 第4号。
- (4) 草下孝也。1952. A consideration on the causes of change of locomotion activity of fish by aquarium experiment. 日本海区水産研究所創立三周年記念論文集。

R é s u m é

This is a part of a series of experiments, which have been carried on to see the influence of environmental conditions to the activity of locomotion of fish. Measuring how frequent the fish would cross an assumed central septum of the tank to express the activity of fish—author is using the term of “frequency of transfer” to denote it—under various conditions. This time, the experiments were done to see the activity of gold fish, expressed by “frequency of transfer,” in various size of the tank, which were obtained by changing a length of the same long tank by moving one septum from one end to the another of the tank (Fig. 1).

A series of experiments were undertaken by the following order. At first, whole length (150 cm) of the tank is used and “frequency of transfer” is obtained. Next by shortening the length of the tank, one by one the same tank was utilized as smaller four size tanks, and in each case the same experiment was made until the length of tank is 37 cm. After these, on the contrary, in the same degree of length, the four experiments were done one by one until the length of the tank became whole length. This one series of the experiments were repeated five times. And about the “frequency of transfer” in each series of experiment the average obtained for each size of the tank respectively as shown in Table 1 and Fig. 2 and 3. Examining these figures, it is recognized that the “frequency of transfer” has a fair straight line relationship with the length of the tank as shown in Fig. 3. However, when the length of tank is going to be shortened it has more figure of “frequency of transfer” than when it is going to be enlarged (Fig. 2 & 3). This is considered that the speed and the distance of the fish swimming around here and there is almost constant so the activity of fish, when it is expressed as “frequency of transfer,” would be the more in the smaller tank than the larger tank. And when the experiments were carried on in the order of shortening the length of tank, the fish is more actively moving than when it is in order of enlarging the tank. This straight line relationship tells us that no effect of change of other environmental conditions happens during this series of experiments.