魚の種類による駆集網の駆集効果

草 下 孝 也

(東京大学農学部)

Experiments to see the different effects of net on
driving, several species of fish.

Takaya KUSAKA*

The author has done experiments to see different effects of net on driving fish schools of 5 species using "Driving to one side method". (Reference 1)2))

Fish used were 2 *Carassius auratus* Goldfish of total length 6.5 cm., 2 *Cyprinus carpio* Carp (gold variety) of T.L. 4.5 cm., 2 *Oryzias latipes* Japanese Killifish (gold variety) of T.L. 2.0 cm., 2 *Acheilognathus lanceolata* Common Japanese bitterling of T.L. 6.0 cm. and 1 *Chaenogobius annularis urotaenia* Common Goby in fresh water T.L. 4.5 cm..

Numerical values were observed in the experiment to drive the fishes from one side of tank to other side at a speed of 10 cm. per minute by a frame of width 25 cm. and height 10 cm., on which white vinyle tubes of 1 mm. dia. are vertically stretched at an interval of 2.0 cm. each. When the fishes start to move to the other side through the frame, the position of the frame was observed. Size of the tank was 150 cm. long, 26 cm. wide and 8 cm. water depth, but the length was changed to 60, 80, 100, 120 or 150 cm. as observing conditions, when drivings were made. They were done 30 times in every case, through Aug. 31 st--Sep. 5 th, 1956, time being 11.00--14.00 and water temperature 21.5--26.0°C..

The observed values are given in Table 1. and those frequency distributions are expressed in Fig. 1., also their mean values with standard deviation are given Table 2. and Fig. 2.

Table 3. expresses degree of effect as ratio of frequency to driven fishes till a certain position by repeating 30 times.

Table 4. also expresses degree of driving effect as percentages on the average driven value of distances in cm. by the tank length at the time when the driving started.

Summarizing his consideration, the driving effect is less under the starting length at 60 cm., and is much under the length over 80 cm.

There is a remarkable difference in driving effects among each fish which, in the case of Goldfish and Carp are comparatively hard, and in the case of Killifish, Bitterling and the goby are very easy.

魚群を駆集する網の効果に関しては、前報¹⁾²⁾において網目の大きさ及び網の色彩について、検討し報告した。これらの観察にはキンギョを実験魚として、実施したのであるが、駆集網の効果は各々の魚種によって、様々に相違するものと考えられるので、今回は、淡水魚の数種を実験魚とし、前報と同様に“一端駆集法”によって、駆集効果を比較検討した。

実験材料及び方法

実験魚には

キンギョ *Carassius auratus* 2個体, 全長共に 6.5 cm.

ヒゴイ *Cyprinus carpio* 2個体, 全長共に 4.5 cm.

ヒメダカ *Oryzias latipes* 2個体, 全長共に 2.0 cm.

ヤリタナゴ *Acheilognathus lanceolata* 2個体, 全長共に 6.0 cm.

1957 年2月5日受理

* Lecturer : Department of Fisheries Faculty of Agriculture, University of Tokyo

ウキゴリ *Chaenogobius annularis urotaenia* 1 個体, 全長 4.5 cm. 以上のうち, 前 3 者は都内で購入し, 室内で約 3 ケ月飼育し, 後 2 者は千葉県内より入手した野生種で, 室内で約 1 週間飼育したものをを用いた。これらの 5 種 9 個体を木製白色塗水槽 (長さ 150 cm, 巾 26 cm, 水深 8 cm) に, 同時に一処に遊泳させておき, 水槽の一端より網枠 (巾 25 cm, 高さ 10 cm の木枠に白色ビニール糸を縦に 2.0 cm 間隔に張つたもの) を入れ, 毎秒約 10 cm の速さで, 他端にむかつて移動させる。各魚体は始めは一方に追われてゆくが, やがては網枠を通りぬけて, 他の側にのがれるので, その時の網枠の位置を観測し, これをその位置と駆集してゆく水槽の端との間の距離で表示し, これを駆集値とした。尚, この実験では, 駆集し始める時の水槽の長さを仕切を用いて, それぞれ 60, 80, 100, 120, 150 cm の 5 段階に変えて観察した。これらの実験は直射日光の当らぬ南側に面した室内で, 昭和 31 年 8 月 31 日 ~ 9 月 5 日, 11 ~ 14 時, 水温 21.5 ~ 26.0°C のもとで, 各々の場合について, 30 回繰返し観測した。

観 察 結 果

結果は Table 1 の如くで, 或る位置まで追い得た駆集値の 30 回繰返しの度数分布を求めると Fig. 1 の

Table 1. Observed values of driving to a certain position in each fish species, in unit 10 cm (Repeated for 30 times)

Observed Condition		Fish species				
Tank length at the time of starting	Date, Time, Water temp.	Goldfish <i>Ca. auratus</i>	Carp <i>Cy. carpio</i>	Killifish <i>O. latipes</i>	Bitterling <i>A. lanceolata</i>	Goby <i>C. a. urotaenia</i>
60 cm	Sep. 5 th 11.00~13.00 26.0°C	3 4 2 4 4 2	3 4 2 4 4 2	2 3 2 2 1 3	2 3 1 2 1 2	1 2 1 2 1 2
		3 2 3 2 2 3	2 3 3 3 4 4	2 4 3 2 2 3	2 2 1 2 2 2	1 2 2 3 3 2
		3 3 4 4 3 2	2 3 4 3 4 3	2 2 4 2 3 2	2 3 1 1 2 2	2 2 1 2 2 2
		3 4 4 5 4 3	4 4 4 4 4 4	2 3 2 2 2 1	1 3 1 2 2 2	1 3 1 1 1 2
		4 2 3 4 4 3	3 2 2 4 3 3	2 4 1 2 3 2	3 2 2 2 2 2	2 2 1 3 2 2
80 cm	Sep. 3 rd 11.00~13.00 25.0°C	5 5 2 5 3 4	1 2 3 2 2 2	6 2 2 1 1 1	1 1 1 1 1 3	1 2 1 2 1 1
		5 5 3 5 3 5	2 7 2 5 4 1	4 2 1 1 1 2	1 1 1 1 1 1	1 1 1 2 1 2
		6 4 3 5 4 4	2 4 1 4 4 4	2 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 2	1 1 1 2 2 1
		5 6 3 5 4 3	5 3 1 4 3 1	1 3 2 1 1 1	1 1 1 2 2 2	1 1 1 2 1 1
		4 5 4 6 4 3	1 5 6 6 6 4	1 3 1 4 1 1	1 1 1 1 1 2	1 2 1 3 1 2
100 cm	Aug. 31 st 12.00~14.00 21.5°C	3 5 4 3 3 4	1 5 2 2 2 3	1 1 2 2 1 1	1 1 1 1 1 1	1 2 1 2 1 1
		4 5 2 4 5 5	3 4 1 3 3 2	1 1 1 1 2 1	1 1 1 1 2 1	1 1 2 1 1 1
		4 5 2 6 4 4	3 3 1 5 3 4	3 2 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1	2 2 1 2 1 1
		6 4 4 4 5 3	4 3 1 4 3 3	3 3 1 1 1 1	1 1 2 1 1 2	1 1 1 2 2 2
		5 7 3 4 5 5	1 3 2 4 3 5	1 1 2 1 3 1	1 1 1 2 2 1	2 1 1 2 2 1
120 cm	Sep. 4 th 11.00~13.00 26.0°C	4 4 4 7 6 5	4 3 4 5 7 8	1 2 2 3 2 2	1 2 1 2 2 2	1 2 2 1 1 1
		3 5 6 5 4 7	2 5 4 2 8 7	2 4 2 2 2 2	1 2 1 2 1 2	3 1 1 2 1 2
		3 4 4 4 6 5	5 4 2 5 6 4	2 2 1 2 1 2	2 2 1 1 3 4	2 2 1 2 1 1
		4 7 6 5 7 6	6 6 4 5 6 6	3 3 1 2 1 1	2 2 2 1 1 2	2 2 1 1 4 1
		4 5 4 6 7 5	4 5 5 7 7 9	2 2 2 1 1 2	2 2 1 2 2 3	2 2 1 2 2 1
150 cm	Sep. 5 th 12.00~14.00 26.0°C	2 4 4 4 6 6	6 8 7 3 6 6	3 8 3 9 2 2	4 1 1 2 2 1	2 4 2 2 2 2
		3 3 3 6 5 6	6 8 6 9 3 5	2 2 6 3 3 2	1 2 2 2 4 1	2 1 3 2 1 3
		5 7 7 6 7 7	9 9 5 8 9 8	2 3 2 3 2 2	2 2 2 1 1 1	2 2 3 3 2 3
		2 4 4 5 4 4	9 10 9 8 10 7	3 4 2 2 3 2	3 2 2 1 2 3	2 3 3 2 2 2
		4 3 6 6 2 3	8 8 6 12 8 7	5 2 3 4 2 3	2 1 1 2 2 1	3 3 2 2 2 2

如くである。各魚種の各々の場合について Table 2 及び Fig 2 の如く, 30 回繰返しの平均値及び標準偏差を求めた。但し, この場合の度数分布は一方にかたよつた図形の分布となるので, 各値を対数になおして平均値を求めるのが適当であるが, ここではその分布の傾向が少ないので, 簡便に大略正規分布とみなして, 観察値のまま平均値を求めた。更に全般的に各魚種の特徴をみるために, 便宜的に水槽のものと長さに拘らず総平均値を求めた。

次に Table 3 の如く, この場合も水槽のものと長さに拘らずに, 或る位置まで追い得た駆集値の繰返し数に対する度数の割合即ち, 駆集度数率とも呼ぶべき数値を求めた。更に, 駆集を始める時の水槽の長さを

Fig. 1. Frequency distribution of values of 30 observations

Table 2. Average driven values and standard deviations on each fish species, in cm

Tank length (Starting)	Fish species				
	Goldfish <i>Ca. auratus</i>	Carp <i>Cy. carpio</i>	Killifish <i>O. latipes</i>	Bitterling <i>A. lanceolata</i>	Goby <i>C. a. urotaenia</i>
60 cm.	32±9	33±8	23±8	19±6	18±7
80	33±11	32±18	17±12	12±5	14±6
100	42±11	29±12	14±7	12±4	14±5
120	51±12	52±17	19±7	18±7	16±9
150	46±16	74±20	31±18	18±9	23±6
M. V.*	43±13	44±23	21±12	15±8	17±7

(Repeated for 30 times.)

* Mean values of all cases without considering the starting tank length.

Table 3. Percentage of frequency of observations in which fish had been driven to a certain distance, for 150 values observed without considering the starting tank length.

Fish species	Position in the tank (cm)											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Goldfish <i>Ca. auratus</i>	0%	9	29	61	81	93	100	—	—	—	—	—
Carp <i>Cy. carpio</i>	7	21	40	62	72	81	87	93	98	99	99	100
Killifish <i>O. latipes</i>	34	74	91	97	97	99	99	99	100	—	—	—
Bitterling <i>A. lanceolata</i>	52	92	98	100	—	—	—	—	—	—	—	—
Goby <i>C. a. urotaenia</i>	43	89	99	100	—	—	—	—	—	—	—	—

Fig. 2. Average driven values and standard deviations on each species.
(Broken lines mean values all cases of the tank length)

Table 4. Degree of driving effect in percentage to average driven value by starting tank length

Fish species Tank length (Starting)	Goldfish <i>Ca. auratus</i>	Carp <i>Cy. carpio</i>	Killifish <i>O. latipes</i>	Bitterling <i>A. lanceolata</i>	Goby <i>C.a. urotaenia</i>
60 cm.	53%	55	38	32	30
80 cm.	41	40	21	15	18
100 cm.	42	29	14	12	14
120 cm.	43	43	16	15	13
150 cm.	31	49	21	12	15

5通りに、変化させたので、その各々の場合における平均駆集値の水槽のものと長さに対する割合、すなわち、駆集距離（範囲）率ともいべき値を求めて Table 4 に示した。

まず、駆集しはじめの水槽の長さについてみると、Table 4 の如く、水槽のものと長さ 60 cm では 80 cm 以上に較べていずれの魚種でも駆集効果が悪く、キンギョ、ヒゴイでは水槽のものと長さに対して、追いつめ得た長さ（広さ）は約 50%、ヒメダカ、ヤリタナゴ、ウキゴリでは約 30% の長さ（狭さ）まで追いつめている。このことは、この実験装置における 60 cm という水槽の長さが、既に実験魚が遊泳活動する範囲として、相当影響する狭さであることを示している。水槽のものと長さ 80 cm 以上では駆集距離率は大体変化なく、キンギョ、ヒゴイで約 40%、ヒメダカ、ヤリタナゴ、ウキゴリでは約 15% である。これは明らかに、前 2 者より、後者の 3 魚種の方が駆集しやすいことを示しているが、80 cm 以上で駆集距離率が略一定であることは、80~150 cm の水槽の長さの変化が、すべての実験魚種に対して影響が少ないのであるか、又は、網枠が通りぬけやすい駆集効果の少ないものを使用したことに原因するのであろうと思われる。

魚種についてみると、キンギョではヒゴイより駆集されやすいが、他の3魚種のように追いつめられない。水槽のものと長さにかかわらず、いずれの場合でも同様に、略 40 cm の位置まで駆集されている。駆集値のちらばりは大きい、駆集度数からみて、70 cm までは 100%、50 cm までは 80% が駆集可能であり一方、20 cm まで追いつめると 100% 網枠を通過してしまっている。従つて、網枠の接近を一応は警戒するが、或る程度追いつめられると、網枠を容易に通り返してしまう。全般的にみて、キンギョは移動してくる網枠を認めて、その接近に対処する行動を充分意識して行なっているように思われる。このことは長い年月飼育されて、非常に馴化した魚種が示す特性ではないかと考える。

ヒゴイでは最も駆集効果が悪く、水槽のものと長さに対する駆集距離率は 50% に近いので、殆んど網枠の駆集効果が無いことになる。平均駆集値はキンギョのそれと大差ないが、駆集値のちらばりは非常に大きく、従つて、或る位置まで駆集し得る度数の割合は、120 cm 迄で 100%、60 cm 迄で 80% 駆集し、30 cm 迄は 40% で、キンギョよりも高率になつている。これは、ヒゴイが遊泳行動の活潑な種類であるとともに馴化されたものであるため、網枠の接近を認識しても恐れずに、進んで網枠を通り返してしまうことに原因があると思われる。

ヒメダカにおいては水槽のものと長さに対して、大体 20% の位置まで駆集している。このように網枠による駆集効果はよく、場合によっては初期に網枠を通り返してしまうこともあるが、多くの場合は網枠に追われながら逃避する行動が顕著で、平均駆集値は 21 cm である。駆集度数率では、大体 30 cm 迄は 90% 20 cm 迄は 75% 駆集可能である。ヒメダカが最小型の種類であるので、30 cm 位まで水域がせばめられても、その活動範囲として未だ狭小になつていないのではないかと見られる。

ヤリタナゴにおいては遊泳行動は習性として非常に活潑で、網枠が近づくとき非常に敏感な反応行動をとり、忽ち、水槽の一端へ逃避してしまうので、駆集効果は極めてよくなり、駆集値の総平均は 15 cm で、5 種の魚類の中で最小値となつている。駆集度数率では、40 cm 迄は 100% 駆集することができ、10 cm 迄でさえも 50% は駆集している。このようにヤリタナゴは非常に駆集しやすいが、しかし、実際の観察によると、極端に追いつめられた後、いよいよ、網枠を通り返ける時の行動は全く急突で、しかも敏捷であるから、一般にヤリタナゴを網ですくい取るのは技術的に難かしいものと思われる。

ウキゴリはハゼ科に属する底棲魚で、活動の鈍い種類であるが、しかし、網枠が接近すると逃避行動をとり水槽の端へ移動するので、駆集度数率においては 40 cm 迄は 100%、20 cm 迄は 90% 駆集可能であり、10 cm 迄となると 43% で、これはヤリタナゴよりも率が低い値である。

以上の如く、駆集網の効果はそれぞれの魚種に対して異なっており、キンギョとヒゴイは駆集されかたが似ているが、ヒゴイはより活潑で駆集値が著しく変動する。両者に対する駆集効果は比較的少なく、他のヒメダカ、ヤリタナゴ、ウキゴリでは共に駆集効果が多大である。ヒメダカは活動範囲が狭く、ウキゴリは行動が鈍いことから、駆集されやすいことがうなずけるが、ヤリタナゴは活潑な種類であるが、鋭敏な反応行動をとるためにかえつて、駆集効果が良好となるものと考えられる。

終りに臨み、終始、御教導を賜つた東大教授増山義夫博士に深甚の謝意を表する次第である。

文 献

- 1) 草下孝也： 駆集網に関する2つの実験方法による網目の大きさ、本誌、Vol. 22, No. 11 (1957)
- 2) 草下孝也： 中央駆集法及び一端駆集法による漁網の色彩の効果、本誌、Vol. 22, No. 11 (1957)