曳網の中に於ける魚群の活動

An Experiment on the Behaviour of Fishes toward
a Drag-net

大島 泰雄 Y. OHSHIMA

(東大農学部水産学科)

The behaviour of fishes driven by a drag-net or besieged in it was studied experimentally. By means of the model of drag-nets, the mesh of which is so large as the fishes, *Hprocheilus latipes* (T. et SCHL.), can pass through and which moves automatically along a long tank (see Fig. 1). According to Exp. 1 and 3, the fishes, majority of them, don't pass through the moving net, so far as the net's velocity is of a range, 0.20—0.06 Meter/second. Exp. 2 indicates that they besieged in the wing of a drag-net don't fall into the bag. The results have been summarized in Table 1—8. It is suggested through another result obtained by an out-door experiment, which was carried out on the fishing-action of an small drag-net used to catch young fishes in the shallow water, that the knowledge obtained by the laboratory experiment is applicable to practical works.

漁網に対する魚群の基本的行動については、定置網について又その網目の通過に関してかなり多くの実験的研究があるが、移動する網に対する魚群の行動についてはまだ何も試みられていない。ここでは曳網のような曳網内に獲りこまれた魚群の行動について実験を行つた結果を報告する。

実験方法 長さ 125.5, 巾 41 cm 深さ 25 cm の木製水槽を使つて、針金の枠に張つた網を水槽の一端から他端へ移動させる。網は水槽の両壁上に乗せられた車に取り付けられ、水槽の外にある 1/20 馬力モーターによつてひつばられて自動的に移動し、水槽の終端で自動的に停止する。網の移動速度は 0.20, 0.17, 0.07, 0.05 m/sec を基準にとつた。網目の一片の長さ約 1.8 cm, 絲の太さは 3×2 で、枠に張られた網目の縦及び横軸の長さは夫々約 2.6 cm となる。実験材料にはメダカ(体長 2.5 cm 前後)を使つたが、網が静止しているならばメダカは自由にこの網目を通過することが出来る。このように大きな網目を使つた理由は網に対するメダカの反応を観察して記録する上に都合がよいからであつて、その結果からもつと細かい網目の網に対する行動をも予想し得ると考えたからである。なお、網地はカツチで染めてあり、水槽の内壁は木地のまゝ塗装せず、また車の移動によつて生ずる騒音は水槽の側壁上にゴム板を張ること等によつて除去されるように注意した。網地の色調や網枠及び車の騒音による影響については後で述べるように補正実験を行つた。

魚群の個体数を 20 尾と定め、実験に當つて始めに直径 7 cm, 高さ 22.5 cm の底のない透明なセルロイド円筒を網の手前約 25 cm のところに立て、その中にメダカを入れる。そして、円筒を取去つてメダカの群が游泳し始める直前に網を移動させる。円筒内にメダカを放置する時間によつて、円筒を取去つてからその場を魚群が遊ぎ出すまでの時間変(註)。従つて実験操作を考えに入れてこの点を案配する。このようにして第 1 回の実験を行つと、続いて網を始点に戻し(魚群は反対側に移る)魚群が網の方向に游泳してその先頭の個体が網の手前 20~30 cm のところに來た時、再び網を移動させて第 2 回の記録をとる。従つて第 1 回は魚群が網の手前で静止している場合について、第 2 回は魚群が網の方向に泳いで來る場合について実験を行うことになる。

(昭和 25 年 1 月 26 日受理)

(註) この点については色々問題があるがこゝでは深く触れない。

実験中室内は暗くして水槽の上部、水面 85 cm 上のところにマツダ・バイタライトランプ (100V, 300W) を点燈した。従つて移動し始める前の網は前面から照射されて居り、網枠その他の蔭影は網及び網の手前には落ちない。後で述べるように網が移動して魚群がこれに定位した場合には、この点はたいてい問題にする必要がないと考えられる。

実験 1.

この実験で使用した模型網は第 1 図 1 のように網口を結ぶ線と角度 60° をなす左右の袖網 (A) と網の最後部即ち曳網でいへば袋口に当る部分を立ち切つた網 (B) とよりなる。網地はカツチで染めてあり、針金の枠に固定してある。

Fig. 1.

Ci: a celluloid cylinder to keep the fishes before the experiments begin.

即ち網の最後部 (B) に接近して (第 1 図 1 の (a) の部分) 一塊となつて泳ぐけれども、それが遅い時には網の入口に近く (図の (b)) 又は網より稍前方 (c) に分布している。網の速度がこの実験の範囲であるならば、それが遅い場合でも魚群が網より前方に泳ぎ去るようなことはなく、網とともに移動する。この点については実験 3) でもつと詳しく観察することにしよう。

Table 1.

Velocity of net m/sec	Exper. No.	Passing-through		Distribution of fishes in the net (%)			Remarks on the conditions of fishes just before the net moves
		Number of fishes	Situation	a	b	c	
0.20	1	3	0—10(B)	100	0	0	Motionless
	2	1	50—60(B)	100	0	0	{ A few individuals begin to swim.
	3	3	10—30(A)	100	0	0	Just begin to swim.
	4	1	40—50(B)	100	0	0	Ibid.
		0	— —	100	0	0	
		3	20—30(B)	100	0	0	

0.17	1	1	20—30(A)	85	15	0	Motionless
	2	0	— —	100	0	0	Ibid.
	3	1	0—10(B)	100	0	0	Ibid.
	4	4	0—20(A~B)	100	0	0	Ibid.
	5	{ 1 4	{ 30—40(B) 0—20(B)	100	0	0	Ibid.
0.09	1	0	— —	35	50	15	Motionless
	2	0	— —	7	20	73	Just begin to swim.
	3	1	10—20(B)	100	0	0	Motionless
	4	3	10—20(B)	100	0	0	Motionless
	5	1	30—40(A)	100	0	0	Motionless
0.06	1	{ 4 1	{ 10—30 (A~B) 40—50(B)	60	40	0	Motionless
	2	0	— —	75	25	0	Just begin to swim
	3	4	0—10(B)	100	0	0	Motionless
	4	0	— —	70	30	0	Just begin to swim

(1): The situation of moving net in a tank when fishes pass through the mesh of net.

(2): The part of net fishes pass through.

Table 2.

Velocity of net m/sec	Exper. No.	Passing-through		Distribution of fishes in the net (%)			Remarks (1)
		Number of fishes	Situation	a	b	c	
0.20	1	1	0—10 (A)	100	0	0	c
	2	0	— —	100	0	0	b
	3	1	40—50 (A)	100	0	0	c
	4	2	20—40 (A)	88	12	0	b
	5	1	0—10 (A)	100	0	0	a
	6	0	— —	68	32	0	c
	7	0	— —	95	5	0	a
	8	0	— —	95	5	0	b
	1	0	— —	14	76	10	c

0.17	2	0	— —	62	38	0	b
	3	1	10—40(A)	100	0	0	a
	4	0	— —	90	10	0	b
	5	0	— —	90	10	0	c
	6	2	10—20(A)	89	11	0	b
	7	0	— —	80	20	0	a
	8	0	— —	100	0	0	a
	9	0	— —	85	15	0	a
	10	0	— —	85	15	0	c
0.09	1	0	— —	0	50	50	c
	2	20*	0—10(A-B)	—	—	—	a
	3	0	— —	0	87	13	b
	4	0	— —	100	0	0	a
	5	4	0—10(A-B)	100	0	0	a
	6	1	0—10(A)	72	28	0	b
	7	1	10—20(A)	67	33	0	c
	8	0	— —	70	30	0	c
	9	0	— —	75	25	0	a
	10	1	0—10(A)	80	20	0	c
0.06	1	0	— —	0	60	40	c
	2	3	10—20(A)	12	47	41	a
	3	0	— —	5	65	30	b
	4	0	— —	0	30	70	b
	5	12*	0—30(A-B)	38	62	0	a
	6	0	— —	45	45	10	c
	7	0	— —	50	30	20	a
	8	2	0—10(A)	5	65	30	b

(1): The situation of fishes to the net just before it moves. See Fig. 1.

* : The fishes actively pass through the net.

魚群を構成する個体の中網目を抜けた場合を拾ってみると、大部分は網の速度が速いために他動的に抜けたのであつて魚が自動的に網目を抜けたのではない。しかし 2) の場合であると、網の速度が遅くてしかも魚群が網の奥 (a) に達している時には自動的に網目を通過することがあり、このような時には

大半の個体が網目を通過する。網目から抜ける個体の数は網の速度のみでなく、網が動き始める時に於ける魚群と網との相対的位置及び魚群の游泳状態によって影響されるだろう。このことは網の中の魚群の分布状態についても考えられることである。但しこゝで行つた実験回数の程度ではこれ以上立入つたことを述べるのは危険であるように思われる。

1) の場合にも 2) の場合にも魚の網目の通過は網が移動し始める瞬間か動き始めてから極く僅かな時間内に起ることは第 1 及び第 2 表の通過が生じた時の水槽中に於ける網の移動位置に関する記録が示すとおりであり、網が移動して魚群がこれに定位してから以後は網目の通過は自動的に他動的にも起らない。

さてこの模型網の場合、魚群の動きに対する網の影響は網の部分 A と B とのそれに分けて考えることができるが、そのいずれの部分が大きく効くのであろうか。この点を次の実験で確かめることにする。

実験 2.

この実験で使つた模型網では実験 1 で使つたもの、最後部 B から網地を取除いてある。実験の条件、操作等はこの点を除いて実験 1 と同様である。

結果 魚群が網の手前で開放された場合 (1) と網の方向に進行する場合 (2) とについて夫々結果を取纏めると第 3 及び第 4 表のようになる。

(1) の場合網の速度が速く 0.17 m/sec になると網の後部 B から後方に取残される個体数のはつ

Tale 3.

Velocity of net m/sec	Exper. No.	Passing-through		Distribution of fishes in the net (%)				Remarks
		Number of fishes	Situation	a	b	c	0*	
0.17	1	17	0—50 (B)	100	0	0	0	{ Fishes just begin to swim
	2	13	0—50 (B)	100	0	0	0	Motionless
	3	7	0—50 (B)	100	0	0	0	Ibid.
	4	10	0—50 (B)	67	0	0	38	Ibid.
0.09	1	3	50—60 (B)	50	35	0	15	Motionless
	2	{ 1 3	{ 0—10 (B) 50—60 (B)	59	24	0	17	{ A few individuals begin to swim
	3	2	50—60 (B)	65	25	0	10	Just begin to swim.
	4	{ 3 2	{ 30—50 (B) 50—70 (B)	85	0	0	15	Motionless
0.06	1	{ 2 3	{ 0—10 (B) 10—30 (B)	100	0	0	0	Motionless
	2	0	— —	20	20	60	0	{ A few individuals begin to swim.
	3	0	— —	0	15	85	0	Just begin to swim.
	4	1	20—50 (B)	70	0	25	5	{ A few individuals begin to swim.

*: Fishes passing through and following after the net.

きり多くなる。しかし (2) の場合にはそれがはつきりしていない。網が動き始める直前の魚群の網に対する相対的位置及び游泳状態についても 1) の場合にはその影響が認められるが、2) の場合にはつきりしていない。

1) の場合にも 2) の場合にも B) から抜けて網の後方に取残される個体数は比較的少く、魚群を構

Table 4.

Velocity of net M./sec.	Expr. No.	Passing-through		Distribution of fishes in the net (%)				Remarks
		Number of fishes	Situation	a	b	c	0	
0.17	1	{ 1 5	0-10 (A) 0-50 (B)	100	0	0	0	b
	2	{ 6 9	0-10 (A) 10-50 (B)	100	0	0	0	a
	3	0	— —	90	10	0	0	c
	4	{ 2 1	0-10 (A) 50-60 (B)	89	6	0	5	b
	5	0	— —	100	0	0	0	c
	6	3	30-50 (B)	85	0	0	15	b
	7	0	— —	79	21	0	0	b
	8	1	10-20 (B)	100	0	0	0	a
0.09	1	0	— —	0	24	76	0	c
	2	1	0-10 (A)	15	85	0	0	b
	3	18	0-20 (B)	—	—	—	—	a
	4	18	0-20 (B)	—	—	—	—	b
	5	0	— —	10	35	55	0	c
	6	0	— —	55	45	0	0	b
	7	{ 6 3	0-10 (A) 20-30 (B)	82	0	0	18	a
	8	3	0 (A)	76	94	6	0	b
0.06	1	{ 10 1	0-10 (A) 20-30 (B)	78	22	0	0	a
	2	0	— —	20	75	5	0	c
	3	1	10-20 (A)	0	0	100	0	c
	4	{ 7 13	0-50 (A) 0-50 (B)	—	—	—	—	b
	5	0	— —	5	30	65	0	a
	6	0	— —	0	35	65	0	b
	7	{ 2 4	0 (A) 0-50 (A-B)	23	62	15	0	a
	8	{ 8 6	0-20 (A) 0-50 (B)	0	0	40	0	b

成する個体の半数以上がそうだった場合の実験回数は 2) の場合には特に少く、然かも 2) の場合に網の速度が速いと全数の抜ける場合が全くないことや、B に網が張られていないのに A を通過する個体のあることは注目すべき事柄でもと思われる。移動する網の中に於ける抜けなかつた魚群の分布状態や魚群の網に対する定位状態は前実験と同じ傾向を示している。なお網の移動中 B から遅れて抜けた個体の中には網又は網の中の魚群を追尾するものが少数あつた。

要するにこの実験で B に網が張られていない場合にも網が移動する限り B から抜けて後方に取残される個体は意外に少ないことが判り、このような型の網が移動するときには袖網に当る部分 (A) が魚群に大きく妨ぐことが判る。

実 験 3.

前述の実験 1 で少しく触れたように網に対する魚群の定位について次の実験を試みた。

この実験では網の最も簡単な型として水槽の長軸に垂直に立つ平面の網を使つた。(第 1 図 3 参照) 実験操作は前の実験と同様である。記録には網が移動している間に網目を通過する魚の数、その際の水槽中に於ける網の位置及び網が水槽の約中央 (水槽の終点から 50 cm 手前) に来た時の網に対する魚群の分布状態をとり、更に網が停止してから水槽の終端に追いつめられた魚群の中最初の 1 尾及びその過半数が網目を通過して広いところに出るまでの時間を計測した。

Table 5.

Velocity of net m/sec	The rate of fishes passed through net, (%) *.					
	I		II		III	
	1	2	1	2	1	2
0.30	54.6	14.0	—	—	—	—
0.24	36.0	9.3	—	—	—	—
0.17	9.0	0.0	8.0	3.0	100.0	100.0
0.09	5.0	5.0	5.0	9.0	100.0	100.0
0.06	2.0	2.0	1.0	0.0	—	—

The net being plain in the case I, but coloured in the case II. III: the control, Experiment 4.

*: Average in 5 trials.

結 果 第 5 表 (I) が示すように始めに網の手前で静止していた魚群 ((1) の場合) も網の方向に進行した魚群 ((2) の場合) も移動する網に当面すると反転して網の進行する方向と同方向に追いやられ、網目を抜ける個体は極めて少ない。網の速度が 0.17~0.06 m/sec では 1 群中網目を抜ける個体の割合 (%) は大して変りがないが、速度が 0.24 m/sec 以上になると通過する個体が多くなる。網目の通過は魚群が網に非常に接近している際に網が動き始める場合が多く、この場合には魚が自動的に網目を通過したのか、他動的であるのか見た眼にはつきりしないが、網の速度が非常に早くなると網の移動中に他動的に網目を通過する個体が増える。

網の速度が異なるときもつともはつきり認められることは移動中の網に対する魚群の分布状態に於ける相異である (第 6 表参照)。網の速度が遅いとき魚群の先頭は網より 40~25 cm 前方に有り、網に

Table 6.
The distribution of fishes to the moving net in the Experiment 3.

Expr.	Velocity of net, m/sec		
	0.17	0.09	0.06
1	0 — 10	0 — 30	5 — 30 cm
2	0 — 10	0 — 20	5 — 35

*: Distances between fishes and net.

接近した個体でも 5 cm 以上の間隔があるが、網が速くなると魚群の位置は次第に網に接近し、速度 0.17 m/sec の場合には魚群を構成する大半の個体が網に近接して、その甚しい場合には網目の中に尾部が入っている状態を認めることができる。そして魚群は横に拡がつて前後の分布距離が狭まる。網の速度が非常に遅い時でも、網とともに同じ方向に泳ぎ、網の追跡から逃がれ去ることがない。例えば魚が第 6 表に示すとおり 0.30 m/sec で泳ぐことができるのに対して、網の速度が 0.17 m/sec しかない場合でもこのような結果になる。

Table 7.

Velocity of net m/sec	T _a sec.		T _b sec.	
	1	2	1	2
0.17	94—56 (71.6)*	61—41 (51.2)	201—81 (139.6)	148—58 (101.3)
0.09	62—26 (41.2)	44—24 (35.4)	90—43 (69.1)	96—41 (62.7)
0.06	67—23 (40.7)	32—11 (25.4)	90—49 (77.5)	88—40 (69.5)

*: Average in 5 trials.

網が終点で停止すると水槽の一端の壁と網との狭い区割に魚群が追いつめられることになるが、魚群はこの区割の中を泳ぎ廻りやがて数尾宛網目を通過して一方の広い水域に出る（第 1 図参照）。そこで網が停止してから群の最初の 1 尾が網を通過するまでの時間 T_a と大半の個体（12 尾以上）が通過するまでの時間 T_b とを計測すると、第 7 表の示すように T_a も T_b も網の速度が速い程大なる数値を示す。網の移動速度の魚群に及ぼす影響はこのような点にも認められると考えてよいだろう。

なお、この実験では網地をカツチで染めても染めなくてもその結果に殆んどこれといった相異は認められなかつた。（第 5 表, II）この問題は網地の明かるさと背景の明るさとの関係及び魚種によるこのような明かるさに対する鋭敏さの程度に関する問題であり、ここではこれ以上深く触れないことにする。

実験 4.

この実験は実験 3 の対照として、針金の枠に網を張らずに、枠のみを移動させた場合の魚群に対する影響を調べるのを目的として行われた。実験方法は実験 3 と同様である。

結果 第 5 表 III が示すように枠の速度の如何にかかわらず魚群はその全個体が枠を通り抜ける。なお、この場合次の点が特に注目された。枠の手前で魚群が開放された場合（1）にも魚群が枠の方向に進行する場合（2）にも、枠を通過した個体は多くの場合枠の移動する方向にむきを変え即ち

Table 8

Species	Catch in the wing of net						Catch in the bag of net					
	1		2		3		1		2		3	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Chaenogobius heptacanthus</i>	107	46.0	124	54.5	395	162.5	7	3.1	15	5.8	9	3.7
<i>Gobius gymnauchen</i>	54	7.7	27	6.0	3	0.2	9	4.7	2	0.3	1	0.1
<i>Syngnathus schlegeli</i>	—	—	2	0.2	7	12.8	8	3.2	22	16.3	10	17.4
<i>Urocampus rikuz enius</i>	6	0.3	22	1.6	8	0.6	28	1.8	92	5.8	2	0.2
<i>Sparus latus</i> (Post larvae)	—	—	1	—	1	—	17	0.6	19	0.7	1	—

Remarks of collection: October 24, 1946. Water-temperature, 18.8 C. Depth, 60-80 cm N, showing the number of fishes, W the weight (gr).

Species	Catch in the wing of net						Catch in the bag of net					
	1		2		3		1		2		3	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Lateolabrax japonicus</i>	130	45.6	78	35.6	56	28.7	18	6.1	71	28.8	46	19.7
<i>Sebastodes inermis</i>	39	50.2	22	28.5	5	12.7	11	15.8	18	20.4	28	40.9
<i>Sebastichthys oblongus</i>	1	0.8	—	—	—	—	1	0.1	1	2.5	4	2.4
<i>Gobius gymnauchen</i>	4	4.4	10	10.9	12	12.3	—	—	—	—	3	1.8
<i>Syngnathus schlegeli</i>	7	7.3	5	5.2	2	2.4	3	3.5	6	7.1	10	9.9
<i>Enedrias nebulosus</i>	8	10.1	14	23.1	9	11.4	11	15.9	12	17.3	12	21.6
<i>Chaenogobius annularis</i> (Post larvae)	3	1.8	1	—	1	—	12	0.6	4	0.2	26	1.4

Remarks on collection: May 25, 1947. Water-temperature 17.8 C. Depth, 50-60 cm

定位し、時には杵を追尾することがあつた。杵を追尾する行動は個体によりその程度に差があり、完全な追尾が見られない場合もあるが、杵を通過した直後には多少なりともその傾向が認められる。実験中杵を追尾してそれが終点まで続く結果の出現回数は杵の速度が 0.17 m/sec の時よりも 0.09 m/sec の時の方が多い。

以上の実験結果から杵又は杵を含む移動装置が魚群に無影響であるとはいえないけれども、とにかく魚群は杵を通過するから、前実験に於て杵及びその装置の影響は深く考える必要がないと考える。

考 察

以上述べた実験結果を要約すると次のようになる。(1) 魚群がメダカのようによく游泳する性質をもつならば、曳網の速度が魚群のそれより甚しく速くない時には、網の中にとり入れられた魚群は網の移動とともに網口の方に定位して游泳する。(2) 実験 2 の結果が示すように網の後方が曳網の袋口のように開いている場合でも、魚群を構成する大部分の個体は後へ取り残されることがない。(3) 曳網の網目がかなり大きく魚が自動的にも他動的にも通過することができる場合でも、魚群が(1)のように定位した後は網目から抜ける個体は非常に少ない。

曳網が曳かれている際には游泳性の魚ならば恐らく以上の諸点を予想することができるのではないだろうか。(1)と(2)について次に実地に野外で小規模の試験を行つた結果を述べよう。(但し網目についてはこゝでは問題にしない)。

この試験で使用した漁具は小型の稚魚網で、漁撈者二人で夫々両袖についた網をもつて浅いところを曳いて歩くようにできている。その袋網の網口から全長 1/4 のところに環をつけ網を通して、稚魚網を一定の距離を曳いてから網を繰り始める直前に他の一人がこの網をしぼつて、袋網中の漁獲物と垣網の中及び袋網口にいる漁獲物とを分離して採集し、これ等の漁獲物の種類、個体数、重量等を調べて両者を比較した。試験記録は第 8 表に取纏めてあるとおりで、ニクハゼ (*Chaenogobius heptacanthus* *heptacanthus* (HILGENDORF)) のようによく群をつくり、また游泳性の種類は曳網中には袋網に落ちない。体長 3 cm 前後のスズキの幼魚も袋網に入る個体は思つたよりも少ないことが判つた。曳網中ニクハゼについて観察したところでは、網に接近したところにいる魚群は前述の実験で観察した結果と一致した行動をとる。しかし游泳力の弱い種類や稚魚は大部分が袋網に入ることはいうまでもなく、網の移動速度より著しく游泳速度の速い網に対して特殊の行動をとるボラのような種類はこのような網では漁獲し得ない。

一般に曳網類の袖網の網目は曳網に近いところ程大であるが、特にイカナゴ (*Ammodytes personatus* GIRARD) を目的とする地曳網、二艘曳網(バッチ網)等の袖網の網目は魚体に比較して非常に大であり袋網にのみ網目のモチ網を使つている。袖網の網目をどの位の大きさにしたならばよいかということは魚種によつて網に対する反応の鋭敏さが違ふであろうから一概にはいえないけれども実験の結果(3)から考えて、また漁具の能率から考えても極端に小さな網目を使うことは無意味であろうし又実際に使つていないと思う。

こゝでは曳網中の網に対する魚群の行動を調べる目的であつたから、この問題から派生する細かい点については触れなかつた。又移動する網に関してはこのほかに種々の観点から研究すべき問題が残されていると考える。