



Title	水中に於けるAir Screenに関する研究：Ⅰ．漁具への応用（Ⅱ）魚群に対する遮断効果について
Author(s)	五十嵐, 脩蔵; IGARASHI, Shūzō
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 14(1), 23-29
Issue Date	1963-05
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23170
Type	departmental bulletin paper
File Information	14(1)_P23-29.pdf



水中に於ける Air Screen に関する研究

I. 漁具への応用

(2) 魚群に対する遮断効果について

五十嵐 脩蔵

(北海道大学水産学部水産機械学教室)

Studies on Air Screen in Water

I. Application for fishing gear

(2) On intercepting effect upon fishes

Shûzô IGARASHI

Abstract

In the previous report, the author observed behaviour of a fish school in relation to air screen. After that, he measured intercepting effects of air screen flowing out of a perforated pipe with various intervals of holes when flow of air was changed.

The experiments were performed by two methods with 10 goldfishes, *Carassius auratus* (LINNÉ) of average 4 cm total body length. The construction of the water tank used is shown in Fig. 1 that was made of wood covered with galvanized iron sheet painted dark green.

The first method was to drive fishes toward air screen (15 l/min) flowing out of a perforated pipe set in the center of the tank from one side with driving net at about 10 cm/sec driving speed. Five kinds of perforated pipes were used in these experiments, namely 1 cm (32), 2 cm (16), 3 cm (10), 4 cm (8) and 5 cm (6) at intervals of holes. The figure in parentheses is number of holes in each perforated pipe. In addition, a water screen (about 30 l/min) spouting out of a slit (Fig. 1) was set in order to compare with intercepting effect of air screen.

When the fishes were driven up to certain position by the net, they started to pass through air screen or water screen and at that moment three of them passed through; the distance between the screen and driving net (Fig. 1. L) was measured. The results of such experiments are given in Table 1 and Fig. 2. Using these values, a significant difference was tested in all combinations by the *t*-test of statistics. (Table 2)

In the second method, perforated pipes, the same as before, half covered with adhesive tape were used and so air screen was set in only half the width of the tank. Fishes were driven up to the center of the tank in the same way as before; some passed through the air screen and others kept to the opposite side where there was no air screen. The numbers of these fishes were counted; the procedure was repeated twenty or forty times. The results are shown in Table 3 and significant difference was tested by the χ^2 -test of statistics. (Table 4)

Consequently, flow of air being kept constant, it seemed that the smaller the interval of holes, the more the intercepting effect of air screen increased. And

the more the flow of air, the more intercepting effect but it seemed that flow of air beyond a certain value did not increase the effect further.

ま え が き

著者は前報¹⁾*で Air Screen に対する魚群の行動を観察し、Air Screen が魚群の通過を阻止、或いは妨害する作用を有している事を明らかにした。其の際、遮断効果が多孔管の小孔間隔や送気量の相違によって変化する事を観察した。今回はこれらの間の関係をより明らかにするべく実験を行ったのでその結果について報告する。

本報告の作製に当って終始御指導を戴き、且つ御校閲を賜った当教室小林喜一郎教授、御助言を戴いた本学漁具物理学教室黒木敏郎教授、実験結果の整理に際し、統計的取扱いについて種々御教示にあずかった本学水産資源学教室木下哲一郎助手、並に測定に関して御協力願った当教室川村恵美さんに深甚なる謝意を表すものである。尚本研究に要した費用の大部分は文部省科学研究費によった。併せて謝意を表します。

実験装置及び方法

1) 装 置

装置は Fig. 1 に示す如く、木製トタン張り濃緑色ペンキ塗り水槽、長さ 1M650 mm × 巾 1M200 mm × 深さ 300 mm の一部を使用した。気泡を水中に噴出させて Air Screen を張る為に、水槽の中央に小孔を穿ったパイプ (多孔管) を設置し、これにコンプレッサーを連結して送気した。又水を噴出させて水の幕 (Water Screen) を作る時には、水槽の底にスリットが設けてあるチャンバーを設

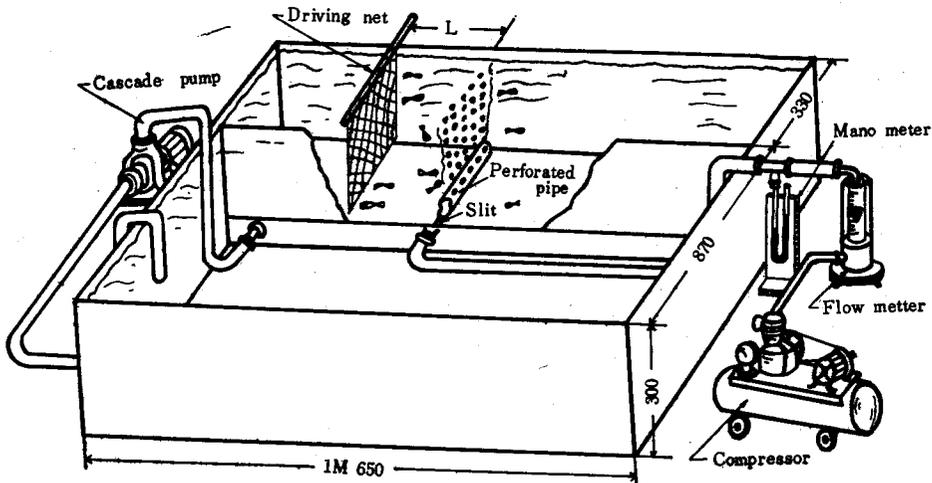


Fig. 1. Schematic figure of experiment

* 前報の表題を 水中に於ける Air Screen に関する研究

I. 漁具への応用

(1) Air Screen に対する魚群行動の予備的観察 と改める

置した。スリット (1mm 巾) は水槽の中央にあり、図に見られる如くチャンパーにはカスケードポンプが連結された。エア・ドアの場合,²⁾ 吸込口は普通空気吹出口に対向して設けてあるが、本実験では多孔管からの気泡の噴出に伴う水流に対比させるように吸込口をあらためて設けなかった。水深は本実験を通じて 20cm に保たれた。

2) 方法その一

Fig. 1 に示される如く、水槽の中央に設置された多孔管より気泡を噴出させ、水中に Air Screen を張る。片側に実験魚を入れ、これを端から中央に向って針金枠にはった網で追う。針金枠の網は水槽の断面積一杯に作ってあるので、実験魚は反転してもどる事は出来ない。此の様にして実験魚が

Table 1. Distances in cm from the position of driving net to air screen

Repeat	Kind of pipes						
	Mere pipe	Water screen	Air screen Int. 5 cm	// 4 cm	// 3 cm	// 2 cm	// 1 cm
1	69	51	40	34	21	11	5
2	30	61	51	36	10	8	8
3	58	52	49	44	21	16	10
4	61	64	30	36	14	5	6
5	64	55	27	51	18	12	5
6	76	55	47	42	10	10	7
7	51	44	60	44	18	21	10
8	75	62	38	30	29	11	13
9	72	44	55	51	24	22	8
10	56	50	34	45	13	5	7
11	52	51	38	48	17	15	16
12	51	58	41	23	19	9	19
13	61	44	49	46	19	20	10
14	49	57	44	51	14	13	7
15	60	65	54	63	38	15	14
16	53	45	47	43	32	13	9
17	70	51	53	50	30	22	10
18	55	34	48	26	11	13	10
19	68	60	60	28	24	19	20
20	50	37	43	53	20	14	6
21	36	39	47	53	24	89	4
22	59	36	33	40	13	20	12
23	51	50	55	19	32	17	17
24	35	57	61	57	21	13	9
25	68	58	44	43	18	14	12
26	38	45	54	20	11	15	9
27	54	44	52	14	22	19	19
28	64	54	48	54	20	13	11
29	60	28	66	39	13	22	8
30	61	27	56	26	11	15	10
31	49	55	62	29	31	19	15
32	54	53	47	49	27	13	19
33	52	50	55	53	33	12	6
34	51	36	50	39	22	24	12
35	65	51	50	38	21	20	17
36	58	52	39	46	37	22	10
37	45	40	31	47	20	15	10
38	78	40	39	37	19	14	19
39	57	35	45	35	13	18	22
40	50	36	46	60	19	15	14

Air Screen を通り抜けた時の網の位置 (Fig. 1 L) を記録して Air Screen の遮断効果を測定した。猶比較の為、Air Screen を張らない場合、及び Water Screen の場合についても測定した。

3) 方法その二

方法その一で用いた多孔管の一端から中央迄の小孔を接着テープで覆い残りの半分の小孔から気泡を噴出して Air Screen を張る。方法その一と同様に針金枠の網で Air Screen の張ってある中央迄実験魚を追い、Air Screen 中を通過する個体数を記録して Air Screen の遮断効果を測定した。猶送気量を変えてその影響をみた。

実験結果および考察

1) 方法その一について

実験魚にはキンギョ *Carassius auratus* (LINNÉ), 10 尾体長約 4 cm のものを使用した。

前述の方法により網を約 10 cm/sec の速さで動かし、実験魚を中央に向かって追い、先頭から 3 四目、(1 四目では変動しやすいので) が通過した時の網の位置を記録した。そしてすぐに送気を止めて反対側に全部の実験魚を入れ再び送気し、前と反対方向に実験魚を追い、このようにして実験を繰り返し行った。実験は昭和 37 年 7 月 24 日~8 月 8 日、午前 10 時 30 分~11 時に、水温 19.5°~22°C のもとで 1 日に 20 回、2 日で計 40 回を行い、一つの実験とした。猶餌料は毎朝 9 時 15 分頃に与えた。使用した多孔管は外径 10 mmφ 内径 8 mmφ 銅管、小孔直径 1 mmφ で水槽と同色に塗った。小孔の間隔の種類は 1 cm (32), 2 cm (16), 3 cm (10), 4 cm (8) 及び 5 cm (6) の 5 種とした。() 内の数値は小孔の総数である。観察値は Table 1 に示してある。此の実験に於いては送気量 (大気圧換算) は 15 l/min で略々一定に保った。送気量を 15 l/min としたのは水深 20 cm で最も小孔の数が多い 1 cm 多孔管を使用した場合これ以下にすると気泡が連続的に出てこなくなるからである。小孔 1 ケ当りの空気流出量は、1 cm—0.47 l/min, 2 cm—0.94 l/min, 3 cm—1.5 l/min, 4 cm—1.88 l/min, 5 cm—2.5 l/min である。猶多孔管の各小孔からの噴出空気量は略々等しいものとして本実験を行った。多孔管からの流体の流出に関しては種々な研究があり、等量分配について論じられている。^{8), 9), 9), 6)} 規模を大きくして実験する際は此の事に関して充分留意されなければならない。⁷⁾

Air Screen を水中に張ると、気泡によって上昇流が生ずる。魚に対する Air Screen の遮断効果は、魚が気泡の存在を感知するためか、上昇伴流を感知するためか、恐らくその両方であろうが、特に上昇流のみの影響をみる為前述の方法によって Water Screen を張った。噴出水流は約 30 l/min であった。気泡によって生ずる上昇流の速度分布が不明であり噴出水量 30 l/min の Water Screen が如何なる Air Screen に対比するか、今後の実験にまちたい。

魚群を遮断する漁網の作用に関しての研究は種々発表されている。^{8), 9), 10)} 方法その一の実験結果の

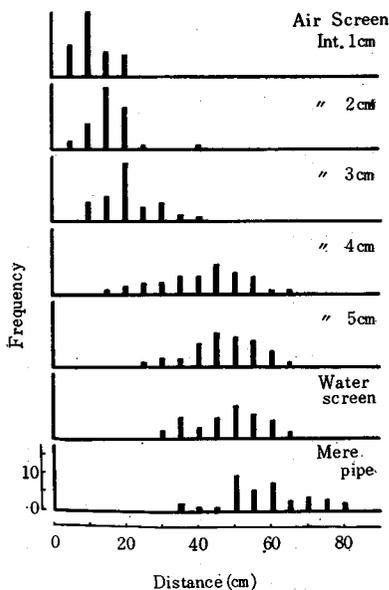


Fig. 2. Frequency distributions of 40 times for the intercepting effects of each pipe by the first method

Table 2. Test of difference between intercepting effects by the first method

Kind of pipes	Mere pipe	Water screen	Air screen Int. 5 cm	// 4 cm	// 3 cm	// 2 cm	// 1 cm
Mere pipe		0.082 0.089	0.090 0.082	0.183 0.119	0.467 0.127	0.586 0.134	0.737 0.145
Water screen	1%		0.008 0.093	0.081 0.123	0.334 0.131	0.504 0.138	0.671 0.148
Air screen Int. 5 cm	1	—		0.073 0.121	0.377 0.130	0.496 0.136	0.647 0.146
// 4 cm	1	1	5		0.304 0.153	0.423 0.158	0.574 0.167
// 3 cm	1	1	1	1		0.119 0.165	0.270 0.173
// 2 cm	1	1	1	1	1		0.151 0.178
// 1 cm	1	1	1	1	1	1	

Upper-right figure:

Above: Difference between mean values of two perforated pipes combined

Below: Common standard deviation for the pair

(Observed values were converted to common log.)

Lower-left figure: Level of significance of the *t*-test

Table 3. Numbers of fish individuals which passed through the air screen and which kept to the opposite side

Kind of pipes	Flow of air (l/min)	Number of fishes Air screen	// Opposite side	Total
Int. 1 cm	5	6	394	400
	10	6	394	400
// 2 cm	2	17	383	400
	5	6	394	400
	10	6	394	400
// 3 cm	2	12	188	200
	5	9	191	200
	10	6	194	200
// 4 cm	2	28	172	200
	5	20	180	200
	10	14	186	200
// 5 cm	2	36	164	200
	5	25	175	200
	7	20	180	200
Mere pipe		109	91	200

取りまとめ方は草下¹¹⁾のそれにならった。即ち繰返しの度数分布がかたよっているので (Fig. 2) 測定値を常用対数に直し、これをもとにして平均値を求め、所謂 t 検定でこれらの間の有意差を調べた。(Table 2) これによると Water Screen と小孔間隔 5cm の間には有意差が無いが、その他の組合せの間には有意差がある。即ち送気量が一定の場合小孔間隔が狭くなる程遮断効果は増してくる。(但し最少全送気量は小孔間隔が狭くなる程大となる。) これは網目の大きさが小さくなる程遮断効果が増す事と同一の結果を示している。然し Air Screen はその性質上魚群の通過を完全に阻止する事は不可能であろう。又 Water Screen も本実験では小孔間隔 5cm の Air Screen と同程度の遮断効果を有していると思われる。これより Air Screen の遮断効果のうちに、上昇伴流によるものが含まれている事が判明したが更に実験を必要とする。

2) 方法その二について

実験魚は方法その一と同じものを使用した。

前述の如く水槽の中半分のみ、例えば最初手前側に Air Screen を張って測定を 10 回行い、それから壁、その他の影響を除く為に反対側に Air Screen を張って測定を 10 回行い計 20 回で一つの実験とした。但し、小孔間隔 1cm 及び 2cm の多孔管を供試した場合観察値が少かったので 40 回実験を行った。猶送気量も種々変えて観察した。

実験は昭和 37 年 8 月 28 日~9 月 17 日、午前 10 時 30 分~11 時に、水温 18°~21°C のもとで行われた。観察値は Table 3 に示してある。これにもとずいて各々の組合せについて χ^2 検定を用いこれらの間の有意差を調べた。(Table 4) これによると送気量の遮断効果に及ぼす影響はそれ程著しくはない。即ち遮断効果は送気量の増加にともなって増大するが、送気量が或る値以上になると遮断効果は最早増大しないように思われる。此の事は江波¹²⁾も観察している。全送気量を出るだけ小さくする事が望ましいから、多孔管からは単に連続的に気泡が出て (送気量を小さくしすぎるとすべての

Table 4. Test of difference between intercepting effects by the second method
Figure: Level of significance of the χ^2 -test

Mere pipe		Level of significance of the χ^2 -test																
5 cm	2	1%																
"	5	1	—															
"	7	1	5	—														
4 cm	2	1	—	—														
"	5	1	5	—	—													
"	10	1	1	—	—	5	—											
3 cm	2	1	1	5	—	1	—	—										
"	5	1	1	1	5	1	5	—	—									
"	10	1	1	1	1	1	1	—	—	—								
2 cm	2	1	1	1	1	1	1	—	—	—								
"	5	1	1	1	1	1	1	1	1	5	—	5						
"	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	—	5	—				
1 cm	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	—	5	—	—			
"	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	—	5	—	—	—		
Kind of pipes	Flow of air (1/min)	Mere pipe	5 cm	"	"	4 cm	"	"	3 cm	"	"	2 cm	"	"	1 cm	"	Kind of pipes	Flow of air (1/min)
			2	5	7	2	5	10	2	5	10	2	5	10	5	10		
			0.67	1.67	2.33	0.50	1.25	2.50	0.40	1.00	2.00	0.25	0.63	1.25	0.31	0.63		
																		" / Hole (1/min)

小孔から気泡が出にくく、又連続して出ない) 水中に Air Screen を張るようにすればよいと思考される。

方法その一では 1cm 多孔管と 2cm 多孔管では有意差があったが、方法その二では送気量 2l/min の時を除き有意差がない。此の事は 4cm 多孔管と 5cm 多孔管の間でも云える。これは方法その二が通路を半分しか遮断してなく実験魚が Air Screen によって行動を妨げられた場合、Air Screen に沿って移動し、Air Screen の張ってない方から逃れる事が出来るからである。現今用いられている垣網が魚体に比して充分大きな網目であるにも拘らず遮断効果を有しているのと同様に、魚群が Air Screen の存在を知り回避出来る際には、多孔管の小孔間隔の相異が遮断効果に及ぼす影響は小さくなる。1cm 多孔管や 2cm 多孔管は、垣網として用いられる際には充分遮断効果が有るように思われるが、完全に魚群の行動を遮断する場合と比較すると、95% の信頼度に於いて有意な差がある。即ち方法その二の如き用途に Air Screen を用いる際にも、方法その一と同じように、完全に魚群の通過を阻止する事は不可能と思われる。

文 献

- 1) 小林・五十嵐・安孫子・林 (1959). 水中に於ける AIR SCREEN に関する研究—I. 北大水産集報 10(3), 222-228.
- 2) 新津・加藤 (1960). エア・カーテンの性能および設計に関する研究—(2). 衛生工業協会誌 34(2), 6-10.
- 3) 植松・藤谷・細井・坂東 (1942). 管にあけた多くの小孔からの液体の流出. 機械学会論文集 8(32), 25-31.
- 4) Willard M. Dow (1950). The uniform distribution of a fluid flowing through a perforated pipe. Jour. App. Mech. 17(4), 431-438.
- 5) 新津・倉橋 (1955). 組合せ管路網における一様流量分配. 機械学会論文集 21(105), 324-329.
- 6) 佐藤 (1959). 等流量分配管ならびに集合管. 同上 25(157), 927-936.
- 7) H. S. Noel (1960). Fishing by "Air Bubble Curtain". World Fishing. 9(11), 39-40.
- 8) 岡 (1948). 魚群の網目の通過に関する一実験. 日水誌 13(5), 203-206.
- 9) 神田 (1953). 網地の縮結と魚群の網目の通運について—I. 同誌 18(8), 365-372.
- 10) 落合・浅野 (1955). メダカ群集の大きさと網地の遮断効果について. 同誌 21(3), 154-158.
- 11) 草下 (1957). 駆集網に関する二つの実験方法による網目の大きさ. 同誌 22(11), 662-667.
- 12) 江波 (1960). 気泡網に関する研究—II. 同誌 26(3), 269-272.