HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	水中に於けるAir Screenに関する研究： I Air Screenに対する魚群行動の予備的観察
Author(s)	小林, 喜一郎; 五十嵐, 脩蔵; 安孫子, 勇治; 林, 浩司
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 10(3), 222-228
Issue Date	1959-11
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23076
Type	bulletin (article)
File Information	10(3)_P222-228.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

水中に於ける Air Screen に関する研究

I Air Screen に対する魚群行動の予備的観察

小林喜一郎・五十嵐脩蔵・安孫子勇治・林　浩司
（北海道大学水産学部水産機械学教室）

Studies on Air Screen in Water

1. Preliminary observation of behaviour of a fish school in relation to an air screen

Kiichiro KOBAYASHI, Shuzo IGARASHI, Yuji ABIKO and Koji HAYASHI

Abstract

It is an interesting mater to set a curtain of air bubbles in water for turning the course of a school of fish and shunting them into a waiting trap. The success free use of this device will not only enable economizing on materials used now for nets but also have advantages for fishing in such a rapid tidal current that it is impossible to set an ordinary net.

The authors began the work in the laboratory with observation of fish school's behaviour to the air screen in water. Perforated pipes, 10-15mm dia., were set in a tank, and air was pumped into the pipes by the compressor; air bubbles spouted out through the holes to make a white curtain.

Various type air curtains were produced by changing diameter of holes, intervals of holes and air pressures. The fishes used were about 30 individuals of "Medaka", *Oryzias latipes* (*Temminck* et *Schlegel*), of average 3cm total body length and 37 individuals of "Funa", *Carassius carassius* (*Linnaeus*), of average 9.5 cm total body length. The experimental tank was of wood painted white inside. It is shown in Fig. 6, Fig. 9 and Fig. 10

The results of these observations proved that

1. An air screen has considerably intercepting effect.
2. When the fish school was enclosed in too small area formed by air screen, the intercepting effect of curtain was diminished by energetic circulation of water caused by rising up of air bubbles inside the air screen.
3. A school of fish has a similar comparative behaviour to both an air curtain and an ordinary conductive net, for instance, the intervals of holes in the pipe corresponded generally to the mesh size of the ordinary conductive net and it seemed that using the air screen as a conductive net, the intercepting effect of the air screen is nearly equal to that of the ordinary conductive net.

ま え が き

Air screen がビルディングの入口扉の代りに使われた事は興味ある応用であるが，九州大学応用力学研究所が実施した，港の入口に air bubble を放出して防波堤の役目をさせた研究[1] もまた興味深い。これを漁業に応用した例としては，TIME*によれば，"Herring herding" と題して，ポリエチレンのパイプに小孔をあけ，気泡を放出して水中に air screen をはり，鰊の進路を変え trap に誘導してこれを漁獲したと報じている。我が国においては，江波** や小倉*** が，空気泡に対する魚群の行動を観察している。著者等もまたこの air screen を漁業に応用する目的をもつて，先ず実験室内において air bubble に対する魚の行動を観察した。

---

*TIME February 2, 1959

**江波澄雄　九大水産，気泡網に関する研究，日本水産学会九州支部第2回例会講演

***小倉通男・今村豊　東京水大，気泡幕の駆集効果について。昭和34年日水水産学会年会講演

実 験 経 過

I 試料 メダカ *Oryzias latipes* (*Temminck* et *Schlegel*)

a）方法 その一

長さ 1050mm，巾520mm の水槽中に約 265mmの深さまで水を入れ，直径 1 mmの小孔を穿つた外径10mm 内径 8 mm の銅パイプを水底に Fig. 1 に示す如くセットし，A区にメダカを20尾はなち，air screen に対して如何なる行動をとるかを観察し，単位時間（5分）毎にA区とB区にいるメダカの尾数を数えて，air screen の遮断効果を測定した。Table 1 及び Table 2 は，それぞれ小孔の間隔が 50mm 及び25mm の場合の air screen を通過する尾数の観察結果である。メダカと網地の遮断効果については，落合・浅野[2] が報告している。使用したメダカは体長約30mm，体高約5mm，実験中の水温は 13°C，使用した compressor の圧力は0.25～0.3kg/cm²，1つの小孔から放出する空気量は約 1～1.5 *l*/min である。

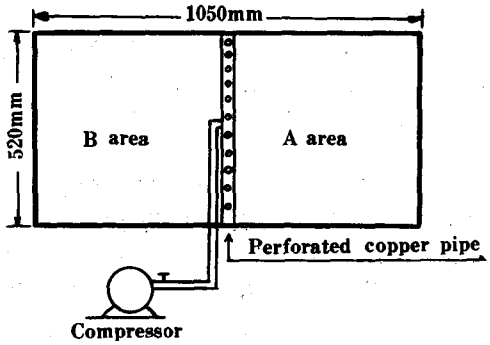

Fig. 1. Schematic figure of experiment

Table 1. Values of intercepting effect (hole interval : 50cm)
n_A: Number of fish in A area
N : Total number of fish: 20 individuals

Time (min)	n_A	n_A/N (%)
5	18	90
10	12	60
15	15	75
20	12	60
25	18	90
30	12	60

Table 2. Values of intercepting effect (hole interval : 25cm)
n_A : Number of fish in A area
N : Total number of fish: 17 individuals

Time (min)	n_A	n_A/N (%)
5	14	82.4
10	16	94.1
15	13	76.5
20	15	88.2
25	13	76.5
30	15	88.2

b）観察 その一

air compresser よりパイプに空気を送ると，1つの小孔から出る空気泡は一つ一つ独立した一定の球形にはならないで，大小さまざまの不規則な形をいしている。これは錐で穿けた孔が平滑でないためである。そしてユラユラとゆれながら浮上するに従つて容積が膨脹し，Fig. 2 に示す如き screen を作る。而して或る高さ h まで浮上すると，隣接した小孔から出る気泡と混り合つて，それより上方は一面気泡の壁を作る。この様な h と小孔の間隔 *l* との関係を求めてみると，Fig. 3 の如くなる。一方この様な気泡の浮上は当然周囲の水の上昇を伴うので，水槽内には Fig. 4 に示す如き水の循環を生ずる。

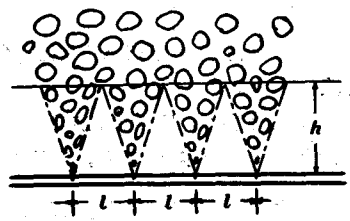

Fig. 2. A movement of air screen near pipe
l : Hole interval
h: Height from pipe up to point mixing of air bubbles spouted from neighboring holes

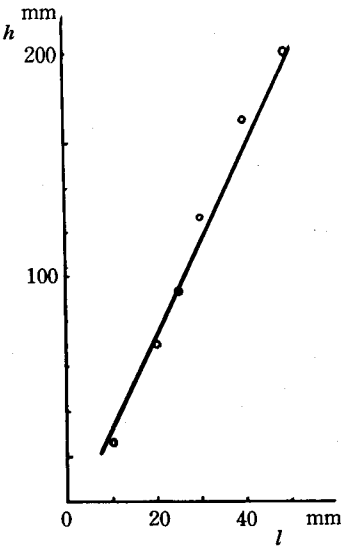

Fig. 3. Relation between l and h:
Pressure of compressor : 0.25 kg/cm²
Water depth : 40 cm

以上の様な状況のもとに於てメダカの行動を観察するとメダカ群は通常水底近くにあり，流れに頭部を向け，從つて気泡には尾部を向けて泳いでいる。尾部が気泡近くなると，水の浮上と共に浮び上つたり，気泡から逃避する如く急に前進したりするが，中にはパイプの直上，小孔と小孔との間の気泡の無い隙間から反対側に抜け出すのもある。しかし air screen の中を横切るものは全くない。

この観察結果から，メダカは視覚により空気泡の存在を知り気泡によつて生ずる水の流れを知覚し，また空気泡と水との接触感覚の相異等によつてこの air screen より逃避する事が認められた。

なおパイプの直上を通過するメダカは上述の如く50mm間隔の場合が，25mm 間隔の場合に比して2倍近くなつている事よりみて，水底近くにおいても完全に air screen をはる事がより有効であることが想像されるが，この小孔を連続して設ける事は空気の消費量からしても不可能であるから，この小孔間隔をどの程度までおさえ得るかを知る事もまた研究目的の一つである。

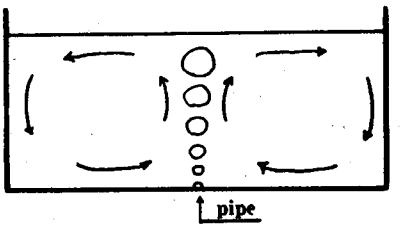

Fig. 4. Circuration of water caused by rising up of air bubbles

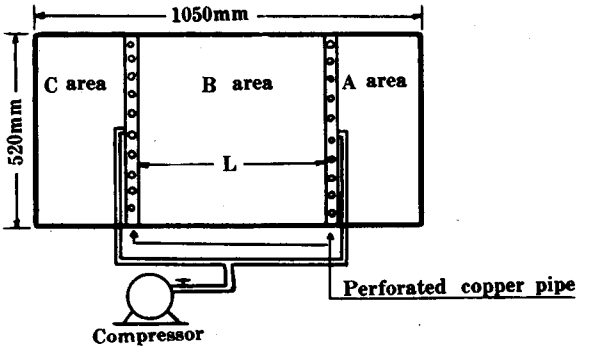

Fig. 5. Schematic figure of experiment

c) 方法 その二

メダカに対しては小孔間隔 25mm が有効の様に思われたので更にこのパイプを2本準備し，Fig. 5 の如くセットして air screen を作つたのち，B区にメダカ30尾を放ち，5分後及び10分後にA，C区にいるメダカ

Table 3. Values of intercepting effect
n_A: Number of fish in A area
n_C: Number of fish in C area
N : Total number of fish : 30 individuals

I. L=70cm

Time (min)	n_A	n_C	$N-(n_A+n_C)/N$ (%)
5	3	2	83.3
10	1	1	93.3

II. L=50cm

Time (min)	n_A	n_C	$N-(n_A+n_C)/N$ (%)
5	5	3	73.3
10	3	4	76.6

III. L=40cm

Time (min)	n_A	n_C	$N-(n_A+n_C)/N$ (%)
5	16	10	13.3

の尾数によりair screenの遮断効果を観察した。尚この場合2本のパイプの間隔Lを700mm.500mm.400mmの3通りについて実験した。その結果は Table 3に示す如くである。

d）観察　その二

2本のパイプによりair screenを作ると水の循環流が強くなり，殊にパイプの間隔が狭くなるとB区の水流は非常に乱れ，弱つたメダカは吹き上げられて，A，C区に流れ出るものが多くなつた。

水底近く泳いでいるメダカは気泡に近づく迄は頭部をその方に向けているが，気泡に接するとすぐ頭部を反対に向けて泳ぎ去ろうとする。しかし流れが速いとそのまま浮び上り，一部はB区に戻り，一部はA，C区に流される。又メダカの小群は気泡に近づくと，孔と孔との間，即ち前述のh部分を通り抜けるものもあり，1尾が通りぬけると2，3尾が追従して通り抜ける。しかしair screenの中や上層を自ら泳ぎ抜けるものは見られない。結果からみてB区の間隔が狭いほど遮断効果は少ないことが分るが，これはB区が狭くなつて，両側からair screenが近づくとB区のメダカは身の危険を感じて積極的に逃げ出さんとする傾向が強くなるのと，循環水流が強くなるために押し流されるメダカも出てくるためである。

以上のことよりair screenの包囲面積が或る値以下になれば遮断効果は著しく低下する事が考えられる。

II　試料　フナ　*Carassius crassius* (*Linnaeus*)

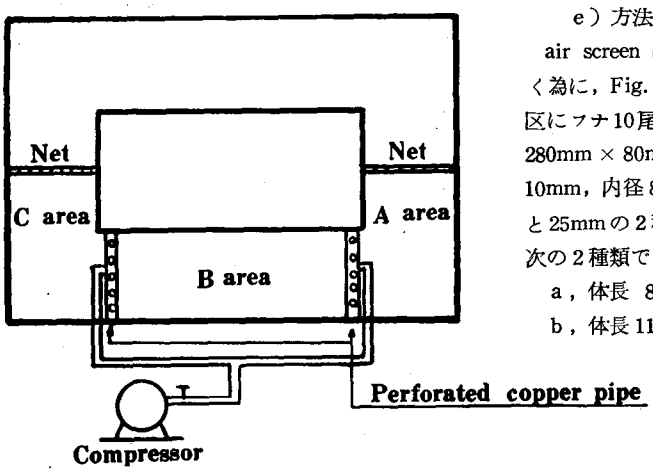

Fig. 6. Schematic figure of experiment

e）方法　その三

air screenによる循環水流の影響を出来るだけ除く為に，Fig. 6に示す如く水槽の一部を区切り，B区にフナ10尾を放つて観察した。B区の大きさは280mm × 80mm である。パイプは前記と同様外径10mm，内径8mm，小孔1.1mm，その間隔は50mmと25mmの2種について実験した。使用したフナは次の2種類である。（数値は概略の平均値）

a，体長　80mm　体高30mm　体巾20mm　10尾

b，体長110mm　体高40mm　体巾30mm　10尾

尚パイプの外側のネットは，魚が外に逃げ出さぬ為のものである。また小孔1ケ所よりの消費空気量は約1.5～2 *l*/min である。

f）観察　その三

小孔間隔25mmパイプ　a群：30分放置するもair screenを越える魚なし。

b群：30分放置するもair screenを越える魚なし。

小孔間隔50mmパイプ　a群：5分間に1尾の割合でA，C区に移る。

b群：5分間に2尾の割合でA，C区に移る。

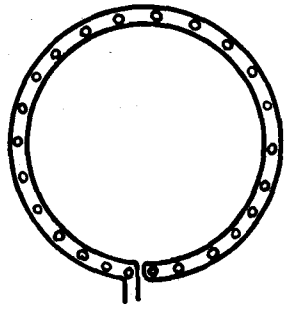

Fig. 7. Perforated circular copper pipe

次に，魚群を威嚇してair screen側に追いやつた場合について観察した。威嚇の方法としては，B区の一方のパイプ側より片手を入れ，約10 cm/sec の速さで他のパイプ側へ動かしたもので，この場合にはa群b群共魚の一部はair screenを通過するが，大部分はair screenより反転して水槽の壁づたいに泳ぎ，元に

戻つた。

g）方法　その四

周囲を air screen でかこまれた場合の魚群の行動について，Fig. 7に示す如き円形銅管を用いて観察した。魚はb群のフナで，小孔直径 1.1mm，間隔 25mm，小孔1ケよりの空気消費量は約1.5～2 l/min，水深 250mm，水温 11°Cである。実験は直径 500mm及び 300mmとについて，管を静置した場合と管を移動した場合とを行いこれについて観察した。

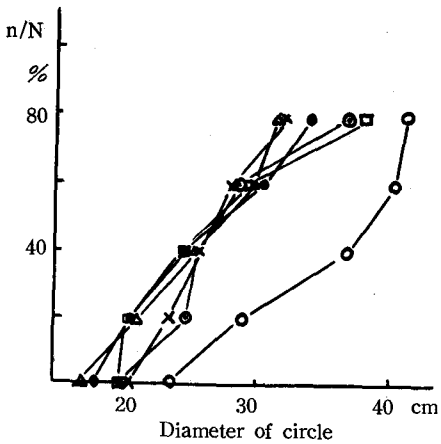

Fig. 8. Relation between n/N % (intercepting effect) and diameter of circleusingvarious hole intervals in rubber hose

n : Number of fish in circles

N: Total number of fish: 5 individuals

○—○—○ Hole interval : 10mm
×—×—× 〃 : 20mm
●—●—● 〃 : 25mm
△—△—△ 〃 : 30mm
□—□—□ 〃 : 40mm
⊙—⊙—⊙ 〃 : 50mm

h）観察　その四

(1) 管径300mmの場合

魚体に比して管径が小さかつた為，魚は非常に不安定で，また管内の水流も極めて強かつたため，30分間に約50%が逃げ去つた。

管を移動した場合には50～60%以上が逃げ去つた。

(2) 管径500mmの場合

静止時で約40%，移動時で約50%が逃げたが，この観察は数値的には確実ではなく，非常に不安定である。いずれの場合でも管を移動せしめると，air screen を通過する率は大きくなつている。

i）方法　その五

銅管の代りにゴム管を用いて air bubble を放出しながら管径を縮められる如くして，円内の魚群の行動を観察した。

小孔の隔は 10，20，25，30，40，50mmの6種，ゴム管の外径 11mm，内径6 mm，円径を縮めてゆく速さは6～10cm /sec 程度である。使用魚は体長 80～100 mm，体高 30～40 mm，体巾 20～30mm のフナ5尾，1ケの小孔よりの空気量約1.5～2 l/min，水温 11°C である。

j）観察　その五

観察の結果は，いずれも管径を縮めていくと逃げる尾数も多くなつてゆき，遮断効果が悪くなる様である。その結果を Fig. 8 に示した。

この結果からみると，小孔間隔10mmの如く非常に密 にair screen を出した場合には，かえつて多くの魚が逃げて遮断効果が悪くなり，その他の場合には略々同様の結果であるが，中でも小孔間隔 25mm のパイプが最も遮断効果が大きいように思われる。これは小孔の数が多くなると気泡間隔が狭くなり air bubble が数多く出るため水流が強くなり，魚は表層まで浮び上り，魚体をやや横にして泡の上を越す場合がしばしば見られるからであろう。40mmや50mmになるとパイプのすぐ上の air bubble のない隙間をくぐるものが出てくるためであり，25mmはこの魚体が通りぬけ難い隙間の大きさであると思われる。

この事は神田[3]，岡[4]などが網目について報告している。

k）方法　その六

これ迄の観察により air screen は相当に遮断効果がある事が分つたので，これを定置網の垣網の代りに使用する事の可能性について，実験室において模型によつて観察した。

使用した水槽は，長さ 1500mm，巾 1150mm，深さ 300mm の短型で，これに Fig. 9，Fig.10 に示す如く模型の定置網を設置し，且つ水槽を 2～3° 傾けて網側を深くした。

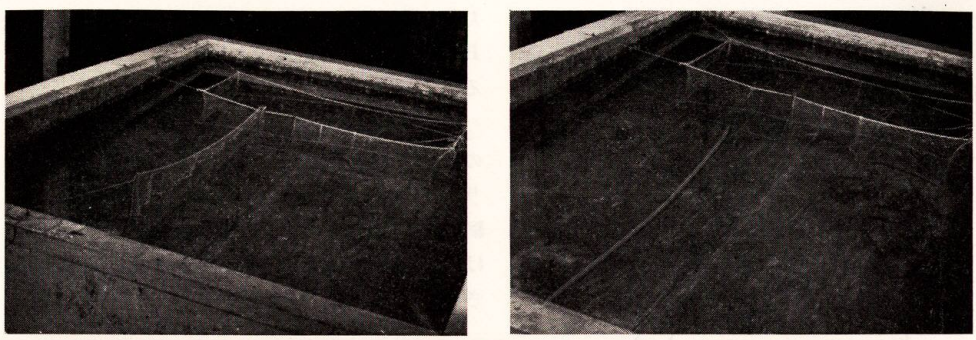

Fig. 9. Front view of experimental tank
Left: Amilan net used as conductive net
Right: Air screen used in place of conductive net

垣網としてアミランの薄緑色，太さ 210D，No.16，網目の大きさ，10，20，30，40，50mmの5種，また air screen として小孔間隔，10，20，30，40，50mmの5種を用いて比較試験を実施した。air screen に使用したパイプは外径 15mm，内径 11mmの耐圧ゴム管，小孔直径 2 mm，compressorの圧力は0.2～0.3kg/cm²

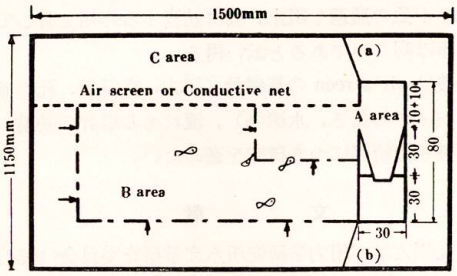

Fig. 10. Schematic figure of experimental tank
(a) and (b) were shut

小孔 1 ケよりの空気消費量は約 3～4 l/min。使用した魚はフナ37尾，魚体の大きさはまちまちである。垣網の色彩については多くの研究[5)6)]があるが，この実験では上述の薄緑色を採用した。

最初Fig.10で示したB区にフナを放し矢印の方向より板にて魚群を追つた。追う速度は10cm/sec程度である。而してA，B，C区に入つた魚を数え，これを10回繰り返してその平均をとり，垣網の場合と air screen の場合とについて比較した。

1）観察　その六

出来るだけ同じ条件のもとに垣網と air screen とについて実験を繰返し，その平均値をプロットすると，Fig.11，Fig.12の如くなる。これらの図では得られた点を直線で結んだが，実際はもつと滑らかな曲線になると思われる。ここにFig.11は各A，B，C区に入つ

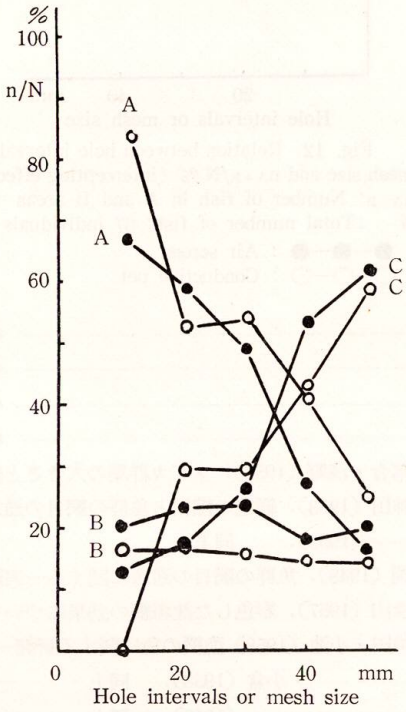

Fig. 11. Relation between hole intervals or mesh size and n/N %
n: Number of fish in each area
N: Total number or fish: 37 individuals
●—●—● : Air screen
○—○—○ : Conductive net

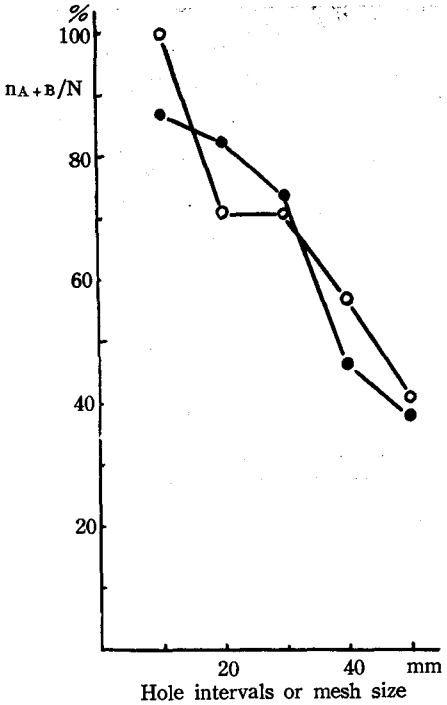

Fig. 12. Relation between hole intervals or mesh size and n_{A+B}/N % (intercepting effect)
n_{A+B}: Number of fish in A and B areas
N :Total number of fish: 37 individuals
●—●—● : Air screen
○—○—○ : Conductive net

た魚の数と全数との比を%で示し，Fig. 12 はA及びB区にいる魚の数と全数との比を%で示したものである。

使用したフナの魚体の大きさは種々であるが，網目の大きさ 10mm の網が 100% の遮断効果がある事より，魚体の大きさはそれ以上のものである事が分る。網目の大きさ及び小孔の間隔が 20mm，30mm の場合は，むしろ air screen の方が遮断効果が大の如く観察された。

考　　察

以上の諸実験はすべて室内において小規模に行われ試料として用いた魚も少数のメダカ，フナの二種のみであり，実験途上においても，魚の生態的な注意が充分払われていたとは云い難いので，得られた結果もまた量的には心ずしも信頼すべき数値ではないが，air screen が魚の通過を阻止，或は妨害する作用を有している事は明らかであると云い得る。

今後は air screen の基礎量（圧力，空気量，孔の寸法，パイプの長さ，水深等），流れある場合の効果，及び実用価値等につき研究を進めたい。

文　　献

1）九州大学応用力学研究所水文学研究委員会(1954) 空気防波堤の研究について．応用力学研究所所報 (5)，17—41．
——————————— (1955)． 同上 II． 同上 (7)， 1—25．
——————————— (1956)． 同上 III． 同上 (9)，25—33．
——————————— (1956)． 同上 IV． 同上 (9)，35—57．
——————————— (1959)． 同上 V． 同上(12)，39—59．
2）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．日水誌 21 (3)，154—158．
3）神田 (1953)．網地の縮結と魚群の網目の通過について—I．日水誌 18 (8)，365—372．
—— (1953)． 同上 —II．同上 19 (5)，643—647．
4）岡 (1948)．魚群の網目の通過に関する一実験．日水誌 13 (5)，203—206．
5）桧山 (1957)．彩色した沈垣網の効果について．日水誌 22 (10)，598—601．
6）神田・小池 (1958)．漁網の色に関する研究—I．日水誌 23 (10)，612—616．
——・——・小倉 (1958)． 同上 —II．同上 ，617—620．
——・——・—— (1958)． 同上 —III．同上 ，621—624．