



Title	水中に於けるAir Screenに関する研究：Ⅱ．気泡による水の循環について（1）小型気泡ポンプの実験
Author(s)	五十嵐, 脩蔵; IGARASHI, Shūzō
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 14(2), 81-86
Issue Date	1963-08
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23178
Type	departmental bulletin paper
File Information	14(2)_P81-86.pdf



水中に於ける Air Screen に関する研究

II. 気泡による水の循環について

(1) 小型気泡ポンプの実験

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

II. On Circulation of Water Caused by Rising up of Air Bubbles

(1) An experiment on a small-sized air lift pump

Shūzō IGARASHI

Abstract

Sea water used for keeping fishes in a laboratory aquarium is so valuable that a re-circulating sea water system for a small laboratory aquarium has been developed recently lest sea water should be decomposed or become corrupt.

As there have been few experiments on such a small-sized air lift pump as used for such a system, the author made an experiment on a side-inlet air lift pump [Total length of water raising pipe: 310 mm. Inside diameter: 13 mm (No. 1), 16.5 mm (No. 2), 20 mm (No. 3) & 34.6 mm (No. 4)].

The results obtained are as follows.

1. Flow of air being kept constant, the quantity of water delivered depends on the inside diameter of water raising pipe, and the relation between them is shown in Fig. 5.
2. The quantity of water delivered is also affected by the number of holes for injection of air, and as it is desirable that air pressure be low, it seems that a water raising pipe with many injection holes for air is better than one with few holes.

まえがき

実験室内の水族飼育水槽では、海水は非常に貴重であり、海水の汚染や腐敗を防ぐ為には aeration や水の循環が重要な問題となり、これを解決する為には現今所謂循環ろ過水槽が発達してきた。

気泡ポンプはその機構上可動部分がなく、構造が簡単なので温泉汲上用、或は化学工業上特殊な用途をもっているが、これに関する研究は数少く且つ大型のものに限られているので^{1), 2)}、循環ろ過水槽に用いられているような極く小型の気泡ポンプについて資料を得たく実験を試みた。

本報告の作製に当って終始御指導を載せ、且つ御校閲を賜った当教室小林喜一郎教授、種々御教示戴いた本学水産増殖学教室富士昭助手、実験に御協力願った昭和 36 年度卒業生畠山明君、南博之君、37 年度卒業生橋口岑司君、吉田隆君、当教室川村恵美さんに深甚なる謝意を表するものである。

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) 実験装置の概要は Fig. 1 に示してある。揚水管としては長さ 310 mm の硬質塩化ビニール管 [内径 13 mm (No. 1), 16.5 mm (No. 2), 20 mm (No. 3), 34.6 mm (No. 4) の 4 種], 送気管とし

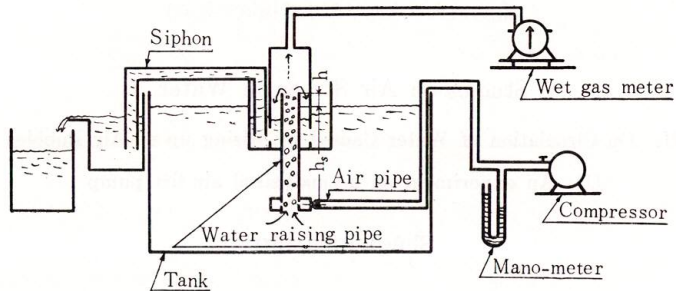
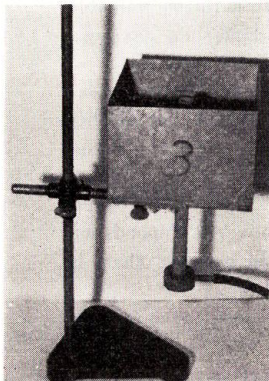


Fig. 1. Schematic figur of experiment



Phot. 1. Outer view of water raising pipe (No. 3)

てはゴム管を用いた。送気方法は種々あるが³⁾、本実験では揚水管の下端より 10 mm のところに直径 1 mm の小孔を円周上等間隔に 4 ヶ穿って空気噴出孔とする side-inlet method を用いた。Phot. 1 は実験に用いた No. 3 管である。

空気圧縮機からの空気は、此の噴出孔より揚水管内部に噴き出し、気泡となって水と共に揚水管内を昇る。気泡は捕集されて湿式ガスメータでその量が測定された。水は揚水管に取りつけられている水受けに溜まるが、サイホンで外部の容器に移され秤量された。

2) 空気噴出孔の相違が揚水量に及ぼす影響をみる為、長さ 310 mm, 内径 20 mm 揚水管に 1) と同様に下端より 10 mm のところに空気噴出孔 (1 mmφ) を 1 ヶ, 4 ヶ及び 16 ヶ (円周上等間隔に) 穿った 3 種類を用い、1) と同様に送気量と揚水量とを測定した。

揚水量に比して実験に用いた水槽の平面積は極めて大きいので、揚水量による水面の低下は無視出来る。

実験結果及び考察

1) 実験結果は Fig. 2 に示してある。σ は浸水率で h_s/h_s+h で表わされるものである。h_s: 浸水深さ・h: 揚程。

空気噴出孔が同一である時、管径の相違が揚水量に及ぼす影響は非常に大きい。即ち送気量の小的时候は管径の小さい方が大きいものより揚水量が大であるが、送気量が増すにつれて管径の大きい方が揚水量は大になってくる。しかし余り管径が大きくなると揚水量はそれ程大きくはならない。これらの関係をより明らかにする為に横軸に送気量 / 揚水管断面積、縦軸に揚水量 / 送気量をとって実験値を整理してみると Fig. 3 の如くなる。これより浸水率の大小に拘わらず、揚水管の単位断面積当

Fig. 2. Relation between flow of air and quantity of water delivered

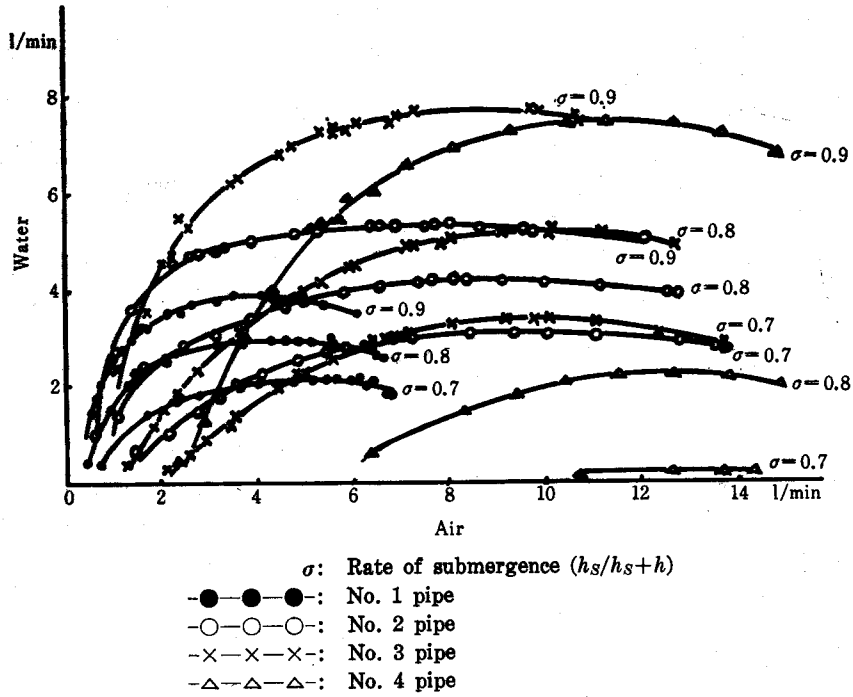
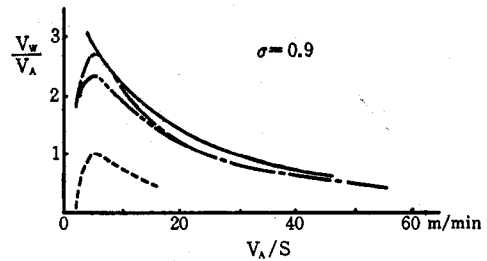
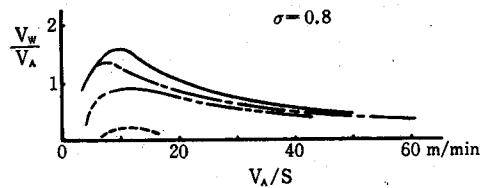
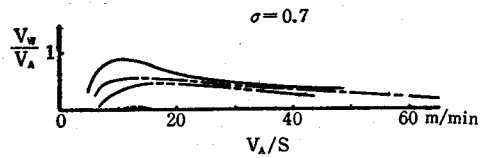


Fig. 3. Relation between V_A/S and V_W/V_A

V_A : Flow of air
 V_W : Quantity of water delivered
 S : Cross sectional area of water raising pipe
 —: No. 1 pipe
 - - -: No. 2 pipe
 ····: No. 3 pipe
 - - - -: No. 4 pipe



りの送気量に対する、揚水量と送気量の比は細い管の方が大きいようである。この原因は未だ明らかではないが、空気噴出孔が同一である時、揚水管の単位断面積当りの送気量が同じであっても、管内の気水混合物の流動状態は管径の大小によって異なり、管径が大きくなると気泡と水との間の滑りが大きくなって、結局揚水がうまく行われぬものと思考される。

気水混合物の流動状態についての研究は数多く行われている^{4),5),6),7)}。本実験ではこれについての観察は行われなかったが $\sigma=0.9$ の場合の実験値を Fig. 4 の如く整理し、これに植田の状態図⁸⁾を適用してみた。これによると流れの状態は気泡流、或いはピストン流という事になる。しかし No. 4 揚水管の場合、ピストン流というよりも前述した如く管径が大きくなり、揚水がうまく行われぬのでこのような結果が出たものと思われる。畠山、南の観察によると⁸⁾、(本実験とは空気噴出の方法に相違はあるが)送気量の小なる時は気泡流であるが、少し送気量が増すとピストン流或いは不連続な環状流となるようである。

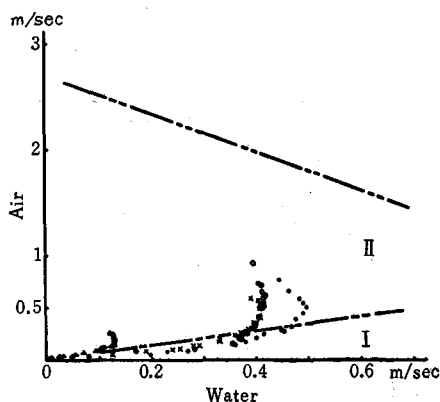


Fig. 4. Flow state⁸⁾

- I: Domain of the flow in which air bubbles are uniformly distributed in the water
- II: Domain of the separated flow (Slug flow)
- : No. 1 pipe
- : No. 2 pipe
- ×: No. 3 pipe
- △: No. 4 pipe

後述する如く噴出孔の数によっても揚水量に相違があるようであるし、又“気液二相流に関するデータは一般にばらつきが大きい”⁹⁾と云われているので、極く大略を知るにすぎないが、Fig. 2, Fig. 3 より送気量をパラメータとして Fig. 5 を画いて、送気量が定った時最良と思われる揚水管径を知るのに便ならしめた。

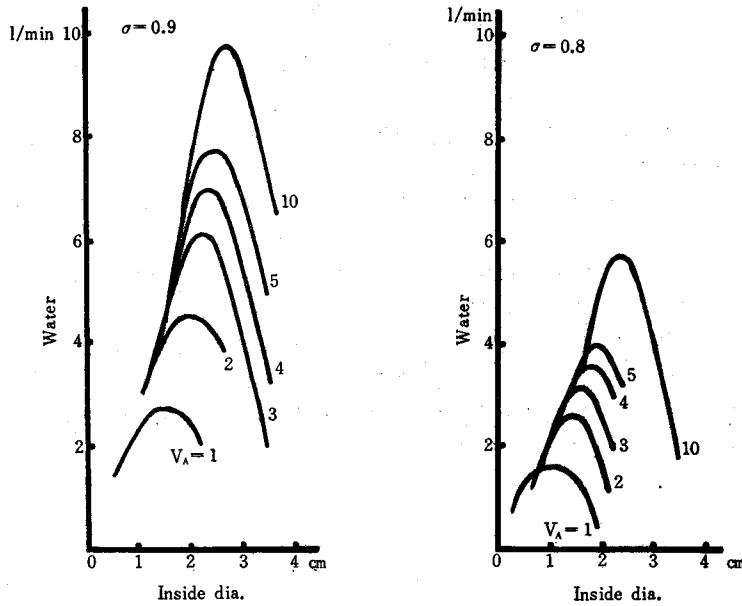
例えば $\sigma=0.9$ の場合、送気量 11/min の時は内径 1.5 cm 程度の揚水管、又 31/min の時は 2.3 cm 程度のものを選べば良い。

2) 橋口、吉田の実験によると¹⁰⁾、揚水管の下端にノズルを上向きに取り付け、揚水管内に空気を噴出させて揚水する場合、ノズルの口径の相違によって揚水量には殆んど差は生じないようであるとされている。

しかし本実験のように噴出孔の数を変えた場合揚水量に差があるようである (Fig. 6)。しかして送気量は噴出孔内外の圧力差の平方根×全噴出孔面積に略々比例するが、送気圧力は低い方が望ましいから、全噴出孔面積の大なるもの、此の場合噴出孔の数の多いものが効率が良いと考えられる。

気泡ポンプに関する理論的研究も一二あるが^{11),12)}、噴出孔の影響は論ぜられていないし、管径の影響は損失水頭の項に含ませている。実際問題として損失水頭の値をどの程度におさえるかは難しいと思考される。

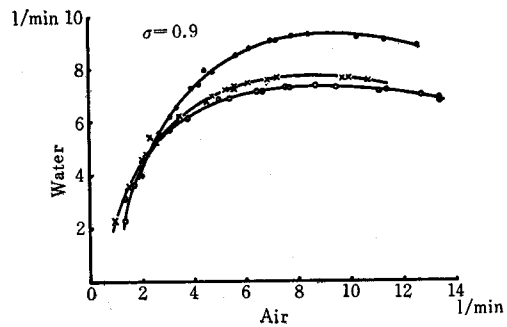
Fig. 5. Relation between inside diameter of water raising pipe and quantity of water delivered



V_A : Flow of air (l/min)

Fig. 6. Relation between flow of air and quantity of water delivered when number of holes for injection of air was changed

- : 16 injection holes
- ×-×-×-: 4 injection holes
- : 1 injection hole



要 約

1. 極く小型の気泡ポンプについて送気量と揚水量とを測定した。
2. 揚水管の管径の相違によって揚水量に差がある事を明らかにし、或る送気量に対して最適な管径を選べるよう図に示した。
3. 揚水量は噴出孔の数によっても相違があり、送気圧力は低い方が望ましいので噴出孔の数は多い方がよい事を指摘した。

文 献

- 1) 井伊谷 (1949). 小型気泡ポンプについての一実験. 機械の研究 1(10), 458.
- 2) 日本機械学会 (1954). 機械工学便覧. 2560 p. 東京; 日本機械学会.
- 3) L. S. Marks (1951). Mechanical Engineer's Handbook. 2236 P. New York; McGRAW-HILL BOOK COMPANY, Inc.
- 4) 石谷・赤川・武田・永田 (1952). 気水混合物の流動 第1報 流動の様式と相対速度. 機械学会論文集 18(72), 31-37.
- 5) 伊藤 (1956). 気ほうを含んだ液体の管内流動に関する研究 (第1報). 同誌 22(121), 648-653.
- 6) 植田 (1957). 気水混合流に関する研究—垂直上昇管について—. 同誌 23(132), 553-558.
- 7) 勝原 (1959). 気水二相流の流動様式. 機械の研究 11(2) 263-268.
- 8) 畠山・南 (1962). Air Lift Pump について. 北大水産学部卒業論文 (未刊行).
- 9) 石谷 (1963). 気液二相流研究の現状. 機械学会誌 66(528), 58-66.
- 10) 橋口・吉田 (1963). Air Lift Pump について. 北大水産学部卒業論文 (未刊行).
- 11) 藤本 (1953). 流体の力学と流体機械. 352 p. 東京; 養賢堂.