

池底移動通気装置による飼育老廃物の分解について

山崎 繁久*・平田 八郎*

Decomposition of Suspended Substances by Movable Aerator in a Culture System

Shigehisa YAMASAKI* and Hachiro HIRATA*

Abstract

The movable aerator, which was devised by HIRATA (1968) to maintain a homeostatic condition in a culture tank, contributed to the mass production and high density culture of prawn seed production. This experiment was carried out to examine the capacity of the movable aerator for the decomposition of organic matter and the proliferation of microorganisms in a green house.

The movable aerator was set in a 2,500 l tank (0.9×3.0×0.9 m). A 500 l polycarbonate tank, aerated with bubbling stone, was used as control. Organic substances were loaded as pollutants at the rate of 0.2 to 0.6 dry weight g/l. The weight of suspended substances contained in 10 l of water was measured by centrifugation, and the calorific contents were determined by bomb calorimetry. As indicators of water quality, the concentrations of inorganic nitrogen and phosphate were analyzed. At the same time, bacterial density was also observed.

Decomposition rate of organic substances in the movable aerator tank was 0.023 to 0.034 dry weight g/day faster than in the polycarbonate tank. The concentrations of three types of inorganic nitrogen and phosphate were all higher in the movable aerator tank. The calorific values of suspended substances per 1 g dry weight increased with the advance of decomposition; and a correlation coefficient of 0.67 was obtained between the calorific values of suspended substances and bacterial density in the water.

一般に魚介類の飼育における大きな課題として、排泄物や残餌等飼育老廃物の蓄積があげられる。それらの物質は池底に堆積して飼育水の溶在酸素量を減少させるのみでなく、硫化水素等の有害物質の発生を招くことが多い。本実験に用いた池底移動通気装置は、それらの諸問題を解消するために創案されたものである(平田, 1968)。

池底移動通気装置は1970年に日本栽培漁業協会志布志事業場で、2,500トン水槽に設置されており(中西・呉羽, 1972)、今日ではその水槽によって1回に5,000万尾前後のクルマエビ種苗が生産されている。このように1トンあたり2万尾もの高密度で生産されるようになったのは、この池底移動通気装置の生物生産効果によるものと思われる(HIRATA, 1975)。それで本実験は、3トン程度のテストプラントを作製し、本装置の汚泥分解作用や生物再生

* 鹿児島大学水産学部増殖生理学講座 (Laboratory of Fish Cultivation Physiology, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Kagoshima, 890 Japan)

産機能について検討を加えた。

材料および方法

実験 I

池底移動通気装置は 13 mm の塩ビパイプを用いて作製し、Fig. 1 に示した如く約 2.5 t (0.9×3.0×0.9 m) の主育槽に設置した。通気は 10 cm 毎に設けた小孔から、65 l/min の量を池底面に向かって強く吹きつける状態でおこなった (Fig. 2)。実験 I は、この水槽にジグザグ水槽を併設しておこない、エアリフトポンプによってこれら両水槽の循環をはかり、その換水率は約 6.8 round/day とした。一方在来法では、500 l のパンライト水槽を用い、5 l/min の割合でエアストーンによる通気を施した。これらの装置は屋外のビニルハウス内に設置した。(以下、本文では、池底移動通気装置区を移動通気法、また、従来広く用いられているエアストーンによる通気をエアストーン通気法とそれぞれ略称する)。

有機懸濁物は、平田・他 (1973) を参考にして、しょうゆ粕、海洋酵母および糖蜜を乾

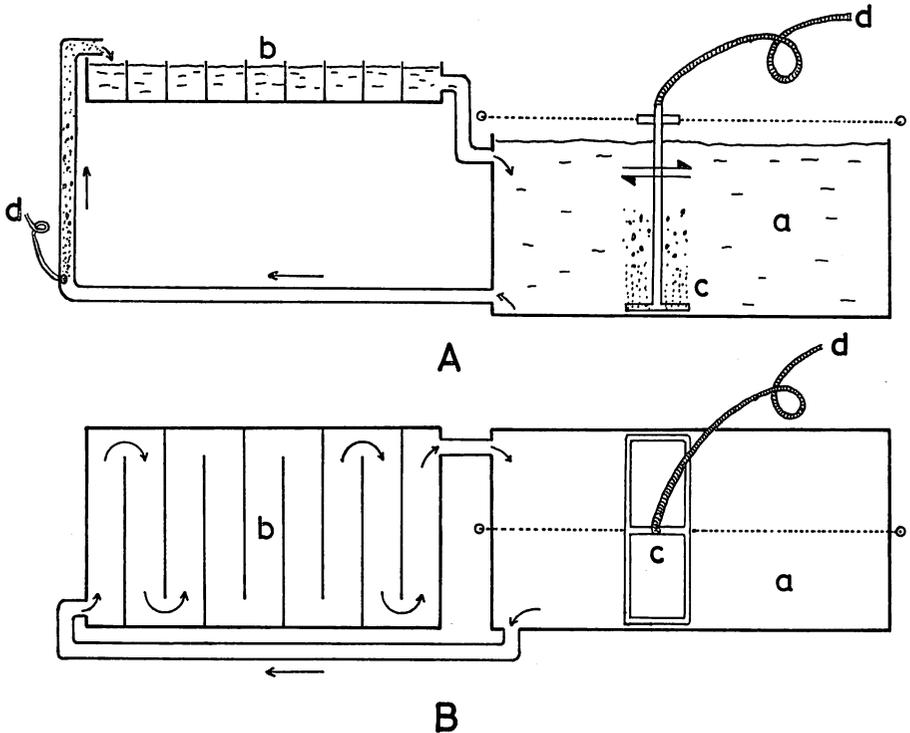


Fig. 1. Schematic diagram of experiment tank.

A: side view, B: top view, a: main culture tank, b: zigzag stream tank, c: movable aerator, d: air supply.

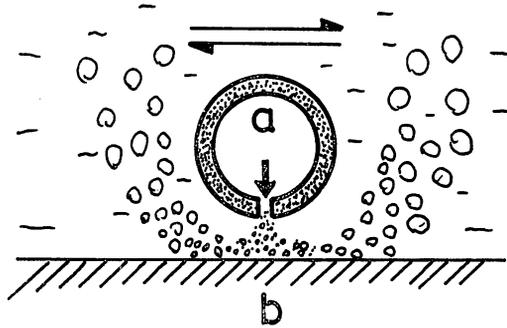


Fig. 2. Schematic diagram of movable aerator.

a: vinyl pipe, b: tank bottom.

燥重量比でそれぞれ2:5:1の比率で混合したものを、0.63 g/lの割合で各実験水槽へ加えた。

浮遊懸濁物量の測定は、あらかじめ水槽内を十分攪拌した後、10 lの試水を採水し、5,000 Gの連続遠心分離でその懸濁物の沈澱をはかった。次いで試料中の塩分を除くため、その沈

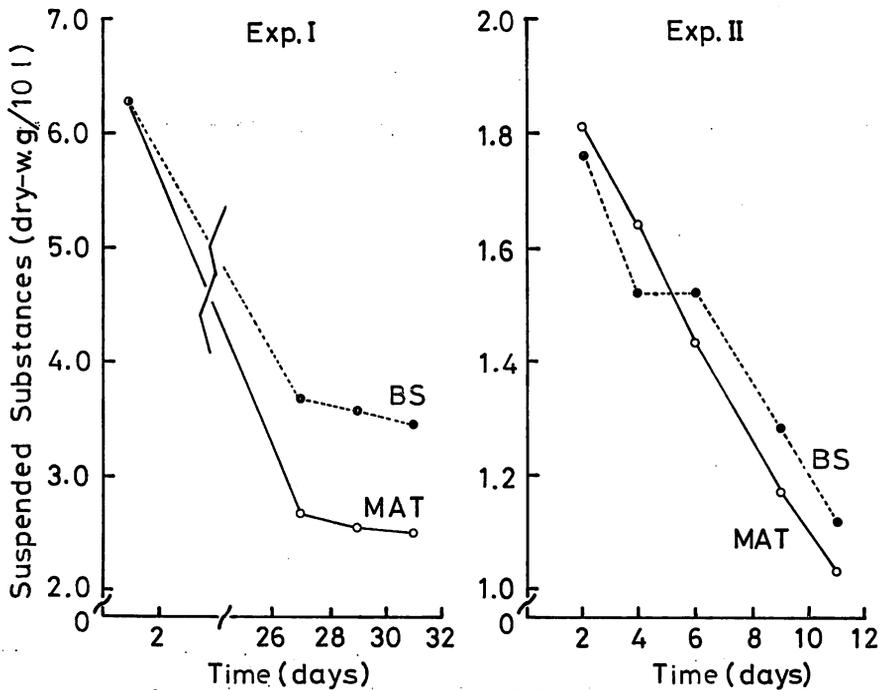


Fig. 3. Amount of suspended substances in 10 l of water in the tank aerated with bubbling stone and movable aerator tank.

BS : the tank aerated with bubbling stone
 MAT: movable aerator tank

澱物を遠沈管に移し、蒸留水を加えて4,000 Gで10分間遠心分離した。この操作を2回くり返した後、その沈澱物の湿重量を測定した。さらに乾重量はこの沈澱物を60°Cの乾燥器で2日間乾燥した後秤量した。

水質は STRICKLAND and PARSONS (1972) の方法によって、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ および $\text{PO}_4\text{-P}$ の濃度を測定した。

両実験区の塩分濃度は30‰に調整し、適時水道水を加えてその濃度の恒常化を計った。なお実験は1月から2月にかけておこなった。

実験 II

実験 II は、有機懸濁物としてワムシの飼育老廃物を用いたことと、回流水槽は用いず、主育槽のみを使用したことなどが実験 I と異なる点である。ワムシの飼育老廃物は、沈澱貯蔵したものを使用した。その投与量は乾重量比で0.2 g/lとした。また実験 II の調査項目は実験 I の水質などの他に、浮遊懸濁物の熱量および浮遊バクテリアの密度をもあわせて経的に調べた。その際、熱量はボンブカロリメーターで、またバクテリア密度は MPN 法で、それぞれ測定した。

なお実験 II は、黒色ビニールシートで各実験水槽を覆い、それらの水槽内における藻類の自生を抑制した。実験は3月中旬から下旬にかけておこなった。

結果および考察

浮遊懸濁物の現存量は、実験 I および II のいずれも、移動通気法の方が少ない値を示した (Fig. 3)。その分解速度を求めると、実験 I の移動通気法で0.127 *dry-g/day*、またエアストン通気法で0.093 *dry-g/day* と算出された。また実験 II では、それぞれ0.089および0.066 *dry-g/day* となり、移動通気法による浮遊懸濁物分解能がおよそ1.5倍程度良好であることがわかった。

Table 1. Mean concentrations of $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ and $\text{PO}_4\text{-P}$ in each treatment of experiment I and II (unit: $\mu\text{g-at/l}$).

Treatment	Experiment I				Experiment II			
	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-P}$	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-P}$
Movable aerator	2,620.0	54.5	43.0	100.0	260.0	0.4	0.8	85.5
Aeration with bubbling stone	2,500.0	13.3	39.7	89.4	190.0	0.2	0.6	78.1

一方、有機物の無機化について検討してみると、Table 1 に示した如くいずれの水質項目も移動通気法において高い値が観察され、移動通気装置の分解効果がうかがわれた。特にアンモニアの濃度は全ての実験区において著しく高い値を示したが、これはアンモニアがタンパク質の初期分解産物であること、およびアンモニアから次の亜硝酸への酸化に長期間を要する (VON BRAND and RAKESTRAW, 1937-42) ため蓄積したものと考えられる。また、そ

のアンモニアから亜硝酸への酸化速度が低水温 (Table 2) のため低迷したと思われる。

一方、浮遊懸濁物のカロリー値は Fig. 4 に示した如く、試水 1 l あたりに換算すると実験初日の 1.1 kcal から最終日の 0.4 kcal へと、徐々に減少したが、その乾燥重量 1 g あたりのカロリー値は、3.21 kcal から終了時の 3.50 kcal へと次第に増加した。この後者の傾向については、本実験終了後、追試を 2 回おこなってみたが、Fig. 5 のように、いずれの場合も、ほぼ同じ結果が得られた。

カロリー値と並行して調べたバクテリアの密度も、初日から最終日にかけて、 4.0×10^6 cells/ml から 24.0×10^6 cells/ml に増加した。このように、バクテリアの密度は浮遊懸濁物の乾重量あたりのカロリー値と同様な増加傾向を示した。Fig. 6 はそれら両者の相関図であり、それらの間には +0.69 の相関係数が得られた。

以上のべた結果から、浮遊懸濁物はバクテリアの増殖によって分解されていることが推察され、実験後半における浮遊懸濁物はバクテリアと粒状有機物の複合物 (微生物フロックやデトリタス状のもの) と考えられる。微生物フロックの餌料価値については、今村・梶田 (1972) らの報告があり、動物プランクトンやクルマエビ幼生等の餌料になることが知られている (SEKI, 1978; 根本, 1977)。従って本装置によって糞や残餌などが逐次分解され、微

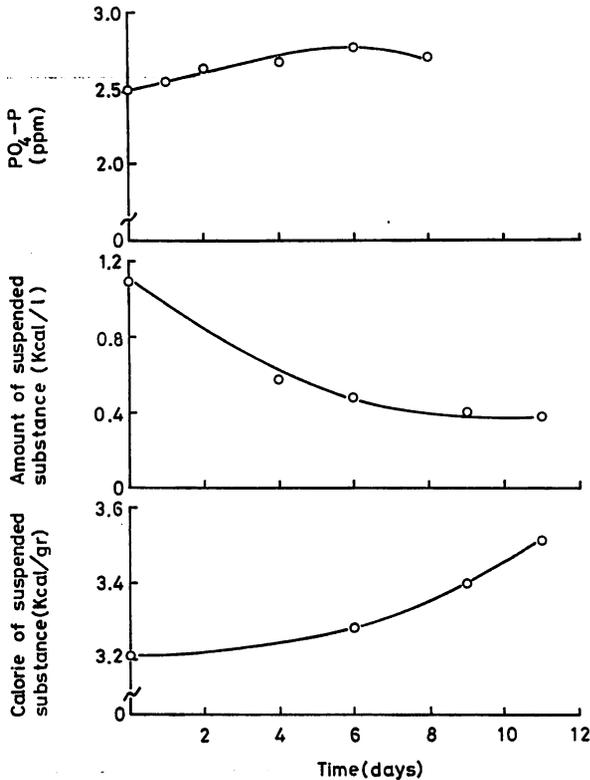


Fig. 4. Changes in the quality and amount of suspended substance and variation of PO_4-P on the process of decomposition in Exp. II.

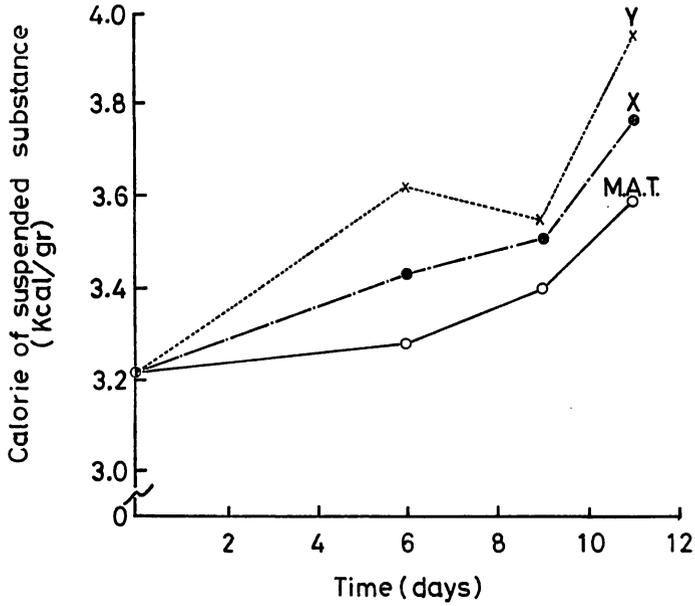


Fig. 5. Increase of suspended substance calorie per 1 gram of dry weight on the process of decomposition in experiment II and other trials.

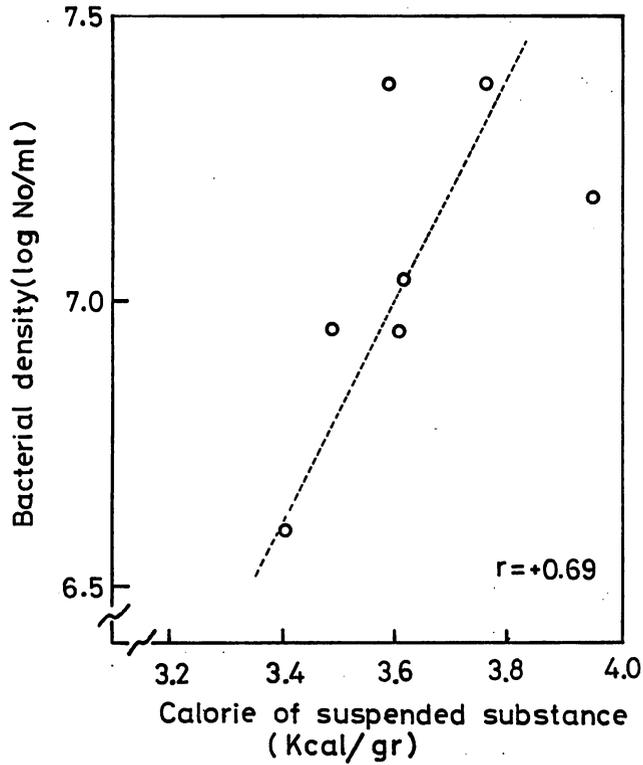


Fig. 6. Relationship between calorie of suspended substance and bacterial density by M.P.N. method in Exp. II.

Table 2. Water temperature and pH in each treatment of experiment I and II.

	Exp. I		Exp. II	
	W.T. (°C)	pH	W.T. (°C)	pH
Movable aerator	15.4±2.1	7.8±0.4	16.9±0.9	7.8±0.3
Aeration with bubbling stone	13.8±2.2	7.9±0.3	16.0±0.9	7.8±0.2

生物フロックとしての餌料化も大きな特徴として指摘することができる。

本装置は池底に堆積するような物質を物理的に浮上させる作用と、通気による酸素補給とを同時に果たし得るので、特にその浮遊懸濁物の分解が顕著に促進されるものと考えられる。粒状有機物を懸架させた場合、それを酸化するのに多量の酸素が必要になってくる。本実験では、移動通気法にはエアストン通気法の約13倍もの通気を施したが、これに関しては、赤沢 (1973) のアジテーターの例と同じである。しかしアジテーターの場合は、通気の量のみならず、エアストンの配置などにも配慮が必要である。本移動通気法は通気孔そのものが池底全面を移動するので、底面の浄化と懸架物の酸化とが同時に施行され、二重の効果が期待される。

文 献

- 赤沢能久 (1973)：種苗量産における飼育水の攪拌装置とその効果について。栽培技研, 1 (2), 49-55.
- 平田八郎 (1968)：池底移動通気装置の試作。瀬戸内海栽培漁業協会志事業場技術開発。(プリント).
- ・金沢昭男・山緑 勉・安田恵二 (1973)：しょうゆ粕微粒子等の Sludge 化に関する予備実験。鹿大水紀要, 22, 107-112.
- HIRATA, H. (1975)：An introduction to the rearing methods of prawn, *Penaeus japonicus* BATE, in Japan. *Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ.*, 24, 7-12.
- (1977)：Zooplankton cultivation and prawn seed-production in an artificial ecosystem. *Helgolander Wiss Meeresunters*, 30, 230-242.
- 平田八郎 (1979)：“餌料用動物プランクトンの大量培養”, 78-87 (日本水産資源保護協会, 東京).
- 今村 茂生・梶田 拓治 (1972)：クルマエビ種苗量産技術開発研究— 人工的有機懸濁物を使用した初期飼育。栽培技研, 1 (2), 35-46.
- 中西照美・呉羽尚寿 (1972)：志布志事業場の2,800トン大型水槽によるクルマエビの種苗。栽培技研, 1, 41-46.
- 根本敬久 (1977)：“海の生物群集と生産”, 218-222 (恒星社厚生閣, 東京).
- SEKI, H. (1978)：Observations on the decomposition of a marine sediment. *Limnol. Oceanog.*, 23, 440-447.
- STRICKLAND, J. D. H. and T. R. PARSONS (1972)：A practical handbook of sea water analysis (2nd ed.). *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, 49-52, 71-80, 87-89.
- VON BRAND, T. and RAKESTRAW, N. W. (1937-42)：Decomposition and regeneration of nitrogenous organic matter in sea water. *Biol. Bull., Woods Hole*, 72, 165; 77, 285; 79, 231; 81, 63; 83, 273.