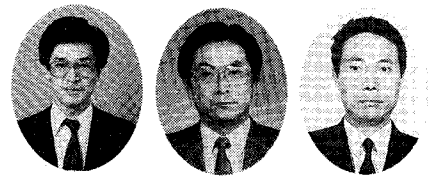


# 栽培漁業における水質改善の実証試験 (その2)

——動物性プランクトンの汙過法による除去——

## Improvement of Water Quality on "Aquaculture" (Part 2)

——Removal of Metazoa Under Several Filtrations——



(環)環境装置部 計画第一課  
北村 恭 男  
Yasuo Kitamura  
羽 島 修  
Osamu Hajima  
神鋼パナテック環境管理(株)  
我 妻 信 男  
Nobuo Azuma

In recent years, "Aquaculture" has been growing interested in fishery industry. Because deep-sea fishing industry is regulated by several international laws.

The key for success in "Aquaculture" is commercial payability, which depends on quality of the producing water.

This is our main concern, that we establish effective water usage system.

There has not been enough studies produced suitable or economical use of water quality for "Aquaculture", even though the relationship between the inhabitable environment of life cycle and water is very important.

Based on the information given, and our past experiences with other "Aquaculture" facilities, we, along with Oyster Research Institute, have studied the effects of water quality needed to raise abalone in their earlier stage.

In our last report, we have reported on various filtration structures, relationship of filtration details, and the effect on abalone growth under several filtrations.

In this report, we would like to report on the movement of metazoa under filtrations centered on Tigriopus and the removal of its by filtration method and further on the removal method from filtration facilities.

### まえがき

近年、遠洋漁業に各種の国際規制が設定され、捕る漁業から作り育てる漁業いわゆる“栽培漁業”に対する関心が高まってきた。

栽培漁業の成功の可否は、採算性に重要なポイントがあり、いかに効率的なシステムをつくるかが、その課題である。しかし、栽培漁業で使用される飼育海水の要求処理水質については、栽培魚種の生息環境、餌料との関係が深いにもかかわらず、未研究の状況にある。

このような背景の中にあって、栽培漁業で使用される飼育海水の要求処理水質を中心に、生物側からのソフト技術を得るべく、「(財)かき研究所」と共同研究を行った。

前報<sup>1)</sup>では、各種汙材構成と汙過精度の関係および各種汙過処理水のアワビの種苗生産への影響を報告した。本報では、チグリオパスを中心とする動物性プランクトンの汙層中の挙動および汙過法によるその除去、さらにその駆除法について報告する。

### 1. 実験場所と期間

#### 1.1 実験場所

財団法人 かき研究所 舞根実験室 実験棟内  
宮城県本吉郡唐桑町東舞根211

#### 1.2 実験期間

1986年7月1日～1988年3月31日

### 2. 実験装置

使用した汙過カラムは、前報<sup>1)</sup>のとおりである。

但し、チグリオパスを中心とする動物性プランクトンの汙層リークおよび動物性プランクトンの汙層内の挙動を調べるため、汙層に逆洗時にも展開しない第1図に示すような非展開層を設けた。このため、C1、C3およびC5カラムでは空気洗浄用空気吹込管の位置を非展開層の上部にも設けた。この改造目的は、非展開層のガーネットが空気

洗浄時にも移動しないようにすることにある。非展開層によるチグリオパスの阻止に係わる実験を行ったRUN1では、空気洗浄は非展開層の上部から行った。第2図にC1～C5カラムの組立構造を示した。

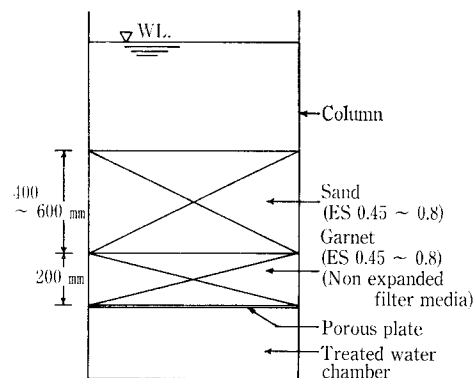
5本のカラムに充填した、汙材の種類、有効径(E.S.)、均等係数(U.C.)および汙層高さ(L)など、各実験の汙過諸元は第1表に示す。

### 3. 実験方法

取水方式、基本的な実験装置、処理水の取り扱い、逆洗用水の製造方法、逆洗の工程および頻度などは、前報<sup>1)</sup>のとおりである。

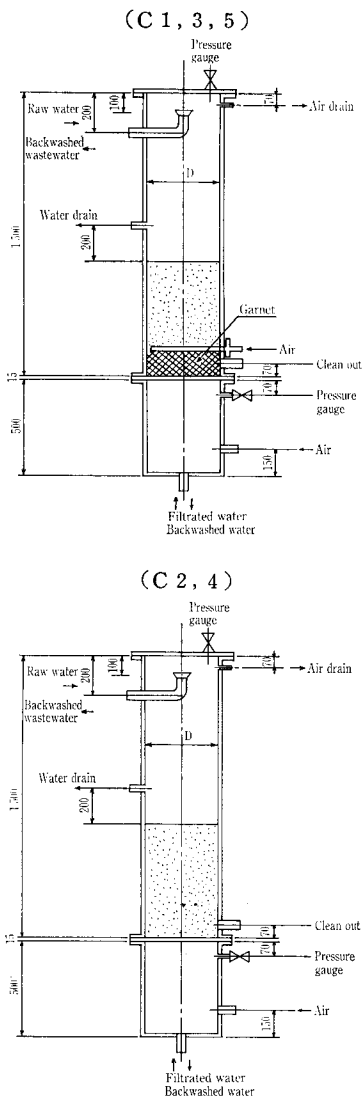
但し、各実験の開始前に、汙層およびカラムの滅菌操作を施した。滅菌剤は次亜塩素酸ソーダを使用し、その使用濃度および浸漬時間についてはビーカーテストを行い、使用濃度についてはチグリオパスの成虫が10分で死滅する濃度とし、実際の浸漬時間は12時間以上とした。

第3図は、実験におけるフローシートを示す。



第1図 非展開層を有する汙層構成

Fig. 1 Filter media component possessed non expanded filter media

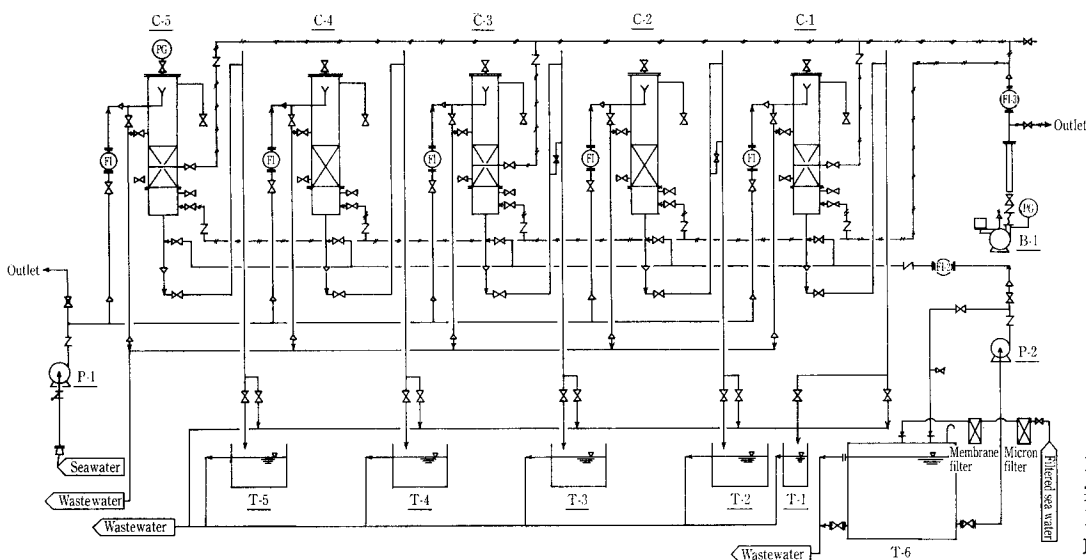


第2図 カラム組立構造図  
Fig. 2 Filter column assembly

第1表 テストカラム諸元  
Table 1 Test criteria

Run No	Item Column No	Dia. of column mm	Filtration area m <sup>2</sup>	Filter media E S (U C)	Depth of layer mm	LV m/h	Filtration rate ℓ/h	Backwashing rate ※1(LV) ℓ/h	Air blowing rate ※1(LV) ℓ/h	L/D	Operation technique	Remark
RUN 1 test criteria	C1	285	0.064	Sand 0.6 (1.4)	600	6	380	2 300 (0.6)	3 840 (1.0)	1 000	Pressure-system	Garnet 200 mm ES 0.6 mm
	C2	285	0.064	Sand 0.6 (1.4)	600	6	380	2 300 (0.6)	3 840 (1.0)	1 000	Pressure-system	Sand Single bed
	C3	240	0.045	Sand 0.8 (1.4)	800	10	450	2 500 (0.9)	2 700 (1.0)	1 000	Pressure-system	Garnet 200 mm ES 0.8 mm
	C4	194	0.030	Sand 0.8 (1.4)	800	15	440	2 000 (1.1)	1 800 (1.0)	1 000	Pressure-system	Sand Single bed
	C5	194	0.030	Sand 0.8 (1.4)	800	20	590	2 000 (1.1)	1 800 (1.0)	1 000	Pressure-system	Garnet 200 mm ES 0.8 mm
RUN 2 test criteria	C1	285	0.064	Sand 0.6 Garnet 0.42 (0.55)	600	6	380	3 000 (0.78)	3 840 (1.0)	1 150	Pressure-system	
	C2	285	0.064	Sand 0.5 (1.4)	600	6	380	3 000 (0.78)	3 840 (1.0)	1 000	Pressure-system	
	C3	240	0.045	Sand 0.5 Garnet 0.28 (1.4)	Mixed bed 800	6	270	1 600 (0.6)	2 700 (1.0)	1 025	Pressure-system	
RUN 3 test criteria	C2	285	0.064	Sand 0.6 (1.4)	Single bed 600	6	380	3 000 (0.78)	3 840 (1.0)	1 000	Pressure-system	
	C3	240	0.045	Sand 0.5 Garnet 0.28 (1.4)	Mixed bed 800	6	270	1 600 (0.6)	2 700 (1.0)	2 050	Pressure-system	
	C4	194	0.030	Sand 0.8 (1.4)	Single bed 800	10	300	2 000 (1.1)	1 800 (1.0)	1 000	Pressure-system	

(Remark) ※1 Demention of LV is m/min.



第3図 実験施設フローシート  
Fig. 3 Flow sheet

C-1 Column φ 285 C-4 Column φ 194 P-2 Backwashed pump FI-2 Backwashed water flow meter T-1~5 Rearing tank  
 C-2 Column φ 285 C-5 Column φ 194 B-1 Blower FI-3 Blower flow meter T-6 Backwash water tank  
 C-3 Column φ 240 P-1 Filtered pump FI Raw water flow meter PG Pressure gauge

#### 4. 分析方法

粒子径および粒子数の測定については分析時の機器設定値も含め、前報<sup>1)</sup>のとおりである。

動物性プランクトンの汙層リークの判断は、各カラムの処理水、つまり種苗水槽の流入水を、本実験のために製作した30 $\mu$ プランクトンネットを使用した二次汙過装置で汙過回収した懸濁物質と、種苗板に繁殖した動植物性プランクトンを検鏡することにより行った。検鏡は現場にて速やかに行った。

#### 5. 実験の経過と検討

##### 5.1 動物性プランクトンのアワビに与える影響

産卵されたアワビはトロコフォア幼生でふ化し、ベリジャー幼生を経て浮遊生活から匍匐生活に入り、摂餌を開始する。匍匐生活の直前にあらかじめ付着ケイ藻を付けておいた塩化ビニール板などでできた種苗板を浸漬して幼生を付着させる。匍匐幼生は、種苗板上のケイ藻を摂餌して成長する。約5カ月間、10mm程度の稚貝になるまでケイ藻飼育を続ける。この時期に、種苗水槽にて動物性プランクトンが異常発生することがある。

ナグリオパスなどのケイ藻を餌とする動物性プランクトンが種苗水槽内にて異常発生すると、付着ケイ藻を摂餌しているアワビ稚貝の周囲を動き回り、アワビはストレスでケイ藻を摂餌しなくなってしまう。この結果、最悪の状態では、アワビ稚貝はそのまま種苗板から脱落し、斃死してしまうこともある。

このために、ケイ藻飼育期間の動物性プランクトンの種苗水槽内での異常発生には注意を払う必要があり、動物性プランクトンがフリーの汙過処理水を求められている。

##### 5.2 動物性プランクトンの汙層リーク時の

###### 挙動の解明

30 $\mu$ 以上の動物性プランクトンが、通常の汙過速度5m/hの条件下でもリークする。これは極言すれば、現在の実装置に使用している汙過諸元では、まず動物性プランクトンは汙層をリークしているものと考えられる。

本実験では、動物性プランクトンの汙層リークを防止するため、これらの動物性プランクトンが汙層をリークする際の挙動を解明することから着手した。

動物性プランクトンの汙層リークは、『動物性プランクトンが、汙層の展開する逆流洗浄時に、汙材の間隙を水流に逆らい泳ぎぬけることにより起こる』という仮説をたて、第1図に示す逆洗時に展開する汙層と展開しない汙層の二種類の汙層により構成されたカラムと、逆洗時全層展開する汙層（通常の単層方式）のカラムにより得られる処理水をそれぞれ検鏡して、動物性プランクトンのリークの有無を確認した。（汙過諸元は第1表のRUN 1）

この結果、非展開層を有するカラムからも動物性プランクトンが発見された。

このため、次にこれらの動物性プランクトンが汙過時に汙層をリークしているかどうか

を確認するために、第1表のRUN 2に示す汙過諸元で、汙材洗浄を行わずに運転を行った。処理水は定期的にサンプリングして検鏡を行い、同時に汙過差圧も測定した。

#### 6. 実験結果と考察

##### 6.1 動物性プランクトンの汙層リーク時の挙動について

###### 1) リーク過程の追及

下表に示すようにRUN 1の結果より、逆洗時でも展開しない汙層構成をもつC 1, 3, 5カラムの処理水からも、コペポダがリークしたことが判る。

この結果から、動物性プランクトンの汙層リークは、『動物性プランクトンが、汙層の展開する逆流洗浄時に、汙材の間隙を水流に逆らい泳ぎぬけることにより起こる』という仮説は、否定せざるを得なかった。

さらに、次頁に示すRUN 2の結果より、連続汙過で逆洗なしで運転しても、約1日で処理水にはコペポダの幼生がリークしてきたことが判る。またリークした時の差圧は1m以下で起っていることから、リークの原因は過大な圧力によるプランクトンの汙層へのもぐりこみではなく、汙過時におけるプランクトンの遊泳によるものと考えられる。

次頁に示すRUN 3の結果より、処理水中のリーク量と逆洗の効果の関係が判る。すなわち、運転開始後25時間で逆洗（空洗+水逆洗）を行ったが、この前後の24時間と26時間とのデータを比較すると、26時間のほうが処理水中の20 $\mu$ 以上の懸濁物質の量が少なくなった。このことから、汙過時に、または逆洗時になんらかの変化が起こっているものと考えられる。さらに、逆洗は動物性プランクトンのリーク抑制に対して効果があるものと考えられる。こと

RUN 1 の 結果

サンプル名	内容種類	6/29 汙 過 水	7/9 汙 過 水	7/22 汙 過 水	7/9 種 苗 水 槽
C 1	A. P.	△コペ幼生	○コペ幼生 多毛虫	○コペ幼生・成虫 多毛虫・線虫	ニッチャ優先 ナビキュラ少々
	V. P. D	△セラチウム ×	○ ×	△セラチウム他 ×	
C 2	A. P.	○コペ幼生	○多毛虫	△コペ幼生・多毛虫	同 上
	V. P. D	○セラチウム他 ×	△ ×	△ △	
C 3	A. P.	○同上	○コペ成虫	○コペ幼生・多毛虫	
	V. P. D	○同上 ×	○ △	△ △	
C 4	A. P.	○同上	○コペ成虫 多毛虫	○コペ幼生 多毛虫	ニッチャ、 ナビキュラ 半々位 小型のものが多
	V. P. D	○チンチニーダ ○セラチウム他 ×	○ △	○ ○	
C 5	A. P.	○多毛虫	○	△コペ幼生	ニッチャ優先
	V. P. D	○ ×	○ケイソウ多い △	○ケイソウ多い △コペ排泄物	
逆洗用水	A. P.	×	×		
	V. P. D	×	×		
生海水	A. P.	○	○	△	
	V. P. D	◎ ○	◎ ○	○ ○	

逆洗後 10分通水した後  
500 $\ell$  採水 20 $\mu$  ミューラーガーゼ汙過 10%ホルマリン固定  
凡例 A. P. 動物性プランクトン × 無し  
V. P. 植物性 プラントン △ 少ない  
D デトリタス ◎ 多い

※ 参 考

ニッチャ 長 250-300 $\mu$  幅 10~20 $\mu$   
ナビキュラ 長 60~120 $\mu$  幅 20~30 $\mu$

に、ガーネットを用いた汙層の場合にはこの傾向が顕著に現われており、多分海洋性のスライムが汙材に付着し、汉層が安定したためと考えられる。このことから、ガーネットを用いた汉層の場合には、汉層が安定すれば動物性プランクトンはほとんど阻止できるものと考えて良い。

## 2) リーク量と汉過諸元

RUN 2の結果より、初期運転という条件付で、汉過精度の最も高いC 3カラムでも、動物性プランクトンのリークを最小限にとどめることができたが、防止することはできなかった。C 3カラムで使用した汉材は、粒状汉過材としては使用限界に近い小粒径の汉材である。これは、粒状汉過の実装置規模の一段処理では、動物性プランクトンの汉層のリークを防止することはできないことを示している。

ガーネットを使用した場合の空隙を算術的に検討した結果、汉材の有効径に基づいて計算すれば約 240  $\mu$  程度と考えられる。汉材が安定していない段階での動物性プランクトンの汉層のリークは充分起こりうる空隙であると言わざるをえない。

しかし、砂汉過法の大量処理を安価に行えるという魅力は捨て難い。

そこで、砂汉過法により動物プランクトンまで除去をす

る方策としては、ガーネットを汉層に用いること、汉過池立ち上げを原海水に動物性プランクトンが多量に含まれない冬期に行うことが考えられる。汉過池立ち上げを冬期に行うのは、汉層が安定するまで動物性プランクトンに汚染されないようにとの考えからである。

RUN 2およびRUN 3のC 2カラム処理水中のデトリタスの量より、原海水中に含まれるデトリタスなど、有機物や無機物の懸濁物質は、汉過速度 6 m/h、有効径 0.5~0.6 mm の汉過諸元にて、充分除去できるものと考えられる。

動物性プランクトンに対しては、その汉過処理水の使用目的などを念頭に入れガーネットを汉層に用いるなどの配慮をすべきであることは、以上述べたとおりである。

## 6. 2 適用可能な二次汉過装置

### 1) 二次汉過装置の適用試験

次頁に一次汉過水(かき研究所既設汉過器処理水)を各種の二次汉過装置に通水し、その処理水を検鏡した結果を示す。

No. 7 のディスクフィルターは、汉過精度が高く(メーカー表示値 10  $\mu$ ) 洗浄は、空洗と水逆洗が併用できるため、最も期待された装置であった。しかし、処理水には、チグ

RUN 2 の 結 果

サンプル名	時間 種類	連続汉過(逆洗なし)					SS量(20 $\mu$ 以上)比較
		7/24	7/25	7/27	8/4	260 hr	
C 1	A. P.	$\Delta$ 20~30 コヘ幼虫	$\bigcirc$ 100 コヘ幼虫	$\bigcirc$ 100 種類増える	$\bigcirc$ 100 成虫	$\bigcirc$ 成虫	$\odot$
	V. P.	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\odot$	
	D	$\times$	$\times$	$\times$	$\times$	$\odot$	
	差圧	0	—	0.5 m	1.8 m	6 m	
C 2	A. P.	$\Delta$ 20~30 コヘ幼虫	$\bigcirc$ 20~30 コヘ幼虫	$\bigcirc$ 100~150	$\bigcirc$ 100 成虫	$\bigcirc$ 成虫	$\bigcirc$
	V. P.	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\bigcirc$	
	D	$\times$	$\times$	$\times$	$\times$	$\bigcirc$	
	差圧	0	—	—	—	3.7 m	
C 3	A. P.	$\times$ なし	$\Delta$ 20~30	$\bigcirc$ 20~30	$\bigcirc$ 100 成虫	$\Delta$ 成虫	$\Delta$
	V. P.	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	
	D	$\times$	$\times$	$\times$	$\times$	$\Delta$	
	差圧	0.7 m	—	1.4 m	6.6 m	16.6 m	

凡例

A. P. : 動物性プランクトン  $\times$  : 無し  
(数字はリーク数をあらわす)  $\Delta$  : 少ない  
 $\bigcirc$  : 普通  
V. P. : 植物性  $\Delta$   $\odot$  : 多い

D : デトリタス  
差圧 : 汉層圧損

100  $\ell$  採水後20  $\mu$  汉過後のSSをホルマリンで固定し、検鏡した。

RUN 3 の 結 果

サンプル名	時間 種類	0.3 hr	2 hr	7 hr	24 hr	*2 26 hr	152 hr	624 hr	SS量*1
		C2	A. P.	$\times$	$\Delta$ 60 $\mu$ コヘ	$\Delta$ 60 $\mu$	$\Delta$ 60 $\mu$	$\Delta$ 60 $\mu$ 数減少	
	V. P.	$\times$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\times$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	
	D	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\times$	$\Delta$	$\Delta$	
C2+30 $\mu$ ミューラー ガーゼ	A. P.	—	—	—	—	—	$\times$	—	1
	V. P.	—	—	—	—	—	$\Delta$	—	
	D	—	—	—	—	—	$\Delta$	—	
C3	A. P.	$\times$	$\Delta$ 線虫	$\Delta$ 60 $\mu$ コヘ	$\Delta$ 60 $\mu$	$\Delta$ 線虫	$\Delta$ 60 $\mu$	$\Delta$ 60 $\mu$ 線虫	1
	V. P.	$\times$	$\Delta$	$\Delta$	$\times$	$\times$	$\times$	$\times$	
	D	$\times$	$\Delta$	$\times$	$\times$	$\times$	$\times$	$\times$	
C3+30 $\mu$ ミューラー ガーゼ	A. P.	—	—	—	—	—	$\times$	—	18
	V. P.	—	—	—	—	—	$\times$	—	
	D	—	—	—	—	—	$\times$	—	
C4	A. P.	$\Delta$ 線虫	$\Delta$ 60 $\mu$ コヘ	$\Delta$ 200 $\mu$	$\Delta$	$\Delta$	$\bigcirc$ 100 -200 $\mu$	$\bigcirc$ 成虫 200-300 $\mu$	18
	V. P.	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	
	D	$\Delta$	$\bigcirc$	$\Delta$	$\bigcirc$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	
C4+30 $\mu$ ミューラー ガーゼ	A. P.	—	—	—	—	—	$\times$	—	16
	V. P.	—	—	—	—	—	$\Delta$	—	
	D	—	—	—	—	—	$\Delta$	—	
既設 圧力汉過器	A. P.	—	—	—	—	$\bigcirc$ 成虫	$\bigcirc$ 100 $\mu$	$\bigcirc$ 成虫 500 $\mu$	16
	V. P.	—	—	—	—	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	
	D	—	—	—	—	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	

凡例

A. P. : 動物性  
プランクトン  $\times$  : 無し  
(数字は大きさをあらわす)  $\Delta$  : 少ない  
 $\bigcirc$  : 普通  
V. P. : 植物性  $\Delta$   $\odot$  : 多い  
D : デトリタス

\*1 C 3 の SS 量を 1 とした場合の比較

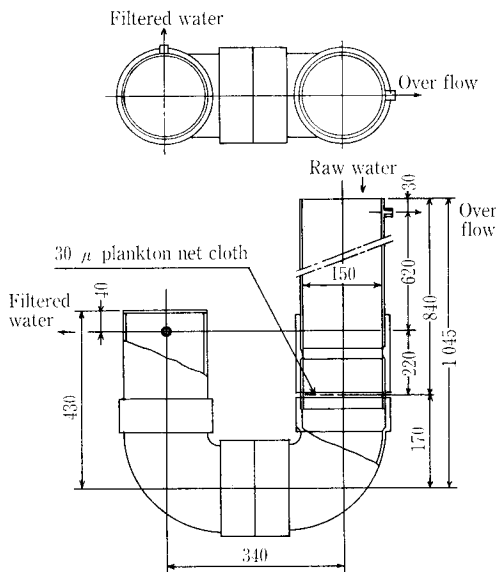
\*2 24 hr 経過後逆洗実施

100  $\ell$  採水後20  $\mu$  ミューラーガーゼで回収したSSをホルマリンで固定し、検鏡した。

二次ろ過装置の性能比較<sup>2)</sup>

No.	メーカー形式	項目	ろ過精度 <sup>1)</sup>	通水条件	40 $\mu$ 以上のプラシクトンの有無	備考	判定
1	ナイロン プラシクトンネット		30 $\mu$	重力	無	ポリエステル	◎
2	ナイロン プラシクトンネット		40 $\mu$	加圧下 <0.7 kg/cm <sup>2</sup>	無	ポリエステル	◎
3	ナイロン プラシクトンネット		80 $\mu$	重力	有	ポリエステル	×
4	ワインド型 フィルター		1 $\mu$	加圧下 <0.7 kg/cm <sup>2</sup>	有	ポリプロピレン(デプスタイプ)	×
5	カートリッジ フィルター		10 $\mu$	加圧下 <0.7 kg/cm <sup>2</sup>	無	ポリプロピレン(アブソリュートタイプ)	○
6	メンブレン フィルター		2.5 $\mu$	加圧下 <0.7 kg/cm <sup>2</sup>	無	プラスチック(アブソリュートタイプ)	○
7	ディスク フィルター		10 $\mu$	加圧下 <0.7 kg/cm <sup>2</sup>	有	プラスチック	×
8	SUS金網型 カートリッジフィルター		30 $\mu$	重力	有	SUS 304	×
9	SUS金網型 カートリッジフィルター		20 $\mu$	重力	有	SUS 304	×
10	SUS金網型 カートリッジフィルター		10 $\mu$	重力	有	SUS 304	×
11	SUS金網型 カートリッジフィルター		10 $\mu$	加圧下 <0.7 kg/cm <sup>2</sup>	有	SUS 316	×
12	SUS金網型 カートリッジフィルター		5 $\mu$	加圧下 <0.7 kg/cm <sup>2</sup>	有	SUS 316	×

• 1. ろ過精度は、メーカーの表示値を示す。



第4図 二次ろ過装置構造図  
Fig. 4 Secondary filter assembly

リオバスの成虫(150~200 $\mu$ 幅)がリークしていた。この原因としては、フィルター組立時に生ずるディスクの変形によりできる間隙などが考えられ、ディスクの材質や精度などの改造をしなければ、理論上の処理水精度は得られないことがわかった。

平織のSUS金網は、強度や洗浄操作性より期待できるものと考えられたため、2社の製品の、メーカー表示ろ過精度5~30 $\mu$ の5種類(No. 8~12)について、テストを行った。しかし、いずれも40 $\mu$ 以上の懸濁成分を100%除去することはできなかった。これは、SUS金網のメッシュ製作上の精度およびカートリッジとして製品化する際の金網の変形などが原因であると考えられる。

同じ平織でもナイロンプラシクトンネットを二次ろ過に用いた場合は、かけ流しても、また加圧(<0.7 Kg/cm<sup>2</sup>)通水しても40 $\mu$ 以上の動物性プラシクトンのリークは起らなかった。

ろ過精度の信頼性の高いアブソリュートタイプは、メンブレンフィルター(No. 6)とPP製カートリッジ(No. 5)でテストを行った。

共に目標とする30 $\mu$ 以上除去のろ過精度を得ることができたが、このタイプのろ過装置は目づまりが進行するに従

第2表 二次ろ過装置のろ過差圧

Table 2 Head loss of secondary filtration Unit: mm

Sample name	Amount of filtrate	LV m/h	8/12 100 hr	8/15 170 hr	8/18 240 hr	8/31 550 hr
C2	380 $\ell$ /h	21.5	0 (38 m <sup>2</sup> )	300 (65 m <sup>2</sup> )	610 (92 m <sup>2</sup> )	
C3	270 $\ell$ /h	15	0 (27 m <sup>2</sup> )	0 (46 m <sup>2</sup> )	0 (65 m <sup>2</sup> )	0 (150 m <sup>2</sup> )
C4	300 $\ell$ /h	17	0 (30 m <sup>2</sup> )	300 (51 m <sup>2</sup> )	610 (72 m <sup>2</sup> )	

( ) Means total amount of filtrated water

って、微細なケイ藻類も捕捉してしまううえ、逆洗ができないためフィルターの寿命が短くなる。このため、少量の水を処理する場合は適用可能であるが、処理対象水量が多量の場合はランニングコストおよびメンテナンスの面から使用は難しいと考える。

負荷容量が多くとれるデプスフィルターであるワインド型フィルター(No. 4)では、1 $\mu$ のろ過精度の仕様でも目的とするろ過精度は得られなかった。

以上の結果より、二次ろ過装置として使用可能な型式は、プラシクトンネット(30 $\mu$ )のみであった。

2) プラシクトンネットの二次ろ過装置への適用性の検討  
第1表のRUN 2に示したろ過諸元で一次ろ過した処理水を、第4図に示す二次ろ過装置(30 $\mu$ プラシクトンネット使用)にかけ流した場合の圧力損失の上昇を第2表に示す。

この結果より、一般的な重力式急速ろ過のろ過諸元では、二次ろ過のろ過速度21.5 m/hにおいて約10日で圧力損失が600 mm ついた。

ガーネットと砂の混層では、ろ過速度6 m/hの場合、二次ろ過のろ過速度15 m/hでも、圧力損失は20日以上経過してもほとんどつかなかった。

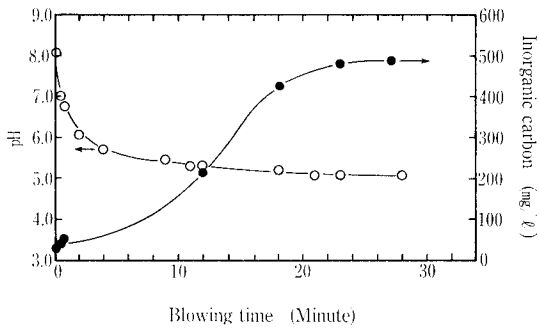
これらのことから、C3カラムのろ過諸元であれば、二次ろ過装置への懸濁物質負荷容量はわずかであり、洗浄なしで、長時間の連続運転が可能と考えられる。

6.3 濾材洗浄法と動物性プラシクトンの駆除法

1) 濾材の洗浄法について

海水ろ過の特長については、海洋性の生物が多く含まれること、海洋性生物に起因するデトリタスの比重が大きいことの2点が挙げられる。

現在の洗浄方式は、水単独洗浄が主流であるが、本方式の洗浄流速は濾材粒子の衝突回数が最大となる流速で洗浄



CO<sub>2</sub> blowing quantity: 67 ml/min·ℓ  
Water temperature : 15 °C

第5図 海水へのCO<sub>2</sub>吹き込みの経過時間とpHの関係  
Fig. 5 CO<sub>2</sub> blowing time vs. pH in sea water

している<sup>3)</sup>ので、除去物質が粘着性であれば、おのずと最もマッドボールができやすい流速といえる<sup>4)</sup>。これは、現在の水単独洗浄では、十分な洗浄ができないことを示している。

このような点から、今後とも各種洗浄方式を検討する必要がある。本実験では、空気洗浄方式<sup>5)</sup>をとり入れたが、本方式によれば十分な洗浄が行われていることが確認できた。さらに、次に述べるように、動物性プランクトンによる汙層汚染の問題もあり、新しい洗浄方式を構築していく必要に迫られている。その方法として、次に動物性プランクトンの駆除法として述べる淡水洗浄・炭酸ガス洗浄などが挙げられる。

## 2) 動物性プランクトンの駆除法

### (1) 淡水洗浄

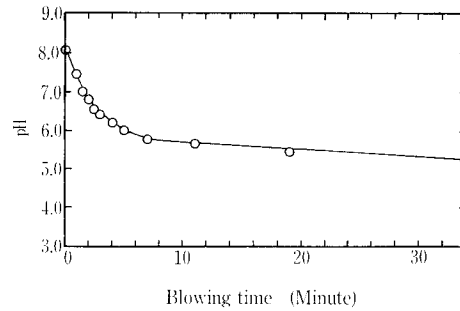
淡水洗浄の効果は、海洋性プランクトンを浸透圧の大きく異なる溶媒でプランクトン細胞を破壊せしめることに起因する。また、海水汙過では、汙材に海洋性のスライム様の物質が付着し、この海洋性のスライム様の物質も汙過精度に影響を与えているが、淡水洗浄によればこれらのスライム様物質もほぼ完全に除去できることを確認している。今後、淡水洗浄法を効果的に洗浄工程に組み込むことも、検討していく必要があるが、本法による洗浄を短期間に集中して行ったとき、淡水に耐性を持つチグリオバスの幼生の出現が確認されたため、さらに別の洗浄法も探索して行わなければならない。

### (2) 炭酸ガス洗浄

炭酸ガスの吹き込みにより、海水pHを6.2以下に下げたとき、チグリオバスは30分以内にて死滅する。

炭酸ガスによる汙層洗浄を実施するために必要な、炭酸ガスの吹き込みによる海水のpH変化と炭酸ガスの溶解効率の実験を行った。この結果を、第5, 6図に示す。この結果によれば、単位炭酸ガス吹き込み量67 ml/分・ℓのとき2分の吹き込みにてpH 6.2となった。このときの、海水の増加炭酸ガス濃度は80 mg/ℓであり、総炭酸ガス吹き込み量の30%が溶解した。

単位炭酸ガス量18 ml/分・ℓのとき、4分の吹き込みにてpH 6.2以下となった。このとき総炭酸ガス吹き込み量の56.6%が溶解した。



CO<sub>2</sub> blowing quantity: 18 ml/min·ℓ  
Water temperature : 15 °C

第6図 海水へのCO<sub>2</sub>吹き込み経過時間とpHの関係  
Fig. 6 CO<sub>2</sub> blowing time vs. pH in sea water

本法は、安価なガスにより簡便にチグリオバスの駆除ができるので、異常発生時などに効果を発揮できそうである。また、炭酸ガスの溶解効率も高く、取扱いも容易である点も評価できる。

## 7. まとめ

アワビの種苗生産用水に関して、最適な汙過諸元を解明するため実験を行ってきた。

その中でアワビ稚貝の餌料となる一次ケイ藻の発生と繁殖および汙過諸元の関係について確認できた。この実験を通して、前報<sup>1)</sup>で報告したとおり、海水を汙過する場合の原水と処理水水質と汙過諸元との関係について多くの知見が得られた。

さらに、本報では動物プランクトンの汙層リークを中心に報告したが、今後栽培漁業がますます一般化するにつれこれらの知見が生かされていくものと期待している。

## むすび

本研究は、(財)かき研究所との共同実験として行われ、共同実験を遂行していく過程では、水処理という工学から見た“栽培漁業”，また生物を扱う側から見た水処理，この間における意見の相違も多々あり，我々が得た知見も本稿では表現できない種類のものが多い。これらの交流を通じて得られた経験を，“栽培漁業”の今後の発展に寄与できれば幸いである。

最後に、本報告を投稿するに当たって、快諾して頂いた(財)かき研究所の関哲夫所長に感謝するとともに、本研究を遂行するに当たってご協力頂いた(財)かき研究所の所員の方々に感謝する。

## 〔参考文献〕

- 1) 北村恭男・羽島修：神鋼パテック技報 Vol. 35, No. 1 (1991), p. 31
- 2) 「活魚大全」汙過システム p. 274：フジテクノシステム (1990)
- 3) 藤田賢二：「急速ろ過池における最適過洗速度について」, 工業用水, 132, 9, (1969)
- 4) 藤田賢二：「急速ろ過池における洗浄に関する諸元の水理学的考察」, 水道協会誌, 455, 8, (1972)
- 5) 羽島 修：「自動サイフォン・フィルターの下水三次処理向け適用実験」神鋼ファウドラ・ニュース Vol. 24, No. 1 (1980), p. 13