

海域における養魚場の海水交流に関する研究— I *

網仕切り式養魚場の海水交流

杉本仁弥・久岡 実・野上和彦・竹内 脩・鈴木正也

STUDIES ON SEA WATER EXCHANGE IN FISH FARM— I EXCHANGE OF SEA WATER IN FISH FARM SURROUNDED BY NET

Hitomi SUGIMOTO · Minoru HISAOKA · Kazuhiko NOGAMI
Osamu TAKEUCHI and Masaya SUZUKI

The present work deals with the exchange of sea water in the Megishima and Ieshima fish farms.

The tidal currents measured by the current meter and current drags in the Megishima fish farm are shown in Figs. 2 and 3. The current velocity in this fish farm was only a quarter of the outside of it because of being decreased by the net and embankment resistances (Fig. 5). The volume of exchanged water calculated from the current velocity during one tide is given as in Table 2. It is about ten times as large as the volume of fish farm at low water.

The water qualities at high and low water are shown in Tables 3 and 4. The turbidity and COD values within the fish farm were larger than those of neighborhood. This was considered to be due to the bottom mud stirred up by the strong current of neighborhood owing to shallow depth of the fish farm. But the dissolved oxygen did not indicate any decreasing despite of the increment of turbidity and COD values, because the volume of water exchanged by tidal current in this farm was very large.

The qualities of bottom mud are shown in Table 5. The ignition loss, sulfide amounts and oxygen consumption of mud in this fish farm were also larger than those obtained from the outside of it. It is feared that the dissolved oxygen of sea water will decrease, if the polluted substances of bottom mud increase beyond the present level.

The tidal currents measured by the current meter and current drags in the Ieshima fish farm are shown in Figs. 9 and 10. The current in this fish farm showed decrease in velocity by the resistance from the net, and the velocity was about a half of that in the outside of it (Fig. 11). The volume of exchanged water in one tide as shown in Table 9 is about one point three times as large as the volume of this fish farm at low water.

The water qualities at high and low water are shown in Tables 10 and 11. The turbidity and COD values at Sts. 6, 9 and 10 were larger than those of the other stations. The high values at St. 6 were considered to be derived from the dissolved substances in food and from the shortage of exchanged water, but the causes of their distinct values seen at Sts. 9 and 10

* 内海区水産研究所業績第113号。

were unknown.

The qualities of bottom mud are shown in Table 12. The sulfide amounts and oxygen consumption of mud at Sts. 3 and 6 were larger than the other stations. This was considered to be caused by the submerged food from St. 6. In conclusion, the bottom mud of the present fish farm except St. 6 is comparatively clean, but it may be suggested that the polluted substances in bottom mud will be accumulated and their distribution will be broadly extended with years owing to the incomplete exchange of sea water.

養魚場内の海水交換量を知るためには、養魚場の水容積と養魚場への海水の流入量ならびに流出量を求める必要があるといわれている(前川・1964, 福田・1965)。養魚場の海水交換量の測定方法も中村(1962)、速水(1962)、山田(1964)、井上(1965)らによって順次明らかにされつつある。

しかし地形によって養魚場の海水交換のしかたはかなり異なっていて一律に論ずるわけにはいかず、個々の養魚場については地形に応じた調査方法をたてて測定する必要がある。筆者らは香川県女木島にある網囲い式の養魚場(1964年8月22日)、および兵庫県家島にある湾網仕切り式の養魚場(1964年8月26日)について海水交換量の調査を主とし、養魚場の環境変動について調査を行なった。ここに調査の結果および交換量についてとりまとめて報告する。

調査にあたって種々ご配慮をいただき、養魚日誌記帳に協力いただいた香川県水試篠岡増殖部長、女木島養魚場の職員の方々に深謝申しあげる。

調 査 の 方 法

養魚場の面積および水容積

女木島養魚場については業者から提供を受けた養魚場の深淺図を用いて、等深別の面積をプランメーターで求め、その深度別面積に等深別水深の平均値を乗じて水容積とし、合計して養魚場の基準水面の水容積を求めた。潮位の変動は潮位計(リシャル式自記検潮器)を養魚場内に設置し実測し、潮位による水容積の変動は養魚場の面積に1時間ごとの潮差を乗じて求めた。

家島養魚場については、音響測深機(日本電気製S D-1500型)を用いて養魚場内外水域の深淺を実測し、測定船の航路は陸上の2点からトランジットを用いて同時に測定して求めた。

養魚場内外の流向と流速

養魚場の仕切り網の外側100m~200mの位置に定点を設け、流速計(東邦電探製CM-2型)を用いて、24時間の流向流速の変化を測定し、また漲潮時と落潮時に養魚場内外水域に海流板をおのおの3個ずつ流し、陸上の2点からトランジットを用いて海流板の位置を適宜測定し流向と流速を求めた。海流板は海洋観測法(1949)に準拠して作製したが、風力の影響を除くため水上部は30cmとし水中部は1mとした。なお家島養魚場の流速測定時は風力2のため、水上部は5cmとした。

養魚場内外水域の水質

養魚場内外水域におのおの4~5点の測点を設け、高潮時と低潮時の2回上中下層の3点の採水を行ない溶存酸素、CODの測定を海洋観測指針(1955)、水質汚濁調査指針(1958)に準拠して実施した。なお水温塩素量は塩分検出計(東邦電探製FN型)を使用して1mおきに、また濁度については濁度計(別製NC型ライトパス0.5m)を使用して1mおきに測定を行なった。

養魚場の底質

上記採水測点でエックマンバージ型採泥器(15cm×15cm)を用いて採泥し、底質の灼熱減量、硫化物、COD、泥粒組成について水質汚濁調査指針に準拠して測定した。

養魚の成績

業者に養魚日誌を記帳してもらふこととし、その事項は1日の投餌量、餌の種類、種苗入手数、へい死数出荷数、体重および魚病発生である。

調 査 の 結 果 と 考 察

女木島養魚場養

魚場の面積および水容積

業者から提供を受けた養魚場の深淺図を第1図-1に示した。図にみられるように水深2~5mの部分が養魚場の大半を占める比較的浅い養魚場である。また仕切り網の外周に防波のため3箇所捨て石の堤防が設けてある。この図を福田(1965)の深淺図(第1図-2)と対比すると多少の相違が認められる。この原因についてはつまびらかでない。今回は業者から受けた基準水面からの深淺図にもとづいて計算を行なっ

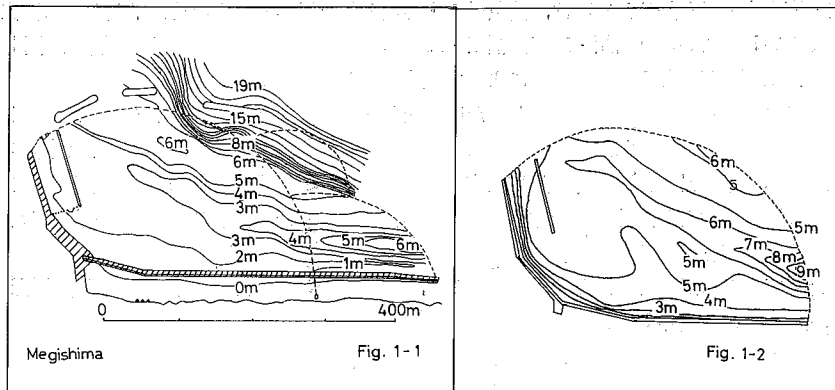


Fig. 1. Depth of sea of the Megishima fish farm from standard.

Table 1. Volume of the Megishima fish farm.

Depth	Dimension	Volume
m	m ²	m ³
1 ~ 2	11102	16653.5
2 ~ 3	24599	61497.5
3 ~ 4	10484	36694
4 ~ 5	6417	28876.5
5 ~ 6	1366	7513
6 ~ 7	602	3913
7 ~ 8	487	3652.9
8 ~ 9	315	2677.5
9 ~ 10	176	1672
10 ~ 11	142	1491
11 ~ 12	320	3680
12 ~ 13	167	2112.5
13 ~ 14	22	297
Total	56199	170780

た。計算の結果は第1表に示したが、その面積は56,199m²、基準水面の水容積は170,730m³である。

養魚場内外水域の流向

定点において30分おきに流速計で測定した結果を第2図に、海流板による流向を第3図に、またその時の潮位の変化を第4図に示した。

図にみられるように漲潮時には主として西流し、落潮時には東流している。転流時は、養魚場外水域においては高潮時前0.5時間、低潮時後4時間の2回、定点の位置で高潮時前1時間、低潮時後2時間の2回、および養魚場内水域では高潮時前1時間、低潮時後1時間の2回であって、沿岸近くなるにつれて転流時が早くなり、東流の時間が短かく西流の時間が長くなっている。この原因としては養魚場の東側の地形がやや突出しているため、東流時には沿岸近くで環流を生じるのではないかと考えた。転流時には流向はやや乱れ複雑となるが、この時点以外は東流と西流の繰り返し

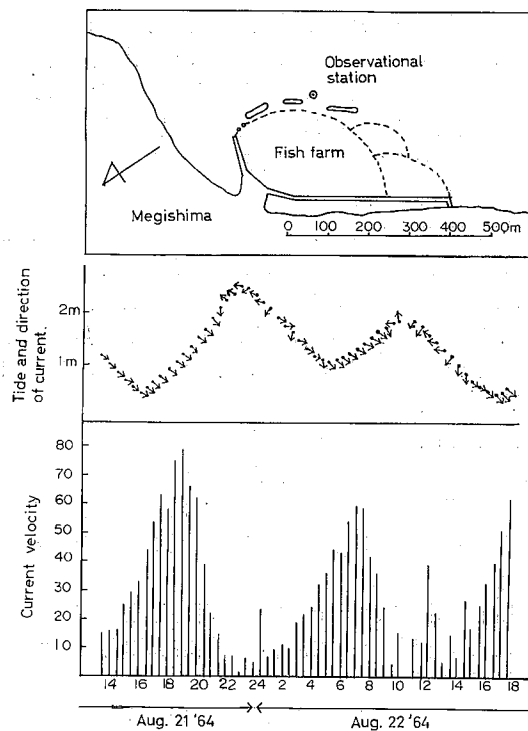


Fig. 2. Current by current meter at the observational station of the Megishima fish farm.

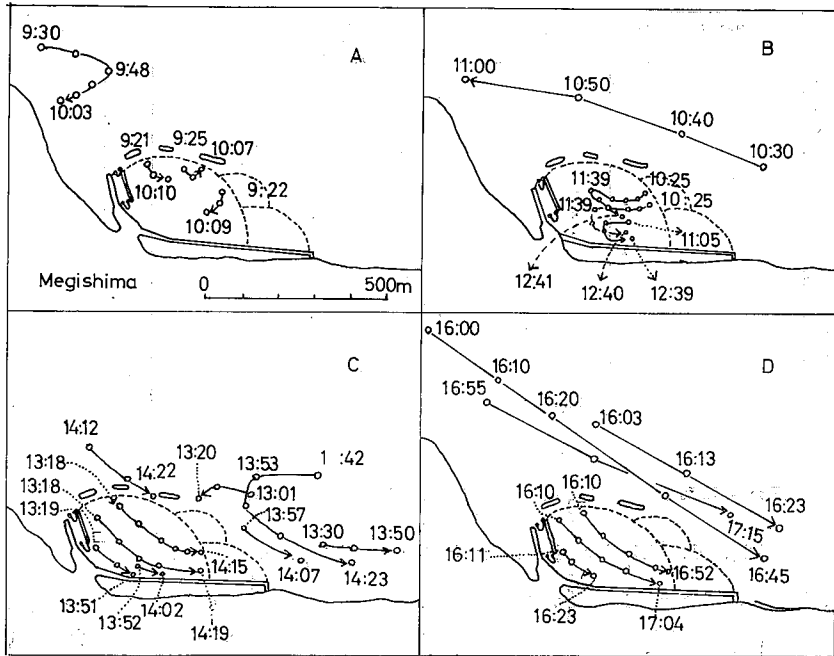


Fig. 3. Current by current drags in the Megishima fish farm.

してあって単調であるといえる。

養魚場内外水域の流速

養魚場内外水域の流速の時間的な変化を第5図に示した。図にみられるように両水域間の流速はかなり相違し、養魚場内水域の流速は場外の流速の約25%にまで低下している。養魚場内の最大流速は12cm/secにすぎず、福田の観測した最大流速18.1cm/secと比較するとややおそいが、養魚場全域の平均流速をとるとほぼ等しい結果となる。減速する原因としては、養魚場が岸近くであること、養魚場の外側に捨て石の防波堤が設けてあること、さらに仕切り網の抵抗などが考えられる。

養魚場の海水交流量

養魚場内の流向は前述したように、その大半が東流と西流の繰り返しとみなすことができ、その流速は1m層で3~12cm/secである。一方この流向に沿った養魚場の長さは390mであり、また水深も2~5mの範囲が大半を占めていることからみて、潮流による養魚場内の海水交流は盛んであるといえる。

いま1m層の流速を用いて、8月22日4時48分~16時08分の1潮時間の海水交流量の計算を行なった。計算にあたって養魚場内の未測定時(4時48分~9時20分)の流速は定点の流速に前述した0.25の値を乗じて流速とした。潮流による海水の交流量は次式によって各1時間ごとに増減する水量を求めた。

$$1 \text{ 時間当りの交流量} = (\text{面積} \times \text{潮差の平均} + \text{基準水面の水深}) \times \frac{1 \text{ 時間当りの流速}}{\text{養魚場の長さ (390m)}}$$

また潮位の変動によって生じる海水交流量は養魚場の面積に1時間ごとの潮差を乗じて求めた。計算の結

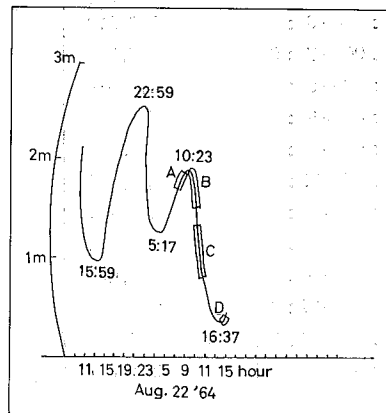


Fig. 4. Relation between tide and observational hours.

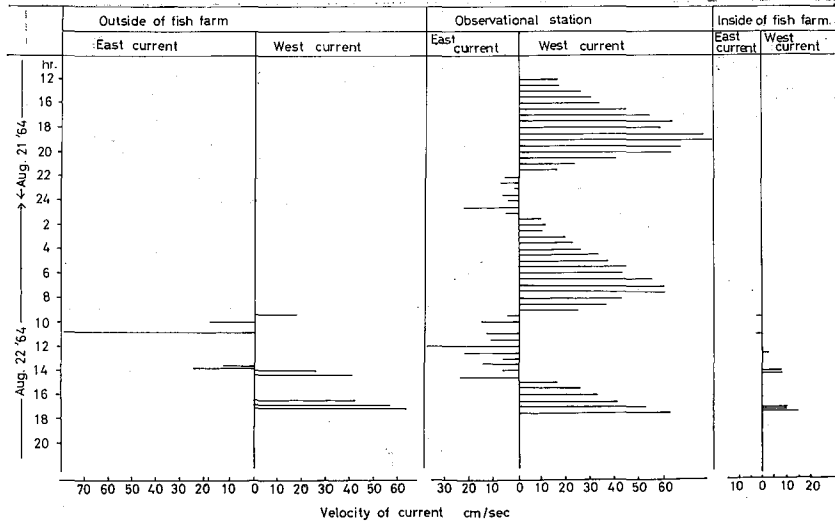


Fig. 5. Velocity of current in the Megishima fish farm.

Table 2. Volume of exchange of water of the Megishima fish farm.

Hours	Volume of water in fish farm	Volume of inflow	Volume of outflow
	m ³	m ³	m ³
4 : 48 ~ 6 : 00	252,218	246,068	241,011
6 : 00 ~ 7 : 00	257,275	322,573	311,334
7 : 00 ~ 8 : 00	268,514	350,059	338,820
8 : 00 ~ 9 : 00	279,753	220,650	216,717
9 : 00 ~ 9 : 55	283,686	78,453	76,968
9 : 55 ~ 11 : 00	285,371	75,838	82,268
11 : 00 ~ 12 : 00	276,941	73,645	93,314
12 : 00 ~ 13 : 00	257,272	68,219	87,888
13 : 00 ~ 14 : 00	237,603	168,303	187,410
14 : 00 ~ 15 : 00	218,496	233,790	247,839
15 : 00 ~ 16 : 08	204,447	224,459	227,829
16 : 08	201,077	—	—
Total	—	2,062,057	2,111,398

果は第2表に示した通りであり、流入量は2,062,057 m³、流出量は2,111,397 m³となる。井上らは流入量と流出量の平均値を交流量としてい

る。したがって8月22日4時48分~16時08分の交流量は2,086,727 m³であり、この日の低潮時の養魚場の水容積は201,077 m³であるので交流率は10.3と計算され

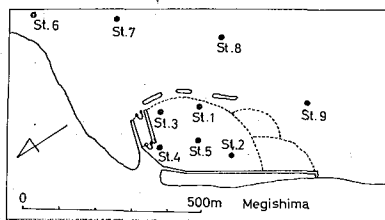


Fig. 6. Station numbers of sampling of water and bottom mud.

る。この交流率は井上 (1964) の大潮時の7.9の値よりやや高い。

養魚場内外水域の水質の変動

測点を第6図に調査の結果を第3, 4表に示した。

表にみられるように、水温、塩素量は上下層の差はほとんどなく、海水の混合のよく行なわれていることを示している。このことは前述したこの水域の流速および交流状況からみて当然の結果ともいえる。

しかし濁度、COD、溶存酸素量とも養魚場内外水域の

Table 3. Properties of water in the Megishima fish farm at high water (Aug. 21, '64).

Depth	Inside of fish farm														
	St. 1			St. 2			St. 3			St. 4			St. 5		
	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ
m	°C	%	ppm cc/l	°C	%	ppm cc/l	°C	%	ppm cc/l	°C	%	ppm cc/l	°C	%	ppm cc/l
0	28.1	17.130.77	19.05.17	28.1	17.180.71	16.65.76	28.0	17.170.81	13.24.78	28.0	17.210.70	12.45.01	28.1	17.180.70	10.86.05
1	28.0	17.170.81	14.75.06	28.1	17.180.73	—	28.0	17.170.89	—	28.0	17.210.77	—	28.0	17.210.70	—
2	28.0	17.170.89	—	28.1	17.180.73	13.26.38	28.0	17.170.94	9.14.85	28.0	17.210.81	9.16.82	28.0	17.210.73	9.95.70
3	27.9	17.171.21	21.95.22	28.1	17.180.73	—	28.0	17.171.11	—	28.0	17.211.05	—	28.0	17.210.75	—
4	—	—	—	28.0	17.210.62	17.45.22	28.0	17.171.97	16.65.30	27.9	17.241.36	11.65.60	28.0	17.211.09	8.34.58

Depth	Outside of fish farm											
	St. 6			St. 7			St. 8			St. 9		
	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ
m	°C	%	ppm cc/l	°C	%	ppm cc/l	°C	%	ppm cc/l	°C	%	ppm cc/l
0	28.0	17.130.55	12.45.48	28.0	17.170.52	9.46.83	28.1	17.170.48	9.216.40	28.1	17.210.41	9.16.16
1	28.0	17.130.59	—	28.0	17.170.52	—	28.1	17.170.48	—	28.0	17.250.52	—
2	28.0	17.170.60	—	28.0	17.170.52	—	28.1	17.170.52	—	28.0	17.250.52	—
3	27.9	17.210.60	—	28.0	17.170.53	—	28.7	17.170.59	—	28.0	17.250.55	—
4	27.9	17.210.66	—	28.0	17.170.55	—	28.1	17.170.70	—	28.0	17.250.55	—
5	27.9	17.210.64	—	28.0	17.170.57	—	28.1	17.170.70	—	28.0	17.250.53	—
6	27.9	17.210.64	—	28.0	17.170.57	—	28.0	17.210.66	—	28.0	17.250.39	8.36.41
7	27.9	17.210.64	—	28.0	17.170.57	—	28.0	17.210.70	—	28.0	17.25	—
8	27.9	17.210.64	—	28.0	17.170.59	10.86.12	28.0	17.210.71	—	28.0	17.25	—
9	27.9	17.210.68	—	28.0	17.170.64	—	28.0	17.21	5.05.17	28.0	17.25	—
10	27.9	17.210.70	—	28.0	17.170.64	—	28.0	17.21	—	28.0	17.25	—
11	27.9	17.270.73	—	28.0	17.170.64	—	28.0	17.21	—	28.0	17.25	—
12	27.9	17.21	12.45.99	27.9	17.210.77	—	28.0	17.21	—	28.0	17.25	—
13	27.9	17.21	—	27.9	17.210.81	—	28.0	17.21	—	28.0	17.25	12.05.43
14	—	—	—	27.9	17.210.71	—	28.0	17.21	—	—	—	—
15	—	—	—	27.9	17.21	—	28.0	17.21	—	—	—	—
16	—	—	—	27.9	17.21	9.96.33	28.0	17.21	—	—	—	—
17	—	—	—	27.9	17.21	—	28.0	17.21	—	—	—	—
18	—	—	—	28.0	17.21	—	28.0	17.21	9.95.43	—	—	—

Table 4. Properties of water in the Megishima fish farm at low water (Aug. 21, '64).

Depth	Inside of fish farm																			
	St. 1			St. 2			St. 3			St. 4			St. 5							
	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ		
m	° C	%	ppm cc/l	° C	%	ppm cc/l	° C	%	ppm cc/l	° C	%	ppm cc/l	° C	%	ppm cc/l	° C	%	ppm cc/l	ppm cc/l	
0	28.4	17.40	1.09	19.45.48	28.6	17.31	1.36	22.25.17	28.5	17.27	1.31	24.04.96	28.5	17.31	1.38	5.85.83	28.5	17.27	1.26	21.85.57
1	28.3	17.40	1.07	14.85.72	28.6	17.31	1.58	14.85.49	28.4	17.34	1.36	16.65.58	28.5	17.31	1.67	11.15.57	28.5	17.27	1.31	10.25.57
2	28.3	17.40	1.33	8.35.72	28.6	17.31	1.58	—	28.4	17.34	1.52	—	28.5	17.31	1.97	9.96.24	28.4	17.30	1.47	19.45.58
3	—	—	—	—	—	—	1.26	26.84.58	—	—	—	1.83	9.95.22	28.5	17.31	2.55	—	—	—	—

Depth	Outside of fish farm																		
	St. 6			St. 7			St. 8			St. 9									
	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ	W. T.	Cl	τ	
m	° C	%	ppm cc/l	° C	%	ppm cc/l	° C	%	ppm cc/l	° C	%	ppm cc/l	° C	%	ppm cc/l	° C	%	ppm cc/l	ppm cc/l
0	28.6	17.13	1.02	13.96.20	28.3	17.26	0.66	11.15.63	28.2	17.25	0.59	12.06.48	28.4	17.22	0.66	7.56.19	—	—	—
1	28.4	17.26	0.55	—	28.2	17.30	0.66	—	28.2	17.25	0.59	—	28.3	17.26	0.66	—	—	—	—
2	28.4	17.26	0.52	—	28.2	17.30	0.70	—	28.2	17.25	0.60	—	28.3	17.26	0.66	—	—	—	—
3	28.4	17.26	0.53	—	28.2	17.30	0.66	—	28.2	17.25	0.60	—	28.3	17.30	0.66	—	—	—	—
4	28.4	17.26	0.53	9.26.08	28.2	17.30	0.62	—	28.2	17.25	0.60	—	28.2	17.34	0.62	—	—	—	—
5	28.2	17.33	0.53	—	28.2	17.30	0.62	—	28.2	17.25	0.59	—	28.2	17.34	0.73	6.95.79	—	—	—
6	28.2	17.33	0.89	—	28.2	17.30	0.60	—	28.1	17.29	0.53	—	28.2	17.34	0.94	—	—	—	—
7	—	—	4.03	16.66.30	28.2	17.30	0.64	11.85.84	28.1	17.29	0.46	12.95.64	28.2	17.34	0.70	—	—	—	—
8	—	—	—	—	28.2	17.30	0.66	—	28.1	17.29	0.46	—	28.2	17.34	0.81	—	—	—	—
9	—	—	—	—	28.2	17.37	0.66	—	28.1	17.29	0.46	—	28.2	17.34	0.81	—	—	—	—
10	—	—	—	—	28.1	17.37	0.64	—	28.1	17.29	0.59	—	28.2	17.34	0.81	—	—	—	—
11	—	—	—	—	28.1	17.37	0.62	—	28.1	17.29	0.53	—	28.2	17.34	0.81	—	—	—	—
12	—	—	—	—	28.1	17.37	0.66	—	28.1	17.29	0.53	—	28.2	17.34	0.81	—	—	—	—
13	—	—	—	—	28.1	17.37	—	9.25.42	28.1	17.29	0.73	15.75.59	—	—	—	—	—	—	—

間には多少の相違が認められる。すなわち濁度については、養魚場内の方が大きく、高潮時には約 0.3、低潮時には約 0.6の差が認められ、とくに低潮時には養魚場外の約 2 倍の濁度を示している。このことは水深が浅く流速が比較的速度いため、底質がかくはんされて生ずる濁りの影響、また低潮時には場外の St. 6 の濁度も 1.02 と大きくかつその時は St. 6 の方向から流入していることから、場外の濁度の影響なども考えられる。

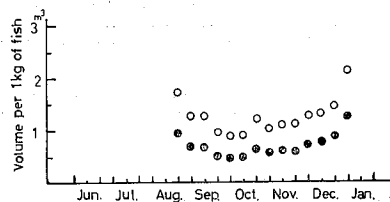


Fig. 7. Variation of volume of fish farm.

○ : High water ● : Low water

COD も濁度と同様の傾向を示し、高低潮時とも養魚場内の方が約 6 ppm 高く、最高は低潮時の 24 ppm であって、海水の交流は良好であるにもかかわらずかなり高い。この養魚場の放養尾数と水容積の関係は第 7 図に示したようになりかなり密であるので、魚類からの排泄物、および上述した濁度の要因物質などが COD の高い原因となっているものと考えられる。

溶存酸素量は養魚場内外水域とも過飽和または飽和に近い状況にあるが、養魚場内の方がやや少なく、上述した COD とは逆相関の関係にある。このように COD がやや高いにもかかわらず溶存酸素量の多いのは海水交流量の多いことに起因していると考えられる。

養魚場内外水域の底質の変動

調査の結果は第 5 表に示した通りである。

Table 5. Properties of bottom mud in the Megishima fish farm.

	St. No.	Ignition loss	Total sulfide	Oxygen consumed	Value of the arithmetic mean*
		%	mg/g	cc/g/l	mm
Inside of fish farm	1	4.96	0.34	0.926	0.22
	2	6.89	0.45	0.935	0.10
	3	4.96	0.55	0.880	0.27
	4	6.29	0.48	0.777	0.70
	5	7.82	0.59	1.192	0.40
Outside of fish farm	6	1.42	0.01	0.196	1.73
	7	1.77	0.01	0.355	2.96
	8	2.04	0.10	0.305	2.90
	9	2.22	0.01	0.302	1.83

* Cf. The table in the Ecology of Ensis (J. Mar. Biol. Ass. U. K. 1954 33 149)

表にみられるように HOLME の方法 (1954) にもとづいて計算を行なった底質の平均粒子は明らかに養魚場内の方が小さく、養魚場外の底質の平均粒子とはきわだった差を示している。このことは養魚場内の流速が養魚場外の流速の $\frac{1}{4}$ に低下していることに起因しているのであろう。水産ハンドブック (1962) に記載されている底流速とそこにたまる砂粒直径の関係とくらべると、養魚場外水域ではこの表の結果とはほぼ一致するが、養魚場内の底質の平均粒子は流速に比してやや大きい結果となっている。この原因はこの水域の海岸の砂粒が大きいことから推して、養魚場開設前の底質の状態が経過 5 年にすぎないので、まだ残存しているものと解釈される。したがって養魚場開設にともなう流速低下の影響は今後次第に現われ、平均粒子は小さくなっていくものと予測される。

また灼熱減量も明らかに養魚場内の方が多く、残餌、魚類の排泄物などの沈降のあることが推測されるが荒川 (1953, 1995) の報告にある瀬戸内海の一般泥の値に比してあまり大きい値ではない。

硫化物量および酸素消費量も灼熱減量と同様の傾向を示し、三者の値はほぼ相関して、養魚場内の底質は

養魚場外の底質に比べて汚染の進んでいることを示している。すなわち硫化物量は0.34~0.59mg/gであり、工場廃水汚染域では0.5mg/gを越えると底生生物の組成が変動し始めることが認められていて、杉本(1963)汚染の影響が現われ始める限度に近いと考えてよからう。

また酸素消費量は0.77~1.19mg/gであって、奥田(1951)の報告にある塩釜港内の底質の値(0.81cc/g)に近く、木村(1965)のカキ養殖場の値(0.5~4.5cc/g)よりやや低い値を示し、また稲葉(1959)の養鰻池の値(0.3~0.5cc/g)よりもやや高い値である。以上の調査例からみて酸素消費量の面からみた汚染は中程度と考えられる。

以上灼熱減量、硫化物量、および酸素消費量を総合してみても、この養魚場の底質の汚染度はあまり大きなものではないと判断された。

養魚の成績

調査の結果は第6表に示した通りである。この表から成肉量を計算すると361,711kgとなり、1kgの成肉を得るのに餌料は約7.58kgを要したことになるが、ゆくえ不明魚の成肉量はこの計算に加えなかったため、この量を考慮するとさらに良好な成績となる。

Table 6. Results of culture.

Date	Numbers of seedling	Numbers of death	Numbers of harvest	Numbers of remnant	Numbers of missing	Weight of fish	Weight of food
May. 21~31 '64	231,500	1,984	—	—	—	3.19~20.9 ^g	11,575.8 ^{kg}
Jun. 1~10 '64	57,900	3,381	—	—	—	2.94~16.6	21,250.0
Jun. 11~20 '64	134,200	6,230	—	—	—	17.0~37.5	27,375.0
Jun. 21~30 '64	25,400	4,012	—	—	—	11.0~94.0	51,210.0
Jul. 1~10 '64	—	2,322	—	—	—	—	68,910.0
Jul. 11~20 '64	—	1,291	—	—	—	—	102,937.5
Jul. 21~31 '64	—	—	—	—	—	—	158,385.7
Aug. 1~10 '64	—	—	—	—	—	—	167,233.7
Aug. 11~20 '64	—	—	—	—	—	—	180,540.0
Aug. 21~31 '64	—	—	12,043	—	—	400	213,232.5
Sep. 1~10 '64	—	—	9,427	—	—	570	309,712.5
Sep. 11~20 '64	—	—	9,762	—	—	710	240,738.7
Sep. 21~30 '64	—	—	25,277	—	—	800	225,221.2
Oct. 1~10 '64	—	—	33,618	—	—	940	314,287.5
Oct. 11~20 '64	—	—	41,679	—	—	1,000	205,991.2
Oct. 21~31 '64	—	—	38,532	—	—	1,090	157,848.7
Nov. 1~10 '64	—	—	24,805	—	—	1,150	114,712.5
Nov. 11~20 '64	—	—	16,133	—	—	1,160	97,575.0
Nov. 21~30 '64	—	—	14,914	—	—	1,180	33,750.0
Dec. 1~10 '64	—	—	17,471	—	—	1,220	24,000.0
Dec. 11~20 '64	—	—	27,107	—	—	1,282	14,625.0
Dec. 21~24 '64	—	—	12,473	—	—	1,221	2,462.5
Dec. 25~31 '64	—	—	36,678	—	—	1,220	—
Jan. 1~10 '65	—	—	7,631	—	—	1,180	—
Jan. 11~20 '65	—	—	2,851	—	—	1,100	—
Jan. 21~26 '65	—	—	6,450	10,000	—	1,100	—
Total	449,000	19,290	336,861	10,000	82,849	—	2,743,575.0

また月別の成長度も橋高(1959)の報告にある福良の値に比較するとややうまわわって良好である。しかし歩どまりは78%であって、この点では上乘の成績であるとはいえない。減耗要因の1つであるへい死は初期に集中し、小割内で餌付けの行なわれている時期である。このへい死原因については明らかでないが、餌付け不良、種苗輸送中の傷害、傷害に起因する細菌付着による衰弱などが考えられる。しかし減耗の大半はゆくえ不明魚であって、その割合は約18.5%である。不明魚の中にはかなりの逃逸魚があるようで、調査の時に養魚場外でハマチめあての一本つりが行なわれていて、1時間に2—3尾のつり上げが目撃された。小割のように仕切り網の点検も容易でないので逃逸の防止も困難と考えられるが、不明魚のやや多いのは問題である。

総括

最大収容時は第7図に示したように10月上旬で、この時の魚1kg当りの養魚場の水容積は約0.57m³、1潮時間に魚1kg当りの利用できる水量は約4.7m³である。また本調査時の魚1kg当りの水容積は約1.1m³、1潮時間に利用できる水量は約9.6m³である。このように水容積に対する収容密度は大きいのが、海水の交流はさわめて良く、とくに低潮時の水容積の小さい時に流速が速く、また高潮時の水容積の大きい時に流速のゆるやかなことは、溶存酸素給排の面で有利なことである。8月21日の溶存酸素の消長について計算を行なった結果は第7表に示す通りであり、高潮時前後の給水量の少ない時でも魚類、海水、底質などが消費する酸素の約2倍のものが残存するし、また10月上旬の最大収容時でも、約0.9倍の酸素が残存することになる。このことは水質の項で述べたように養魚場内の溶存酸素が過飽和また飽和に近い状態にあることからもうなずける。

反面流速の速いことは、この養魚場の浅いこととあいまって底質をかくはんし、濁りを助長している。しかしこの濁りは現状では溶存酸素を減少させるまでにいたっていないが、CODを高める要因となっていて、CODはやや高く有機物の多いことを示している。したがって海水交流の大きい好条件下にはあるけれども、底質の汚染が進めば、水質への影響は増加し、溶存酸素経済のバランスは悪化してくるおそれがある。

Table 7. Demand and supply of dissolved oxygen in the Megishima fish farm.

Hours	Volume of fish farm	Volume of inter-changed water	Supply of dissolved oxygen	Oxygen consumption			Remains of dissolved oxygen
				Fish	Water	Mud	
4:48~6:00	252.218	251.125	1,484,148.750	103,130.400	50,443.000	2,649.782	1,327,924.968
6:00~7:00	257.275	332.812	1,972,828.920	85,942.000	51,451.400	2,208.152	1,833,227.368
7:00~8:00	268.514	361.298	2,135,271.180	85,942.000	53,702.800	2,208.152	1,993,418.228
8:00~9:00	279.753	224.583	1,327,285.530	85,942.000	55,950.600	2,208.152	1,183,184.778
9:00~9:55	283.686	80.138	473,615.580	78,780.163	47,262.087	2,024.139	345,544.191
9:55~11:00	285.371	75.838	448,202.580	93,103.829	61,830.379	2,392.156	290,876.216
11:00~12:00	276.941	73.645	435,241.950	85,942.000	55,388.200	2,208.152	291,703.598
12:00~13:00	257.272	68.219	403,174.290	85,942.000	51,454.400	2,208.152	263,569.738
13:00~14:00	237.603	168.303	994,670.730	85,942.000	47,520.600	2,208.152	858,999.978
14:00~15:00	218.496	233.790	1,856,904.900	85,942.000	43,699.200	2,208.152	1,725,055.508
15:00~16:08	204.447	224.459	1,326,552.690	97,114.460	46,205.022	2,495.211	1,180,738.057
16:08	201.077						

家島養魚場

養魚場の面積および水容積

測深時の潮位変化を第8図に示した。図にみられるように調査開始時の潮位は63cm、終了時の潮位は58cmで、測深時中に5cmの潮位の変化が認められた。音響測深機による測定結果から作製した深浅図は第8図一

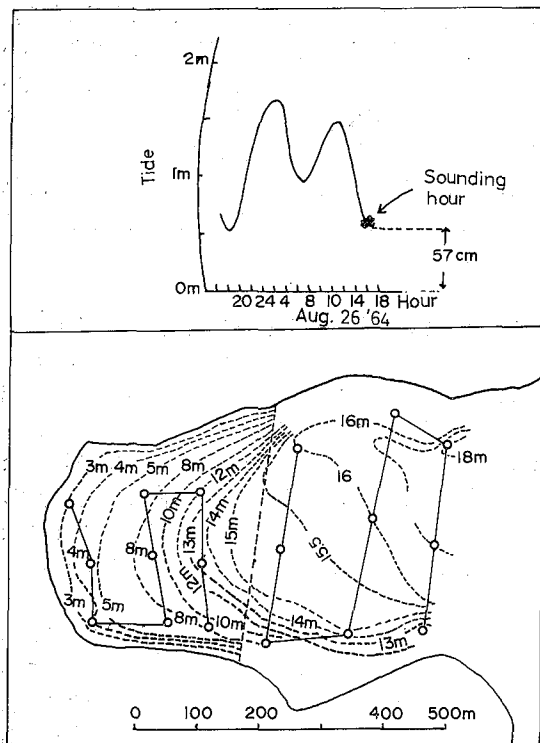


Fig. 8. Depth of the Ieshima fish farm by echo-sounder.

Table 8. Volume of the Ieshima fish farm

Depth by sounding	Depth from datum level	Dimension	Volume
0 ~ 3 m	0 ~ 2.42 m	10,110 m ²	12,233 m ³
3 ~ 4	2.42 ~ 3.42	9,690	28,294
4 ~ 5	3.42 ~ 4.42	12,330	48,333
5 ~ 8	4.42 ~ 7.42	21,150	125,208
8 ~ 10	7.42 ~ 9.42	11,970	100,787
10 ~ 12	9.42 ~ 11.42	7,740	80,650
12 ~ 13	11.42 ~ 12.42	4,950	59,004
13 ~ 14	12.42 ~ 13.38	4,920	59,040
14 ~ 15	13.38 ~ 14.38	3,750	48,375
15 ~ 15.5	14.38 ~ 14.83	5,160	75,336
Total		91,770	637,260

養魚場内へ流入し、反時計回りに流れて北寄りの方向から養魚場外へ流出していることを示し、この時の定点の流向も養魚場外の方向を示している。落潮盛期（第10図—B）には南寄りからの海水の流入幅は広く、養魚場内の海水の流れも南岸沿いに湾奥部に向かい、湾奥部に近づくにつれて反時計回りの方向に転じ

2に示す通りであるが、図中の実線は測定船の航走路で、破線は測深による記録から推定図示した等深線である。

この深淺図から養魚場外の深さは初めに測定したので-63cm、養魚場内の深さは終りに測定したので-58cmの補正を加えて基準水面の水容積を求めた。計算の結果は第8表に示す通りになり、その面積は91,770m²、水容積は637,260m³である。

養魚場内外水域の流向

定点において30分おきに流速計を用いて測定した結果を第9図に、海流板による結果を第10図に示した。

定点での測定結果は、定点を仕切り網の中央に設けたこと、また流速が意外にないことなどが原因となって、流向を十分に把握できなかった。しかし流向は短時間の内にかなり変動していて一定の方向に流れる期間は少なく、湾仕切り式養魚場の海水流動の複雑さを示している。また漲潮時にも湾奥の養魚場から養魚場外へ向かう流れのあることを示している。

海流板による流向の結果から、海水は落潮末期（第10図—D）には養魚場の南寄りから

ている。この時には定点の流れはなかったが、その前後の流向は養魚場外を指向していることからみて、落潮末期と同様に北寄りの位置から海水は養魚場外へ流出しているものと推測される。漲潮時（第10図—B）には湾口の海水は湾奥の方向に流入する傾向を示すが、その流向は南岸寄りにかたより、養魚場内の流向は前述の2例程顕著ではないが、湾奥部では反時計回りの方向に転じる傾向を示している。この時の定点の流向は一時養魚場外を指向して、養魚場内から養魚場外へ海水は流出することをしきしている。以上の結果から推察してこの養魚場での大きな流れは南岸寄りの方向から海水は流入し、反時計回りに養魚場内を流動して、北寄りの方向から流出しているものと推定した。

養魚場内外水域の流速

流向を養魚場内の方向と養魚場外方向へと整理し、流速の時間的な変動を第11図に示した。

図にみられるように養魚場内の流速は 2.4 ~ 6.6cm/sec であり、養魚場外の流速と比較すると約46%に減速している。この減速する原因としては仕切り網の抵抗、および養魚場

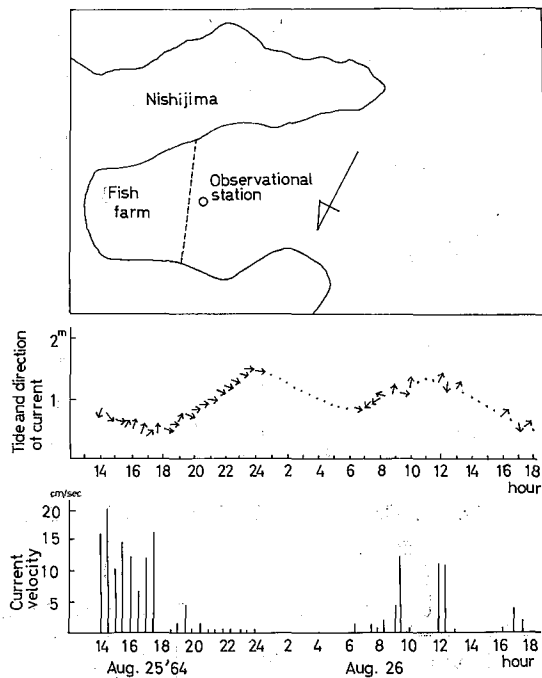


Fig. 9. Current by current meter at the observational station of the Ieshima fish farm.

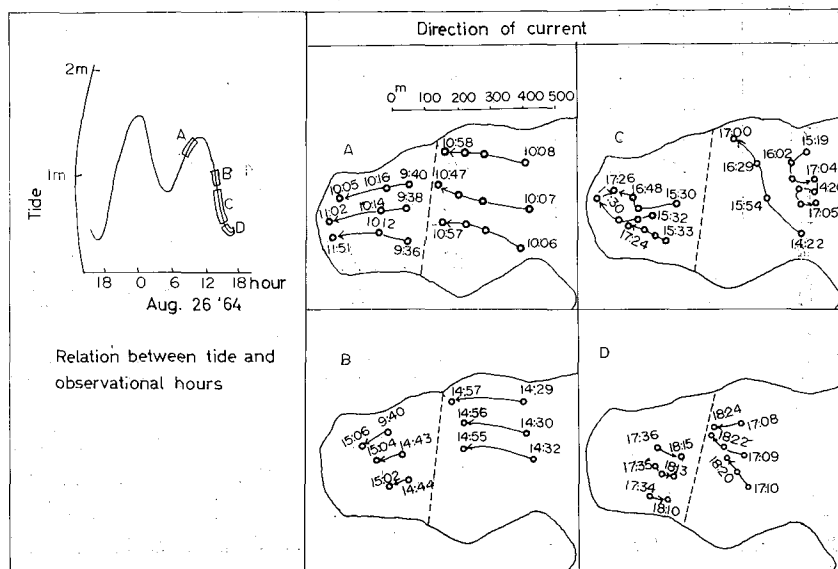


Fig. 10. Current by current drags in the Ieshima fish farm.

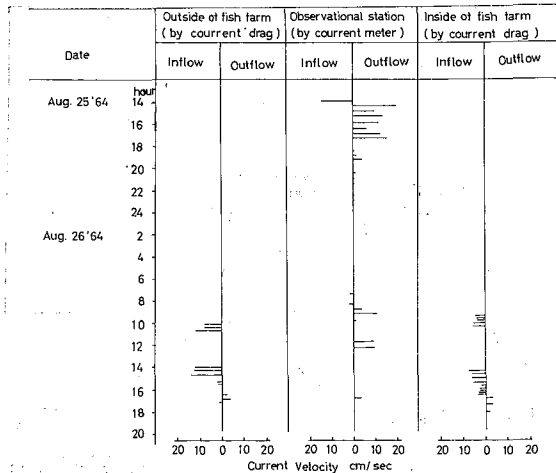


Fig. 11. Current velocity in the Ieshima fish farm.

Table 9. Volume of exchange of water of the Ieshima fish farm.

Hours	Tide	Volume of inflow	Volume of outflow	Current velocity
5:58~7:00	0.93~0.98	59,815	55,227	3.2
7:00~8:00	0.98~1.06	60,113	52,772	3.2
8:00~9:00	1.06~1.22	61,019	46,336	3.2
9:00~10:00	1.22~1.38	75,845	61,162	3.9
10:00~11:24	1.38~1.48	108,664	99,487	5.5
11:24~13:00	1.48~1.39	108,664	116,923	5.5
13:00~14:00	1.39~1.24	107,107	120,872	5.5
14:00~15:00	1.24~1.01	125,585	146,692	6.6
15:00~16:00	1.01~0.76	90,470	113,412	4.9
16:00~17:00	0.76~0.59	43,112	58,712	2.4
17:00~18:06	0.59~0.52	42,602	44,455	2.4
Total		882,996	916,100	

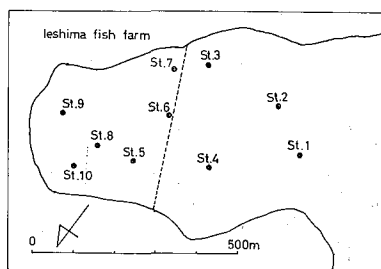


Fig. 12. Station numbers of sampling of water and mud.

が湾奥部にあり袋状をなしているという地形から生じる抵抗などが考えられる。

養魚場の海水交換量

養魚場は水深4~15mの範囲がその大半を占めている。したがって1m層の流速をもって養魚場内全域の流速を代表することはやや問題であるが、水深別の流速の調査を行なわなかったため、この流速を用いて計算をこころみた。計算にあたって前述したように養魚場内の海水の流動は反時計回りに環流し、仕切り網の半面から流入し、半面から流出するものと仮定した。またこの環流に沿った養魚場の長さは700mである。以上の数値を用いて前述の計算式で計算した結果を第9表に示した。すなわち8月26日5時58分~18時06分の1潮時間に流入する海水は882,996m³であり、流出する海水は916,100m³となる。した

がって1潮時の交換量は899,548m³となり、低潮時の水容積は684,980m³であるので交換率は1.31となる。

養魚場内外水域の水質の変動

調査測点を第12図に、調査結果を第10表と第11表に示した。

高潮時、低潮時とも、塩素量の分布は全般に養魚場内の方が養魚場外に比してやや低いが、南岸沿いの水域(St. 3, 6, 7)はやや高く、北岸沿いの水域(St. 4, 5, 8)はやや低い値を示している。前述したように南寄りから海水は流入し反時計回りに環流して北寄りから流出することを示している。また塩素量は深さが増すにつれて順次高くなっていて、上下の海水の混合はあまりないことを

Outside of fish farm

Depth	St. 1				St. 2				St. 3				St. 4								
	W. T.	Cl	τ	COD	O ₂	W. T.	Cl	τ	COD	O ₂	W. T.	Cl	τ	COD	O ₂	W. T.	Cl	τ	COD	O ₂	
	° C	%	ppm	cc/l	cc/l	° C	%	ppm	cc/l	cc/l	° C	%	ppm	cc/l	cc/l	° C	%	ppm	cc/l	cc/l	
m	27.6	17.05	0.57	—	—	27.1	17.34	0.29	5.8	5.48	27.1	17.23	0.33	4.6	5.17	27.2	17.26	0.18	9.9	4.96	—
0	27.6	17.05	—	—	—	27.1	17.34	—	—	—	27.2	17.33	—	—	—	27.2	17.26	—	—	—	—
1	27.4	17.05	0.59	—	—	27.1	17.34	0.26	—	—	27.1	17.33	0.35	—	—	27.2	17.26	0.29	—	—	—
2	27.4	17.05	—	—	—	27.0	17.33	—	—	—	27.1	17.33	—	—	—	27.2	17.26	—	—	—	—
3	27.4	17.05	—	—	—	27.0	17.33	—	—	—	27.1	17.33	—	—	—	27.2	17.26	—	—	—	—
4	27.4	17.05	0.55	—	—	27.0	17.33	0.26	—	—	27.1	17.33	0.37	—	—	27.2	17.26	0.35	—	—	—
5	27.4	17.05	—	—	—	27.0	17.33	—	—	—	27.1	17.33	—	—	—	27.2	17.22	—	—	—	—
6	27.3	17.09	0.53	—	—	27.0	17.33	0.23	—	—	27.1	17.37	0.38	—	—	27.2	17.22	0.37	—	—	—
7	—	—	—	—	—	27.0	17.29	—	—	—	27.1	17.39	—	—	—	27.2	17.22	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	27.0	17.29	0.27	—	—	27.1	17.39	0.38	—	—	27.2	17.22	0.41	—	—	—
9	—	—	—	—	—	27.0	17.29	—	—	—	27.1	17.39	—	—	—	27.2	17.22	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	27.0	17.25	0.29	10.8	5.75	27.1	17.36	0.38	9.6	5.49	27.1	17.26	0.45	9.6	5.58	11.6
11	—	—	—	—	—	27.0	17.25	—	—	—	27.1	17.39	—	—	—	27.2	17.26	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	27.0	17.25	0.29	—	—	27.1	17.39	0.38	—	—	27.1	17.21	0.41	—	—	—
13	—	—	—	—	—	27.0	17.25	—	—	—	27.1	17.39	—	—	—	27.0	17.25	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	27.0	17.25	0.30	—	—	27.1	17.39	0.40	—	—	27.0	17.25	0.41	—	—	—
15	—	—	—	—	—	27.0	17.25	—	—	—	27.1	17.39	—	—	—	27.0	17.25	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	27.0	17.25	0.30	—	—	27.1	17.39	0.41	—	—	27.0	17.25	0.45	—	—	—
17	—	—	—	—	—	27.0	17.25	—	—	—	27.1	17.39	—	—	—	27.0	17.25	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	26.9	17.28	0.33	—	—	27.1	27.39	0.50	—	—	26.9	17.28	0.71	—	—	—
19	—	—	—	—	—	26.9	—	—	—	—	26.9	17.44	—	—	—	26.8	17.32	—	—	—	6.6
20	—	—	—	—	—	26.8	—	—	31.5	5.72	26.8	17.47	0.70	10.8	4.59	26.8	17.32	0.87	28.5	5.22	—

Table 11. Properties of water in the Ieshima fish farm at low water (Aug. 26 '64)

Depth	Inside of fish farm																			
	St. 5				St. 6				St. 7				St. 8				St. 9			
	W. T.	Cl	τ	COD O ₂	W. T.	Cl	τ	COD O ₂	W. T.	Cl	τ	COD O ₂	W. T.	Cl	τ	COD O ₂	W. T.	Cl	τ	COD O ₂
m	°C	%	ppm	cc/l	°C	%	ppm	cc/l	°C	%	ppm	cc/l	°C	%	ppm	cc/l	°C	%	ppm	cc/l
0	28.1	17.06	0.62	17.14.09	27.9	17.05	0.79	28.14.17	27.8	17.09	0.40	31.54.99	28.0	17.01	0.66	13.24.36	28.8	17.01	1.16	24.85.00
1	28.1	17.05	—	—	27.9	17.05	—	—	27.8	17.09	—	—	28.0	17.01	—	—	27.5	17.45	—	—
2	28.1	17.06	0.62	—	27.7	17.14	0.75	—	27.8	17.09	0.37	—	28.0	17.01	0.59	—	27.2	17.46	0.81	37.35.06
3	27.6	17.18	—	—	27.6	17.14	—	—	27.7	17.10	—	—	28.0	17.01	—	—	27.6	17.17	—	—
4	27.6	17.18	0.40	—	27.6	17.14	0.66	—	27.6	17.13	0.32	—	27.6	17.18	0.33	—	27.6	17.17	0.35	—
5	27.6	17.18	—	—	27.6	17.14	—	—	27.6	17.13	—	—	27.6	17.18	—	—	27.5	17.17	—	31.85.08
6	27.5	17.13	0.38	—	27.5	17.17	0.62	—	27.6	17.13	0.37	—	27.6	17.18	0.35	8.34.45	—	—	—	—
7	27.5	17.13	—	—	27.4	17.17	—	—	27.6	17.13	—	—	27.5	17.13	—	—	—	—	—	—
8	27.4	17.18	0.38	9.94.44	27.4	17.17	0.64	—	27.5	17.13	0.37	33.94.48	27.5	17.13	0.35	—	—	—	—	—
9	27.4	17.18	—	—	27.4	17.17	—	—	27.5	17.13	—	—	27.5	17.13	—	—	—	—	—	—
10	27.4	17.18	0.41	—	27.4	17.17	0.64	33.94.12	27.4	17.17	0.38	—	27.5	17.13	0.37	—	—	—	—	—
11	27.4	17.18	—	—	27.4	17.17	—	—	27.4	17.18	—	—	27.4	17.18	—	—	—	—	—	—
12	27.3	17.17	0.43	—	27.4	17.17	0.64	—	27.2	17.21	0.41	—	27.4	17.18	—	—	—	—	—	—
13	27.3	17.17	—	—	27.3	17.17	—	—	27.0	17.21	—	—	27.3	17.21	—	14.74.78	—	—	—	—
14	27.3	17.17	0.40	—	27.2	17.21	0.66	—	27.0	17.21	0.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	27.0	17.25	—	—	27.2	17.17	—	—	27.0	17.21	—	28.54.00	—	—	—	—	—	—	—	—
16	27.0	17.21	0.53	31.54.64	27.2	17.17	0.62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	27.2	17.17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	27.0	17.17	0.71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	27.0	17.17	—	9.94.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Outside of fish farm

Depth	St. 10						St. 1						St. 2						St. 3						St. 4							
	W. T.		C1		τ		COD O ₂		W. T.		C1		τ		COD O ₂		W. T.		C1		τ		COD O ₂		W. T.		C1		τ		COD O ₂	
	° C	%	ppm	cc/l	° C	%	ppm	cc/l	° C	%	ppm	cc/l	° C	%	ppm	cc/l	° C	%	ppm	cc/l	° C	%	ppm	cc/l	° C	%	ppm	cc/l	° C	%	ppm	cc/l
0	28.0	17.09	1.41	25.75	17.13	0.27	13.25	27.4	17.13	0.27	13.25	27.5	17.17	0.29	19.94	27.8	17.17	0.38	38.95	28.0	17.09	0.66	31.54	28.0	17.09	0.66	31.54	28.0	17.09	0.66	31.54	
1	28.0	17.09	—	—	27.4	17.13	—	—	27.5	17.17	—	—	27.5	17.17	—	—	27.8	17.17	—	—	28.0	17.09	—	—	28.0	17.09	—	—	—	—	—	—
2	28.0	17.09	1.36	—	27.4	17.13	0.27	—	27.4	17.21	0.32	—	27.4	17.21	0.32	—	27.8	17.17	0.35	—	28.0	17.09	0.29	—	28.0	17.09	0.29	—	—	—	—	—
3	27.9	17.13	—	—	27.4	17.13	—	—	27.4	17.21	—	—	27.4	17.21	—	—	27.5	17.21	—	—	28.0	17.09	—	—	28.0	17.09	—	—	—	—	—	—
4	27.6	17.21	0.68	—	27.4	17.13	0.27	—	27.2	17.30	0.33	—	27.2	17.30	0.33	—	27.5	17.21	0.35	—	27.4	17.17	0.26	—	27.4	17.17	0.26	—	—	—	—	—
5	27.5	17.21	—	—	27.4	17.13	—	—	27.2	17.30	—	—	27.2	17.30	—	—	27.5	17.21	—	—	27.4	17.17	—	—	27.4	17.17	—	—	—	—	—	—
6	27.5	17.21	0.70	29.85	27.2	17.18	0.29	—	27.2	17.30	0.33	—	27.2	17.30	0.33	—	27.4	17.25	0.35	—	27.4	17.17	0.24	—	27.4	17.17	0.24	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	27.2	17.18	—	—	27.2	17.30	—	—	27.2	17.30	—	—	27.3	17.29	—	—	27.4	17.17	—	—	27.4	17.17	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	27.2	17.25	0.29	—	27.2	17.30	0.33	—	27.2	17.30	0.33	—	27.3	17.29	0.35	—	27.3	17.29	0.24	—	27.3	17.29	0.24	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	27.2	17.25	—	—	27.2	17.30	—	—	27.2	17.30	—	—	27.3	17.29	—	—	27.3	17.29	—	—	27.3	17.29	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	27.2	17.25	0.29	4.54	27.2	17.25	0.29	4.54	27.1	17.29	0.37	41.45	27.3	17.29	0.35	45.54	27.3	17.29	0.26	17.44	27.3	17.29	0.26	17.44	27.3	17.29	0.26	17.44
11	—	—	—	—	27.2	17.25	—	—	27.2	17.25	—	—	27.1	17.29	—	—	27.3	17.29	—	—	27.3	17.29	—	—	27.3	17.29	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	27.2	17.25	0.30	—	27.2	17.25	0.30	—	27.1	17.29	0.38	—	27.3	17.29	0.40	—	27.2	17.25	0.30	—	27.2	17.25	0.30	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	27.1	17.25	—	—	27.1	17.29	—	—	27.1	17.29	—	—	27.2	17.29	—	—	27.2	17.25	—	—	27.2	17.25	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	27.0	17.29	0.33	—	27.0	17.32	0.37	—	27.0	17.32	0.37	—	27.1	17.29	0.48	—	27.2	17.25	0.37	—	27.2	17.25	0.37	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	27.0	17.32	—	—	26.8	17.32	—	—	26.8	17.32	—	—	27.0	17.29	—	—	27.0	17.25	—	—	27.0	17.25	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	27.0	17.32	0.33	—	26.8	17.32	0.40	—	26.8	17.32	0.40	—	27.0	17.29	0.53	—	27.0	17.25	0.37	—	27.0	17.25	0.37	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	26.8	17.36	—	—	26.8	17.32	—	—	26.8	17.32	—	—	26.8	17.29	—	—	26.8	17.25	—	—	26.8	17.25	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	26.8	17.40	0.41	—	26.8	17.32	0.45	—	26.8	17.32	0.45	—	26.8	17.29	0.52	14.14	26.8	17.25	0.37	—	26.8	17.25	0.37	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	26.8	17.40	—	20.74	26.8	17.32	—	—	26.8	17.32	—	—	26.8	17.29	—	—	26.8	17.25	—	—	26.8	17.25	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	26.7	17.36	—	33.84	26.7	17.36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

示している。このことは流速のゆるやかなことに起因しているといえる。

濁度の分布は養魚場内水域の方が養魚場外水域よりも高く、養魚場奥部のSt. 9, 10は高潮時、低潮時共に高い値を示している。さらに低潮時にはえさ場の St. 6 を中心として養魚場内外水域にわたって底層まで濁度の高い水域の生じているのが特徴的である。調査日には St. 6 のえさ場において、1日中投餌がなされてい、餌料から生じる濁度がこの養魚場の濁度の1要因をなしており、また海水流動があまりよくないために、底層までほぼ垂直に濁度の高い水域を生じているものと考えられる。

CODの値もこの濁度の分布とほぼ相関し、養魚場奥部にかなり高いCODを示す水域があり、またえさ場の St. 6 を中心とした養魚場内外水域にCODの高い範囲が認められる。このえさ場周辺のCODの高い要因は餌料から流出する可溶物によるものと考えられるが、養魚場奥部でCODの値が高くなっている要因については明らかでない。

養魚場内外水域の底質の変動

採泥点は採水点と同一の位置であり、調査の結果は第12表に示した通りである。

Table 12. Properties of bottom mud in the Ieshima fish farm (Aug. 26 '64)

	St. No.	Ignition loss	Total sulfide	Oxygen consumed	Value of the arithmetic mean
		%	mg/g	mg/g/l	mm
Inside of fish farm	5	6.38	0.14	0.165	1.76
	6	10.00	0.44	1.139	0.08
	7	—	—	—	—
	8	4.39	0.09	0.104	1.03
	9	2.41	0.06	0.089	1.54
	10	1.83	0.04	0.051	0.91
Outside of fish farm	1	12.00	0.33	0.503	0.21
	2	11.40	0.18	0.377	0.08
	3	11.35	0.22	1.133	0.12
	4	11.81	0.30	0.783	0.10

底質の粒子径は養魚場内の方が、St. 6を除いては養魚場外より大きい結果となっている。この海岸は米粒大からこぶし大の礫がその大半を占めていることからみて、浅い水域の底質の粒子径が比較的大きいのは当然であると考えられた。水深が18m以上の養魚場内外の各St. の底質の粒子は小さく、底流速のゆるやかであることを示している。

この傾向は灼熱減量にもよく現われていて、水深の深い底質は10%前後の値を示し、有機物の沈積の多いことを示している。

硫化物の値は、えさ場の St. 6 がやや高く、残餌の沈積による影響があると考えられるが、その他の底質は硫化物の値も低く、硫化物で表示される汚染はあまり進んでいない。

St. 6, St. 3の底質の酸素消費量は1 mg/g 以上を示して他の底質よりかなり高い。このことは残餌の影響はSt. 6から養魚場の St. 3の方向におよんでいることを示すものと解釈できる。

以上の結果からみて底質の汚染はえさ場を中心とした限られた範囲であり、養魚場開設後2年を経過した現状では、底質は比較的清浄な状態にあるといえる。

養魚の成績

業者に養魚日誌の記帳を依頼したが実施してもらえなかったのでその詳細は明らかでない。この養魚場の種苗購入量は60万尾であったが、8月の調査時点で約45万尾に減少していて、かなりの不明魚が生じている。しかしこの時の体重は約400gであるといわれ、成長はきわめて良好である。

不明魚の詳細は明らかでないが、調査当日、養魚場外水域でハマチの曳縄つりが行なわれている現状からみて逃逸魚もかなりあると推定された。

総 括

8月下旬が一応収容量の最大値に近い値を示すものと考えられるので、上述した体重400g、収容尾数45万尾として計算すると、魚1kg当りの水容積は3.8~4.5m³、流量を加えた1潮時間の魚1kg当りの使用水量は5.3m³となる。養魚成績の詳細は不明であるが、8月末の体重が約400gあることからかなり好成绩であろうと推定される。したがって本養魚場では、海水交流率はあまり良好でないので、1尾当りの水容積を大きく取って養魚が行なわれていると解釈される。

調査の結果では溶存酸素は飽和に近く極端な減少は認められなかったとはいえ、水質のCODがかなり高いことは、流量の少ないことと合わせて考えるとやや問題がある。また現在底質の汚染はえさ場を中心とした限られた範囲になっているが、開設後2年たつにすぎない点を考えると汚染度は高いと考えられる。幸いにこの養魚場は水深の深い利点はあるが、海水の交流が良好でないことから考えて、底質の汚染は経年的に蓄積していくことが予想されるので、この点今後留意しておくことが必要である。

文 献

- 荒川清・新田忠雄. 1953: 海底泥の分析法に関する研究. 内海区水研報告, (3).
———. 1965: 沿岸水質委託調査. 内海区水研刊行物C集, (3).
- 福田 清. 1965: 給排水機構と施設の計画設計. 水産土木, 2(1).
- 速水頌一郎. 1962: 蓄養—青島養魚場について. 沿岸海洋研究ノート, 1(2).
- 井上裕雄. 1965: 浅海養魚施設における海水交流と放養密度について. 水産増殖臨時号, 4.
- 稲葉伝三郎・鳥羽山照夫・上原良吾. 1959: 養鰻池の底質との関係. 水産増殖, 6(4).
- 橘高二郎. 1959: ハマチの養殖について. 水産増殖, 7(1).
- 木村知博. 1965: 海底泥の溶存酸素吸収量と試泥量との関係について. 水産増殖, 13(1).
- 前川忠夫・井上裕雄・福田清・田中啓陽. 1964: かん水養殖施設内の海水交流についての調査研究. 未発表.
- 松江吉行編. 1958: 水質分析法. 水質汚濁調査指針.
———. 1958: 底質分析法. 同上.
- Holme, N. A. 1954. The Ecology of British Species of Encis. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 33.
- 中村 充・大西英夫・白石英彦・佐々木泰雄. 明石養魚場の海水交流について. 沿岸海洋研究ノート, 1(2).
- 日本気象学会. 1949: 海洋および潮流の測定. 海洋観測法.
- 日本海洋学会. 1965: 海水の化学分析. 海洋観測指針.
- 奥田泰造・加藤健司. 1952: 海洋底質の化学研究. 北海道大学水産学部研究彙報, 2(4).
- 末広恭雄編. 1962: 底質処理. 水産ハンドブック.
- 杉本仁弥・鈴木正也・竹内脩. 1964: 瀬戸内海におけるパルプ・製紙工場廃水による漁業への影響に関する調査結果. 内海区水研刊行物C集, (1).