

## 昭和60年度 海域総合開発事業調査(前潟地区)

工藤 敏博<sup>\*</sup>・福田 慎作・田村 眞通

海域総合開発事業として前潟のヒラメ中間育成場を開発するに当り、ヒラメ中間育成手法の検討及び塩分耐性等の基礎的知見把握のため試験を実施したので、以下にそれぞれの結果について述べる。

## 1 ヒラメ中間育成試験

## (1) 調査目的

十三湖前潟において、天然餌料主体で全長30~50mmサイズまでの育成を行なう計画があり、その際どのような密度が適当か、また、生残率はどうか等を明らかにするため、十三湖前潟と条件が類似していると思われる。むつ市芦崎において網生簀を用いて育成試験を実施した。

## (2) 調査方法

- ① 時期 昭和60年8月21日~9月10日(20日間)
- ② 場所 むつ市芦崎 底質:砂
- ③ 施設 底付生簀6面(3m×3m×深さ1.5m, 目合4mmモジ網)・網生簀は育成開始前に設置し、自然への馴化を行なった。
- ④ 収容密度 1㎡当り 10尾・20尾・30尾の3面と、対象区として同密度で3面の給餌区を設けた。
- ⑤ 餌料(給餌区) 配合餌料を1日3回給餌。  
(給餌量)  
10尾/㎡(90尾) 飼育後12日目まで60g/日, 13日目以降/20g/日。  
20尾/㎡(180尾) " " 90g/日 " 180g/日  
30尾/㎡(270尾) " " 150g/日 " 300g/日
- ⑥ 調査 6~7日ごとに成長・生残率を調べ、一部のものについては胃内容物を調査した。また、餌料環境調査として罾ネット(1ノット10分曳)により採集した。

## (3) 調査結果及び考察

飼育期間中の成長・生残数(率)の推移を表1・図1及び2に示した。

無給餌区における成長は、収容密度の低い10尾/㎡区が全長35.63mmで最も良く、20日間当り5.45mmの成長量を示し、次いで20尾/㎡区の4.71mm・30尾/㎡区の4.23mmの順であった。また、生残率については、20尾/㎡区の81.3%、30尾/㎡区の72.7%、10尾/㎡区の67.9%と、いずれ

\* 現 水産部漁業振興課

表1 芦崎における飼育試験結果

観察月日 経過日数		8月21日 0日	8月27日 注1) 6日	9月3日 注1) 13日	9月10日 注2) 20日	備考
無給餌区	10 (尾/m <sup>2</sup> )	全長 30.15 生残数 99尾・100%	32.63 69(-10)・69.6	37.84 62(-11)・69.6	35.63 53・67.9	
	20	全長 30.15 生残数 198尾・100%	33.96 126(-20)・63.6	34.91 126(-12)・70.8	34.86 135・81.3	
	30	全長 30.15 生残数 297尾・100%	31.78 185(-29)・78.4	34.62 185(-19)・69.0	34.38 181・72.7	
給餌区	10	全長 30.15 生残数 99尾・100%	36.33 56(-9)・56.6	39.76 65(-11)・72.2	42.20 66・83.5	
	20	全長 30.15 生残数 198尾・100%	33.56 117(-18)・59.1	42.76 44(-12)・24.5	52.90 41・29.8	
	30	全長 30.15 生残数 297尾・100%	38.85 201(-27)・67.7	48.59 173(-15)・64.1	55.30 178・69.8	

注1) 生残数はシュノーケル観察。  
 注2) 全長、生残数は全数取り上げて測定。  
 ( ) サンプル尾数。

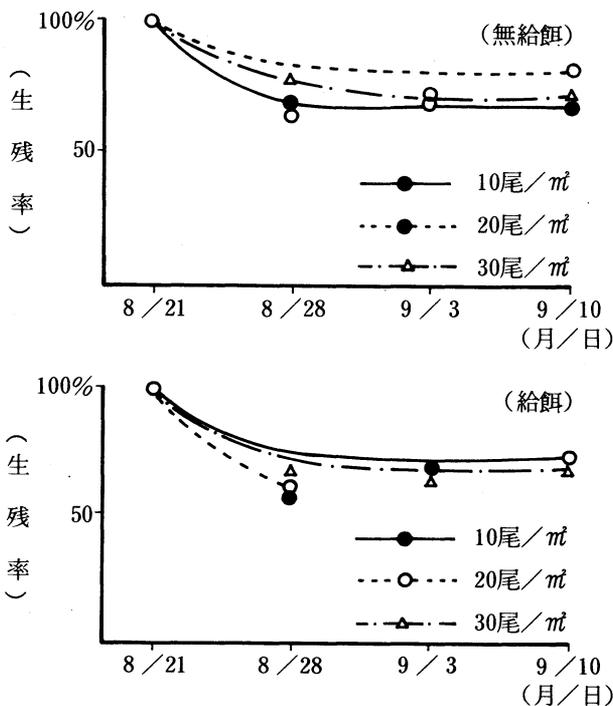


図1 生残率の推移 (S 60年、芦崎、網生養)

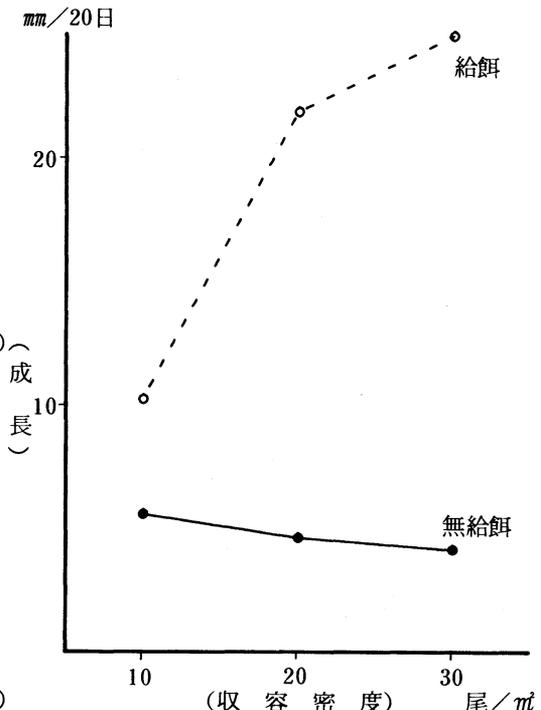


図2 20日間の成長量 (S 60.8.21~9.10芦崎)

も比較的高い歩留であった。

投餌区での成長は30尾/m<sup>2</sup>区の55.3mm、20尾/m<sup>2</sup>区の52.9mm、10尾/m<sup>2</sup>区の42.2mmの順で、無投餌区と異なり高密度ほど良く、20日間における成長量はそれぞれ25.15mm、22.75mm、12.05

mmであった。よって、給餌飼育においては、ある程度、餌に対する競争心をあおぐような収容密度が必要なのではないと思われる。生残率は20尾/m<sup>2</sup>区が台風による被害でファスナーが破損し、一部逸散したものと思われ、29.8%と低かった。また、10尾/m<sup>2</sup>区で83.5%30尾区で69.8%であった。

ヒラメ稚魚の胃内容物組成を表2に、罽ネットによるプランクトン出現状況を表3、図4に示した。

無投餌の8月28日(開始後7日)における全長20mm台、30mm台、40mm台の胃内容物は、端脚類(主に4mm未満のヨコエビ)が90%以上を占め、他のプランクトンは0.4~3.2%ぐらいの割合であった。

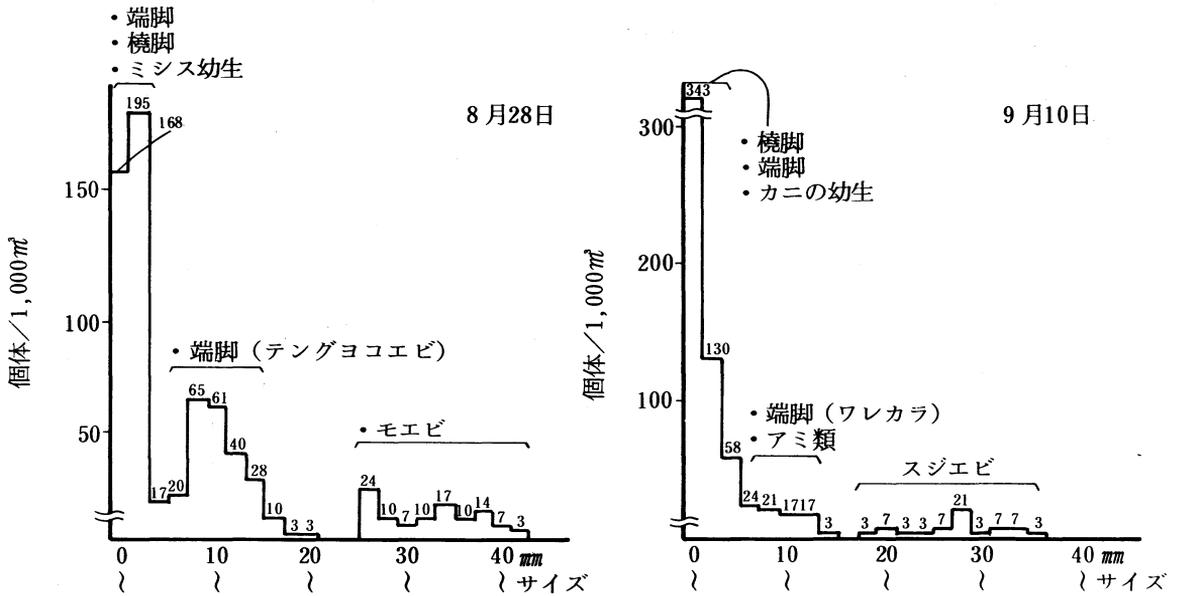
しかし、9月10日(終了時)では端脚類が50%前後に低下し、エビ類のミス幼生が40%ぐら

表2 ヒラメ稚魚の胃内容物組成

区分	調査月日	サイズ	胃 内 容 物 ( ) 内 は サ イ ズ を 示 す 。										合計 個体数	空胃 個体数
			端脚類 数 (4mm未満)	アミ類 (3~5mm)	エビ類の ミス幼生 (4mm未満)	エビ類	橈脚類 (2mm未満)	枝角類	等脚類 (2mm未満)	カニ類	魚類 (10~40mm)	巻貝		
無給餌区	8月28日	T.L. 20-29mm	16	%	%	%	%	%	%	%	%	%	249	
		30-39	31	98.0	0.4	0.4	1.6						508	
		40-49	3	94.9	0.4	1.7	0.6	0.6	0.6	1.2			31	
餌区	9月10日	T.L. 20-29mm	5	39.1		60.9							23	2
		30-39	30	53.6	3.5	40.5	0.4	1.2	0.4	0.4			257	1
		40-49	29	58.5	9.0	19.1	5.6	1.1	1.1		5.6		89	4
		50-59	1		50.0						50.0		2	
投餌区	9月10日	T.L. 50-59mm	17	44.4		11.1							18	2
		60-69	20	47.3	15.8		10.5	16.7			27.8		19	7
		70-79	10	81.8	9.1		9.1	5.3			15.8		11	5

表3 プランクトン出現状況(罽ネットの10分曳)

種類	8月28日				9月10日			
	サイズ	出現数 (291m <sup>2</sup> )	1,000 m <sup>2</sup> 当たり	割合	サイズ	出現数 (291m <sup>2</sup> )	1,000 m <sup>2</sup> 当たり	割合
端脚類	2mm未満	40	137	20.4	10mm未満	43	148	21.9
	4-16mm	52	178	26.5	6-18mm	9	31	4.6
アミ類	2-12mm	7	24	3.6	6-12mm	5	17	2.5
エビ類のミス幼生	4mm未満	24	82	12.2	2-8mm	19	65	9.6
エビ類	26-42mm	30	103	15.3	12-38mm	20	69	10.2
枝角類	2mm未満	17	58	8.7	2mm未満	43	148	21.9
枝角類					2mm未満	30	103	15.2
等脚類	2-18mm	13	45	6.6	8mm未満	4	14	2.0
カニ類の幼生					2mm未満	17	58	8.6
魚類	12-14mm	2	7	1.0	4mm未満	3	10	1.5
	64-66mm	1	3	0.5				
シヤコの幼生	2mm未満	1	3	0.5				
多毛類	6-18mm	8	27	4.1	2-12mm	3	10	1.5
イカ類					4mm	1	3	0.5
総計		196	667			197	676	



第3 サイズ別・プランクトン出現状況 (⊕ネット、10分曳)

い占めるようになり、餌料組成は多少変化がみられた。また、魚類の稚魚が40mm台、50mm台で見られ、40mmサイズであれば魚類の稚仔を捕食できることが確認された。

投餌区の9月10日においては、50mm台、60mm台、70mm台で、無投餌区からみると出現するプランクトン種も少なくなるが、魚類の占める割合は大きくなる傾向がみられた。

⊕ネットによるプランクトン採集は、8月28日では端脚類が全体の約47%を占め、次にエビ類の15.3%、エビ類のミス幼生が12.2%の順であった。9月10日でも端脚類が約26%を占め、次に橈脚類の21.9%、枝角類の15.2%、エビ類の10.2%で、他の種はいずれも10%以下であった。

以上、環境中のプランクトン、胃内容とも端脚類（主にヨコエビ）が優占種となっており、また、胃内に見られた種も天然プランクトン中で多い種となっていて、餌料生物は天然餌料環境に大きく作用されるものと思われた。

なお、参考のため、芦崎における水温・比重変化を図4に示した。

## 2 塩分耐性試験

### (1) 調査目的

十三湖前潟におけるヒラメ稚魚育成場の設計基準の一つとしてヒラメ種苗がどのくらいの低塩分に耐えられるかと云うことを明らかにしておく必要がある。塩分耐性試験は高橋・小倉(1978)によって行なわれ、着底後の個体では1/8海水(約4~5%)までは十分な耐性を有しているとしているが、飼育期間が数日にす

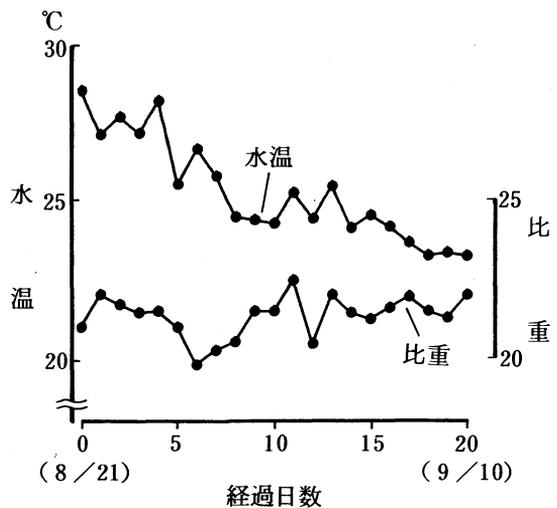


図4 芦崎における水温・比重の変化

ぎなかった。このことから、本試験では全長30mmのヒラメが全長50mmに達するであろう約14日間を目処に塩分耐性試験を実施した。

## (2) 材料と方法

- ① 飼育期間：昭和60年9月4日～9月18日までの15日間
- ② 供試魚：6月下旬に当所で採苗したヒラメ（平均全長 $42.15 \pm 2.03\text{mm}$ →試験開始が遅れたため大型種苗を使用）を馴致しないで直接試験区に33尾ずつ収容した。
- ③ 試験区及び飼育水槽：全海水、1/2海水、1/4海水、1/8海水、1/16海水、全淡水の6区で行なった。飼育水槽は200ℓパンライト水槽を用い、止水、循環ろ過方式として3日に1度、1/2水量を換水した。換水用水は3日程度くみおきしておき、室温と同じになるようにした。
- ④ 給餌：毎日、9時、13時、16時の3回、マダイ用配合餌料を飽食するまで給餌した。また、この時に斃死魚の有無を確認した。

## (3) 結果と考察

飼育結果を表4に、全淡水区の時間ごとの生残率を図4に、終了時の塩分に対する生残率と全長を図5に示した。また、水温を同一にするため止水式としたが、そのために塩分が徐々に上がってしまったことを記しておく。

表4 飼育結果

項目	試験区					
	全海水	1/2海水	1/4海水	1/8海水	1/16海水	全淡水
開始時全長(mm)	42.15	42.15	42.15	42.15	42.15	42.15
開始時尾数(尾)	33	33	33	33	33	33
終了時全長(mm)	53.36	56.99	55.15	49.51	49.64	
終了時尾数(尾)	33	33	33	33	31	0
生残率(%)	100	100	100	100	93.9	0
平均水温(℃)	21.4	21.3	21.3	21.1	21.2	22.6*
平均塩分(‰)	36.6	19.5	9.8	6.6	4.1	0*

\* 飼育9日目までの平均

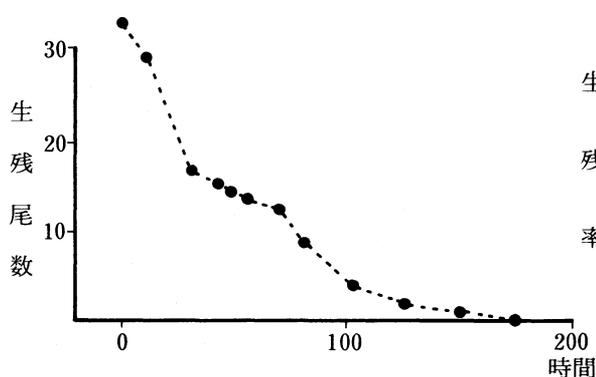


図5 全淡水区の時間ごとの生残率

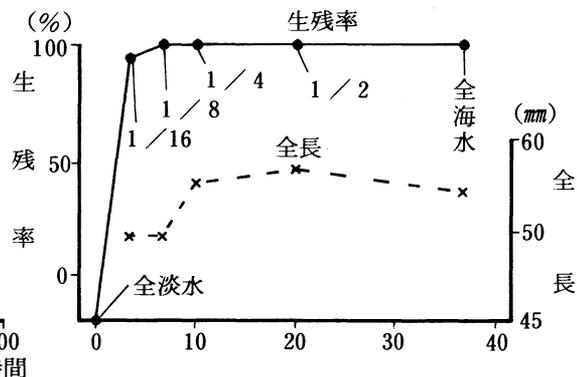


図6 終了時の塩分に対する生残率と全長

餌食いは全海水区～1/4海水区までは良好でほぼ変わらなかったが、1/8、1/16と下がるに従って食いが悪くなり、全淡水区はほとんど食わなかった。また、成長を見ると1/2 (19.5%)、1/4 (9.8%) といった多少甘い海水の方が全海水区よりも良かった。

全海水～1/8海水区までは斃死魚がなかったが、1/16海水区は飼育3日目と9日目に1尾づつ斃死し、全淡水区は図4に示したように飼育8日目に全滅した。斃死魚はエラ等から出血しているのが観察された。

以上のことにより、飼育尾数が少ないといった問題点もあるが、全長40mm前後のヒラメを2週間程度中間育成する場合は少なくとも塩分が4%必要で、さらに良好な成長を望むならば10%以上の塩分が必要であると思われる。

### 3 止水・無通気・飽食給餌条件におけるヒラメ飼育試験

#### (1) 調査目的

十三湖前潟でヒラメ稚魚の育成を行なった場合、岩木川の多量出水による淡水化の影響をさけるため水門を閉ざし、前潟自体が止水状態になることが考えられる。このような状況においてヒラメがどの程度生存できるかを調べるため止水・無通気・飽食給餌という条件で室内における飼育試験を実施した。

#### (2) 材料と方法

- ① 飼育期間：昭和60年10月7日午後1時～10月13日午前9時まで。
- ② 供試魚：6月下旬に当所で採苗したもの（平均全長71.4±7.9mm）
- ③ 試験区及び飼育水槽：飼育水槽は200ℓパンライト水槽を用いた。試験区は表5に示したように設定した。

表5 試験区の設定

項目 \ 試験区	I	II	III	IV
飼育水・通気の有無	止水・通気・循環過ろ	止水・通気	止水・無通気	止水・無通気
収容尾数(尾)	10	7	9	18
収容密度(尾/㎡)	50	35	45	90
(尾/㎡)	23	16	20	40

- ④ 給餌：原則として1日2回（午前9時と午後4時）、ニジマス用配合餌料を飽食に達するまで与えた。また、給餌量と摂餌量を配合餌料1粒の重さより算出した。
- ⑤ 底そうじ：底そうじは全く行なわなかった。また、斃死魚も取り上げなかった。
- ⑥ 水質調査：毎日午前9時に表面水の水温・比重・PHを測定すると共に、底から15cmの所から採水し、D.O, COD, 透過率を測定した。DOはウィンクラー法、CODはアルカリ性過マンガン酸カリウム-ヨウ素滴定法で行ない、透過率は分光光度計を用いて測定した。

### (3) 結果と考察

図6に生残率の変化を、図7にPHの変化を、図8にDOの変化を、図9にCODと透過率の変化を、表6に給餌量と摂餌量を示した。

- ① 水温と比重：I区、II区、III区、IV区の平均水温はそれぞれ23.0℃、23.1℃、24.4℃、22.9℃、平均比重はそれぞれ25.2、25.4、25.1、25.0だった。
- ② 生残率：I区は100%だったが、II区は収容後24時間で2尾斃死し、終了時71%、III区は140時間で全数斃死、IV区は92時間で全数斃死した。  
II区の斃死の原因は良くわからなかったが、この試験を行なった時は種苗生産を完全に終了しており、あり合わせの種苗を使わざるを得ず、健康度の低い個体が入ったことも考えられる。  
III区及びIV区は斃死する1日前から異常に呼吸が早くなり、その後狂奔して死に至ったことにより酸欠による斃死と思われた。
- ③ PH：II区、I区、III区、IV区の順に高い傾向にあった。III区及びIV区的全数斃死時のPHはそれぞれ7.2と7.3だった。I区の方がII区よりもPHが低かったのは、循環ろ過のため、亜硝酸菌、硝酸菌の作用で下がったものと思われる。
- ④ DO：I区、II区、III区、IV区の順に高かった。III区及びIV区的全数斃死時のDOはそれぞれ1.15mg/l、1.77mg/lだった。I区が途中から上がったのはエアリフトの通気を途中から強くしたためと思われる。
- ⑤ COD：はっきりとした結果は出なかった。
- ⑥ 透過率：I区、III区、II区、IV区の順に高い傾向にあった。I区は特に高く、循環ろ過の効果が明らかであった。また、II区がIII区よりも低くなったのはエアレーションによって残餌がかくはんされたためと思われる。
- ⑦ 給餌量と摂餌量：II区の摂餌量が極端に少なかったが、健苗度の問題及び収容尾数が少なすぎた(芦崎の中間育成の例参照)ためと考えられる。

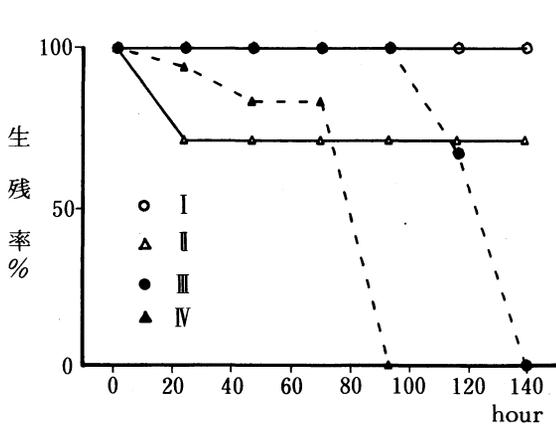


図7 生残率の変化

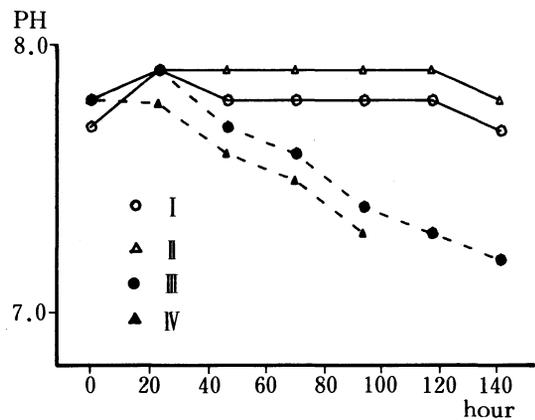


図8 PHの変化

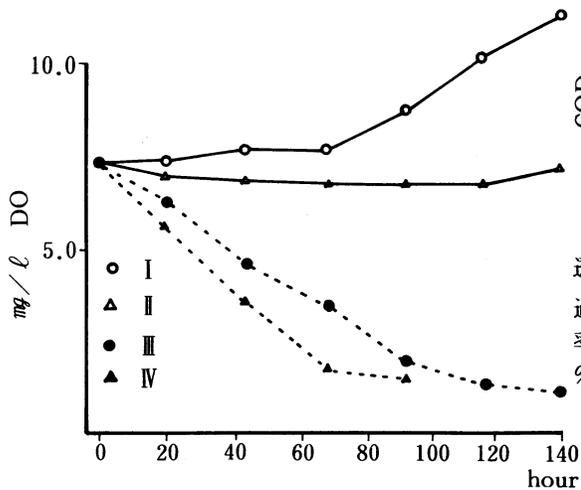


図9 DO の変化

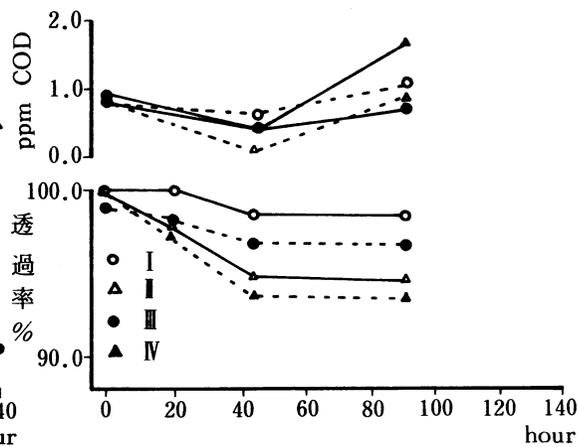


図10 CODと透化率の変化

表6 給餌量と摂餌量

月・日・時	試験区 I		試験区 II		試験区 III		試験区 IV	
	給餌量 (g)	摂餌量 (g)						
10月7日 P.M.4:00	1.32	0.24	0.36	0	0.54	0.12	0.54	0
10月8日 A.M.9:00	1.26	0.12	0.42	0	0.54	0.06	0.66	0.06
〃 P.M.4:00	1.80	0.42	0.78	0.12	0.84	0.36	1.14	0.42
10月9日 A.M.9:00	1.20	0.12	0.60	0	0.54	0.06	0.54	0.06
〃 P.M.4:00	1.83	0.24	0.54	0	0.78	0.12	0.78	0.12
10月10日 A.M.9:00	1.44	0.72	0.54	0	0.96	0.30	1.08	0.18
10月11日 A.M.9:00	1.50	0.60	0.60	0	0.60	0	0.48	0
〃 P.M.4:00	2.10	0.66	0.54	0.06	0.78	0.12	—	—
10月12日 A.M.9:00	1.26	0.66	0.36	0	0.48	0	—	—
10月13日 A.M.9:00	1.08	0.66	0.30	0.06	—	—	—	—
計	14.82	4.62	5.04	0.24	6.06	1.14	5.22	0.84

## ま と め

「止水、気通気、飽食給餌という条件で全長7cmのヒラメを45尾/ml及び90尾/mlと云う密度で飼育したところ、140時間及び92時間で全数斃死し、その主因は酸欠によるものと思われた。そして全数斃死時のDOはそれぞれ1.15mg/lと1.77mg/l、PHは7.2と7.3だった。」と云われており、正確に死因を確認するためにはこれらの条件を1つ1つ変えて試験する必要がある。また、CODについては測定の難しさもあり、今後さらに追究する必要がある。