

浅海増殖試験

マダコ養殖試験

前年度に引き続き本年度は春、秋期及び餌料別における成長度歩留等に重点をおき試験を実施し、その結果を得たので報告する。

施設及び方法

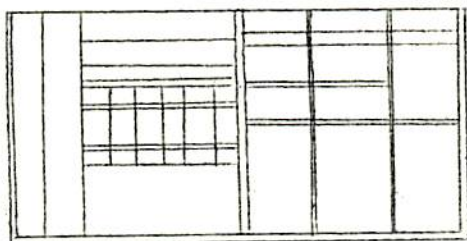
Ⅰ) 生簀

縦1.5m、横2.0m、深0.7m容積 m^3 の木製生簀で上面以外は1.5の水通し穴を10cm間隔にあけたものと、底廻のみビニールヒックをした金網をはったものとを同じように分解式巣枠を6段設け、1段8区分にしたものを設置した(第1図参照)

第1図

平面図

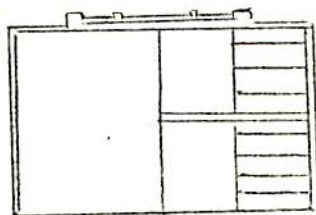
箱型いけす



側面図



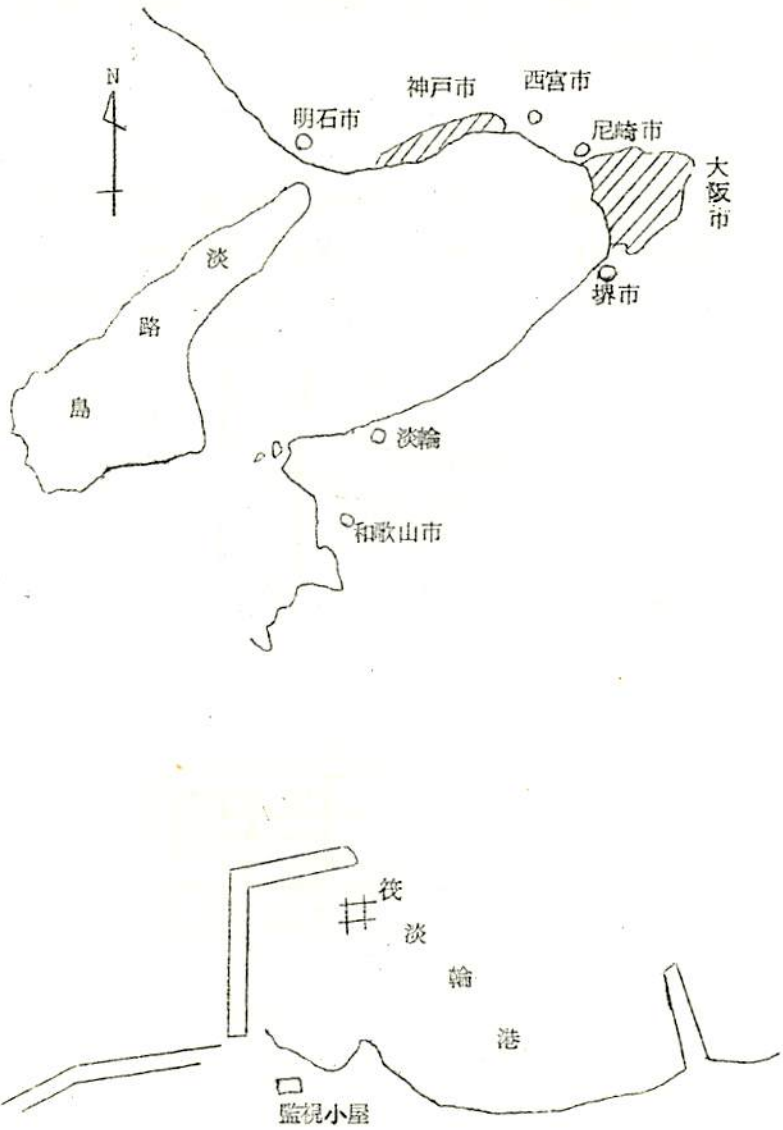
正面図



2) 設置場所

府下泉南郡岬町淡輪黒崎港内にイカダを組みそこに第2図の位置に設置した。

第2図 設置場所



3) 種 苗

春秋とともに岬町深日漁業協同組合のタコ壺業者より購入し、種苗とした。

4) 餌料及び投餌方法

春の分 (No. 1) はカタクチイワシのみを1日1回総電量の約 $\frac{1}{10}$ 、秋の分 (No. 2、3) にはカタクチイワシ及びホシカ (底曳網で獲れる雑魚で主としてカニ、エビ) を同一方法で投与した。

5) 体重測定

15日間隔を原則としたがその前後にさった、測定にあたりそれぞれ一匹づつポリバケツツに入れさお秤を用いて測定し、同時に生簀の交換を行った。

6) 養成時期

瓶. 1	3 8、6、2 0～7、1 8	3 0日間
瓶. 2	3 8、1 0、5～1 2、1 3	6 7日間
瓶. 3	3 8、1 0、5～1 2、1 3	6 7日間

結 果

1) 養成結果

第1表に示した結果を得たが瓶1については養成日数が30日間と非常に短く目的を達成する事態出来なかった。これは大阪湾において夏期赤潮が長期間に亘って発生し飼育が困難なので打ち切った。

瓶2、3についてはそれぞれ種苗の大きさの異なったものを収容した即ち瓶2には比較的大きな400g前後のもの、瓶3には200g前後と約 $\frac{1}{2}$ 程度のもを収容した。又、瓶2に収容した種苗はあまりよくななく収容初期にへい死するものが多く見られた。

第 1 表 養成結果

生 簀 番 号	No. 1		No. 2		No. 3	
	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日
養成期間	6.20	7.18	10.5	12.13	10.5	12.13
養成日数日	30		67		67	
放養匹数	51		96		72	
取上匹数	41		36		40	
歩留%	80.4		37.5		55.5	
減耗匹数	10		60		32	
放養重量Kg	127.5		412.6		157.5	
取上重量Kg	263.8		378.6		536.8	
増重量Kg	137.3		3.4		47.95	
増重倍率	2.06		—		3.000	
放養平均体重gr	241.0		429.7		218.2	
取上平均体重gr	643.4		1051.6		1342.0	
総投餌量Kg	55.4		260		265	
増肉係数	2.47		—		5.52	

2) 成長度

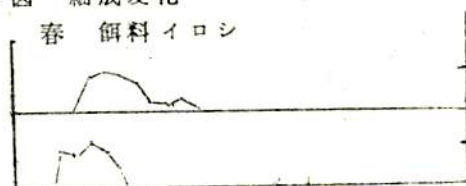
a) 組成変化について

第3図に図示した如く、養成約15日まではNo.1が最もバラツキが少なく最小300gr、最大が800gr、次いでNo.2の300grから1200gr、最もバラついたのはNo.3で300grから1500grであった。

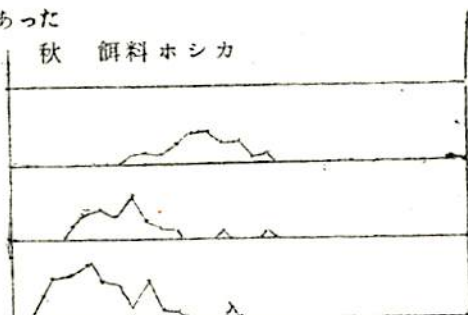
養成日数約30日間及び67日間についても同様な結果で30~60日間以上の養成では相当のバラツキがある。養成日数67日間でNo.2では最小250gr最大250gr、No.3は最小700gr最大2200grであった。

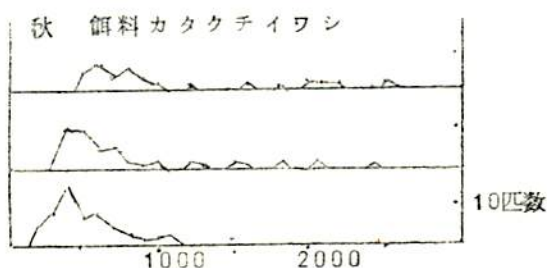
第3図 細成変化

春 餌料イロシ



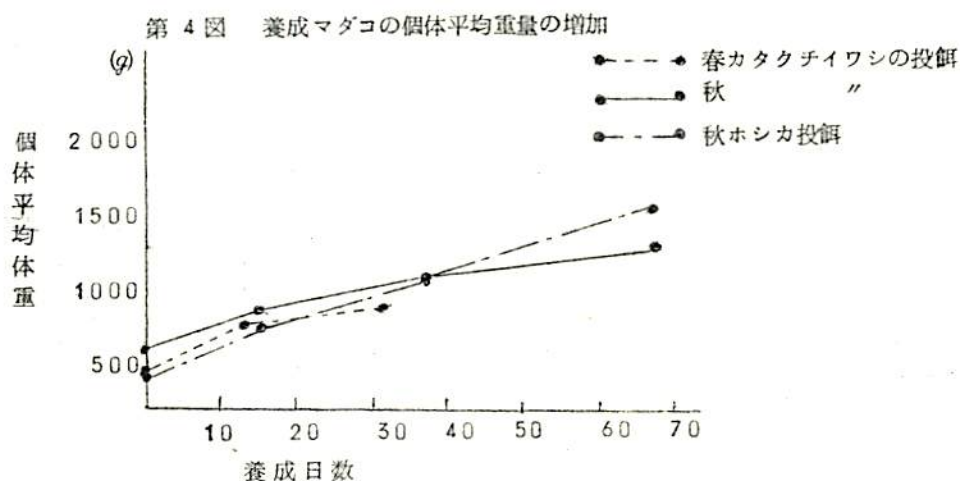
秋 餌料ホシカ





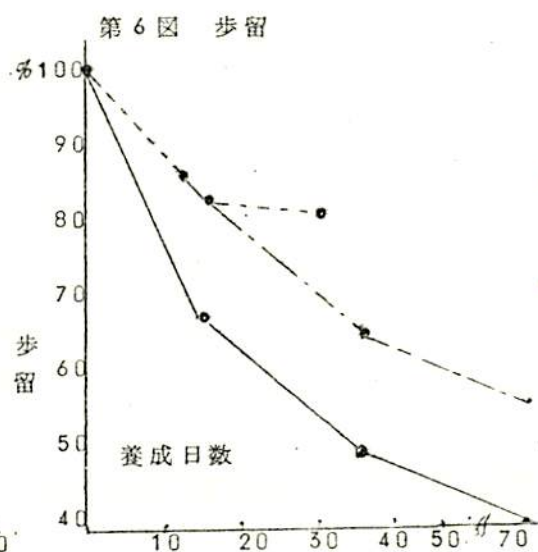
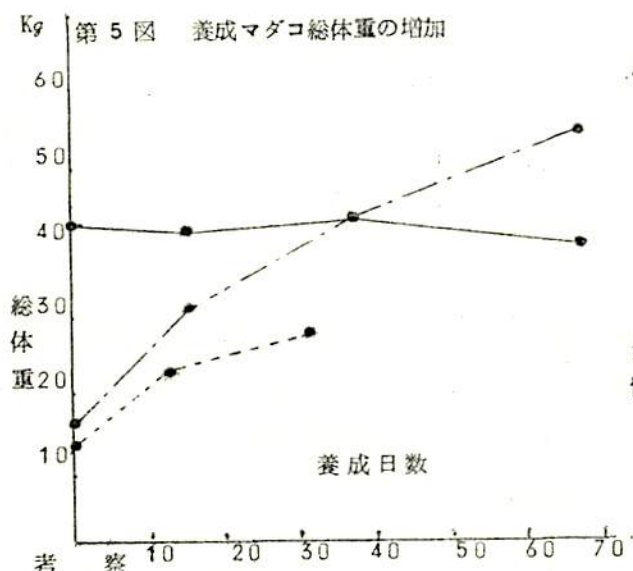
b) 固体平均体重の増加及び総体重の増加について個体的体重増加については第4図のごとく、*瓶*1及び*瓶*3は小型の種苗(200g程度)を用い、*瓶*2は大型種苗(400g程度)を用いた結果であるが40日頃になってその差が殆んどなくなってしまい、養成終了時(最終測定時)には小型種苗を用いたものの方が約300g大きくなっていました。

総体重量の増加については第5図に示したとおり約1ヶ月間の養成では*瓶*1で2.06、*瓶*3が2.39、終了時の*瓶*3では3.00であった。



8) 歩留

第5図のごとく、*瓶*3については収容初期(15日間)で30%以上がへい死し約40日で50%のへい死をみた。*瓶*1については1ヶ月間の飼育養成であったので論ずることが出来ないが、*瓶*2においても良い結果とは云えない歩留り率であった。



養成日数、養成事例が少なく考察することが困難であるが個体平均体重についてみれば今回の試験結果から小型種苗と大型種苗とはその有異差がなかった、むしろ小型種苗を利用した方が有利ではないかと思われる、即ち歩留からみても大型種苗(400gr程度)のものは収容初期にへい死率から高く小型種苗のものは比較的へい死率が低い結果を得た。

しかし、早急に結論づけられない、養成種苗の選定には特に大型種苗は取り扱い上どうしても小型種苗より手あらく扱はれているので損傷を受けやすくへい死率も高いのではないかと思はれた。又本試験の歩留もあまり良いとは云えないが、これは体重測定時に我々が不なれたためへい死率を高めたのでこの結果よりも良い歩留を期待することが出来ると思はれる。

養成期間中に餌料としてホシカとカタクチイワシを投与した場合相当カタクチイワシではバラつきが多かった。これは餌料によるものか、種苗によるものか特にその原因については解明する事が出来なかったが推論として収容時から個々の個体差が大きかったのでこのような結果になったのではないかと思はれる。

又このようなバラツキは殆んど養成期間約15日で目立って来るがその際に選別を行い大型のものは大型のものだけ小型のものは小型のものだけにして養成を実施すれば成長度、歩留についても効果があがるように思はれたので選別することが大切である。

養成時期については春期、秋期の2回実施する場合大阪府下では、春期水温が15°C以上になる5月中旬から収容し7月上旬のうちに仕上げなければ赤潮による被害がある。秋期は遅くとも10月初旬から始め12月中旬までの期間が良いように思はれる。すなわち種苗200~400gr程度のものを利用して1Kg以上の養成ダコに仕上げるためには最近60日間が必要である

60日間養成した場合には大半が1kg以上に仕上げる事が出来た。

餌料別による成長、歩留については実験例が少なく論ずる事が出来なかった。増肉係数については唯1例であるが、5.52で兵庫水試で36年度に実施した結果とほぼ同じような数値を得ている。

以上の結果大阪湾においてもマダコの場合は養殖可能である。

参 考 文 献

- 1) 兵水試 1961 マダコ養成試験
- 2) 田村正 増殖学
- 3) 田中二良 1960 タコの蓄養と養成水産増殖 Vol. IV

マアナゴの陸上短期蓄養試験

第3報 夏期における飼育

まえがき

堺臨海工業用地の造成に伴い、現在出島漁港内で竹籠を用いて行なわれているアナゴの蓄養は将来は水質悪化のため不可能となることが予想されるので、この対策として陸上施設に切替えることが業者から府に要求された。この問題については冬期における飼育試験を実施したが、今回は夏期における飼育試験をおこなった。

この研究について懇切な御指導を賜った水産大学校松井博士、高井博士並びに武居教官にあつく御礼申しあげる。

飼育実験

実験方法：

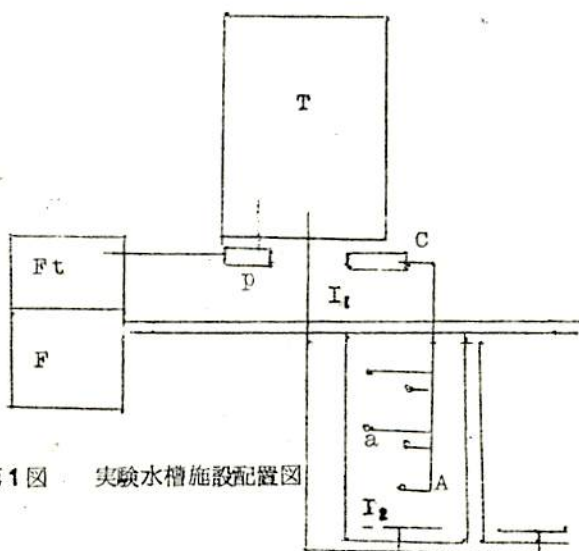
供試魚は6月28日早朝大阪湾で延縄により漁獲され1日出島漁港内の竹籠生簀で活けしめられたもの225Kgを、6月29日本場海水魚飼育槽に收容した。收容直後より多数の個体が注水管側の溝に飛び出してべい死した。この状態は7月6日まで持続したのでその後生残魚54.6Kgを1槽に收容して実験を開始した。平均体重は45Kgで殆どの魚が釣針をのみ込んでいる。

実験開始後時間を定めて排水口から排水し、PH、溶存酸素(DO)、Ammonia態窒素(A-N)亜硝酸態窒素(Ni-N)、水温を測定した。実験中のべい死魚は1日1回以上取掲げて科量した。試水の分析はPHについては、PH-meter、DOはwinkler変法、A-NはWitting法、Ni-NはGR法にそれぞれよった。

実験施設は第1図のとおりで、実験中は他の生物を收容していない。

A魚槽	200×100×40cm	水容量0.6m ³
F濾過槽	100×155×155	" 1.7m ³
F浄水槽	100×155×155	" "
T貯水槽	310×230×135	" 9.3m ³
Pポンプ	浄水揚水1/2P	
Cエアコンプレッサー	2HP	

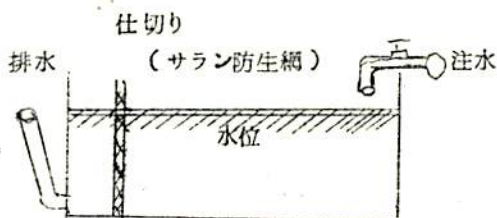
I ₁ 注水管	径 5 cm
I ₂ "	径 1.5 cm
○排水溝	
a エアーストーン	径 4.5 cm



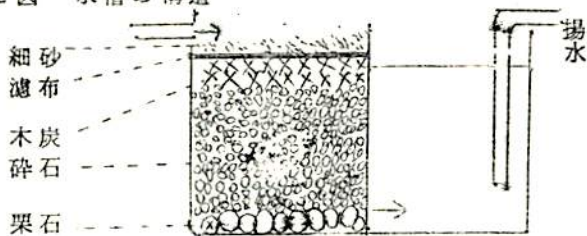
第1図 実験水槽施設配置図

施設は循環濾過式で給水は貯水槽から落差によって注水管 I₁ を通って魚槽の注水バルブに至り、ここから細い注水管 I₂ に入り 22ヶの径 2.5mm の穴より出るようになっている。排水は水位調節と水の循環をよくするため第2図の如く径 1.5cm のゴムホースを下方に取り付け上向きとして逸流するようにした。魚槽への注水量は $228 \sim 260 \frac{1}{h}$ で大体2時間18~38分で交換する。酸素不足を補うためエアコンプレッサーで、エアーストーン5個をもって1時間当たり74ℓの通気を行なった。

魚の逸脱を妨上するために排水口側から約3.0cmの処にサラン防生網で仕切ると共に水槽の上面は魚網でおおった。また魚に安定感を与えるため、内径約6cm、長さ約35cmの土管10本を入れた。水槽から排出した水は濾過槽に入るが濾過は上から細砂、濾布、木炭、碎石(2700Kg)くり石を経て隣の水槽に貯えられ、液面スイッチにより自動的



第2図 水槽の構造



第3図 濾過槽の構造

に貯水槽に揚水される。

結 果

畜養7日間の実験の結果は第1表および第4図に示した。べい死重量の測定が一定の間隔でなく又採水時間に行っていないので、1時間当りのべい死重量および各測定間隔におけるべい死率（以下単にべい死率という）を図示した。

DOは魚体収容直後から3時間後に約 $\frac{1}{2}$ の 1.58 ml/l となり、その後60~71時間はいづれも 2.0 ml/l 以下で、71時間以後は $2.01 \sim 2.54 \text{ ml/l}$ と増加している。

A-Nは1時間後にやゝ増加して 2.17 ml/l 、次の4時間は漸減して 1.82 ml/l となりその後は増減しながら36時間に最大の 2.40 ml/l となり、その後は減少の傾向を示している。N1-Nは6時間までは増加して 2.47 ml/l となり、28時間後には 1.91 ml/l と減少しその後は増加し最後には最大の 5.04 ml/l となった。

PHは6.6~7.1の範囲であるが経過とともにやゝ低くなる傾向がある。水温は $2.10 \sim 23.5^\circ\text{C}$ で終了期に高くなった。

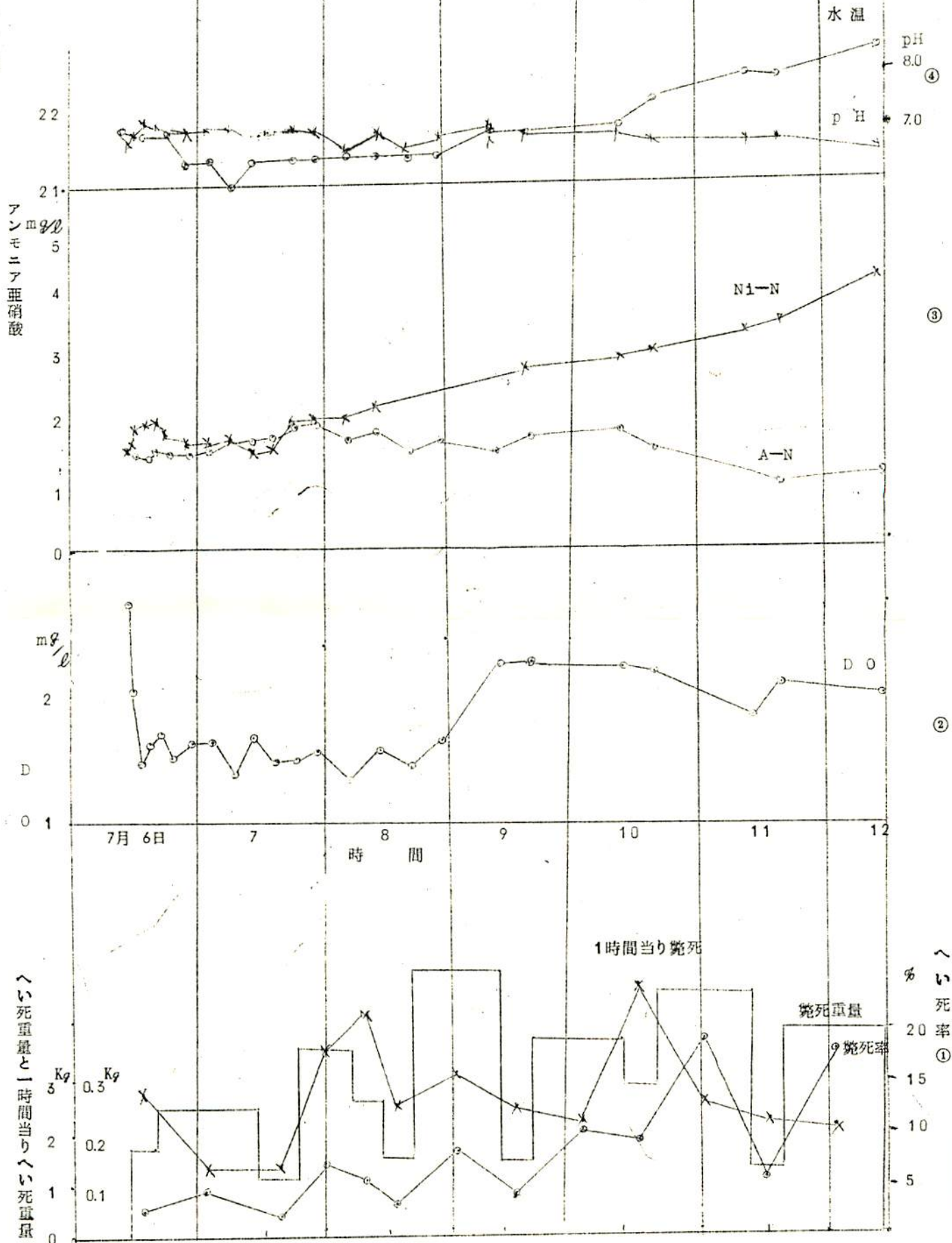
べい死魚は口と鰓蓋を大きく開き且つ魚体は幾分褪色し、死後経過時間の長いものでは腐敗して腹部は膨大していた。これらは底に沈下していたが土管周辺部にとくに多かった。実験水槽の中はアナゴの吐出した餌（塩サンマ）や釣針が多く見受けられまた実験初期には粘液の分泌が甚だしく多いのが認められた。時間経過とともに生残魚が減少してくるがこの場合には魚は注水側又は水槽の隅に集り、中央部の生息密度は薄くなっていた。

第 1 表 排水の性状と畜養成績

実験開始 7月6日午前11時
 “ 終了 ” 7月12日 “ ”

経過時間	水温	P H	DO ^{mg/l}	D O 飽和度	A-N ^{mg/l}	N-N ^{mg/l}	斃死魚重量Kg	生残魚重量Kg	1時間当り斃死重量Kg/h	生残魚に対する斃死率%	歩留り%
0	22.0	7.0	3.10	56.0	1.91	1.95		54.6			
1		6.9	2.18	41.1	2.17	2.07					
2		7.0	1.58	28.5	1.84	2.35			0.28	3.1	
4	22.0	7.2	1.75	31.8	1.82	2.44					
6		7.1	1.88	33.9	1.90	2.47	4.7	52.9			
8	22.0	7.0	1.63	29.4	1.88	2.30					96.9
12	21.5	7.1	1.75	31.2	1.84	2.09			0.14	4.7	
16	21.5	7.1	1.71	30.5	1.90	2.08					92.5
20	21.0	7.1	1.48	26.1	2.09	2.06					
24	21.5	7.0	1.81	32.3	2.10	1.99	2.5	50.4		2.2	
28	22.0	7.0	1.60	28.9	2.13	1.91			0.14		90.5
32	21.5	7.1	1.62	28.9	2.31	2.41	1.1	49.3		7.3	
36	21.5	7.0	1.69	30.2	2.40	2.47			0.36		83.8
42	21.5	6.7	1.42	25.4	2.10	2.49	3.6	45.7		5.7	79.1
48	21.5	7.0	1.70	30.4	2.20	2.72	2.6	43.1	0.43	3.5	71.2
54	21.5	6.6	1.55	27.6	1.83		1.5	41.6	0.25		
60	21.5	6.9	1.78	31.8	2.03				0.32	8.2	67.0
71	22.0	7.1	2.51	45.3	1.83		5.1	36.5	0.25	4.1	64.2
77	22.0	7.0	2.54	45.8	2.13	3.39	1.5	35.0	0.22	10.1	57.2
94	22.0	6.9	2.47	44.6	2.18	3.61	3.8	31.2	0.48	9.4	51.9
100	22.6	6.8	2.45	45.0	1.84	3.72	2.9	28.3	0.26	16.6	43.3
118	23.0	6.8	2.01	37.0	1.85	4.11	4.7	23.6	0.22	5.5	40.9
124	23.0	6.8	2.33	42.9	1.69	4.21	1.3	22.3	0.21	17.9	32.8
144	23.5	6.6	2.21	41.0	1.25	5.04	4.0	18.3			
附 貯水槽の水質											
0		7.0	1.83			2.10					
28						1.21					
144						2.25					

水温・pH



第4図 排水の性状と畜養成績

考 察

魚類の飼育にあたって最も考慮すべきことはD₀であるが一方排泄される窒素化合物の影響も見落すわけにはいかない。硬骨魚類の排泄する尿には、Ammonia、urea、Creatine amino-酸、trimethyl-amino-oxide等の窒素化合物が含まれるが、このうち20~50%がammoniaでありしかもこれは微量あっても血液が酸素と結合し炭酸を放出することをさまたげることが知られている。(1) このような見地から佐伯(2) は循環式飼育法の理論と装置の設計基準について研究したので、その理論により酸素の供給とAmmoniaの浄化について検討することにした。

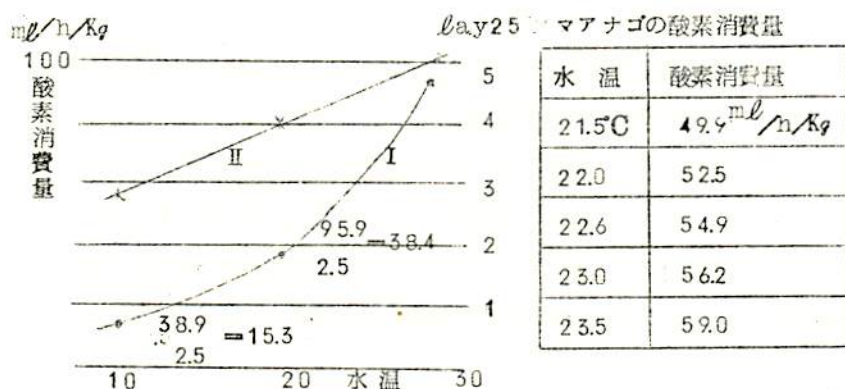
1) 酸素の供給について：

マアナゴの酸素消費量を測定したところ水温28.8°Cで体重40~50grのものは、1Kg、1時間当り95.9mlで窒息点は0.90~1.11 $\frac{m\ell}{\ell}$ (26.3°C)であった。この酸素消費量を他の魚種と比較すると次のとおりである。

魚 種	大 き さ	水 温	酸 素 消 費 量	測 定 者
クロアナゴ	148 gr	16°C	75.5ml/Kgh	Jolyet & Reynar ⁽³⁾
養殖ウナギ	20	25	100.0	江草 ⁽⁴⁾
	50	25	76.0	
ハモ		8月	100~150	武居他 ⁽⁵⁾

従って測定されたアナゴの95.9 $\frac{m\ell}{Kgh}$ は大体妥当な値と考えられる。窒息点については井伊、渡辺(6)によるとマアナゴは水温11~13°Cで0.20~0.41 $\frac{m\ell}{\ell}$ と報告している。これは今回の値の約半であるが水温の高いため代謝に要する酸素量が多くなったためと考えられる。田村⁽³⁾は魚類の酸素消費量と温度との関係についてはVant Hoffの法則に従い、水温10°C上昇する毎に2~3倍となると述べているので、これを2.5倍とみて測定された値から各温度における酸素消費量を算出し図示すると第5図のI線となり、更にこれを酸素消費量を2.5を底とする対数にとった場合はII線の如く直線となる。この図から関係各温度における酸素消費量を求めた。

第 5 図 酸素消費量と水温の関係



この値から実験初期におけるアナゴ5 4.6 Kgの酸素消費量は2 8.6 0 $\frac{ml}{h}$ (水温 2 2°C) である。これに対し供給された酸素量は通気と注入水とであって、今仮に充分通気されて水槽の水は飽和状態とするとその量は5.5 5 $\frac{ml}{l}$ (水温 2 2°C, Cl 1 9.0 0 ‰)、注水量 2 4 4 lとして1.3 5 0 $\frac{ml}{h}$ が補給されたことになり、これは酸素消費量の4 7.8 ‰である。経過時間におけるそれぞれの場合の供給酸素量の割合は第2表のとおりである。

第 2 表 酸素の消費と供給の関係

経過時間	生存魚重量 Kg	水温 °C	単位当酸素消費量 ml/h/Kg	生存魚酸素消費量(A) ml/h	単位当り酸素消費量 ml/l	酸素供給量 (B) ml/h	$\frac{B}{A} \times 100$ ‰
0	5 4.6	2 2.0	5 2.5	2 8 6 0	5.5 5	1.3 5 0	4 7.8
6	5 2.9	2 1.5	4 9.9	2.6 7 0	5.6 1	1.3 7 0	5 1.3
11	5 0.4	2 1.5	4 9.9	2.5 2 0	5.6 1	1.3 7 0	5.5 0
32	4 9.3	2 1.5	4 9.9	2.4 6 0	5.6 1	1.3 7 0	5 6.2
42	4 5.7	2 1.5	4 9.9	2.2 8 0	5.6 1	1.3 7 0	6 0.8
48	4 3.1	2 1.5	4 9.9	2.1 5 0	5.6 1	1.3 7 0	6 5.1
54	4 1.6	2 1.5	4 9.9	2.0 8 0	5.6 1	1.3 7 0	6 6.6
71	3 6.5	2 2.0	5 2.5	1.9 1 0	5.5 5	1.3 5 0	7 1.8
77	3 5.0	2 2.0	5 2.5	1.8 3 0	5.5 5	1.3 5 0	7 4.9
94	3 1.2	2 2.0	5 2.5	1.6 3 0	5.5 5	1.3 5 0	8 3.8
100	2 8.3	2 2.6	5 2.9	1.5 5 0	5.4 5	1.3 3 0	8 7.0
118	2 3.6	2 3.0	5 6.2	1.3 2 0	5.4 4	1.3 2 8	1 0 1.7
125	2 2.3	2 3.0	5 6.2	1.2 5 0	5.4 4	1.3 2 8	1 0 1.3
144	1 8.3	2 3.5	5 9.0	1.0 8 0	5.4 0	1.3 2 0	1 2 4.2

これによって100時間までは仮に酸素が飽和状態になったとしても必要量以下であったことがわかる。しかし118時間以後においては必要以上補給されているのも抱らずへい死率が高くなっている原因としては無投飼であるために栄養代謝の均衡が破れてきたことと、更に窒息点が約 $1 \frac{m}{l}$ であることによるのではなからうかと考える。このことから供給酸素量は消費量以上でないと窒息することが推定できる。両者の比を知ることは注水量を決定する因子となるのでこの関係については今後更に研究して行きたい。今回のへい死原因の一つには酸素不足が挙げられる。又水中の酸素を飽和するに要する通気量も今後の研究で明らかにしたい。なおこの結果酸素供給能力からみた収容極量の見当を算出すると

$$\frac{\text{当初の酸素飽和量} \times \text{注水量}}{\text{酸素消費量 cc/n/Kg}} = \frac{5.55 \times 2.44}{5.25} \doteq 2.58 \text{ Kg}$$

以下であることがわかる。

ii) 窒素の浄化について

既述のとおり窒素を含む最終産物の主なものはammonia である¹⁾ ammoniaの浄化の点から佐伯²⁾の理論で2の場合の収容極量を算定しあわせてその浄化能力について考察する。算定にあたりマアナゴのA-N分必量を知る必要があるがマアナゴの既報資料がないが類他のものとして武居⁵⁾はハモ、 $2.4 \frac{m}{Kg}$ 、day (27°C)の例がある。第1表からマアナゴのA-n分必量を求めることは通気しているため空気中の酸素により酸化され悪硝酸となり、値が過少になる可能性があるので通気しない菅原、出塚⁸⁾の資料で算定すると $6.7 \frac{m}{Kg}$ dayとなる。(註考照)この値はハモの約3倍であり、佐伯⁷⁾は一般に「活しめ」した場合は投飼している時の $\frac{1}{4}$ 以下となるだろうといっているのでこの値から逆算すると投飼しているアナゴとしては約 $2.70 \frac{m}{Kg}$ dayとなる。マアナゴのA-n分必量については更に機会を得て研究する予定であるが、この算出された値6.7等はあながち間違いでないと考えこれを用いて検討することとする。

実験に使用した濾過槽(浄化槽)のA-nの浄化状況を知るため第1表に付記した魚体収容後28時間と144時間における貯水槽の浄化能力を算定すると、28時間後は

$$\frac{\{ (\text{排出水のA-N}) - (\text{注入水のA-N}) \} \times \text{注水量 (日量)}}{\text{浄化石の重量}} = \frac{(2.13 - 1.83) \times 2.44 \times 2.4}{2700} = 0.648 \frac{m}{Kg} \text{ day (sand)}$$

144時間後は1.248 mgであった。

同様にN1-nの浄化能力に等出すると、28時間後の場合1.45 mg/Kg day (sand)

144時間後は6.06 mgであった。

佐伯⁽²⁾によれば浄化砂に充分 ammonia 酸化菌(以下A-菌と略す)が繁殖している場合のA-n浄化能力は水温20~30°Cで砂1Kg当り1.4 mg/day であり、実際の飼育において充分浄化されている場合の水のA-nは0.1~0.2 mg/l である。又N1-nはNitrate 化成菌(以下Na-菌と略す)の作用があらわれるまではその量が増加するが、作用があらわれた後(約140時間以後)は減少してくる。魚は飼育した場合にNa-菌の作用があらわれない時期においては5~6 mg/l となるが、その後は漸減して0.05~0.06 mg/l 程度になると述べている。因みに両菌の繁殖所要日数は14日位であり、発育好適PHはA-菌で7.8、Na-菌では7.1で発育限界は±0.8であると云れている。

これらのことから実験中の状況状況を考えるとA-nの浄化は佐伯の値と比較して $\frac{1}{10}$ 以下であり、A-n量は5~10倍であった。PHは7.1~6.6でNa-菌には好適であってもA-菌子はやゝ不適当となっている。従ってPHからA-nの増加、N1-nの減少が予想されるが結果は全く逆の現象を呈した。この原因は通気によりA-nが酸化されN1-nが増加したと考えられる。又時間経過によるA-nの浄化力は144時間後には28時間後の約2倍にN1-nは4倍と増加して菌の繁殖がおこなわれたと認められる。両菌の増加の差はPHによるものであろう。

今A-nの浄化からみた収容極量を算定すると次の如なる。

$$\begin{aligned} \text{浄化石の重量} \times \text{浄化能力} &= 2700 \times 0.648 = 2.61 \text{ Kg (28時間後)} \\ \text{A-n 分必量} & \quad \quad \quad 67 \\ & 2700 \times 1.248 = 5.03 \text{ Kg (144時間後)} \\ & \quad \quad \quad 67 \end{aligned}$$

以上の如くA-菌の繁殖が充分でなくA-nの浄化が低かったが、飼育水のPHを7.6になるよう石炭を投入して調整すればよかったのではないかと考えている。

(註) 菅原、出塚⁽⁸⁾のクルマエビ畜養池においてアナゴの畜養を行った資料を基にして次のとおり算出した。(無投餌)

魚槽および流量約3 m³、660 l/h

A-N量注水 0.06 mg/l

排水	0.30 mg/l
アナゴ収容量	56.5 Kg (1尾37~57gr)
水温	21.1°C
アナゴのA-nの分泌量	$(0.30 - 0.06) \times 660 \times 24$ 56.5 = 67mg/day/Kg

III) 冬期の実験について:

この実験に先きだって冬期(3月10~16日)の低温時に行った結果について検討する。同じ設備で大体同じ方法で畜養したのであるが条件は次のとおりである。

水槽の水量	0.64 m ³ (2槽使用)	畜養日数	7日
注水量	350~380 l/l	畜養量	308.2 Kg
水質	DO 1.43~3.44 mg/l		
	A-n 6.77~23.24 mg/l 漸増		
	PH 6.6~7.2		
	Cl 17.64 ‰		
水温	7.0~7.9°C		

畜養成績

水槽	収容量 Kg	7日間の へい死魚 Kg	7日目の 生存魚 Kg
Na 1	130.6	10.8	119.3
Na 2	187.6	15.0	172.6

酸素は通気によって充分供給されて飽和状態になっていたと仮定すると1時間の酸素供給量は2580CCであり、7.5°Cにおける魚の酸素消費量を第5図から計算すると12.1 CC/h/Kgとなるので、この冬期実験における収容極量は213Kgとなる。従って実験量はいつでもこれ以下であった。

A-nの浄化については温度とA-n分泌量および浄化能力の関係は明らかでないが、夏期と等しと仮定すると冬の場合、排水中のA-nが多過ぎる。これはPHが夏期と同じくA-n菌の発明に不適當であったことと、水温が低いので浄化能力が弱いのではないかと推察する。

IV) 総括

以上酸素の補給とA-nの浄化について個々に考察してきたが、魚類の呼吸と水中

ammonia については不可分の関係にあるので両者をあわせて考察する。

排水のDOはいつでも窒息点の $1 \frac{mg}{l}$ 以上にも拘らず大部分が窒息死の症状を呈していることは、ハモの場合A-nが $2 \frac{mg}{l}$ 以上では酸素の呼吸が困難となるといわれていることから、へい死の原因がA-nの増加による呼吸障害と考えられる。更に土管周辺部について死魚が多く認められたのはこの部分の水の循環が悪かったためと推察される。へい死率が午後よりも午前に高いのはアナゴが夜間活動性であることも関係がある。

窒素化合物の浄化はこの実験では不充分であり、PHと共に碎石、砂の菌による熟成等について検討すべき点が多いが、へい死魚および吐出された餌の補敗からくるA-n量の累積も見のがせないものである。

(別 添)

参 考 文 献

- 1). ボールドウィン・B、1949:比較生化学入門
- 2). 佐伯有常、1956:日水誌、23(11)
- 3). 田村正、1956:水産増殖学
- 4). 江草周三、1958:魚・雑 7(2~4)
- 5). 武居 薫 他:未発表
- 6). 井伊明・渡辺泰輔、1952:兵庫水試報告7
- 7). 佐伯有常、1961、水・増 8(4)
- 8). 菅原兼男・出塚順一、1954: 2(2)

高級魚介類の濃密短期蓄養試験

第1報 ハマチの陸上蓄養

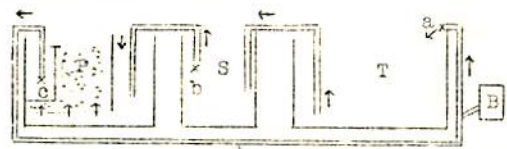
緒言

現在大阪府下では底びき網、建網、定置網等の漁獲物のうちマダイ、クロダイ、スズキ、ハマモ等の高級魚獲物は活けのまま競売され、落札した仲買人は自己所有の木製いけす、または竹かごいけすで漁港内に蓄養し、翌朝大阪市内に搬入している。競売時においていけ物とあがり物(死んだもの)との値開きは2~3倍である。ここ数年來工場廃水による沿岸水域の汚濁、埋立てにともなう水質の悪化、さらに夏期にひん発する赤潮のためいけす蓄養も困難となりつゝある。この問題を循環濾過式装置を使用することにより解決するとともに、出荷調整をおこなうことは漁家経済の向上に役立つと考えてこの研究に着手した。

本研究の焦点は限られた容積内で、できるだけ多くの生物を最大15日間ほど蓄養すること、即ち単位容積当りの最大収容密度を推定することにある。

実験方法

飼育装置は第1図に示した。浄化材は、フジボ殻、貝殻の砕かれたもの約280kgを使用した。魚槽は長さ、90cm、巾30cm、高さ45cmのステンレス枠つきガラス水槽で、これ



第1図、飼育装置

T、魚槽、S、沈澱槽、P、浄化槽、

B、送風機、a、b、c、は採水点、矢印は流れの方向

に水深37cmになるようにした。即ち魚槽内の水容量は約100ℓである。魚槽、沈澱槽、浄化槽相互の間はそれぞれ3本の直径2.5cmの塩化ビニール製パイプのサイフォンで連らなり、魚槽に入る前に送風機によりエアリフトされる。

流量は690~810ℓ/hで720ℓ/hのときが最も多かった。実験開始

7日前から循環をおこなって浄化菌の熟生を促した。

供試魚は岬町小島で養成中のハマチ(690~720g)で供試直前まで沖合のいけすに収容し投餌をおこなった。

実験中の水質は魚槽に入る直前(a)と沈澱槽から浄化槽へのサイフォンの入口(b)およびエアリフトされる前(c)に採水した。溶存酸素量(以下O₂量と略す)はウインクラー法で定量し、アンモニア塩はウィツティング法により妨害物質を除いた後ネッスラー氏試薬で、

亜硝酸塩はG、R試薬で、またPHはP、R試薬でそれぞれ比色定量した。

飼育実験終了後、水の循環を止めて窒息死するまでの経過を観察するとともに随時O₂量を測定した。

結 果

飼育中の水質等は第1表に示した。

補給されたO₂量は落下直前で3.89~4.44 $\frac{ml}{l}$ で81~92% (Cl、15.3%)の飽和度を示している。魚槽から出た水は沈澱槽で0.78~2.27 $\frac{ml}{l}$ の減少がありさらに浄化槽を通った後は0.07~0.35 $\frac{ml}{l}$ の減少があった。沈澱槽における糞その他の量は極めて少なかった。補給水中のN、H₃は3.3~8.3%で、魚槽通過後には13.7~8.1%の増加があり、浄化された後は2.0~1.7%が減少している。

第 1 表 飼育中の水質

月 日	水 温	P H	kg尾数		O ₂ ml/l			NH ₃ %			NO ₂ %			備 考	
			重量	尾数	a	b	c	a	b	c	a	b	c		
8.2	28	7.8	0.70	3	3.94	3.16	2.97				1.4	1.8	1.4	収容後24時間17尾	
	29	7.8	3.80	20	4.16	1.87	1.52				7.5	7.1	8.7	収容後1時間1尾へい	
	3	29	7.8	3.59	19	3.89	2.86	2.51			12.0	16.5	16.3	16.9	1尾へい死
	4	29	7.9			4.52	3.29	3.23	8.3	11.0	8.3	4.6	3.9	4.0	換水
	6	29	7.8			4.41	3.52	3.29	6.3	17.0	10.0	2.2	2.0	2.2	
		29	7.8	4.41	23	4.43	3.21	2.96	3.3	8.7	4.3	4.7	4.5	4.6	4尾収容後1時間
	7	29				4.29		2.84	4.7	9.0	8.0	6.6	6.9	7.5	
		29	7.7	4.98	26	4.44	2.71	2.50	8.3	22.0	10.3	9.7	9.3	10.1	3尾収容後1時間
	8	28	7.8	4.66	24	4.44	2.71	2.53	3.9	15.3	4.3	9.9	8.8	8.9	2尾へい死換水
		29	7.8			4.44	2.74	2.67	7.3	10.3	7.3	3.3	3.6	4.2	

NO₂は浄化後に減少しているのは最初だけで、他は0.1~1.6%の増加があった。魚の状態は、調子のよいものでは黄色い1条の縦じまが鮮明で、5~6条のうすい黒色の横じまがあり、体には光沢がある。動きがやゝ鈍くなったものは光沢がなくなり、次いで黒色の横じまが消失してくる。8月3日のへい死魚は収容当時から調子の悪かったものである。8月8日には沈澱槽から浄化槽へのサイフオンの水が切れていたため、この間に2尾がへい死したものと考

えら、発見時には全収容魚の横じまが消失していた。収容魚の一部は8月6日(5日目)頃から吻端の皮ふがはげて筋肉が露出したり、尾鰭がすれて先端が丸くなったりした。実験終了時には5尾がこのような状態であった。8月8日に極微量の冷凍カタクチイワシを与えたが摂餌は極めて良好であった。

8月4日には送風機の油が飼育水にまぜったので全水量を換水した。また8月8日には水面に浮んだ飼料の油を除くため一部を換水した。窒息死に至る経過は第2表に示した。

第 2 表 窒 息 経 過

時間分	PH	O ₂ ml/l	NH ₃ γ	状 態
0	7.8	1.89	15.3	開始(24尾)全部横じま消失
3				動きや激しくなり、呼吸運動も激しくなる。狂奔開始
5		0.99		全部狂奔
8				2尾垂直になる。
11		0.93		
13				5尾横転
14	7.4	0.92	23.4	1尾べい死

考 察

濃密収容の実験例としては活魚輸送の見地から稲葉、野村(2)はコヒマスについて実験をおこない、送気下における収容量 b (Kg) は収容前の送気水の O₂ 量を 0 (ml/l)、一定量 a Kg の魚を収容し O₂ 量が一定になった時の O₂ 量を $0'$ (cc/l) 魚の生存最低 O₂ 量を $0''$ (ml/l) とした場合には

$$b = \frac{a(0 - 0'')}{0 - 0'}$$

で示されている。ここで 0 は第一表 a の値であるが落下後の O₂ 量が飽和度 100% になったと仮定すると水温 30°C、Cl 15.2% の場合には $4.72 \frac{ml}{l}$ となる。 $0'$ は a (0.7Kg) を収容し 24 時間後の流入、流出口の平均値で $3.55 \frac{ml}{l}$ 、 $0''$ は第 2 表より窒息点 $0.9 \frac{ml}{l}$ とすると b は 2.28Kg となる。この値は筆者の実験による最大収容量 4.98Kg の 1/2 の量である。

また佐伯(5)橋高(3)(4)はハマチ養成量の推定に際し、収容可能密度 A (Kg/l) は換水率に比例するとして、流入水の O₂ 量を C_1 、流出水の O₂ 量を C_2 、その時の飽和酸素量を CS_1 、魚の酸素消費量を $k \text{ ml/Kg h}$ 、流入水の量を $u \text{ l/h}$ 、収容槽の水量を $v \text{ l}$ 、水表面からの酸素溶入係数を k 、魚を除く他の生物、微生物による酸素消費量を $B \text{ ml/l h}$ とした場合

$$A = \frac{(C_1 - C) \cdot v}{k} + \frac{k(C_s - C) - B}{k}$$

で算出できると述べている。ここで $C_1 = C_s$ として 4.8 lCC/l 、 C を窒息点 0.9 lCC/l 、ハマチの酸素消費量 k は筆者の一人吉田が測定したところ体重 $160 \sim 220 \text{ g}$ で水温 30°C 流量 720 l/h 、流入水の O_2 量約 4.0 ml/l (飽和度 85%) で $580 \sim 650 \text{ ml/Kgh}$ であり平均は 600 lCC/Kgh であった。 v は平均値 720 l/h 、 V は 100 l である。さらに $k=f/D$ を 5 cm/h とした場合、 D は深さであるから k は 0.135 となる。この場合の B は 0 とすると A は 0.0512 Kg/l となるので収容量は 5.12 Kg となって筆者等の実験値とよく近似するが、流出水の O_2 量は則定では 2.7 lCC/l となり仮定した値 0.9 lCC/l の 3 倍である。 C を 2.7 lCC/l とした場合に収容量は 2.67 Kg となる。

計算された収容者と筆者等の実験値より収容密度 (Kg/m^3) にして他の実例と比較したものが第3表である。筆者等の実験値は海産魚で増重を考えていない水族館の 1.7 倍となっている。ハマチについては換水率が大きくなれば収容量が増加するような計算例⁽³⁾があるが、実験時の換水率 ($V/V=7.2$) 註²⁾で換算したものが表示した 1.8 Kg/m^3 である。ニジマスの例

第3表 収容密度の比較

実験者	実例	収容密度 Kg/m^3
吉田	ハマチ実験値	49.8
	" 計算値 (稲葉)	22.8
	" " (佐伯)	26.4
橋高 ¹⁾	" 計算値と実例 (尾篤)	1.8
稲葉 ²⁾	ニジマス実験値	333.3
	計算値 (稲葉)	518.5
水族館 ¹⁾	須磨水族館	4.2
	上野 "	2.5
	全国水族館平均	2.9

については水温が 10°C 以下であるので直接の比較はできないが参考までに表示した。

実験時の O_2 量から稲葉の式、佐伯の式⁵⁾により収容量を求めたところ、それぞれ 2.28 と 2.64 で大体一致しているが実験値の $1/2$ である。

濃密蓄養の例として大阪府の沿岸ではマアナゴを竹かごに生ずに入れて海中に沈下したり、船のげん側から吊下げて浮上させたりして 15 日間程度蓄養している。この場合の収容密度は業者の

註1. f mass Transfer Coefficient (Cm/h)

註2. 流速は 0.135 cm/sec となる。

言をかりるとアナゴの間に箸の立つほどであるという。また初秋にカワハギ等の建網漁獲物を網生すに収容し、早期より夕刻まで約12時間蓄養しているが、この場合は生すの口まで魚が入り生す内で魚同士が横に重なり合っている状態である。マアナゴ、カワハギとも取揚時のべい死は20%以下であるといわれている。これらの生すは何れも漁港内の潮流の全くないと考えられる位置に設置されている。

このように実験的には理論収容量の2倍が収容でき、また水の交換の極めて悪いところで実際に大きな収容密度で蓄養できる原因については別に検討して報告する予定である。

ハマチの濃密蓄養については既述のごとく生活面で支障を来たしはするが、漁獲または取揚後出荷までの短期間の飼育には50 Kg/m²またはそれ以上収容してもよいと考えられる。実験の終り頃に魚体の損傷が生じてきたが、これも収容期間が3日間以内であれば問題はなく、それ以上の期間では収容密度を小さくしてやる必要がある。

要 約

循環濾過式飼育装置によりハマチの濃密蓄養実験をおこなった。収容量を段階的に増加して収容密度を50 Kg/m²にしたが水質、魚の健康状態とも良好であったが5日目から一部のものに外見的損傷が表われた。この収容密度は稲葉²⁾、野村の式³⁾ また佐伯³⁾、橋高⁽³¹⁴⁾の式による密度の約2倍であった。このような濃密蓄養の例はマアナゴ、カワハギ等について海上生すでおこなわれているが、ハマチについても収容期間が3日以内の場合には50 Kg/m²程度の収容は可能ではないかと考える。

文 献

- 1) 平山 和次、1962：循環濾過式海水水族館の水質管理の現状とその特徴について
水・増 臨時号1
- 2) 稲葉伝三郎、野村 稔、1956：送気下の活魚輸送に関する2、3の実験水・増
- 3) 橋高 二郎、1959：ハマチの養殖について水増 7(1) 41¹⁾
- 4) 1960：鹹水養魚場の水の交流について、日水誌 26(3)
- 5) 佐伯 有常、1959：酸素経済からみた流水養魚の放養量について、水増、6(4)

水産資源調査

目的

大阪湾の本府管轄海域において、カタクチイワシ及びその他の卵稚仔の生態並びにその環境条件を調査し漁業資源の動態解明の資料とするためこの調査を実施した。

期間

自昭和38年4月1日～至昭和39年3月31日

調査場所

OS 1	(堺港付近)	緯度 経度	34° 135°	35' 25'	12″ 12″
OS 3	(岸和田)	緯度 経度	34° 135°	29' 21'	05″ 20″
OS 5	(岡田浦)	緯度 経度	34° 135°	24' 16'	00″ 30″
OS 7	(炎輪)	緯度 経度	34° 135°	20' 10'	38″ 25″
OS 8	(多奈川沖)	緯度 経度	34° 135°	21' 08'	15″ 00″
OS 9	(尾崎沖)	緯度 経度	34° 135°	24' 11'	15″ 00″
OS 11	(岸和田沖)	緯度 経度	34° 135°	30' 17'	10″ 00″
OS 14	(大阪港関門沖)	緯度 経度	34° 135°	37' 21'	48″ 26″
OS 15	(淀川河口)	緯度 経度	34° 135°	40' 24'	46″ 10″

(内水研より指定の9定点)

調査方法

(1) 気象 海象

気象＝天候、風向、風力、気温、雲量、雲形

海象＝波浪、ウネリ、水色、透明度、水温、塩素量

(2) ネット採集(カタクチイワシ、及び卵とその他の卵稚仔採集) ① ネットを用い海底より表層までの垂直曳を行い魚卵、稚仔、その他の浮遊生物を採集する。

結果の概要

採集物中のカタクチイワシ卵及びカタクチシラス、その他の魚卵、同稚仔と大まかな分類（植物、甲殻類その他の動物）を行い精密測定をした。

調査の結果を各月毎に取まとめカタクチの卵、稚仔以外の魚卵、稚仔は共に内海区水産研究所へ送付した。その結果は次のとおりである。

- 6月 は各地点ともにネツツボ卵が多く、コノシロの卵はst 1（堺港）とst 14（大阪港関門沖）その他はst 7（淡輪）st 8（多奈川沖）にクロダイの卵が採集された。又不明の単脂卵及び無脂卵も相当あった。（単脂不明卵中には卵径0.6～0.7mmのものでマルアジの卵ではないかと思われるものがあったが油球の大きさがマルアジ（0.2mm）よりやや小さい）
- 7月 此の月に入りコノシロ卵及び稚仔がみられるようになりst 15（淀川河口）においてはその数143同稚仔2.9mm～4.5mmのものが17もあったその他ではサツバの卵がみられた程度であった。
- 8月 今月は先月のように地点によって卵、稚仔ともに量的には少ないが種類は先月より多かつたこれを地域別にみるとst 5（岡田浦）にキスの稚仔2.5mmがみられ、st 7（淡輪）ウシソシタの卵及び、ウマズラハギの稚仔1.8mmのものがみられた。
- 9月 卵、稚仔ともに少なくst 1（堺港）ネツツボの稚仔0.9mm st 8（多奈川沖）ハゼの稚仔4.2mmのものがみられた程度であった。
- 10月 この月に入り卵、稚仔共になくエビのMysis Stage カニのMegalopaが1～6尾であった。
- 11月 にはst 8（多奈川沖）にカタクチの稚魚3.3mmがみられたのみであった。
- 12月以後は何も採集されなかった。

卵、稚仔は共に6月、7月が多く8月には、種類の多く出現がみられたが9月以後は量的にもあまりみられない。10月のエビ、カニの出現については今後の更に突込んだ研究の必要がある。

海 洋 調 査

大 阪 湾 定 線 観 測

観 測 定 法 前 年 と 同 じ
 観 測 方 法 海 洋 観 測 法 に 準 拠
 観 測 結 果 第 1 表 定 線 観 測 表
 海 況 (毎 月 の 水 温 結 果) 及 び 気 象

観 測 点	緯 度	経 度
OS 1	34° 35' 12"	135° 25' 12"
OS 2	34° 32' 05"	135° 22' 50"
OS 3	34° 29' 05"	135° 21' 20"
OS 4	34° 26' 30"	135° 19' 15"
OS 5	34° 24' 00"	135° 18' 30"
OS 6	34° 21' 58"	135° 13' 24"
OS 7	34° 20' 38"	135° 10' 25"
OS 8	34° 21' 15"	135° 08' 00"
OS 9	34° 24' 15"	135° 11' 00"
OS 10	34° 27' 14"	135° 14' 00"
OS 11	34° 30' 10"	135° 17' 00"
OS 12	34° 33' 05"	135° 19' 55"
OS 13	34° 36' 00"	135° 23' 00"
OS 14	34° 37' 48"	135° 21' 26"
OS 15	34° 40' 46"	135° 24' 10"



(担 当 西 田 明 義)

第 1 表 定

2 月

観測点	OS 1	OS 2	OS 3	OS 4	OS 5	OS 6	
月 日	2 - 6	2 - 6	2 - 6	2 - 6	2 - 6	2 - 6	
時 分	10-07	10-35	11-09	11-32	11-56	12-22	
水 温	0 m	5.3	4.8	5.1	6.8	7.0	7.0
	5	5.3	5.4	6.5	6.5	6.8	6.8
	10						
	15						
	20						
底 層	5.9	6.0	6.6	6.9	7.0	6.5	
塩 素 量	0 m	16.01	16.95	17.52	17.81	17.96	18.05
	5	17.55	17.64	18.14	17.90	18.11	17.99
	10						
	15						
	20						
底 層	17.81	17.93	17.99	17.99	18.05	17.99	
P.H	0 m	8.10	8.19	8.20	8.23	8.25	8.24
	5	8.20	8.20	8.23	8.23	8.26	8.25
	10						
	15						
	20						
底 層	8.20	8.20	8.22	8.26	8.25	8.25	
海 況	波 浪	2	2	1	1	1	1
	ウネリ	0	0	0	0	0	1
	水 色	10	11	9	7	6	6
	透 明 度	2.0	2.5	2.4	6.0	6.5	9.0
	水 深	10.5	10	9	9	9	12
天 候	天 候	bc	bc	bc	b	b	b
	雲 量	4	3	3	2	2	2
	雲 形	Cu	Ac-Cu	Ci-cu-Ac	Ci-Ac	Ac-Ci	Ac-Ci
	風 向	W	W	W	W	W	W
	風 力	2	1	1	1	1	1
気 温	3.5	4.0	4.5	6.5	7.0	6.0	