

モクズガニの成熟と幼生の飼育に関する研究*

後藤悦郎・川島隆寿・鈴木博也・山本孝二

研 究 の 目 的

モクズガニ *Eriochein japonica* DE HAAN は日本を始め、北は樺太、シベリア沿岸部、朝鮮、南は香港、台湾まで生息している甲幅 50～70 mm 程度の中型のカニである。

日本では沿岸から河川まで生息しているが、本県では「ツガニ」または「ケガニ」と呼ばれ、内陸部を中心に古くから食用とされている。河川においてはアユに次ぐ重要な漁業資源であるが、最近では乱獲や生息場所の減少により漁獲量が少なくなっている。この十年間の河川の漁業協同組合集荷分について見ると 1973 年が約 23 トンに対して 1982 年が約 10 トンと半分以下に減少している (図 1)。

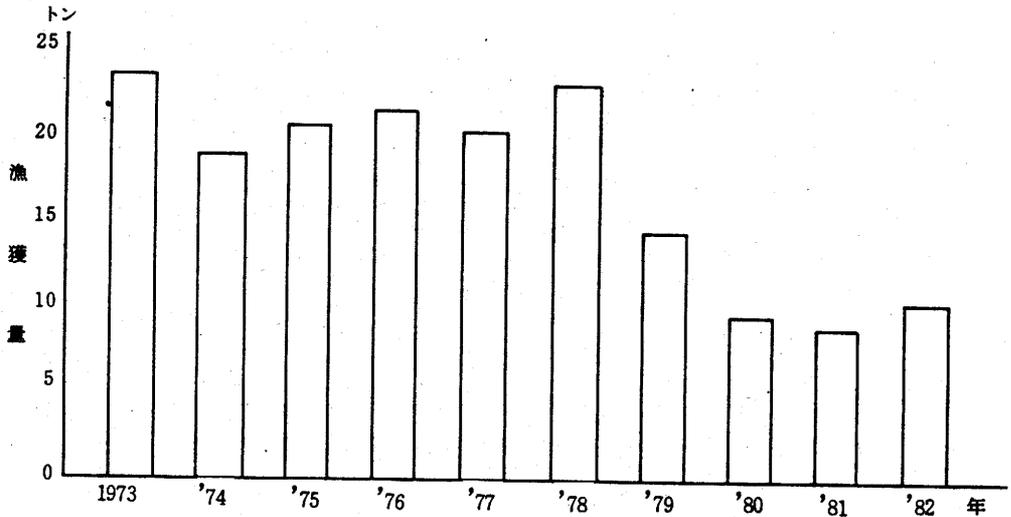


図 1 県内のモクズガニ漁獲量

このためモクズガニ種苗の量産を行い、稚ガニを河川に放流することにより資源を増大させることが切望されている。また、ダムなどの人工構築物の設置により天然モクズガニが生息出来なくなった上流部に稚ガニを放流することにより資源が復活することが期待される。

* 昭和 60 年度指定調査研究

一方モクズガニの生態、種苗生産等に関する研究は少なく、不明な部分も多いためその生態の究明、種苗生産方法の確立を目指し本研究を実施することとした。

なお、この研究は当初1987年までの3年計画で実施する予定であったが、国の都合により開始初年で打ち切られることになったことを付記する。

親ガニの飼育

モクズガニは河川内で生活、成長した後、成熟したものは秋に川を下る。その降河する親ガニを対象にカニ網罟やカニ笥により漁獲が行われる。図2は県東部の主要河川である神戸川の漁業協同組合のモクズガニ出荷量と河川の水位（建設省の観測地点）を示したものである。

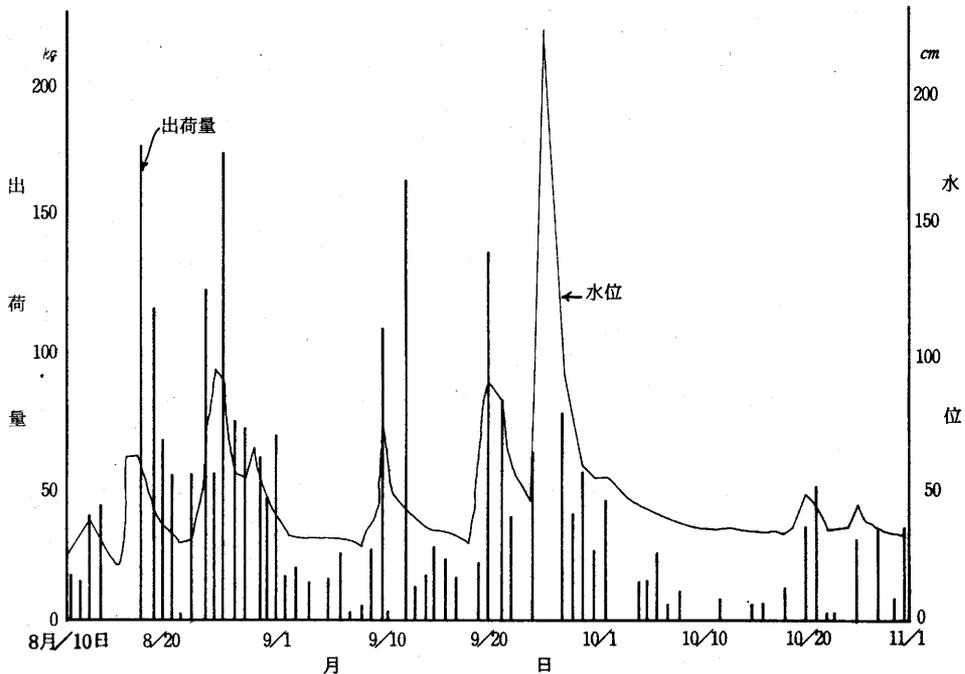


図2 モクズガニ出荷量と河川水位

これによると漁獲（降河）は8月から11月にかけてで8月中頃から9月中頃までが盛期であり、降雨により河川流量が増加した時に多くなる傾向が著しい。

降河した親ガニは河口付近の感潮域に入ると1週間前後体液の塩分濃度調節を行った後交尾行動に移る。交尾後約1日で雌は産卵を行い、その後約20～30日くらいでゾエア幼生をふ化させる。1度交尾を終了した雌は体内の貯精のうに精子をためておりこれを用いて2～3回の産卵、ふ化を行うと言われる。

当県では汽水湖で交尾、産卵を終了しふ化間近の卵を持った親ガニが得られるが、今年度はそれ

を用いてふ化数などの基礎資料を得ることとした。

1) 材料及び方法

親ガニは中海という汽水湖に設置されている定置網（通称ます網）に入網したものを使用した。中海は島根・鳥取両県にまたがる面積約 100 km²の日本で第 5 位の湖で、境水道を通して外海水の出入がある。流入する大きな河川は斐伊川のみで、両者の中間に宍道湖が存在する（図 3）。

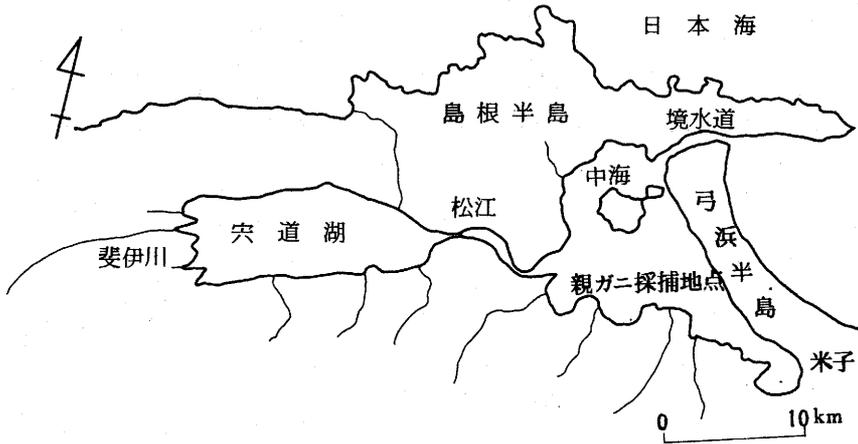


図 3 位置図

モズクガニは斐伊川にはほとんど生息していないので、それ以外の中海、宍道湖に流入する小河川に生息しているものが産卵期に中海に降りて来たものと思われる。

塩分は場所と深さにより異なるが中海湖心部（水深 6～7 m）の塩素イオン濃

度の全層平均値は約 12,000 ppm，親ガニ採捕地点付近（水深 3～4 m）では表層約 7,000 ppm，底層約 11,000 ppm である。

ます網に入網したモズクガニはふ化直前の外卵を抱いた雌のみ選別，水なしで車で約 1 時間かけて当分場まで運搬した。その後ガラス水槽（40 ℓ 7 ヶ，65 ℓ 3 ヶ）に 1 尾ずつ収容，海水を 25 ℓ 程度加えてエアレーションを行いつつふ化を待った。ゾエアがふ化した段階でその計数を行ってから後述する大型水槽へ収容し幼生の飼育を行った。

2) 結果及び考察

搬入した親ガニの大きさを表 1 に示した。

第 1 回目の親ガニ搬入は 10 月 22 日で 8 尾，第 2 回目は 11 月 21 日で 3 尾，合計 11 尾であった。甲幅は最小 48.5 mm，最大 79.2 mm，平均 59.0 mm，体重は最小 61.6 g，最大 260.5 g，平均 115.1 g であった。第 1 回目分については気温が高かったため幼生をふ化させるまで水槽は加温しなかったが，第 2 回目分については気温が低いため 100 W のヒーターを投入し加温した。搬入から幼生をふ化させるまでの水温（午前 10 時測定）は第 1 回目が 13.5 °C から 18.4 °C，第 2 回目が 16.0 °C～18.0 °C であった。

表 1 親ガニの大きさ

収容水槽	収容月日	水槽容量	甲 幅	体 重	収容水槽	収容月日	水槽容量	甲 幅	体 重
No. 1	10月22日	40 ℓ	58.0 mm	108.5 g	No. 7	10月22日	65 ℓ	61.7 mm	138.5 g
No. 2	"	40	55.5	91.7	No. 8	"	40	54.2	74.8
No. 3	"	40	56.1	101.7	No. 9	11月21日	40	54.9	
No. 4	"	40	52.6	83.7	No. 10	"	65	65.7	
No. 5	"	40	79.2	260.5	No. 11	"	65	63.1	
No. 6	"	40	48.5	61.6					

水槽番号順にふ化状況を述べると、No. 1は10月23日に2千尾のふ化があったがその9割は斃死していた。その後10月26日まで少量ずつのゾエアがふ化したがほとんど斃死していた。27日からこれに加えて少量ずつの死卵が混じっていたが10月30日に抱いていた卵を全部放した。No. 2は10月24日に死んだゾエアが少数見られたが10月26日活力の良いゾエアが1.6万尾得られた。その後30日までゾエアを少しずつふ化させていたが、10月31日に16.4万尾がふ化、翌日にも3.5万尾が得られた。No. 3は10月29日までゾエアが全く観察されなかったが10月30、31日に少数が認められ、11月1日に10万尾が得られた。No. 4は10月24日に少数がふ化、翌25日に9千尾、26日に9万尾がふ化した。その後10月30日に少数の斃死ゾエアが認められた。No. 5は10月23日にエアレーションのパイプを伝って水槽外に逃亡、約1 m下のコンクリート側溝に落下した。翌日に捕えて再び水槽に収容した。10月25日、26日に少数の斃死ゾエアが認められ10月29日に7千尾、30日に5万尾のゾエアをふ化させたが全て死亡していた。翌31日も1.5万尾の斃死ゾエアを観察、11月1日にも1.2万尾のゾエアがふ化したが60%は斃死していた。11月2日も同様な状況のゾエア53万尾がふ化したが、それに加えて残りの卵を全部放出、そのため水槽の水が茶色になった。No. 5の親ガニは甲幅、体重とも最大でふ化ゾエア数も多いことが予測されたが、結局逃亡の際の落下によるショックが原因で正常なふ化に至らなかったと思われる。No. 6は収容翌日の10月23日に少量のふ化ゾエア（大部分斃死）が見られ、24日に7万尾、25日に2.5万尾をふ化させた。その後10月28日に少量の斃死ゾエアが観察された。No. 7は10月26日に1.3万尾がふ化、27日に少量が認められ28日に25万尾のゾエアがふ化した。No. 8は10月30日、31日、11月1日に少数のゾエアの放出があり2日に10万尾がふ化した。11月21日に搬入したNo. 9、10、11については細かい観察をしていないが、No. 9は6日目に15万尾、No. 10は12日目に17.5万尾、No. 11は8日目に15万尾のゾエア幼生をふ化させた。

以上のふ化状況を総合すると搬入した親ガニ11尾のうち9尾から活力の良いと思われるゾエアが合計約135万尾得られた。個体別には最少がNo. 6の9.5万尾、最多がNo. 7の26.3万尾、9尾の平均は15万尾であった。搬入してからふ化を完了するまでの日数は最短がNo. 6の4日、最長がNo. 8とNo. 10の12日、9尾の平均は約8日であった。ふ化が1日で完了したものはNo. 3、8、9、10、11、2

日間要したものはNo.4, 6, 3日間要したものはNo.7, ふ化の山が2回にわたったものはNo.2であった。その他本格的なふ化を行う前に少数のゾエアが何日かにわたり認められる傾向があった。またふ化が完了した何日か後に斃死ゾエアが観察されたのが2例あった。

カザミなどはストレスやショックを受けた場合脱卵や異常ふ化を起こすことが知られている。今回活力の良いゾエアが得られなかったのはNo.1とNo.5であったがNo.5は落下したショックによると思われる。No.1も漁獲後から脱卵までの期間に何らかのストレス, ショックを受けていた可能性がある。

モクズガニの雌は1度交尾するとシーズン中に2~3回産卵ふ化を行うとも言われているが, 幼生をふ化させた親ガニの飼育を2月末まで行った所外卵を再び持ったものは認められなかった。

現在親ガニの供給地は中海の他に神西湖がある。神西湖は小さい川によって日本海と連結し海水の出入がある小面積(1.3 Km²)の汽水湖である。今後種苗の大量生産を行う場合安定的に多数の親ガニが得られることが条件となるが, この二つの供給地は埋立て, 淡水化や漁場の荒廃など将来展望に不安がある。このため新たな供給地を探すか大量に得られる降河ガニを交尾, 産卵させることが考えられる。森田¹⁾は交尾域で性行動を行う雌雄を交尾させることに実験的に成功しているので後者については有望と思われる。

小型容器による幼生の飼育

カニ類幼生の飼育については海産のガザミが各所で行われておりその飼育条件もほぼ明らかになっている。しかし, モクズガニは海水域から淡水域まで生息しており, 幼生の飼育条件はガザミと共通する部分も多いが塩分濃度など異なる部分もあると思われる。それについて詳細に検討したものは少なく, 石田²⁾の報告以外には見られない。そこで1ℓ三角フラスコを用いて種々の条件により飼育を行い, 良好な条件を明確にすることを試みた。

1) 材料及び方法

実験に供した幼生は前述の親ガニから得られたもので, スポイトで計数して各フラスコ中に収容した。フラスコはまとめて130ℓアクリル水槽中に収容し, 水槽とフラスコの間は淡水を満した。この水槽を大型水槽による幼生の飼育の項で述べる6トンコンクリート水槽中に浮べた。この6トンコンクリート水槽でもモクズガニ幼生の飼育を行っており, ヒーターによる加温がなされているので間接的にフラスコ内も暖まりしかも全フラスコともほぼ同一水温となった。各フラスコの通気はコンプレッサーから送られて来たものを4mmのエアチューブに分枝し, それを水中に垂下した。加温, 通気によりフラスコ中の水分が蒸発するので適時淡水を追加した。また, 幼生の生残数は週2回程度計数, 水温, pHは午前10時に水温は毎日, pHは週2回程度測定した。なお飼育水の容量は1ℓ強とした。

幼生の餌料としては以下のものを使用した。

海産クロレラ：0.5 トンタンクで培養したもので飼育水1 cc 当たり 50 万細胞程度になるよう添加

淡水クロレラ：ヤクルト本社中央研究所のもので飼育水1 cc 当たり 50 万細胞程度になるよう添加

パン酵母：鐘淵化学工業株式会社製のものを毎日 0.05 g 程度添加

キートセロス・グラシリス：以下キートセロスと略すが飼育水1 cc 当たり 2 万細胞程度になるよう添加

テトラセルミス：飼育水1 cc 当たり 2 万細胞程度になるよう添加

ケイソウ：1 トンタンクに繁殖した雑多なものを飼育水1 cc 当たり数千細胞になるよう添加

ブラインシュリンプ：以下ブラインと略すが、飼育水1 cc 当たり 1 ケ程度になるようにした。

オキアミ：生オキアミをミキサーで粉碎した後篩で 0.5 ~ 1 mm のものを選別して与えた。

シオミズツボワムシ：以下ワムシと略すが、飼育水1 cc 当たり 5 ケ程度になるようにした。

配合餌料：日本農産工業株式会社製まだい初期飼料 3 号を与えた。

また、飼育海水は天然海水が主体であるが一部表 2 に示す組成の

人工海水を使用した。

1 ℓ 三角フラスコによる幼生飼育の設定条件等は表 3 のとおりである。実験は 3 回実施しているが、第 1 回目はゾエア 1 期（以下 Z₁ と略す）で開始しており同一設定条件については一例しか行っていない。第 2 回目は Z₁ で開始しているが他に設定条件について 1 例では不十分と考え、第 1 回目の追加実験を主体に各条件について 2 例づつ行った。第 3 回目は Z₅ からメガロパ（以下 M と略す）までの条件を試験するため同一条件につき 2 例づつ行った。

表 2

人工海水の塩類組成

塩類名	重量
塩化ナトリウム	26.79Kg/t
塩化マグネシウム	2.42
塩化カリウム	0.73
塩化カルシウム	1.14
硫酸マグネシウム	3.33
重炭酸ナトリウム	0.21

表 3. 実験の設定条件

試験区	実験期間	実験をする条件		備考
1	10月25日~11月6日	餌料種類	海産クロレラ	天然海水を使用し換水は無し 各 20 尾づつ収容
2	"		キートセロス	
3	"		ワムシ	
4	"		ワムシ+ブライン	
5	"		クロレラ+ワムシ+ブライン	
6	"		キートセロス+ワムシ+ブライン	
7	"	飼育密度	10 尾	天然海水を使用し換水は 3 日 に $\frac{1}{4}$ 程度、餌料はキートセロ ス+ワムシ+ブライン
8	"		20 尾	
9	"		50 尾	
10	"		100 尾	
11	"	海水種類	天然海水:人工海水 = 0 : $\frac{3}{3}$	換水は無しで各 20 尾づつ収 容、餌料はキートセロス+ ワムシ+ブライン
12	"	"	" : " = $\frac{1}{3}$: $\frac{3}{3}$	
13	"	"	" : " = $\frac{2}{3}$: $\frac{1}{3}$	
14	"	"	" : " = $\frac{3}{3}$: 0	
15	"	換水率	換水無し	天然海水を使用し各 20 尾づつ
16	"		3~4 日毎に飼育水の $\frac{1}{10}$ を換水	

表3 つづき

試験区	実験期間	実験する条件		備考	
17	10月25日～11月6日	換水率	3～4日毎に飼育水の $\frac{2}{10}$ を換水	収容。餌料はキートセロス＋ワムシ＋ブライン	
18	〃		〃 $\frac{5}{10}$ 〃		
19	〃		〃 $\frac{10}{10}$ 〃		
20	〃	海水濃度	天然海水：淡水＝ $\frac{3}{4} : \frac{1}{4}$	天然海水を使用し換水は無し 各20尾づつ収容。餌料はキートセロス＋ワムシ＋ブライン	
21	〃		〃 : 〃 $\frac{2}{4} : \frac{2}{4}$		
22	〃		〃 : 〃 $\frac{1}{4} : \frac{3}{4}$		
23.24	11月6日～11月20日	餌料種類	海産クロレラ＋ワムシ	$\frac{3}{4}$ 天然海水を使用し換水は無し 各20尾づつ収容。	
25.26	〃		淡水クロレラ＋ワムシ		
27.28	〃		キートセロス＋ワムシ		
29.30	〃		テトラセルミス＋ワムシ		
31.32	〃		パン酵母＋ワムシ		
33.34	〃		海水種類		天然海水：人工海水＝ $0 : \frac{3}{8}$
35.36	〃				〃 : 〃 $= \frac{1}{8} : \frac{2}{8}$
37.38	〃				〃 : 〃 $= \frac{2}{8} : \frac{1}{8}$
39.40	〃		海水濃度		天然海水：淡水＝ $\frac{4}{4} : 0$
41.42	〃				〃 : 〃 $= \frac{2}{4} : \frac{2}{4}$
43.44	〃	〃 : 〃 $= \frac{1}{4} : \frac{3}{4}$			
45	〃	強通気と	他区の5倍～10倍程度とし20尾	$\frac{3}{4}$ 天然海水を使用し換水無し 餌料はキートセロス＋ワムシ	
46	〃	飼育密度	〃 100尾		
47.48	11月29日～12月12日	海水濃度	天然海水：淡水＝ $\frac{3}{4} : \frac{1}{4}$	天然海水を使用し換水は3～4日毎に飼育水の殆んどを捨てた。各20尾づつ収容。餌料はワムシ＋ブライン	
49.50	〃		〃 : 〃 $= \frac{2}{4} : \frac{2}{4}$		
51.52	〃		〃 : 〃 $= \frac{1}{4} : \frac{3}{4}$		
53.54	〃		〃 : 〃 $= \frac{4}{4} : 0$		
55.56	〃	餌料種類	配合餌料	$\frac{3}{4}$ 天然海水を使用し換水は3～4日毎に飼育水の殆んどを捨てた。各20尾づつ収容。クロレラは海産である。	
57.58	〃		ワムシ		
59.60	〃		ブライン		
61.62	〃		オキアミ		
63.64	〃		クロレラ＋ブライン		
65.66	〃		クロレラ＋ブライン＋配合餌料		
67.68	〃		クロレラ＋ブライン＋オキアミ		
69.70	〃		ケイソウ＋ブライン		

2.) 結果および考察

各実験の生残率、水温、pHをまとめて図4に記した。

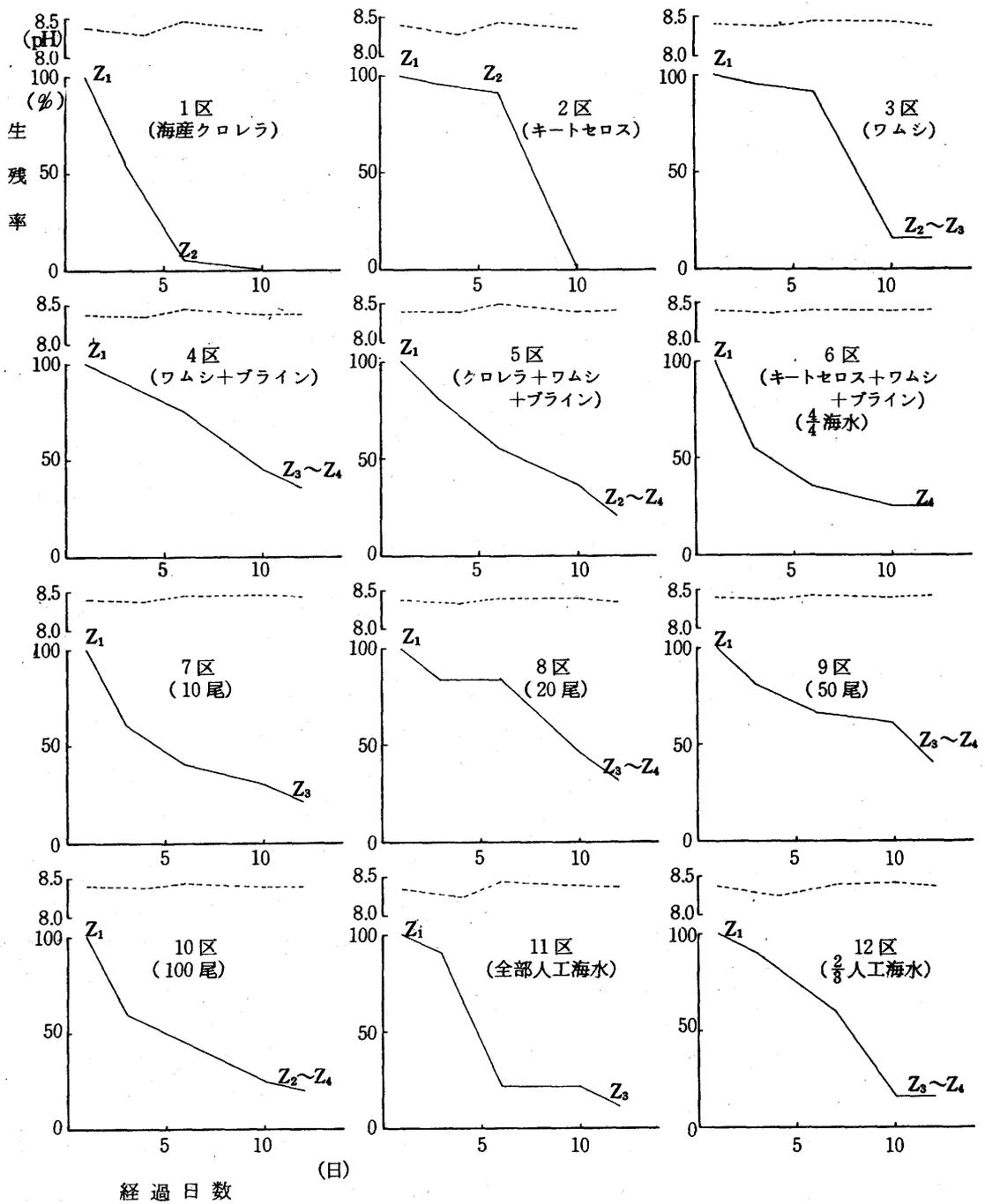
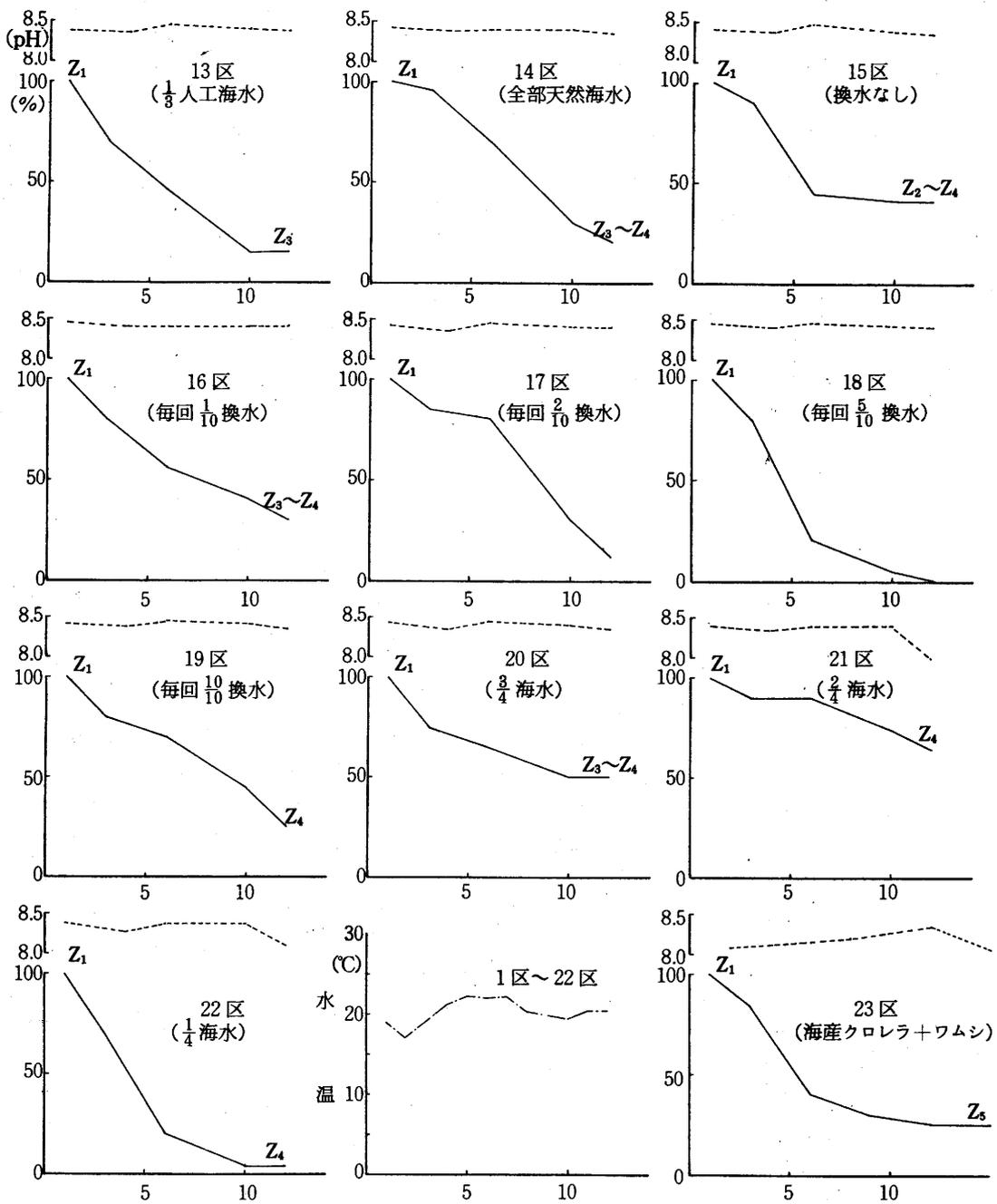


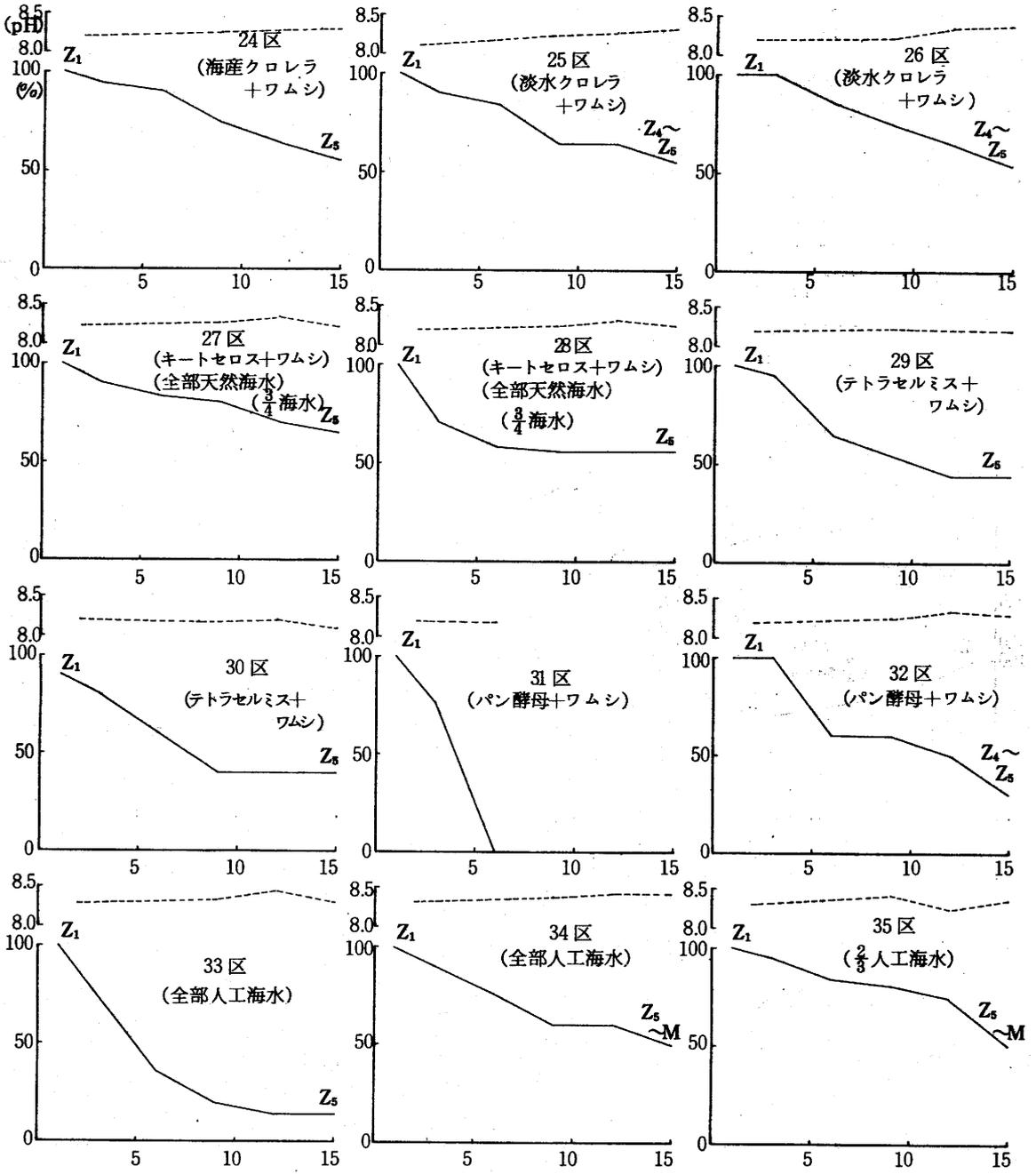
図4 実験結果

図4 つづき



(日)

図4 つづき



(日)

図4 つづき

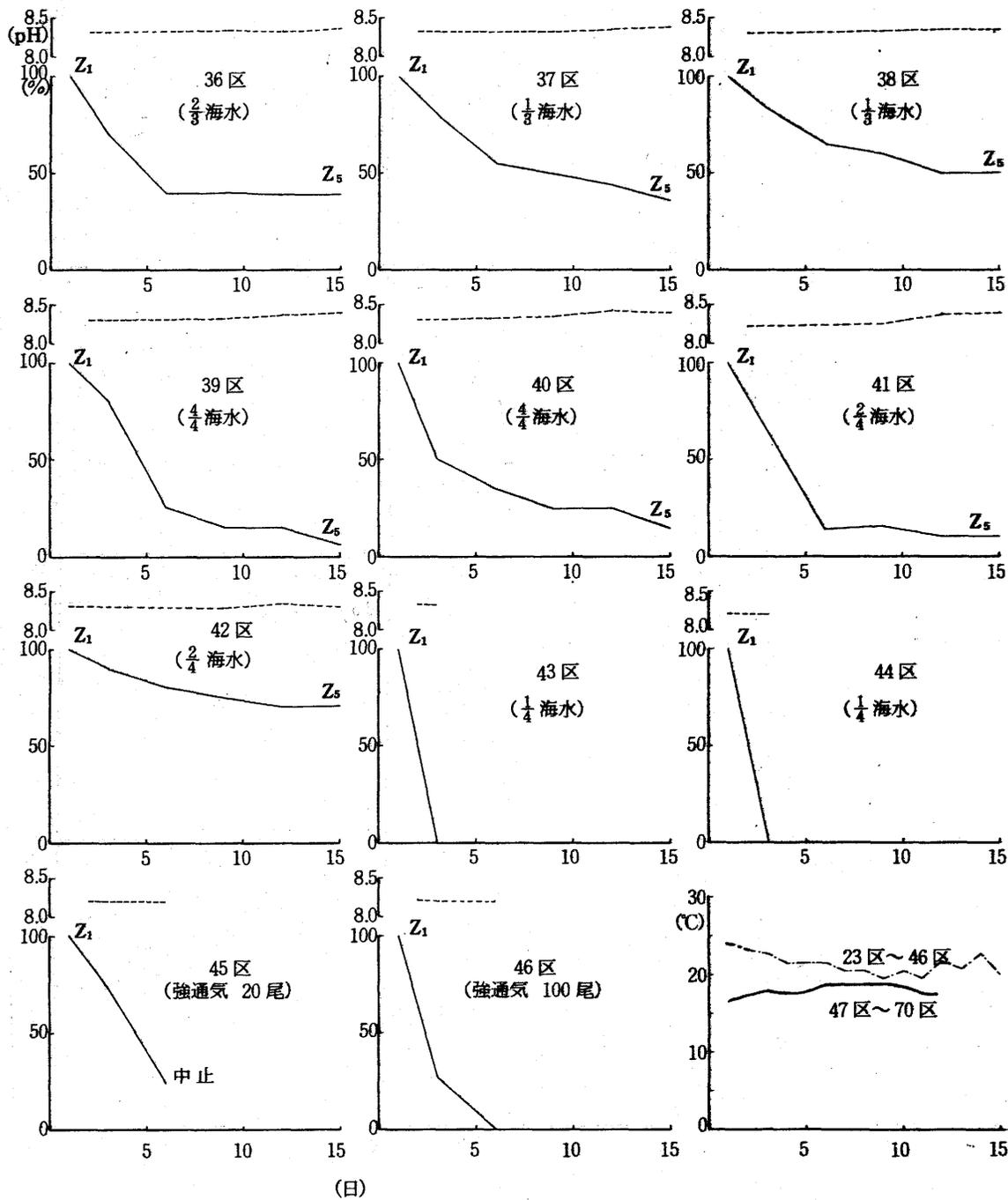
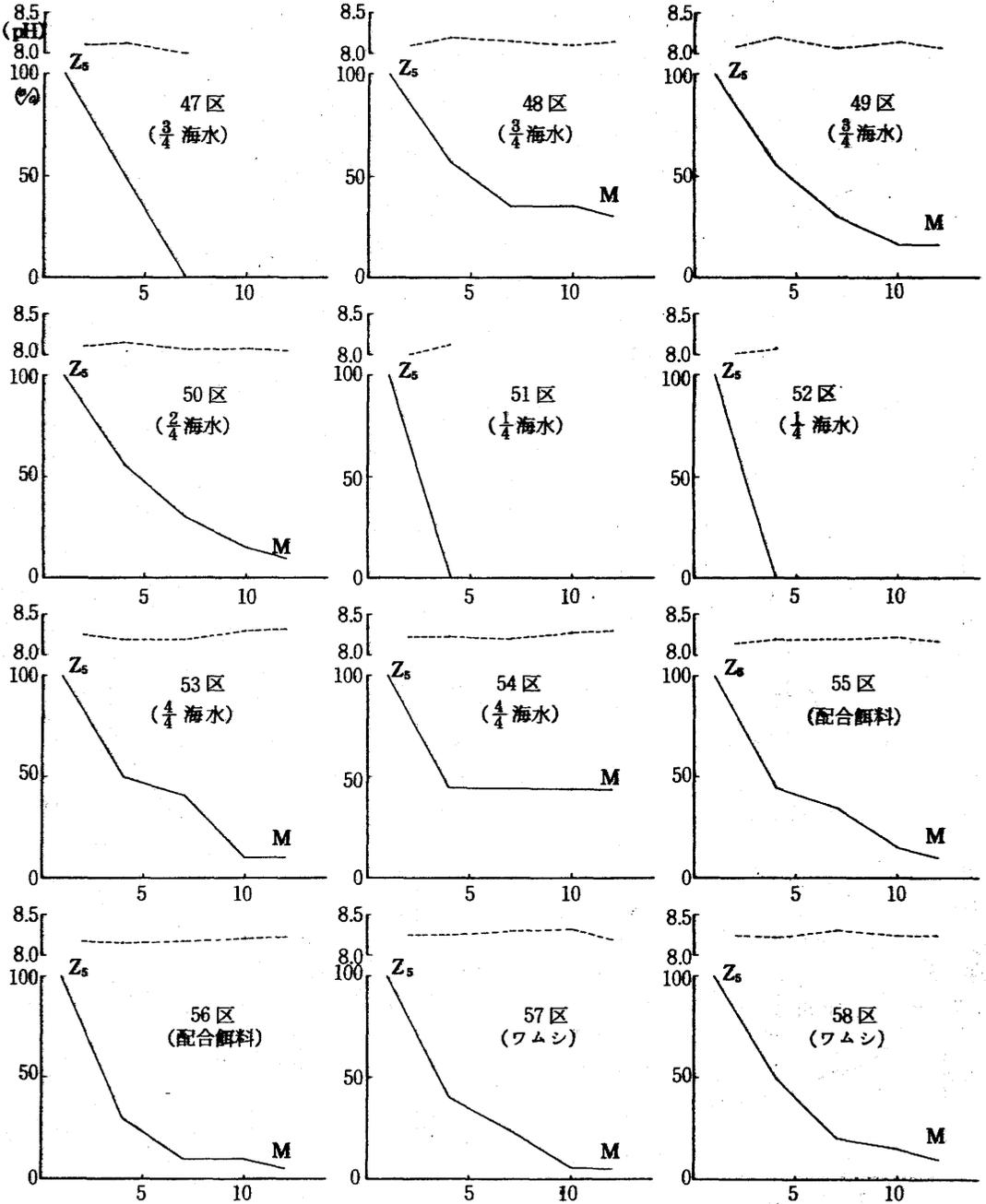
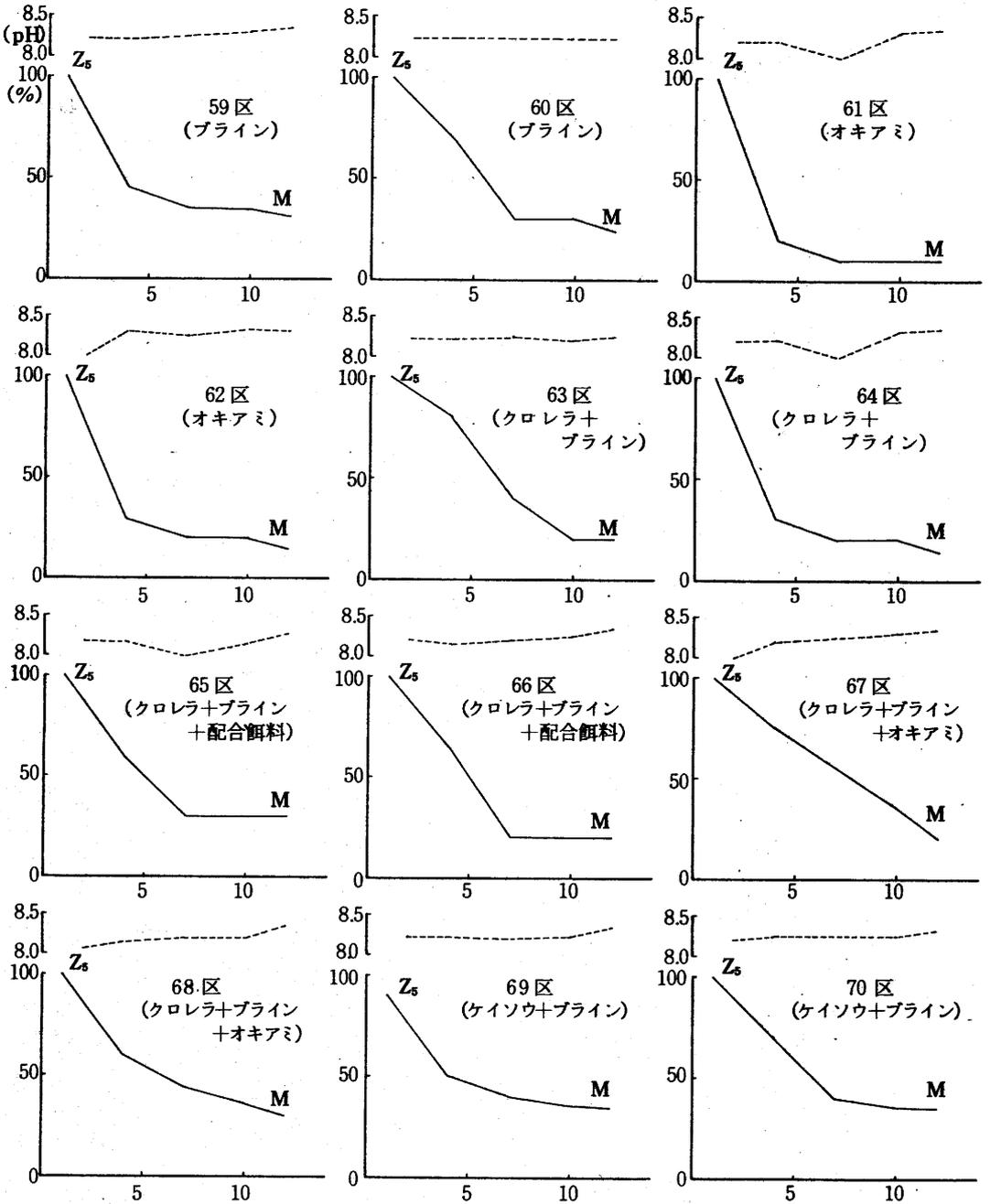


図4 つづき



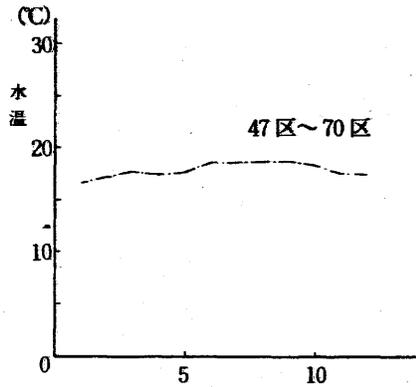
(日)

図4 つづき



(日)

図4 つづき



第1回目から第3回目までの実験結果を設定条件毎に述べると次のとおりである。

1. 海水濃度

使用した天然海水は比重が大体1.023程度であった。通気、加温による水分蒸発についてはフラスコに目印を付け減少分程淡水を加えたが、クロレラなどの生物餌料の投与により塩分が入り込んだので次第に高くなる傾向があった。

$\frac{1}{4}$ 海水では22区で生残率が5%であった他は最初の計数時に全て斃死していたのでこの濃度に対しては著しく弱いと言える。

$\frac{2}{4}$ 海水でのZ₁からZ₄~Z₆までは21区の65%、41区の10%、42区の70%と差があるがほぼ高い歩留りが得られることが期待される。41区と42区は同じ条件で行ったが大差が出た原因は不明である。Z₆からMまでは49区が15%、50区が10%の生残率で低かった。

$\frac{3}{4}$ 海水では第2回目は特別にその区を設定しなかったが、餌料種類を試験した27区、28区がこれに相当する。Z₁からZ₄~Z₆までは27区の65%、20区と28区の55%と安定した高い歩留りが得られた。一方Z₆からMまでは47区が0%、48区が30%であった。47区は7日目の計数では0尾となったが、その際エアレーションチューブが水上に浮き上がっており異臭がしていたので水質が悪化したため斃死したものと思われる。

$\frac{4}{4}$ 海水では第1回目は特別にその区を設定しなかったが、餌料種類を試験した6区が条件的にこれに相当する。Z₁からZ₄~Z₆までは6区の25%、39区の5%、40区の15%と平均的には $\frac{2}{4}$ 海水、 $\frac{3}{4}$ 海水より悪い歩留りであった。Z₆からMまでは53区が10%と低かったが、54区は45%と他の海水濃度区より高い生残率であった。第1回目と第2回目の海水濃度試験以外の設定条件の歩留りを総合的に比較した場合、第2回目のほうが良好な成績であった。この原因は使用した幼生の活力差もあるかも知れないが第1回目は海水濃度を $\frac{4}{4}$ で行ったのに対し第2回目は $\frac{3}{4}$ で行ったことが直接の原因であると思われる。 $\frac{2}{4}$ 海水はバラツキがあったのでZ₁からZ₆の時期は $\frac{3}{4}$ 海水を使用することが最適であると思われる。第3回目では $\frac{4}{4}$ 海水の1例が他区より優れており第1回目、第2回目と異なった結果であったが、同一条件の53区は他区と同程度であったことより $\frac{2}{4}$ から $\frac{4}{4}$ 海水の範囲が適当としか言えない。この条件については実施例が少ないのでさらに多くの

実験が必要である。またMからC（稚ガニ）までの実験を行わなかったので他の条件も含めて今後調べる必要がある。

石田はZの時期の海水濃度を試験し、低比重では弱い傾向があり1.021～1.022が最適と述べている。今回の試験では低比重に弱いことは共通していたが最適比重の点では異なり、その比重では生残率は低下した。産地別の詳しい調査をしていないのではっきり言えないが、今回使用した稚ガニは中海の奥部（塩素イオン濃度10,000 ppm程度）で採捕されたものでふ化したゾエアは海流等の影響で多少異動したとしても外海には出られないと思われる。そのためこの程度の塩分濃度に適応しているのではないかと推測される。

ロ. 餌料種類

第1回目では植物プランクトンを単独投与した1区、2区は全滅したのでこれだけでの飼育は不可能と思われる。ブラインとワムシを投与した4区が生残率35%と最高を示し、ワムシ単独投与の3区が15%と低かった。動物プランクトンのワムシとブラインは共通で植物プランクトンの種類が異なる5区（20%）と6区（25%）はほとんど差がなかったが植物プランクトンを与えない4区より劣った。

第2回目は動物プランクトンとしてワムシを共通に使用したものであるが、ワムシ以外の餌料の海産クロレラ、淡水クロレラ、キートセロス、テトラセルミスとも成績に大きな差は認められなかった。ただパン酵母は水の汚れが目立ち生残率は31区で0%、32区で30%と他区より悪かった。

第3回目では配合餌料、ワムシ、ブライン、オキアミいづれの単独投与でもMに変態したが、その中ではブライン単独の59区（30%）、60区（25%）が最も成績が良かった。ブラインを共通餌料とした場合でもブライン以外の単独投与より良い結果が得られたが、その中ではクロレラ+ブラインの63区（20%）、64区（15%）がやや劣り、ケイソウ+ブラインの69区（35%）と70区（35%）がやや優れていた。

従ってZ₁からMまでの餌料は植物プランクトンのみでは不適で、動物プランクトンとしてワムシかブラインを使用する必要がある。ワムシとブラインでは餌料価値としてはブラインのほうが優れているようである。植物プランクトンを添加してもしなくてもあまり差はない結果となった。

ハ. 飼育密度

生残率の良いほうから順に9区（50尾/ℓ）の40%、8区（20尾/ℓ）の30%、7区（10尾/ℓ）の20%、10区（100尾/ℓ）の19%で最も低密度の7区と最も高密度の10区は差がなく、その中間の7、8区がより良好という判然としない結果が得られた。幼生の発育状況も8区、9区が最も早く、Z₃～Z₄に対し7区はZ₃、10区が最もバラツキがありZ₂～Z₄であった。

飼育密度はどの位が適当かということは今回の結果のみからは判断出来ず、しかも1例づつしかなかったので今後実験を重ねれば明らかになるだろうと思われる。ただ、ガザミその他の魚種の種苗生産については適正収容密度はだいたい2～5万尾/tとされているのでモクズガニもその付近に落ち着くことは十分考えられる。

ニ. 海水種類

内水面では天然の海水が豊富に得られにくく、海岸からトラックによって運搬するが、人工的に作成した海水により天然海水と同じように種苗が出来れば労力的にかなり楽になると考えこの実験を行った。

第1回目では天然海水のみの14区が20%と最も良く、 $\frac{1}{3}$ 人工海水の13区、 $\frac{2}{3}$ 人工海水の12区が15%、人工海水のみの11区が10%の順であった。発育は12区と14区が $Z_3 \sim Z_4$ 、11区と13区が Z_2 であった。第2回目では特別に天然海水区を設定しなかったが餌料種類を試験した27区、28区が条件的にこれに相当するが、天然海水のみの27区(65%)、28区(55%)が最も良く、 $\frac{1}{3}$ 人工海水の37区、38区(35、50%)と $\frac{2}{3}$ 人工海水の35区、36区(50、40%)が同程度でこれに次ぎ、人工海水のみの33区、34区(15、50%)が一番低い結果であった。また、発育のほうは天然海水のみで Z_3 、 $\frac{1}{3}$ 人工海水が Z_2 、 $\frac{2}{3}$ 人工海水の35区が $Z_3 \sim M$ 、36区が Z_2 、人工海水のみの33区が Z_2 、34区が $Z_2 \sim M$ まで進んだ。今後の検討が必要であるが、人工海水もある程度使用可能と思われる。

ホ. 換水率

成績の良い順から換水なし15区(40%)、毎回 $\frac{1}{10}$ 換水の16区(30%)、毎回 $\frac{10}{10}$ 換水の19区(25%)、毎回 $\frac{5}{10}$ 換水の18区(0%)の順であった。換水率の小さい場合と大きい場合が成績が良くて中間的な所が悪かった原因は不明であるが、換水以外の条件が影響したと思われる。発生は $\frac{10}{10}$ 換水が少し早く全て Z_4 に、 $\frac{1}{10}$ 換水は $Z_3 \sim Z_4$ に、 $\frac{2}{10}$ 換水は Z_3 に、換水なしはバラツキがあり $Z_2 \sim Z_4$ だった。

海水種類の項で述べたが、内水面の場合海水に恵まれないので出来るだけ換水しないほうが助かるので $Z_3 \sim Z_4$ あたりまでは換水なしでも良さそうなのは好都合であるが、飼育密度の大小で換水の必要量も変わって来ると思われる。また、今回はこれ以後の実験を行っていないので今後行う必要がある。

ヘ. 強通気と飼育密度

正確な通気量を測定していないが他区の5～10倍程度と思われ、ブライン耐久卵をふ化させる程度の量である。

結果は収容密度20尾/ℓの45区、100尾/ℓの46区とも成績が悪く、46区は実験開始6日目で全滅、45区も6日目で25%であったが著しく悪く中止した。 $Z_1 \sim Z_2$ の時期では強い通気は不適と思われる。

大型水槽による幼生の飼育

イ. 春期幼生飼育(予備試験)

1) 材料および方法

60年の1～3月にかけて中海の定置網に入網した外卵を抱いた雌親ガニ10を0.5トンパンライト水槽に収容し、水温15～20℃に加温して飼育しふ化を待った。

ふ化したZの飼育水槽は屋内に設置した130ℓアクリル水槽2ケと1トンパンライト水槽3ケを使用した。飼育水は天然海水を、餌料はクロレラ、ワムシ、ブライン、配合餌料を使用した。換水はZ₅より水容量の $\frac{1}{20}$ 程度を毎日行った。水温は0.5kw水中ヒーターで加温し20℃前後になるようにした。

2) 結果および考察

Z幼生のふ化は4月以降では4月8日より4月18日にかけて合計5回行われ約10万尾が得られた。幼生は直ちにクロレラとワムシ、ブラインを添加してある各飼育槽に収容した。

各餌料の添加濃度はクロレラを1cc当たり50万細胞以下、ワムシを1cc当たり10ケ、ブラインを1cc当たり1～3ケを維持するように努めた。

飼育成績の概要は表4のとおりである。

結果は飼育初期に著しい減耗を起こしZ₃までにほとんど斃死した。特にZ₁からZ₂への変態時までの歩減りが大きい。しかし、4回次と5回次はZ₃の時点で1,000～2,000尾残存していたので飼育を継続し、合計で約1,000尾の稚ガニを生産した。生産した稚ガニは5月20日に当分場横の1級河川斐伊川の支流三刀屋川に放流した。

Z₁からZ₂に至るまでが最も歩減りが大きかったことの原因については水質、餌料面にも問題があったかも知れないが水槽収容前の幼生の活力が弱かったためではないかと推測する。

表4 春期幼生飼育試験結果概要

飼育回次	飼 育 結 果						備 考		
1	4/8ふ化	4/9	4/11	4/15			130ℓアクリル水槽 幼生ふ化水温 14.5℃		
	Z ₁	→ Z ₁	→ Z ₁	→ Z ₂					
	2.5万尾	1.3万尾	1.2万尾	0.0万尾					
2	4/8ふ化	4/9	4/11	4/15			130ℓアクリル水槽 幼生ふ化水温 14.5℃		
	Z ₁	→ Z ₁	→ Z ₁	→ Z ₂					
	2.5万尾	1.3万尾	0.5万尾	0.0万尾					
3	4/15ふ化	4/18	4/20	4/26	5/2	5/11	1tパンライト水槽 幼生ふ化水温 13.2℃		
	Z ₁	→ Z ₁	→ Z ₂	→ Z ₃	→ Z ₅ ~M	→ M			
	3万尾	0.3万尾		0.0万尾					
4	4/16ふ化	4/18	4/26	4/29	5/2	5/4	5/10	5/20	1tパンライト水槽 幼生ふ化水温 15.0℃
	Z ₁	→ Z ₁	→ Z ₃	→ Z ₄	→ Z ₅	→ Z ₅ ~M	→ M~C	→ C	
	1万尾		0.2万尾				0.1万尾		
5	4/18ふ化	4/25	4/29	5/2	5/10	5/13	4回次	1tパンライト水槽 幼生ふ化水温 16.3℃	
	Z ₁	→ Z ₃	→ Z ₄	→ Z ₅ ~M	→ M~C	→ C	に集槽		
	1.3万尾	0.1万尾				0.02万尾			

ロ。秋期幼生飼育

1) 材料および方法

前述の中海産の親ガニより合計 135 万尾のふ化幼生が得られたが、そのうち 125 万尾を使用し、これを屋内 6 トンコンクリート槽 (3 × 2 × 1 m) 延べ 4 面、同じく屋内 2 トンコンクリート槽 (2 × 1 × 1 m) 延べ 3 面、屋外のビニールハウス内に設置した 1 トンパンライト槽延べ 4 面に収容して飼育を行った。

飼育水は 0.5 kw または 1 kw の水中ヒーターにより大体 20 °C ~ 25 °C に加温した。通気はコンプレッサーに 4 mm エアーチューブを接続し、先端に直径 50 mm のエアーストーンを付けたものを 6 トン槽は 5 ケ、2 トン槽は 2 ケ、1 トン槽は 1 ケ使用し行った。塩分濃度は No. 1 から No. 7 までは $\frac{4}{4}$ 海水 No. 8 から No. 11 までは $\frac{3}{4}$ 海水程度とした。換水は Z₃ または Z₄ から徐々に行った。ミューラーガーゼで濾過しながら飼育水を排水した後、新しい海水やクロレラ、ケイソウなどの植物プランクトンを投与する形で行った。換水開始から稚ガニになるまでの換水量の合計は水槽により多少異なるが約 1 回転 (例えば 2 トン水槽ならば 2 トンの新海水) であった。また底掃除を期間中数回行った。

幼生の餌料としては下記のものを使用した。

海産クロレラ：Z₁ から M まで使用、飼育水 1 cc 当たり 20 ~ 200 万細胞程度を目安とした。

テトラセルミス：植物プランクトンとしては海産クロレラを主に使用したが、不足時に飼育水 1 cc 当たり数千細胞投与した。

ケイソウ：雑種であるが、同じく海産クロレラの不足時に少量投与した。しかし、1 トン水槽ではこれが繁殖し飼育水が茶色になることもあった。

ワムシ：Z₁ から M まで使用、飼育水 1 cc 当たり 5 ケ程度になるように与えた。

ブライン：Z₁ ~ Z₃ から M まで使用、飼育水 1 cc 当たり 1 ケ程度になるように与えた。

配合餌料：Z₅ ~ M から稚ガニまで前述のまだい初期飼料 3 号を少量ずつ (例えば 6 トン水槽なら軽く一握り) 1 日 1 ~ 2 回投与した。

オキアミ：生オキアミの 0.5 ~ 1 mm の大きさのものを M の時期に少量ずつ (例えば 6 トン水槽なら軽く一握り) 1 日 4 回投与した。

2) 結果および考察

秋期幼生飼育の結果を表5と図5に示した。

表5 大型水槽による幼生の飼育結果

水槽番号	水槽容量	収容月日	収容尾数	取揚月日	取揚尾数	生残率	備 考
No. 1	6	10月26日	11万尾	11月21日	2700尾	2.5%	
2	6	10月24日	7	11月20日	200	0.3	
3	2	10月28日	5		0	0	11月8日(ふ化後12日目)全滅
4	2	10月28日	12	11月26日	20	0.0	
5	1	11月1日	20	12月11日	900	0.5	Z ₂ で屋内の2t槽へ移動
6	1	11月1日	10	12月18日	100	0.2	
7	1	11月2日	10	12月7日	200	0.2	
8	6	11月26日	15		0	0	12月12日(ふ化後16日目)で全滅
9	6	11月28日	15	12月29日	800	0.5	Mでビニールハウスの1t槽へ移動
10	2	12月2日	15		0	0	12月22日(ふ化後21日目)で全滅
11	1	12月2日	5	12月26日	1600	3.2	
合 計	34		125		6620	0.5	

稚ガニの総取り揚げ尾数は6,620尾で125万尾のふ化幼生からの生残率は約0.5%と低かった。水槽別に見るとNo.1が2,700尾と取り揚げが最も多く、次いでNo.11の1,600尾、No.5の900尾、No.9の800尾、No.2、No.7の200尾、No.6の100尾、No.4の20尾、No.3、No.8、No.10の0尾の順であった。水槽容量1トン当りの取り揚げ数はNo.11が1,600尾と抜群に多く、No.1、No.5の450尾、No.7の200尾、No.9の133尾、No.6の100尾、No.2の33尾、No.4の10尾、No.3、No.8、No.10の0尾の順であった。今回の成績が悪かった原因を考察して見ると次のことが考えられる。

イ. $\frac{4}{4}$ 海水で行った水槽が多かった。

1) 三角フラスコによる実験を行った結果では運搬して来た海水をそのまま使うより $\frac{1}{4}$ 程度の淡水を混合したほうが良い成績が得られることが分かった。しかし、No.1～No.6はこの実験と並行して飼育を行ったため、従来適当とされていた $\frac{4}{4}$ 海水を使用した。

ロ. ふ化幼生の収容密度が高い水槽があった。

全部で125万尾のふ化幼生を合計34トンの容積に収容したので平均では1トン当たり3.7万尾となった。しかし、ビニールハウス内の1トンパンライト水槽は各々親ガニ1尾分のふ化幼生を入れたので1トン当たり5～20万尾、平均で11万尾と多かった。これに対し、屋内の6トン水槽も親ガニ1尾分を各水槽に収容しているが水槽容量が大きいので1トン当たりでは1.1～2.5万尾と適当ではなかったかと思われる。また、屋内の2トン水槽は1トン当たり25～7.5万尾、平均で5.3万尾と両者の中間の密度であった。

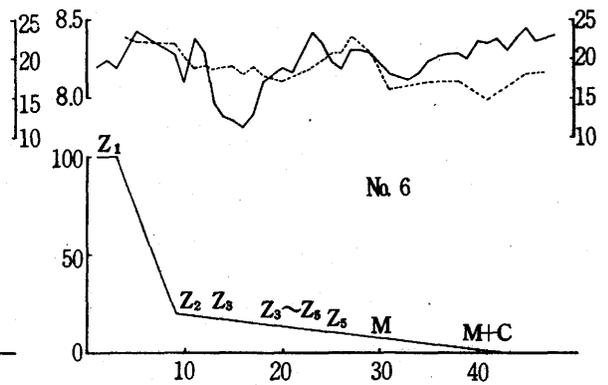
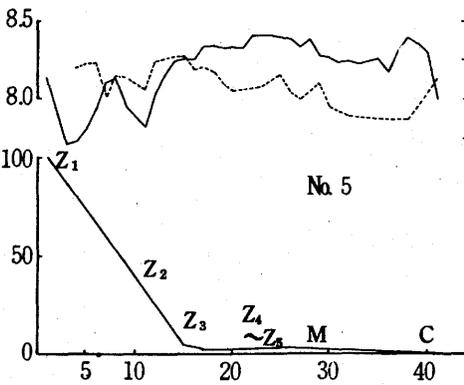
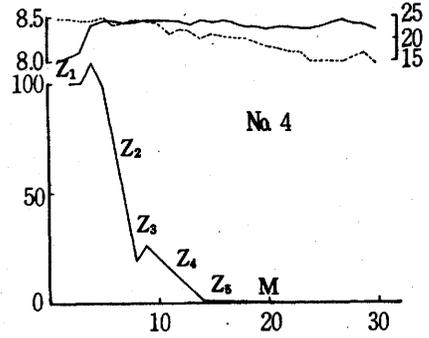
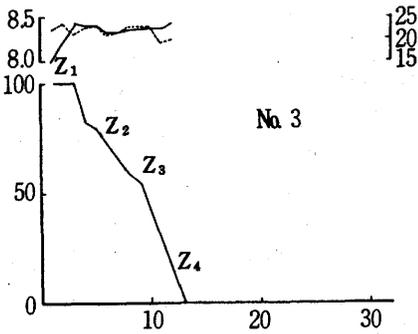
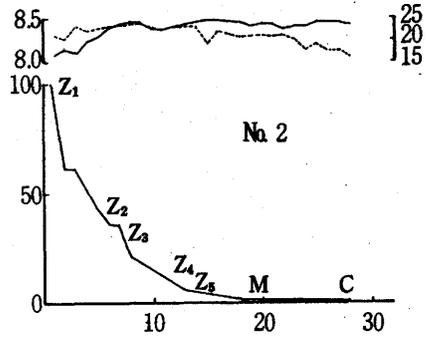
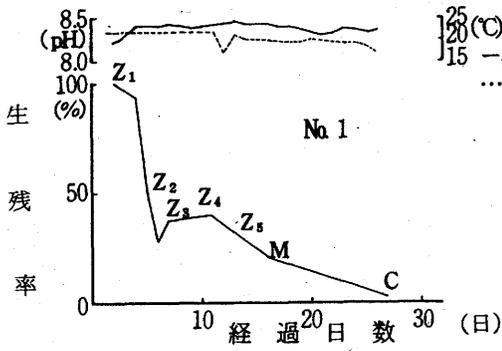
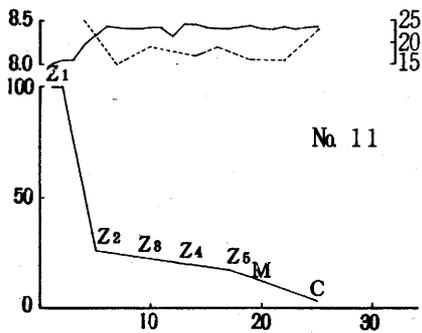
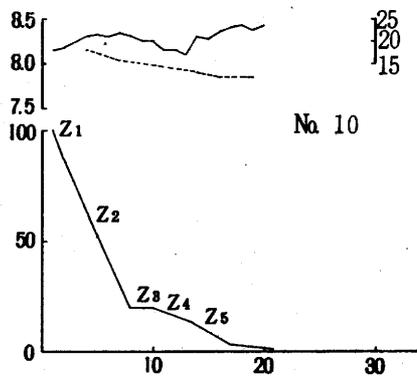
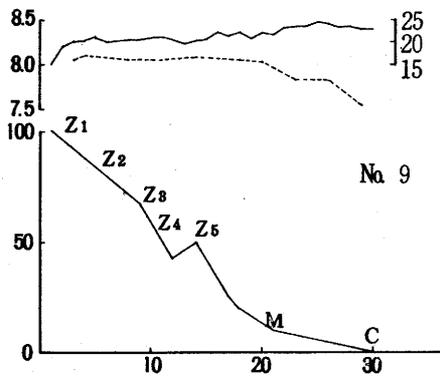
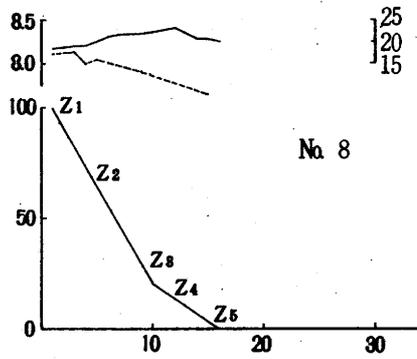
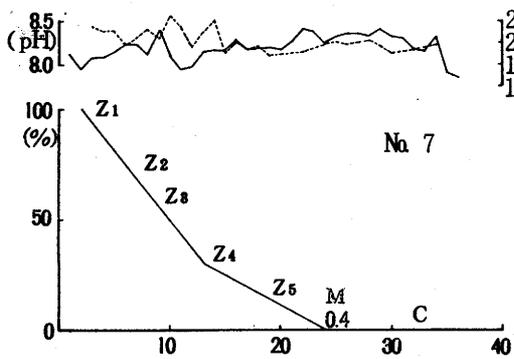


図5 大型水槽による幼生の飼育結果

図 5 つづき



ハ. ふ化幼生の活力の弱いものがあつた。

親ガニの飼育の項で述べたが、40ℓまたは65ℓの小さい水槽に親ガニを1尾ずつ収容したので無投餌ではあつたが飼育水が汚れた。その上、通気、投餌はしてあるが水槽が黒くなる程多数の幼生が一斉にふ化するのでふ化時間と取り揚げ時間の間隔が長くなるほど活力が衰えることは十分考えられる。No. 1, No. 2, No. 6, No. 11などはZ₁の時期で既にかなり死んでおり、ふ化幼生の活力が悪かつたと思われる。今後は大きい水槽をふ化槽として使用するべきである。

ニ. 餌料が不足の時があつた。

ワムシ、ブラインの不足と思われる日が時々あつた。特にワムシは培養の不調から十分量幼生飼育槽に添加出来ず翌朝のワムシ計数時には0ヶ/ccの時が多かつた。

ホ. 水質維持が困難であつた。

1ℓ三角フラスコによる実験では植物プランクトンは添加してもしなくても成績は大差がない結果であつた。しかし、植物プランクトンの添加は良好な水質の維持に役立つと思われる。飼育水として $\frac{3}{4}$ 海水を使用すると $\frac{1}{4}$ 海水のpHが8.2~8.4であるのに対して淡水はpHが7.0付近であるのでpHは8.0~8.1程度と低くなる。幼生の飼育を行うと日数が経過するにつれ水が汚れてpHが低下して来る。pHが8.0より下がると次第に幼生の元気が悪くなり大量斃死が起こりやすくなる。これを防ぐためには十分な換水を行うか植物プランクトンの添加によりpHを上げてやることが考えられる。十分な換水が出来にくい現状であるので後者を活用する必要がある。

No. 8~No. 11は11月末からの遅い時期に飼育を開始したものであるが、屋内のNo. 8~No. 10は飼育日数が経過するにつれてpHが著しく低下した。これは植物プランクトン培養槽の水温(気温と同じ)と幼生飼育槽の水温(20℃程度)の差が大きかつたこと、冬の日本海側の気候の特徴により日照量が不足したことにより添加した植物プランクトンが枯死、その役を果さなかつたためと悪化による幼生の大量斃死が水質がさらに悪化したためと思われる。これに対し、No. 1~No. 4も同じ屋内であるが飼育時期が早かつたため培養槽との水温差や日照量不足もそれほどではなかつたのでpHは大体8.0以上を維持した。またビニールハウス内のNo. 5, 6, 7, 11は日照量が十分で植物プランクトンが飼育槽内で自然繁殖した。No. 7ではZ₃の時期に繁殖過多で水色は茶色になり幼生にかえて悪影響を与えたと思われる。No. 11はふ化幼生の活力が弱かつたための大量斃死はあつたが、その植物プランクトンの繁殖も適度で水質の維持がうまく出来たと思われ、これが1トン当たり1,600尾の稚ガニの取り揚げにつながつたのではないかと考える。

飼育数が多い割に換水量が少なく、屋内水槽を中心にZの後半から有機物による著しい発泡が認められ、これも減耗の原因になつたと思われる。

稚ガニの飼育

大型水槽により生産した稚ガニ6,620尾をビニールハウス内の1トンパンライト水槽2ケに収容して継続飼育した。水容量は0.1～0.2トンとし、0.5kwの水中ヒーターにより20℃弱に加温した。通気は大型水槽による飼育の項で述べた方法と同じで50mmエアーストーン各1ケにより行った。餌料は日本農産工業株式会社製のまだい初期飼料4号を使用した。共食い防止の目的で人工産卵藻のキンランを各10～20ケ投入した。飼育を続けると次第に水が汚れ、水槽底にも糞、残餌がたまるので適当に飼育水を入れ換えた。

成長は飼育開始時に甲幅約2mm、体重約0.02gのものが1月20日には平均甲幅4.7mm(最小3.0mm, 最大5.8mm)、平均体重0.05g(最小0.02g, 最大0.10g)、3月15日には平均甲幅6.6mm(最小4.9mm, 最大9.3mm)、平均体重0.14g(最小0.05g, 最大0.31g)となり次第にバラツキが大きくなって来ている。

1月17日まで $\frac{4}{4}$ 海水(比重1.023)で飼育していたが $\frac{2}{4}$ 海水(比重1.010)にした所、翌日から動きが悪くなり大量斃死が起こった。その時の水温は一方が21.5℃、もう一方が19.5℃であったが21.5℃の方が特に悪く、飼育数の7～8割が斃死、19.5℃の水槽を合わせると約半数が減耗したと思われる。1月30日に20尾を比重1.017の海水から淡水に移動したが翌日には全て死亡した。また、12月19日に平均甲幅2.7mm(最小2.3mm, 最大3.5mm)のもの各30尾づつを $\frac{4}{4}$ 海水で加温、 $\frac{4}{4}$ 海水で無加温、淡水で加温、淡水で無加温の4水槽(容量40ℓ)に収容し、配合餌料を投与しつつ12月27日まで飼育した。水温は加温した水槽は20℃前後、無加温水槽は日により変動が大きく1.7～9.5℃であった。結果は海水加温が23尾、海水無加温が23尾、淡水加温が19尾、淡水無加温が14尾の生残であった。2月10日に10尾を比重1.017の $\frac{3}{4}$ 海水から比重1.009の $\frac{2}{4}$ 海水に入れたが、別に異常は無かった。以上のことから従来モクズガニ種苗は海水から淡水に直接移してもその影響は無いと言われているが、その時の種苗の大きさ、活力などで影響が出る場合もあり、ある程度の馴致を行ってから放流したほうが無難と思われる。

生残尾数は1月中旬の大量斃死や共食いなどで減耗し、2月13日の計数時で1,300尾であった。

要

約

- 1) 外卵を抱いた中海産の親ガニ11尾を用いてふ化状況を調べた。9尾より135万尾のふ化幼生が得られ、2尾はショックやストレスにより正常にふ化しなかった。親ガニの搬入からふ化の完了までの日数は最短が4日、最長が12日、平均8日であった。
- 2) 1ℓ三角フラスコを用いて飼育条件の検討を行った。海水の濃度はZ₁からZ₆までは $\frac{3}{4}$ 海水を、Z₆～Mまでは $\frac{2}{4}$ ～ $\frac{4}{4}$ 海水が適当であった。餌料種類は植物プランクトンのみでは不可でワムシやブラインが必要だが、餌料価値はブラインが優れているようであり、植物プランクトンの添加

は歩留りにあまり関係なかった。適正飼育密度は判然とした結果が得られなかったが、他の魚種と同じトン当たり2～5万尾ではなかろうか。人工海水のみでZ₅までは飼育出来たので天然海水との混合を含めて使用出来ると思われる。内水面は海水が得にくいので換水割合を少なくしたいがZ₃～Z₄あたりまでは換水なしでも良さそうである。通気が強いとZ₁～Z₂では影響があり適当に弱める必要がある。

- 3) 春期の予備試験では約10万尾のふ化幼生から約1,000尾の稚ガニを生産し、隣接する河川に放流した。
- 4) 秋期は延べ34トンの飼育水槽を使用し、125万尾のふ化幼生から6,620尾の稚ガニを生産したが、生残率は0.5%と低かった。その原因については $\frac{4}{5}$ 海水で行った水槽が多かった。ふ化幼生の収容密度が高い水槽があった、ふ化幼生の活力の弱いものがあった、餌料が不足の時があった、水質維持が困難であったなどが考えられた。
- 5) 大型水槽で生産した稚ガニを2ケの1トン水槽に収容し加温しながら継続的に飼育した。途中淡水馴致の失敗、共食いなどにより減耗し2月13日の計数時に1,300尾であった。大きさは甲幅2mmのものが1月20日に平均4.7mm、3月15日に平均6.6mmとなっているが次第にバラツキが大きくなって来ている。

文 献

- 1) 森田豊彦：モクズガニ *Eriocheir japonica* DE HAAN の交尾習性について、甲殻類の研究第6号別刷、(1974)
- 2) 石田雅俊：モクズガニの生態と増殖に関する研究、福岡県豊前水産試験場研究業務報告別刷(1974)
- 3) 吉田 司：モクズガニ幼生の飼育、淡水魚第5号、(1979)
- 4) 八塚 剛：モクズガニの幼生の人工飼育について(第1報)、日水試、10(1)、(1948)
- 5) 森田豊彦：モクズガニ *Eriocheir japonica* DE HAAN の発生学的観察、動物学雑誌、83、(1974)
- 6) 脇野 孝：モクズガニ種苗生産、広島市水産振興協会業務報告書、43-46、(1983)