

岡山県東部の内湾に放流した人工生産ガザミ種苗の定着と減耗過程

唐川 純一

The State of Inhabiting and the Process of Mortality of Artificially Reared Juvenile Japanese Blue Crab *Portunus trituberculatus* after Release at the Bay, the Eastern Part of Okayama Prefecture

Junichi KARAKAWA

Abstract

Experimental release 1,377,000 (first instar crabs) and 89,500 (second and third instar crabs) artificially reared Juvenile of Japanese blue crabs was carried out in Ushimado water in 1996, respectively, to elucidate the habitation and the process of their mortality. Total numbers of recaptured crab released at the first instar were 181 on the tideland in 1996, and most of them were caught within 10 days after release. Total numbers of recaptured crabs released at the second and third instar was 96, and all of them were caught within 28 days. Decrease rates of first instar crabs were higher than those of second and third or third instar crabs (at the first instar $30\% \cdot \text{day}^{-1}$ in 1995 and $47\% \cdot \text{day}^{-1}$ in 1996, the second and third instar $24\% \cdot \text{day}^{-1}$ in 1996, and at the third instar $12\% \cdot \text{day}^{-1}$ in 1995). Almost all crabs that were released at the first instar disappeared from the surveyed area after 10 days, but part of the second and third instar crabs inhabited the tideland at the point of release and neighboring areas within about 81 days.

キーワード：ガザミ種苗，定着，減耗過程

ガザミ *Portunus trituberculatus* 資源の増大を目的として人工種苗の放流が試みられているが、技術の発展方向として放流後の生残率の向上を目指す必要がある。

種苗放流に関する技術を確立するためには、放流した種苗の減耗過程を把握し、その要因を解明することが重要である。しかし、特に直接放流した C_1 期種苗は見掛け上、数日間で急激に減耗し、放流場所付近に定着した個体が全く確認されず減耗要因も不明な事例が多い¹⁻³⁾。また、適正な放流サイズ（齢期）は場所により異なることが予測されるが、同一の場所においても齢期の違いによる定着の実態を詳細に明示した放流事例は少ない。このため今回、人工生産種苗の定着及び減耗の実態を齢期別に把握するよう試み、'95、'96年度に牛窓町鹿忍湾を試験区域に設定してガザミ人工生産種苗を放流し、齢期

別に定着及び減耗の実態を把握するための実験を行った。ここでは'96年度の2つの放流群について述べると共に'95年度の結果を併せて検討した。

材料と方法

調査水域 調査場所及びその周辺水域をそれぞれ、図1、2に示した。調査放流場所（AR-1）は鹿忍湾奥部の潮間帯及びこれに連続する潮下帯で、満潮時における距岸100mまでの水域である。満潮時の距岸15m付近まではやや勾配は急であるが、これより沖側では緩い勾配を示し、大潮干潮時には30%程度が干出する。この干潟に3,600m²（60m×60m）の範囲を設定し、種苗の放流と追跡調査を行った。また、'96年度には放流群の逸散状況を把握するため、放流場所から400m程度離れた

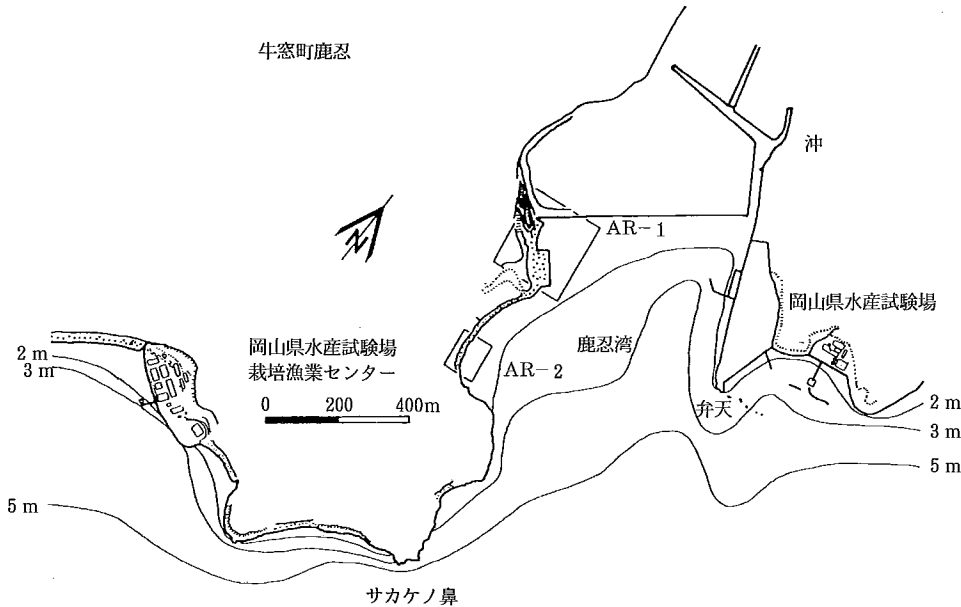


図1 調査場所及び周辺水域

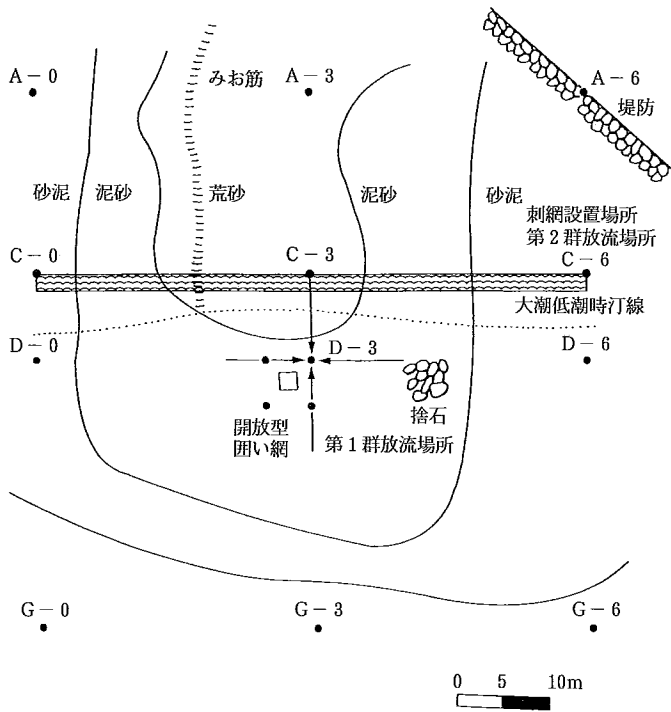


図2 調査場所 (AR-1)

干潟域 (AR-2) にも調査場所を設定した。

種苗の放流 '95年度と'96年度に牛窓町鹿忍湾に放流した人工生産種苗の定着及び減耗の実態を齢期別に把握よう試みた。なお、'95年度放流群は2つの群から成り、各放流群の構成齢期はそれぞれC₁期とC₃期であった⁴⁾。'96年度の種苗放流実績を表1に示した。種苗は県栽培漁業センターで生産したもので一部はさらに中間育成した。種苗輸送に際してはビニール袋 (650×1,100mm, 厚さ0.17mm) に海水約30

lを入れ、種苗を小分けにして収容した後、酸素ガスを封入し、密閉して輸送した。第1群は潮下帯のD-3とその周辺部に放流した。放流時期、齢期、数量は'96年6月28日、C₁期1,377.0千尾であった。第2群は7月8日にC₂期とC₃期の混合群89.5千尾を大潮低潮時汀線付近のC-0~C-6に放流した。なお、後者は6月28日から7月7日まで中間育成した種苗である。

放流種苗の再捕 第1群 (C₁期) の調査は放流場所付近 (AR-1) においてタモ網を用いて、放流翌日の6月29日より開始し、ほとんど再捕がみられなくなるまで続いた。再捕に用いたタモ網は幅40cm、網目2mmであり1回当たり50cm曳網したので曳網面積は0.2m²となる。0.2m²当たりの再捕数を1曳網当たり再捕数とし現場で個体数を計数し、全甲幅を測定した。第2群 (複数齢期群C₂:C₃=36:64) の調査は放流翌日の7月9日から開始した。使用したタモ網及び計数、測定方法は第1群の調査方法に準じた。

表1 種苗放流実績

群 No.	放流時期 (年月日)	放流場所	尾数 (千尾)	サイズ (齢期)	潮	干満	時刻	放流点 (場所)
1	'96. 6. 28	牛窓町鹿忍湾	1,377.0	C ₁ (100)	中潮	低潮	14:51~15:00	D-3及び周辺
2	7. 8	牛窓町鹿忍湾	89.5	C ₂ (36), C ₃ (64)	小潮	低潮	10:10~10:20 11:20~11:30	C-0~C-6
計	-	-	1,466.5	-	-	-	-	-

注1) 最満潮前後1時間は高潮とした。低潮も同様に扱った。

注2) 齢期 () の単位は%

放流群の幼、未成ガニ期の定着状況を確認するため刺網による試験操業を行った。使用した刺網は長さ21.0m、幅0.9mの三枚仕立てで網地の規格は外網15cm角、内網3cm角であった。試験操業は8月31日、9月12日、9月27日の3回行った。刺網は日没直前に大潮干潮時の汀線に沿って入網し、夜間の満潮時に揚網した。試験操業の位置はC-1~C-6であった。

放流群のうち逸散群の定着状況の調査はAR-2でタモ網を用いて行った。調査は8月6日~10月11日に7回行い、中潮時に汀線から約5m沖側を汀線に沿って歩きながら目視されるガザミを計数すると共に再捕した。

定着状況の把握 '95年度放流群の定着及び減耗の実態は前報で述べた⁴⁾。'96年度放流群のAR-1における定着数の推定に当たっては久野の方法⁵⁾により1m²当たりの平均密度を計算し、これに調査対象面積を乗じて定着数を推定した。95%信頼区間も同様な数値を乗じて計算した。また、放流群の齢期別定着状況を把握するため、'96年度放流群と'95年度放流群の放流初期の再捕数の推移から日間全減少率(1-S₁)を計算し、比較検討した。後者は2つの群から成り、各放流群の構成齢期はそれぞれC₁期とC₃期であった⁶⁾。

結 果

再捕と密度 '95年度放流群の再捕状況と分布密度については前報で述べた⁴⁾。'96年度に放流した第1群の

再捕と定着状況を表2に示した。放流11日後までの再捕数は181個体であり、翌日には大半の123個体を再捕した。放流点のD-3の定着密度は255個体/m²を示し、定着密度は際立って高かった。3日後の再捕数は37個体であった。汀線に対して平行方向(左右方向)の定着範囲は基線(A層)付近では約60mであり、やや拡大したが、沖側方向への変化はなかった。5日後の再捕数は15個体であった。定着範囲は平行方向、沖側方向共におおむね変化はなかった。7日後の再捕数は5個体となり全般に密度は低下したが、定着範囲は沖側方向に約60mまでに拡大した。放流11日後には約50mの沖側で1個体を再捕したのみであった。

放流した第2群の調査と定着状況を表3に示した。放流28日後までの再捕数は96個体であり、3日後までに82個体と大部分を再捕した。放流翌日における平行方向の定着範囲は約80m、沖側方向は約60mであり、C-3の定着密度は最高値で60個体/m²を示した。3日後の再捕数は30個体であった。定着は平行方向に約90mまでみられた。7,11日後の再捕数はそれぞれ4,7個体、16,28日後はそれぞれ1,2個体であった。7日以降の再捕数は少なかったが、定着密度は安定して推移した。第2群の定着範囲は明らかに第1群より広範囲にわたり放流7日前後から第2群の再捕数が多くなった。

刺網による3回の試験操業ではいずれの調査時期にもガザミが再捕された。再捕数の合計は8個体で全甲幅は

表2 放流した稚ガニの滞留状況(第1群:6月28日放流)

年月日	経過日数 (日)	再捕数 (尾)	曳網数	平均密度 (尾/0.20m ²)	推定定着尾数 (尾)	定着率 (%)	組成(%)		標本数 (尾)	調査対象面積 (m ²)
							C ₁	C ₂		
'96.6.29	1	123	29	4.29±3.97*	62,205±57,565	4.52	98	2	123	2,900
7.1	3	37	35	1.06±0.50	18,550±8,750	1.35	86	14	37	3,500
7.3	5	15	42	0.36±0.19	7,560±3,990	0.55	67	33	15	4,200
7.5	7	5	64	0.08±0.06	2,560±1,920	0.19		100	5	6,400
7.9	11	1	62	0.02±0.03	620±930	0.05		100	1	6,200

*:95%信頼区間を示す。

表3 放流した稚ガニの滞留状況(第2群:7月8日放流)

年月日	経過日数 (日)	再捕数 (尾)	曳網数	平均密度 (尾/0.20m ²)	推定定着尾数 (尾)	定着率 (%)	組成(%)					標本数 (尾)	調査対象面積 (m ²)
							C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆		
'96.7.9	1	52	62	0.84±0.42*	26,040±13,020	29.09	33	67				52	6,200
7.11	3	30	61	0.50±0.17	15,250±5,185	17.04	3	97				30	6,100
7.15	7	4	56	0.07±0.07	1,960±1,960	2.19		100				4	5,600
7.19	11	7	60	0.12±0.08	3,600±2,400	4.02			100			9	6,000
7.24	16	1	56	0.02±0.03	560±840	0.63		40	40	20		5	5,600
8.5	28	2	53	0.05±0.06	1,400±1,680	1.56					100	2	5,300

*:95%信頼区間を示す。

表4 人工生産種苗放流後の再捕(定着)数と経過日数(於:AR-1)

群名	調査群	関係式	標本数	相関係数(r)	期間
第1群	放流再捕(C ₁ 期種苗)	$\ln(N_t) = -0.4789t + 5.1339$	5	0.9970	$1 \leq t \leq 11$
第1群	放流定着(C ₁ 期種苗)	$\ln(N_t) = -0.4589t + 11.2928$	5	0.9943	$1 \leq t \leq 11$
第2群	放流再捕(C ₂ , C ₃ 期種苗)	$\ln(N_t) = -0.2442t + 3.9925$	5	0.9341	$1 \leq t \leq 16$
第2群	放流定着(C ₂ , C ₃ 期種苗)	$\ln(N_t) = -0.2375t + 10.1847$	5	0.9278	$1 \leq t \leq 16$

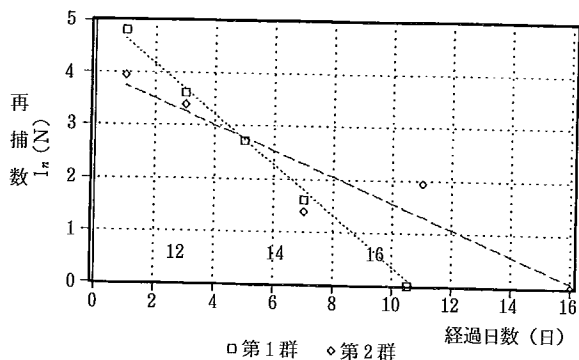


図3 再捕数と経過日数の関係(於:AR-1)

71~120mmであった。

一方, AR-2においてはタモ網を用いた調査で計53個体を再(採)捕した。各調査時における平均全甲幅は15~57mmであった。

定着と減少 AR-1において第1, 2群放流後の経過日数と再捕数及び定着数の関係を半対数直線回帰式で表し, 表4に示した。また, 放流後の経過日数と再捕数の関係を図3に示した。第1, 2群の逸散を含む全減少係数はそれぞれ-0.4789, -0.2442であり, 第1群の減少速度(逸散を含む)は第2群の1.9倍程度を示した。

成長 AR-1, 2において第1群を放流した翌日

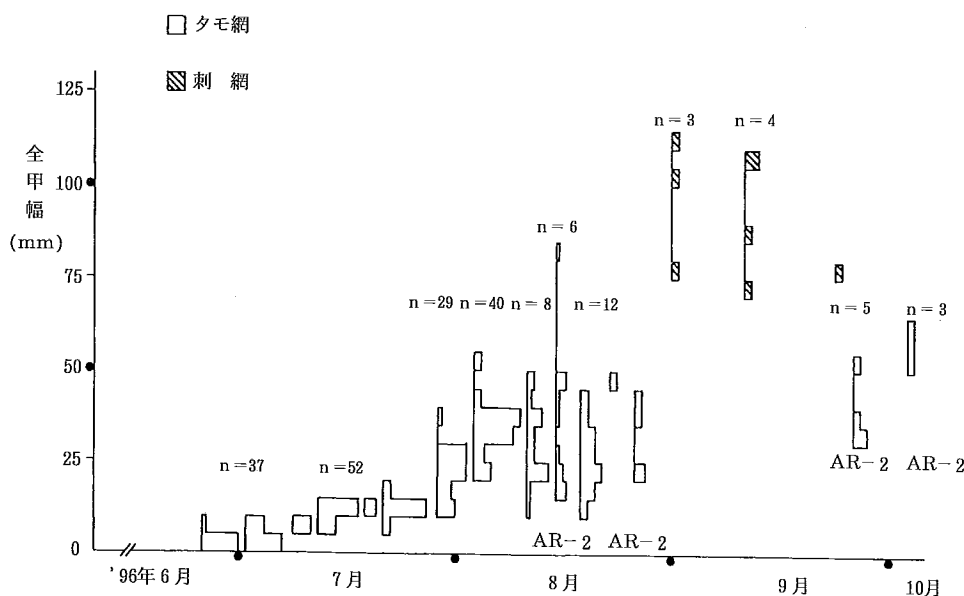


図4 放流群の全甲幅の推移

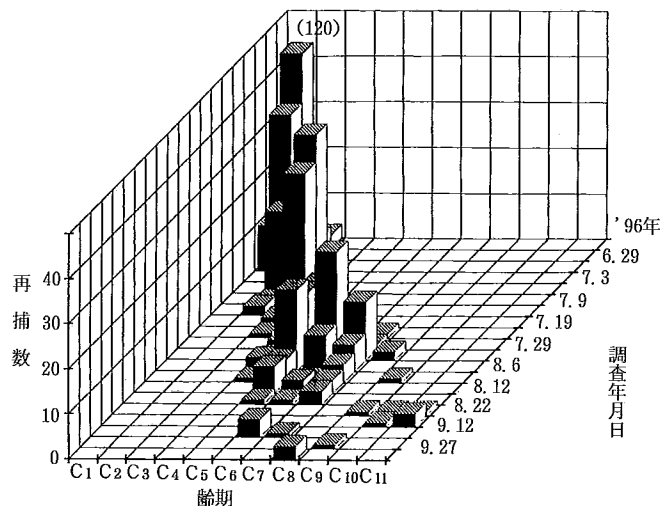


図5 放流群の年齢組成の時期別推移

(6月29日)からタモ網と刺網で再捕した放流群の全甲幅組成の時期別推移を図4に示した。また, 各調査日ごとの全甲幅組成を年齢組成に変換し, 図5に示した。全甲幅から年齢への変換は連続する年齢の平均全甲幅の中央値を境界とした⁶⁾。放流した第1群はC₂期までが確認され, 6月29日~7月5日に再捕した個体の全甲幅は10mm以下で経日的にC₂期の割合が高くなった。

第2群を放流した翌日(7月9日)に再捕した個体の

全甲幅のモードは10~15mmであり, 年齢組成は放流時の組成を反映していた。7月11日, 19日に再捕したガザミの全甲幅組成にも10~15mmにモードがみられたが, 前者はC₃期, 後者はC₄期が主体であった。8月6日に再捕した群のモードは35~40mmを示した。年齢はC₄~C₈期から成り年齢組成の幅が大きくなった。しかし, これ以降, タモ網では全甲幅60mm以上の大型個体はほとんど再捕されなかった。

表5 放流群, 飼育群の成長式

区分	年	成長式: (mm)	相関係数	備考
事例1	'94	$CW(t) = 154.693 \exp[-\exp\{-0.02572(t - 34.485)\}]$	0.9984	飼育試験
事例2	'94	$CW(t) = 147.922 \exp[-\exp\{-0.02673(t - 32.142)\}]$	0.9990	飼育試験
事例3	'95	$CW(t) = 173.379 \exp[-\exp\{-0.01854(t - 52.838)\}]$	0.9819	干潟放流
事例4	'96	$CW(t) = 189.791 \exp[-\exp\{-0.01622(t - 67.819)\}]$	0.9348	干潟放流

注1) Gompertzの成長式による。

注2) 事例3 $0 \leq t \leq 78$ (7月5日~9月21日)

注3) 事例4 $1 \leq t \leq 43$ (7月9日~8月20日)

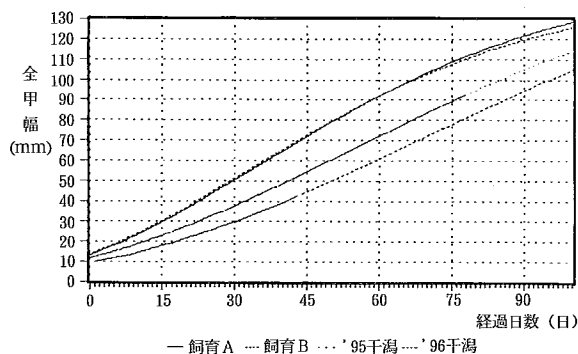


図6 放流後の経過日数と全甲幅

一方、湾奥の放流場所から400m程度離れた干潟(A R-2)において8月13, 22日に採捕した群の全甲幅は20~50mmであり, 9月24日, 10月11日には31~60mmを示した。これらは8月中下旬にはAR-1で採捕した群とほぼ同程度の大きさであったが, 9月に採捕した個体はみかけ上, 成長率は低く, 刺網で再捕した個体に比べ著しく小型であった。なお, 8月13日, 10月11日に再捕した個体には脚再生個体が含まれていた。

第2群(C₂, C₃期種苗)の放流時期である7月8日を基準にした放流後の経過日数(t:日)と放流群の平均全甲幅(CW:mm)の関係をGompertz⁷⁾の成長式に当てはめ表5に示した。また, これを図6に表した。放流群の平均全甲幅が40mmに達するまでの日数はC₁期の放流時期に換算すると放流51日後であり, 陸上水槽による育成事例⁶⁾の36, 37日後, '95年の干潟放流群⁵⁾の46日後に比べると遅かった。

考 察

鹿忍湾奥の動物相において優占種を'80年6~9月の地曳網による採集結果からみると魚類はカタクチイワシ *Engraulis japonica*, コノシロ *Konosirus punctatus*, 甲殻類はイシガニ *Charybdis japonica*, スネナガイソガニ *Hemigrapsus longitarsis*, 軟体類はジンドウイカ科 *Loligo* 属であった⁸⁾。ガザミの採集数及び甲殻類に占める割合はそれぞれ2尾, 0.9%で低水準であっ

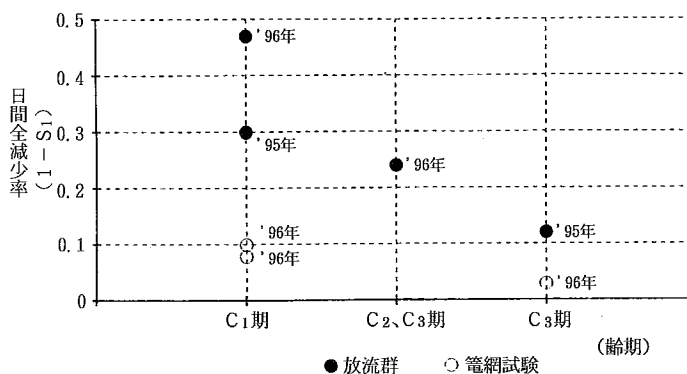


図7 放流種苗の齢期と日間全減少率

た⁸⁾。また, 牛窓町地先における'95, '96年のガザミの漁獲量は'80年とおおむね同程度であったため, 鹿忍湾における天然ガザミの定着量は比較的少なく追跡調査に大きな誤差を生じさせなかったものと考えられた。一方, ガザミの種苗生産は親ガニの飼育水を22~25℃に加温して, 産仔を早期に調整して行った⁹⁾ため, 稚ガニ期において放流群は天然群より大型であり, 両者の識別が可能であった。

放流齢期別の定着状況を把握するため, 逸散を含む日間全減少率($1 - S_1$:以下, 全減少率とする)を計算し, 図7に示した。検討は'95年に鹿忍湾に放流した2群を含めて行った。各放流群の全減少率を齢期別にみるとC₁期0.30/日⁵⁾と0.47/日, C₂, C₃期0.24/日, C₃期0.12/日⁵⁾と計算され, C₁期放流群が高く, 齢期が進むにつれ全減少率は低下した。なお, C₁期放流群のうちでも放流数量が多かった'96年の第1群の値は著しく高かった。放流したC₁期種苗は見掛け上減耗が大きく定着期間も10日前後と短期であり, 籠網による試験結果から求めた全減少率0.08/日と0.10/日⁹⁾に比べると3.0~5.9倍を示した。減耗の原因として浮遊傾向が強く潮流による逸散が大きかったことが指摘される。一方, 第2群は放流場所の周辺に秋季まで定着群がみられた他, 逸散群の一部が付近の干潟(AR-2)で確認されたが, 秋季まで定着した群はこのうちのC₃期由来

の種苗であり C_2 期の種苗は C_1 期種苗と同様、浮遊傾向が強いため¹¹⁾、早期に逸散したかへい死し、残留数は少なかったことが予測された。 C_1 期及び C_2 期種苗は潮流により調査水域から逸散する量が多く、生育環境が不適切な場所に移動した結果、死滅することも考えられ、直接放流を行うには問題がある。

一方、放流した C_3 期種苗は放流場所周辺に定着し、資源加入することが期待されるが、定着後にも漸次、減耗する。一般に、放流種苗の減耗には2つの要因があることが指摘されている。①漁獲、飢餓、被食、活力低下による死亡と②調査水域からの逸散とである¹²⁾。このうち、漁獲による減耗は湾内において小型底びき網漁業は禁止されており、また、湾口部に小型定置網が1統設置されているが、ガザミ幼ガニが大量に入網したという情報はなため無視できる。一方、飢餓、被食、活力低下による死亡要因はそれぞれ放流水域には多少の有機物はあっても種苗生産・中間育成時の環境に比べて貧栄養的であること、棲息魚類のうちマコガレイ *Limanda yokohamae* 幼魚の胃内容物に捕食された放流種苗が認められたこと、汀線付近の浅所の水温は30℃を越える時期が継続することが挙げられる。しかし、その程度は不明で今後の検討課題として残された。また、調査水域からの逸散はあることは予測されるが、その実態は詳細には明らかでない。

要 約

'95, '96年度に牛窓町鹿忍湾を試験区域に設定してガザミ人工生産種苗を放流し年齢別に定着及び減耗の実態を把握するための実験を行った。ここでは'96年度の2つの放流群について述べると共に'95年度の結果を併せて検討した。

1) 第1群は湾奥の潮下帯とその周辺部に放流した。放流時期、年齢、数量は'96年6月28日、 C_1 期1,377.0千尾であった。第2群は7月8日に C_2 期と C_3 期の混合群89.5千尾を大潮低潮時の汀線付近に放流した。

2) 第1群の11日後までの再捕数は181個体であり、翌日に大半の123個体を再捕した。また、第2群の28日後までの再捕数は96個体であり、3日後までに82個体と大部分を再捕した。刺網による3回の試験操業では8個体を再捕した。全甲幅は71~120mmであった。

3) 放流群の年齢別定着状況を把握するため、'95年と'96年放流群、計4群の定着数の推移と逸散を含む日

間全減少率を比較検討した。この結果、 C_1 期0.30/日と0.47/日、 C_2 、 C_3 期(混合群)0.24/日、 C_3 期0.12/日と算定され、 C_1 期放流群の全減少率は高かったが、年齢が進むにつれ低下した。

4) 第2群は放流場所に放流81日後まで定着群がみられた他、逸散群の一部が放流場所から400m程度離れた干潟で放流95日後まで確認された。定着した群は第2群のうち、 C_3 期由来の種苗であったものと考えられた。 C_2 期種苗は C_1 期種苗と同様、浮遊傾向が強く、直接放流を行うには問題があるものと考えられた。

文 献

- 1) 岡山県水産試験場他2水産試験場, 1976: 昭和50年度 瀬戸内海栽培漁業放流技術開発事業, ガザミ班総合報告書, pp 33
- 2) 岡山県水産試験場他2水産試験場, 1977: 昭和51年度 瀬戸内海栽培漁業放流技術開発事業, ガザミ班総合報告書, pp 47
- 3) 岡山県水産試験場他2水産試験場, 1978: 昭和52年度 瀬戸内海栽培漁業放流技術開発事業, ガザミ班総合報告書, 40-57
- 4) 唐川純一・近藤正美, 1996: 牛窓町鹿忍湾の干潟域に放流したガザミ種苗の生残と分布, 岡山水試報, 11, 27-37
- 5) 久野英二, 1986: 動物の個体群動態研究法 I; 個体数推定法, 生態学研究法講座, 17, pp114, 共立出版株式会社
- 6) 唐川純一・濱崎正明・福田富男・増成伸文, 1995: 飼育環境下における人工生産ガザミの成長と生残, 岡山水試報, 10, 50-59
- 7) 石岡清英, 1988: 4. 成長曲線の当てはめ, パソコンによる資源解析プログラム集, 35-46, 東海区水産研究所
- 8) 唐川純一, 1989: 牛窓町鹿忍湾において地曳網により採集した動物群の組成(1980), 岡山水試報, 4, 5-14
- 9) 藤井義弘・近藤正美, 1997: ガザミの種苗生産, 岡山水試報, 12, 119-172
- 10) 唐川純一, 1997: 数種の防囲網に放流した人工生産ガザミ種苗の定着と減耗過程, 岡山水試報, 12, 35-40
- 11) 唐川純一, 1997: 人工生産ガザミ種苗の年齢別行動特性, 岡山水試報, 12, 24-28
- 12) 首藤宏幸・後藤常夫・池本麗子・富士山実・畔田正格, 1992: 志々伎湾におけるヒラメ放流種苗の減耗過程, 西水研報, 70, 29-37