

## 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

唐川 純一・近藤 正美

Survival and Distribution of the Japanese Blue  
Crab *Portunus trituberculatus* Released on the  
Tideland at the Kashino Bay, the Ushimado Waters

Junichi KARAKAWA and Masayoshi KONDOU

キーワード：干潟域，ガザミ種苗，生残，分布

本県では1992年から築堤式増殖場でガザミ *Portunus trituberculatus* 種苗の中間育成を実施することにより大型種苗を大量に放流することが可能となった。生産された種苗は県下の海岸付近か内湾域で放流されることが多い<sup>1, 2)</sup> が、寄島町地先でも築堤方式で育成された種苗は内湾奥域に継続的に放流されている。これらの放流群は追跡調査により資源加入することは定性的には明らかとなった<sup>3)</sup> が、その後の資源への添加機構に不明な点が多く、特に、放流初期の生残については未解明な部分が少なくない。

放流後の生残は放流種苗の大きさや時期、水域によって大きく異なる<sup>4)</sup> が、添加効率を解明し、ひいては放流手法を確立するためには放流水域周辺での定量的な追跡調査が不可欠である。しかし、小型曳網や小型マンガ網等の採集用具を使用すれば主として曳網速度や底質状況の違いが原因して、採集効率に問題が生じてくる。このため、定量的評価を主眼とし、タモ網で一定面積の底泥砂を採集して生息密度を推定する方法<sup>5-7)</sup> を採用して調査を行ったので報告する。

## 材 料 と 方 法

調査場所周辺を図1に示した。調査場所は邑久郡牛窓町地先の鹿忍湾奥部に設定した。鹿忍湾は播磨灘北西部に位置し、南に開いた湾口幅約600m、奥行き約450mの内湾である。後背地には平地部が少なく、大きな河川はないが、生活廃水、農業用水が幾分流入している。湾口部の水深は約5m、湾奥部は2m以浅で大潮時の干満差は約2.0mである。湾内とその周辺水域は保護水面設定

区域であり、魚礁施設が多い。湾奥には比較的規模の大きいアマモ *Zostera marina* 場が形成され'78年8月には繁茂被度81~100%の濃生域が約4haにわたって見られた<sup>8)</sup> が'93年6月、'94年5月は濃生域は見られず、近年は全体として縮小傾向にある<sup>9, 10)</sup>。

調査場所は潮間帯及びこれに連続する潮下帯で満潮時の距岸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3,600m<sup>2</sup> (260m×60m) の範囲を設定し、調査を実施した。調査範囲は層<sup>1\*</sup> と列<sup>2\*</sup> を10m間隔で設定し、49定点を方形状に配置した。このうち9か所は位置を明らかにするため竹を海底に打ち込み基点とした。他の定点は目測により位置を決定した。調査定点の配置を図2に示した。

調査場所の底質概要を図3に示した。調査場所中央部の満潮時距岸10~40mの範囲では底質は荒砂で陸水が流入し、みお筋を形成している。その周辺5~30mの範囲は泥砂で距岸40m付近に捨石がある。さらに、これらの範囲を砂泥域が取り囲んでいる。距岸80m以上の調査場所の沖側は泥域である。捨石には6月頃までハハキモク *Sargassum kjellmanianum* が優先して繁茂していたが、7月には枯死する葉体が多くなった。また、調査範囲の周辺には規模の小さいアマモ、コアマモ *Zostera nana* の群落が見られたが、7月には枯死するものが多く、群落の規模は縮小した。一方、潮間帯及びこれに連続する潮下帯では7月上旬以降、経目的にアナアオサ *Ulva pertusa* の繁茂量が増大した。

1 \* 汀線に対して平行方向, 2 \* 汀線に対して直角方向

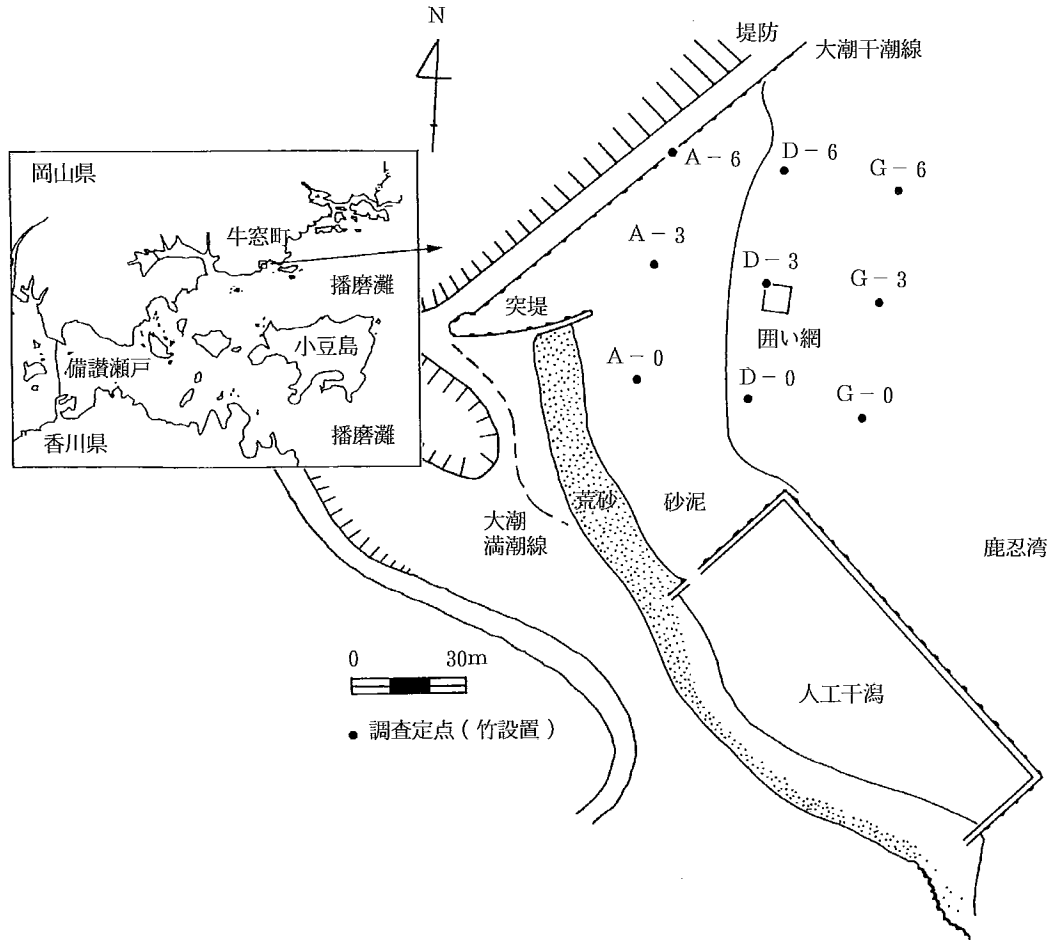


図1 調査水域(牛窓町地先)

調査場所の底質を調べるため、7月5日に9定点で海底表面から概ね3cm層までの底泥を幅18cm、網目900 $\mu$ mのタモ網で採集し、化学的酸素要求量(以下、CODと略す)、強熱減量(I.L.と略す)、全硫化物(Sと略す)及び粒度組成を測定した。測定方法はCODとI.L.は水質汚濁調査指針<sup>11)</sup>に従い、Sの測定は硫化物検知管(商品名:ヘドロテック-S,株式会社ガステック製)により行った。また、粒度組成は目合2.83mm, 1.00mm, 0.50mm, 0.25mm, 0.053mmの篩いに掛け、乾燥した後、秤量して各粒度の組成を求めた。

種苗放流実績を表1に示した。種苗は栽培漁業センターで種苗生産し、鹿忍湾奥部の干潟に活魚タンクにより運搬し、サイフォンとバケツを用いて汀線付近に放流した。追跡調査を実施した2つの群の放流点は共に潮間帯のA-1であり、放流時期、齢期、数量は6月21日、C<sub>1</sub>期、541千個体、7月5日、C<sub>3</sub>期、40千個体であった。後者は6月21日から7月5日まで中間育成した後、放流した。

C<sub>1</sub>期放流群の調査は放流当日の6月21日より開始し、ほとんど再捕がみられなくなった7月1日までの10

日間とした。延べ調査回数は6回であった。再捕に用いたタモ網は幅18cm、網目900 $\mu$ mであり1回当たり30cm曳網したので曳網面積は0.054m<sup>2</sup>となる。0.054m<sup>2</sup>当たりの再捕個体数を1曳網当たり再捕個体数とし現場で個体数を計数し全甲幅を測定した。C<sub>3</sub>期放流群は放流翌日の7月6日から7月27日までの22日間にわたって調査を実施した。延べ調査回数は7回であった。使用したタモ網は幅25cm、網目200 $\mu$ mであり100cm曳網したので曳網面積は0.25m<sup>2</sup>となる。計数及び測定方法はC<sub>1</sub>期放流群と同様であった。

各回の調査結果は久野の方法<sup>12)</sup>により1曳網当たり平均密度:  $m$ , 第  $i$  層における標本分散:  $V(x_i)$ , 誤差分散:  $v(m)$ , 母平均の95%信頼区間: CIを計算した。計算式は次式によった。

$$\hat{m} = \sum_i W_i \cdot \frac{1}{q_i} \sum_{j=1}^{q_i} x_{ij}$$

$$V(x_i) = \frac{1}{q_i - 1} \sum_{j=1}^{q_i} (x_{ij} - \hat{m}_i)^2$$

$$v(\hat{m}) = \sum_i W_i^2 \cdot \frac{1}{q_i} \left(1 - \frac{q_i}{Q_i}\right) V(x_i)$$

$$CI = \hat{m} \pm 1.96 \sqrt{v(\hat{m})}$$

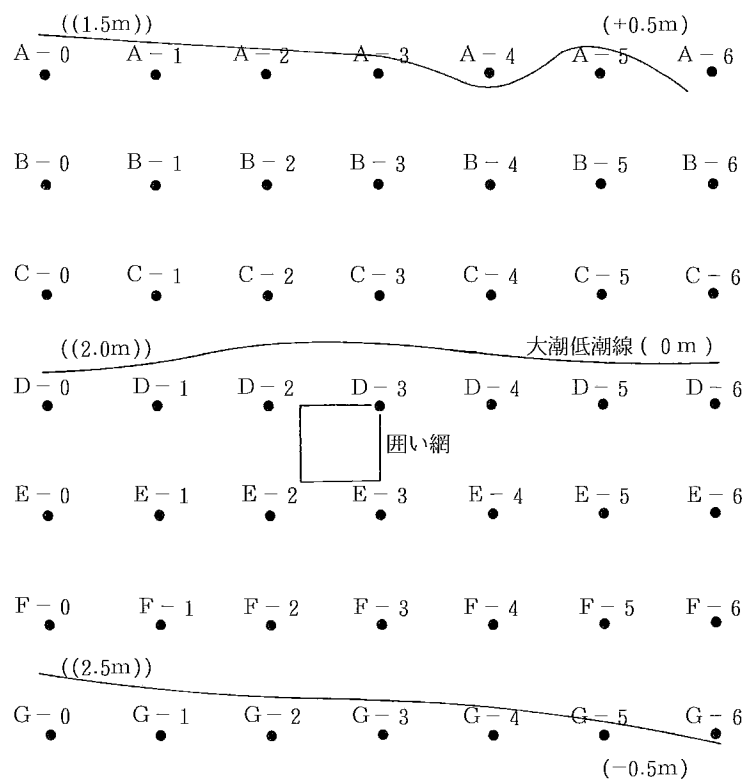


図2 調査定点  
(( ))は大潮満潮時水深, 干満差 2.0m  
平成7年11月24日 12:30観測

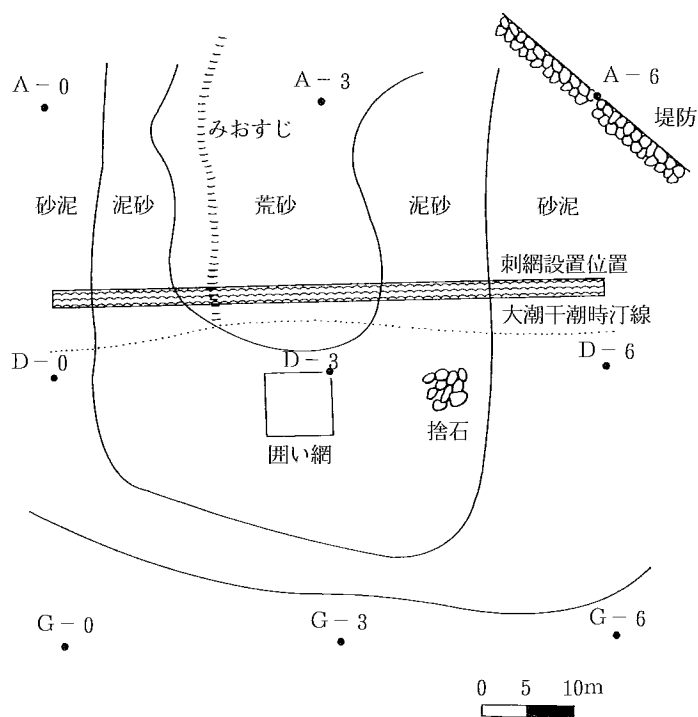


図3 調査場所の底質概要

ここで,  $m_i$  : 第  $i$  層における区画の平均値  
 $L$  : 区分された層の数  
 $Q_i$  : 第  $i$  層に含まれる区画数

$Q$  : 総区画数  
 $W_i$  :  $Q_i / Q$   
 $q_i$  : 第  $i$  層からの抽出区画数  
 $x_{ij}$  : 第  $i$  層第  $j$  列抽出区画の個体数

定着個体数の推定に当たっては  $1\text{m}^2$  当たりの平均密度に換算し, これに調査対象面積を乗じて推定した。また, 95%信頼区間も同様な数値を乗じて計算した。

秋季において干潟域への放流群の滞留状況を確認するため刺網による試験操業を実施した。使用した刺網は長さ21.0m, 幅0.9mの3枚仕立てで網地の規格は外網15cm角, 内網3cm角であった。操業は8月下旬~10月上旬に5回行った。刺網は日没直前の干潮時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。操業位置はC-1~C-6であった。

### 結 果

水底質環境 調査場所の粒度組成を図4に示した。A, D, G各層3定点の中央粒径値はA層0.59~1.47mm(平均値0.96mm), D層0.23~0.59mm(平均値0.35mm), G層0.09~0.23mm(平均値0.13mm)を示し, 沖側の層に移るにつれ高くなった。これを組成別にみるとA層では礫(2.83mm以上), 大砂(1.00~2.83mm), 中砂(0.50~1.00mm)の割合が比較的高かったが, B層では小砂(0.125~0.25mm), 細砂(0.053~0.125mm), 泥(0.053mm以下)の小さい粒径の割合が高かった。G層では細砂と泥を合わせた割合が90%前後を示した。

底泥のCOD, I. L., 硫化物の値を図5に示した。CODはA層3.21~8.24mg/乾泥g, D層1.06~1.73mg/乾泥g, G層2.15~7.76mg/乾泥gを示し, A, G層で高く, D層で低かった。9定点の平均値は3.88mg/乾泥gであった。I. L.はA層0.93~1.61%, D層1.60~1.88%, G層2.04~2.25%を示し, 沖側の層に移るにつれ高くなった。平均値は1.71%であった。硫化物はA層0.02~0.10mg/乾泥g, D層0~0.08mg/乾泥g, G層0~0.05mg/乾泥gを示し, 全般的に値は低く, D, G層では検出されない定点もみられた。平均値は0.03mg/乾泥gであった。

表1 種 苗 放 流 実 績

群 No.	放流時期 (年月日)	放流場所	個体数 (千個体)	サイズ (齢期)	潮	干満	時刻	備考
1	'95. 6. 21	牛窓町 鹿忍湾	541.0	C <sub>1</sub> (100)	中潮	低潮～高潮	10:20～10:55	放流点A-1
2	7. 5	牛窓町 鹿忍湾	40.0	C <sub>3</sub> (100)	小潮	高潮	15:10～16:30	A-1
計			581.0	-	-	-	-	-

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) サイズの( )の単位は%

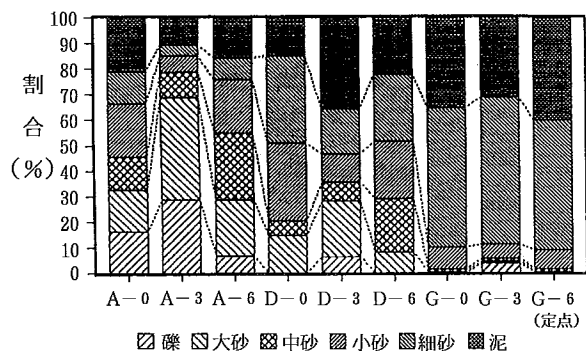


図4 調査場所の粒度組成 ('95年7月5日)

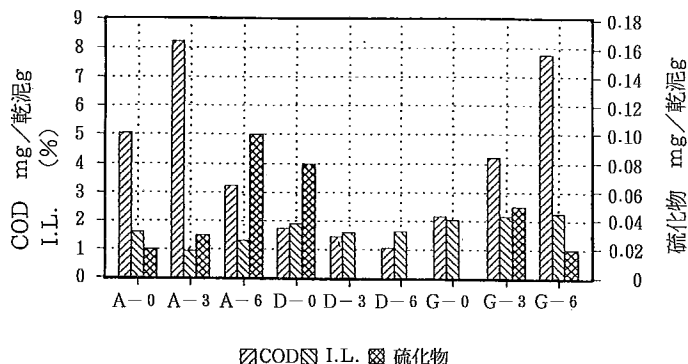


図5 調査場所の底質環境

第2群放流時の7月5日には降雨があり、流入した陸水等の影響により汀線から距岸20mの範囲で表層塩分は13.24～22.02、底層塩分は20.81～22.79を示した。

**底生生物** 底生生物の採集状況を表2に示した。A、D、G各層3定点における採集数はA層71個体(146個体/m<sup>2</sup>)、D層640個体(1,317個体/m<sup>2</sup>)、G層408個体(767個体/m<sup>2</sup>)で干出時間が比較的長いA層で少なく、干出はしないが、大潮干潮時の汀線付近のD層で比較的多かった。優占種類は各層共に端脚類AmphipodaでこのうちA、D層ではヨコエビ類Gammaridea、G層ではワレカラ類Caprellideaの採集尾数が多かった。端脚類に続いて、A層では二枚貝類Bivalvia、D層では長尾類Macrura、多毛類Polychaeta、G層ではアミ

類Mysidaceaの採集個体数が多かった。D～G層(潮下帯)では7月上旬以降、経日的にアナアオサの繁茂が目立ち、端脚類が多かったのはアナアオサが付着基質となったことが原因している。

**放流群の分布と個体数の推定** 放流した第1群(C<sub>1</sub>期)の調査は放流当日(放流2時間後)から実施し、再捕がほとんどみられなくなった放流10日後まで6回行った。放流当日の再捕数は58個体で、A-1の密度は704個体/m<sup>2</sup>であり、放流点で分布密度が際立って高かった。放流2日後の再捕数は29個体であった。汀線に対して平行方向の分布範囲は約50mとやや拡大したが、直角方向の変化はなかった。放流4日後の再捕数は10個体であった。沖側方向の分布範囲は約40mとさらに拡大した。放流6日後の再捕数は6個体であった。全般に密度は低下したが、沖側方向の分布範囲は約40mと変化はなかった。放流8日後、10日後の再捕数はそれぞれ、5、2個体であり、分布範囲は局所的となった。また、放流群は隣接する定点で再捕されることが多く、分布にやや偏在した傾向がみられた。

第1群の6回の調査において稚ガニの再捕状況から定着個体数を推定し、表3に示した。放流当日の6月21日には平均定着密度は24.07個体/m<sup>2</sup>であったが、4日後には4.26個体/m<sup>2</sup>となり10日後は0.56個体/m<sup>2</sup>を示した。推定定着個体数は2日後までは43,000～50,000個体を示したが、10日後は3,600個体程度に減少した。

放流した第2群(C<sub>3</sub>期)の調査は放流翌日(放流1日後)から実施し、再捕がほとんどみられなくなった放流22日後まで7回行った。放流翌日の再捕数は17個体であった。分布範囲は沖側方向に約40m、汀線方向に約50mであった。放流2日後の再捕数は25個体であった。分布範囲は沖側方向に約70m、汀線方向に約50mであった。放流5日後の再捕数は7個体であった。分布範囲は沖側方向に約30m、汀線方向に約50mであった。放流9、12日後の再捕数はそれぞれ、4、3個体であった。分布範囲は共に狭くなり局所的となった。放流15、22日後の再

表2 底生動物の出現状況

定 点		A-0, 3, 6	D-0, 3, 6	G-0, 3, 6	計
種 類	項目 \ 区分	個 体 数 (個体)	個 体 数 (個体)	個 体 数 (個体)	個 体 数 (個体)
脊椎動物門	Vertebrata				
硬骨魚類	Osteichthyes				
スズキ目	Percida	1	1	6	8
ウバウオ目	Godiesocida		1		1
節足動物門	Arthropoda				
甲殻類	Crustacea				
短尾類	Brachyura				
ガザミ	<i>P. trituberculatus</i>	3	2	2	7
ガザミ属	Portunus	1			1
イワガニ科	Pachygrapsus	2	2		4
メガロパ幼生	Megalopa larvae	2			2
長尾類	Macrura				
テッポウエビ科	Alpheus		2	2	4
その他	Other	1	26	5	32
異尾類	Anomura	1	1		2
端脚類	Amphipoda				
ヨコエビ類	Gammaridea	40	560	162	762
ワレカラ類	Caprellidea	7	13	206	226
等脚類	Isopoda		1		1
クマ類	Cumacea	4	7	1	12
アミ類	Mysidacea		1	14	15
軟体動物門	Mollusca				
巻貝類	Gastropoda	2			2
二枚貝類	Bivalvia	7			7
環形動物門	Annelida				
多毛類	Polychaeta		23	9	32
星口動物門	Sipunculoidea				
ホシムシ類	Sipunculida			1	1
計	(個体数: 個体)	71	640	408	1,119
	(湿重量: g)	1.59	2.80	0.68	5.07
	(個体数: 個体/m <sup>2</sup> )	146	1,317	840	767
	(湿重量: g/m <sup>2</sup> )	3.27	5.76	1.40	3.48
	(曳網数: 曳網)	9	9	9	27
	(面積: m <sup>2</sup> )	0.486	0.486	0.486	1.458

表3 放流した稚ガニの定着状況 (第1群: 6月21日放流)

年月日	経過日数 (日)	再捕数 (個体)	曳網数	平均密度 (個体/0.054m <sup>2</sup> )	推定定着個体数 (個体)	定着率 (%)	組成 (%)		標本数 (個体)	調査対象面積 (m <sup>2</sup> )
							C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>		
'95. 6. 21	0	58	18	1.30 ± 1.15*	43,333 ± 38,333	8.01	100		58	1,800
6. 23	2	29	34	0.85 ± 0.56	53,519 ± 30,852	9.89	98	2	46	3,400
6. 25	4	24	43	0.23 ± 0.16	16,722 ± 11,945	3.09	62	38	24	4,300
6. 27	6	7	58	0.10 ± 0.09	10,741 ± 9,667	1.99		100	7	5,800
6. 29	8	5	61	0.08 ± 0.08	9,263 ± 9,602	1.71		100	5	6,100
7. 1	10	2	58	0.03 ± 0.07	3,652 ± 7,304	0.68		100	5	5,800

\*: 95%信頼区間を示す。

捕数は共に、2個体であった。再捕数は放流後2~5日後に大きく減少したが、放流5~22日後の減少率は小さ

表4 放流した稚ガニの定着状況 (第2群: 7月5日放流)

年月日	経過日数 (日)	再捕数 (個体)	曳網数 (曳網)	平均密度 (個体/0.25m <sup>2</sup> )	推定定着個体数 (個体)	定着率 (%)	齢期組成 (%)				標本数 (個体)	調査対象面積 (m <sup>2</sup> )
							C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>		
'95. 7. 6	1	16	58	0.28±0.21*	8,120±6,090	20.3	100				17	5,800
7. 7	2	25	61	0.41±0.23	12,505±7,015	31.3	92	8			25	6,100
7.10	5	7	53	0.13±0.11	3,445±2,915	8.6	20	80			5	5,300
7.14	9	4	54	0.07±0.09	1,890±2,430	4.7		25			4	5,400
7.17	12	3	27	0.11±0.22	1,485±2,970	3.7			100		3	2,700
7.20	15	2	48	0.04±0.06	960±1,440	2.4		67	28	5	18	4,800
7.27	22	2	48	0.04±0.06	960±1,440	2.4	50		50		2	4,800

\*: 95%信頼区間を示す。

かった。分布傾向は第1群と同様にやや偏在した傾向がみられた。

放流した第2群の7回の調査において定着個体数を推定し表4に示した。放流2日(起算16日)後までの平均定着密度は1.4個体/m<sup>2</sup>であったが、5日(起算19日)後には0.65個体/m<sup>2</sup>となり15、22日(起算29、36日)後は0.20個体/m<sup>2</sup>を示した。推定定着個体数は2日後までは8,100~12,000個体を示したが、12日(起算26日)、22日後はそれぞれ、1,400個体、900個体程度に減少した。

これらの結果から定着個体数の推移について調査場所を層別に分け図6に示した。第1群の層別定着個体数の推移をみるとA~C層ではD~G層に比較して常に多かった。放流当初における放流群の定着域はA~C層に偏っていたが、4日以降はD~G層にも定着がみられた。第2群の層別定着個体数をみるとA~C層において定着

個体数が多いもののD~G層では放流当初から定着がみられた。両者の定着個体数の差は第1群に比べて小さかった。

放流後の経過日数と再捕個体数及び定着個体数の関係を半対数直線回帰式で表し、表5に示した。また、放流後の経過日数と再捕個体数の関係を図7に、経過日数と定着個体数の関係を図8に示した。C<sub>1</sub>期種苗の調査では放流当日の定着個体数は、2日後の定着個体数より低水準であったが、未だ浮遊状態の群が比較的多かったことが原因として考えられた。このため、放流後の経過日数と再捕個体数及び定着個体数の関係は2日以降について検討した。C<sub>1</sub>期種苗の再捕群及び定着群の逸散を含む全減少係数はそれぞれ、-0.3021、-0.2980を示した。また、C<sub>3</sub>期種苗ではそれぞれ、-0.1203、-0.1226であり、C<sub>1</sub>、C<sub>3</sub>期種苗共に再捕群と定着群の係数は概ね一致した。一方、C<sub>1</sub>期種苗の減少速度(逸散を含む)はC<sub>3</sub>期種苗の2.5倍程度を示した。

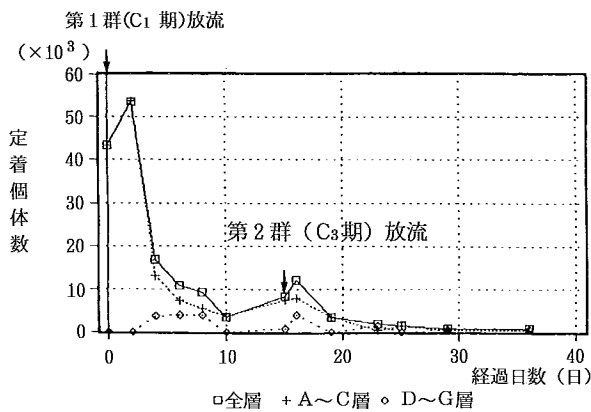


図6 ガザミ定着個体数の推移  
基準日('95年6月21日)

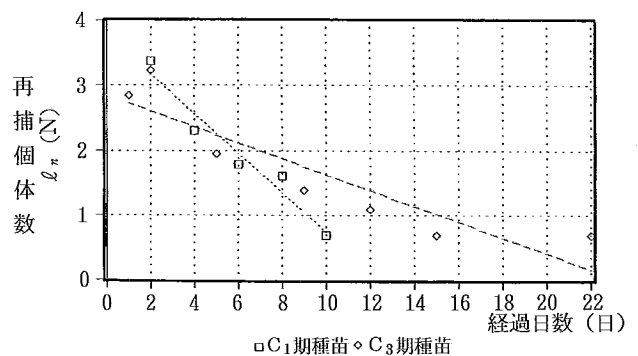


図7 再捕個体数と経過日数の関係

表5 ガザミ種苗放流後の経過日数と再捕個体数及び定着個体数

調査群	関係式	標本数	相関係数 (r)	期間
放流再捕 (C <sub>1</sub> 期種苗)	$\ln(N_t) = -0.3021t + 3.7653$	5	0.9732	2 ≤ t ≤ 10
放流定着 (C <sub>1</sub> 期種苗)	$\ln(N_t) = -0.2980t + 11.2342$	5	0.9636	2 ≤ t ≤ 10
放流再捕 (C <sub>3</sub> 期種苗)	$\ln(N_t) = -0.1203t + 2.8207$	7	0.9072	1 ≤ t ≤ 22
放流定着 (C <sub>3</sub> 期種苗)	$\ln(N_t) = -0.1226t + 8.8130$	7	0.9071	1 ≤ t ≤ 22

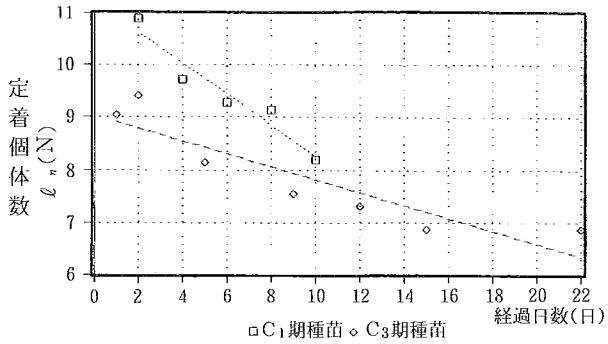


図8 定着個体数と経過日数の関係

汀線付近に分布する放流群 7月下旬～8月下旬(放流20～50日後)において潮の干満に伴う放流群の移動パターンを図9に示した。放流群は満潮と共に潮間帯にも移動し、満潮時には汀線付近まで接岸した。一方、引き潮時には汀線の移動と共に離岸した。放流群は汀線付近の水深0.5m以浅の場所で目視される個体が多かった。

中潮から低潮にかけて汀線付近でタモ網により再捕したガザミの全甲幅組成を表6に示した。7月31日～8月23日に5回にわたって調査を行い、134個体を採集した。各調査日の採集個体数は8月10日までは比較的多かったが、その後は減少した。8月10日の採集数は64個体で最も多く、逆に、8月23日は2個体と最も少なかった。採集したガザミの全甲幅は13～68mmであり、平均全甲幅は7月31日には28.9mmを示したが、以降は大きくなり8月17、18日には43.3mmとなった。8月23日はやや小型の放流群が再捕され平均全甲幅は33.5mmと小型化した。

8月23日にはヤコウチュウ *Noctiluca scintillans* を主体種とする赤潮の発生がみられ特に、汀線付近で細胞数の密度は高かった。一方、ガザ

ミの再捕個体数は2個体で8月10日及び17、18日に比べると少なかった。定着した放流群に影響を及ぼした可能性が考えられた。

秋季における滞留 刺網による漁獲状況を表7に示した。5回の試験操業でガザミを計22個体漁獲した。8月25日の漁獲数は1個体であったが、9月11日の漁獲数は12個体で最も多くなった。しかし、その後減少し、10月6日の漁獲数は1個体となった。漁獲したガザミの全甲幅は71～120mmで比較的、漁獲個体数が多かった9月11日の平均全甲幅は95.1mmでこの時期まで全甲幅は経時的に大きくなり、以降はやや小さくなった。

5回の調査で漁獲した動物群は魚類5種類、11個体、

表6 干潟調査で再捕したガザミの全甲幅組成

年月日	'95. 7. 31	8. 4	8. 10	8. 17, 18	8. 23	計
全甲幅(mm)	(個体)					
0～5						
5～						
10～	1					1
15～	10					10
20～	6	1	3			10
25～30	4	2	6		1	13
30～	3	11	13	2		29
35～	3	8	7	4		22
40～		2	17	4	1	24
45～		2	16	2		20
50～55		1	1			2
55～			1	1		2
60～						
65～				1		1
70～75						
計	27	27	64	14	2	134
平均値(mm)	28.91	35.77	39.19	43.29	33.50	—
標準偏差 $\sigma_{n-1}$	7.69	6.44	7.64	9.43	7.70	—

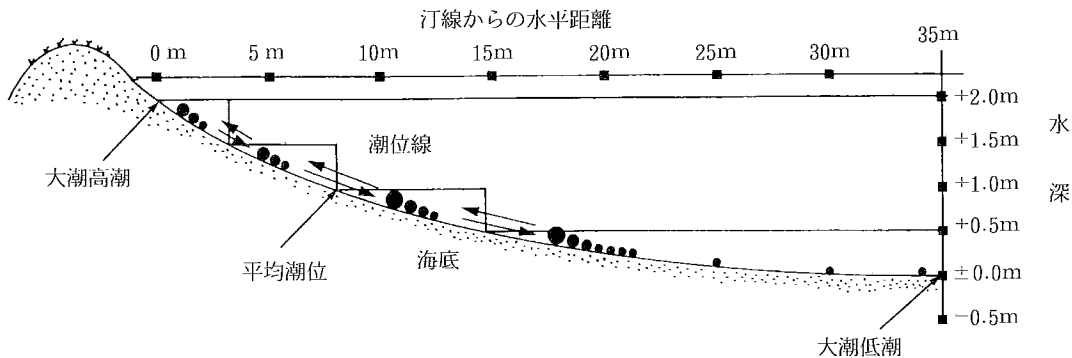


図9 潮の干満に伴う放流群の移動パターン (放流20～50日後)

表7 刺網による漁獲状況

項目\年月日	'95. 8. 25	9. 6	9. 11	9. 21	10. 6	備考					
種類数	4	5	6	6	5						
個体数(個体)	10	16	33	13	10						
重量(g)	311	604	2,186	548	374						
反数(反)	2	3	3	3	3						
操業位置	C-0~C-4	C-0~C-6	C-0~C-6	C-0~C-6	C-0~C-6						
操業時間	18:30~21:30	18:30~21:30	18:00~23:30	17:30~22:20	15:00~22:30						
種名\区分	N	RA	N	RA	N	RA					
アカエイ					1	123	DL				
コノシロ					4	221~245	FL				
クロソイ							1	182	TL		
マハゼ								1	123	TL	
ヒラメ			1	172	1	197	1	179	1	180	TL
イシガレイ	5	124~136	1	137							TL
ガザミ	1	71	4	77~111	12	78~120	4	72~98	1	87	TCW
イシガニ	2	50~63	1	72	3	61~75	1	68	5	49~79	TCW
マルバガニ							1	24			CL
シャコ	2	132~140	9	120~136	12	103~168	5	103~147	2	111~121	BL

N: 個体数 RA: 範囲(体長等)

1,317g, 甲殻類5種類, 71個体, 2,706g, 計10種類, 82個体, 4,023gであった。個体数においてガザミは27%を占め, シャコ*Squilla oratoria*の37%につづいて高かった。重量ではガザミが優占種であり24%を占め, シャコが23%でこれに続いた。9月11日の漁獲個体数及び重量は5回の調査で最も多く, また, ガザミの漁獲状況も同様であった。魚類が全体に占める割合は13%で甲殻類の87%に比較して低かった。このうち放流初期にはガザミの捕食種となり得るヒラメ*Paralichthys olivaceus*は4回の調査で漁獲された。

**成長** 干潟周辺においてタモ網と刺網で再捕した放流群の平均全甲幅の推移を経時的に図10に示した。7月17日~27日に再捕したガザミの平均全甲幅は19mm前後であったが, 7月31日~8月18日には29mmから43mmに成長した。さらに, 8月25日~9月11日に再捕したガザミは71mmから95mmに成長した。また, C<sub>3</sub>期種苗の放流時期である7月5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)の関係をもGompertzの成長式<sup>13)</sup>に当てはめた結果, よく適合した。放流群の成長式を表8に

示し, これを図11に表した。放流群の平均全甲幅が50mmに達するまでの日数はC<sub>1</sub>期の放流時期に換算すると放流55日後であり, 陸上水槽による育成事例<sup>14)</sup>の43, 44日後に比べると遅かった。

## 考 察

C<sub>1</sub>期稚ガニの直接放流では放流後間もなく追跡が不可能となる事例が多く, この原因として, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>期の稚ガニは未だ浮遊性が強く, 潮流によって, 放流場所

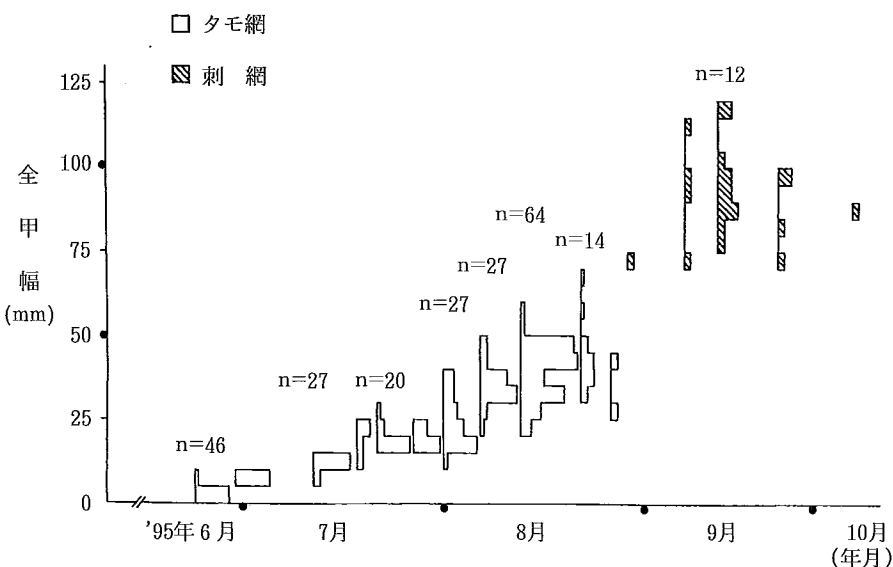


図10 干潟で再捕した放流群の全甲幅の推移 (於: 鹿忍湾)



表8 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	'95	$CW(t) = 154.693 \exp\{-\exp\{-0.02572(t - 34.485)\}\}$	0.9984	飼育試験
事例2	'95	$CW(t) = 147.922 \exp\{-\exp\{-0.02673(t - 32.142)\}\}$	0.9990	飼育試験
事例3	'96	$CW(t) = 173.379 \exp\{-\exp\{-0.01854(t - 52.838)\}\}$	0.9819	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)

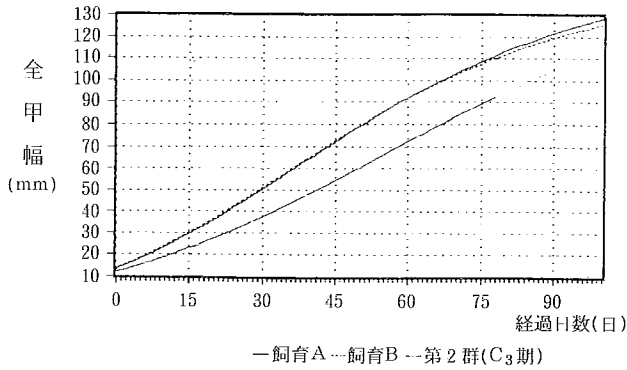


図11 放流後の経過日数と全甲幅

から流出, 拡散し, また, 食害によって減耗することが指摘されている<sup>15)</sup>。今回の事例では少なくとも放流10日後までは定着していることが確認され,  $C_1$ ,  $C_2$  期種苗の放流において急激な拡散がみられた従来の事例<sup>15-17)</sup> に比べ, 見掛け上, 減少速度は遅かった。逸散や減耗を抑制する方法として閉鎖性の高い放流場所を選択したり, 附着基質や保護礁を利用する方策が考えられるが, 前提として化学的, 生物的環境が一定条件を満たしている必要がある。鹿忍湾奥部の干潟域は閉鎖性が強い場所に形成され, 夏季に繁茂が強勢となるアナアオサは放流群の附着基質として保護礁の代替となったり, さらに端脚類を主体とした餌料生物の増殖に寄与していることが考えられた。また, 干潟域底泥の化学的性状を'78年9月の鹿忍湾奥部の調査結果<sup>8)</sup> と比較するとCOD 19.85mg/乾泥g, 硫化物0.47mg/乾泥g, I, L, 3.98%に対し, 本調査結果では各項目とも低く, 干潟域の化学的性状には, 特に, 問題は認められなかった。

水質環境は陸水の影響を受けやすいため比較的, 変化は大きく,  $C_3$  期種苗の放流時には降雨の影響を受け, 放流場所の塩分は極端に低下した。しかし, 底層は表層に比べて大きな変化はなく, 放流種苗に及ぼした影響はほとんどなかったものと推察された。

放流群の定着状況をみると $C_3$  期種苗の減少率は $C_1$  期種苗に比べて低く, 定着が確認された期間も長期にわたり, 逸散は緩慢であったと言える。しかし, 放流翌日には潮間帯を主な定着域として滞留しているのが認められたが, 2日後は沖側の層まで分布し, 調査水域から逸

散していることが確認された。特に, 放流2~5日後の減少は比較的大きかったが, その後の減少は緩やかに推移した。 $C_3$  期種苗は $C_1$  期種苗のような急激な減少はみられず浮遊による拡散とは状況を異にしていた。両者の定着状況の違いは $C_1$ ,  $C_2$  期が不完全な底生生活期,  $C_3$  期以降が完全底生生活期<sup>18)</sup> といった稚ガニの生態上の特性が原因として考えられた。一方, 逸散した群が生残しているか否かは不明であり今後の検討課題として残された。

放流群の減耗要因として食害もあることを前記した。ヒラメ, イシガレイ *Kareiyys bicoloratus* の稚魚はタモ網により, ヒラメ未成魚は刺網で数回の調査で採集(漁獲)されたことから当水域は未成魚期までの发育段階における重要な生息場所と考えられた。このため, これらの魚種による食害はあったものと推察されるが, 数量については不明であった。

8月下旬は高水温によりアナアオサを主体種とした藻類の腐敗や陸水の流入により干潟域周辺の水質環境が悪化した。また, 8月23日にはヤコウチュウを主体種とした赤潮がみられた。ガザミのふ化直後の幼生をヤコウチュウの発生した環境水で飼育した結果, 生残率は低く, 環境水が甲殻類のふ化幼生におよぼす影響は大きいことが指摘されている<sup>19)</sup>。このことから放流水域に発生した赤潮は放流群の成長や生残に少なからず影響したことが予測された。汀線付近におけるタモ網による調査では8月17, 18日の14個体から23日の2個体に採集個体数は減少したが, 発生した赤潮が放流群の逸散に影響を及ぼしたことも原因として挙げられた。

刺網による試験操業では9月中旬にガザミの漁獲個体数が最も多く, 全甲幅120mm程度の比較的大型の個体もみられた。しかし, 9月下旬, 10月上旬には漁獲個体数は減少し, 大きさも小型化した。このことから遅くとも9月中旬までには放流群は本格的な移動を開始したものと考えられた。8月下旬において刺網で漁獲した個体はタモ網で再捕した個体よりやや大型であり, 漁法による選択性の差が関与していることが考えられた。また, 干潟域の放流群と陸上水槽の育成群に成長差がみられた

が、これは餌料生物環境と水温が主な原因であり、放流群のうち成長が早い群は干潟付近から逸散したことも一因として挙げられた。

当水域に放流した群は少なくとも10月上旬の未成ガニ期までは滞留した。これらは全甲幅の経時的推移から概ねC<sub>3</sub>期放流群と推察された。一方、C<sub>3</sub>期種苗は未だ浮遊生活を示すこともあり<sup>20)</sup>、放流場所によっては効果が発現しにくいとの指摘もある。しかし、放流場所の環境諸要因が満たされたり、放流後の保護対策を講ずればC<sub>3</sub>期種苗は放流種苗として有効であると言える。

放流群の定着率をサイズ別に試算すると、放流したC<sub>1</sub>期種苗は1日後には10%程度が定着し、90%程度が逸散、減耗した。10日後は定着した群のうち7%が生残、93%が逸散、減耗し、10日後の定着率は放流個体数に対して0.7%と推定された。C<sub>3</sub>期種苗は2日後には30%程度が定着し、70%程度が逸散、減耗した。10日後は17%が生残、83%が逸散、減耗し、10日後の定着率は放流個体数に対して5.0%と推定された。これらは調査場所から逸散して他水域に定着した群は含まれていないため過少評価されている。

## 要 約

ガザミ種苗の放流後の生残は放流種苗の大きさや時期、水域によって大きく異なるが、添加効率を解明し、ひいては放流手法を確立するためには放流水域周辺での定量的な追跡調査が不可欠である。このため、比較的、高い精度が期待できるタモ網で一定面積を採集して生息密度を推定する方法を採用し、調査を行った。

1) 追跡した群の放流時期、齢期、数量は6月21日、C<sub>1</sub>期、541千個体、7月5日、C<sub>3</sub>期、40千個体であった。種苗は栽培漁業センターで生産した種苗で、前者は直接放流し、後者は6月21日から7月5日まで中間育成した後、放流した。

2) 放流したC<sub>1</sub>期稚ガニの定着個体数を推定した結果、放流当日の平均定着密度は24.07個体/m<sup>2</sup>であったが、4日後には4.26個体/m<sup>2</sup>となり、10日後は0.56個体/m<sup>2</sup>に低下した。また、定着個体数は2日後までは43,000~50,000個体であったが、10日後は3,600個体程度に減少した。C<sub>3</sub>期稚ガニの放流2日後までの平均定着密度は1.4個体/m<sup>2</sup>であったが、5日後には0.65個体/m<sup>2</sup>となり、15、22日後は共に0.20個体/m<sup>2</sup>を示した。定着個体数は2日後までは8,100~12,000個体と推定されたが、12日、22日後はそれぞれ、1,400個体、900個体程度に減少した。C<sub>1</sub>期放流群の減少係数はC<sub>3</sub>

期種苗の2.5倍程度を示した。

3) 放流群の平均全甲幅が50mmに達するまでの日数はC<sub>1</sub>期の放流時期に換算すると放流55日後であり、陸上水槽による育成事例の43、44日後に比べると遅かった。両者の成長の差は餌料生物環境と水温が主な原因であったが、放流群のうち成長が早い群は干潟付近から逸散したことも一因として挙げられた。

4) 鹿忍湾奥部の干潟域は閉鎖性が強い場所に形成され、底生生物において優占種類は端脚類であった。これに続いて二枚貝類、長尾類、多毛類、アミ類が多かった。夏季に繁茂するアナアオサは放流群の付着基質となり、放流群の成長と生残率の向上に寄与したことが明らかとなった。

5) 当水域に放流した群は少なくとも10月上旬の未成ガニ期まで滞留したことが確認された。これらは全甲幅の経時的推移から概ねC<sub>3</sub>期放流群と推察された。一方、C<sub>3</sub>期種苗は未だ浮遊生活を示すこともあり、放流種苗として効果が発現しにくいとの指摘もある。しかし、放流場所の環境諸要因が満たされたり、放流後の保護対策を講ずればC<sub>3</sub>期種苗は放流種苗として有効であると言える。

## 文 献

- 1) 岡山県水産試験場, 1994: 平成5年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査, pp47.
- 2) 岡山県水産試験場, 1995: 平成6年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査, pp45.
- 3) 唐川純一・福田富男, 1994: 寄島町地先に放流したガザミ種苗の資源加入過程(1993), 岡山水試報, 9, 64-70.
- 4) 愛媛県水産試験場・佐賀県有明水産試験場・大阪府水産試験場, 1985: 昭和46~59年度栽培漁業放流技術開発事業ガザミ班総括報告書, pp51.
- 5) 有山啓介, 1992: 大阪府尾崎地先に放流したガザミ稚ガニの分布、生息尾数および成長について、栽培技研, 20(2), 97-108.
- 6) 有山啓介, 1992: 大阪府尾崎地先で行ったガザミの中間育成について、栽培技研, 20(2), 87-95.
- 7) 伊藤 円・上村信夫, 1993: 静岡県浜名湖白洲地先に放流したノコギリ稚ガザミの分散と成長, 栽培技研, 21(2), 75-80.
- 8) 福田富男・唐川純一・安家重材・寺嶋 朴, 1979: 保護水面内に設置した網魚礁および投石等の効果-V(1978), 岡山県水産試験場事業報告書昭和53年度, 54-96.
- 9) 福田富男・草加耕司, 1994: 保護水面内およびその周辺に

- おける環境, 漁獲量などの変化, 1993年, 岡山水試報, 9, 29-45.
- 10) 濱崎正明・福田富男, 1995: 保護水面内およびその周辺における環境, 漁獲量などの変化, 1994年, 岡山水試報, 10, 1-12.
- 11) 松江吉行編, 1965: 水質調査汚濁指針, pp468, 恒星社厚生閣.
- 12) 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.
- 13) 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.
- 14) 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.
- 15) 岡山水産試験場他 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.
- 16) 岡山水産試験場他 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, pp33.
- 17) 岡山水産試験場他 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, pp47.
- 18) 多胡信良, 1983: 福岡県蓑島沿岸における種苗放流, つくる漁業, 社団法人資源協会監修水産庁, 297-303.
- 19) 兵庫県立水産試験場, 1973: 昭和47年度指定調査研究総合助成事業, 種苗生産技術研究結果報告書(ガザミ), pp24.
- 20) 愛媛県中予水産試験場, 1995: 平成6年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査, pp29.