

ガザミ種苗の脚脱落状況

原田和弘・山本 強

(1998年2月9日受付)

Limb Loss Caused by Rearing Conditions in Hatchery-reared Swimming Crab *Portunus trituberculatus*

Kazuhiro HARADA and Tsuyoshi YAMAMOTO

キーワード：ガザミ，脚脱落，種苗

クルマエビでは、飼育方法によって種苗に歩脚障害が生じ、潜砂行動に影響を及ぼすことが知られている。¹⁾ガザミでも種苗生産および中間育成された種苗に、脚の脱落が見られ、潜砂に影響を与えることが指摘されている。²⁾クルマエビ種苗の場合には、収容密度^{1,3,6,7)}やコンクリート水槽などの水槽底面と脚が擦れる²⁾ことで、障害が発生していると考えられており、育成水槽に砂を敷いたり、適度な収容密度で中間育成することによって、歩脚の障害が軽減することが報告されている。^{1,4)}ガザミの場合は、高密度収容による共喰いや、種苗の取り扱い（取り上げや輸送）によって、脚が脱落していると推察され、中間育成を行うと脱落状況が増大するケースも見られる。脚の脱落した種苗は、潜砂や摂餌および外敵からの逃避行動に影響を及ぼすと考えられ、放流後の生残に与える影響も大きいと思われる。そこで、本県で種苗生産および中間育成されたガザミ種苗の脚脱落状況について、1993～1996年に重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査の一部として調査した結果を報告する。

実験方法

種苗生産された稚ガニの脚脱落状況 (財)兵庫県栽培漁業協会が種苗生産された放流用種苗(おもに稚ガニ第1齢期)の脚脱落状況を、種苗生産水槽内、取り上げ時(取り上げネット内)および放流場所輸送後について、それぞれ約100尾ずつを目安に調査した。飼育水槽内お

よび取り上げ時の種苗は、24穴プレートに、1尾ずつ海水ごと収容して、生標本のまま観察を行い、放流場所輸送後の種苗については、オイゲノールで麻酔の後、10%ホルマリン液で固定し、数日以内に脱落状況を調査した。なお、今回の脚脱落調査は、室津漁業協同組合(掛保郡御津町配布分)配布種苗について実施した。

脚正常稚ガニと脚脱落稚ガニの潜砂状況 稚ガニ第1～第3齢期(以後C_nは、稚ガニ第n齢期を示す。)について、脚正常稚ガニと脚脱落稚ガニ(各50尾)の潜砂状況を比較した。脚脱落稚ガニは、自然に脚が脱落した個体を目視で選び、脱落箇所および脱落本数などはとくに定めなかった。調査は、52×32×12cmの白色バット内に、粒径0.5mm以下の砂を約2cm敷いて、海水を約3cm程度の深さになるように注水した状態(止水)で行った。潜砂状況については、5分後および30分後に山崎⁸⁾の報告に基づき、完全潜砂、一部潜砂および未潜砂に分けて、各個体数を計数した。

C3を用いた脱落箇所別の潜砂時間 C3の跛脚(第1歩脚)、歩脚(第2～第4歩脚を表す。以後も同様)および遊泳脚(第5歩脚、以後遊泳脚と記す。)をそれぞれ一対、人為的に脱落させて、脱落箇所別に潜砂時間(C3を水槽に収容してから、完全潜砂に至るまでの時間)を測定した。測定水槽は上述の潜砂試験と同様である。測定個体数は、それぞれの脚(歩脚は第2～第4歩

脚について7尾ずつ)について、約20尾ずつ行った。

脱落脚の再生期間 稚ガニの齢期別(C1~C3)に、脱落脚の再生期間を調べた。脚は一部の試験を除いて、すべて人為的に脱落させた。脚の脱落は、鋏脚から遊泳脚まで左右10本すべての脚について、それぞれ3個体ずつ(各齢期30尾)を行い、脚の脱落から再生までの期間を、齢期別および脱落箇所別に調べた。飼育は、甲殻類用の配合飼料を給餌しながら、塩ビ管で作製した容器⁹⁾で1尾ずつ個別に行った。

中間育成後の稚ガニの脚脱落調査 事業レベルで中間育成された、稚ガニの脚脱落状況を調査した。中間育成後の取り上げ時にサンプリングを行い、10%ホルマリン液で固定ののち、観察を行った。

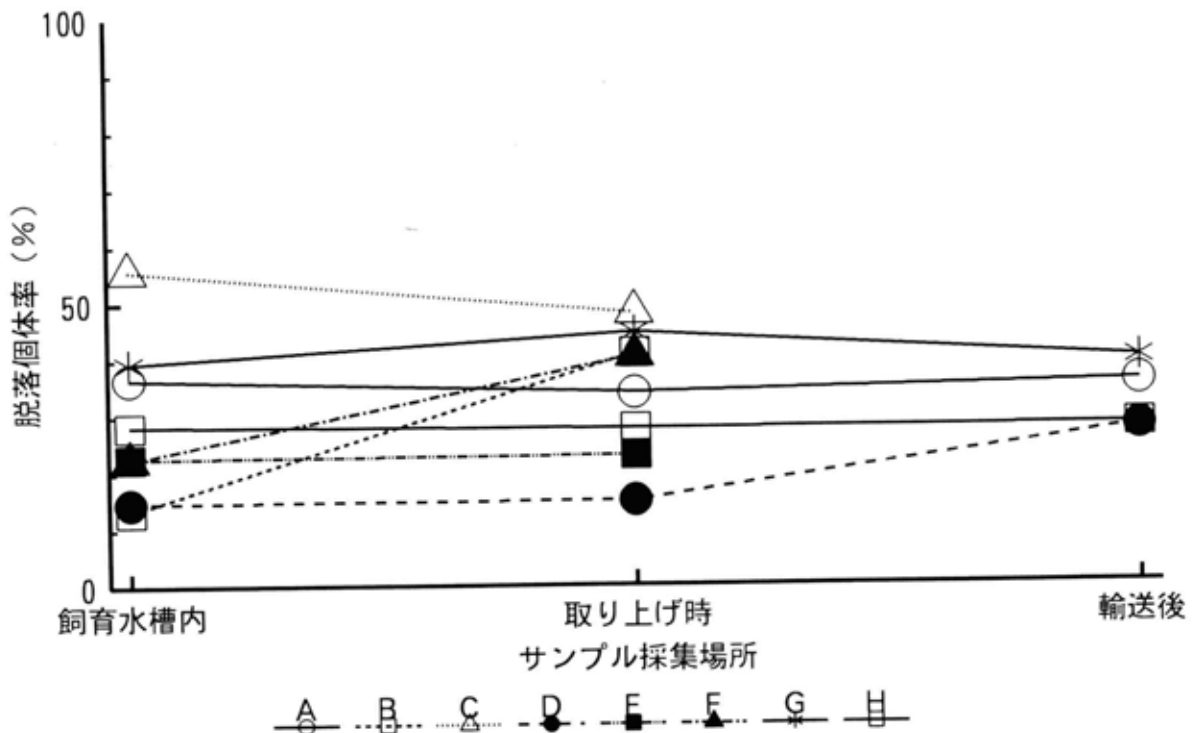
結 果

種苗生産された稚ガニの脚脱落状況 脚脱落調査に用いた種苗の齢期を第1表に示した。脚脱落個体率(調査

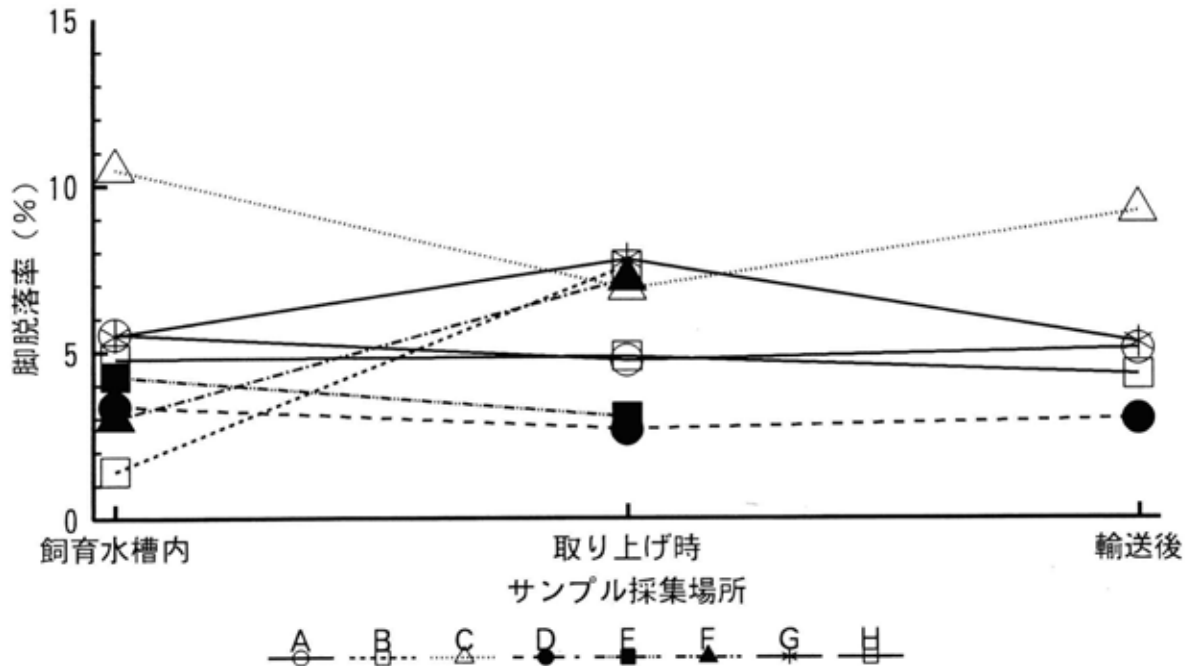
第1表 脚脱落調査稚ガニのロット番号とサイズ

ロット番号	A	B	C	D	E	F	G	H
種苗サイズ	C1*	C1	C1:C2=7:2	C1:C2=20:1	C1	C1:C2=22:1	C1	C1:C2=22:1

*Cnは、稚ガニ第n齢期を示す。



第1図 サンプル採集場所別の脚脱落個体率



第2図 サンプル採集場所別の脚脱落率

第2表 稚ガニ脚脱落箇所調査（全脱落脚のうち各脚の占める割合（％））

ロット番号	A	B	C	D	E	F	G	H	平均±標準偏差
第1歩脚*	18.7	18.4	18.7	22.4	9.6	14.9	15.6	13.8	16.5±3.91
第2歩脚	24.4	24.5	28.5	22.4	22.3	29.3	26.6	26.3	25.5±2.57
第3歩脚	23.8	22.9	23.6	27.3	27.7	25.0	27.5	25.0	25.3±1.92
第4歩脚	23.8	26.1	20.3	18.5	26.6	18.6	19.7	22.4	22.0±3.23
第5歩脚	9.3	8.2	8.9	9.3	13.8	12.2	10.7	12.5	10.6±2.04
調査個体数	293	133	143	139	59	116	326	89	

*第1歩脚は鋏脚を表し、第5歩脚は遊泳脚を示す。

個体のうち、脚の脱落している個体の割合)の調査結果を第1図に、脚脱落率(調査個体の総脚数(個体数×10)のうち、脱落している本数の割合)の調査結果を第2図に示した。調査個体数は、各調査地点において71～513尾であった。なお、脚脱落個体率については、放流場所輸送後に固定したサンプルも、数日以内に検鏡すれば、固定後の脱落は、ほとんど見られなかったため、観察結果をそのまま示した。種苗生産水槽内、取り上げ時および放流場所輸送後の一連した取り扱いにおいて、脚

の脱落に大きな差は見られなかったが、生産回次で脱落率に差が生じていた(脚脱落個体率約20～50%)。第2表に脚脱落箇所の調査結果を示した。その結果、脱落脚の中では、歩脚の割合が最も高く、各歩脚25%程度(歩脚全体で、全脱落脚の約73%を占める)、次いで鋏脚、遊泳脚は、最も低く10.6%であった。

脚正常稚ガニと脚脱落稚ガニの潜砂状況 試験結果を第3表に示した。各サイズの脚正常稚ガニと脚脱落稚ガ

第3表 脚正常稚ガニと脚脱落稚ガニの齢期別潜砂状況(数値は、各潜砂状態の割合%)

稚ガニ 齢期			第1回目		第2回目	
			正常個体	脱落個体	正常個体	脱落個体
C1	5分後	完全潜砂	0.0	0.0	24.0*	2.0
		一部潜砂	82.0	24.0	56.0	58.0
		未潜砂	18.0	76.0	20.0	40.0
	30分後	完全潜砂	54.0	4.0	44.0	16.0
		一部潜砂	24.0	14.0	38.0	40.0
		未潜砂	22.0	82.0	18.0	44.0
C2	5分後	完全潜砂	46.0	16.0	76.0	8.0
		一部潜砂	28.0	22.0	24.0	70.0
		未潜砂	26.0	62.0	0.0	22.0
	30分後	完全潜砂	70.0	34.0	88.0	56.0
		一部潜砂	24.0	22.0	6.0	28.0
		未潜砂	6.0	44.0	6.0	16.0
C3	5分後	完全潜砂	96.0	70.0	72.0	60.0
		一部潜砂	4.0	24.0	0.0	24.0
		未潜砂	0.0	6.0	28.0	16.0
	30分後	完全潜砂	100.0	92.0	96.0	96.0
		一部潜砂	0.0	6.0	0.0	2.0
		未潜砂	0.0	2.0	4.0	2.0

*黒枠で囲んだ数値は、完全潜砂と未潜砂について χ^2 検定の結果、脚正常個体と脚脱落個体間で、有意差が生じた($p < 0.01$)ものを示す。

ニの完全潜砂および未潜砂について、 χ^2 検定を行ったところ、C1 および C2 で正常個体と脱落個体間に有意な差が生じたが($p < 0.01$)、C3 では顕著な差が見られなかった。したがって、C3 程度のサイズになると軽度の脚脱落は、潜砂行動に大きな影響を与えないことも考えられた。また、C1 および C2 では脚が正常な個体でも、完全潜砂の割合が高くないことから(とくに C1 では、実験開始から30分後でも完全潜砂は40~50%程度)、これらの稚ガニは、底生生活よりも依然として、浮遊もしくは付着する性質が強いものと考えられた。

C3を用いた脱落個所別の潜砂時間 試験結果を第4表に示した。歩脚および遊泳脚が脱落している種苗で、潜砂時間の遅延および潜砂に至らない個体が見られ、Mann-Whitney 検定により、脚正常稚ガニの潜砂時間と

各脱落区の潜砂時間を比較したところ、歩脚脱落区において、正常区と有意な差が生じ($p < 0.05$)、その他の脱落区については、差が表れなかった。歩脚を一对脱落させた区では、収容当初しばらく潜砂行動を行うものの、潜砂まで至らない個体が観察され、それらのほとんどは第2歩脚を脱落させた個体であった。潜砂と第2歩脚の関わりについては不明であるが、歩脚は潜砂の際に体を底質に安定させるために用いていると思われるので、歩脚が脱落している場合、体勢が不安定となり潜砂まで至らないことも考えられる。

脱落脚の再生期間 試験結果を第5表に示した。C1~C3の稚ガニでは、脚の脱落から2回目の脱皮で脚は、ほぼ再生し、水温25℃下における再生日数は、種苗サイズによる差も見られなかった。しかし、再生した脚は

第4表 C3（稚ガニ第3齢期）を用いた脱落個所別の潜砂時間（単位 秒）

測定個体番号	脚正常区	両鋏脚脱落	両歩脚脱落 ¹⁾	両遊泳脚脱落 ²⁾
1	2.5	5.7	6.9	11.6
2	12.6	3.2	13.1	7.5
3	5.5	3.5	5.5	5.1
4	7.5	13.5	10.2	17.4
5	3.4	5.6	7.2	11.5
6	4.2	5.6	13.6	6.9
7	4.9	14.4	10.9	7.9
8	4.1	5.8	10.9	4.3
9	3.0	5.9	5.9	8.4
10	5.3	3.5	5.6	3.0
11	7.7	2.8	4.8	3.9
12	3.5	5.8	4.5	3.1
13	14.4	3.9	3.7	3.9
14	6.6	10.9	10.8	3.4
15	3.5	1.3		9.6
16	6.1	5.1		
17	2.8	3.7		
18	3.7	10.7		
19	4.8	4.9		
20	3.0			
平均潜砂時間	5.46	6.09	8.11 ³⁾	7.17
標準偏差	3.15	3.63	3.35	4.08
測定尾数	20	19	14	15
潜砂に20秒以上要した尾数	0	0	3	5
未潜砂尾数	0	1	4	1

¹⁾歩脚は、第2～第4歩脚について各7尾ずつ調べた。

²⁾遊泳脚は第5歩脚を示す。

³⁾両歩脚脱落区の平均潜砂時間は、Mann-Whitney検定により、脚正常区に比べ有意な差が生じた ($p < 0.05$)。

注) 脚は左右同じ部位一対を人為的に脱落させた。

第5表 稚ガニ齢期別の脱落脚再生状況

供試稚ガニ齢期	C1-A ¹⁾	C1-B	C2-A	C2-B	C3-A	C3-B
全甲幅 (mm) ±標準偏差	5.1±0.26	4.8±0.27	7.5±0.40	7.3±0.47	10.6±0.57	10.4±0.79
再生試験期間中の 平均水温 (°C)	20.4±0.21	24.8±0.49	21.1±0.75	25.0±0.17	21.6±0.63	25.0±0.19
再生試験期間中の 生残率 (%)	96.7	96.7	96.7	100.0	100.0	80.0
再生までの平均 脱皮回数 (回)	1.8±0.42	2.5±0.57	1.8±0.41	2.1±0.64	2.0±0.00	1.9±0.28
再生までの平均 日数 (日)	8.6±2.97	8.4±2.73	11.7±2.55	7.9±2.92	10.9±1.25	8.1±1.23
脱落脚別の 平均再生日数 (日)						
第1脚 ²⁾		7.3±2.80	11.2±1.72	7.5±2.88	10.7±1.21	7.8±1.64
第2脚		8.0±2.61	10.7±2.34	8.8±3.31	10.7±0.82	8.0±1.55
第3脚		9.7±1.86	11.8±0.98	10.0±2.97	11.2±1.17	8.8±0.96
第4脚		8.4±2.30	10.8±2.40	6.8±3.19	10.8±1.94	8.2±1.17
第5脚		8.5±3.99	14.2±3.96	6.5±1.05	11.0±1.26	8.0±0.00

¹⁾試験は各サイズ2回 (A, B) 行った。C1、C2、C3は稚ガニ第1齢期～第3齢期を示す。

²⁾便宜的に鋏脚 (第1歩脚)～遊泳脚 (第5歩脚)を第1～5脚とした。

注) 試験区C1-Aは、自然に脚が脱落していた稚ガニを用いたので、再生日数は若干短く表れている可能性がある。

第6表-1 中間育成後の脚脱落状況 (1995年)

調査NO.	脚脱落率 (%) (育成水槽収容時)	育成 日数	サ C2 : C3 : C4 : C5 ^{a)}	イ ズ	脚脱落率 (%) (中間育成後)	生残率 (%)	収容密度 (尾/kL)	収容密度 (尾/m ²)	生産密度 (尾/kL)	平均飼育水温 (°C)
1	5.3	12	19 : 138 ^{a)}		5.1	70.2	2,101	1,050	1,475	19.4
2	5.3	12	28 : 198		8.2	70.0	2,101	1,050	1,471	19.3
3	5.3	19	233 : 68		19.4	30.4	11,750	11,990	3,575	18.9
4	4.9	9	2 : 81		4.5	53.5	2,027	1,014	1,084	21.9
5	4.9	9	4 : 80		8.6	61.4	2,027	1,014	1,244	21.9
6	4.9	11	1 : 81 : 30		18.2	13.1	25,000	24,365	3,280	22.9
7	4.9	17	1 : 28 : 260 : 51		14.6	7.0	15,000	15,663	1,050	23.8
8	2.9	8	34 : 150		23.7	44.2	2,824	2,811	1,262	25.5
9	2.9	8	83 : 119		19.6	44.7	3,092	3,077	1,306	25.3

^{a)}Cnは、稚ガ二第n齢期を示す。
^{a)}サイズ欄の数値は、調査個体数を示す。

注) 水産試験場で中間育成 (調査NO. 1. 2. 4. 5)、室津漁業協同組合で中間育成 (調査NO. 3. 6. 7)、(財)兵庫県栽培漁業協会で中間育成 (調査NO. 8. 9)

第6表-2 中間育成後の脚脱落状況 (1996年)

調査NO.	脚脱落率 (%) (育成水槽収容時)	育成 日数	サ C1 : C2 : C3 : C4 : C5 ^{a)}	イ ズ	脚脱落率 (%) (中間育成後)	生残率 (%)	収容密度 (尾/kL)	収容密度 (尾/m ²)	生産密度 (尾/kL)	平均飼育水温 (°C)
1	9.0	12	119 : 2 ^{a)} 159 : 1		取り上げ前 ^{a)} 7.8 取り上げ後 16.8	26.0	9,750	2,533	2,533	19.5±0.3
2	7.7	12	3 : 240 : 7		取り上げ後 17.4	22.9	10,150	2,325	2,325	19.5±0.3
3	2.3 (配布時)	10	29 : 91 27 : 144		取り上げ前 14.0 取り上げ後 10.5	7.0	10,000	700	700	26.6±0.4
4	2.3 (配布時)	10	1 : 37 : 46 10 : 38 : 31 : 1		取り上げ前 16.1 取り上げ後 22.1	16.1	10,000	1,608	1,608	26.6±0.4
5	5.4	13	88 : 11 38 : 55		取り上げ前 23.7 取り上げ後 14.4	18.8	3,400	640	640	24.3±0.5
6	4.6	12	69 1 : 169 : 41		取り上げ前 5.4 取り上げ後 6.5	12.0	500	60	60	24.5±0.3
7	2.3	9	123 : 6		取り上げ後 14.0	17.7	2,800	500	500	
8	2.3	9	162 : 49		取り上げ後 10.6	8.8	2,900	260	260	

^{a)}Cnは、稚ガ二第n齢期を示す。
^{a)}サイズ欄の数値は、調査個体数を示す。

注) 室津漁業協同組合で中間育成 (調査NO. 1~4)、(財)兵庫県栽培漁業協会で中間育成 (調査NO. 5~8)

正常の脚に比べて非常に脆弱であり、十分な機能を果たすには、さらに複数回の脱皮が必要と考えられた。飼育水温が 21℃前後の場合に比べると、25℃で再生までの日数は短縮されたが、脱皮回数は、ほとんど変わらなかった。また、脱落箇所別の脚再生に要する期間については、顕著な差は見られなかった。

中間育成後の稚ガニの脚脱落調査 第 6 表-1～2 に示したとおり、C1 を事業レベルで C2～C5 程度になるまで中間育成したところ、脚脱落率の増加がほとんどの場合で認められた。

考 察

ガザミ種苗の脚脱落に関する調査を行った結果、種苗生産直後の稚ガニ（おもに C1）に、脚の脱落した個体が、かなりの割合で認められ、中間育成を行うことによって、脱落率はさらに増加する傾向にあることがわかった。この結果は、他の機関における調査結果とほぼ同様の傾向であった。^{5,10,11)}しかし、本県の場合、種苗生産水槽内から取り上げ、さらに放流場所へ輸送するという一連した作業の過程で、脱落状況に大きな変化はなく、現在行われている取り上げおよび輸送方法については、C1 サイズの場合とくに問題ないと考えられた。ガザミ種苗生産を行っている各機関の輸送密度は、C1 サイズで 10～20 万尾/k_l（輸送時間 3 時間以内）とされている場合が多い。¹²⁾今回の脚脱落調査を行った室津漁業協同組合でも、1994～1996 年の輸送密度は、4.2～39.7 万尾/k_l（平均 20.1 万尾/k_l、輸送時間 2 時間以内）となっており、ほぼ標準的な輸送密度であると考えられる。したがって、生産直後の種苗（C1）における脚の脱落は、飼育水槽内で既に生じているものと考えられる。そこで、水槽内の生産密度による脚脱落の状況を調べた結果、生産密度が高くなるにつれて、脚の脱落率も若干上昇する傾向が見られたものの、調査回数が少なく、極端に高い生産密度の例がなかったため、飼育密度が脚脱落に与える影響は、今回の調査からは明確にできなかった。また、他機関の調査結果¹⁰⁾では、輸送後に脱落率が増加している場合もあり、松村ら¹³⁾によると輸送密

度と時間が、脚脱落に影響を及ぼすと報告されていることから、輸送方法にも充分留意する必要があると思われる。

脱落箇所については歩脚の割合が最も高く、潜砂実験から、歩脚を欠いた個体で最も潜砂に時間を要することが観察されたので、脚の脱落は放流後の潜砂行動に大きく影響するものと考えられた。さらに、脚の脱落した個体は、潜砂だけでなく、逃避行動および海底基質への固着や藻類などへの付着にも影響を与えられ、五利江ら¹⁴⁾の水中観察でも放流後に、海底面を漂う状況が見られていることから、これらの種苗は共喰いも含めた食害を受けやすくなると考えられる。また、脚の欠損は索餌および摂食にも影響を及ぼすと考えられ、その後の成長や生残にも大きく関係してくると思われる。中間育成段階での脚脱落は、収容密度や餌料不足による共喰い、取り上げ作業の扱いおよび水槽の材質などに起因すると考えられるが、今回の調査からは、それらを明確にすることはできなかった。

現在行われているガザミの中間育成技術は、飼育施設や生残率の面から考えても、まだ充分であるとは言えない。また、本県の放流種苗追跡調査から、現在のおもな放流サイズである C1～C3 は、干潟域に定着せずに分散することが確認されている。¹⁵⁾したがって、C1～C3 サイズの種苗は、本来干潟域をおもな生息場所としていないと考えられ、依然として浮遊もしくは付着生活を行う傾向が強いものと思われる。さらに、今回の調査結果で、中間育成による脚脱落の増加が認められたことから、今後中間育成も含めた放流技術を再検討する必要があるのではないかと考えられた。また、種苗生産直後の C1 にも、かなりの割合で脚脱落が見られていることから、その脱落要因についても、今後明らかにする必要があると思われる。

また、本県で現在行われている放流は、輸送容器等の関係から、各配布先の地先海面に一カ所集中して行われている場合がほとんどであり、放流直後の密度が高い状態では、脚の脱落している個体を中心に、共喰いがかなり生じていると考えられ、好適な放流方法の検討も今後の課題と思われる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、供試ガザミを提供いただきました(財)兵庫県栽培漁業協会の永山博敏業務課長をはじめ、担当職員の皆様に心から感謝の意を表します。また、中間育成後の脚脱落調査にご協力いただきました、室津漁業協同組合の皆様ならびに水産試験場資源部中村行延主任研究員に深謝いたします。

要 約

ガザミ種苗の脚脱落を、種苗生産直後と中間育成後に調査した結果、C1種苗の取り上げ～配布～輸送までの一連の取り扱いについては、現在の方法で脚の脱落に、影響を与える問題点は、とくに見られなかった。しかし、種苗生産されたC1で、脚の脱落している個体の割合は、およそ20～50%と高く、中間育成後の種苗は、脚の脱落がさらに増加する傾向が観察された。脚の脱落箇所は、歩脚の割合が高く、遊泳脚は脱落の割合が最も低かった。また、脚の脱落した個体は潜砂に影響があり(C1,C2で顕著)、とくに歩脚の脱落した個体で、潜砂行動に強い影響を受けることが分かった。脱落した脚は、脱落后約2回の脱皮により再生することがわかったが、再生した脚は脆弱であり、正常脚の機能を有するようになるには、さらに複数回の脱皮が必要と考えられた。種苗の脚が脱落する要因は、収容密度、取り上げの取り扱い、餌料不足および水槽の材質などが考えられるが、今回の調査からは、その要因を明らかにすることはできず、今後の検討課題となった。

文 献

- 1)石田雅俊：クルマエビ人工生産種苗の潜砂能力、とくに歩脚の障害との関係について、栽培技研, 3(2), 11-18(1974)。
- 2)宇都宮正・八柳健郎：クルマエビ種苗生産時に出現する傷害エビについて、栽培技研, 4(1), 1-6(1975)。
- 3)仲野達也・中井昊三・柄多 哲・武田雷介：クルマエビ中間育成の再点検について- 3, 中間育成におけるクルマエビの歩脚障害と潜砂に及ぼす影響, 昭和57年度兵庫県立水産試験場事業報告, 379-385(1984)。
- 4)柄多 哲・中村一彦・山本 強・金尾博和・柴田忠士：中間育成時の底質条件を異にしたクルマエビ種苗の歩脚障害と潜砂粒度について、兵庫県立水産試験場研究報告, 23, 49-55(1985)。
- 5)秋田県水産振興センター他：平成4年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書(ガザミ), (1993)。
- 6)仲野達也・中井昊三・柄多 哲・武田雷介：クルマエビ中間育成の再点検について- 1, 小割網によるクルマエビ中間育成試験(特に投餌回数、収容密度の検討), 昭和57年度兵庫県立水産試験場事業報告, 362-373(1984)。
- 7)仲野達也・中井昊三・柄多 哲・武田雷介：クルマエビ中間育成の再点検について- 2, 種苗の大型化に関する二・三の試験, 昭和57年度兵庫県立水産試験場事業報告, 373-379(1984)。
- 8)山崎哲男：ガザミのMegalopaおよび稚ガニ初期の趨光性、付着性および潜砂能力について、栽培技研, 3(2), 19-25(1974)。
- 9)原田和弘・中村行延：ガザミ種苗の塩分および水温耐性, 兵庫県立水産試験場研究報告, 31, 17-23(1994)。
- 10)秋田県水産振興センター他：平成5年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書(ガザミ), (1994)。
- 11)秋田県水産振興センター他：平成6年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書(ガザミ), (1995)。
- 12)ガザミ種苗生産研究会：ガザミ種苗生産技術の理論と実践, 栽培漁業技術シリーズNO.3, 社団法人日本栽培漁業協会, 東京, 1997, pp108-111。
- 13)松村靖治・池田義弘・新山 洋・高木将愛：島原分場, ガザミ種苗量産放流事業, 平成7年度長崎県水産試験場事業報告書, 129-131(1996)。
- 14)秋田県水産振興センター他：平成7年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書(ガザミ), (1996)。
- 15)秋田県水産振興センター他：平成8年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書(ガザミ), (1997)。