

ガザミ種苗の塩分および水温耐性^{*1}

原田和弘^{*2}・中村行延^{*2}

Salinity and Temperature Tolerance of Hatchery-reared Swimming Crab *Portunus trituberculatus*

Kazuhiro HARADA^{*2} and Yukinobu NAKAMURA^{*2}

放流された種苗の減耗要因として、放流後の環境変化、被捕食、種苗の質などが考えられる。ガザミの種苗生産は、成長促進や他魚種との種苗生産時期の重複を避けるなどの理由から加温飼育され、天然稚ガニの発生時期より早期に放流されていることが多い。また、干潟域を中心に放流されるため干潮時の水温上昇による生残への影響、および放流時期が梅雨に重なるため河口域の放流地では、河川水による生残への影響も考えられる。ガザミ稚ガニの塩分濃度および水温に対する耐性試験は、各機関¹⁻³⁾で検討されているが、個体別に試験された例は少なく、供試尾数も余り多くはない。そこで、どのような種苗が放流に適しているか、また放流用種苗の活力を判別する簡易的な手段として、塩分濃度および水温耐性試験の有効性を検討するため、人工生産された前歴の違うガザミの放流用稚ガニ1令期、2令期および3令期（以下C1、C2、C3）を用いて個別に塩分および水温耐性試験を行い、若干の知見を得たので報告する。

材料と方法

供試稚ガニ 稚ガニは、兵庫県栽培漁業協会（以後兵庫県栽培協と略記）および岡山県水産試験場栽培漁業センター（以後岡山県栽培協と略記）で生産されたC1の稚ガニを用いた。C2およびC3については、さらにC1を育成後供試材料とした。育成は、屋内1kl円形水槽で人工産卵藻（1.5m² 5~8本/kl）を使用し、ムキ身アサリおよ

び甲殻類用配合飼料を与えて、自然水温の砂濾過海水を3回転/日の率で注入して行った。なお、兵庫県栽培協ではワムシ、アルテミア、アサリオよび配合飼料を使用し、岡山県栽培協ではワムシ、アルテミア、アキアミミンチおよび配合飼料を用いて種苗生産を行っている。

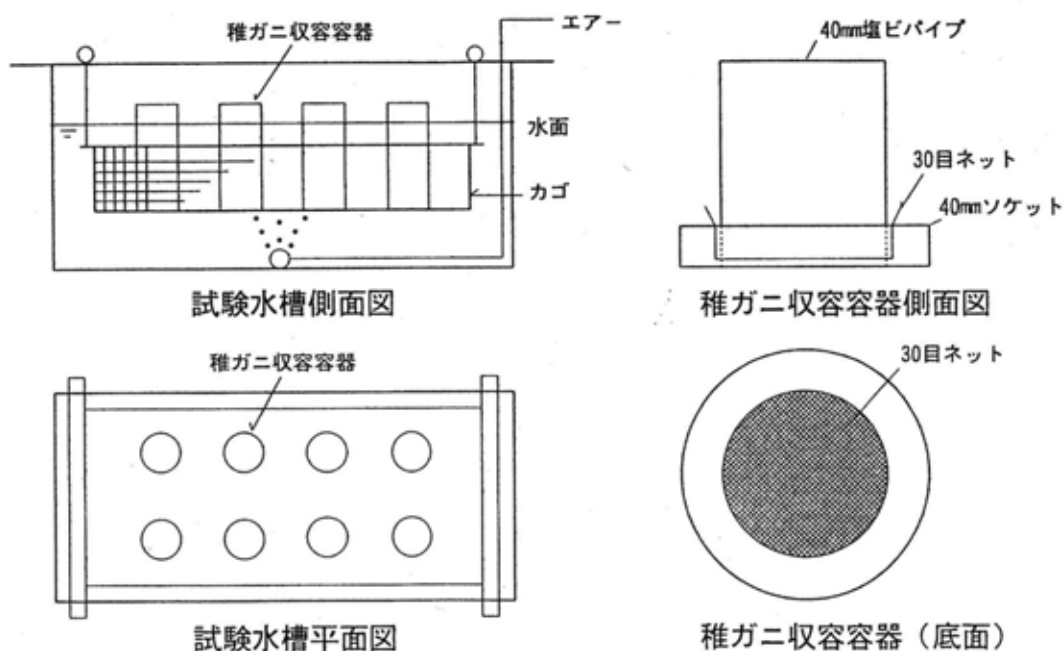
耐性試験 ガザミは第1図に示すような容器（40mm塩ビパイプを10cmに切断し、底面に30目（ニップ30目オープニング761μm）のネットを張ったもの）に收容し、飼育水中に設置したカゴに並べて、一個体ずつ個別に飼育試験を行った。C1およびC2は、広口のビペットを用いて容器内に收容し、C3についてはスプーンを用いて收容した。試験は、各区とも20~30尾を收容して行った。

塩分耐性については、5‰~31‰（対照区）の間で、水温耐性は、10℃~38℃の間で試験を行った。

耐性試験は恒温室内（水温耐性試験の30~38℃区は飼育室内でヒーター調温）で行い、水温耐性試験水槽は、角型FRP水槽（86×58×32cm、水量120l）、塩分耐性試験水槽には、角型コンテナ（47×40×22cm、水量32l）を使用した。飼育水は、砂濾過海水と水道水（充分通気して、塩素が残留していた場合には、チオ硫酸ナトリウムで中和）を用いて調整し、水温調整のため試験前日に用意して、（30~38℃区は試験当日にヒーターで温度調節）弱通気を行った。また、照明は蛍光灯（約400lx）で12時間明-12時間暗とした。

飼育は止水で行ったが、第1回目の試験で高水温区は

*1 ガザミ種苗の放流通性調査-I (Investigation of Adaptability for Release on Hatchery-reared Swimming Crab *Portunus trituberculatus*-I)
*2 兵庫県立水産試験場 (Hyogo Prefectural Fisheries Experimental Station, Minami-Futami, Akashi 674)



第1図 耐性試験水槽概略図

水の蒸発がかなり見られたので、第2回目以降高水温区については、微流水で飼育を行った。

また供試稚ガニは各区とも馴致なしで直接設定区に収容し、試験期間中は無給餌とした。

稚ガニの生残数および脱皮個体数は、試験開始から1, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 48および72時間後に調べた。生死の判定は細いプラスチック棒で、稚ガニを刺激することにより行い、横転個体並びに逃避および遊泳しない個体を死亡個体とした。

結果

各塩分濃度に収容したガザミ稚ガニの1~72時間時点における生残率を第1表に、各水温における生残率を第2表に示した。また各塩分濃度および水温における24時間後の生残率を第2図と第3図に示した。

塩分耐性では、C1~C3のいずれにおいても、7%以下では収容直後から死亡する個体が見られ、1時間後に生残している個体も歩脚の一部を動かす程度で、かなり衰弱している様子であった。7%以下では、C1~C3全区で3時間後に全滅していることから、7%以下では一時的な塩分低下でもその後の生残に大きな影響を与えるものと思われる。10%では、令期数の上昇とともに若

干生残率は上昇しているが、全体的に生残率は低く生息には適さないと思われる。また各令期とも10~13%で急激な生残率の低下が見られ、13%以上では、対照区とほとんど変わらない高い生残率を示していることから、若令期稚ガニでは少なくとも13%以上が生息可能な塩分濃度限界であると考えられた。

水温耐性では、C1~C3のいずれにおいても、38℃区で数時間後に全個体の死亡が見られた。35℃区では、C1がC2およびC3よりもやや低い生残率を示していることから、C1は高水温にやや弱い傾向があると考えられた。30℃以下の水温区ではC1~C3のいずれにおいても対照区とほとんど変わらない生残率を示した。なお、35℃区以上の高水温では稚ガニの活動が非常に活発で攻撃的であり、狂奔状態を示す個体も見られたので、生残率の高かった35℃も好適水温ではないように思われた。

なお、塩分耐性および水温耐性試験とも飼育前歴による生残率の差は見られなかった。

耐性試験期間中の塩分濃度および水温別の脱皮率を第3表-1~2に示した。10%以下の塩分濃度では生残率が低く、脱皮個体もほとんどなかった。また、13%以上の塩分濃度による脱皮率の差は今回の結果からは見られなかった。水温16℃以下では、脱皮率はかなり低く、12

℃以下では試験期間中に脱皮個体が見られなかった。また、死亡した個体は脱皮途中で死亡したものも多く、また、16℃以下では稚ガニの活動はかなり鈍いので、低水温期の放流はその後の低成長および被捕食が懸念された。塩分濃度や水温と関係あるように思われた。

第1表 異なる塩分濃度に収容されたガザミ稚ガニの経時生残率

塩分濃度	経過時間	1	3	6	9	12	18	24	48	72	平均水温		
A (C1) *1	4.3±0.22mm*2	30尾*3											
7%		0.0%										21.6℃	
10		10.0	0.0								21.7		
13		93.3	93.3	90.0	86.7	86.7	83.3	83.3	73.3	63.3	21.7		
18		100.0	→					96.7	90.0	90.0	86.7	83.3	21.7
31 (対照区)		100.0	→					93.3	93.3	93.3	86.7	21.8	
B (C1)	4.6±0.27mm	25尾											
7		0.0										24.2	
10		20.0	12.0	→					8.0	0.0	24.2		
13		96.0	→					92.0	80.0	→		24.2	
31 (対照区)		100.0	→								24.2		
C (C2)	7.1±0.42mm	30尾											
7		13.3	0.0								24.2		
10		96.7	83.3	73.3	63.3	60.0	60.0	53.3	40.0	30.0	24.2		
13		100.0	→					90.0	86.7	76.7	24.2		
18		100.0	→					96.7	→			24.2	
31 (対照区)		100.0	→					96.7	→			24.3	
D (C2)	7.0±0.35mm	25尾											
7		4.0	0.0								24.7		
10		80.0	60.0	44.0	40.0	40.0	36.0	36.0	32.0	32.0	24.7		
13		100.0	100.0	96.0	96.0	92.0	88.0	→			24.7		
31 (対照区)		100.0	→								24.7		
E (C3)	10.1±0.64mm	30尾											
5		0.0										24.2	
7		0.0										24.2	
10		86.7	76.7	33.3	33.3	30.0	26.7	23.3	23.3	20.0	24.2		
13		100.0	96.7	93.3	→						24.2		
31 (対照区)		100.0	→					96.7	→			24.3	
F (C3)	10.4±0.76mm	25尾											
7		68.0	0.0								23.8		
10		96.0	92.0	68.0	64.0	60.0	56.0	→			23.8		
13		100.0	→					96.0	→			23.8	
31 (対照区)		100.0	→								23.8		

*1 C1、C2、C3：稚ガニ1令期、2令期、3令期

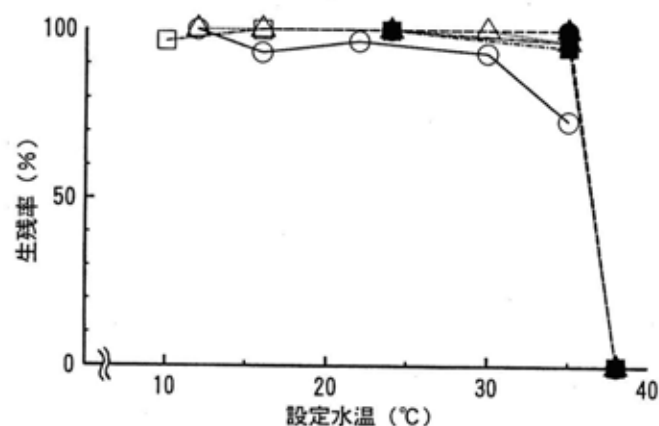
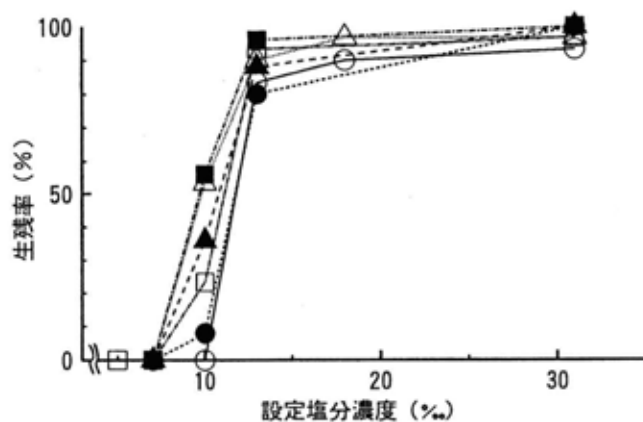
*2 平均全甲幅±標準偏差

*3 各試験区の供試個体数

第2表 異なる水温に収容されたガザミ稚ガニの経時生残率

塩分濃度	経過時間	1	3	6	9	12	18	24	48	72	平均水温	
A (C1) * ¹ 4.3±0.22mm* ² 30尾* ³												
	12℃	100.0%	—————→							93.3	93.3	11.9℃
	16	100.0	100.0	96.7	96.7	93.3	—————→		86.7	83.3	16.0	
	30	100.0	100.0	96.7	—————→			93.3	93.3	90.0	80.0	30.0
	35	80.0	—————→					73.3	46.7	40.0	35.1	
	22 (対照区)	100.0	—————→			96.7	—————→		93.3	90.0	21.9	
B (C1) 4.6±0.27mm 35、38℃区20尾、対照区25尾												
	35	100.0	—————→							85.0	85.0	35.3
	38	95.0	60.0	15.0	0.0						38.3	
	24 (対照区)	100.0	—————→								24.2	
C (C2) 7.1±0.42mm 30尾												
	12	100.0	—————→								11.7	
	16	100.0	—————→								16.1	
	30	100.0	—————→								30.3	
	35	100.0	100.0	96.7	—————→					34.9		
	24 (対照区)	100.0	—————→							96.7	24.2	
D (C2) 7.0±0.35mm 35、38℃区20尾、対照区25尾												
	35	100.0	—————→								35.3	
	38	95.0	35.0	25.0	5.0	0.0					38.3	
	24 (対照区)	100.0	—————→								24.7	
E (C3) 10.1±0.64mm 30尾												
	10	100.0	—————→				96.7	—————→				10.2
	16	100.0	—————→								16.2	
	35	100.0	—————→				96.7	—————→		93.3	35.2	
	38	76.7	26.7	0.0						38.0		
	24 (対照区)	100.0	—————→								24.3	
F (C3) 10.4±0.76mm 35、38℃区20尾、対照区25尾												
	35	100.0	100.0	95.0	—————→				90.0	90.0	35.5	
	38	95.0	35.0	25.0	10.0	0.0					38.2	
	24 (対照区)	100.0	—————→								23.8	

*¹ C1、C2、C3: 稚ガニ1令期、2令期、3令期*² 平均全甲幅±標準偏差*³ 各試験区の供試個体数



第2図 異なる塩分濃度に收容されたガザミ稚ガニ24時間後の生残率

○: A (C1*), ●: B (C1), △: C (C2),
▲: D (C2), □: E (C3), ■: F (C3)*,
C1, C2, C3: 稚ガニ1令期, 2令期, 3令期

第3図 異なる水温に收容されたガザミ稚ガニ24時間後の生残率

○: A (C1*), ●: B (C1), △: C (C2),
▲: D (C2), □: E (C3), ■: F (C3)*,
C1, C2, C3: 稚ガニ1令期, 2令期, 3令期

第3表-1 ガザミ稚ガニ塩分耐性試験期間中の脱皮率 (単位%)

塩分濃度 / 経過時間	A (C1) *1			B (C1)		
	24	48	72	24	48	72
7%	全個体死亡			全個体死亡		
10	全個体死亡			0.0	全個体死亡	
13	13.3	30.0	36.7	28.0	28.0	40.0
18	6.7	40.0	63.3	-		
31 (対照区)	6.7	40.0	53.3	52.0	84.0	96.0
	C (C2)			D (C2)		
7%	全個体死亡			全個体死亡		
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	6.7	13.3	36.7	16.0	48.0	52.0
18	0.0	20.0	26.7	-		
31 (対照区)	6.7	30.0	33.3	32.0	52.0	52.0
	E (C3)			F (C3)		
5%	全個体死亡			-		
7	全個体死亡			全個体死亡		
10	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	4.0
13	30.0	33.3	46.7	44.0	44.0	60.0
18	-			-		
31 (対照区)	23.3	36.7	60.0	28.0	52.0	52.0

*1 C1, C2, C3: 稚ガニ1令期, 2令期, 3令期

第3表-2 ガザミ稚ガニ水温耐性試験期間中の脱皮率 (単位%)

水 温	経過時間	A (C1) *1			B (C1)		
		24	48	72	24	48	72
12℃		0.0	0.0	0.0	—		
16		3.3	6.7	6.7	—		
30		23.3	66.7	70.0	—		
35		10.0	26.7	33.3	35.0	60.0	60.0
38		—			全個体死亡		
対照区 (A 22、B 24℃)		3.7	40.7	74.1	52.0	84.0	96.0
		C (C2)			D (C2)		
12℃		0.0	0.0	0.0	—		
16		0.0	3.3	3.3	—		
30		6.7	40.0	43.3	—		
35		20.0	63.3	66.7	30.0	55.0	60.0
38		—			全個体死亡		
24 (対照区)		6.7	36.7	40.0	32.0	52.0	52.0
		E (C3)			F (C3)		
10℃		0.0	0.0	0.0	—		
16		0.0	23.3	23.3	—		
35		30.0	56.7	60.0	32.0	44.0	44.0
38		全個体死亡			全個体死亡		
24 (対照区)		20.0	33.3	60.0	28.0	52.0	52.0

*1 C1、C2、C3: 稚ガニ1令期、2令期、3令期

考察

低塩分耐性について、福岡県有明水試¹⁾では、C2、C3およびC4の低塩分耐性を調査し、24時間後の半数致死濃度はC2; 9.55%、C3; 8.91%およびC4; 8.25%であると報告している。同じ令期の稚ガニの低塩分嫌忌行動について調査した結果²⁾によれば、C2では塩分濃度15.9%以下で顕著な嫌忌を示し、C3およびC4では12.6%で顕著な嫌忌を示したと報告している。また、福岡県豊前水試³⁾では、C1稚ガニを用いて調査し、稚ガニ期における安全下限は7%付近であると報告している。また、広島県水試⁴⁾では、ゾエアI期～C1までの低塩分耐性について、ゾエアII期以後のステージでは、24時間、48時間の半数致死濃度は10～12%にあり、各ステージとも13～14%で急激な生残率の低下が起こると報告し

ている。今回の試験では、C1種苗は、C2およびC3に比べて若干低塩分に弱い結果が得られ、C1～C3いずれの種苗も10～13%の間で大きく生残率が減少していた。この結果は、広島県水試の報告⁴⁾とほぼ一致しており、若令期稚ガニの生息に影響のない塩分濃度は、13%以上であると考えられる。ただし、福岡県有明水試の報告にあるように稚ガニは、低塩分嫌忌行動を取ることから、自然界では急激な河川水の流入等がない限り、ある程度低塩分からの逃避が可能であると思われる。

また、水温上昇による耐性試験で、福岡県豊前水試³⁾では、C2を用いて水温上昇による稚ガニの反応を見たところ33℃前後で稚ガニに異常がみられ、38℃を越えた頃から横転個体が現れ、40℃になるまでに全個体が横転し歩脚の動きがみられなくなったという結果を得ている。愛媛県水試⁵⁾でも38～39℃に上昇するとへい死個体がみ

られ、42℃で全個体がへい死したと報告している。これら高水温耐性の結果は今回の試験結果と一致しており、若令期稚ガニでは30℃程度までが好適水温と考えられる。また、広島県水試⁴⁾では水温低下によるC1の耐性試験を行い、6~9℃/20~30分の水温降下は、その後の生息に大きな影響を与えないという結果を得ている。今回の結果でも温度差15℃程度までの急激な水温低下では生残率に大きな影響を与えない結果が得られている。しかし、低水温下における稚ガニの不活発な行動、低脱皮率から考えると16℃以下は放流に適切な水温でないと思われる。

要約

放流用ガザミ種苗1令期~3令期を用いて、塩分および水温耐性試験を行った。ガザミの若令期稚ガニは13%以上の塩分濃度が生息可能な塩分濃度であり、水温30℃程度までが好適水温である結果が得られた。また、16℃以下の低水温では、生残率の高いものの活動は不活発で、脱皮率も低いことから低水温時の放流はその後の成長、被捕食が懸念された。

謝辞

本試験を行うに当たり、供試ガザミ種苗を提供して頂

いた、兵庫県栽培漁業協会ならびに岡山県水産試験場栽培漁業センターに心から感謝の意を表します。また、試験にご協力頂いた技術吏員山本 強氏に厚くお礼を申し上げます。

なお、本研究は平成4年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査の一部として行った。

文献

- 1) 福岡県有明水産試験場：昭和56年度栽培漁業技術開発事業ガザミ班総合報告書，福岡，8-9（1981）。
- 2) 福岡県有明水産試験場：昭和57年度栽培漁業技術開発事業ガザミ班総合報告書，福岡，3-4（1982）。
- 3) 福岡県豊前水産試験場：昭和53年度放流技術開発事業西部ガザミ班総合報告書，18-19（1979）。
- 4) 広島県水産試験場：昭和57年度指定調査研究事業報告ガザミの増殖研究，15-18（1983）。
- 5) 福岡県豊前水産試験場：昭和52年度放流技術開発事業西部ガザミ班総合報告書，3-4（1978）。
- 6) 愛媛県水産試験場：昭和54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，81（1980）。
- 7) 寺田和夫：ガザミの種苗生産および幼稚仔の低鹹に関する抵抗性について，昭和46年度福岡県豊前水産試験場研究業務報告，160-170（1972）。