

飼育環境下における人工生産ガザミの成長と生残

唐川 純一・濱崎 正明・福田 富男・増成 伸文

Growth and Survival of the Japanese Blue Crab *Portunus trituberculatus*
Artificially Reared in the Experimental Water Tank

Junichi KARAKAWA, Masaaki HAMAZAKI, Tomio FUKUDA, and Nobufumi MASUNARI

キーワード：ガザミ飼育，成長，生残

本県ではガザミ *Portunus trituberculatus* の種苗放流をおおむね C_3 (3 齢) * 期以降の成長段階で実施している。しかし、放流群が資源加入サイズ**まで成長していることは予測できても定量的には未解明の部分が多く正確には推定が困難であるのが現状である。宇都宮¹⁾ は人工種苗 (2 齢期) を $550 \sim 1,400 \text{ m}^2$ の砂池に放養して養成 (約 6 か月内外) した場合の歩留りを $5.1 \sim 17.0\%$ としている。山口県²⁾ では大型試験池に放流したガザミの C_3 期から C_{12} 期もしくは C_{13} 期までの生残率を 0.2 と推定している。このように加入サイズまでの生残率には幅がある。

ここでは、水槽内の飼育によって成長、生残等を把握し、資源加入を予測するための試験を行ったので報告する。飼育試験においては飼育環境の及ぼす影響が大きく、その結果は様々である³⁾ ことが指摘されているが今回は異なる密度で飼育した。また、脱皮と成長の状況、脱皮齢期と全甲幅の関係についても検討した。

材料と方法

1994年6月14日に水産試験場栽培漁業センターで生産した C_1 期種苗を水産試験場内の屋内水槽に放養し、14日間、中間育成試験に供したが、その後、発育段階ごとの成長、生残を明らかにするため継続して飼育した。飼育はA、B、Cの3区を設け $C_3 \sim C_5$ 期の種苗について密度を変え、6月28日から12月26日まで行った。この間7、8回取り上げ生残尾数の計数と全甲幅の測定を行った。飼育開始時の齢期、尾数および密度はA区 $C_2 \sim C_4$ 期、1,000尾、 $152.6 \text{ 尾}/\text{m}^2$ 、B区 C_3 、 C_4 期、1,000尾、

$76.3 \text{ 尾}/\text{m}^2$ 、C区 C_3 、 C_4 期、1,271尾、 $97.0 \text{ 尾}/\text{m}^2$ であった。使用した飼育水槽の構造を図1に示した。水槽は底面積 19.656 m^2 ($1.80 \times 10.92 \text{ m}$) のコンクリート製で3槽を用い、各水槽を木製の隔壁により均等に3つに分けた区画 ($1.80 \times 3.64 \text{ m}$) を単位とし、成長に応じて区画数を増して使用した。水深は 0.5 m に調整し、飼育水は濾過海水を用いた。

給餌は6~8月には基本的に1日当たり3回、9月は2回、10、11月は1回とし、給餌量は6~9月はガザミの総重量の100%、10、11月は50%を目安に投与した。餌料はアキアミ *Acetes japonicus* とアサリ *Tapes philippinarum* とした。取り上げは6~8月にはおおむね2週間に1回、9~12月は1か月に1回とした。取り上げ時には各区ごとの生残尾数を計数し、全甲幅を6~8月は数十尾、9~12月は10尾程度ノグスを用いて、 0.1 mm 単位まで測定した。全甲幅組成にみられるいくつかの齢期群の分離は頻度分布が正規分布すると仮定し、CASSIE法およびTAYLOR法をプログラム化した方法⁴⁾ により行い、各齢期の平均全甲幅と標準偏差を推定した。

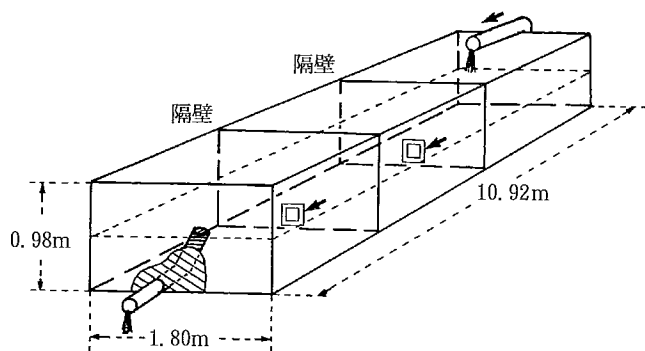


図1 飼育水槽の構造

* : ガザミの脱皮による成長齢期を示す。

** : 岡山県では全甲幅130mm以下の個体について
8、9月は捕獲禁止

結 果

水温 飼育水槽内の水温の推移を図2に示した。飼育期間('94年6月28日~12月26日)の水温範囲は9.9~30.4℃であった。最高値は8月31日,最低値は12月21日に示した。これを水産試験場地先の水深2m層と比較すると最高値は水槽内水温が1.0℃高く,最低値は2.5℃低かった。さらに昨年の同時期の水産試験場沖の水温と比べると最高値は5.6℃高く,最低値は2.5℃低かった。

生残と減少 育成開始からの生残率を図3に示した。A, B, C区ともに6月28日から12月26日まで飼育した。A区ではこの間, 8回取り上げ, 飼育中間区(以下, 中間区と略す)の生残率は0.38~0.86であり, 通算すると0.015となった。B区では8回取り上げ, 生残率は0.43~1.00であり, 通算すると0.030となった。C区では7回取り上げ, 生残率は0.51~0.91であり, 通算すると0.074であった。

全減少率の推移を図4に示した。1日当りの全減少率(1-S')を求めるにあたっては飼育尾数の計数値から次式により生残率(S)を計算し, 1-S'を求めた。

$$Z' = - (1/n) \ln S / t$$

$$1 - S' = \exp(-Z')$$

(Z' : 1日当り全減少係数, t : 飼育日数)

A区では6月28日から8月12日までの減少率が大きく, 1日当りの減少率は0.0513~0.0667(以下, /日と表す)を示した。その後, 減少率は漸次低下し, 8月12日から9月26日には0.0217~0.0314/日で, 9月26日以降は0.010/日以下となった。B区では6月28日から8月23日までの減少率は比較的大きく, 0.0294~0.0541/日を示したが, 7月13日から8月12日の減少率は特に大きかった。8月23日から10月28日には0.0036~0.0232/日となり, 10月28日以降には0であった。C区では7月6日から8月12日までの減少率は0.0268~0.0440/日, 8月12日から9月26日までは0.0174~0.0178/日を示した。9月26日以降は0.01/日以下となった。3区共に8月12日(育成開始45日)までの減少率は大きく, その後は低下した。各区の減少率は, A区が最も大きく, B, C区は比較的小さかった。

密度 飼育密度の推移を図5に示した。A区では7月6日(飼育開始8日後)には152.6尾/m²であったが, 7月28日(30日後)には8.0尾/m²に低下した。B区では7月6日の76.3尾/m²から7月28日の11.5尾/m²となった。C区では7月13日(15日後)の97.0尾/m²から7月28日の26.1尾/m²となった。7月28日までの飼

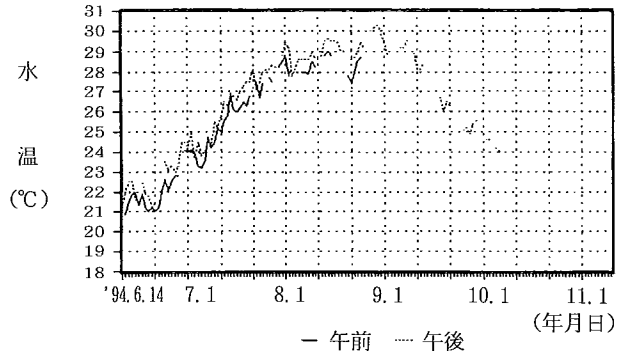


図2 飼育水槽内の水温の推移

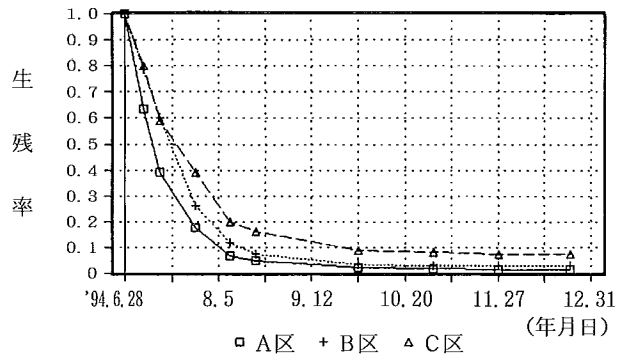


図3 育成開始からの生残率 (C3~ C5期からの生残率)

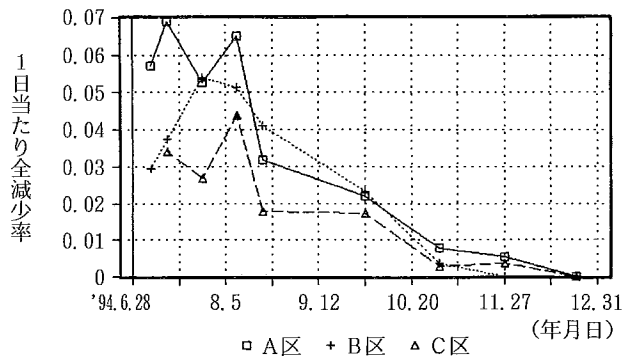


図4 全減少率の推移

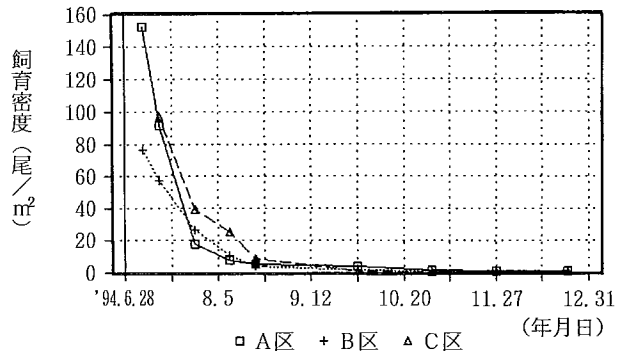


図5 飼育密度の推移

育密度はA区では大きく低下し、C区では比較的低下の幅が小さかった。B区では7月28日にはA区より飼育密度がやや高くなった。7月28日から8月12日の飼育密度の低下はA、B区で大きく、それぞれ、2.8尾/m²、4.9尾/m²となった。C区では比較的高く、13.0尾/m²であった。8月23日(56日後)の飼育密度は3区共に10.0尾/m²以下であり、9月26日(90日後)以降は1.0尾/m²程度で飼育を継続した。

成長 飼育したガザミの成長を図6に示した。飼育期間中のガザミの成長は早く、8月23日の平均全甲幅はA区73.1mm、B区87.0mm、C区90.4mmに達した。その後、脱皮間隔が長くなるに伴って成長はやや鈍化したが、10月28日にはA区132.1mm、B区144.8mm、C区135.7mmとなった。10月28日以降には脱皮はしなくなり全甲幅の増加はみられなかった。水槽別の成長をみると、飼育開始から9月上旬まではC区のガザミの成長が最も早く、B区ではやや遅かったが、差は僅少であった。9月中旬以降は逆にB区のガザミの成長がC区を上回った。A区の成長はB、C区より常に下回ったが、9月中旬以降の差は小さくなった。

B、C区(2区の込み)、C区の飼育日数と全甲幅(平均値)の関係にはGompertzの成長式⁹⁾がよく適合した。2つの区における飼育群の成長式を表1に示した。また、資源加入までの成長曲線を図7に、飼育群の全甲幅の実測値と計算値を表2に示した。飼育日数に対する全甲幅は適宜、補完法により計算した。

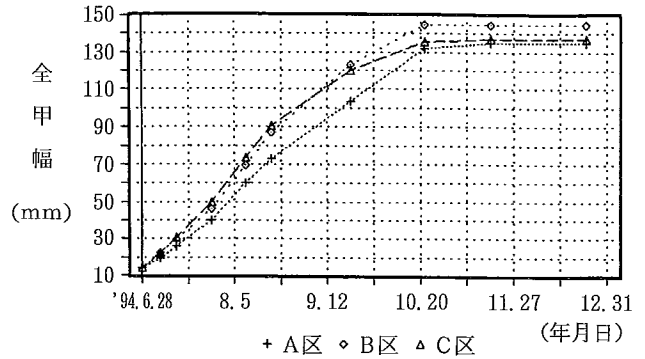


図6 飼育したガザミの成長

飼育事例別成長の検定結果を表3に示した。3区において7回の取り上げ時の平均全甲幅と標準偏差よりF-検定を行った結果、それぞれの分散は同一母分散とみなされた。このためt-検定を行った結果、A区とB区では7月13日~10月28日(15~122日後)の成長はP<0.050で有意差が認められ、10月28日~11月25日(122~150日後)には有意差はなかった。A区とC区では同様の水準で7月13日~9月26日(15~90日後)には有意差がみられた。また、B区とC区では7月28日(30日後)、8月12日(45日後)にはそれぞれ、0.010<P<0.025、0.001<P<0.005で有意差がみられたが、育成開始直後を除いた他の取り上げ時には有意差はなかった。

自然死亡の推定 A、B、C区(3区の込み)、B、C区(2区の込み)、C区の飼育において成長に有意差が認められなかった中間区的全甲幅と1日当り全減少率の検定結果を表4に示した。3区共に1日当り全減少率

表1 飼育群の成長式

試験区	成長式: (mm)	相関係数
B, C	$TC(t) = 154.693 \exp[-\exp\{-0.02572(t - 34.485)\}]$	0.9984
C	$TC(t) = 147.922 \exp[-\exp\{-0.02673(t - 32.142)\}]$	0.9990

注) Gompertzの成長式による。

表2 飼育群の全甲幅の実測値と計算値 (単位: mm)

項目 経過日数(日)	B, C区		C区	
	実測値	計算値	実測値	計算値
0	13.5	13.6	14.0	13.9
15	30.3	29.7	30.9	30.4
30	47.9	50.4	49.7	51.3
45	71.6	72.1	73.5	72.8
60	92.6	92.1	93.6	92.0
75	107.1	108.7	106.9	107.6
90	123.1	121.7	119.9	119.6
105	131.1	131.4	127.3	128.3
120	139.1	138.5	134.7	134.5

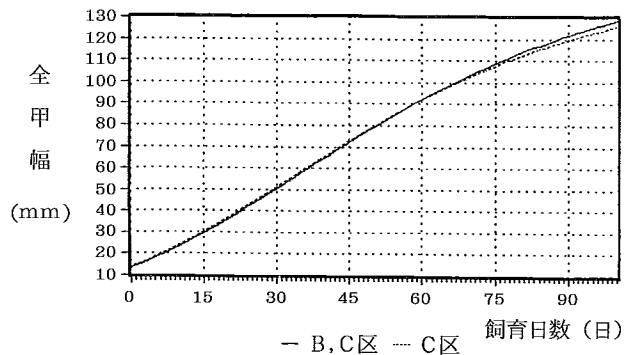


図7 資源加入までの成長曲線

表3 飼育事例別成長の検定結果

飼育事例 / 項目	自由度 (ν)	実現値 (t ₀)	確率 (P)	有意差	
A-00	B-00	93	2.156	0.010 < P < 0.025	○
A-0	B-0	117	5.835	P < 0.001	○
A-1	B-1	128	4.773	P < 0.001	○
A-2	B-2	129	4.605	P < 0.001	○
A-3	B-3	144	6.474	P < 0.001	○
A-4	B-4	87	5.447	P < 0.001	○
A-5	B-5	25	3.316	0.001 < P < 0.005	○
A-6	B-6	20	2.275	0.025 < P < 0.050	○
A-7	B-7	18	1.857	0.050 < P < 0.100	*
A-00	C-00	104	0.206	0.100 < P	*
A-0					
A-1	C-1	141	5.416	P < 0.001	○
A-2	C-2	123	6.765	P < 0.001	○
A-3	C-3	124	8.897	P < 0.001	○
A-4	C-4	149	8.245	P < 0.001	○
A-5	C-5	27	3.004	0.001 < P < 0.005	○
A-6	C-6	22	0.672	0.100 < P	*
A-7	C-7	19	0.391	0.100 < P	*
B-00	C-00	107	2.388	0.010 < P < 0.025	○
B-0					
B-1	C-1	135	1.905	0.050 < P < 0.100	*
B-2	C-2	126	2.464	0.010 < P < 0.025	○
B-3	C-3	168	3.285	0.001 < P < 0.005	○
B-4	C-4	162	1.812	0.050 < P < 0.100	*
B-5	C-5	18	0.488	0.100 < P	*
B-6	C-6	16	1.562	0.100 < P	*
B-7	C-7	15	1.305	0.100 < P	*

注) 有意差あり (P < 0.05) ○
有意差なし (P > 0.05) *

表4 全甲幅と全減少率の検定結果

試験区	回帰式	相関係数(r)	自由度(ν)	確率(P)	相関性
A, B, C	$R(t) = -0.00041t + 0.06011$	-0.8628	23	P < 0.001	あり
B, C	$R(t) = -0.00034t + 0.05152$	-0.8179	14	P < 0.001	あり
C	$R(t) = -0.00031t + 0.04623$	-0.8770	6	P < 0.001	あり
A, B, C*	$R(t) = -0.00029t + 0.04515$	-0.8498	13	P < 0.001	あり

*成長に有意差が認められなかった飼育中間区の事例を採用した。

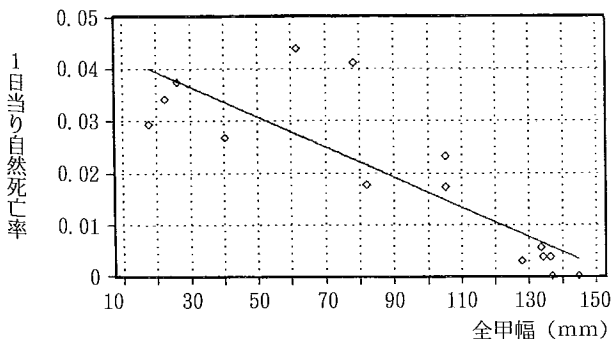


図8 全甲幅と自然死亡率の関係

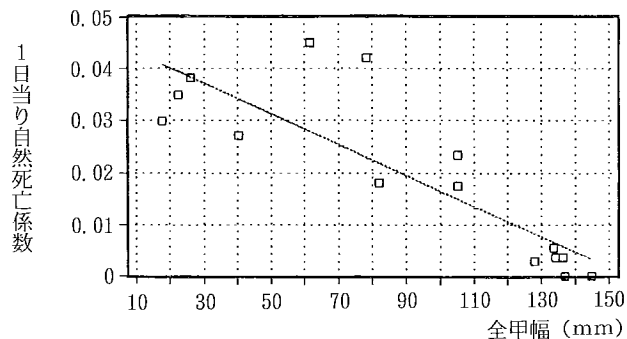


図9 全甲幅と自然死亡係数の関係

はA区で最も大きく、続いてB, C区であったが、A, B区とC区の成長には有意差が認められる中間区が多かった。このため、C区と他の2区の飼育において成長に有意差が認められなかった中間区の全減少率を各発育段階における自然死亡率とみなし、全甲幅と1日当り自然死亡率、自然死亡係数の関係を図8~9に示した。全甲幅は各中間区の中央日の推定全甲幅とした。全甲幅と自然死亡率には負の相関が認められ、C区、中間区共に1日当りの自然死亡率は全甲幅60mm程度で0.03、80mm 0.02、110mm 0.01であり、130~150mmでおおむね0となった。同様に全甲幅と自然死亡係数にも負の相関がみられた。

資源加入時までの生残 C区と中間区の自然死亡率をGompertzの成長式及び全甲幅と全減少率の関係から推定し、資源加入時までに期待される生残率を図10に示した。加入時期は飼育開始100日後の10月中旬とした。期待される資源加入率はC区10.04%、中間区9.66%でほぼ同率であった。

齢期群分離 飼育したガザミは6~8月に6回取り上げ、全甲幅を測定し、齢期群の分離を試みた。飼育したガザミの齢期群の分離を図11~13に示した。また、その結果を表5に示した。6月28日、7月6、13

日に取り上げたガザミの全甲幅組成には4つの齢期群がみられ、それぞれの平均全甲幅と標準偏差は11.33±0.82mm, 16.19±0.98mm, 22.40±1.42mmおよび31.37±2.21mmであった。築堤式による中間育成結果からC₁, C₂期の平均全甲幅と標準偏差はそれぞれ、4.7±0.3mm, 7.4±0.4mmであった⁵⁾ことから、これらの4群はC₃~C₆齢期群と考えられた。7月28日、8月12日のガザミの全甲幅組成には3つの齢期群がみられ、それぞれの平均全甲幅と標準偏差は、43.42±4.90mm, 60.54±5.94mmおよび75.70±5.70mmであった。これらはC₇~C₉期群と考えられた。8月23日のガザミの全甲幅組成には2つの齢期群がみられ、それぞれの平均全甲幅と標準偏差は70.84±8.54mm, 92.62±8.28mmであり、C₉, C₁₀群と推察された。また、齢期と平均全甲幅の関係には、Gompertzの成長式⁶⁾がよく適合した。

$$\ln(TC_{t+1}) = 0.5755 + 0.9201 \ln(TC_t)$$

$$(r = 0.9994)$$

$$TC_t = 1,342.5 \exp[-\exp(-0.0833(t - 21.790))]]$$

TC: 全甲幅, t: 齢期

脱皮による成長 脱皮前後の全甲幅の増加率を図14に示した。全甲幅71.7~143.9mmの人工産ガザミ59個体の平均増加率〔(脱皮後の全甲幅-脱皮前の全甲幅)/脱皮前の前甲幅〕は20.2%であった。これを大きさ別にみると全甲幅100mm前後までは増加率が20%を越える個体が多かったが、全甲幅100mm以上では20%以下を示す個体が多かった。

脱皮前後の全甲幅の関係を図15に示した。脱皮前後の全甲幅を最小自乗法により計算した結果、下記の関係式が得られた。

$$TC_{N+1} = 1.166TC_N + 8.769$$

$$r = 0.9881 (P < 0.001)$$

TC_N: 脱皮前の全甲幅
TC_{N+1}: 脱皮後の全甲幅

また、天然群の増加率は調査個体数は少ないが、全甲幅120.0~132.2mmの個体において増加率は24.5~27.5%で人工生産群に比較してやや高かった。

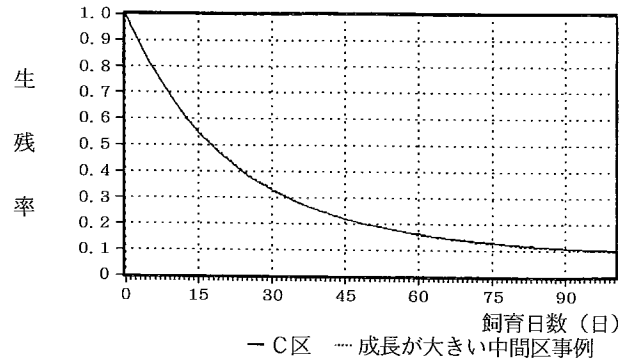


図10 資源加入サイズまでの生残率

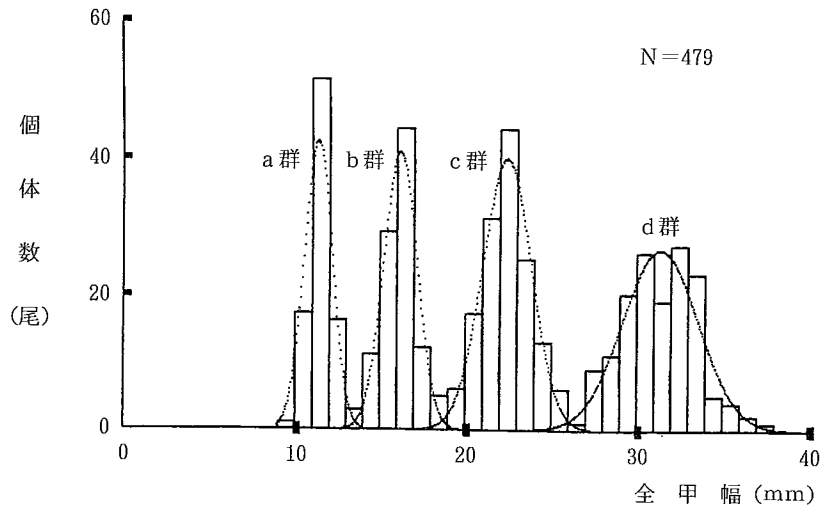


図11 飼育したガザミの齢期群の分離 ('94年6月28日, 7月6・13日取り上げ)

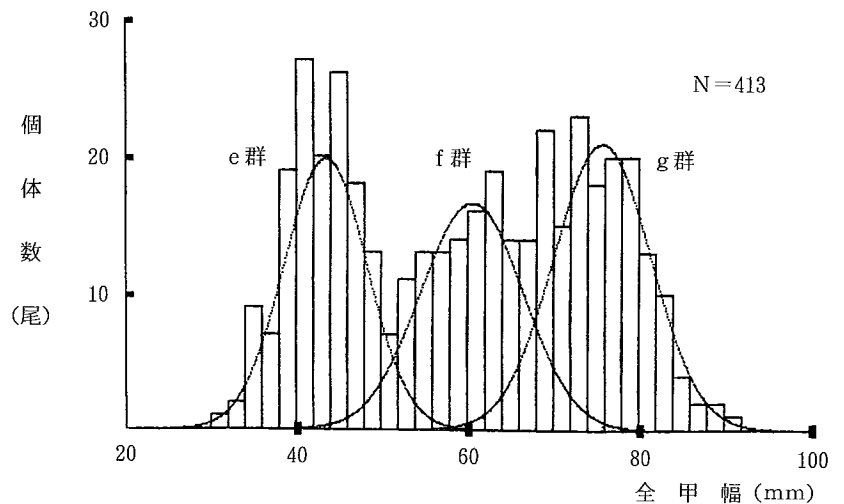


図12 飼育したガザミの齢期群の分離 ('94年7月28日, 8月12日取り上げ)

性比, 雌雄別成長 飼育したガザミの性比および雌雄別成長を表6に示した。7~8月の3回の取り上げ時において, B, C区の性比(♀/♂)はそれぞれ, 0.60~0.86, 1.13~1.27で各飼育区により雌雄の出現割合は異なった。また, 雌雄の成長差は2%の水準で有意な差は認められなかった。

考 察

資源加入までの自然死亡係数(以下, Mと示す)については, 北田⁷⁾は自然条件に近いと思われる実験池での飼育試験によって, その生残数から推定することを提案した。今回の飼育試験から推定したMは大きさによって変化し, 中間区

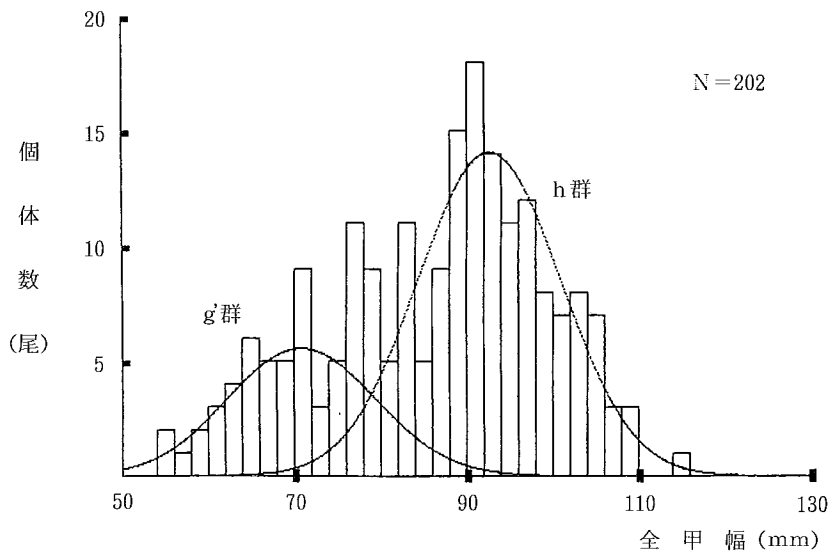


図13 飼育したガザミの齢期群の分離 ('94年8月23日取り上げ)

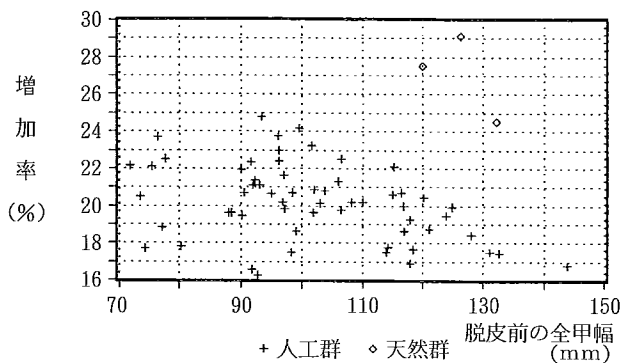


図14 脱皮前後の全甲幅の増加率

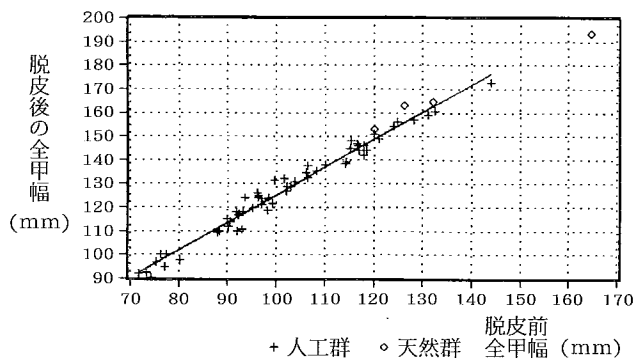


図15 脱皮前後の全甲幅の関係

表5 脱皮群の平均全甲幅と標準偏差

脱皮群/項目	齢期群 (齢)	平均値 (mm)	標準偏差 (mm)	計算値* (mm)	備考
	C ₁	4.7	0.3	4.73	中間育成群
	C ₂	7.4	0.4	7.42	"
A	C ₃	11.33	0.82	11.25	飼育群
B	C ₄	16.19	0.98	16.48	"
C	C ₅	22.40	1.42	23.43	"
D	C ₆	31.37	2.21	32.37	"
E	C ₇	43.42	4.90	43.60	"
F	C ₈	60.54	5.94	57.33	"
G	C ₉	75.70	5.70	73.78	"
G'	C ₉	70.84	8.54		"
H	C ₁₀	92.62	8.28	93.01	"

* : Gompertzの成長式による。

表6 飼育したガザミの性比および雌雄別成長の検定

年月日	水槽区分	♂			♀			性比 (♂/♀)	自由度 (ν)	実現値 (t ₀)	確率 (P)	有意差
		N	AV	SD	N	AV	SD					
'94. 7. 28	B	42	46.01	7.64	25	46.53	7.93	0.60	65	0.262	0.05 < P	なし
	C	28	47.18	8.12	33	51.86	8.59	1.18	59	2.138	0.02 < P < 0.05	なし
8. 12	B	51	71.16	7.26	44	67.76	8.21	0.86	93	2.119	0.02 < P < 0.05	なし
	C	33	74.46	6.3	42	72.81	7.93	1.27	73	0.964	0.05 < P	なし
8. 23	B	31	88.43	10.95	20	84.79	12.1	0.65	49	1.090	0.05 < P	なし
	C	53	90.53	8.73	60	90.28	12.32	1.13	111	0.122	0.05 < P	なし

注) 単位 N:尾, AV(平均値):mm, SD(標準偏差):mm

の推定全甲幅17.8~134.1mmにおいて0.0029~0.0556/日であった。これは長谷川、天野⁸⁾の全甲幅17.3~118.2mmにおける0.002~0.066/日と比較するとおおむね同程度の値であり、底曳網日誌から推定した0.01322/日⁹⁾、漁獲統計から求めた0.012/日¹⁰⁾より高い中間区が多かった。また、全甲幅130mm前後においては石岡¹¹⁾が処女資源を想定して推定した値0.004/日より低い中間区もみられた。

飼育環境は自然条件とはやや異なる点が指摘される。また、高密度飼育による減耗は脱皮時の共食いが主な原因として想定される。本試験でも全甲幅60~100mm程度以降には目立って観察され、これらの大きさ以下であっても減耗要因としては大きいものと考えられた。さらに取り上げ、計量等の過程でかかるストレスがその後の減耗に大きく関係している可能性もある¹²⁾。しかし、一方では餌料を十分量与えたり、シェルターを設置して飼育を立体的に行うなどの措置により減耗は軽減されたものと思われた。以上に示した各要因が生残と減耗にどの程度影響を及ぼしたかは不明であるが飼育密度の調整に関わらず、結果として共食い・死亡という不備な点が多少はあったと思われる。このため、今回の飼育試験から推定したMは真のMよりやや過大であることが考えられた。一方、齢期は異なるがC₁~C_{5.6}期において飼育密度152.6尾/m²では減耗はみらなかった事例¹³⁾や人工干潟にC₁種苗を放流し、翌日からC_{3.4}が主体となった14日目の生残率は86.6%(M=0.010/日)の高歩留りであった事例¹⁴⁾もある。また、今回の試験では全甲幅130mm程度以上、飼育密度0.4~0.5尾/m²では減耗はほとんどなかった中間区もあった。これらのことから幼ガ二期ガザミにおいて生残は環境条件に大きく影響されることがあるが、自然死亡としての1日当り減少係数は減耗が比較的大きい全甲幅50~60mmにおいても、0.04を大きく越えることはないものと考えられる。また、幼ガ二期の自然死亡係数は0.004/日程度の小さ

い値であり、場合によっては無視できる大きさであると考える方が妥当である。さらに、成ガ二期の自然死亡は少なくとも年内では無いものと考えても大きな誤りはなさそうである。

脱皮群の平均全甲幅を組成により求めたが、C₁₀期には92.62mmに達した。これを既往の報告でみると97.7mm¹⁵⁾、81.0mm¹⁶⁾、110.5mm³⁾とされており、本試験結果は既往の報告のうちで平均的な大きさであった。

脱皮による天然群の全甲幅の増加率は人工生産群に比べてやや大きかったが、天然群の漁獲場所は岡山水道内であり、餌料生物環境等が比較的良好であったため天然ガザミの内的エネルギーが水槽内飼育群に比べて大きかったのかもしれない。

要 約

水槽内において人工生産ガザミの飼育試験を行い、次の結果を得た。

1. 飼育はA, B, Cの3区を設けC₃~C₅期の種苗について密度を変え、6月28日から12月26日まで行った。この間7, 8回取り上げ生残尾数の計数と全甲幅の測定を行った。飼育開始時の密度はそれぞれ、152.6尾/m²、76.3尾/m²、97.0尾/m²であった。
2. 3区共に8月12日までの減少率は大きく、その後、減少率は低下した。減少率はA区が最も大きく、B, C区は比較的低かった。
3. 3区の取り上げ時の全甲幅についてt-検定を行った結果、A区とB, C区では飼育開始15~90日には有意差がみられたが、90~150日には有意差はなかった。これよりA区では育成開始15~90日には飼育密度が成長に影響を及ぼしたのと考えられた。
4. 全甲幅と1日当り自然死亡率、自然死亡係数には

負の相関がみられた。1日当り自然死亡率は全甲幅60mm程度で0.03, 80mm0.02, 110mm0.01であり, 130~150mmでおおむね0となった。一方, 自然死亡は場合によっては無視できる大きさであると考えられた。

5. 全甲幅組成にみられるいくつかの齢期の頻度分布が正規分布すると仮定し, CASSIE法およびTAYLOR法をプログラム化した方法により, 各齢期の平均全甲幅と標準偏差を推定した。この結果, C₇期は43mm, C₁₀期は93mmに達した。これを既往の報告と比較すると平均的な大きさであった。

6. 脱皮による平均増加率は全甲幅71.7~143.9mmの個体において20.2%であった。これを大きさ別にみると100mm前後までの増加率は20%を越える個体が多かったが, 100mm以下では20%以下を示す個体が多くなった。

文 献

- 1) 宇都宮正, 1973: ガザミ人工種苗からの親ガニ養成について, 栽培技研, 2(1), 1~10
- 2) 山口県内海水産試験場, 1994: 平成5年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査(ガザミ), 1~11
- 3) 有山啓介, 1992: 水槽で飼育したガザミの脱皮と成長, 日水誌, 58(10), 1799-1805
- 4) 堤 裕昭・田中雅生, 1988: 19. 体長頻度分布データからの世代解析, パソコンによる資源解析プログラム集, 189-207, 東海区水産研究所
- 5) 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
- 6) 唐川純一他, 1995: 築堤方式によるガザミ種苗の中間育成について, 岡山県水産試験場報告, 10, 37-45
- 7) 北田修一, 1986: ガザミの放流効果評価方法をめぐる問題と課題, 昭和60年度放流効果基礎調査ガザミ検討会要録, 日本栽培漁業協会研究資料, 33, 64-76
- 8) 長谷川雅俊・天野昌宏, 1994: ガザミ幼期における自然死亡について, 栽培技研, 22(2), 117-125
- 9) 武田晃一, 1981: 燧灘におけるガザミ種苗放流とその生産効果の検討, 栽培技研, 10(1), 51-59
- 10) 福岡県豊前水産試験場他, 1981: 昭和55年度栽培漁業放流技術開発事業 ガザミ班総合報告書, 1-34
- 11) 石岡清英, 1983: 瀬戸内海におけるガザミ加入量の推定, 水産資源の解析と評価, 石井丈夫編日本水産学会監修, 水産学シリーズ, 46, 79-90
- 12) 日本栽培漁業協会・西日本支部, 1991: ガザミ種苗放流事業の管理指導体制と中間育成の手引き, ガザミ種苗放流事業検討会議事要録, No. 50, 日本栽培漁業協会編, 46-52
- 13) 唐川純一他, 1995: 稚ガニ期ガザミの中間育成密度が成長, 生残に及ぼす影響, 岡山県水産試験場報告, 10, 46-49
- 14) 岡山県水産試験場, 1976: 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, 11-18
- 15) 大分県浅海漁業試験場他, 1980: 昭和54年度放流技術開発事業西部ガザミ班報告書, pp28
- 16) 高場 稔, 平田貞郎, 1976: ガザミに関する研究-I. 齢期と甲幅及びふ化後経過日数の関係, 広島水試研報, 6/7, 1-7

付表1 飼育試験経過

(単位:尾)

年月日/飼育事例	A-0	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8
'94年6月28日	1,000								
7月6日	633	600							
7月13日		370	346						
7月28日			157	149					
8月12日				56	54				
8月23日					38	38			
9月26日						18	18		
10月28日							14	14	
11月25日								12	12
12月26日									12
飼育日数(日)	8	7	15	15	11	34	32	28	31
生残率(S)	0.6330	0.6167	0.4538	0.3758	0.7037	0.4736	0.7777	0.8571	1.0000
全減少係数(Z')	0.0571	0.0690	0.0526	0.0652	0.0319	0.0219	0.0078	0.0055	0.0000
全減少率(1-S')	0.0555	0.0667	0.0513	0.0631	0.0314	0.0217	0.0078	0.0054	0.0000
飼育密度1(尾/m ²)	152.6	91.6	17.6	7.6	5.5	3.9	1.8	1.4	1.2
飼育密度2(尾/m ³)	305.3	183.2	35.2	15.2	11.0	7.7	3.7	2.8	2.4
飼育密度3(尾/m ²)	96.6	56.5	8.0	2.8	3.9	1.8	1.4	1.2	1.2
飼育密度4(尾/m ³)	193.2	112.9	16.0	15.2	7.7	3.7	2.8	2.4	2.4

年月日/飼育事例	B-0	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	B-8
'94年6月28日	1,000								
7月6日	787	750							
7月13日		574	523						
7月28日			227	212					
8月12日				96	81				
8月23日					51	20			
9月26日						9	9		
10月28日							8	8	
11月25日								8	8
12月26日									8
飼育日数(日)	8	7	15	15	11	34	32	28	31
生残率(S)	0.7870	0.7653	0.4340	0.4528	0.6296	0.4500	0.8888	1.0000	1.0000
全減少係数(Z')	0.0299	0.0382	0.0556	0.0528	0.0420	0.0234	0.0036	0.0000	0.0000
全減少率(1-S')	0.0294	0.0374	0.0541	0.0514	0.0411	0.0232	0.0036	0.0000	0.0000
飼育密度1(尾/m ²)	76.3	57.2	26.6	10.8	4.1	1.0	0.5	0.4	0.4
飼育密度2(尾/m ³)	152.6	114.5	53.2	21.6	8.2	2.0	0.8	0.8	0.8
飼育密度3(尾/m ²)	60.1	43.8	11.5	4.9	2.6	0.5	0.4	0.4	0.4
飼育密度4(尾/m ³)	120.1	87.6	23.1	9.8	5.2	0.9	0.8	0.8	0.8

年月日/飼育事例	C-0,1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8
'94年6月28日	1,271							
7月6日								
7月13日	753	773						
7月28日		514	501					
8月12日			255	178				
8月23日				146	20			
9月26日					11	11		
10月28日						10	10	
11月25日							9	9
12月26日								9
飼育日数(日)	15	15	15	11	34	32	28	31
生残率(S)	0.5924	0.6649	0.5089	0.8202	0.5500	0.9090	0.9000	1.0000
全減少係数(Z')	0.0348	0.0272	0.0450	0.0180	0.0175	0.0029	0.0037	0.0000
全減少率(1-S')	0.0342	0.0268	0.0440	0.0178	0.0174	0.0029	0.0037	0.0000
飼育密度1(尾/m ²)	97.0	39.3	25.5	9.1	1.0	0.6	0.5	0.5
飼育密度2(尾/m ³)	194.0	78.7	51.0	18.1	2.0	1.0	1.0	0.9
飼育密度3(尾/m ²)	57.5	26.1	13.0	7.4	0.6	0.5	0.5	0.5
飼育密度4(尾/m ³)	114.9	52.3	51.0	14.9	1.1	1.0	0.9	0.9

注1) Z', 1-S' は1日当りの値

注2) 飼育密度1, 2は収容時, 飼育密度3, 4は育成終了時

付表2 飼育ガザミの全甲幅組成

(単位:尾)

飼育事例 全甲幅	A-00	A-0	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	B-00	B-0	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	C-00	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7
0~5																										
5~10	1	6								36	2								32							
10~15	22	26	3							13	2	1						28								
15~20	23	28	32								51	10							9							
20~25		1	16	1							3	17							10							
25~30			17	10								33	2						50							
30~35				29	1							1	14						6	8						
35~40				11	2								25						21	4						
40~45				7	7								5	2					4							
45~50					7								7	5					4	4						
50~55				3	7								8	5					15	2						
55~60				2	7	4							6	9	2				7	3						
60~65				1	11	8								9	3				2	13	3					
65~70					9	7								23	3				2	19	8					
70~75					4	3								28	5					4						
75~80					2	5	1							17	7					24	9					
80~85					1	5	1							5	3					9	10					
85~90						1	2							1	6					3	20					
90~95						3	1								12	1				12	24	1				
95~100						2	2								7					7	15	1				
100~105							2								3						15					
105~110							2	1							3						7					
110~115							1									1					1					
115~120							4	2								2					8					
120~125							2	2	1												4					
125~130								2	2							1					1					
130~135								2	2							3					2					
135~140								1	1												1					
140~145								3	3							1					4					
145~150								1	1												1					
150~155																										
155~160																										
個体数	46	61	68	64	51	38	18	14	12	49	58	62	67	95	51	9	8	8	60	75	61	75	113	11	10	9
平均値	14.1	19.4	25.9	40.2	59.9	73.1	103.3	132.1	134.9	12.9	22.6	29.6	46.1	69.6	87.0	123.3	144.8	144.8	14.0	30.9	49.7	73.5	90.4	119.9	135.7	137.0
標準偏差	2.4	3.6	4.7	6.8	9.7	12.0	13.7	12.6	11.2	2.2	2.1	4.0	7.7	7.9	11.6	15.2	10.9	10.9	2.5	3.9	8.7	7.3	10.8	14.3	12.1	12.1

注) A, B, C-00は飼育開始時の大きさ