

備讃瀬戸西部水域において小型定置網で漁獲した ガザミの生物学的特性

唐川 純一

The Biological Characteristics of the Blue Crab *Portunus trituberculatus* Caught by the Small Set Nets in the Western Coastal Waters of Bisan-Seto in the Seto Inland Sea

Junichi KARAKAWA

A b s t r a c t

In order to estimate the population growth and maturity of the blue crabs *Portunus trituberculatus*, a study of their biological characteristics was carried out. 1,195 specimens were caught by the small set nets during the latter half of July to the latter half of October in the coastal waters of Bisan-Seto in the Seto Inland Sea.

The body size of males were recorded from 34.2mm to 179.7mm in total carapace width, and the females were recorded from 42.3mm to 181.5mm. Total carapace width composition of the crabs (both sexes) was separated into five groups, namely the 8th to the 12th instar stage of development. The 8th instar crabs attained a total carapace width of 50.8mm. The 9th instar crabs reached 70.6mm. The 10th instar crabs got to 90.3mm, the 11th instar crabs 122.3mm, and the 12th instar crabs 152.5mm. The sex ratios in the middle of the half of month recorded during 42% to 55%, and the overall ratios were almost 50% throughout the entire period of the study. However, the ratio in the latter half of October was comparatively lower. This showed the differences in the distribution of males and females with their stage of growth. There was no significant difference in the mean total carapace width between males and females in the middle of each period. The relative growth of several body parts showed different patterns from males to females. Positive allometric growths were observed on the abdomen width of females and on the propodus and merus length of chelipeds of males. The secondary sexual characteristics were expressed on those body parts. The female abdomens were observed on two patterns. One was the pattern of a triangle, and another was circular. Judging from the previous studies on the secondary sexual characteristics of abdomens and the ovarian development, a large portion of the females of more than about 130mm would be considered adult crabs. According to relative growth of the propodus, the merus lengths of chelipeds and their body weight, most males of more than 130mm would be considered adults.

キーワード：ガザミ，成長，性比，第二次性徴

ガザミ *Portunus trituberculatus* はワタリガニ科 Portunidae ガザミ属 *Portunus* に分類される暖海性の種類で，我が国では北海道南部から九州沿岸までみられるが，韓国，中国の沿岸部にも分布する¹⁾。瀬戸内海の漁獲量は比較的多く，1997年には全国漁獲量の51%を占めている²⁾。ガザミの寿命は3年^{1, 3)}程度とされ，早期発

生群は年内に成体に達し，資源加入することから栽培漁業の対象種に早くから取り上げられ，種苗の放流と資源管理による効果が期待されて久しい。本県においては築堤方式の中間育成場である寄島増殖場が稼働するにともない，'92年度から大型種苗を大量に放流することが可能となった。また，漁獲した抱卵ガザミを保護したり，8

～9月には全甲幅130mm以下の小型個体の再放流を促すなどの資源管理に関する自主的活動は定着しつつある。一方、栽培漁業や資源管理を推進するにあたって種苗生産や放流に至る一連の技術開発研究や漁業規制は強化されているが、ガザミの生物的諸特性をはじめ、資源の構造や動態についての知見は乏しい。ここでは備讃瀬戸西部水域におけるガザミの生活史や生物的諸特性を解明する一環として、汀線付近の浅場を棲息域とする幼ガ二期～初期成ガ二期ガザミについて、性比や成長にともなう第二次性徴の発現状況を解明するとともに浅場における滞留時期や齢期について検討した。

材料と方法

調査水域及びその周辺を図1に示した。調査水域は浅口郡寄島町地先から笠岡市正頭地先（以下、正頭地先と略す）に至る水域である。

この水域は寄島町漁業協同組合と笠岡市大島漁業協同組合が管轄する。寄島町地先の内湾は南東方向に開き、湾口幅約2.4km、奥行き約1.7kmである。大潮干潮時における湾口部の水深は3m程度、湾中央部では1～2mであり、奥部では比較的広い干潟が形成される。また、湾奥には寄島町増殖場が設置されており、'92年から中間育成したガザミ種苗の一部は樋門を開放して自然放流している。

正頭地先は寄島町地先の内湾西端から3～4km西方に位置し、海岸線は単調である。干潮満潮に伴う東西方

向の潮流の流速は0.9ノット/時⁴⁾、転流時の憩流は0.1～0.2ノット/時⁴⁾で比較的速いが、湾奥部の潮流は複雑な流れを示すものの概ね緩やかである。

ガザミ標本の収集は'98年7～10月の4か月間行った。寄島町地先では内湾に設置されている標本小型定置網3統（T-1～3）を選定し、7月下旬～9月下旬には採集したガザミを原則として毎日買い上げた。買い上げたガザミは99%エチルアルコールを入れた20l容のステンレス製密閉缶各1個ずつに速やかに保存するよう漁業協同組合の職員に依頼し、半月単位に回収した。

正頭地先では8～10月に各月1回、当地先に設置されている小型定置網数統で漁獲したガザミの一部を無作為に買い上げた。これらのガザミの取り扱いが寄島町の場合と同様とした。

入手した標本は水産試験場に持ち帰り、性別を判定した後、後述する体各部を測定した。性別の判定は主に腹部の型状によった。腹部は6つの腹節と1つの尾節からなり幼ガ二期ガザミの第4～6腹節と尾節を含めた型状には二等辺三角形に近い三角型と2辺が凹状にくぼんだ型状の2種類がある。後者の内側には第1腹節から尾節に向かって第1交尾肢がみられることから雄であることが分かる。全甲幅50mm以下の小型個体では腹部を尾節から外し、第1交尾肢の有無によって性別を判定した。

ガザミ類の体の大きさを示す体部位として全甲幅（TW）、甲幅（CW）、甲長（CL）がある⁵⁾。また、短尾類の数種においては第2次性徴の発現する部位として、

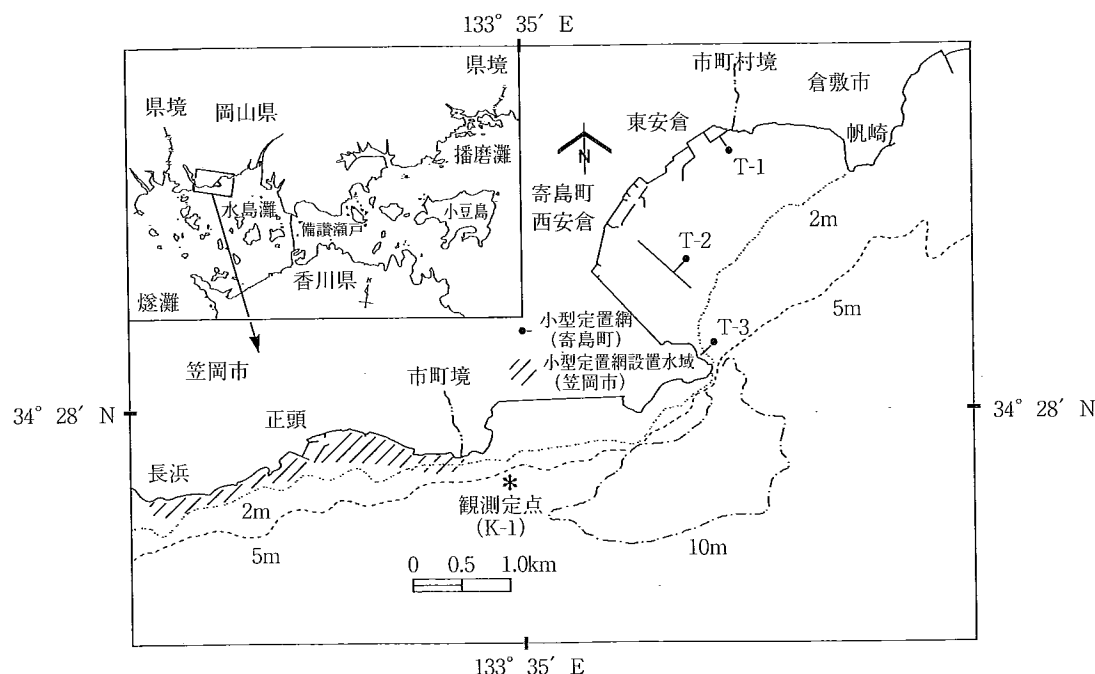


図1 調査水域

腹部と鋏脚等が知られているが⁵⁾, 本報においては測定項目と基準を次のとおりとした。また, 体各部の測定部位を図2~4に示し, 表1にまとめた。

全甲幅 (TW) - 前側縁の最後方鋸歯 (第9歯) の左

右の長さ

甲幅 (CW) - 前側縁の最後方鋸歯 (第9歯) とそのひとつ前方の鋸歯 (第8歯) との間の切れ込みの左右の長さ

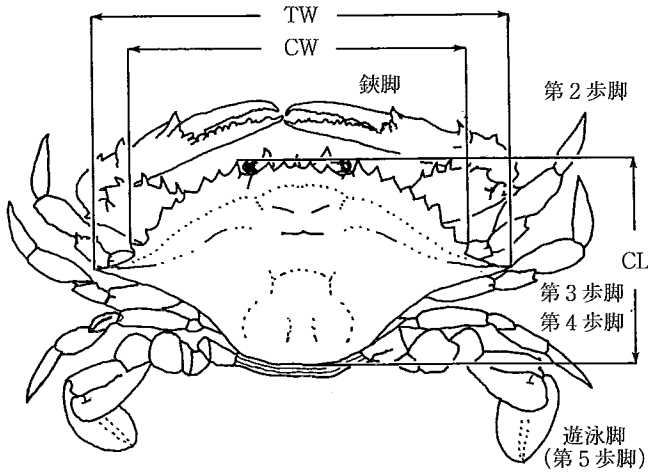


図2 ガザミ甲殻の測定部位

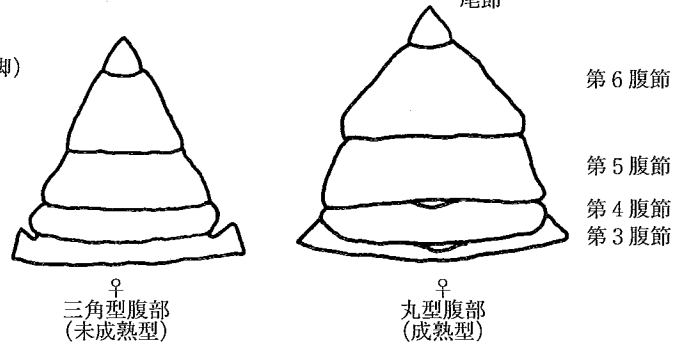
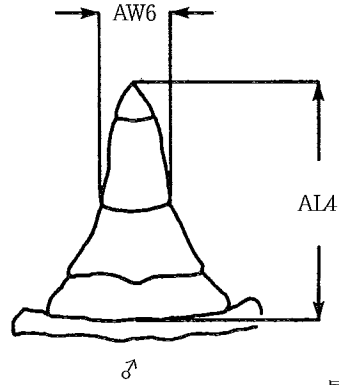


図3 ガザミ腹部の測定部位 (腹部背面)

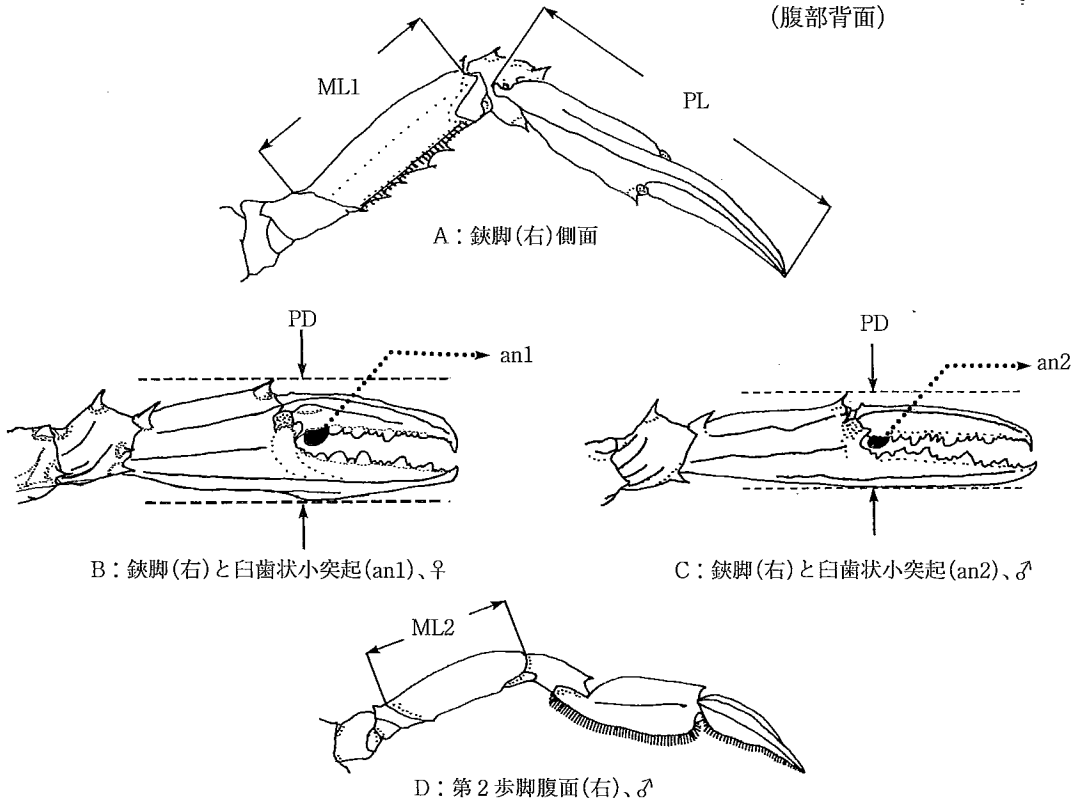


図4 鋏脚, 第2歩脚の測定部位

表1 ガザミの計測部位

体各部位	Several body parts	Symbols
背 甲	Carapace	CA
全甲幅	Total carapace width	TW
甲 幅	Carapace width	CW
甲 長	Carapace length	CL
腹 部	Abdomen	AD
腹節長	Abdominal length	AL
腹節幅	Abdominal width	AW
鋏 脚	Cheliped	CH
前節長	Propodus length	PL
前節高	Propodus depth	PD
長節長	Merus length	ML1
第2歩脚	Second pereopod	2PE
長節長	Merus length	ML2

甲 長 (CL) — 甲殻背面の正中線に沿って、額歯から甲殻後縁までの長さ

腹節長 (AL4) — 尾節から第4腹節底辺に降ろした垂線の最大長

第6腹節幅 (AW6) — 第6腹節を水平に横切る最大幅

鋏脚前節長 (PL) — 右鋏脚前節の不動指頂端から腕節接合部に至る棘を含まない長さ

鋏脚前節高 (PD) — 右鋏脚前節の棘を含む最大の長さ

鋏脚長節長 (ML1) — 右鋏脚長節の腕節接合部2棘の切れ込みから挫節接合部に至る最大の長さ

第2歩脚長節長 (ML2) — 右第2歩脚長節の最大長
各体部位の測定は電子ノギス (Mitutoyo Corporation 製) を用いて、0.01mm単位で行った。

ガザミの大きさを示す体部位として、一般には全甲幅 (TW) が用いられているため⁶⁾、大きさと齢期、雌雄別大きさ及び体重の関係を検討するにあたって全甲幅を取り上げた。また、大きさと齢期の関係を明らかにするため、全甲幅の測定結果から全甲幅組成にみられるいくつかの齢期群に分離した。齢期群への分離は頻度分布が正規分布すると仮定した CASSIE 法及び TAYLOR 法のプログラム⁷⁾を用い、各齢期の平均全甲幅と標準偏差を計算した。なお、第9歯が破損して全甲幅が測定ができない場合には、甲幅または甲長から本報に示した相対成長式により計算全甲幅を求めた。

性比は月半期別の漁獲数から次式⁸⁾により求めた。

$$\text{性比} = (\text{雌の個体数}) / (\text{雄の個体数} + \text{雌の個体数}) \times 100 (\%) \quad \text{①}$$

各月半期の性比率は母比率 $p = 0.5$ とし、その差を検定

した⁹⁾。また、雌の成体ガザミと思われる個体については、卵巣の発達状況を明らかにした。すなわち、小型底曳網で漁獲した全甲幅119mmの個体を便宜的に本水域における生物学的最小型¹⁰⁾とし、主にこれ以上の大きさの40個体を検討の対象とした。これらについては、腹部を開いて卵巣を摘出し、卵巣は色調と様態を観察した後、感度0.1g単位の電子上皿天秤 (Sartorius製) で秤量し、生殖腺熟度指数¹¹⁾ (Gonad Index: 以下、GIと略す) を求めた。GIは次式により計算した。

$$GI = (GW/TW^3) \times 10^7 \quad \text{②}$$

ここで、GWは卵巣重量 (g)、TWは全甲幅 (mm) である。

卵巣の発達状況は今井ら¹²⁾の区分により、卵巣が橙色で顆粒状のものを発達相、淡黄色を呈し、紐状で発達相のものに比べて細く、顆粒径も小さいものを増殖相とした。また、卵巣組織がみられる位置にあるが、他の組織との識別が困難で微小なものは未熟相とした。なお、ガザミの体内における各組織の位置、各測定部位の名称は池田、稲葉¹³⁾によった。

'98年1~12月に各月1回、調査水域における水質環境を把握するため1定点 (K-1) で表層と底層の水温と塩分を観測した。観測定点は湾外の比較的潮通しが良好な場所であり、測定はSTD (アレックAST1000S) によった。

結 果

水温・塩分 水温と塩分の月別推移を図5に示した。各月観測時の水深は5.0~11.5mであった。表層、底層水

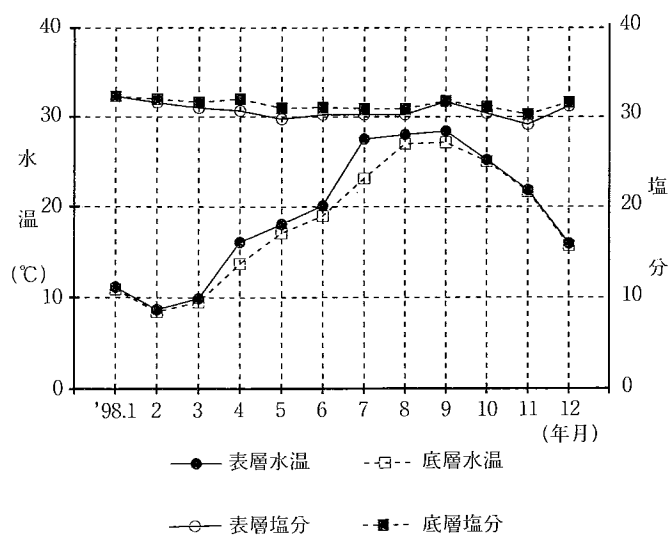


図5 水温と塩分の推移 (於: K-1)

温の変動傾向は極めて類似しており、ともに9月に最高、2月に最低を示し、それぞれ8.70~28.42℃、8.43~27.17℃を推移した。表層、底層間の差は昇温期の4~7月に0.97~4.39℃で大きく、降温期の9~12月には0.16~0.25℃で小さかった。塩分はそれぞれ29.17~32.32、30.93~32.31を推移し、各月ともに概ね底層で高かった。表底層間の差は0.01~1.32であったが、降雨の影響を受けた4月と5月の差は大きく、それぞれ1.32と1.24を示した。

全甲幅組成と齢期組成 7月下半期~10月下半期に小型定置網で漁獲入手したガザミ標本は全ての個体で雌雄を判別することができた。雌雄別全甲幅組成を月半期毎に図6に示した。雄の全甲幅の範囲は32.37~179.7mmであった。平均全甲幅は7月下半期は88.2mm、8月上旬半期は77.4mmで8月上旬半期には7月上旬半期に比べて平均全甲幅は小さくなったが、その後、時期の経過とともに大きくなり、10月下半期に144.6mmに達した。

雌の全甲幅の範囲は42.3~181.54mmであった。平均

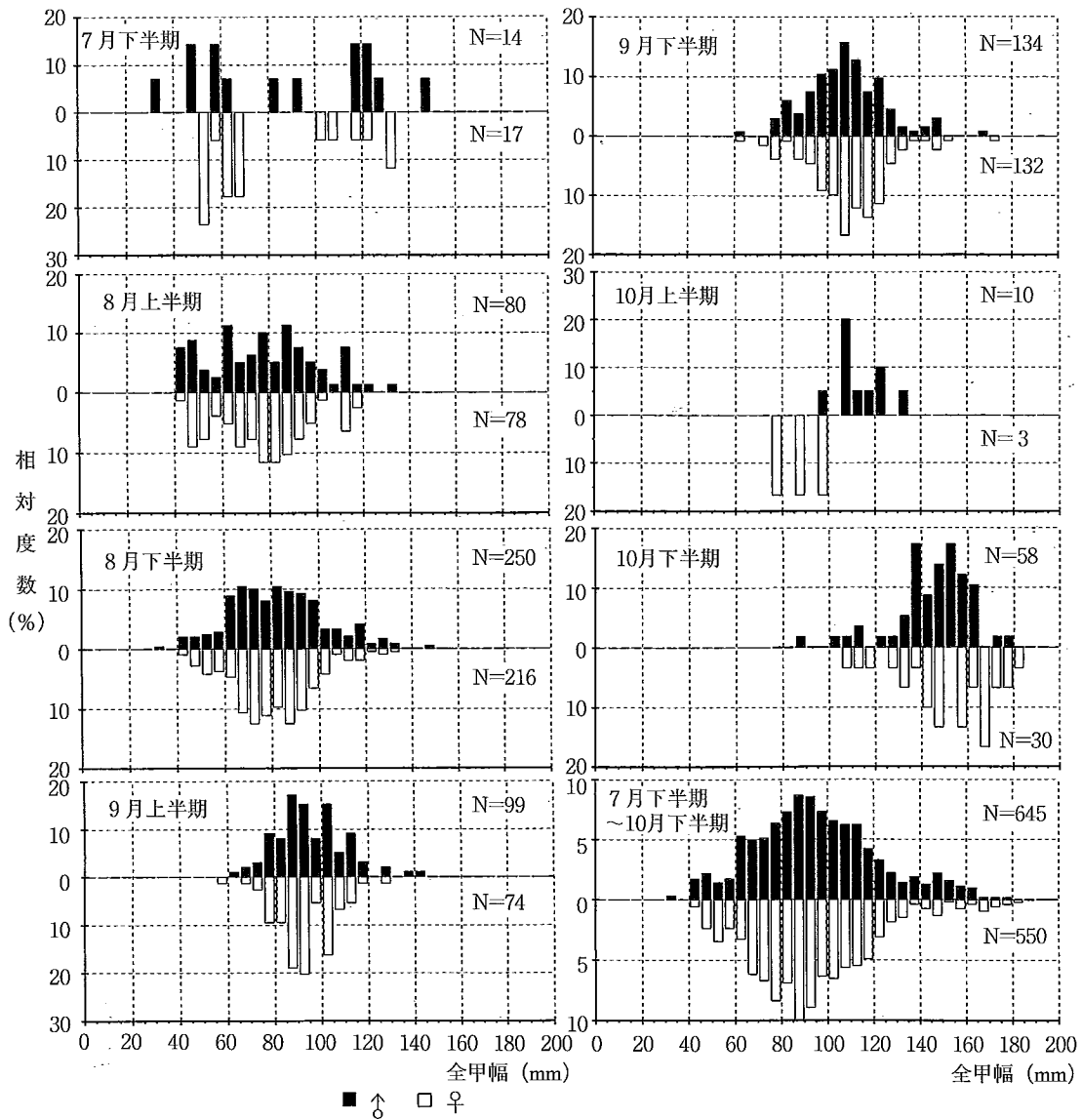


図6 月半期別雌雄別の全甲幅組成

全甲幅は7月下半期に80.2mm, 8月上半期に76.8mmで雄と同様に8月上半期に小さくなった。その後, 平均全甲幅は大きくなり, 10月下半期には152.0mmに達した。

7月下半期の漁獲数は少なかったが, 雌雄込みの全甲幅組成には30~70mmと80~150mmの2つの群がみられた。前者は'98年発生群で, 後者は'97年発生群と考えられた。8月上半期の全甲幅組成は雌雄ともに多峰型であり, 組成は類似した。60~100mmの群は'98年早期発生群で, モードが47.5mmの小型群はこれに続く遅い発生群であった。また, 112.5mmにモードがみられる大型群は'97年発生群と考えられた。

7月下半期~10月下半期に漁獲したガザミの雌雄別全甲幅組成は酷似していたため, 両者を込みにして検討した。雌雄込みの全甲幅組成とこれを齢期群に分離した結果を図7に示した。齢期群の分離に当たっては分離がし易くなるよう, 適宜, 階級幅を変化させて行った。調査個体数は1,195尾であり, 全甲幅組成の階級幅を3mmとした結果, 明瞭に分離することができた。全甲幅組成のモードは88.5mmにみられ, この階級値の相対度数は5.6%であった。また, 84~96mmの比較的高い度数を示す階級の相対度数は21.5%で, モード付近の大きさの群は齢期群への分離結果からC₁₀齢期群と考えられた。この齢期の漁獲数は8月下半期に最も多く, 約半数を占め, 続いて9月上半期に30%程度を占めた。

各齢期群の平均全甲幅と標準偏差を表2に示した。7月下半期~10月下半期に漁獲したガザミの全甲幅組成には主に5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50.8±11.22mm, 70.6±10.9mm, 90.3±

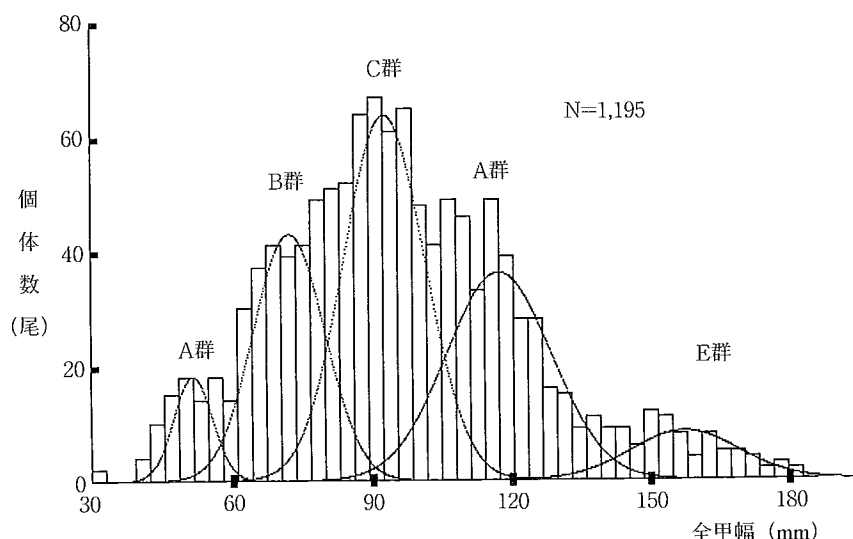


図7 漁獲したガザミの全甲幅組成と齢期別の正規分布曲線

表2 漁獲群の齢期別平均全甲幅と体重

脱皮群/ 項目	齢期群 (群)	全 甲 幅		計算体重* (g)	飼育個体 全 甲 幅 (mm)
		平均値 (mm)	標準偏差 (mm)		
A	C ₈	50.79	11.22	5.98	50.37
B	C ₉	70.56	10.92	16.18	65.20
C	C ₁₀	90.27	8.37	34.11	89.32
D	C ₁₁	113.97	7.32	69.12	118.91
E	C ₁₂	152.46	3.96	125.05	147.43

* 相対成長式による。BW = α TW $^{\beta}$

(BW: 体重 g, TW: 全甲幅)

$\alpha = 4.07 \times 10^{-5}$, $\beta = 3.029$ (32.94mm \leq TW \leq 133.07mm)

$\alpha = 3.05 \times 10^{-5}$, $\beta = 3.106$ (127.51mm \leq TW \leq 181.54mm)

8.4mm, 114.0±7.3mm及び152.5±4.0mmであった。これらは人工生産種苗の飼育実験から求めた齢期別全甲幅¹⁴⁾と対比させるとC₈~C₁₂齢期群と考えられた。

性比と雌雄別全甲幅 性比の月半期別推移を図8に示した。また, 性比と母比率の有意差を正規分布法により検定し, その結果を表3に示した。各月半期の性比は23~55%を示し, 7月下半期に最も高く, 調査個体数が少ない10月上半期を除くと10月下半期が低かった。7月下半期は55%で雌の出現割合が雄を上回ったが, 8月上半期以降は50%以下を示し, 雌の出現割合が雄を下回った。10月下半期及び全調査期間における個体の性比はそれぞれ34%と46%であり, 共に5%の水準で有意差が認められたためp=0.5の仮説は棄却した。全甲幅の大きさと性比の関係を図9に示した。全甲幅40~60mmの性比は21~68%で比較の変動幅が大きいものの, 65~120mmにおいては43~53%で雌雄は概ね相半した。しかし, 125~145mmでは14~47%で雌の出現割合は低かった。

月半期別, 雌雄別の平均全甲幅と標準偏差を図10に, 雌雄別平均全甲幅の有意差を正規分布法により検定し, その結果を表4に示した。10月上半期の調査個体数は少なかったため, これを除くと, 7月下半期~10月下半期の各時期の雌雄別平均全甲幅には5%の水準で有意差は認められなかった。また, 全調査個体を対象とした場合にも同様に平均全甲幅の大小には有意差は認められなかった。

相対成長 甲幅 (CW) に対する全甲幅 (TW), 甲長 (CL), 腹節長 (AL4), 第6腹節幅 (AW6), 鋏脚前節長 (PL), 鋏脚前節高 (PD), 鋏脚長節長 (ML1), 第

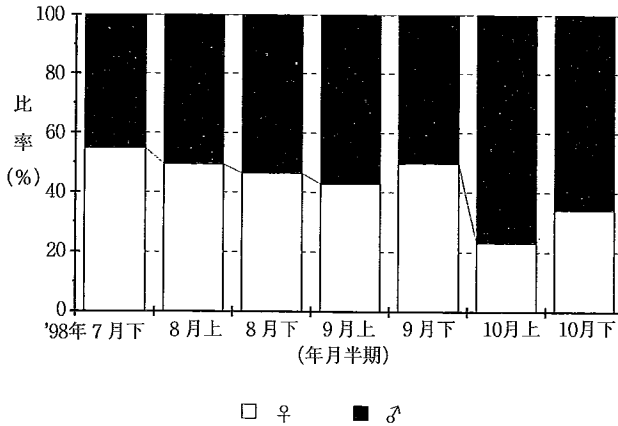


図8 性比の時期別推移

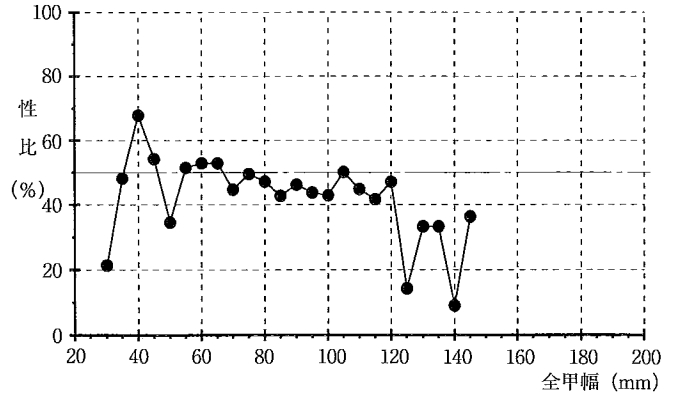


図9 全甲幅と性比, 但し (♀+♂) > 10 (尾)

表3 漁獲時期別, 性比率の検定 (p=0.5とした場合の危険率)

時期/項目	雄個体数 (尾)	雌個体数 (尾)	性比率 (p)	実現値 (U ₀)	危険率 (P)	有意差
7月下半期	14	17	0.548	0.359	0.71 < P < 0.72	×
8月上半期	80	78	0.494	0.080	0.93 < P < 0.94	×
8月下半期	250	216	0.464	1.529	0.12 < P < 0.13	×
9月上半期	99	74	0.428	1.825	0.06 < P < 0.07	×
9月下半期	134	132	0.496	0.061	0.95 < P < 0.96	×
10月上半期	10	3	0.231	1.664	0.09 < P < 0.10	×
10月下半期	58	30	0.341	2.878	P < 0.01	○
計	645	550	0.460	2.719	P < 0.01	○

注) 有意差あり (5%水準) ○, 有意差なし (5%水準) ×

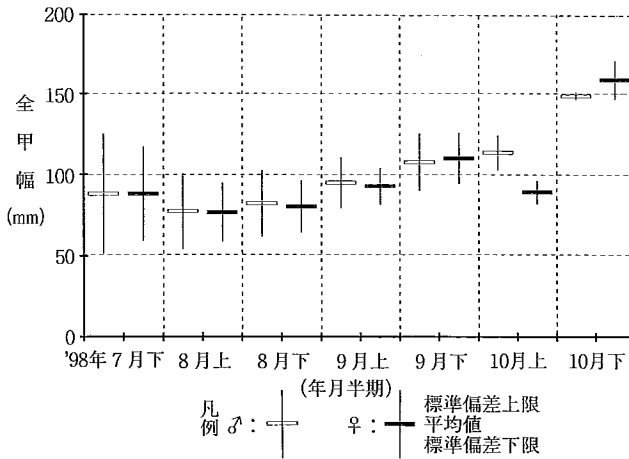


図10 雌雄別平均全甲幅の時期別推移

2歩脚長節長 (ML2) の関係と全甲幅に対する体重 (BW) の関係を雌雄別に下記の累乗式¹⁴⁾にあてはめて計算し, 定数 a, b を求め, 表5に示した。

$$Y = a X^b \quad \text{③}$$

③式の両辺に自然対数をとると,

$$\ln Y = \ln a + b \ln X$$

となるので, (ln X, ln Y) を目盛ると直線になる。自然対数をとった2つの変数の回帰式は最小二乗法によって求め, 回帰式の有意性は分散分析で検定した。

ここで X は甲幅 (mm), Y は各体部位長 (mm) であり, 全甲幅と体重の関係において X は全甲幅 (mm), Y は体重 (g) である。このうち b は比成長速度を表す相対成長係数で b > 1 では優勢な成長 (以下, 優成長¹⁵⁾)

表4 漁獲時期別, 雌雄別全甲幅の検定

時期/項目	雄			雌			実現値 (U ₀)	確率 (P)	有意差
	個体数 (尾)	全甲幅 平均値 (mm)	標準偏差 (mm)	個体数 (尾)	全甲幅 平均値 (mm)	標準偏差 (mm)			
7月下半期	14	88.20	36.00	17	88.22	29.87	0.002	0.98 < P < 0.99	×
8月上半期	80	77.43	22.18	78	76.80	19.09	0.192	0.84 < P < 0.85	×
8月下半期	250	82.34	19.59	216	80.40	16.95	1.146	0.13 < P < 0.14	×
9月上半期	99	95.12	14.56	74	92.93	12.29	1.071	0.27 < P < 0.28	×
9月下半期	134	107.50	16.50	132	109.90	16.70	1.179	0.23 < P < 0.24	×
10月上半期	10	113.40	9.69	3	89.15	8.19	4.304	P < 0.0001	○
10月下半期	58	144.56	16.68	30	152.00	19.50	1.780	0.07 < P < 0.08	×
計	645	95.20	26.74	550	92.60	25.75	1.709	0.07 < P < 0.08	×

注) 有意差あり (5%水準) ○, 有意差なし (5%水準) ×

表5 甲幅と各種測定部位の関係

項目/区分	雌雄	個体数 (尾)	相関係数 (r^2)	定数		範	囲
				a	b		
CW-TW	♂	353	0.995	1.515	0.965	$18.93 \leq CW \leq 141.70$	$32.37 \leq TW \leq 179.70$
	♀	295	0.996	1.386	0.986	$34.11 \leq CW \leq 138.40$	$44.90 \leq TW \leq 181.54$
	♂♀	648	0.995	1.464	0.973	$18.93 \leq CW \leq 141.70$	$32.37 \leq TW \leq 179.70$
CW-CL	♂	364	0.993	0.651	0.978	$18.93 \leq CW \leq 141.70$	$7.12 \leq CL \leq 81.69$
	♀	305	0.998	0.670	0.972	$34.11 \leq CW \leq 138.40$	$20.61 \leq CL \leq 80.34$
	♂♀	669	0.995	0.660	0.975	$18.93 \leq CW \leq 141.70$	$7.12 \leq CL \leq 81.69$
CW-AL4	♂	362	0.997	0.304	1.033	$24.63 \leq CW \leq 141.70$	$8.51 \leq AL \leq 50.98$
	♀	308	0.995	0.276	1.056	$34.11 \leq CW \leq 138.40$	$11.19 \leq AL \leq 51.62$
	♂♀	670	0.996	0.292	1.043	$24.63 \leq CW \leq 141.70$	$8.51 \leq AL \leq 51.62$
CW-AW6	♂	365	0.984	0.108	1.032	$24.63 \leq CW \leq 141.70$	$2.99 \leq AW6 \leq 17.39$
	♀1	278	0.975	0.052	1.309	$35.88 \leq CW \leq 112.16$	$5.10 \leq AW6 \leq 25.54$
	♀2	30	0.839	0.110	1.209	$99.07 \leq CW \leq 138.40$	$29.18 \leq AW6 \leq 43.98$
	♂♀	673	0.708	0.074	1.171	$24.63 \leq CW \leq 141.70$	$2.99 \leq AW6 \leq 43.98$
CW-PL	♂1	57	0.887	0.213	1.270	$100.43 \leq CW \leq 135.88$	$75.44 \leq PL \leq 111.04$
	♂2	252	0.989	0.358	1.147	$24.63 \leq CW \leq 100.68$	$15.56 \leq PL \leq 75.44$
	♀	267	0.993	0.509	1.054	$34.11 \leq CW \leq 134.30$	$20.01 \leq PL \leq 90.16$
	♂♀	576	0.984	0.366	1.138	$24.63 \leq CW \leq 135.88$	$15.65 \leq PL \leq 111.04$
CW-PD	♂	351	0.981	0.130	1.080	$24.63 \leq CW \leq 141.70$	$4.15 \leq PD \leq 28.63$
	♀	293	0.977	0.118	1.105	$34.11 \leq CW \leq 138.40$	$5.64 \leq PD \leq 28.63$
	♂♀	644	0.979	0.124	1.090	$24.63 \leq CW \leq 141.70$	$4.15 \leq PD \leq 28.63$
CW-ML1	♂1	60	0.867	0.116	1.298	$98.64 \leq CW \leq 141.70$	$46.06 \leq ML1 \leq 71.20$
	♂2	288	0.986	0.199	1.169	$24.63 \leq CW \leq 97.99$	$10.00 \leq ML1 \leq 45.85$
	♀	296	0.988	0.346	1.025	$34.11 \leq CW \leq 138.40$	$12.07 \leq ML1 \leq 52.66$
	♂♀	644	0.974	0.221	1.140	$24.63 \leq CW \leq 141.70$	$10.00 \leq ML1 \leq 71.20$
CW-ML2	♂1	65	0.860	0.145	1.163	$99.05 \leq CW \leq 141.70$	$30.15 \leq ML2 \leq 44.85$
	♂2	283	0.981	0.199	1.086	$24.63 \leq CW \leq 98.64$	$7.40 \leq ML2 \leq 31.34$
	♀	301	0.988	0.262	1.015	$36.16 \leq CW \leq 138.40$	$8.88 \leq ML2 \leq 39.15$
	♂♀	649	0.983	0.204	1.078	$24.63 \leq CW \leq 141.70$	$7.40 \leq ML2 \leq 44.85$

注1) $Y = a X^b$ の関係式で表した。

注2) ♀1 三角型腹部, ♀2 丸型腹部

という)を, $b = 1$ では等しい成長(等成長¹⁵⁾)を, $b < 1$ では劣勢な成長(劣成長¹⁵⁾)を意味するが, 本報では, $b \geq 1.05$ の場合は優成長, $0.95 \leq b < 1.05$ は等成長, $b < 0.95$ を劣成長とした。

甲幅と各体部位の関係を図11に, 雌雄間の定数 b の比較した結果を図12に示した。甲幅と全甲幅の関係における雌雄それぞれの b 値は0.986と0.965, 甲幅と甲長の関係では雌は0.972, 雄は0.978で2つの体部位ともに等成長を示し, 雌雄間に差はみられなかった。甲幅と腹節長では雄は1.033, 雌は1.056で雌に弱い優成長が認められた。甲幅と鋏脚前節長, 鋏脚長節長及び第2歩脚長節長の関係において雄の b 値は甲幅100mm前後で明瞭な変曲点が存在したため, この点で区分して検討した。この結果, 各体部位において変曲点より小さい群(以下, 小型群という)の b 値はそれぞれ1.147, 1.169及び1.086, 変曲点より大きい群(以下, 大型群という)では1.270, 1.298及び1.163と計算された。一方, 雌の b 値は1.054, 1.025及び1.015で, 雄は雌に比べて大きく, 雄の大型群

は小型群に比べて大きい値を示した。また, 鋏脚前節長, 鋏脚長節長では雌雄の相対成長曲線の交点は両者ともに甲幅48mm(全甲幅62mm), 第2歩脚長節長では甲幅50mm(全甲幅66mm)のところであった。甲幅と鋏脚前節高では雄は1.080, 雌は1.105で共に優成長が認められた。

雌の腹部には大きく分けて2つの型状がある。1つは三角型腹部(以下, 三角型と略す)であり, もう1つは丸型腹部(以下, 丸型と略す)である。甲幅に対するこれらの相対成長には不連続性がみられ, 第6腹節幅の b 値は三角型1.309, 丸型1.029であり, 雄の1.032に比較して三角型は大きく, 顕著な優成長を示した。

甲幅と体重の関係を雌雄別に図13に示した。漁獲時期が異なる標本をまとめたもので, 7~10月を通しての平均的な関係として求めた。雌雄を込みにした両者の関係には, 甲幅100mm前後に弱い変曲点のみみられたため, この付近を境界として2つの群(以下, 小型群と大型群という)に分離して累乗式をあてはめた。変曲点は相関

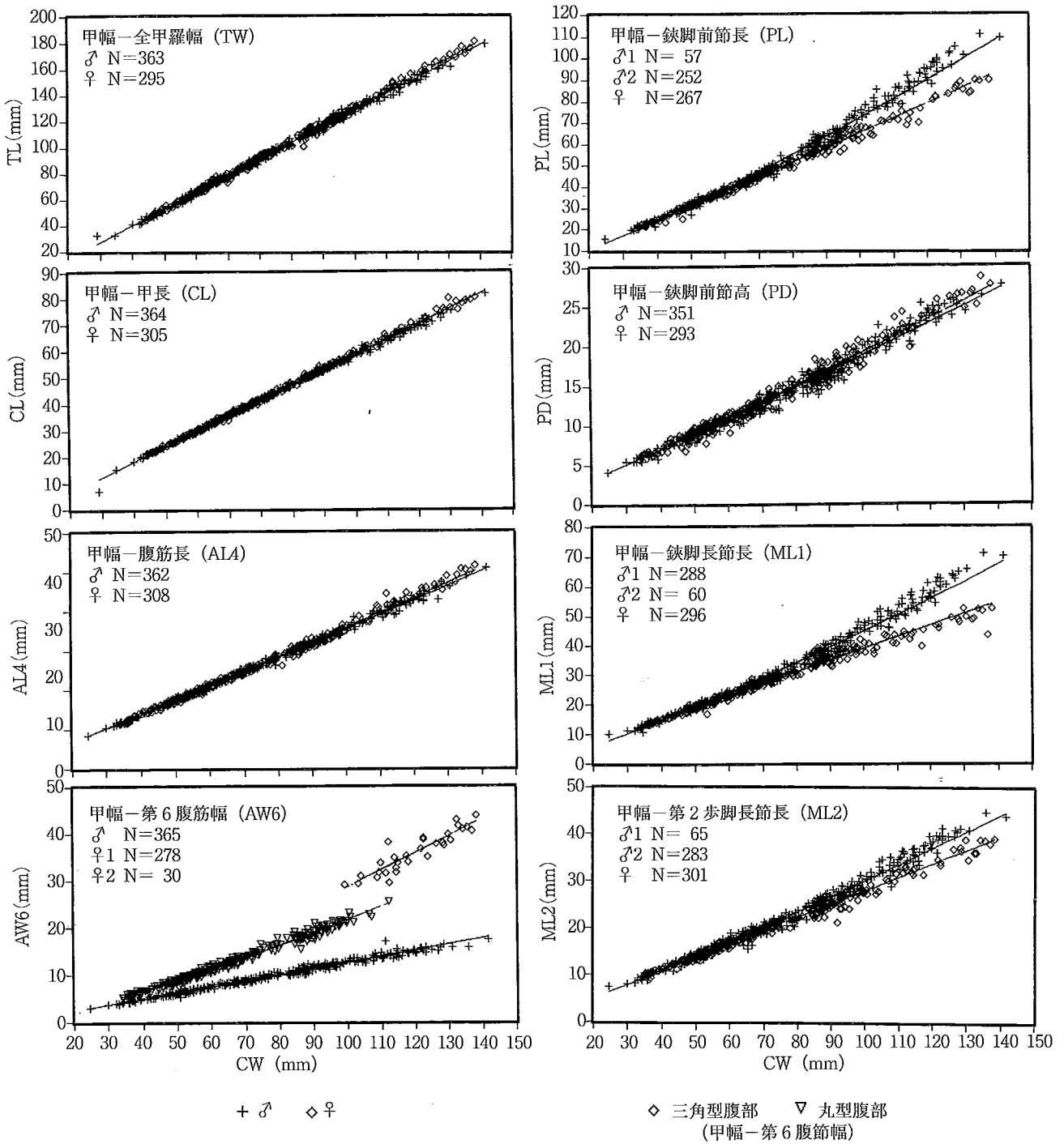


図11 ガザミの各体部位の甲幅 (CW) に対する相対成長

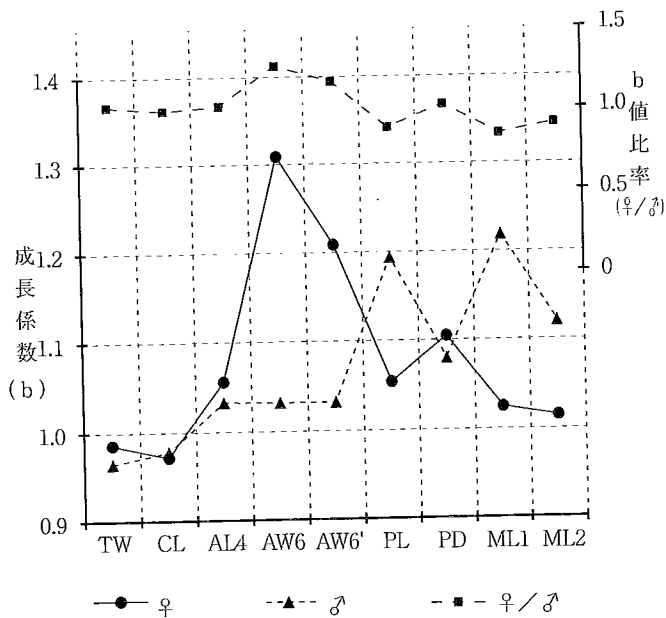


図12 甲幅に対する体部位別成長係数

係数 r と b 値の変化から読みとった。雄の b 値は甲幅25~102mmと102~142mmの範囲でそれぞれ2.984と2.980, 雌では全甲幅34~102mmと103~138mmにおいて3.008と3.378と計算された。雌雄間で統計的な有意差は認められず, 雄では2つの成長段階間における b 値の差は小さく, 明瞭な変曲点は存在しなかった。しかし, 雌では大型群の b 値はやや大きかった。

全甲幅と体重の関係を雌雄別に図14に示した。雌雄を込みにした両者の関係には, 全甲幅130mm前後に弱い変曲点が認められた。雄の b 値は全甲幅33~130mmと128~180mmの範囲で, それぞれ3.024と3.122, 雌では全甲幅42~133mmと134~181mmにおいて3.053と3.372と計算された。

鋏脚臼歯状小突起と雌腹節の型状 大部分の個体の右鋏脚上縁歯には臼歯状の小突起(以下, 突起と略す)がある個体とない個体がみられ, 左右の鋏脚は形態上, 詳

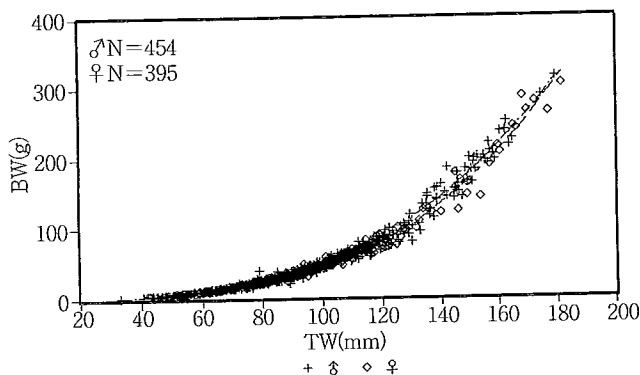
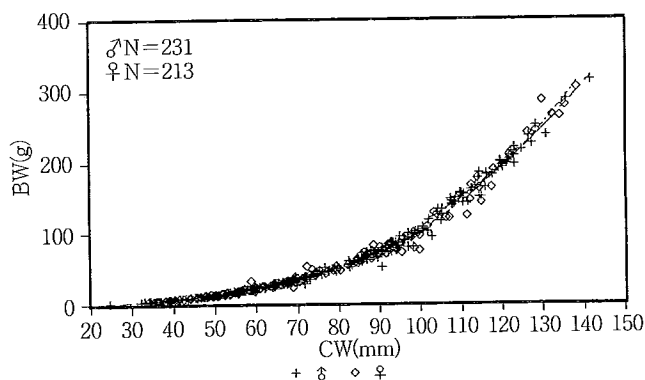
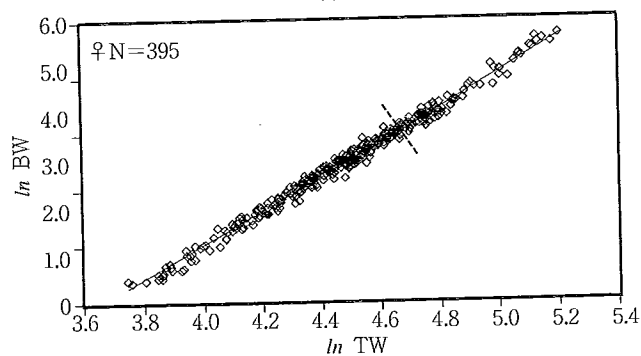
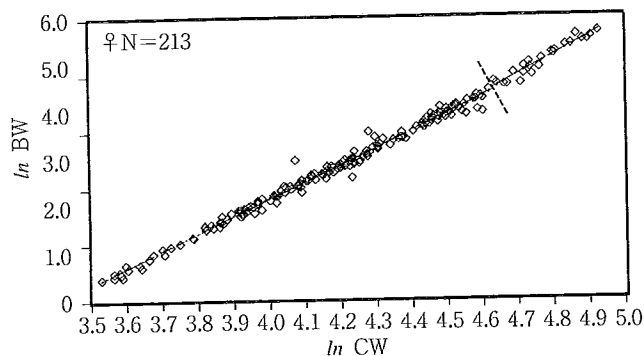
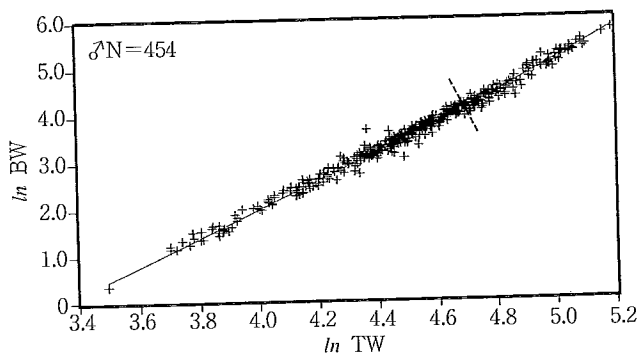
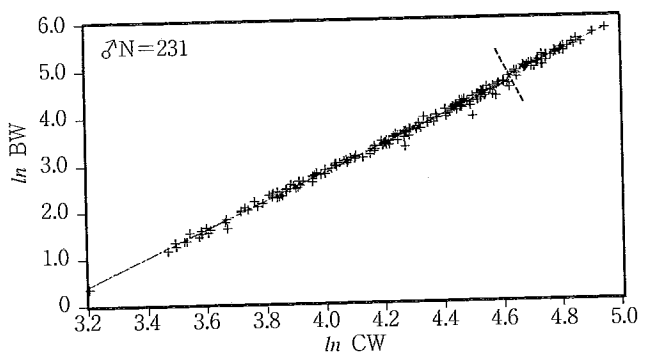


図13 甲幅(CW)と体重(BW)の関係

図14 甲幅(TW)と体重(BW)の関係

表6 鋏脚臼齒状小突起の有無の割合

項目/区分	♂	♀	計
右 鋏脚	411尾	337尾	748尾
小突起有	83.4%	83.0%	83.2%
左 鋏脚	6	6	12
小突起有	1.2	1.5	1.3
左右鋏脚	76	63	139
小突起無	15.4	15.5	15.5
計	493	406	899
	100.0	100.0	100.0

細には異なる(図4)。このため突起の有無の割合を調べ表6に示した。雄では右鋏脚に突起がある個体は83.4%、左鋏脚にある個体は1.2%、左右鋏脚ともに突起がない個体は15.4%であった。また、雌では右鋏脚に突起がある個体は83.0%、左鋏脚にある個体は1.5%、左右鋏脚ともに突起がない個体は15.5%であった。雌雄の突起の有無の割合は同程度であった。

雌の腹部の形状には三角型と丸型の2種類があることは前記した。これらの出現状況を図15に示した。三角型は全甲幅42.3~149.4mmの個体に、丸型は127.3~181.5mmの比較的、大型個体に認められ127.3~149.4mmで重複した。これを時期別にみると9月下半期から丸型個体は出現し、漁獲数は4尾で雌の調査数132尾の3.0%を占めた。10月下半期には丸型個体の漁獲数は27尾で、雌の調査数30尾の90%を占めた。

生殖腺熟度指数 卵巣の発育段階別性状を表7に、全甲幅と雌の生殖腺熟度指数(GI)の関係を図16に示した。9月下半期の三角型個体(119~137mm)と丸型個体(146~148mm)の生殖腺重量とGIはともに0に非常に近い値であり、全てが未熟であった。10月下半期の雌では127~141mmの丸型個体の生殖腺重量は概ね0であったが、増殖相を示す147~177mmの個体では0.62~6.71g(平均値2.53g)、発達相にある145~182mmの個体においては4.30~15.92g(平均値10.78g)であった。また、増殖相を示す個体のGIは9.1~12.1(平均値5.6)、発達相を示す個体では18.1~33.1(平均値26.5)であっ

た。これを全甲幅の大小別にみると141~150mmの個体のGIは0~32.8(平均値9.59)と幅は大きかったが、157~182mmでは12.1~33.2(平均値23.2)で、GIの幅は小さくなったが、平均値は大きくなった。10月下半期における卵巣の発達段階は様々で未熟相、増殖相、発達相のいずれかであった。このうち145mm以上の丸型個体の卵巣は発達相か増殖相を示し、未熟相のものはみられなかった。全般的に全甲幅が大きくなる程、熟度は高かった。

考 察

得られたガザミの標本は全甲幅32~182mm, C₈~C₁₂齢期であったが、このうち比較的多かったのは84~96mmの個体で、これらはC₁₀齢期が主体であった。標本を漁獲、収集するにあたって選定した小型定置網は水深5m以浅の場所に設置されていたが、7月下半期には本種の浮遊期幼生や10~30mmの群がみられた^{16, 17}ことからC₁₀齢期までの若齢期の群は概ね5m以浅の場所に分布し、生活圏は比較的狭いものと考えられた。一方、9月下半期の漁獲数は8月下半期に比べやや減少したものの、110mm前後(C₁₁齢期)に成長した個体は依然として多かった。しかし、10月上半期に入ると漁獲数は極端に減少するとともに平均全甲幅も小さくなった。これらのことから9月下半期まで5m以浅の場所を主な棲息

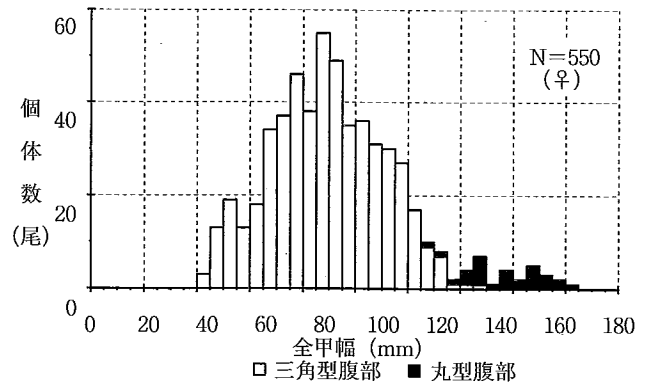


図15 三角型腹部と丸型腹部の出現状況

表7 卵巣の発育段階別性状

時期	発達段階	色調	様態	個体数 (尾)	全甲幅 (mm)		生殖腺重量 (g)		生殖腺熟度指数(GI)		備考
					範囲	平均値	範囲	平均値	範囲	平均値	
9月下	未熟相	—	糸状	12	103~149	119	0	0	0	0	三角型腹部
〃	〃	—	糸状	3	146~148	147	0	0	0	0	丸型腹部
10月下	未熟相	—	糸状	3	106~113	110	0	0	0	0	三角型腹部
〃	〃	—	糸状	3	127~141	134	0	0	0	0	丸型腹部
〃	増殖相	黄色	小果粒状	4	147~177	156	0.62~6.71	2.53	1.9~12.1	5.6	丸型腹部
〃	発達相	橙色	顆粒状	15	145~182	164	4.30~15.92	10.78	18.0~33.1	36.5	丸型腹部
計	—	—	—	40	103~182	142	—	—	—	—	—

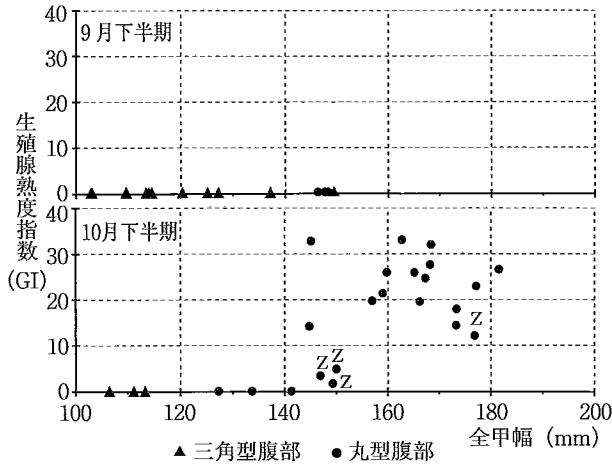


図16 ガザミ(♀)の全甲幅と生殖腺熟度指数
注) Zは増殖相を示す卵巣

域としていたガザミは10月上旬期には規模の大きい移動を開始したことがわかる。ガザミは個体間の干渉が特に強く、高密度飼育においては、脱皮に伴う、捕食、被捕食により生存数が減少することが知られている¹⁸⁾が、本種の生存には比較的大きい生活空間が必要である。10月以降の移動(逸散)の原因の一つとして5m以浅の場所や底質条件や餌料生物条件が好適である棲息場所は限られていることが挙げられた。また、山口県沿岸において当年発生したガザミは10月に入り、水温の降下に伴って次第に深所に移動する¹⁹⁾と報告されている。ワタリガニ科の短尾類は一般に熱帯性であること²⁰⁾や10~11月の水温の降下幅は3.37°Cで比較的大きかったことから本調査でみられた移動の原因として水温も大きく関与したものと考えられた。10月5日の観測定点において底層水温は25.03°Cであったことから、移動が始まる臨界水温として25°C前後の水温が予測された。

7~10月の各月半期毎の性比と雌雄別平均全甲幅の大小を検討した。7月下半期~9月下半期の性比は42~55%で概ね相半したが、10月下半期には34%で調査期間中、最も低くなった。秋季における性比の低下は'93年度の小型定置網による調査でも同様にみられている⁶⁾が、牛窓町地先の岸付近の浅場ではカニ刺網によって漁獲したガザミの性比は低かったという漁獲事例もある¹⁷⁾。これを大きさ別にみると秋季に漁獲した125~145mmの個体では14~47%で、これより小型個体の43~53%に比べて低く、大きさによって性比に差がみられた。一方、小型底曳網により10~12月に漁獲したガザミの性比は61~81%¹⁰⁾であったが、小型定置網による結果に比べて明らかに高く、漁法によっても差がみられた。

漁獲場所や漁法により性比が異なる原因の一つとして、ガザミの性や齢期の違いによる活動差が挙げられる。標本の漁獲にあたって、小型底曳網では底泥に潜入している不活発な個体を漁獲し得るのに対し、小型定置網では潜入個体は漁獲され得ないことが結果として雄の割合が高くなった原因として考えられた。

左右鋏脚の型態上の相違について、浜崎²¹⁾は臼歯状突起がある鋏脚を粉砕鋏とし、飼育群では99%、天然群では91%の個体の右鋏脚に認められたと報告している。本調査では右鋏脚に突起がみられた個体の割合は雌雄間に差はなく83%程度を示した。また、わずかであったが、左鋏脚に突起がある個体が認められた。このような形態上の軽微な違いは系群や年級群、天然群と人工生産群の別により異なることが考えられたが、詳細には明らかでない。

ガザミの甲幅と各体部位の相対成長において、雌雄によってその関係が不連続となったり、明瞭な変曲点がみられる発育段階があり、このことは、雌雄の別や発育段階によって、形態が変化することを意味している。ここでは全甲幅60mm台を稚ガニ二期から幼ガニ二期への移行段階、全甲幅130mm前後を幼ガニ二期から成ガニ二期への移行段階と仮定した。しかし、甲殻類の相対成長にみられる軽微な不連続性や変曲点は海域差や系群及び棲息密度により変化することも考えられ、脱皮間隔や生殖腺等の組織学的な検討も必要であり、今後の課題として残された。

未産仔ガニと経産仔ガニの腹部の型状は詳細には違いがあり、甲幅に対する第6腹節幅の相対比は後者が大きいことが指摘されている¹⁰⁾。今回、小型定置網で漁獲した腹部が丸型のガザミでは甲幅に対する第6腹節幅の相対成長曲線には明瞭な変曲点はなく、漁獲したガザミは全て未産仔ガニと考えられた。これらのうちで成長が速い個体は全甲幅が180mm程度まで達し、大型群は'97年晩期発生群、小型群は'98年発生群と考えられたが、2つの年級群の境界は明瞭でなかった。

卵巣の発達状況から小型定置網で漁獲された雌ガザミの成体型と成熟について検討した。9月下半期に漁獲した腹部が丸型である個体の卵巣は未熟であり、未成体型と成体型の区分と卵巣の発達状況は一致しなかった。しかし、10月下半期に漁獲した丸型個体は全甲幅145~182mmで、卵巣は増殖相から発達相の発育段階にあったことから、丸型腹部は成体型であり145mmの個体は成体最小型であったと言える。一方、備讃瀬戸西部水域において生物学的最小型と考えられるガザミはこれらよ

りさらに小型の119mmで¹⁰⁾、丸型個体の卵巣は当初は未熟であっても時期が経過すれば発達することが予測された。このことからガザミ雌の成熟は腹部の形状が三角型から丸型へと形態の変化が先行した後、卵巣が発達することが考えられた。9月下半期に漁獲した丸型の最小型である127mmの個体は成体型の未熟ガニであったことになる。

雄ガザミの第2次性徴は脚の数か所の部位に発現したが、雌雄の甲幅に対する鋏脚前節長及び鋏脚長節長の相対成長曲線の交点はともに全甲幅62mm (C₉期)、第2歩脚長節長では全甲幅66mmであり、第2次性徴はこの大きさ以降から始まる。第2次性徴が始まる大きさを稚ガニ期から幼ガニへの移行時期とすれば幼ガニ期は62~133mm (C₉~C₁₁期)、鋏脚の長大化がより顕著となる時期を成ガニ期への移行時期とすれば、成ガニ期は133mm以上 (C₁₂期 \leq) であることになる。なお、十脚類 Decapoda には雌雄により体部分の形態が著しく異なる種類が多くみられる²⁰⁾が、テナガエビ *Macrobrachium nipponense* では交尾行動において雄は第2胸脚がより長大である方が有利であり、第2胸脚長の発達が雄の性成熟と関連している²¹⁾とされている。このことから類推するとガザミ雄の鋏脚の長大化は性成熟とも関連している可能性が考えられた。

要 約

備讃瀬戸西部水域において、特に汀線付近の浅所における幼ガニ期~初期成ガニ期ガザミの生活史や生物的諸特性を解明するための一環として、小型定置網で漁獲されたガザミの性比や成長に伴う第2次性徴の発現状況を検討した。

1. 7月下半期~10月下半期に漁獲した1,195尾のガザミの全甲幅は、雄32.4~179.7mm、雌42.3~181.5mmであった。漁獲群には主に5つの齢期群がみられ、それぞれの平均値と標準偏差は50.8 \pm 11.22mm、70.6 \pm 10.9mm、90.3 \pm 8.4mm、114.0 \pm 7.3mm及び152.5 \pm 4.0mmであった。これらは人工生産種苗の飼育実験から求めた齢期別全甲幅と対比させるとC₈~C₁₂齢期群と考えられた。
2. 7~10月における各半期毎の性比と雌雄別平均全甲幅の大小を検討した。7月下半期~9月下半期の月半期別性比は42~55%で概ね相半したが、10月下半期は34%で調査期間中、最も低かった。性比が時期によって変化する原因の一つとして、漁法の特性が挙げられ、雌雄によるガザミの活動差を反映したも

のであると考えられた。一方、雌雄間の平均全甲幅の大小にはいずれの時期も有意差はみられなかった。

3. 雌雄間の外部形態を甲幅に対する各部位の相対成長により検討した結果、雌の第6腹節幅は強い優成長を、雄の鋏脚前節長、鋏脚長節長及び第2歩脚長節長は顕著な優成長を示し、第2次性徴はこれらの部位に強く発現した。また、雌の腹部には三角型と丸型の2種類があり、後者は9月下半期~10月下半期に全甲幅127.3~181.5mmの比較的大型の個体にみられた。2種類の腹部を卵巣の発達状況と併せて検討した結果、三角型は未成体型、丸型は成体型に判別できた。
4. 甲幅に対する鋏脚前節長と鋏脚長節長の相対成長から雄の雌に対する優成長は2つの部位でともに全甲幅62mmから始まり、雌成体最小型は丸型腹部の最小型である全甲幅127mmの個体であった。

文 献

- 1) 岩井 保・林 勇夫, 1990: 基礎水産動物学, 恒星社厚生閣, 266pp.
- 2) 岡山農林統計協会, 1998: 岡山県漁業の動き, pp65.
- 3) 林 健一, 1996: 1. 分類と分布, エビ・カニ類の増養殖 (橋高二郎・隆島史夫・金澤昭夫編), 恒星社厚生閣, 1-32.
- 4) 海上保安庁, 1986: 備讃瀬戸西部付近潮流図 (海上保安庁水路部編集兼印刷), pp15.
- 5) 三宅貞祥, 1983: 原色日本大型甲殻類図鑑(II), 保育社, pp277.
- 6) 秋田県水産振興センター・静岡県水産試験場浜名湖分場・兵庫県立水産試験場・岡山県水産試験場・広島県水産試験場・山口県内海水産試験場・愛媛県中予水産試験場, 1994: 平成5年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書, pp208.
- 7) 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, 東海区水産研究所, 189-207.
- 8) 鳥澤 雅・三橋正基・永井雄幸, 1998: 石狩湾におけるシヤコの産卵期, 日本水誌, 64(3), 453-461.
- 9) 石川栄助, 1985: 実務家のための統計学, 槇書店, pp426.
- 10) 唐川純一, 1999: 備讃瀬戸西部水域の小型底曳網漁場におけるガザミの生物特性に関する研究, 岡山水試報, 14, 32-47.
- 11) 久保伊津男・吉原友吉, 1986: 水産資源学改訂版, 共立出版株式会社, 135-150.

- 12) 今井秀行・秋山信彦・浜崎活幸・関谷幸行・林繁一, 1998: 静岡県清水市沿岸におけるガザミ雌の生殖年周期, 水産増殖, 46(1), 75-82.
- 13) 池田嘉平・稲葉明彦, 1971: 日本動物解剖図説, 広島大学生物学会編集, pp113.
- 14) 皆川 恵・隆島史夫, 1996: 2. 生理学 § 4. 脱皮と成長, エビ・カニ類の増養殖 (橘高二郎・隆島史夫・金澤昭夫 編), 恒星社厚生閣, 64-90.
- 15) 川辺勝俊・中野 卓・村井 衛・隆島史夫, 1992: 人工採苗シマアジ仔稚魚の相対成長, 水産増殖, 40(3), 253-259.
- 16) 秋田県水産振興センター・静岡県水産試験場浜名湖分場・兵庫県立水産試験場・岡山県水産試験場・広島県水産試験場・山口県内海水産試験場・愛媛県中予水産試験場, 1993: 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, 岡山県 pp25.
- 17) 秋田県水産振興センター・静岡県水産試験場浜名湖分場・兵庫県立水産試験場・岡山県水産試験場・広島県水産試験場・山口県内海水産試験場・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報告書, 岡山県 pp44.
- 18) 唐川純一・福田富男, 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.
- 19) 山口県内海水産試験場, 1961: 山口県内海水産試験場調査研究業績, 11(1), 351-354.
- 20) 小嶋喜久雄・花瀧靖子, 1981: 油谷湾におけるエビ・カニ類の生態学的研究-I. 出現種および種組成の季節変化, 西水研研報, 56, 39-54.
- 21) 浜崎活幸, 1996: ガザミの生殖と発育に関する研究, 特別研究8号, 社団法人日本栽培漁業協会, pp124.
- 22) 西村三郎, 1995: 日本海岸動物図鑑II, 保育社, pp663.
- 23) 小川泰樹・角田俊平, 1986: 児島湖産テナガエビの成長と寿命, 日水誌, 52(5), 777-786.