

【本論文】

御荘湾の汽水性動物プランクトン調査

大本将人¹

¹〒798-0066 宇和島市文京町1-1 愛媛県立宇和島東高等学校

御荘湾には、愛媛県南予地方には珍しい広大な干潟が現れる。御荘湾の湾口部は狭く、全体的に細長い閉鎖的な地形になっているため、流入河川である僧都川や蓮乗寺川から流れ出る泥や砂などが湾奥部に比較的堆積しやすいものと考えられる。この湾に形成される干潟は多様な生物の生息場所となっており、環境省が行った生物多様性総合調査においては、県内初発見となる魚類（タビラクチ、オニカマス）や甲殻類（マングローブテッポウエビ、フジテガニ、シオマネキ、ノコギリガザミ）、貝類（ドロアワモチ）など、絶滅危惧種や希少種が多数記録され、国内有数の貴重な干潟であることが分かった（環境省自然環境局生物多様性センター, 2005）。また、カニ類を対象とした調査では、アカテガニ、ハマガニ、ヒメアシハラガニ（愛媛県準絶滅危惧種）、クシテガニ（高知県絶滅危惧ⅠB類、徳島県絶滅危惧Ⅱ類）、タイワンヒライソモドキ、ヒメヒライソモドキなど、比較的希少な種が報告されている（山本ほか, 2007 a, b）。湾内にはまた、全国的に減少しているアマモ類の群落が多く存在し、水質の浄化や稚魚の育成場所として重要な役割を果たしている。

このように豊かな生態系を持つ御荘湾であるが、これまでプランクトンを対象とした調査については報告されていない。筆者は佐田岬半島の三崎港（大本, 2000 a, b）や宇和海北部沖合（大本, 2004）、八幡浜から大三島までの沿岸（大本, 2009）など、愛媛県各地の海域における動植物プランクトンの調査を行ってきた。今回は、広い干潟を有する御荘湾奥部の汽水環境を対象とし、年間を通じた動物プランクトンの出現状況を調査した。その結果、御荘湾奥部には汽水性熱帯種の群集がみられることが明らかとなり、

そのほとんどが高知県四万十川水域の出現種（坂口, 2008）と重複していることが分かったので、ここに報告する。

調査地点と調査方法

一般に、海域に繁茂するアマモ場にはカイアシ類の濃密な群集が形成されることが知られており（Ueda et al., 1983）、汽水域に繁茂するコアマモ場にも同様に汽水性種の群集が存在することが考えられたため、調査地点は湾奥部で僧都川からの淡水の影響を強く受けているコアマモ場上の一定点とした。採集は、2006年6月から2007年5月にかけて、潮位の低くなる大潮に近い日を選んで、月1回干潮の時間帯に行った（表1）。このうち、2007年1月から5月までは、潮が引きすぎて設定していた場所では採集を行えなかったため、少し沖へ移動した（図1）。使用したプランクトンネットは口径30cmの市販のものであり、コアマモの群落上で水面下0.5m付近の20m水平曳きを実施した。プランクトン採集と同時にサンプル海水中的水温、塩分をその場で記録した。塩分計はポケット海水濃度計PAL-06S（（株）アタゴ）を使用した。採集した試料は20mlサンプル瓶に入れ、現地で2.5%ホルマリンにて固定した。その後、研究室へ持ち帰り、ピペットでよく攪拌して任意に2mlを抜き取り、40倍および100倍の生物顕微鏡下で動物プランクトンの同定、計数を行った。生物試料は必要に応じて解剖し、同定は「日本産海洋プランクトン検索図説」（千原・村野, 1997）を参考に行った。ただし、アカルチア属のコペポディド幼体は種の同定が困難であったため、まとめて計数した。

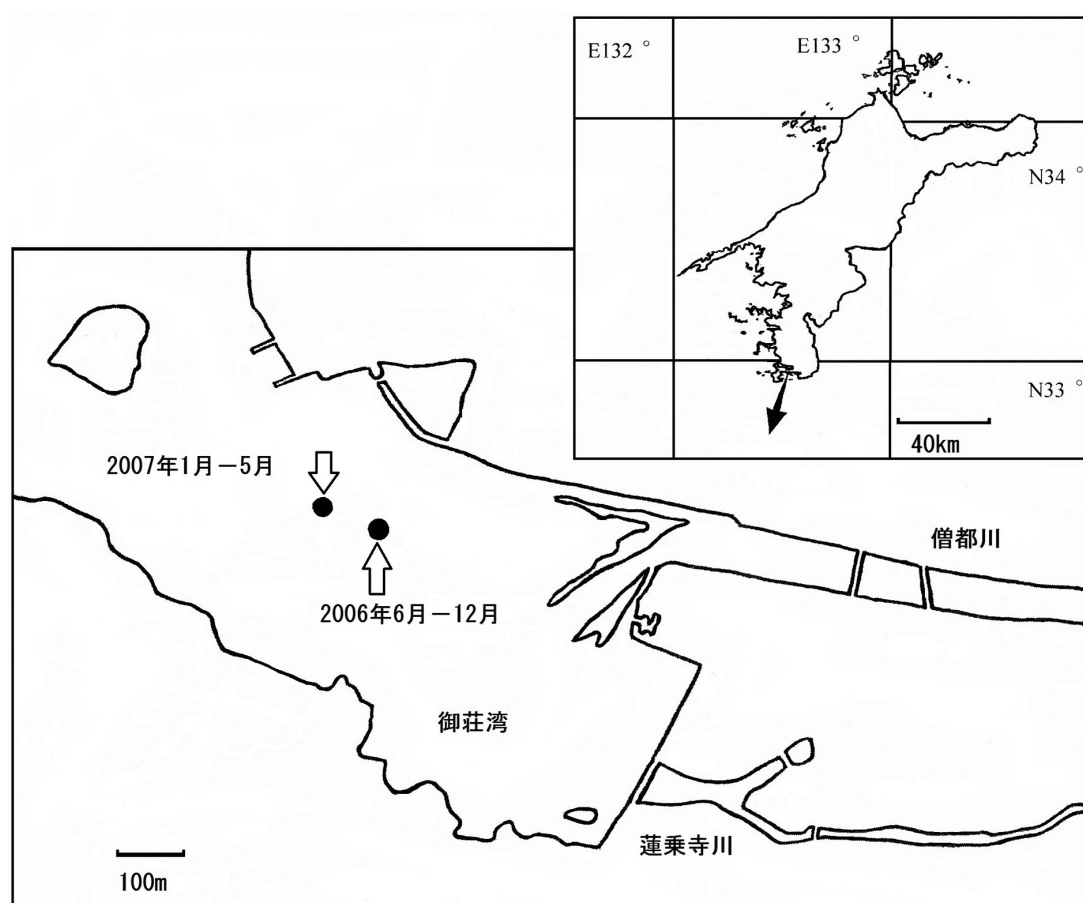


図1. 御荘湾の調査地点

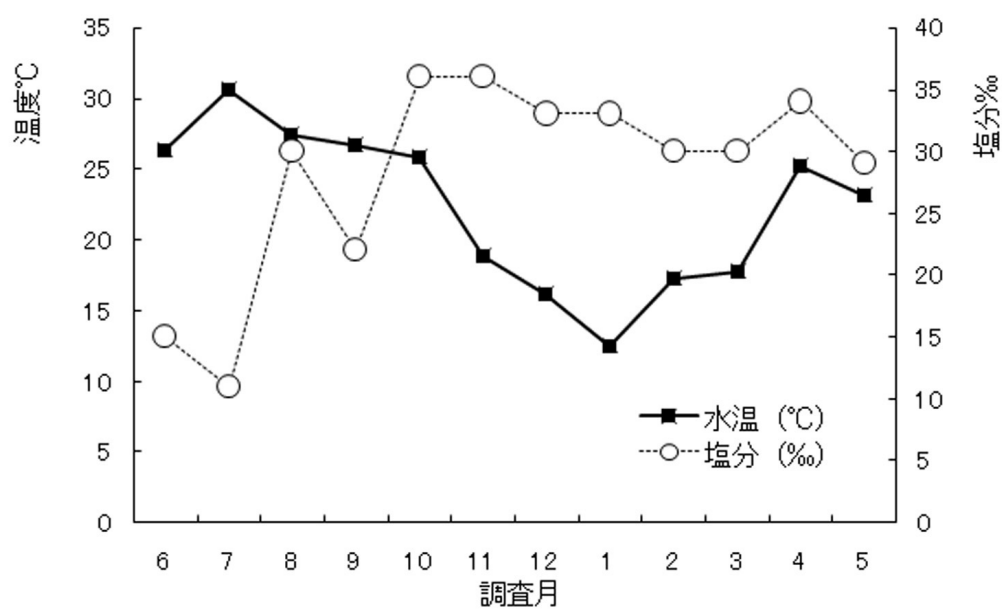


図2. 御荘湾奥部の水温・塩分変化

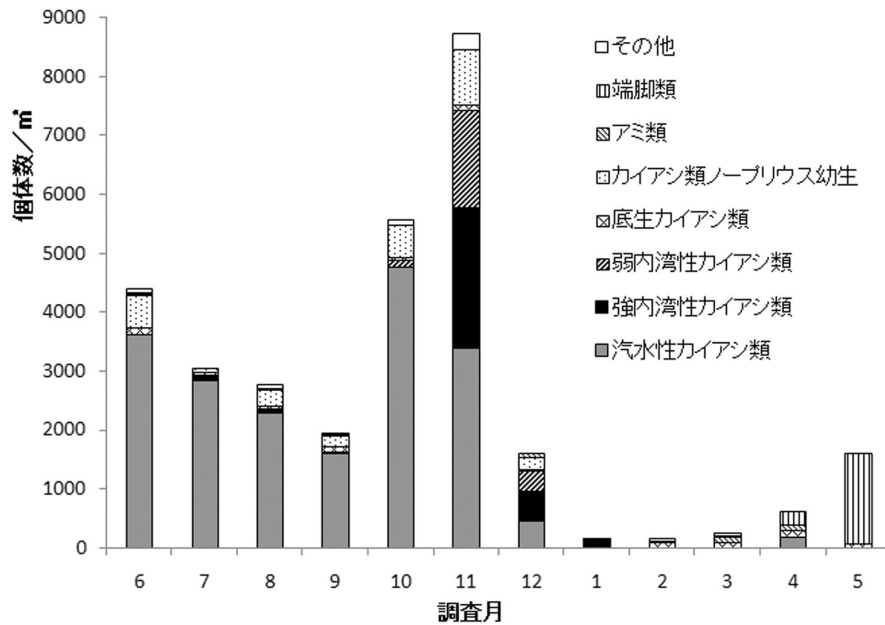


図 3. 御荘湾奥部の動物プランクトン季節変化

結 果

水温と塩分 調査期間中の水温は 13.0℃(1 月) から 31.0℃ (7 月) の範囲にあり, 年平均気温は 22.3℃であった(図 2). また, 塩分濃度は 11‰ (7 月) から 36‰ (10, 11 月) の範囲にあり, 年平均塩分濃度は, 28.3‰であった (図 2).

動物プランクトンの出現状況 動物プランクトンの年平均出現量は 2,600 個体/m³で, 最高は 11 月の 8,700 個体/m³, 最低は 2 月の 170 個体/m³であった. 動物プランクトン中で最も出現量が多かったのはカイアシ類であり, 年平均出現量は 2,300 個体/m³, 最高は 11 月の 8,500 個体/m³ (97%), 最低は 5 月の 70 個体/m³ (4%) であった. カイアシ類の年平均出現割合は 76%であり, 6 月–12 月までは 90%を超える優占率であったが, それより後は次第に小さくなった(図 3).

カイアシ類を生態区分別に分け (上田, 2001 a, b), 他の動物プランクトンとあわせて年平均出現個体数の多い順に整理すると, 汽水性カイアシ類 (1,600 個体/m³, 52%), 内湾性カイアシ類 (440 個体/m³, 14%), カイアシ類ノープリウス幼生 (230 個体/m³, 7%), 端脚類 (150 個体/m³, 5%), 底生カイアシ類 (70 個体/m³, 2%),

アミ類 (30 個体/m³, 1%), その他 (50 個体/m³, 2%) であった (図 3, 表 1).

年間を通してみると, 高水温期 (特に 6–11 月) に汽水性カイアシ類が増殖し, 11–2 月に強・弱内湾性カイアシ類が見られ, 冷水温期から春期 (1–4 月) にかけてアミ類が, 春期 (4–5 月) に端脚類 (ヨコエビ類) が多く出現した (図 3).

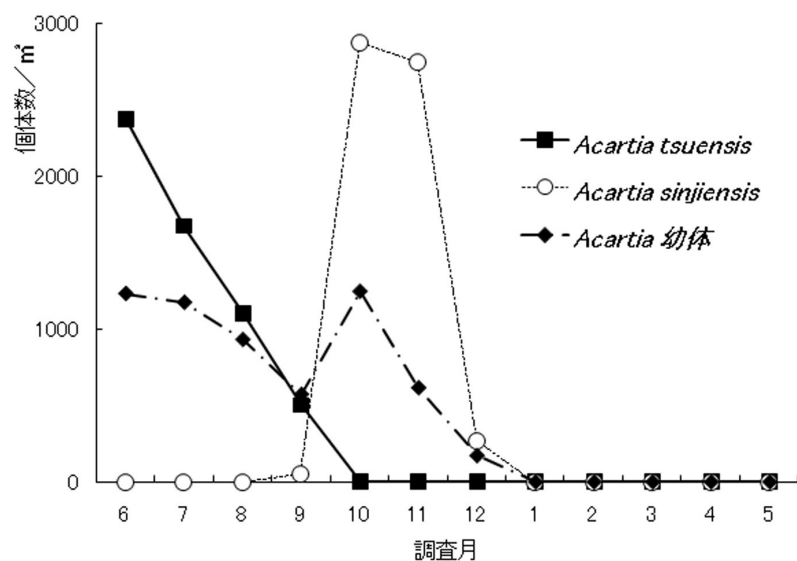
カイアシ類の種ごとの出現特性 調査期間を通じた平均個体数密度が最も多かったカイアシ類はアカルチア属であり, 年平均 1,460 個体/m³, カイアシ類中平均 38%を占め, 優占属となった. このうち, 汽水性の *Acartia tsuensis* (図 7 a, b) と *A. sinjiensis* (図 8 a, b) の 2 種は年間を通じて最も多くの個体が出現した. 2 種の出現時期は異なっており, *A. tsuensis* は 6–9 月に出現し, 6 月に最大数 2,370 個体/m³を記録した. *A. sinjiensis* は主に 9–12 月に出現し, 10 月に最大数 4,120 個体/m³を記録した. *A. tsuensis* は年平均 470 個体/m³, *A. sinjiensis* は年平均 500 個体/m³であった (図 4).

アカルチア属の次に出現した汽水性カイアシ類は pseudodiaptomus 属であり, 調査地点では *Pseudodiaptomus ishigakiensis* (図 9 a–c) が優占した. 年平均出現量は 120 個体/m³,

表 1. 御荘湾奥部に出現する動物プランクトンの季節変化

	2006年							2007年				
	6/10	7/17	8/25	9/23	10/21	11/19	12/25	1/25	2/21	3/21	4/21	5/19
<i>Acartia tsuensis</i>	2374	1673	1101	501	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acartia sinjiensis</i>	0	0	0	57	2874	2746	272	0	0	0	0	0
<i>Acartia</i> 幼体	1230	1173	930	572	1244	615	172	0	0	0	0	0
<i>Acartia erythraea</i>	0	0	0	0	0	186	43	0	0	0	0	0
<i>Pseudodiaptomus ishigakiensis</i>	29	0	272	472	644	29	14	0	0	0	29	0
<i>Pseudodiaptomus inopinus</i>	0	0	0	0	+	0	0	43	0	0	0	+
<i>Paracalanus crassirostoris</i>	0	0	0	0	0	1931	272	0	0	0	0	0
<i>Paracalanus parvus</i> s.l.	0	0	0	0	0	86	29	0	0	0	0	0
<i>Paracalanus</i> 幼体	0	0	0	0	72	215	129	0	0	0	0	0
<i>Sinocalanus tenellus</i>	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eurytemora pacifica</i>	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	157	0
<i>Oithona davisae</i>	0	86	57	29	0	272	186	0	0	0	0	0
<i>Oithona brevicornis</i>	0	0	0	0	43	1130	129	0	0	0	0	0
<i>Oithona nana</i>	0	0	0	0	0	229	29	0	0	0	0	0
<i>Oithona simplex</i>	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0
<i>Kelleria</i> sp.	0	14	43	72	14	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tisbe</i> sp.	43	0	0	0	0	0	0	0	100	29	114	29
Harpacticoida	72	43	0	29	43	86	29	0	0	58	0	43
カイアシ類ノープリウス幼生	558	57	272	172	543	944	215	0	0	0	0	0
萬脚類ノープリウス幼生	0	0	0	0	0	129	0	0	0	0	0	0
十脚類	29	0	14	0	0	0	0	0	3	4	0	0
クロイサザアミ	14	0	0	14	0	0	57	23	8	105	103	0
端脚類（アゴナガヨコエビ）	14	0	0	0	0	0	0	9	0	12	213	1530
端脚類 2	0	0	29	29	0	0	0	0	0	0	0	0
多毛類幼生	43	0	0	0	72	129	0	0	0	0	0	0
介形類	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
腹足類幼生	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
矢虫類	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0

＋：出現量が非常に少ないことを示す。数字は1m³あたりの個体数。

図 4. *Acartia* 属の季節的消長

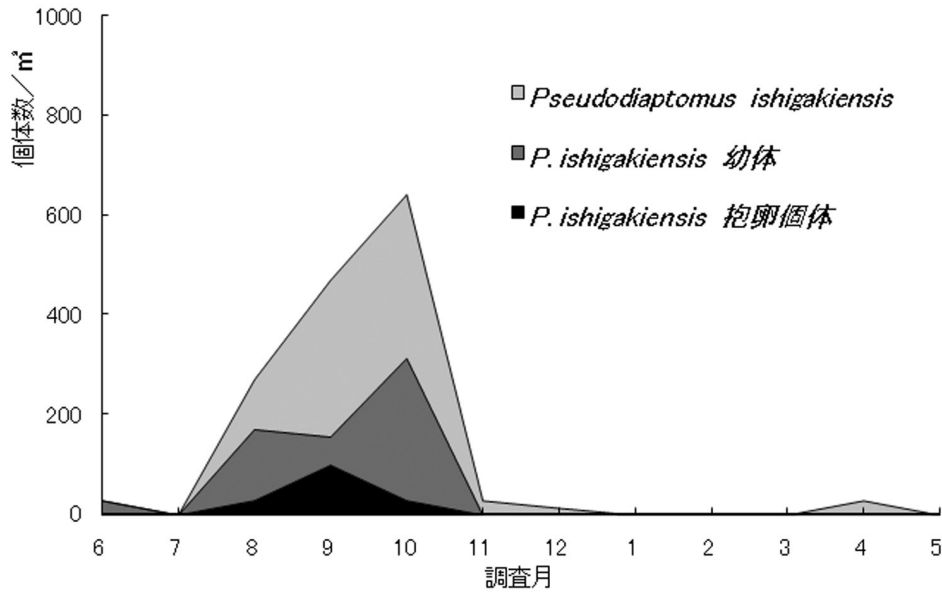


図5. *Pseudodiaptomus ishigakiensis* の季節的消長

夏－秋季にかけて増殖し、10月に最大出現量 640 個体/m³ (8－10月にかけては抱卵雌も多く出現) を記録した (図5)。また、*P. inopinus* (図10 a－c) も出現したが、春と秋のサンプル中に僅かに見られる程度であった (表1)。

汽水性カイアシ類のうち、非常に出現個体数が少なかったのが、冷水性種の *Eurytemora pacifica* (図11 a, b) で、4月に160 個体/m³ の出現が見られたのみであった。また、大型汽水種の *Sinocalanus tenellus* (図12 a, b) も、7月の一時期のみに出現し、個体数が非常に少なかった (表1)。

11－12月に多くなった内湾性カイアシ類のうち、年平均個体数が多かった順に並べると、ノープリウス幼生 (年平均 230 個体/m³)、*Paracalanus crassirostris* (強内湾性種：年平均 190 個体/m³)、*Oithona brevicornis* (弱内湾性種：年平均 110 個体/m³)、*O. davisae* (強内湾性種：年平均 60 個体/m³)、*Paracalanus* 属コペポディッド幼体 (年平均 35 個体/m³)、*O. nana* (弱内湾性種：年平均 20 個体/m³)、*P. parvus* s.l. (弱内湾性種：年平均 10 個体/m³)、*O. simplex* (弱内湾性種：年平均 2.4 個体/m³) であった (表1)。

底生カイアシ類のうち、ポエキロストム目の一種 *Kelleria* sp. (図13) は夏季－初秋に多く出現し、9月に70 個体/m³になった (年平均 12

個体/m³)。また、ハルパクチクス目の一種 *Tisbe* sp. (図14) は晩冬－春にかけて多く出現し、2月に100 個体/m³、4月に110 個体/m³を超えた (年平均 26 個体/m³)。両種の帰属は形態的特徴から判断されたが (Boxshall and Halsey, 2004)、これらは少なくとも千原・村野 (1997) には掲載されておらず、日本における分布については不明である。これら以外の Harpacticoida は、11月に80 個体/m³、6月に70 個体/m³を超えた (年平均 34 個体/m³) (表1)。

四万十川河口汽水域との比較 四万十川河口汽水域のカイアシ類出現種のリスト (坂口, 2008) から、明らかに外洋水起源と考えられる貧栄養沿岸種 (海水種) を除外し、今回の御荘湾奥部 (僧都川河口域) の出現種との比較を行ったのが表2である。汽水性熱帯種の *A. tsuensis* と *P. ishigakiensis*、汽水性種の *P. inopinus*、*S. tenellus*、その他内湾で見られる多くのものが共通種であった。しかし、四万十川に見られず、御荘湾でのみ見られたものもあり、その中で汽水性種と考えられるのが *A. sinjiensis* (熱帯種) と *E. pacifica* であった。

その他の生物 調査地点で卓越したアミ類はクロイサザアミ *Neomysis awatschensis* (図15) であり (年平均 26 個体/m³)、冬季－春にかけて多くなった。特に3、4月に100 個体/m³を超え、

表 2. 御荘湾奥部（僧都川河口域）と四万十川河口汽水域に出現するカイアシ類相の比較

出 現 種	生 態 区 分	御 荘 湾	四 万 十 川
Copepoda			
Calanoida			
<i>Acartia erythraea</i>	強内湾性種（富栄養沿岸種）	○	○
<i>Acartia omorii</i>	弱内湾性種（中栄養沿岸種）	○	○
<i>Acartia sinjiensis</i>	汽水性熱帯種（低塩分沿岸種）	○	
<i>Acartia steueri</i>	強内湾性種（富栄養沿岸種）	○	○
<i>Acartia tsuensis</i>	汽水性熱帯種（低塩分沿岸種）	○	○
<i>Bestiolina similis</i>	熱帯種		○
<i>Centropages</i> spp.	不明		○
<i>Calanopia thompsoni</i>	不明		○
<i>Eurytemora pacifica</i>	汽水性種（低塩分沿岸種）	○	
<i>Paracalanus parvus</i> s.l.	弱内湾性種（中栄養沿岸種）	○	○
<i>Paracalanus crassirostris</i>	強内湾性種（富栄養沿岸種）	○	○
<i>Pseudodiaptomus inopinus</i>	汽水性種（低塩分沿岸種）	○	○
<i>Pseudodiaptomus ishigakiensis</i>	汽水性熱帯種（低塩分沿岸種）	○	○
<i>Sinocalanus tenellus</i>	汽水性種（低塩分沿岸種）	○	○
<i>Torutanus</i> spp.	不明		○
Cyclopoida			
<i>Hemicyclops</i> spp.	不明		○
<i>Microcyclops varicans</i>	淡水産		○
<i>Oithona brevicornis</i>	弱内湾性種（中栄養沿岸種）	○	○
<i>Oithona davisae</i>	強内湾性種（富栄養沿岸種）	○	○
<i>Oithona nana</i>	弱内湾性種（中栄養沿岸種）	○	○
<i>Oithona oculata</i>	強内湾性種（富栄養沿岸種）	○	○
<i>Oithona similis</i>	弱内湾性種（中栄養沿岸種）		○
<i>Oithona simplex</i>	弱内湾性種（中栄養沿岸種）	○	○
Harpacticoida			
<i>Euterupina acutifrons</i>	弱内湾性種（中栄養沿岸種）	○	○
<i>Microsetella</i> spp.	弱内湾性種（中栄養沿岸種）	○	○
Other Harpacticoida	不明	○	○
<i>Tisbe</i> sp.	不明	○	
Poecilostomatoida			
<i>Kelleria</i> sp.	不明	○	

※四万十川河口汽水域のリストから、明らかに外洋水起源と考えられる貧栄養沿岸種（海水種）は除外した。

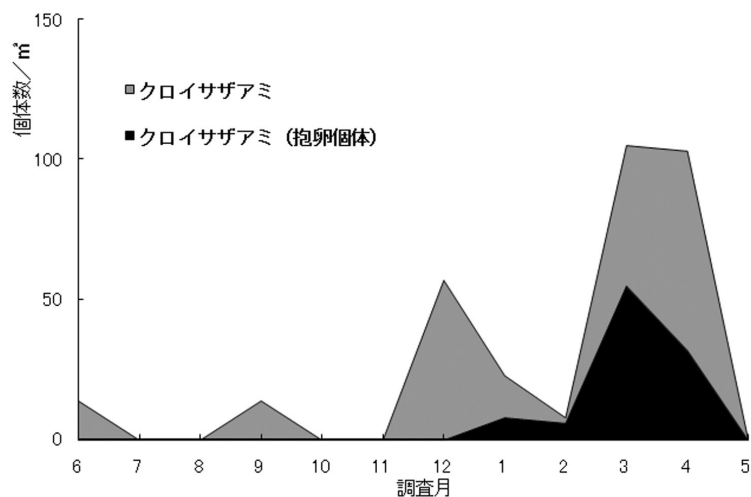


図 6. クロイサザミの季節的消長

抱卵雌もこの時期多く採集された(図6)。同様に調査地点で卓越した端脚類はアゴナガヨコエビ *Pontogeneia rostrata* (図16) で、年平均 150 個体/m² が出現した。また、春期に多く出現し、5 月には 1,500 個体/m² を超えた(表1)。

考 察

動物プランクトンの季節変化を見ると、11 月に内湾性カイアシ類が多く出現しており、これは主に *Paracalanus crassirostris* と *Oithona brevicornis* の増加による(表1)。地点の塩分濃度はこの時期が期間中最も高く、また、11 月の調査では沖側から陸側へ向かう強風があった。こうしたことから、内湾性カイアシ類の増大をもたらしたこれら2種は、一時的に湾の沖側の水塊が調査地点周辺へ移送されてきたことにより出現したものと思われる。

調査期間を通じて優占したアカルチア属では、*A. tsuensis* と *A. sinjiensis* の2種で期間中出現時期に差異が見られた(図4)。*A. tsuensis* は日本固有種で、近畿から琉球列島の汽水域に分布しており、*A. sinjiensis* は本州中部から琉球列島及びインドネシア、タイの汽水域に分布している(千原・村野, 1997)。*A. tsuensis* の生存最適水温は 25℃とされ(坂口, 2008)、本調査でも 6 – 9 月の水温 25℃を超える時期に採集されている(図2, 4)。しかし、その個体数密度は 6 月以降減少していた。また、この期間中、調査地点の塩分濃度はおおむね増加している。このことは、水温が適当であっても *A. tsuensis* の生息に塩分濃度の高さが制限要因となっていることをうかがわせる。

A. sinjiensis は *A. tsuensis* よりも暖海にまで分布しており、その生存最適水温はおおむね類似すると考えられるが、本調査では水温が下降期に入る 10 – 11 月で個体数が多かった(図2, 4)。この時期は調査期間中最も地点の塩分濃度が高く、また、筆者は両種が出現する時期に *A. tsuensis* が *A. sinjiensis* よりも湾の上流側に分布するのを確認している(未発表)。従って、*A. sinjiensis* は *A. tsuensis* よりも高塩分に対して適応している可能性がある。すなわち、*A. sinjiensis* が高水温期に採集されていないのは、

その期間の地点の塩分濃度が低かったことが制限要因であったと思われる。なお、12 月以降両種ともにほとんど出現していないのは、地点の水温が増殖適水温以下であったことによると思われる。

御荘湾においては、アカルチア属と同じように pseudodiaptomus 属も、*P. ishigakiensis* と *P. inopinus* の2種が出現する。*Pseudodiaptomus* 属は昼は近低層に、夜は上昇して表層まで分布する日周鉛直移動を行うことが知られており(坂口, 2008)、夜間にも調査を行えば、より多くの *Pseudodiaptomus* 属を採集できたかもしれない。

P. ishigakiensis は、最近まで奄美大島や琉球列島以外での出現の報告がなかった種であるが、四万十川河口汽水域でも再生産されていることが確認された(坂口, 2008)。今回の御荘湾での報告は四国で2例目となり、*P. ishigakiensis* の分布域をさらに広げるものとなった。さらに、夏季に抱卵個体も多く見られたことから、御荘湾奥部でも四万十川河口汽水域と同じように、*P. ishigakiensis* が定着し再生産されていると思われる(図5)。

その他の底生カイアシ類として示した2種のうち、*Kelleria* sp. は、個体数は少ないが、比較的大きく目立つ種であった。*Kelleria* 属の種において、*K. gradata* はウミユリ類と、*K. australiensis* はヒトデ類と共生しており(Stock, 1967; Kim, 2003)、韓国産 *Kelleria* 属3種は潮間帯の無脊椎動物の巣穴から発見されていることから(Kim, 2006)、今回の種も干潟に巣穴を作る何らかの動物の共生生活者ではないかと思われる。今後、種の実態を解明するとともに、宿主生物の解明も含めて調査研究を続けていきたい。

謝 辞

本報をまとめるにあたり、標本の同定・確認と種についての情報をいただいた高知大学総合研究センター海洋生物研究教育施設の上田拓史先生、論文を送っていただいた同研究教育施設の坂口穂子氏、愛南町御荘湾のカニ類の論文を送っていただいた宇和島水産高等学校の水野晃秀氏に対し、心よりお礼申し上げます。

引用文献

- Boxshall, G. A. and S. H. Halsey. 2004. An Introduction to Copepod Diversity. The Ray Society, London. 966pp.
- 千原光雄・村野正昭 (監). 1997. 日本産海洋プランクトン検索図説. 東海大学出版会, 東京. 1575pp.
- 環境省自然環境局生物多様性センター. 2005. 第6回自然環境保全基礎調査 生物多様性調査 種の多様性調査 (愛媛県) 報告書. 環境省自然環境局生物多様性センター. 230pp.
- Kim, I.-H. 2003. Copepods (Crustacea) associated with marine invertebrates from New Caledonia. Korean J. Syst. Zool., Special Issue, 4: 1-167.
- Kim, I.-H. 2006. Three new species of Kellera (Copepoda: Poecilostomatoida: Kelleriidae) from Korea. Korean J. Syst. Zool., 22 (1): 1-11.
- 大本将人. 2000a. 三崎町における海洋プランクトンの出現種類目録. 南予生物, 11: 6-19.
- 大本将人. 2000b. 三崎町における動植物プランクトンの季節的・時間的変動. 南予生物, 11: 20-32.
- 大本将人. 2004. 宇和海北部のプランクトン調査. 南予生物, 13: 1-12.
- 大本将人. 2009. 八幡浜から大三島にかけての沿岸及び内湾性プランクトン調査. 南予生物, 15: 18-29.
- 坂口穂子. 2008. 四万十川河口汽水域における汽水性カイアシ類の生態学的研究. 高知大学大学院農学研究科 2007 年度修士論文, 26pp.
- Stock, J. H. 1967. Copepoda from invertebrates from the Gulf of Aqaba. 4. Two new Lichomolgidae associated with Crinoida. Proc. K. Ned. Akad. Wet., C, 70 (5): 569-578.
- 上田拓史. 2001a. 内湾性カイアシ類の生態. 月刊海洋 号外 27: 96-104.
- 上田浩史. 2001b. 環境指標としてのプランクトン. 地球環境, (社) 国際環境研究協会, 16 (1): 29-37.
- Ueda, H., A. Kuwahara, M. Tanaka and M. Azeta. 1983. Underwater observations on copepod swarms in temperate and subtropical waters. Mar. Ecol. Prog. Ser., 11: 165-171.
- 山本藍子・水野晃秀・町田吉彦. 2007a. 愛媛県愛南町の干潟で確認されたクシテガニ (カニ下目ベンケイガニ科). 四国自然史科学研究, 4: 62-64.
- 山本藍子・水野晃秀・町田吉彦. 2007b. 愛媛県南部におけるタイワンヒライソモドキとヒメヒライソモドキの分布 (カニ下目モクズガニ科). 四国自然史科学研究, 4: 18-21.
- 南予生物 16: 39-48, (2010 年 2 月 11 日受付)
- 連絡先 大本将人 (〒798-0066 宇和島市文京町1-1 愛媛県立宇和島東高等学校)



図 7a. *Acartia tsuensis* 雌

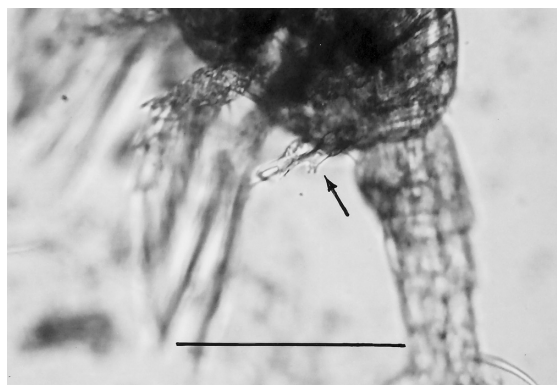


図 7b. *Acartia tsuensis* 雌の第 5 胸肢 (末節の瘤が鈍くともった二山形)



図 8a. *Acartia sinjiensis* 雌

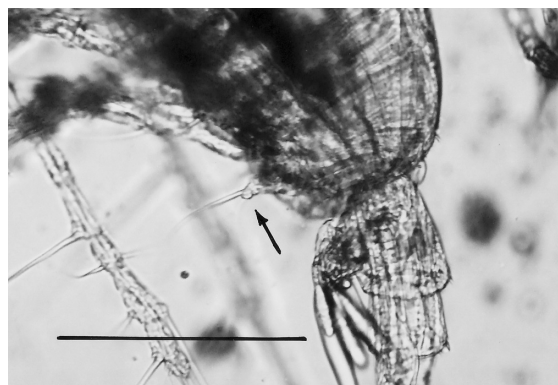


図 8b. *Acartia sinjiensis* 雌の第 5 胸肢 (末節の瘤が丸形)



図 9a. *Pseudodiaptomus ishigakiensis* 雌



図 9b. *P. ishigakiensis* 雄



図 9c. *P. ishigakiensis* 雄の第 5 胸肢 (右外肢第 1 節外側末端角の V 形棘)



図 10a. *Pseudodiaptomus inopinus* 雌

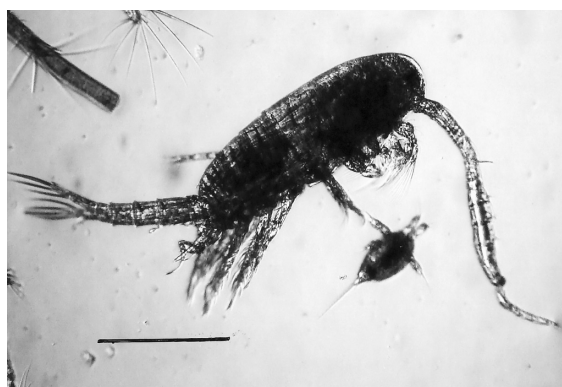


図 10b. *P. inopinus* 雄

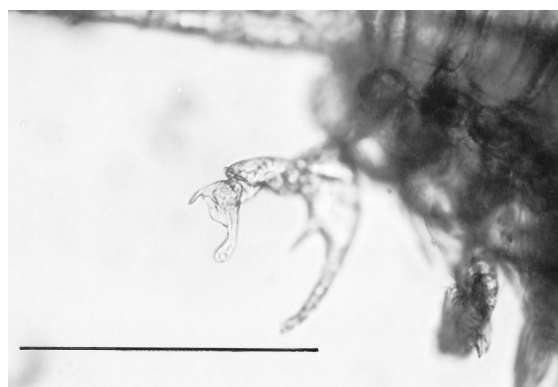
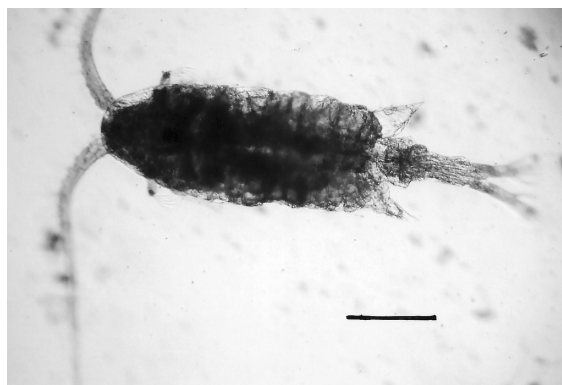
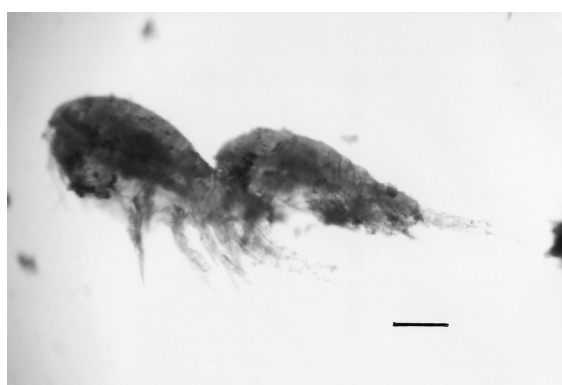
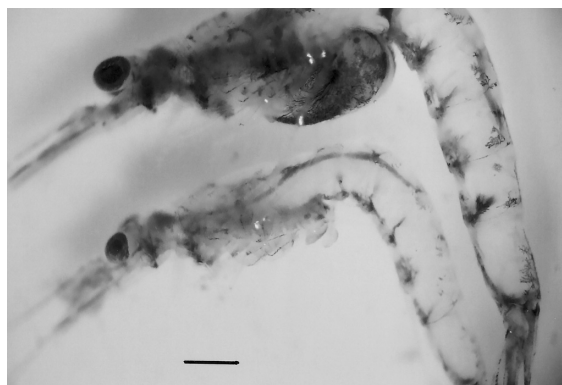


図 10c. *P. inopinus* 雄の第 5 胸肢

図 11a. *Eurytemora pacifica* 雌図 11b. *Eurytemora pacifica* 雄図 12a. *Sinocalanus tenellus* 雌図 12b. *Sinocalanus tenellus* 雄図 13. *Kellera* sp. 雌 (左) と雄 (右)図 14. *Tisbe* sp. 雌図 15. クロイサザアミ *Neomysis awatschensis*
雌 (上) と雄 (下)図 16. アゴナガヨコエビ *Pontogeneia rostrata*

※図 15 のスケールバーのみ 1mm. それ以外は全て 250 μ m.