

石垣島アンパル干潟におけるカニ類優占 2 種の 繁殖時期の推定及び幼生放出

河内 敦¹・笹嶋悠達²・入江光輝³・成瀬 貫⁴
石川忠晴⁵

アンパル干潟において赤土堆積による環境変化の指標種になりうるカニ類優占 2 種を対象として、4ヶ月間の定点生物定量調査と幼生サンプリングを行い、それらの繁殖時期の推定と孵化直後の幼生の動態について考察した。また、干潟の流れ場を流動モデルで再現し、Tracer による数値実験を行い幼生の動態について検討した。現地調査から 2 種の繁殖時期が重複していることが分かり、それぞれが干潟で分布をもってすみわけていることが統計的に示されるとともに、海域への幼生流出量には種毎に異なったピークがあることが明らかになった。また、数値実験からこのピークの違いが、各々の生息分布と干潟の流動特性に起因しているものと推察された。

1. はじめに

石垣島西部、名蔵川河口に位置するアンパル干潟は、多種のカニ類を中心とした非常に豊かな生物相で知られている。しかし近年の上流域での土地改良等に伴う赤土流出により地形が変化し、カニ類の生息環境に影響を及ぼしている恐れがある(長谷川ら, 1994; 藤本ら, 1994 他)。

環境変化が生物に与える影響の評価には、適切な指標種を選定し、その生活史を把握することが重要である。本研究ではミナミコメツキガニ (*Mictyris brevidactylus*) とコメツキガニ (*Scopimera globosa*) に着目した。この 2 種は量的に優占しており(入江ら, 2005)、その個体数の増減が干潟生態系の物質循環全体に与える影響も大きいと思われるためである。

既往文献に記載されている 2 種の生態的特徴を表-1 にまとめている。ただしカニ類の生態(特に繁殖時期)は気候帯や個々のサイトによって異なることが多いので(和田, 2000)、これらはあくまで参考データである。

アンパル干潟は図-1 に示すように閉鎖的な潟湖干潟であり、北部の水路で海域に接続している。そこで本研究では、このような地形的特徴を踏まえ、干潟内での生物定量調査と開口部での幼生サンプリングを行うとともに、その関係を流動数値計算により検討し、繁殖時期の推定と孵化直後の浮遊幼生の動態の把握を試みた。

表-1 対象種の生態

種名	コメツキガニ	ミナミコメツキガニ
生息分布	北海道～沖縄、台湾、セイロン島	種子島～八重山諸島、台湾、香港、フィリピン沿岸
繁殖時期	4月～9月	12月～2月
放卵時期	5月下旬～	12月下旬～
産卵回数	1回/年	
幼生の浮遊期間	1ヶ月弱	
参考文献	Wada(1981) 山口・田中(1974)	仲宗根・赤嶺(1981)



図-1 干潟全体図

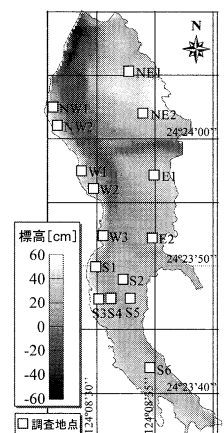


図-2 定量調査地点

2. 生物定量調査

(1) 調査方法

産卵時期を把握するため、図-2 に示す干潟内の 15 地点において、2005 年 12 月から翌年 4 月までの大潮毎に計 9 回のコドラート調査を行った。地点選定にあたっては、対象種を効率よく採取でき、かつ調査地点が干潟全体にできるだけ均等に配置されることが重要であるため、入江ら(2005)が行った対象種の個体分布調査結果を基

1 学生会員 東京工業大学大学院総合理工学研究科環境理工学創造専攻
2 学生会員 東京工業大学土木工学科
3 正会員 博(工) 東京工業大学研究員大学院総合理工学研究科環境理工学創造専攻
4 琉球大学研究員大学院理工学研究科
5 フェロー 工博 東京工業大学教授大学院総合理工学研究科環境理工学創造専攻

に、個体を効率よく採取できそうな30地点を干潟面上に均等に配してコドラート調査を行い、その中から比較的個体が多く確保できた地点を空間的に偏らないように選出し15地点とした。

調査は、50 cm 四方を深さ 30 cm まで掘り出し、3 mm 目のふるいにかけて、確認されたカニ類の全種全個体について、個体の甲長・甲幅を計測するとともに、雌雄、抱卵の有無を判別し、記録した。

(2) 調査結果

a) 繁殖時期の推定

調査期間中に確認された個体のほとんどは前記の2種で、両種ともに抱卵雌が確認された。それらの空間分布の一例を図-3に示す。

両種の全雌個体の甲長組成を図-4に示す。ミナミコメツキガニは、7.5 mm と 11 mm にピークが見られた。これは0才群と1才群に対応していると推測できる。一方コメツキガニにはピークが1つしか見られない。この理由として繁殖期間の長さの違いが考えられる。一般に1才群より0才群の方が成長速度は大きく、時間と共にピークは接近するが、繁殖期間の長いコメツキガニにあっては、発生時期によって個体の甲長差が生じるため年

齢によるピークが見えにくくなると思われる。

図-5に抱卵率(サンプリングされた全雌個体中の雌抱卵個体の割合)を示す。ミナミコメツキガニは1月末をピークとしてその前後1ヶ月半が繁殖時期と見られる。

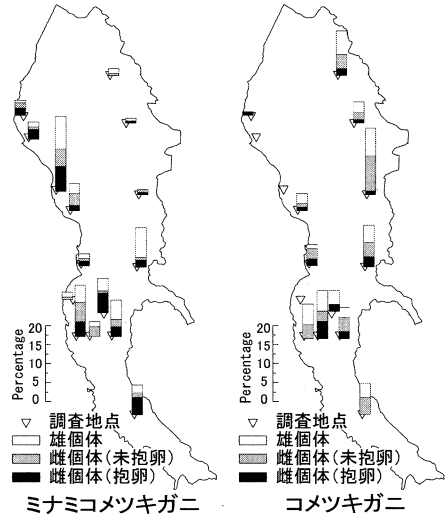


図-3 地点別コドラート調査結果 (2006/1/14 分)

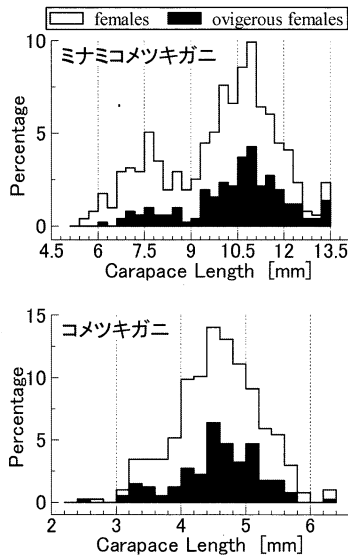


図-4 雌個体の甲長組成 (全調査回合計)

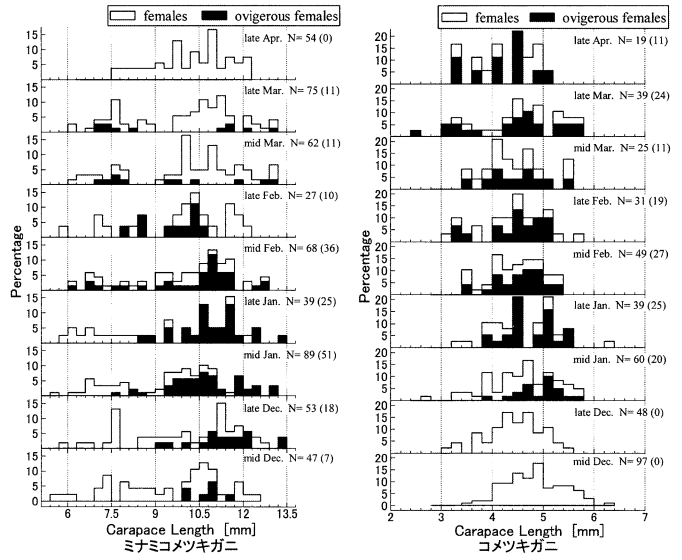


図-6 雌個体の甲長組成 (調査回毎)

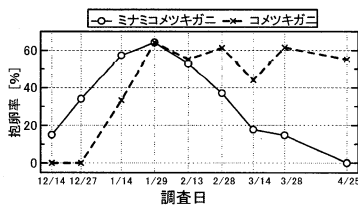


図-5 抱卵率の推移

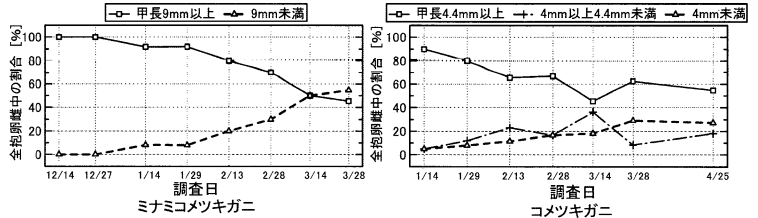


図-7 甲長別抱卵雌個体の割合

一方、コメツキガニの抱卵率は1月末から3ヶ月以上、50%前後で推移している。この種は、温帯域では6~8月が繁殖のピークと言われているが(和田, 2000), アンバル干潟は亜熱帯域であるため、繁殖時期が早まっている可能性がある。実際、他の種では気候帯の違いによる繁殖時期の相違が報告されている(和田, 2000)。表-1に示したようにコメツキガニの繁殖期間はもともと長いですが、本調査で確認された開始時期(1月末)からいつまで続くかについては、今後の継続調査が必要である。

図-6に種毎の雌個体の甲長組成を示す。両種ともに抱卵個体は繁殖初期に大きく、1,2ヵ月後に小型個体に移っていく。図-7は甲長別の抱卵雌割合の時間推移である。ミナミコメツキガニについては0才群(甲長9mm未満)と1才群(9mm以上)とした。一方コメツキガニは、前述のようにピークによる分類が難しいが、ここでは便宜的に0才群(甲長4.2mm未満)と中間群(4.2mm以上4.4mm未満)と1才群(4.4mm以上)とした。両種とも甲長の大きいグループが先に抱卵し、その後小さいグループに移っていくことが分かる。なお、両種とも甲長の大きい抱卵雌の卵数が多いので(仲宗根・赤嶺, 1981; 山口・田中, 1974), 後になるほど、抱卵全数は減少すると思われる。

b) 場所毎の生息個体数の変動

場所ごとの生息個体数の違いを検討するために、統計的有意差の検定を行った。地点毎の計測回数がそれほど多くなく正規分布を仮定できない恐れがあるので、ここでは二元配置分散分析のノンパラメトリック手法であるFriedmann法を用いた。選択因子は、地点(定点15地点: 因子A)と調査日(第6回調査は13地点のみのため、それを除く計8回分: 因子B)とし、また場所と時期には無関係に対象種は生息しているとした(帰無仮

説)。その結果、両種ともに因子Aのみ帰無仮説が棄却された。すなわち生息個体数は地点ごとには異なるが調査期間での時間変動は小さい。

そこで、Steel-Dwass法を用いて多重比較を行い、地点毎の差異について検討した。なお有意水準 α は0.10に設定した。結果を図-8に示す。ここでは正規分布が仮定できないため、中央値と四分位範囲を用いた箱髭図として表示している。ミナミコメツキガニでは、S3, S6(干潟南部)とNE1(北部)に有意差が認められた。コメツキガニでは、南部S3, S4, S5, S6と東部E1, E2, NE1に対して西部NW1, W1に有意差が認められた。閉鎖的なアンバル干潟では、後に述べるように孵化直後の浮遊幼生の海域への流出に対して親カニの空間分布が重要な影響因子になると考えられる。

3. 幼生サンプリング

(1) 幼生の判別とサンプリング方法

干潟と海域を往来する浮遊幼生量を把握するため、開口部に架かる名蔵大橋から、水路中央の水底から30cmの位置にプランクトンネット(口径20cm, 目開き100 μ m)を下ろし幼生を採取した。採取は30分間隔、一回の採取は上げ潮時には20分、下げ潮時には10分とした。また図-9のように、ネットの開口部に電磁流速計(アレック社製COMPACT-EM)を取り付け、ネット通過水量を概算できるようにした。またそれとは別に水路断面の中央に流速計を設置し、断面流量を概算できるようにした。得られた資料は5%ホルマリンで固定して持ち帰り、顕微鏡により各種幼生の個体数を数えた。表-2に調査日程を示す。

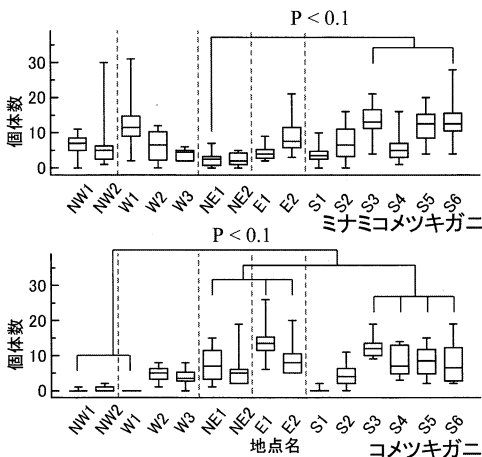


図-8 調査地点別箱髭図

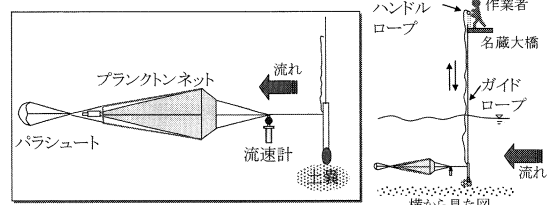


図-9 ネットの仕掛け及び作業風景

表-2 幼生サンプリング実施日

観測日	月齢	潮汐	満潮時刻	観測時刻	最近朔望日
2006/2/15	16.5	大潮	20:30	20:00-24:30	2/13
2006/2/16	17.5	中潮	9:15	5:30-12:30	
2006/2/28	0.1	大潮	19:50	16:30-22:30	2/28
2006/3/14	14.1	大潮	19:30	14:00-24:00	
2006/3/15	15.1	大潮	7:35	0:00-12:00	3/15
			19:55	17:00-24:00	
2006/3/28	28.1	中潮	18:40	15:00-21:30	3/29

(2) サンプリング結果

a) 幼生の判別

前述のコドラート調査から、対象2種の繁殖時期が重なっていたため、2種のゾエア幼生を判別する必要が生じた。そこで、両種の抱卵雌を実験室で飼育し、孵化後にゾエア幼生の形状を顕微鏡で確認した結果、写真-1 (a), (b)の点線に示すような頭部の角の有無から判別できることがわかった。なお、対象種以外のゾエア幼生も採取されたが、それらが顕著に見られるようになったのは3月以降であり、数も少なかった。

b) 孵化日と潮汐について

図-10に結果を示す。縦軸は1回に採取された2種の幼生数をネット通過水量で除し、採取密度としたものである。横軸は名蔵大橋下での水位計測から得られた満潮位からの時差(時間)である。

ゾエア幼生の通過は夜間の下げ潮直後から約3時間以内に集中し、昼間はほとんどみられなかった。したがってゾエア幼生は夜間満潮前後に放出され、その後は開口部を往来することはほとんど無く、海域で浮遊幼生期を過ごすと考えられる。

ゾエア幼生密度には両種ともに、観測日によって差があった。一般に、カニ類の放卵は大潮に行われる。しかし、今回の観測では朔望日前後で孵化のタイミングに規則性は見出せなかった。何を基準に対象種が孵化するのにかについては今後の課題である。

c) 開口部における幼生通過量の差異

図-10を見ると幼生が干潟開口部を通過するタイミングが2種で異なっている。ミナミコメツキガニは満潮から直ちにピークが現れたが、コメツキガニは遅れを伴っている。これは生息場所と開口部の距離の違いによる可能性がある。実際2.(2).b)に述べたように、対象種の生息密度は干潟内で粗密がある。またコメツキガニではピークが2つ生じているが、これは時期によって生息地毎の抱卵率が変化するためであると思われる。これらについては、次章で検討する。

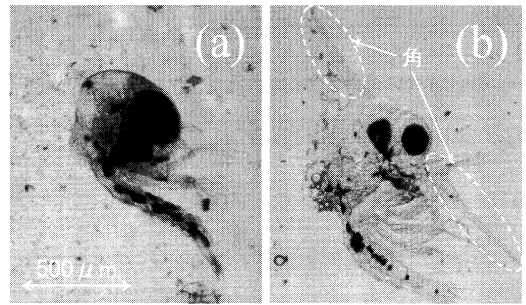


写真-1 ゾエア幼生
(a)ミナミコメツキガニ, (b)コメツキガニ

海域への幼生流出のピーク時間の違いが幼生期の生活史に与える影響についてまだよくわかっていない。しかし、海域への広がり方と、その後の干潟への回帰可能性は流出時刻の影響を受けるはずであり、海域での幼生の挙動に関する今後の調査により、この点を検討する予定である。

4. 数値実験

(1) 計算モデルと実験概要

孵化後の幼生の動態を把握するために数値実験を行った。流動計算には、西オーストラリア大学で開発された3次元流動モデル(ELCOM)を用いた。ELCOMは流動計算と同時に、濃度で与えられるTracerを流すことができる。このツールを用い、図-11に示す6地点から満潮時刻前後1時間に放出されたTracerの運動をシミュレートし、開口部を通過するTracer量[濃度]を時系列で算出した。これらの地点のうち、西側2点(W1, W2)は生息分布調査でミナミコメツキガニが多数認められた地点、東側2点(E1, E2)はコメツキガニが多数認められた地点、南側2点(S1, S2)は両種が多数認められた地点である。なお放出の初期濃度は10である。計算対象期間は、幼生通過量に顕著なピークが見られた2006年2月15日の夜間下げ潮とした。

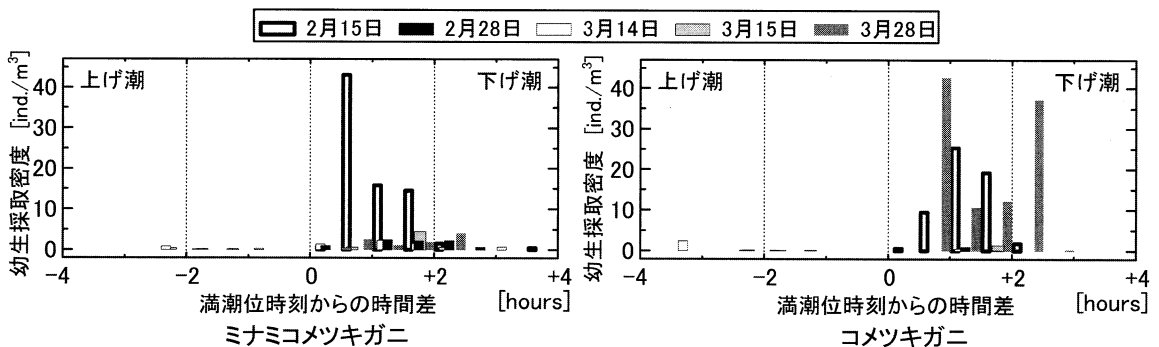


図-10 ゾエア幼生採取密度

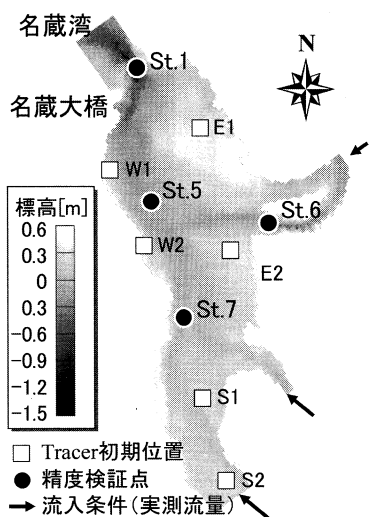


図-11 Tracer 初期位置

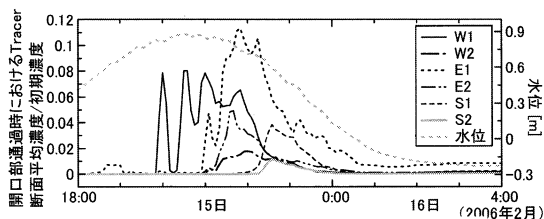


図-12 Tracer 断面平均濃度時系列

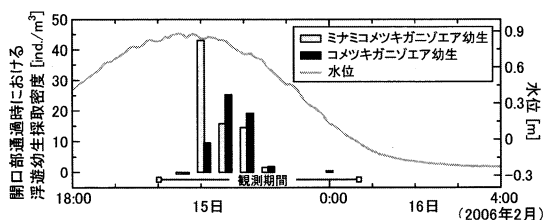


図-13 幼生採取密度時系列

(2) 実験結果

結果を図-12に示す。Tracerの値は名蔵大橋直下の開口部断面での平均濃度を初期濃度で無次元化して表している。また、図-13に計算対象期間の幼生サンプリングの実測結果を採取密度で示す。各地点からのTracerの流出のピークは、W1がもっとも早く、その後E1、E2及びW2がほぼ同時刻に、そして干潟南部のS1、S2が最後となっている。図-13の結果と比較すると、ミナミコメツキガニ幼生の採取密度のピークはW1のそれと、

コメツキガニのピークはE1、E2のそれとほぼ一致していることが分かる。図-3に示した定量調査の結果から、西部のW1、W2にはミナミコメツキガニが多く、E1、E2にはコメツキガニが多かった。したがって、数値実験によって孵化直後の幼生の動態が概ね再現できているものと思われる。また、孵化直後の幼生の海域への流出時刻は、生息場所によって規定されている可能性が高いと考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた成果を以下に示す。

- (1) アンバル干潟のカニの優占であるミナミコメツキガニは1月から2月、コメツキガニは1月以降に抱卵する。
- (2) 両種の生息分布について統計的有意差検定を実施したところ、空間的に有意差がある一方、観測期間内の時間変動は有意でなかった。
- (3) 海域に接続する干潟開口部で幼生を採取したところ、海域への幼生流出のピークが種によって異なっていた。流動数値計算をおこなったところ、ピークのずれは、各々の生息分布と干潟の流動特性に起因していると思われる。

今後は、海域流出後の浮遊幼生の動態や、干潟内への幼生着床について検討し、干潟流動特性がカニの浮遊幼生に及ぼす影響を明らかにしたいと考えている。

なお、本研究は河川環境管理財団の河川整備基金の助成のもとで行われた。記して謝意を表す。

参考文献

- 入江光輝・河内敦・石神卓美・石川忠晴(2005)：石垣島アンバル干潟に優占して生息する数種類のカニの生息環境について、環境システム研究論文集，第33巻，pp. 55-62。
- 仲宗根幸男・赤嶺智子(1981)：ミナミコメツキガニの生殖周期と稚ガニの成長，沖縄生物学会誌，第19号，pp. 17-23。
- 長谷川均・目崎茂和・前門晃・山内秀夫(1994)：石垣島名蔵湾アンバル干潟の環境変化，日本地理学会予稿集，Vol. 45，pp. 74-75。
- 藤本潔・山内秀夫・目崎茂和・長谷川均・前門晃(1994)：石垣島名蔵川低地とマングローブ林の形成過程，日本地理学会予稿集，Vol. 47，pp. 384-385。
- 山口隆男・田中雅樹(1974)：コメツキガニの生態I。個体群構造の季節的変化について，Jap. J. Ecol.，Vol. 24，No. 3，pp. 165-174。
- 和田恵次(2000)：干潟の自然史，京都大学学術出版会，pp. 66。
- Wada, K. (1981)：Growth, breeding, and recruitment in *Scopimera globosa* and *Ilyoplax pusillus* (crustacea: Ocypodidae) in the estuary of Waka River, middle Japan, Publ. Seto Mar. Biol. Lab. XXVI(1/3), pp. 243-259。