

# 曾根干潟におけるカブトガニ幼生と 底質特性に関する一考察

STUDY ON HORSESHOE CRAB (*Tachypleus tridentatus*) LARVAE AND BOTTOM  
SEDIMENT CHARACTERISTICS IN THE SONE TAIDAL FLAT

原 喜則<sup>1</sup>・小島 治幸<sup>2</sup>・鄒 曙光<sup>3</sup>・伊藤 陽<sup>4</sup>・西岡 晃<sup>5</sup>・高比良 光治<sup>6</sup>  
Yoshinori HARA, Haruyuki KOJIMA, Shuguang YAN, Kiyoshi ITO, Akira NISHIOKA and  
Kouji TAKAHIRA

- <sup>1</sup>正会員 修士 (工学) 九州共立大学 技師 工学部 環境土木工学科 (北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8)  
<sup>2</sup>正会員 工博 九州共立大学 教授 工学部 環境土木工学科 (北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8)  
<sup>3</sup>正会員 博士 (工学) 九州共立大学 講師 工学部 環境土木工学科 (北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8)  
<sup>4</sup>非会員 学士 株式会社 三洋コンサルタント 九州支店 (北九州市小倉北区京町3-14-17)  
<sup>5</sup>非会員 修士 (水産学) 株式会社 三洋コンサルタント 九州支店 (北九州市小倉北区京町3-14-17)  
<sup>6</sup>非会員 修士 (水産学) 財団法人 九州環境管理財団 (福岡市東区松香台1-10-1)

The Sone tidal flat in Kitakyushu city has a dry flat of about 517ha during ebb tides. It is one of the nicest spots for the wild bird observation through the four seasons. It is also famous as the breeding ground of Horseshoe crab (*Tachypleus tridentatus*). Although large-scale landfills have been recently constructed around the Sone tidal flat, number of Horseshoe crab breeding pairs laying eggs have been increasing. However, they suddenly decreased for the past 2 years. The aim of this study is to understand physical habitat environments of Horseshoe crab larvae and bottom sediment characteristic through field studies.

This study confirmed the bottom sediment characteristics, especially about the bottom sediment hardness. In addition, the relationship between the bottom sediment characteristics and the number of the Horseshoe crab larvae observed was discussed.

**Key Words :** field studies, bottom sediment, bottom sediment hardness, Horseshoe crab larvae habitat

## 1. はじめに

福岡県北九州市小倉南区にある曾根干潟 (図-1) は, 幅 (南北) 約 3km, 干出距離 (東西) が約 1.7km, 最大干出面積が約 520ha あり, 北九州市内に存在する干潟の中で最大である. 沖合約 3km には平成 18 年 3 月に開港した新北九州空港の人工島が位置している. また, 干潟沖側の間島の南側で漁港が, 干潟の南側では苅田港の整備に伴う新松山地区の埋立が施工中である. 苅田港沖合いで波浪が観測されており, 高波浪の波は東から東南東方向が卓越しており, 30 年確率波としては波高 2.5m, 周期 6.2 秒である.

曾根干潟は, カブトガニの繁殖地としても有名である. カブトガニは, 生きてる化石と呼ばれる生物で, 幼生のときは干潟で生息し, 十数回の脱皮を経て成体になる. 最近では, 沿岸域の開発により生息できる海岸が減少し, 絶滅危惧種に該当している. 曾根干潟においては, 図-2 のように産卵に現れる

つがい数が, 2000 年の約 80 つがいから 2005 年の約 1600 つがいに急増していたが, 2006 年には約 500 つがいにまで激減<sup>1)</sup>した. 日本カブトガニを守る会福岡支部によると 2007 年は, さらに 265 つがいまで減少している.

カブトガニの産卵場の自然環境については, 人工的に産卵場を創造・整備するためにいくつかの調査・研究がなされている. 古くは関口<sup>2)</sup>の調査・研究があり, 近年のカブトガニ関係の研究は, 清野ら<sup>3), 4), 5)</sup>や真間<sup>6)</sup>, また, 池田ら<sup>7)</sup>がある. しかし, カブトガニ幼生の生息環境についての研究は

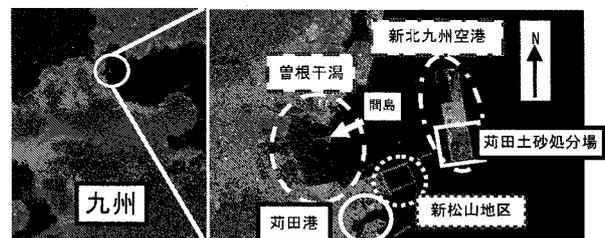


図-1 曾根干潟位置図

眞間<sup>6)</sup>，原ら<sup>8)</sup>などの数件の研究しかない。

本研究は，継続的な現地調査を通して，カブトガニ幼生の生息環境を明らかにするとともに，急激な産卵つがい数の変動の要因を究明することを目的とする。また，長期的にはカブトガニの幼生が干潟の健全性を表す環境指標種になりうるのかを明らかにすることも目指している。特に今回は，底質に関して従来の粒度組成や化学的特性のほか，底質の硬さを定量的に評価して底質特性の状態を把握し，カブトガニ幼生との関係を調べている。また，底質の硬さは，平面型の山中式土壌硬度計を用いれば，簡便かつ定量的に評価でき，底質の状態を推測できる可能性がある。

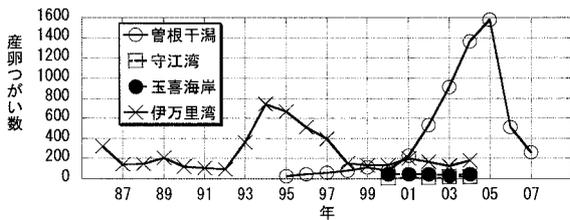


図-2 カブトガニの産卵つがい数の経年変化

## 2. 研究方法

### (1) 地形調査

干潟域の測量は，図-3に示すように，南北にA～Nまでの測線記号を振り，東西方向に番号を振っている86測点(●と○印)に対して，2007年9月13日～15日に電子平板とトータルステーションを用いて行った。その結果を資料<sup>8)</sup>・<sup>9)</sup>と比較した。

### (2) 底質および底生動物調査

調査地点は，図-3におけるP1～P23の測点23点(○印)であり，満潮時に船上からスミス・マッキ

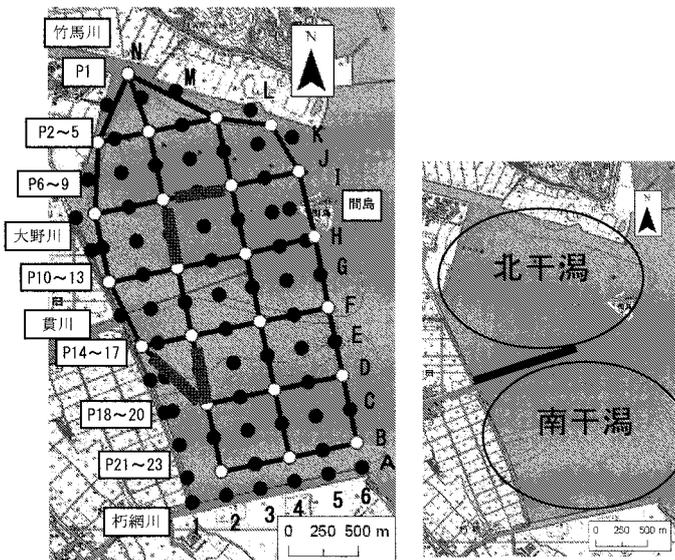


図-3 調査地点位置図

ンタイヤ型採泥器で採取(2007年10月)し，陸に近い地点は干潮時にコドラードで採取し，粒度試験とCODなどの化学的分析を行った。底生動物については，採取した底質を1mmふるいにかけて残った動物の種を同定し個体数を求めた。底質の硬さを調べるために，長谷川式土壌貫入計を用いた貫入試験(2007年10月)と上田ら<sup>10)</sup>と同様に平面型の山中式土壌硬度計(2007年11月)を用いて底質の硬さを調査した。貫入試験は，各底質測点の東西南北の4カ所で貫入量が深さ約1mになるまで調査した。山中式土壌硬度計でも，各底質測点の3～4カ所で各4回計測を行った。

### (3) カブトガニ生息調査

底質調査の23点で半径2.5m円内の底生動物の目視調査およびカブトガニ幼生の個体数と前体幅などの計測を2007年8月10日～12日に行った。また，各測点に行くルート(図-3の黒線)を決め，そのルート間で発見したカブトガニ幼生も同様の計測を行い，簡易GPS(ガーミン社製：ポケナビmini)でその位置を測定した。また，観測時期の違いによる影響を調べるために，図-3中の太線で表した2つのルートにおいて，初秋の9月13日と初冬の11月23，24日の2回行った。これらの結果から得られるカブトガニ幼生の生息数と底質環境の関係を調べた。

## 3. 結果と考察

### (1) 干潟の地盤高変化

図-4は，左側に2007年の測量結果の等高線図(T.P標高)であり，右側は2006年から2007年の変化を平面図で表している。左図は，間島背後の地盤高0m線(黒線)のトンボロ地形が特徴的である。右図は，黒色が堆積，色が薄くなるにつれ侵食が大きいことを示している。図をみると全体的に若干の堆積傾向と思われる。特に，間島の西側I-6周辺で約0.2mの堆積が見られた。また，図-3に示すように漁協とつながるコンクリート道路を境に北干

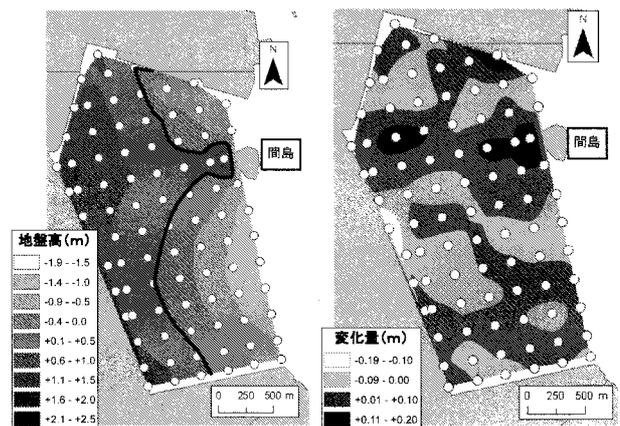


図-4 地盤高(左)と地盤高変化量(右)

潟と南干潟に分けてみると、北干潟では堆積傾向、南干潟では堆積と侵食がほぼ同じ程度であった。北干潟と南干潟を比べると、北干潟の地盤が高い。

## (2) 底質環境

図-5は、北干潟のP10からP13へ向かう測線と南干潟のP14からP17へ向かう測線の貫入試験結果であり、縦軸に貫入量（杭が入った深さ）、横軸は打撃回数となっている。貫入量が多いと底質が柔らかく、貫入量が少ないと硬いことを示している。図をみるとP10は1回で約0.6mまで入るが、それ以外の測点は約0.1m前後となっている。深度0.6m以上ではどの測線も同じような勾配になっている。下図のP14をみると深度0.2mまでは柔らかいが、それ以降は硬い層があることがわかる。また、両図とも沖に向かう（測点番号が大きい）ほど地盤が硬くなっているのがわかる。図-6は、表層1打撃の平均貫入量と表層から深度0.5mおよび深度0.5mから1mまでの1打撃あたりの平均貫入量を示したものである。なお、北干潟の1点（P5）と南干潟沖側の2点（P20, P23）は潮位の関係で測定できなかった。図のP1, 10のように表層と表層から0.5mまでの平均貫入量が高い測点は表層から0.5mまで柔らかい層であることを示している。P14のように表層だけが柔らかい場合は、表層の平均貫入量だけが高くなっている。P11, 12, 13, 15, 16, 17のように表層から同じような貫入量になるところは、表層から硬い底質である。これらは、図-5をみると勾配がゆるいことからその傾向がよくわかる。

図-7は、表層1打撃あたりの平均貫入量（左図）と平面型の山中式土壌硬度計により求められた底質硬度（右図）の平面分布図である。左図の貫入量をみると陸側の方が高く、沖側の方になると低くなる傾向がある。右図の底質硬度は貫入抵抗値を表しており、数値が低いと底質が柔らかいことを示している。底質硬度は、陸側の方が低く、沖側の方になると高くなる傾向がみられる。特に、干潟の中央部では底質硬度の値が高く、貫入試験と同様の結果が得られている。

図-8の左図は、2007年の含泥率（粘土分とシルト分の割合）の平面分布図であり、右図は2006年から2007年の含泥率の変化量を示した平面図である。左図の含泥率は、陸に近いほど高く、沖に行くほど低くなる傾向がある。含泥率が高いのは竹馬川河口のP1と南干潟のP18で80%以上であり、沖側の低い値としては20%前後であった。また、干潟中央部付近では、30%前後であった。右図は、色が濃い部分が前年より増加、薄い部分は減少となっている。全体的に数%の増加傾向である。特にP14とP18付近で含泥率が約20%程度増加し、P4では約20%減少している。また、 $D_{50}$ 粒径の平均は0.13mmであり、昨年より0.04mm小さくなった。

前述した底質の硬さは含泥率の影響が大きいと考えられることから両者を比較すると、含泥率が高い

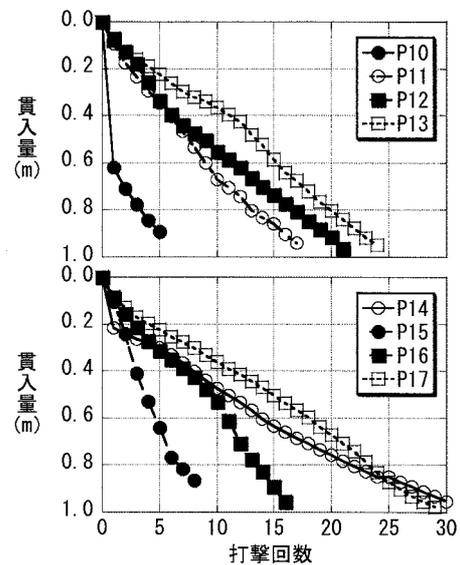


図-5 測線別の貫入試験結果

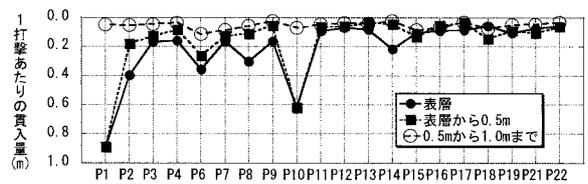


図-6 各深度における1打撃あたりの平均貫入量

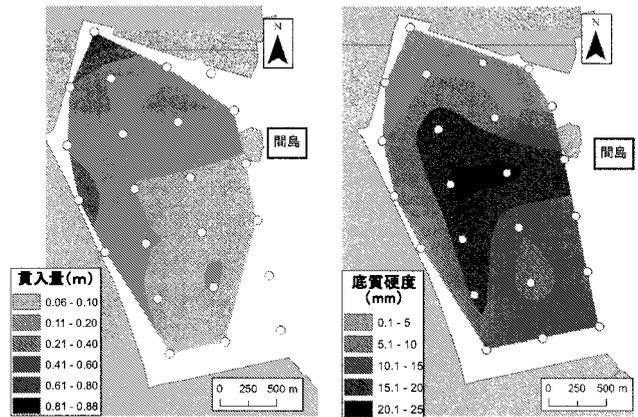


図-7 貫入量（左）と底質硬度（右）

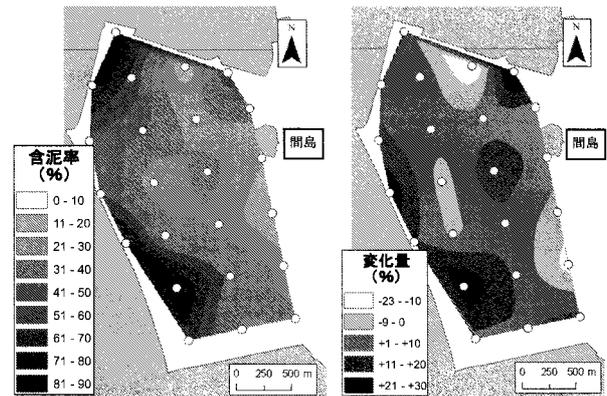


図-8 含泥率（左）と含泥率の変化量（右）

地点は底質が柔らかく、低いところは硬いという結果が得られ、概ね妥当な結果になったと考える。

図-9は、COD (左図) と硫化物 (右図) の平面分布図である。左図のCODは、含泥率の高い測点で高くなっている傾向がある。右図の硫化物では、全体的に 0.05mg/g 以下と低い値であるが、P9 は 0.156mg/g と最も高くなっていた。P9は、間島の背後にあることから、風浪の影響を受けにくいために、底質が攪乱されにくいと考えられる。

### (3) 底生動物

図-10は、底生動物の個体数 (平面図) と種類数 (棒グラフと数字) を示している。個体数をみると南干潟では全般的に 200 個体/m<sup>2</sup> 以下となっているが、北干潟では 200 個体/m<sup>2</sup> 以上となっている。また、北干潟の平均出現種類数は 13 種であったが、南干潟は 11 種であった。これらから北干潟と南干潟を比較すると、北干潟は底生動物が豊かであるといえる。種類数は、南北干潟とも沖側が最も多くなっていた。北干潟では、ホソイトゴガイ、ヘナタリ、ホソウミナ、ホトトギスガイ、ヤマトオサガニなどが見られ、南干潟でも同様の動物が生息していたが、アラムシロ、ミナミシロガネゴアイなどの腐肉・肉食者が多く、沖側にはヒメカノコアサリなどの懸濁物食者が生息していた。

底質と底生動物から曾根干潟の特徴をまとめると、北干潟は河川から十分に有機物が供給され、南干潟より底生動物が豊かであり、東から東南東方向の卓越した波浪を間島が遮断することから<sup>8)</sup>、底質が攪乱されにくい環境と考えられる。また、竹馬川の流れの影響で、一部の測点では粒度が大きく変化する環境がある。南干潟の中央から沖にかけては、北干潟に比べると河川からの有機物の供給が少なく、波浪の影響を受けやすく底質が攪乱されやすい環境にあると考えられる。

### (4) カブトガニ幼生の生息実態

#### a) 発見したカブトガニ幼生個体数と推定年齢

図-11は、今回の調査で発見できたカブトガニ幼生 (以降、幼生とする) の年齢を推定する際に用いた前体幅の範囲を示した表と 2006 年 8 月と 2007 年 8 月の推定年齢ごとの個体数を示したものである。幼生の年齢は、前体幅から推定できると言われており、林<sup>11)</sup>、<sup>12)</sup> と川原<sup>13)</sup> を参考にした。2007 年の幼生個体数の合計は 652 匹で、6 齢が約 300 匹と最も多く、2 番目に多いのは 7 齢の約 230 匹、3 番目に多いのは 8 齢の約 70 匹となっている。1~3 齢は全く発見することが出来ず、4、5 齢もほとんど発見することが出来なかった。また、昨年の結果と比較すると総個体数ではあまり違いはみられないが、2007 年は 5 齢以下がほとんどみられないが、逆に 7~8 齢は 2007 年の方が多結果となった。1~2 齢の前体幅は数 mm と非常に小さいため干潟で発見するのは非常に困難であるために発見することが出来な

かった可能性がある。また、この調査時に風向が東北東~東南東、風速 9m/s 前後の風が吹いており、水際線、タイドプール、濡筋などの水が波打ち、5 齢以下の小さな幼生を発見しにくかったことも考えられる。また、2006 年の産卵にあらわれるつがい数が激減しており、その影響から 5 齢以下の幼生の数が減少した可能性もあると思われる。なお、紙面の関係で 2007 年 9 月、11 月の図は掲載していないが、水温が 15~17°C の 11 月には活動中の幼生をほとんど発見できなかった。

#### b) カブトガニ幼生の平面分布

図-12の左図は、幼生 (●) の生息分布を示したものである。図中の円は、測量測点を中心とした半径 125m の円であり、その円内の幼生の個体数を GIS を用いて集計し、その個体数を棒グラフで右図に表している。なお、A 測点の円上にいた幼生は B 測点の円上で集計した。結果をみると北干潟には幼生が少ないが、南干潟には多数の幼生が確認できた。

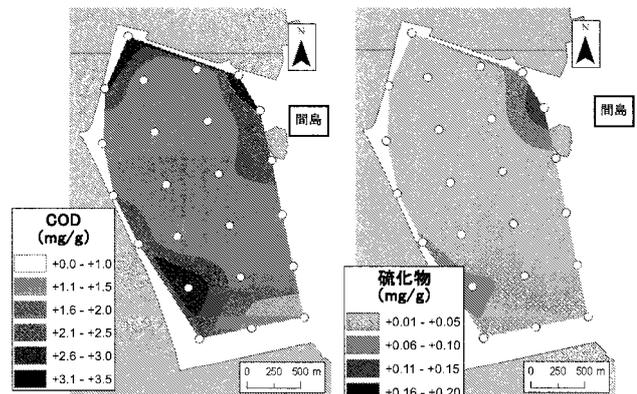


図-9 COD (左) と硫化物 (右)。

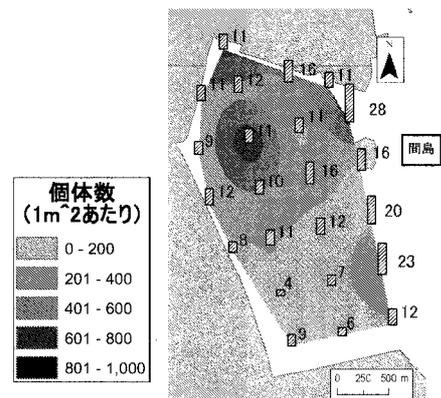


図-10 底生動物の個体数と種類数

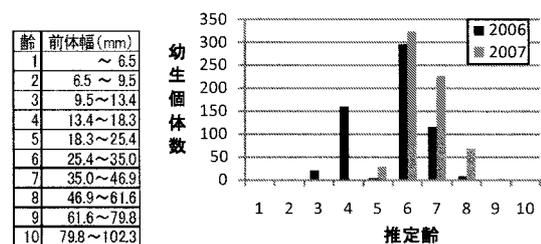


図-11 推定年齢ごとの幼生個体数

### c) 集計結果における幼生の生息環境

幼生個体数の集計結果を地形や底質の平面図と重ね合わせて、幼生が多く生息している環境はどのような環境かを調べた。図-13 は、幼生個体数と等高線図を重ね合わせたもの（左図）と縦軸が幼生個体数で、横軸が地盤高のヒストグラムで6 齢以下と7 齢以上で表示してある（右図）。両図をみると幼生が多く生息していた範囲は、地盤高 0.0~0.5m であった。また、地盤高 1.0m 以上の地盤高のところでは幼生は皆無であり、沖合の地盤高 -1.0m 以下では7 齢以上のみ 50 個体程度確認できた。

図-14 は、幼生個体数と底質硬度との関係を表したものである。図から底質硬度（貫入抵抗値）が 0~25mm までの範囲に幼生が生息していた。特に 10~15mm で約 250 個体と最も多かった。

図-15 は、幼生個体数と含泥率との関係を表したものである。図から含泥率が 20~85% の広い範囲に幼生が生息していた。特に、60~80% の範囲には約半数の幼生の生息が確認された。2006 年は、70% 以上のところでは発見されなかった。また、6 齢以下は含泥率が 60% 以上に約 200 個体いるが、45% 以下になると半分の 100 個体程度である。幼生は、泥の中に身を隠す性質をもっているため、含泥率がある程度高いところ、すなわち底質硬度の低いところに多く生息していると考えられる。

図-16 は、幼生個体数と COD の関係を表したものである。図から COD が 1~3mg/g の範囲に幼生が生息していた。COD が高くなると個体数が増加する傾向がうかがえる。COD と個体数の関係から底質の有機物が程良くある場所を好む傾向を示唆していると思われる。

図-17 は、幼生個体数と底生動物の種類数との関係を表したものである。単純に考えると動物相が豊かなところに多くの幼生が生息していると思われるが、今回の結果では、底生動物の種類数が増加すると幼生個体数は減少する傾向がみられる。また、紙面の関係で図面は示せないが底生動物の個体数に関しても同様の傾向で、底生動物の個体数が多いところに幼生が多く生息しているわけではない。これに関しては、食物連鎖や天敵などの調査研究が必要であろう。

眞間ら<sup>6)</sup>の守江湾での幼生生息場の環境条件および著者らの 2006 年<sup>8)</sup>と今回の結果をまとめたものを表-2 に示す。これらの結果を比較するとある程度類似している結果が得られた。しかし、2006 年と 2007 年では、含泥率に大きな違いがみられた。地盤高は、全て同じような結果であった。

## 4. まとめ

本研究により、以下の結果を得た。

曾根干潟を全体的にみると、陸側に近いと含泥率およびCODが高く、底質硬度が低い環境であり、沖

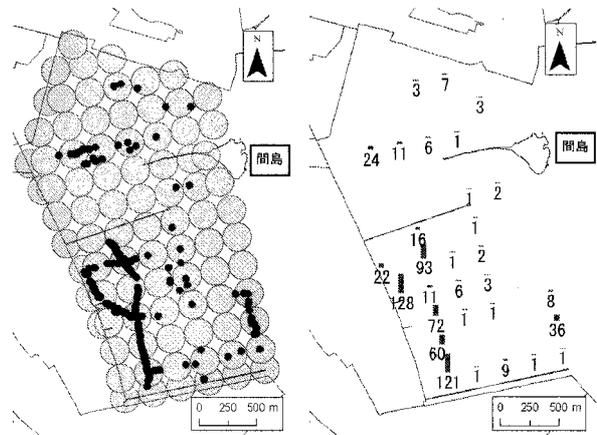


図-12 幼生分布（左）と集計結果（右）

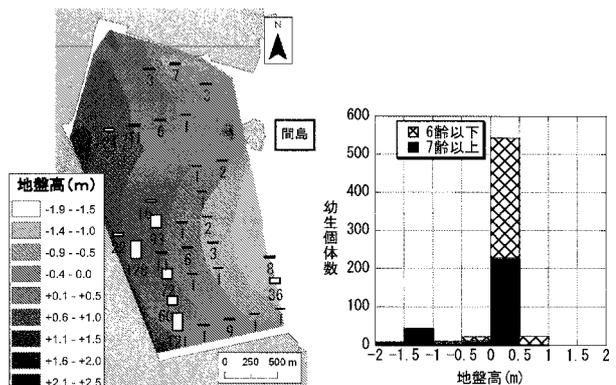


図-13 幼生個体数と地盤高

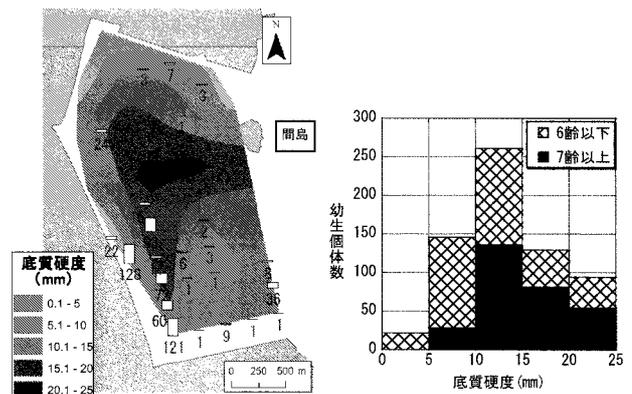


図-14 幼生個体数と底質硬度

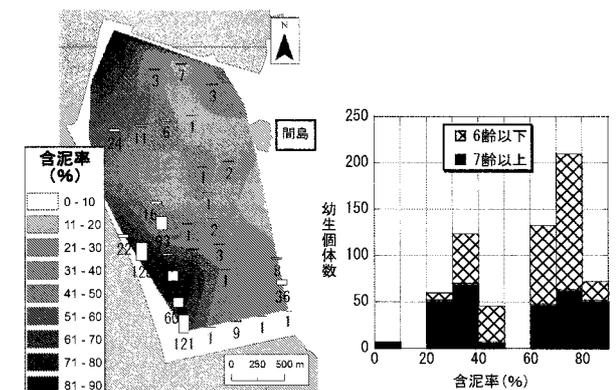


図-15 幼生個体数と含泥率

に向うにつれ含泥率およびCODは低下し、底質硬度は高く、底生動物の種類数は増加傾向がみられた。特に、干潟のほぼ中央を漁港に延びるコンクリート道路によって北干潟と南干潟に分けられ、それぞれ特徴が認められる。すなわち、北干潟では、南干潟に比べると地盤が高く、底生動物は種類数および個体数とも多く豊かであるが、カブトガニ幼生の個体数は約50個体と少ない。南干潟では、北干潟に比べると地盤が低く、底生動物は種類数および個体数ともに少ないが、カブトガニ幼生は約600個体と多く生息していた。

カブトガニ幼生が多く生息していた環境は、地盤高 0.0~0.5m, 含泥率20~80%, 含水比30~40%, 底質硬度 5~20mm, CODが 1~3mg/g, 硫化物が0.00~0.06mg/g, 底生動物種類数 5~10, 底生動物個体数100~300という結果が得られた。このような研究を継続することにより、カブトガニ幼生の生息環境を究明することができると思われる。

謝辞：本研究は、科学研究費基盤研究（C）（NO.19560520 研究代表者：小島治幸）および財団法人河川環境管理財団の平成 19 年度河川整備金の

助成を受けたことを付記し、謝意を表す。また、カブトガニ幼生調査に関して助言および貴重なデータを提供してくれた日本カブトガニを守る会の林氏、清水氏に、広大な干潟の現地調査に協力して頂いた自然環境定量評価研究会の方々と研究室の当時4年生に心から感謝の意を表す。

### 参考文献

- 林修, 清水敬司: 曾根干潟でのカブトガニ保全活動, かぶとがに, No. 27, pp. 55-57, 2007.
- 関口晃一編: カブトガニの生物学 (増補版), 星雲社, pp. 45-62, 1999.
- 清野聡子, 前田耕作, 日野明日香, 宇多高明, 眞間修一, 山田伸雄: カブトガニは何故その岸边に産卵するのか?, 海岸工学論文集, 第 45 巻, pp. 1091-1095, 1998.
- 清野聡子, 宇多高明, 眞間修一, 三波俊郎, 芹沢真澄, 古池鋼, 前田耕作, 日野明日香: 絶滅危惧生物カブトガニの生息地として見た守江湾干潟の地形・波浪特性, 海岸工学論文集, 第 45 巻, pp. 1096-1100, 1998.
- 清野聡子, 宇多高明, 土屋康文, 眞間修一, 山田伸雄, 綿末しのぶ: 北九州市曾根干潟の間島背後に形成された comet tail 上のカブトガニの自然産卵地と人工産卵地の現地調査, 海洋開発論文集, 第 16 巻, pp. 333-338, 2000.
- 眞間修一: 八坂川河川改修における環境保全計画, RIVER FRONT, Vol. 34, pp. 26-36, 1999.
- 池田高則, 松崎和博: 空港とカブトガニ, 平成 16 年度九州国土交通研究会, <http://www.qsr.mlit.go.jp/n-event/kenkyu/>.
- 原喜則, 小島治幸, 鄒曙光, 田中邦博, 奥村博樹, 西岡晃: 曾根干潟におけるカブトガニ幼生生息環境の物理特性に関する基礎的研究, 海洋開発論文集, 第 23 巻, pp. 447-452, 2007.
- 原喜則, 小島治幸, 江崎政文, 鄒曙光, 清水敬司, 久富孝司: 曾根干潟の自然環境特性に関する研究, 海洋開発論文集, 第 22 巻, pp. 613-618, 2006.
- 上田薫, 上月康則, 倉田健吾, 大谷壮介, 桂義教, 東和之, 堅田哲司, 村上仁士: 貫入抵抗値を用いた簡便な干潟底生生物調査地点の選定手法に関する基礎的研究, 海岸工学論文集, 第 50 巻, pp. 1056-1060, 2003.
- 林修: 曾根干潟のカブトガニの生息状況, かぶとがに, No. 17~23. 1997~2003.
- 林修: 曾根干潟のカブトガニの生息状況, わたしたちの自然史, 第 52 号, pp. 350-354, 1995.
- 川原大: 杵築湾におけるカブトガニ幼生の生息状況, 関口晃一 (編) 日本カブトガニの現状, pp. 87-104, 日本カブトガニを守る会, 1989.

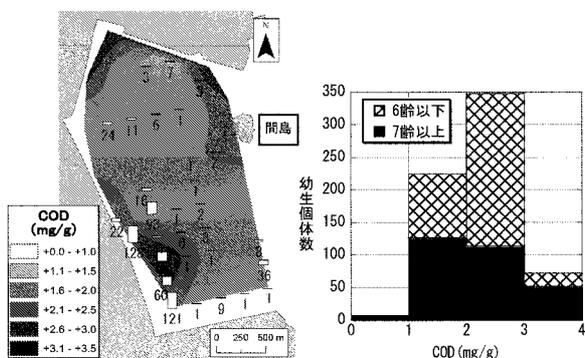


図-16 幼生個体数とCOD

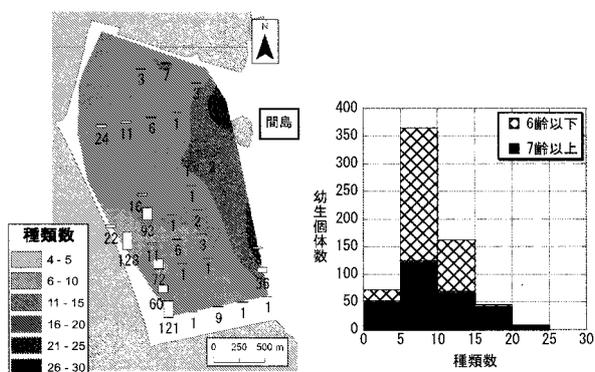


図-17 幼生個体数と底生動物種類数

表-2 カブトガニ幼生の生息環境

	地盤高 (T.P.:m)	含泥率 (%)	底質の水の状態 または含水比(%)	底質硬度 (mm)	表層の 貫入量(m)	強熱減量 (%)	COD (mg/g)	硫化物 (mg/g)	底生動物 種類数	底生動物 個体数
眞間ら <sup>6)</sup>	-0.3~0.4		常に湿潤状態							
2006年 <sup>8)</sup>	-0.5~1.0	20~40	30~40	5~20	0.0~0.2	2~3	1~3	0.00~0.06	5~15	100~300
2007年	0.0~0.5	20~80	30~40	5~20	0.0~0.2		1~3	0.00~0.06	5~15	100~300