

福岡県曾根干潟におけるカブトガニ幼体の密度と底質の物理環境特性

飯田 健^{1)*}・近藤裕介¹⁾・米谷まり¹⁾・檜本賢一郎¹⁾・
藤 太稀¹⁾・斉藤英俊²⁾・林 修³⁾・高橋俊吾³⁾・大塚 攻¹⁾

- ¹⁾ 広島大学大学院生物圏科学研究科附属瀬戸内圏フィールド科学教育研究センター竹原ステーション
〒725-0024 竹原市港町 5-8-1
²⁾ 広島大学大学院生物圏科学研究科 〒739-8528 東広島市鏡山 1-4-4
³⁾ 日本カブトガニを守る会福岡支部 〒800-0232 北九州市小倉南区朽網東

Density of juveniles of tri-spined horseshoe crab *Tachypleus tridentatus* and characteristics of sediments
in the Sone Estuary, Fukuoka, Japan

Ken Iida^{1)*}, Yusuke Kondo¹⁾, Mari Yonetani¹⁾, Kenitirou Kashimoto¹⁾,
Taiki Fuji¹⁾, Hidetoshi Saito²⁾, Osamu Hayashi³⁾, Shogo Takahashi³⁾ and Susumu Ohtsuka¹⁾

- ¹⁾ Takehara Station, Setouchi Field Science Center, Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University.
5-8-1 Minato-machi, Takehara, Hiroshima, 725-0024, Japan
²⁾ Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University. 1-4-4 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima,
Hiroshima, 739-8528, Japan
³⁾ The Horseshoe Crab Preservation Society of Japan, Fukuoka Branch, Kusami-Higashi, Kokura-minami-ku,
Kitakyushu, Fukuoka, 800-0232, Japan

要旨

2017年7月25–27日の大潮最干潮時刻に福岡県北九州市曾根干潟において、大野川河口、貫川河口、貫川河口–朽網川河口中間点、朽網川河口の底質上に存在するカブトガニ幼体の密度を目視によって測定した。幼体は貫川河口付近から沖に向かって約300 mまでの範囲及び貫川河口–朽網川中間地点にて確認され、その密度は0.063–1.000 個体/m²であった。出現した幼体の前体幅は17.0–60.5 mm (n = 27)であり、第4–8脱皮齢に相当する。粒度分析の結果より、大野川河口は細砂、貫川河口は細粒砂～中粒砂、貫川河口–朽網川河口中間地点は極細粒砂、朽網川河口は極粗粒砂に分類される底質であることが分かった。各調査地点において底質硬度・全硫化物量・強熱減量を測定したところ、いずれも幼体密度との相関はみられなかった。貫川河口域の底質の粒度より算出した中央粒径値は、2016年7月16日に同地点で採取した底質の中央粒径値とは大きく異なっており、貫川河口域での底質環境の変化が示唆された。

キーワード : カブトガニ, 幼体, 密度, 底質特性, 曾根干潟

Abstract

The density of juveniles of the tri-spined horseshoe crab *Tachypleus tridentatus* (Leach, 1819) was measured at the lowest tide during the period from 25 to 27 July 2017 at the Sone Estuary in Kitakyushu City, Fukuoka Prefecture. It ranged from 0.063 to 1.000 indiv./m². The highest density was recorded at the mouth of Nuki River. The range of carapace width of juveniles was 17.0–60.5 mm (n = 27), corresponding to the 4th to 8th molts. No juveniles were found at the mouth of the Ono River. Median diameter of sedimentary particles at the habitat area ranged from 0.020 to 0.740 mm. Hardness, total sulfide content and ignition loss were simultaneously measured at each station, but no significant correlation was detected with the density. The median particle size was significantly different from that calculated at the same stations on 16 July 2016, suggesting that the sedimentary environments for the habitat of juveniles in Sone estuary were drastically changed within a year.

Key words: tri-spined horseshoe crab, juvenile, density, sediment, Sone Estuary,

緒言

カブトガニ *Tachypleus tridentatus* (Leach, 1819) は節足動物門鋏角亜門に属する動物で、日本、中国、フィリピン、インドネシアに分布している(惣路, 2015)。かつて日本では瀬戸内海全域、北九州北部に広く生息していた(惣路, 2015)が、現在本種の生息が報告されているのは岡山県、広島県、山口県、福岡県、大分県、佐賀県、長崎県といった一部の地域のみである(日本ベントス学会,

2012 ; 大塚ほか, 2017)。本種の生息には様々な環境条件が必要であり、波の穏やかな浅海域であること、河川水の流入があり汽水域であること、産卵のための砂浜があること、砂浜の近くには干潟があることなどが挙げられる(惣路, 2015)。特に干潟はカブトガニ幼体(以後、「幼体」と呼ぶ)が摂餌、脱皮、冬場の休眠を行うための場所として重要である(前田, 2000)。近年、カブトガニは我が国において干潟の干拓事業や海洋汚

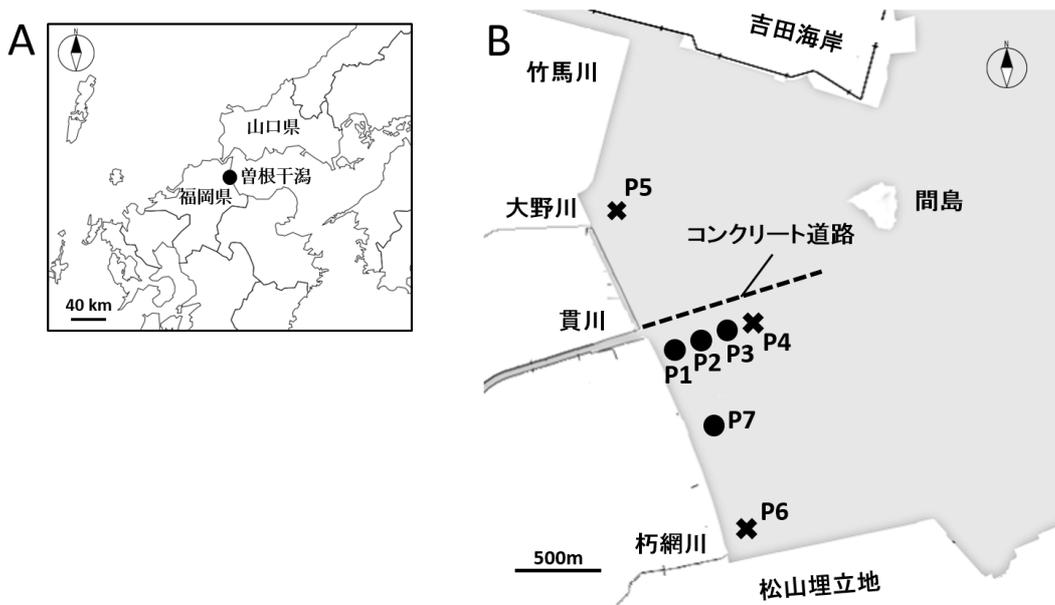


図 1. 調査地点. A. 福岡県曾根干潟の位置. B. 曾根干潟における定点(P1~7).

●: 幼体が確認された定点. ×: 幼体が確認されなかった定点.

染等の影響によりその生息数を大きく減少させており、環境省によって絶滅危惧種 I 類に選定されている (環境省, 2015)。日本最大級のカブトガニの生息地・産卵地として有名な福岡県曾根干潟は 4 つの河川 (竹馬川, 大野川, 貫川, 朽網川) が流れ込み形成されている河口干潟であり, 約 517 ha の広大な干潟面積を誇る (図 1) (林, 2015)。また, 曾根干潟は希少な生物が多く (環境省, 2018), 高い生物多様性を誇る干潟である。

これまで曾根干潟におけるカブトガニの調査は, 幼体の分布と生息環境 (原ほか, 2007, 2008 ; 小野, 2008 ; 自然環境定量評価研究会, 2014, 2015, 2017), 産卵つがい数の長期変動 (林, 2015), 幼体密度及び産卵場所の底質粒度 (飯田ほか, 2017), などが行われてきた。環境変動の大きな干潟においてカブトガニの生息環境を究明するためには継続的な調査が必要とされている (原ほか, 2008) が, 曾根干潟におけるカブトガニの長期的なデータは林 (2015) による産卵つがい数に関してのみであり, 底質特性や幼体密度に関する調査例は少なく断片的なものであるといえる。特に, カブトガニを保護するうえでは幼体の生息状況を長期的に把握することが重要である。飯田ほか (2017) での幼体密度調査は曾根干潟の一部, 貫川河口においてのみでしか行われていない, そこで本研究ではより広域的な幼体の密度及び干潟の物理的環境特性の詳細な把握を目的とし, コドラートによる幼体の密度と成長段階組成, 生息環境として底質温度, 底質硬度, 粒度, 全硫化物量, 強熱減量の測定を行った。

材料と方法

幼体密度と前体幅組成

2017 年 7 月 26 日の大潮干潮時刻 (14 : 00–16 : 00) に貫川河口南 (P1), 大野川河口 (P5), 貫川河口–朽網川間 (P6), 朽網川河口 (P7) にて岸から沖に向かって約 100m 地点の底質表面上の幼体密度をコドラート (4 m²) を用いて 4 回測定した

(図 1)。各地点の密度について, 統計ソフト R (ver. 3.4.2) を用いて Turkey-Kramer 法による検定を行い比較した。貫川河口南においては沖に向かって約 50 m 間隔で地点 (P2–P4) を加えて調査を行った。P1–P3 は飯田ほか (2017) による調査地点 L1–L3 と対応させ幼体の生息状況の比較を行った。発見された幼体はノギスを用いて前体幅を測定し, 川原 (1984) に従い, 脱皮齢を推定した。測定を終えた個体についてはもと居た場所に戻した。

底質の環境特性

2017 年 7 月 25 日の干潮時刻に各調査地点 P1–P7 においてコドラート調査を行った同地点において, 表面から深さ約 3 cm の底質温度を棒状水銀温度計で測定した。また, コーンペネトロメータ (KS-159, 関西機器製作所) を用いて底質表面から深さ 30 cm までの貫入抵抗を 2 回計測し, その平均値を底質硬度 (kN/m²) とした。さらに, 粒度, 全硫化物量および強熱減量測定のため, 各調査地点で表面から深さ約 5 cm までの底質を採取し, 冷凍して実験室へ持ち帰った。底質を自然解凍後, 定温乾燥機 (FS-405, 株式会社アドバンテック) 内で 120 °C, 3 日間乾燥させた後, ふるい (目開き 4.000, 2.000, 1.000, 0.500, 0.250, 0.125, 0.063 mm) を用いて粒度を分析し, 中央粒径値を算出した。全硫化物量は 0.4 g の底質に硫酸 2 mL を加え, ヘドロテック S 用検知管 (株式会社ガステック) を用いて計測した。各調査地点 2 回ずつ行い, その中央値を算出した。強熱減量の測定は底質を室温 (27 °C) で乾燥後, 2 mm のふるいにかけて, 粒径 2 mm 以下のものをろつぽに入れ, 定温乾燥機 (FS-405, 株式会社アドバンテック) で 110 °C, 10 時間乾燥させた。さらに, 高温電気炉 (マッフル炉 FM-36, ヤマト科学株式会社) で 750 ± 50 °C, 2 時間乾燥させ, 減量値 (%) を算出した。また, 算出した底質の中央粒径値, 強熱減量, 全硫化物量, 底質硬度と幼体の密度に関して, 統計ソフト R (ver.3.4.2) を用いて Spearman の順位

相関係数による検定を行った。

結果と考察

幼体密度と前体幅組成

幼体は貫川河口南付近の P1-P3, 貫川河口-朽網川河口中間点の P7 においてのみ確認され, 密度は P2 が他地点よりも有意に高く ($p < 0.05$, Tukey-Kramer 法), 次いで P3 が高かった (図 2)。飯田ほか (2017) による調査では, P1 に相当する調査域で 0.131 個体/m², P2 で 0.125 個体/m², P3 で 0.067 個体/m²の幼体が生息していると報告されていることから, 本調査結果より P1 において幼体密度は減少した一方, P2 及び P3 においては幼体の密度は 1 年間で増加した。先行研究により, 曾根干潟ではコンクリート道路を挟んだ干潟北部で幼体の生息密度が低く, 南部で高い傾向がみられ (原ほか, 2008 ; 小野, 2008 ; 自然環境定量評価研究会, 2015, 2017), 特に貫川河口南側に多く生息している (自然環境定量評価研究会, 2015, 2017)。また, 自然環境定量評価研究会 (2017) によって 2016 年 9 月の調査では貫川河口の南側でのみ幼体を確認され, 干潟北部では全く発見できなかったと報告されている。本調査結果においても貫川河口南側でのみ幼体を確認していることから, 曾根干潟における幼体は貫川河口南側に集中していることが示唆された。

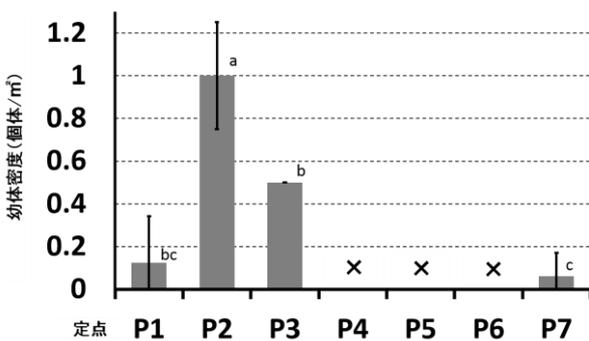


図 2. 各地点におけるカブトガニ幼体密度。

×: 幼体を確認されなかった地点。

バーは標準偏差を示す。異なるアルファベットが付けられている値間には有意差があることを示す。

本調査によって確認された幼体の前体幅は 1.34–60.5 mm ($n = 27$) であり, 第 4 脱皮齢に相当する前体幅 13.4–18.3 mm の個体が 10 個体, 第 6 脱皮齢に相当する 25.4–35.0 mm の個体が 9 個体と最も多かった (図 3)。

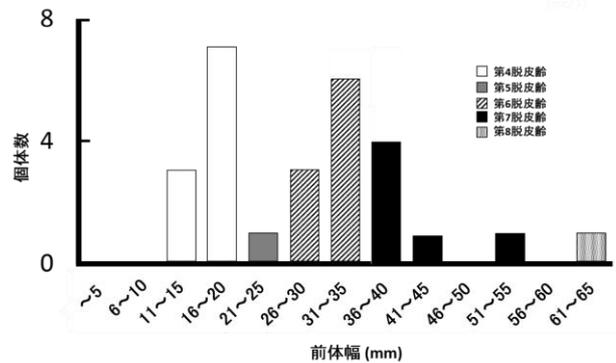


図 3. カブトガニ幼体の前体幅組成。

原ほか (2007) によると 2006 年 8 月には曾根干潟で確認された幼体 607 個体のうち, 第 6 脱皮齢が約 300 個体と最も多く, 次いで第 4 脱皮齢が約 160 個体であったと報告している。さらに, 原ほか (2008) では 2007 年 8 月にみられた 652 個体のうち, 第 6 脱皮齢が約 300 個体, 第 7 脱皮齢が約 230 個体であった。この結果は本調査とも一致しており, 曾根干潟では 7–8 月に第 4–7 脱皮齢の個体が多くみられる。一方, 飯田ほか (2017) では同地点で 2016 年 7 月に第 2–10 脱皮齢の個体を確認しているが, 第 6 脱皮齢の個体が最も多く, 計測した個体の 66% ($n = 68$) を占めていた。幼体は第 2–8 脱皮齢の間は年に 2, 3 回脱皮すると考えられており (川原, 1984), 産卵期, 摂餌環境などによって成長にばらつきが生じる (惣路, 2015)。このため, 同じ時期, 地点で調査を行った飯田ほか (2017) での脱皮齢組成と異なる結果を示したと考えられる。

底質の環境特性

各調査地点の底質の物理環境特性を表 1 にまとめた。底質温度は 30.8–31.2 °C であり, 調査地点にかかわらずほぼ一定の底質温度であった。

幼体を確認された調査地点 P1-P3 および P7 の

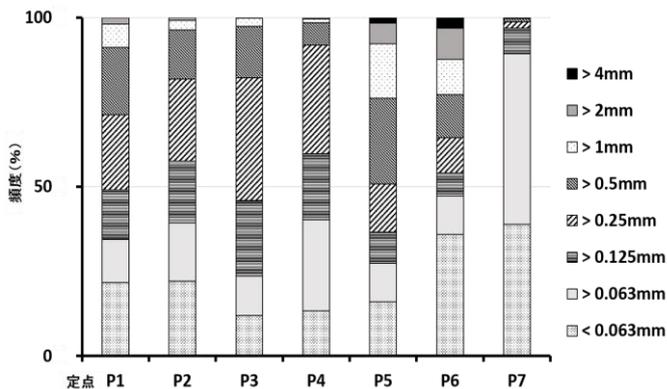


図 4. 各定点における粒度組成.

中央粒径値はそれぞれ 0.222 mm, 0.196 mm, 0.260 mm, 0.070 mm であった. 算出した中央粒径値より, P1-P4, P6 は細粒砂～中粒砂, P5 は比較的粒度の大きい細砂, P7 は非常に粒度の細かい極細粒砂に分類される底質であり (岩男, 2003), P7 の底質のみが顕著に細かい粒径で構成されていることがわかる (図 4). 飯田ほか (2017) では, 幼体を確認された本調査地点 P1, P2 に相当する貫川河口付近 4 か所で粒度分析をしており, その中央粒径値は 0.093-0.099 mm であったと報告している. 本調査での貫川河口付近での中央粒径値

は 0.196-0.222 mm であることから, この 1 年で河川からの土砂の流入または雨による堆積物の流出などの理由によって貫川河口南側の粒度組成が大きく変化したことが示唆された. また, 先行研究により, 曾根干潟の幼体の生息域は中央粒径値が 0.020-0.740 mm の範囲にあることが知られている (小野, 2008; 自然環境定量評価会, 2014, 2015, 2017; 飯田ほか, 2017). 小野 (2008) では曾根干潟ほぼ全域にわたり調査が行われているため, 中央粒径値の範囲が大きくなっていると考えられる. さらに, 広島県ハチ干潟では中央粒径値が 0.15, 0.27 mm (大塚ほか, 2017), 大分県中津干潟では 0.08-0.22 mm (清野ほか, 2001) の底質で幼体の生息が確認されている (図 5). 曾根干潟では他生息域と比較して幼体生息域の中央粒径値の範囲が広いことがわかる.

強熱減量は底質中の有機物量を示す指標となる. 幼体を確認された地点 P1-P3, P7 で 2.90-3.65 %, 確認されなかった地点 P4-P6 で 3.20-4.46 % となった. 原ほか (2007) では強熱減量 2-3 % の地点で最も多くの幼体を確認されており,

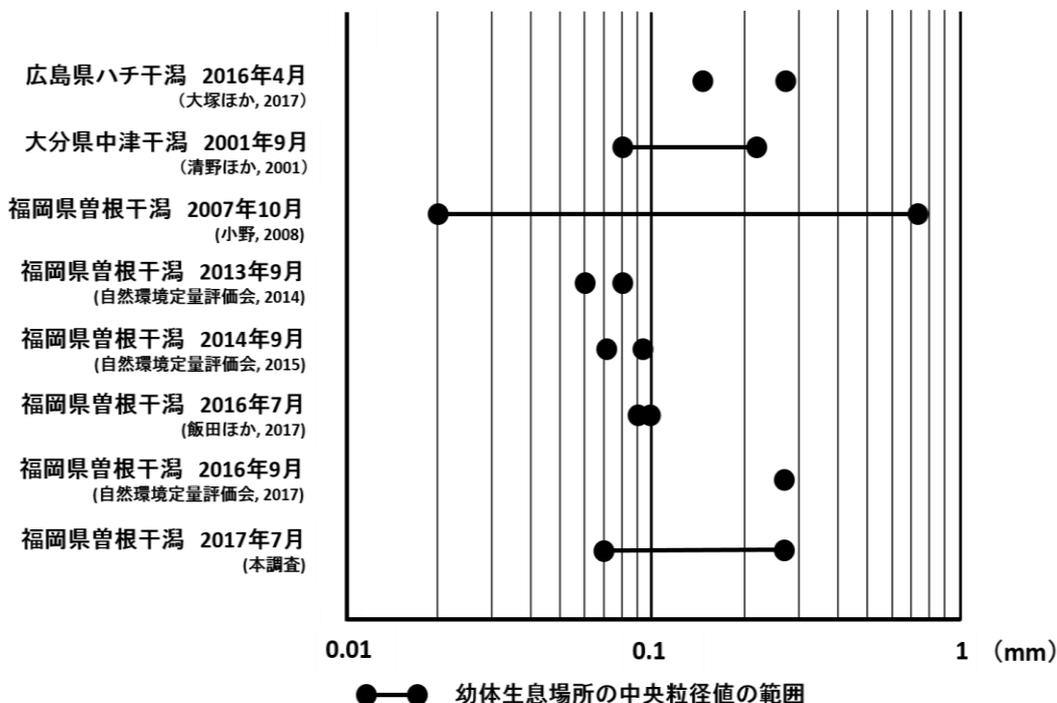


図 5. 各定点の底質中央粒径値.

表 1. 各定点における底質の物理環境特性. 網掛け部分は幼体が確認された地点を示す.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
底質温度 (°C)	30.8	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2
中央粒径値 (mm)	0.222	0.196	0.260	0.187	3.765	0.165	0.070
全硫化物量 (mg/g)	3.8×10^{-2}	1.9×10^{-3}	1.3×10^{-3}	6.3×10^{-4}	2.1×10^{-3}	3.5×10^{-3}	3.2×10^{-2}
底質硬度 (kN/m ²)	118.46	78.70	77.97	116.99	69.08	44.05	51.41
強熱減量 (%)	3.12	3.11	2.90	3.20	3.97	4.46	3.65

本調査の結果は先行研究と一部一致した.

全硫化物量は P1, P7 でそれぞれ 3.8×10^{-2} mg/g, 3.2×10^{-2} mg/g となり, P2–P6 における 6.3×10^{-4} – 3.5×10^{-3} mg/g と比較し, 非常に大きい値となった (表 1). 嫌気域に有機物が流れ込み, 嫌気性細菌による有機物の分解が進むことによって全硫化物量が増加すると底生生物の生息にも影響を与えるため, 全硫化物量はその地点での環境汚染度を表す指標として用いられる (日本水産資源保護協会, 1980). 小野 (2008) によると曾根干潟に流入する河川の有機物含有量は貫川が竹馬川に次いで高く, 貫川河口の調査地点 P1 において全硫化物量が高い値となったのは, 河川水からの有機物の供給が多いためであると考えられる. しかしながら, 本調査の各調査地点の全硫化物量は生物に悪影響を及ぼす基準値 2.0×10^{-1} mg/g 以下であり (日本水産資源保護協会, 2013), 幼体の生息には問題ないと思われる.

底質硬度は, P1, P4 がそれぞれ 118.46 kN/m², 116.99 kN/m²と他の調査地点よりも高い底質硬度を示した (表 1). この 2 地点は調査員が歩いても足首が埋まらないほどの底質の固さであった. 一方, P2, P3, P5 はくるぶし付近まで埋まる固さであり, 底質硬度は 69.08–78.70 kN/m²であった. 原ほか (2008) では, 本調査における P1, P4 に相当する地点が P2, P3 に相当する地点と比較して底質硬度が高いと報告しており, 本調査結果との結果と類似している. また, P6, P7 では膝下付近までが泥に埋まり歩行が困難なほど柔らかい底

質であり, 底質硬度も 44.05 kN/m², 51.41 kN/m²であった. 幼体は干潟の中でも踝から膝程度まで埋まる砂泥地に生息しており (清野ほか, 2001), 本調査で幼体密度の高かった P2, P3 地点の底質環境とよく一致する.

底質の中央粒径値, 強熱減量, 全硫化物量, 底質硬度それぞれと幼体の密度に相関はみられなかったが ($p > 0.05$, Spearman 順位相関係数), 本調査によって 2017 年 7 月に曾根干潟において幼体が生息していた底質環境の特性は中央粒径値 0.196–0.222 mm, 強熱減量 2.90–3.65 %, 全硫化物量 1.3×10^{-3} – 3.8×10^{-2} mg/g, 底質硬度 51.41–118.46 kN/m²であることがわかった (表 1). しかしながら, 含水率や溶存酸素量, 餌生物や捕食者などの他生物との関係についての知見などは不足している. 曾根干潟におけるカブトガニや他の貴重な生物の保全のために今後, これらの調査を実施する予定である.

謝辞

2 名の査読者には貴重なご意見をいただいたので記してお礼を述べる. 本研究の一部は公益財団法人福武財団「瀬戸内海文化研究・活動支援助成」によって行われた.

引用文献

原 喜則・小島治幸・鄺 曙光・田中邦博・奥村博樹・西岡 晃 (2007): 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, 23: 447-452.
- 原 喜則・小島治幸・鄒 曙光・伊藤 陽・西岡 晃・高比良光治 (2008): 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. 海洋開発論文集, 24: 729-734.
- 林 修 (2015): 1995 年~2013 年曾根干潟カブトガニ産卵調査の記録. 自費出版, 188pp.
- 飯田 健・米谷まり・中村龍太・近藤裕介・林修・高橋俊吾・大塚 攻 (2017): 福岡県曾根干潟におけるカブトガニ幼体の密度と幼体生息場所および成体産卵場所の底質. 広島大学大学院生物圏科学研究科瀬戸内圏フィールド科学教育研究センター報告, 15: 1-7.
- 岩男 昂 (2003): アサリ漁場の環境特性. 大分県海洋水産研究センター調査研究報告, 4: 57-63.
- 環境省 (2015): 環境省レッドリスト 2015. その他無脊椎動物.
<http://www.env.go.jp/press/files/jp/28074.pdf> (2018 年 9 月 16 日閲覧).
- 環境省 (2018): 生物多様性の観点から重要度の高い海域 沿岸域 15803 曾根干潟周辺.
<http://www.env.go.jp/nature/biodic/kaiyo-hozen/kaiiki/engan/15803.htm> (2018 年 8 月 29 日閲覧).
- 川原 大 (1984): カブトガニ幼生の生態調査. 海洋と生物, 4: 380-382.
- 前田耕作・清野聡子・西原繁朝・日野明日香 (2000): カブトガニ *Tachypleus tridentatus* (Leach) の孵化幼生の生態と物理環境との関連. 日本ベントス学会誌, 55: 15-24.
- 日本ベントス学会 (編) (2012): 干潟の絶滅危惧動物図鑑-海岸ベントスのレッドデータブック-. 東海大学出版会, 東京, 285pp.
- 日本水産資源保護協会 (1980): 新編水質汚濁調査指針. 恒星社厚生閣, 東京, 552pp.
- 日本水産資源保護協会 (2013): 水産用水基準 第 7 版 (2012 年版). 日本水産資源保護協会, 東京, 535pp.
- 大塚 攻・西原直久・平山良太・田中隼人・近藤裕介・斉藤英俊・清水則雄・富川 光・飯田健・米谷まり (2017): 広島県の主要産地 (江田島市, 竹原市) における絶滅危惧種カブトガニの生息状況. 日本ベントス学会誌, 72: 16-26.
- 小野勇一 (2008): 河口干潟生態系の評価・モニタリングに有効な指標生物抽出技術および群衆比較法等の開発. 平成 19 年度河川基金助成事業成果報告書, 45pp.
- 清野聡子・塩崎正孝・宇多高明・後藤 隆・黒木利幸・中村利行 (2001): 空中写真による干潟の微地形判読と現地踏査を組み合わせたカブトガニ生息地・産卵地調査法. 水工学論文集, 45: 1021-1026.
- 自然環境定量評価研究会 (2014): 曾根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動. 平成 25 年度活動報告書, 49pp.
- 自然環境定量評価研究会 (2015): 曾根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動. 平成 26 年度活動報告書, 48pp.
- 自然環境定量評価研究会 (2017): 曾根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動. 平成 28 年度活動報告書, 53pp.
- 惣路紀通 (2015): カブトガニの謎. 誠文堂新光社, 東京, 143pp.