

福岡県津屋崎干潟におけるカブトガニ幼生の成長とモニタリング手法の開発

Growth and development of the monitoring method for juvenile horseshoe crab *Tachypleus tridentatus* at Tsuyazaki mudflat in Fukuoka, Japan

簡略表題：カブトガニ幼生の成長とモニタリング

著者名：和田年史^{1,2,*}・米山太平¹・橋口大佑¹・野村俊介¹・板谷晋嗣^{1,3}・秀野真理^{1,3}

Authors: Toshifumi Wada^{1,2,*}, Taihei Yoneyama¹, Daisuke Hashiguchi¹, Shunsuke Nomura¹, Shinji Itaya^{1,3}, Mari Shuuno^{1,3}

所属：

¹ 〒812-0033 福岡県福岡市博多区大博町 4-16 福岡エココミュニケーション専門学校

² 〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学大学院生産科学研究科

³ 〒811-3304 福岡県福津市津屋崎 936 番地 つやざき海辺の自然学校

* 現所属 〒681-0001 鳥取県岩美郡岩美町牧谷 1794-4 鳥取県立博物館附属『山陰海岸学習館』

¹ Fukuoka Eco Communication College, 4-16 Taihaku-cho, Hakata-ku, Fukuoka 812-0033, Japan

² Graduate School of Science and Technology, Nagasaki University, 1-14 Bunkyo-machi, Nagasaki 852-8521, Japan

³ Tsuyazaki Seaside Nature School, 936 Tsuyazaki, Fukuoka 811-3304, Japan

* Corresponding author: Coastal Branch of Tottori Prefectural Museum, 1794-4 Makidani, Iwami-cho, Tottori 681-0001, Japan (e-mail: wadat@pref.tottori.jp)

キーワード：絶滅危惧、象徴種、自然環境保全、環境教育、体幅組成解析

Key Words: Endangered species, Flagship species, Natural environment conservation, Environmental education, Carapace width frequency analysis

要旨：福岡県津屋崎干潟においてカブトガニ幼生の成長の解明とモニタリング手法の開発に取り組んだ。2003年9月から2006年10月にかけての野外調査で得られたカブトガニ幼生の体幅組成では17.00-62.00 mmの間に4つの正規分布が認められ、それぞれの単峰領域が5から8脱皮齢の体幅サイズの範囲を示した。各脱皮齢の平均値から求められたカブトガニ幼生の成長率は5脱皮齢から順に1.35・1.33・1.31倍であった。津屋崎干潟での野外調査で得られた幼生の成長率は過去の飼育環境下で得られた成長率よりも高かった。本研究で示された各脱皮齢の体幅サイズの範囲を基準として幼生の齢組成を判別することによって、絶滅が危惧されている本種の個体数の増減を監視することができると考えられる。生活史を通して多様な沿岸環境を必要とするカブトガニは沿岸生態系保全の象徴となり得る存在であり、地域の自然環境や生物多様性を保全する意味でも市民参加型のモニタリング調査を実施し続ける必要がある。

Abstract: We investigated the growth of juvenile horseshoe crab *Tachypleus tridentatus* at Tsuyazaki mudflat in Fukuoka Japan from September 2003 to October 2006, thereby approaching the development of the monitoring method for the endangered species. The growth of juvenile horseshoe crabs was estimated using carapace width (CW) frequency analysis. The CW frequency was separated into four instars with 17.00-62.00 mm of CW range, resulting that each area of unimodal distribution showed the CW ranges from 5 to 8 instars. The mean CW of juvenile horseshoe crabs increased 1.35, 1.33 and 1.31 times with the molting process, and these values were higher than the growth rate under the rearing condition for the previous study. Dividing the captured individuals into age groups according to the CW ranges obtained from this study, it would become possible to monitor the increase and decrease of the threatened wild population. The endangered horseshoe crab can be potentially an important flagship species for the conservation of the coastal ecosystem, because diverse coastal environments are indispensable for its life cycle. Therefore, in order to protect not only the endangered species but also its natural habitat or biodiversity, the citizen-based monitoring of horseshoe crabs should be continued in this field.

序文

カブトガニ *Tachypleus tridentatus* は日本・朝鮮半島・中国・台湾・フィリピン・ベトナムの沿岸域に分布し、国内では九州北部と瀬戸内海の一部にのみ生息する（関口 1999）。本種は近年の相次ぐ干潟干拓事業や海洋汚染等の影響によって個体数が激減し（伊藤ほか 1991；関口 1993）環境省や各都道府県から絶滅危惧Ⅰ類に選定されている（環境庁 1991；環境省 2006；岡山県 2001；広島県 2003；山口県 2002；愛媛県 2001；佐賀県 1999；大分県 2002）。我が国のカブトガニが絶滅に瀕している最大の原因は経済優先の人為活動による自然環境の消失（例えば、岡山県笠岡湾干拓（土屋 1980、1982））であり、本種の生息・繁殖地の保全と個体数の増減を監視するモニタリング手法の開発が急務の課題となっている。

絶滅のおそれのある種や個体群の保全にはその生息環境の保全が前提となる（鷲谷・矢原 1996）。カブトガニにおいては、その生活史や生息環境を明らかにするための野外調査や室内飼育実験が数多く実施され、様々な生物学的諸知見が得られている（関口 1999）。関口の総説（1999）によると、カブトガニの成体は6月下旬から8月下旬までの大潮の満潮時に最満潮線付近の砂浜で産卵する。砂の中で孵化した稚仔は、越冬後に隣接する泥干潟へ移動し、そこで脱皮を繰り返しながら甲らの幅（体幅）が70 mm程度になるまで成長する（以下、この時期のカブトガニを“幼生”と記す）。卵から成熟に至るまで継続された水槽内飼育実験（Sekiguchi et al. 1988）では、孵化して2年目に3回、3年目に2回の脱皮を行い、4年目以降は毎年1回の脱皮で脱皮毎に平均1.28倍の大きさに成長することが示されている（以下、脱皮の回数を“脱皮齢”と表す）。その後の垂成体および成熟個体は水深20 m付近の海域で過ごすと考えられている。このようにカブトガニはその生活史の中で複数の異なる生息環境を必要とすることから、本種の保全には沿岸生態系全体を視野に入れた保護政策が不可欠であると考えられている（清野ほか 2000；Chen et al. 2004）。

カブトガニの保全におけるもう一つの課題は、個体数の増減を監視するための継続的なモニタリング手法の開発である。泥干潟で比較的容易に採集することができる幼生期に着目して、これまでも本種の生息調査が各地で実施されている（川原 1982；前田ほか 2004；佐賀県立伊万里高等学校生物部 2006；山口カブトガニ研究懇話会 2007）。しかし、採集したカブトガニ幼生の年齢を判別するための明確な基準が確立されていないために、個体数の増減を把握するまでには至っていない。水槽内飼育下での各脱皮齢の大きさ（Sekiguchi et al. 1988）を基準にしてカブトガニ幼生の年齢組成を判別している研究例もあるが（Chiu and Morton 2004；Chen et al. 2004）飼育実験に用いた供試個体数が少な

いことや成長率に不規則な変動がみられることから適用されていない例が多い。また、Carmichael et al. (2003) はアメリカカブトガニ *Limulus polyphemus* を用いて、野外での成長率が飼育下でのそれよりも高いことを示唆している。種や個体群の保全を目的としたモニタリング手法の確立には科学的根拠に基づく一般性の高い法則の抽出が求められるため(鷲谷・矢原 1996)、野外でのカブトガニ幼生の成長率を求めて年齢組成の判別を可能にし、本種の個体数変動を直接評価する手法の開発が望まれている。

そこで、本研究では野外調査から得られたカブトガニ幼生の体幅組成からその成長率を明らかにし、それらを基にして本種の増減を監視するためのモニタリング手法を開発することを目的とした。本種はその生活史を通して多様な沿岸環境を必要とし、経済優先の人為活動によって生存が脅かされている代表的な生物であることから、沿岸生態系を保全する上での“象徴種 Flagship species” (鷲谷・松田 1998) ととらえることができる。それゆえ、カブトガニの保全は沿岸生態系における生物多様性の維持・管理にも貢献すると考えられる。また、生きている化石としても知名度が高いカブトガニは環境教育の生物材料としても適している。ここでは、モニタリング調査を継続する上で不可欠な調査員確保の方法の一つとして地元の学校との連携を提案し、科学的な調査に基づく環境教育の実践についても報告する。

調査場所と方法

本研究は福岡県福津市津屋崎干潟(33°47'N、130°27'E)で行われた(図1)。津屋崎干潟は津屋崎漁港奥部に位置し、潮の干満によって定期的に泥干潟が干出する。泥干潟での野外調査は2003年9月に1回、2004年6-9月に3回、2005年5-10月に6回、2006年5-10月に4回の合計14回行われた。調査日には干満差の大きい大潮の日が主に選ばれたが、大潮の日以外でも干満差が60 cmを超える日には調査を実施した。調査時刻は最干潮時刻の前後2時間のうちの1時間から2時間程度で、その時間帯に泥干潟の表面に出現しているカブトガニ幼生を調査員が採集した。調査員は福岡エココミュニケーション専門学校の野外実習(科目名: マリンフィールドワーク)の履修生(年平均 = 29.5名; 最少11名、最多48名)が主体であったが、2004年の1回と2005年の2回と2006年の1回の調査で地元の福津市立津屋崎小学校の6年生(平均 = 111名; 最少97名、最多127名)が臨時調査員としてカブトガニ幼生の採集に加わった。

採集したカブトガニ幼生の計測は、著者ら(和田、板谷、秀野)による講習を受けて正確な計測ができると判断された専門学校生らが担当した。計測部位は体幅(図2)のみでノギスで0.05 mmまで計測し、それらの体幅組成から脱

皮齡ごとの大きさを求めた。体幅は測定が容易である上に調査員の違いによる測定誤差が最も少ない部位として、近縁種を含めた先行研究でも用いられている (Waterman 1954 ; Shuster 1955)。体幅組成解析では、体幅組成のモードの出現状況から脱皮齡数を設定し、各脱皮齡の平均体幅と標準偏差は MS-Excel のソルバーを用いて最小二乗法により推定した。最初に出現した体幅組成モードの脱皮齡は不明であるが、本研究では川原 (1984) の野外調査結果を参考にし、最初の体幅組成モードを 5 脱皮齡と仮定した (考察参照)。

2003 年と 2004 年の調査では体幅の計測のみを行ったが、2005 年以降の調査ではカブトガニ幼生の体側面に白色の油性ペン (ぺんてるホワイト極細 X100W-SD、ぺんてる株式会社製) で通し番号を記し、個体識別のためのマーキングを施した。マーキングは個体が脱皮すると脱落し、マーキングを欠くすべての個体に新たな通し番号を記したため、得られた個体数には個体の重複が含まれると推測される。本種の未成熟個体は毎年脱皮すると考えられていることから (関口 1999)、マーキングの通し番号は年度ごとに更新した。体幅が 10 mm 以下で通し番号を記すことができない小型個体 (n = 48) には、代わりに白い点を体側に記して採集個体であることのマーキングを施した。計測とマーキングが完了した後、カブトガニ幼生を元の泥干潟に戻した。2005 年の調査では脱皮殻の採集と計測も同時に実施した。

福津市立津屋崎小学校では小学 6 年生の総合的な学習の時間を使って、カブトガニの活動が取り組まれた。カブトガニを通して地域の自然環境の大切さを学習することを目的に、担任の先生方とともに学習計画を立て、泥干潟での野外調査を実施する前には子ども達への事前学習を行った。事前学習では小学 6 年生が調査員としての役割を果たせるように、著者らが調査の意義や方法について分かりやすく伝えた。

結果と考察

カブトガニ幼生の採集個体数と再捕獲率

本研究では合計 14 回の調査で 1582 個体 (平均 = 113.0 個体、標準偏差 = 91.8 個体) のカブトガニ幼生を採集した。そのうちの 24 個体はすでにマーキングが記された再捕獲個体であった。2005 年以降の採集個体数 (n = 1236) から得られた再捕獲率は 1.94% で、マーキング付きの脱皮殻 18 個体の採集を含めると再捕獲率は 3.25% であった (マーキングなしの脱皮殻 58 個を含む)。

カブトガニ幼生の成長率

津屋崎干潟で採集されたカブトガニ幼生の体幅は 8.05-76.00 mm であり、そ

これらの90%以上が17.00-62.00 mmの範囲に含まれた。体幅が17.00-62.00 mmの個体(n=1424、再捕獲による重複を除く)の頻度分布を図3に示す。図3では複合正規分布が示され、それぞれの単峰領域の平均値から推定されたカブトガニ幼生の成長率は5脱皮齢から順に1.35・1.33・1.31倍であった(表1、2)。さらに表1では、各正規分布曲線の交点を求めて各脱皮齢の体幅サイズの範囲を示した。

各脱皮齢の平均値から求められた津屋崎干潟でのカブトガニ幼生の成長率は、大分県杵築湾での野外調査結果(川原 1984)と比較的類似していた(表2)。本研究と杵築湾での先行研究ではマーキングの有無や解析の方法に違いはみられるが、同じ体幅サイズを基準にして数多くの野生個体の実測値からカブトガニ幼生の成長率を推定していることから、本研究で得られた4つの脱皮齢は川原(1984)が示した脱皮齢ごとの体幅サイズに倣って5から8脱皮齢であると考えられた。さらに、川原(1984)は多くの4脱皮齢以下の個体を室内飼育して、野外での実測値から得られた各脱皮齢の体幅サイズの妥当性を示している。一方、水槽内で卵から継続飼育して求められた本種幼生の成長率では脱皮を重ねるごとに供試個体数が減少し、特に表2で示した5から9脱皮齢の幼生期においては不規則な変動も認められる(Sekiguchi et al. 1988)。本研究では飼育環境下よりも野外での成長率の方が高いことが示されたが、それらと比較した脱皮齢が1齢分ずれている可能性もあるかもしれない。しかし、津屋崎干潟のカブトガニ幼生の体幅組成から推定された成長率(5から8脱皮齢)と各脱皮齢の体幅サイズは、飼育環境下における6から9脱皮齢のそれらと比べても明らかに高く大きかった(表2)。本種幼生は野外で様々な底生生物を餌として利用していることが示唆されている(Zhou and Morton 2004)。また、安定同位体比を用いた食性分析ではアメリカカブトガニの幼生が成長に伴って餌生物を変えることが報告されており(Gaines et al. 2002; Carmichael et al. 2004)、豊富な餌生物が存在する野外での成長率が飼育環境下での成長率を上回ったと考えられた。さらに、久野(2006)は最終脱皮を経た個体の体幅サイズに明確な地域差がみられることを報告しており、今後地域間でカブトガニ幼生の成長や干潟環境の多様性を比較し、幼生の成長率に影響を及ぼす要因を明らかにする必要がある。

モニタリング手法の開発と課題

本研究で得られたカブトガニ幼生の体幅組成では4つの正規分布が示され、それぞれの単峰領域が各脱皮齢の体幅サイズの範囲とみなされた(図3)。5脱皮齢および6脱皮齢の個体は3齢で、7脱皮齢以降は毎年一回ずつ脱皮をして成長すると考えられているので(Sekiguchi et al. 1988)、今回明らかとなった各

脱皮齡の体幅サイズの範囲（表1）にしたがって毎年の幼生個体数をカウントすることによって、本種の個体数の増減を監視することができると考えられる。継続的なモニタリング調査は絶滅が危惧されている種や個体群の緊急事態を早急に察知し、適切な保全対策を講ずることを可能にする（鷲谷・鬼頭 2007）。泥干潟でのカブトガニ幼生の採集および体幅の計測は比較的容易に実施できるため、今回の調査で齡判別の基準が提案された津屋崎干潟ではモニタリング調査の継続と手法の確立が期待される。

今後の調査でカブトガニの保全を目的としたモニタリング手法を確立するためには、幼生の脱皮時期の把握と各脱皮齡の生残率の解明が課題となる。個体識別のためのマーキングは脱皮によって脱落してしまい、脱皮を境に基準となる体幅サイズが変わるので、一年間に複数回実施される調査で正確な齡組成を把握するためには脱皮時期を解明しなければならない。幼生の脱皮時期については定期的に脱皮殻を収集することによって明らかにできるであろう。また、個体数の変動を正確に把握するためには各脱皮齡の生残率を求める必要があり、それには一定の方形枠内に生息する個体群密度を継続的に調べる方法がアメリカカブトガニで採用されているが（Botton et al. 2003; Carmichael et al. 2003）、全国的に個体数が激減しているカブトガニの生残率を解明することは極めて難しいと思われる。そのため、本種の生残率に関しては方形枠を用いた定量的な解析の代わりに、捕獲個体の体幅組成から推定する別の方法（田中 1985）を採用するべきかもしれない。

市民参加型モニタリングの環境教育としての効果

私たちはカブトガニの保全を目的とした科学的調査を実施するとともに、専門学校の野外実習や地元の小学校の総合的な学習の時間を用いて、次世代の育成を目的とした環境教育にも取り組んだ。環境教育をともなうモニタリングの最も大きな利点は調査員が確保されることである。特に、長期的なモニタリングには調査員の継続的確保が欠かせない。今回の学校連携では小学6年生程度の児童であれば事前学習を綿密に行うことで調査員としての役割を十分に果たすことが示された。さらに、津屋崎小学校の2005年度の取り組みでは、児童らが「カブトガニを守るための要望書」を多くの市民の署名とともに福津市長に提出し、津屋崎干潟が福岡県の鳥獣保護区に指定されるという結果を招いた。経済優先の人為活動によって生存が脅かされているカブトガニを生物教材として扱うことで、子供たちの心を動かす教育効果の高い活動を展開することができる。絶滅危惧種を用いた環境教育の実践には科学的根拠が求められるため、今後も地域の研究者らと連携し、身近な自然環境や生きものの大切さを学ぶ環境教育の場としてモニタリングを活用されたい。

その一方で、多くの調査員が一斉に泥干潟に踏み入ることによって干潟の荒廃につながる可能性を否定できない。モニタリングを継続する上で調査員の確保は必要不可欠であるが、今後は少ない調査人数や回数でも効率よく採集個体数を増やすために幼生の出現に関する環境要因を解明するとともに、干潟の荒廃に配慮した調査体制を整備し、定量的な調査に移行するべきであろう。生活史を通して多様な沿岸環境を必要とするカブトガニのモニタリングは、沿岸域の生物多様性の維持・管理にも貢献すると考えられるため、地域の人材を積極的に育成し、小規模であっても継続することを優先した市民参加型モニタリングに移行することが望ましいと思われる。生物多様性にかかわるモニタリングには参加者がともに学び共感するという目的が含まれる（鷲谷 2007）。研究者らが科学的な役割を果たし、市民との連携を強化することによって、さらに効果的な環境教育としてのモニタリングが実現するであろう。

カブトガニの保全対策

我が国のカブトガニはたった数十年で絶滅に瀕するまでに激減したことから（伊藤ほか 1991）、環境省および県別のレッドデータブック（以下、RDB）でも絶滅のおそれが最も高い絶滅危惧 類に指定されている。しかし、津屋崎干潟を含む福岡県の RDB ではカブトガニが属するクモ形類の項目（環境省版 RDB のカテゴリー）が掲載されておらず、現在福岡県の RDB の改訂にあたってリストアップが検討されている（福岡県 2001；福岡県環境部自然環境課 私信）。RDB の基礎となるレッドリスト（絶滅のおそれのある種のリスト）の作成は、絶滅のおそれのある野生生物に関する理解を広めることを目的に行われているが、我が国ではレッドリストの法的な位置づけがなされておらず、RDB に選定するだけで具体的な保護政策が伴わないケースがほとんどである（羽山・関根 2003）。カブトガニにおいても例外ではなく、本種の生息・繁殖地等の保護区が制定されている地域はない。しかし、1928 年に岡山県笠岡市笠岡湾の一部と 1949 年に愛媛県西条市東予海岸一帯が「カブトガニの繁殖地」としてそれぞれ国と県から天然記念物に指定されており（笠岡市「カブトガニ博物館」、<http://www.city.kasaoka.okayama.jp/0012/0001.html>、2008 年 1 月 3 日確認；西条市「西条市のカブトガニ」、<http://www.city.saijo.ehime.jp/kabutogani/>、2008 年 1 月 3 日確認）、これらの取り組みは高く評価されるべきである。多様な沿岸環境を必要とするカブトガニにとって、現在残されている自然環境の破壊や消失は致命的であるため、比較的個体群密度の高い生息地が報告されている福岡県では速やかに本種を希少野生生物にリストアップし、必要に応じて法的保護の対象種に選定した上で、不透明な埋め立て事業や沿岸域の開発を制限する法制度の整備が必要である。最近の保全遺伝学的研究（Nishida and Koike 印刷

中)によると、日本のカブトガニは地域個体群間で遺伝的に分化している可能性が示唆されており、本種の遺伝的多様性を保全する意味からも早急な保護政策の策定が望まれる。

謝辞

本調査を実施するにあたり、様々な便宜を図ってご支援・ご協力をいただきました山下真智子氏(現福津市広報課)を始めとする福津市うみがめ課の職員の皆様、および福津市立津屋崎小学校の早川由洋先生・小池徳子先生・笠原朋子先生をはじめとしてカブトガニを通じた環境教育に賛同してくださった多くの先生方に厚く御礼申し上げます。また、体幅組成解析において有益なご助言をいただきました東北区水産研究所の上田祐司氏に深く感謝する。本調査を遂行するにあたり、多くのご協力をいただきました地域住民の方々・専門学校の学生たち・津屋崎小学校の子供たちに心から御礼申し上げます。最後に、査読者の方々には有益な助言を数多く頂いた。ここに謝意を表する。

引用文献

- Botton ML, Loveland RE, Tiwari A (2003) Distribution, abundance, and survivorship of young-of-the-year in a commercially exploited population of horseshoe crabs *Limulus polyphemus*. Mar Ecol Prog Ser 265:175-184
- Carmichael RH, Rutecki D, Valiela I (2003) Abundance and population structure of the Atlantic horseshoe crab *Limulus polyphemus* in Pleasant Bay, Cape Cod. Mar Ecol Prog Ser 246:225-239
- Carmichael RH, Rutecki D, Annett B, Gaines E, Valiela I (2004) Position of horseshoe crabs in estuarine food webs: N and C stable isotopic study of foraging ranges and diet composition. J Exp Mar Biol Ecol 299:231-253
- Chen C, Yen H, Lin P (2004) Conservation of the horseshoe crab at Kinmen, Taiwan: Strategies and practices. Biodiversity and Conservation 13:1889-1904
- Chiu HMC, Morton B (2004) The behaviour of juvenile horseshoe crabs, *Tachypleus tridentatus* (Xiphosura), on a nursery beach at Shui Hau wan, Hong Kong. Hydrobiologia 523:29-35
- 愛媛県 (2003) 愛媛県の絶滅のおそれのある野生生物：愛媛県レッドデータブック。愛媛県自然保護課

- 福岡県 (2001) 福岡県の希少野生生物 - 福岡県レッドデータブック 2001 - . 福岡県総務部県民情報広報課
- Gaines EF, Carmichael RH, Grady SP, Valiela I (2002) Stable isotopic evidence for changing nutritional sources of juvenile horseshoe crabs. *Biol Bull* 203:228-230
- 羽山伸一・関根孝道 (2003) 絶滅を回避するための提言. 日本自然保護協会(編), pp. 60-71. 生態学からみた野生生物の保護と法律. 講談社
- 広島県 (2003) 広島県の絶滅のおそれのある野生生物：レッドデータブックひろしま 2003. 広島県環境局自然環境保全室
- 久野千香子 (2006) 南九十九島におけるカブトガニの生息状況及び外部形態の雌雄差について. 長崎県生物学会誌 61:71-78
- 伊藤富夫・杉田博昭・関口晃一 (1991) 瀬戸内海におけるカブトガニの激減とその原因. 上武大学経営情報学部紀要 4:29-46
- 環境省 (2006) 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物, クモ形類・甲殻類等. 財団法人自然環境研究センター
- 環境庁 (1991) 日本の絶滅のおそれのある野生生物, 編. 日本野生生物研究センター
- 川原 大 (1982) カブトガニ幼生の生態調査. 海洋と生物 4:380-382
- 川原 大 (1984) カブトガニの成長と日周期性の変化. 動物と自然 14:22-26
- 前田耕作・久野千香子・大熊豪 (2004) 長崎県におけるカブトガニ生息調査について. 長崎の自然と文化 76:37-44
- Nishida S, Koike H (印刷中) Genetic structure of Japanese populations of *Tachypleus tridentatus* by mtDNA AT-rich region sequence analysis. In "Biology and Conservation of Horseshoe Crabs" Ed by J. Tanacredi, M. Botton and D. Smith, Springer
- 岡山県 (2003) 岡山県版レッドデータブック:絶滅のおそれのある野生生物. 岡山県野生生物調査検討会
- 大分県 (2002) 大分県の絶滅のおそれのある野生生物：レッドリストおおいた. 大分県自然環境学術調査会野生生物専門部会
- 佐賀県 (1999) 絶滅のおそれのある野生動植物レッドデータブックさが. 佐賀県環境政策局環境企画課
- 佐賀県立伊万里高等学校生物部 (2006) 伊万里湾カブトガニ幼生生息調査. か

ぶとがに 26:61-65

関口晃一 (1993) 日本カブトガニの現況【増補版】. 日本カブトガニを守る会, 岡山

関口晃一 (1999) カブトガニの生物学【増補版】. 製作同人社, 東京

Sekiguchi K, Seshimo H, Sugita H (1988) Post-embryonic development of the horseshoe crab. Biol Bull 174:337-345

清野聡子・宇多高明・土屋康文・前田耕作・三波俊郎 (2000) カブトガニ産卵地の地形特性と孵化幼生の分散観測 - 希少生物生息地のミティゲーション計画のために -. 応用生態工学 3:7-19

Shuster Jr. CN (1954) A horseshoe “crab” grows up. Ward’s Nat Sci Bull 28:3-6

田中昌一 (1985) 水産資源学総論. 恒星社厚生閣, 東京

土屋圭示 (1980) 笠岡湾におけるカブトガニ数量減衰の経緯. カブトガニの研究報告書 1:5-9

土屋圭示 (1982) 笠岡湾カブトガニの危機的現状. カブトガニの研究報告書 2:3-4

Waterman TH (1954) Relative growth and the compound eye in Xiphosura. J Morphol 95:125-158

鷺谷いづみ (2007) 自然再生時代の生物多様性とモニタリング. 鷺谷いづみ・鬼頭秀一 (編), pp. 3-11. 自然再生のための生物多様性モニタリング. 東京大学出版会

鷺谷いづみ・鬼頭秀一 (2007) 自然再生のための生物多様性モニタリング. 東京大学出版会, 東京

鷺谷いづみ・松田裕之 (1998) 生態系管理および環境影響評価に関する保全生態学からの提言(案). 応用生態工学 1:51-62

鷺谷いづみ・矢原徹一 (1996) 保全生態学 - 遺伝子から景観まで -. 株式会社文一総合出版, 東京

山口カブトガニ研究懇話会 (2007) 山口湾のカブトガニ. 環境省中国四国地方環境事務所, 岡山

山口県 (2002) レッドリストやまぐち: 山口県の絶滅のおそれのある野生生物. 山口県環境生活部自然保護課

Zhou H, Morton B (2004) The diets of juvenile horseshoe crabs, *Tachypleus*

tridentatus and *Carcinoscorpius rotundicauda* (Xiphosura), from nursery beaches in proposed for conservation in Hong Kong. Journal of Natural History 38:1915-1925

図 1. 調査地位置図 (福岡県福津市津屋崎干潟)

図 2. 測定したカブトガニ幼生の体幅 (CW)

図 3. 津屋崎干潟におけるカブトガニ幼生の体幅組成。4つの正規分布のそれぞれの単峰領域が各脱皮齡の体幅サイズの範囲を示す。体幅が小さい方から順に、21.6 mm をモードとする 5 脱皮齡 (18.40-24.80 mm)・29.1 mm をモードとする 6 脱皮齡 (24.85-33.30 mm)・38.6 mm をモードとする 7 脱皮齡 (33.35-43.65 mm)・50.6 mm をモードとする 8 脱皮齡 (43.70-57.45 mm)。

表1. 津屋崎干潟のカブトガニ幼生における体幅組成解析から推定された各脱皮齡の平均体幅(CW)および体幅サイズの範囲(R)

	3齡		4齡	5齡
	5脱皮齡	6脱皮齡	7脱皮齡	8脱皮齡
N	545	292	285	296
平均体幅 (mm)	21.60	29.08	38.61	50.57
体幅範囲 (mm)	18.40-24.80	24.85-33.30	33.35-43.65	43.70-57.45

表2. カブトガニ幼生の成長率の比較

	本研究		川原(1984)		Sekiguchi et al. (1988)	
	CW (mm)	成長率	CW (mm)	成長率	CW (mm)	成長率
5脱皮齡	21.6	-	21.6	-	17.5	1.32
6脱皮齡	29.1	1.35	29.6	1.37	22.2	1.27
7脱皮齡	38.6	1.33	40.4	1.36	28.0	1.26
8脱皮齡	50.6	1.31	53.2	1.32	37.3	1.33
9脱皮齡	-	-	71.0	1.33	42.7	1.14

图 1

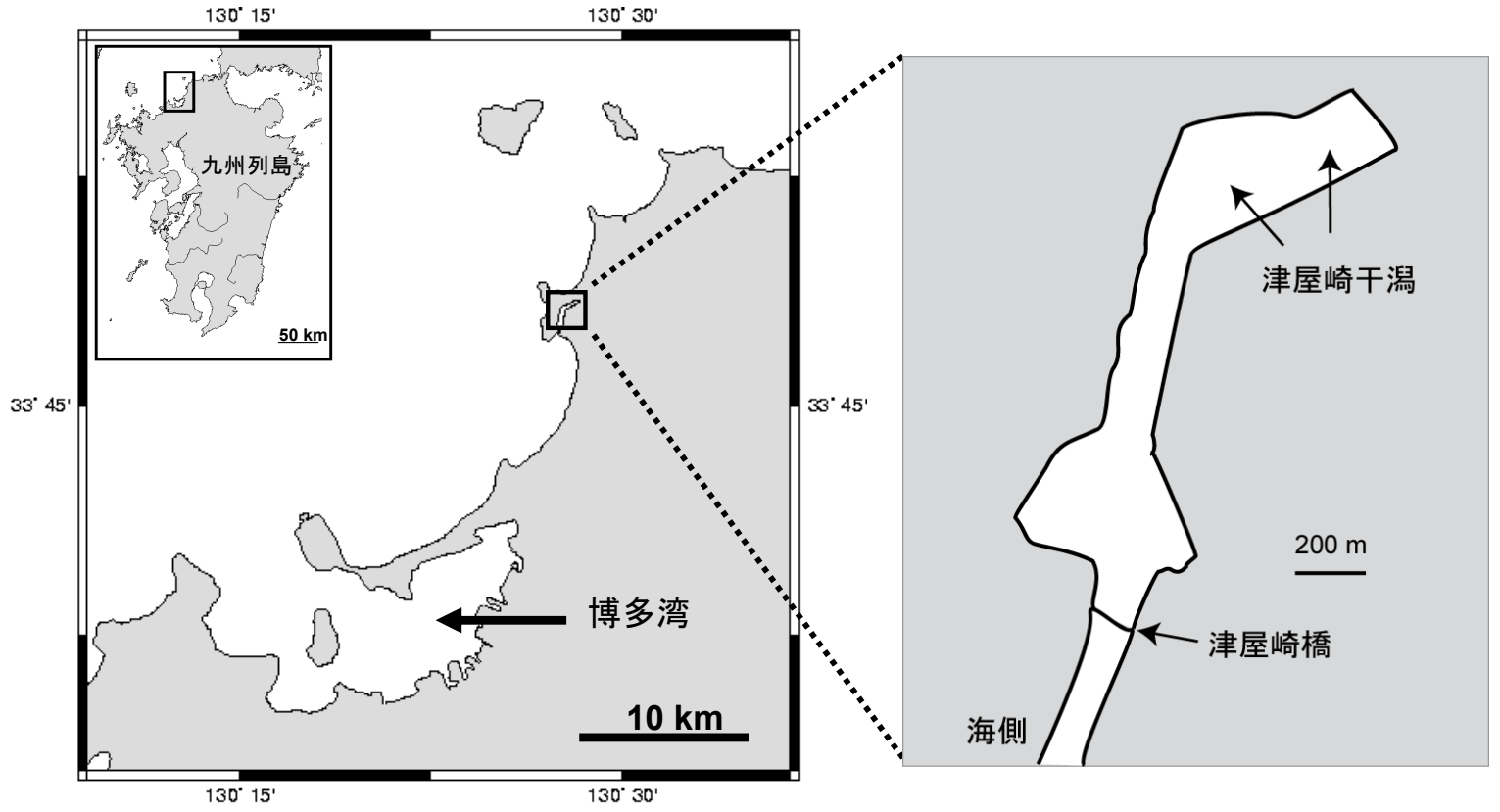


图2

体幅 (Carapace width)

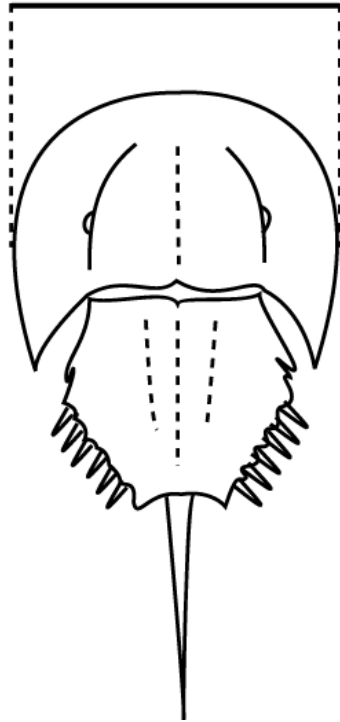


图3

