

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：35409

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23710286

研究課題名(和文) 絶滅危惧種カブトガニをキーストーン種とした沿岸生態系の保全

研究課題名(英文) Study on the Japanese horseshoe crab as an keystone species for conservation of the coastal ecosystem

研究代表者

渡辺 伸一 (WATANABE, Shinichi)

福山大学・生命工学部・准教授

研究者番号：20450728

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円、(間接経費) 930,000円

研究成果の概要(和文)：カブトガニの行動を短期・長期的に記録するためにバイオリギングとバイオテレメトリーの双方の利点を有効に生かした調査技術を開発し、沿岸域に生息するカブトガニの活動の周期性を調査した。加速度および深度データロガーと加速度超音波発信器をもちいてカブトガニの行動を推定した。その結果、カブトガニの活動には潮汐と昼夜に同調した0.5日、1日の短い周期があり、さらに月周期と年周期に同調した14日と365日の長い周期があり、沿岸環境の複雑な環境変化に同調していることが明らかになった。以上の結果は、沿岸域に生息する海洋生物がどのように環境変化に適応しているかを知る重要な資料となる。

研究成果の概要(英文)：Activity rhythms of the Japanese horseshoe crab in the coastal environment were investigated using bio-telemetry and bio-logging techniques developed in this study. The activity in short-term (up to 40 days) was monitored using acceleration loggers and ultrasonic transmitters. For the long-term (up to 500 days) analysis, depth-temperature loggers were used in this study. The results showed that the horseshoe crab has complex activity rhythms as circatidal (0.5 day) or circadian (1 day) rhythms synchronized with tidal and day-night cycles nested in ultra-circadian rhythms (14 days and 365 days) synchronized with lunar and annual cycles. We concluded that such marine animals have complex activity rhythms adapted to complex environmental fluctuations in the coastal environment.

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：資源保全学・資源保全学

キーワード：カブトガニ バイオリギング バイオテレメトリー 調査技術 データロガー 超音波発信器 潮間帯  
環境選択性

### 1. 研究開始当初の背景

カプトガニは、干潟の泥の溜まった海底に生息し、ゴカイなどを餌にする。そのため、干潟の環境の影響を強く受ける。かつては、瀬戸内海と九州北部の沿岸部に広く生息したが、現在では生息地の環境破壊が進み、生息数・生息地ともに激減している。現在、瀬戸内海沿岸の数箇所で生息が確認されているが、いずれの地域も沿岸の開発が進み、最近では生息できる海岸が減少し、ほとんど見ることができない。岡山県笠岡市は、国内の代表的な生息地・繁殖地であったが、その生息状況は悪化傾向にある。環境省のレッドリストでは、絶滅危惧1類に指定され、笠岡市ほか2つの生息地が、国指定天然記念物に指定されている。

生息地がこのような問題を抱えている中で、笠岡市はカプトガニの生息地の環境整備と増殖事業を進めている。生息地の環境整備として、下水道を整備し、干潟の水質悪化を防ぎ、指定地内に砂止突堤や離岸堤を設置して、産卵場の確保や幼生の生息に必要な干潟の保全を行っている。また、保護増殖事業として、同市はカプトガニの人工繁殖と幼生の定期的な放流を進めている。これまで、笠岡市カプトガニ博物館は、カプトガニの人工繁殖を目的として、カプトガニの発生と成長、産卵行動などに関する研究を行い、人工飼育・繁殖に成功した。このように、飼育下での知見は多いものの、野外におけるカプトガニの詳しい生態はほとんどわかっていない。

笠岡市沿岸のカプトガニは、夏場に天然記念物指定の神島水道の砂浜に来て産卵し、冬場には、区域外に出て休眠すると考えられているが、その実態は不明である。カプトガニがいつ・どこで、どうやって産卵するのか？また、冬場には、どこで・なにをしているのか？こうした、これまで不明だったカプトガニの行動を解明することは、適切な保護区を設けて、カプトガニの生息地を保全するなど、今後のカプトガニ保全対策に重要な役割を果たすものとなる。

### 2. 研究の目的

本研究では、動物搭載型データロガーをもちいた最新の生物計測技術（バイオロギング）によって瀬戸内海沿岸域に生息するカプトガニの行動調査を行い、これまで明らかでなかったカプトガニの詳細な行動を調査する。また、同時に超音波発信器をもちいたバイオテレメトリーによって年間を通じたカプトガニの移動を調査し、詳細な行動とその生息場所との関係、および繁殖期や休眠期など季節に応じた生息環境の移動を明らかにする。そして、それらの結果をもとに、カプトガニをキーストーン種とした沿岸生態系の保全管理対策を講じる。

### 3. 研究の方法

本研究では、漁業で混獲されたカプトガニの成体にデータロガーを装着し、その行動を追跡する。笠岡市カプトガニ博物館へは、年間10例未満であるが、漁業関係者から混獲情報が寄せられている。このような混獲情報があった場合には、すぐにそれらの個体をもちいた行動調査が行えるような研究体制を整えておく必要がある。研究初年度にデータロガーの装着と回収とバイオロギングデータから行動を再現するアルゴリズム開発の技術面での実験を重ねる。上記手法が確立した後、平成24年度以降では、その手法を使って、野外で1例でも多く、カプトガニの成体の行動データを取得する。さらに、その成果を生かして、カプトガニの繁殖地と越冬場所の特定、季節的な移動やそのときの詳細な行動を解明する。得られた研究成果は、カプトガニ博物館の地域貢献事業を介して、地域住民へ還元していき、最終的には、カプトガニ生息地の保護区設定など具体的な保全事業を展開するための資料として笠岡市へ提供する。

平成23年度

(1)-1 室内実験、(1)-2 屋外実験を行い、データロガーの装着と回収する技術を開発し、(2) 野外調査でカプトガニの行動追跡を行い、野外における個体追跡の手法を確立する。データ解析で、(1)-1 室内実験、(1)-2 屋外実験の結果からカプトガニの行動を再現するアルゴリズムを開発し、(2) 野外調査で得られた個体追跡のデータを環境情報と関連付けた解析手法を確立する。

平成24年度以降

(2) 野外調査で、カプトガニの行動追跡とバイオロギングデータの取得を行う。データ解析で得られたデータを分析し、カプトガニの行動と環境との関係について分析する。以上の結果は、学会・学術誌へ発表するとともに地域貢献のための資料を作成し、笠岡市が行う地域貢献事業と連携して、成果を公表していく。

### 4. 研究成果

平成23年度から24年度にかけては、加速度データロガーと加速度超音波発信器をもちいてカプトガニの行動を推定するための調査技術の開発を試みた。

潮汐と昼夜サイクルのある飼育水槽でカプトガニの40日間の行動を加速度ロガーで記録し、1分ごとに動いているかどうかを姿勢角の変化から推定した結果、カプトガニの行動は活動と休息を明確に識別することができた。また、一定時間以上連続して活動と休息が見られ、活動期間と休息期間を交互に繰り返す明確な活動周期を示すことが明らかになった(図1)。

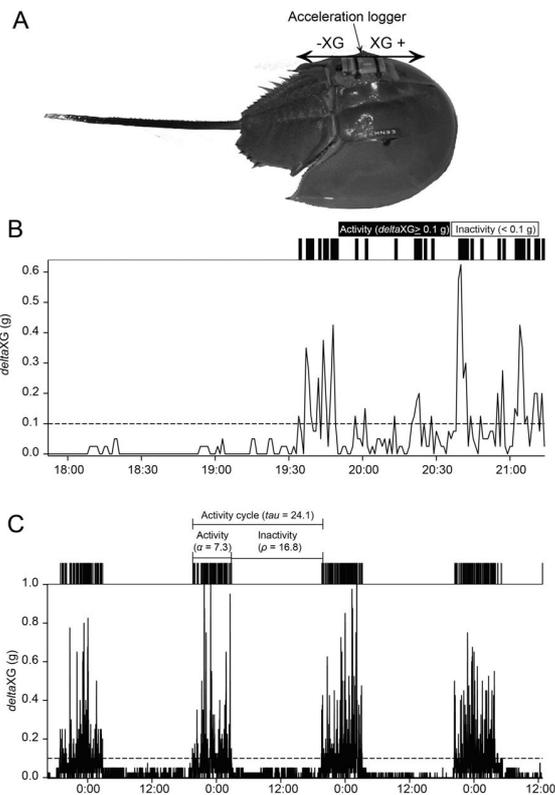


図1．加速度ロガーで記録したカブトガニの活動周期．A)加速度ロガーを背面に装着したカブトガニ、B)記録された3.5時間とC)4日間の加速度データ．

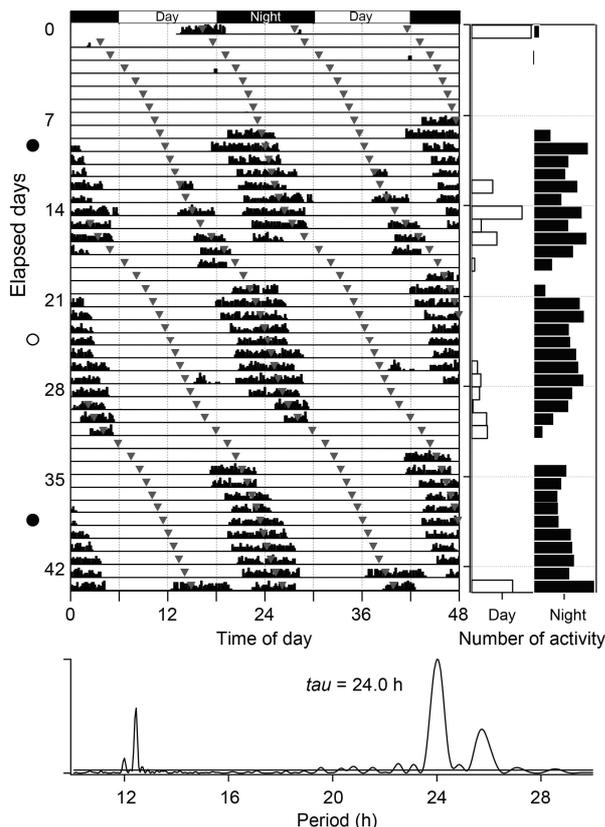


図2．加速度ロガーで記録したカブトガニの活動周期．

カブトガニの活動周期は、12.4h（潮汐周期）または 24.0h（日周期）前後であり、潮汐周期に同調した場合、概潮汐リズム・日周期に同調した概日リズムだと考えられる。同一の個体でも、潮汐周期と日周期が変化する場合があることから個体によって活動周期が決定しているのではないと考えられる（図2）。

そこで、さらに長期的な周期の変化から、活動周期が概潮汐または概日リズムに変化するかを分析した。その結果、半月（15日）周期で活動周期が12時間から24時間へ変化することが明らかになった。干満の差が大きい大潮の新月と満月の前後で概潮汐リズムとなり、その間の小潮時は概日リズムを示すことが示された（図3）。

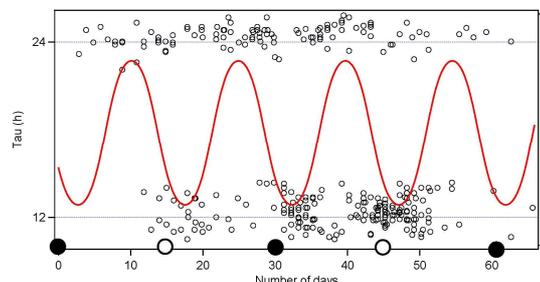


図3．月齢に応じたカブトガニの活動周期の変化．

深度・水温ロガーを装着して放流したカブトガニのうち6個体を再捕獲して、最長528日間のカブトガニの行動データを得ることができた。繁殖期から越冬期に至る長期間の活動の周期性と越冬場所の推定を行った結果、越冬場所が笠岡湾付近の浅海域であることや、越冬期間が年間の約半分に相当し、その海域の保全の重要性が示された（図4）。

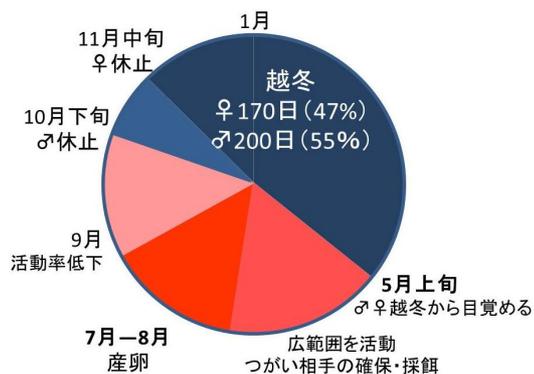


図4．深度・水温ロガーのデータから推定されたカブトガニの活動の年間スケジュール．

また、幼生生息地である干潟で、定期的な幼生の観察を行った結果、野外環境では飼育環境よりも幼生の成長速度は速く、これまで予想されていたよりも成体に達する期間が短いことなどが示された。

以上の結果から、本種とその生息地の保全

を行う上で重要な情報である、カブトガニ成体の概日リズムや概年リズム、さらに本種の生活史を知る上で重要な情報となる成体に達する幼生の成長速度に関する情報が得られた。これらの成果については、学術学会で発表したほか、現在も投稿論文をまとめており、平成26年度の笠岡市立カブトガニ博物館の特別展示を通じても紹介する予定である。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

#### 〔雑誌論文〕(計 3 件)

渡辺伸一、片山統貴、野本智也．水中撮影による飼育動物の行動評価：カブトガニ類の活動率と利用場所の推定．査読無．福山大学内海生物資源研究所報告．vol. (23) . 2013 . pp.1 - 6

渡辺伸一．バイオロギング：野生動物 (Super Vehicle) による環境計測システム．計測自動制御学会中国支部 計測制御シンポジウム 2012「エコ、新世代の計測と制御」(プロシーディング)．査読無．2012 . pp.6 - 7

坂本健太郎、渡辺伸一．【特集】生物が記録する科学 - バイオロギングサイエンス：加速度計でわかる動物の動き．査読無．自然と科学の情報誌[ミルシル] .vol. 5(1) . 2012 . pp.14 - 16

#### 〔学会発表〕(計 6 件)

渡辺伸一、小山田早織、森信敏、惣路紀通．岡山県笠岡市におけるカブトガニの越冬行動．日本生態学会．2014年3月．広島

渡辺伸一．加速度センサーを利用した動物の行動計測システムの開発．第28回バイオテクノロジー研究成果発表会．2014年1月．広島

渡辺伸一、小山田早織、森信敏、惣路紀通．岡山県笠岡市におけるカブトガニの中長期的な行動と利用場所の変化．日本動物行動学会2013年大会 2013年11月．広島

渡辺伸一、近藤輝明、森信敏、惣路紀通．岡山県笠岡湾周辺におけるカブトガニ (*Tachypleus tridentatus*) の生息地利用と越冬行動．日本水産学会中国四国支部例会．2012年12月．広島

Watanabe, S., S. Morinobu, N. Souji. Daily and seasonal activity patterns of horseshoe crabs in the Kasaoka Bay estuary, Seto-Inland Sea, Japan. North Pacific Marine Science Organization (PICES) 2012, 2012.10. Hiroshima

渡辺伸一．バイオロギング：野生動物 (Super Vehicle) による環境計測システム．計測自動制御学会中国支部 計測制御

シンポジウム 2012「エコ・新世代の計測と制御」．2012年9月．広島

〔その他〕

ホームページ等

<http://www11.ocn.ne.jp/~marbio/>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

渡辺 伸一 (WATANABE, Shinichi)

福山大学・生命工学部・准教授

研究者番号：20450728