

令和 6 年 9 月 5 日現在

機関番号：84315

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K12324

研究課題名（和文）うるさい場所に慣れるか逃げるか—騒音がアオウミガメの性格分布に与える影響

研究課題名（英文）Avoid or acclimate? The Effects of noise on personality traits of green sea turtles in coastal habitat.

研究代表者

工藤 宏美 (Kudo, Hiromi)

京都市動物園・生き物・学び・研究センター・研究員（移行）

研究者番号：80649757

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：海中の騒音という新しい課題に対し、生物に対するリスクの評価基準を設定する必要がある。本研究では、野生個体のアオウミガメの性格であるShy Bold分布を調べ、性格に応じて摂餌と逃避の時間配分が変わるか検証することを目的とした。しかし、予期できぬ理由で野生アオウミガメの音に対する反応、性格特定及び摂餌行動との関係は明らかにできなかった。そこで、飼育個体のヒメウミガメで船舶音に対する反応を特定した。その結果、すべての実験で音が鳴った後、逃避及び警戒行動が起こり、ネガティブな反応を示した。また、逃避までの間静止状態にも関わらず心拍変化を示し、運動以外のメカニズムで心拍変化する可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

洋上風力発電や船舶音の騒音といった直接生存に関わらない人間活動の影響については、鯨類や鳥類など音で個体間コミュニケーションする動物群で研究が行われている。ウミガメ類は、単独生活で声帯もないため、音利用しない通説により研究事例が極端に少ない。このような状況で、本研究では、可聴域の音に対して、その場に止まるか、逃げるを決定するまでの間、動いていなくても警戒の程度が心拍数に現れる可能性を示すことができた。個体数不足で種全体の現象とは言えないが、このことが一般化されれば、音から逃避しなくても生理的には反応しており、見た目ではわからない動物の状態を加味した上で、影響評価を行う必要があることを示している。

研究成果の概要（英文）：To address the issue of underwater noise, it is essential to establish risk assessment criteria for its impact on marine animals. This study aimed to investigate the shy-bold personality distribution of wild green turtles and to verify whether the time allocation for foraging and escape behaviors varies according to their personalities. However, due to the unavailability of experimental equipment and facilities, and a low number of individuals, we were unable to increase the sample size using the planned methods. Instead, we focused on captive olive ridley turtles to determine their response to vessel noise. This study found that captive olive ridley sea turtles exhibited vigilance and avoidance behaviors in response to audible sounds with low-frequency components, indicating a negative reaction. Additionally, heart rate changes occurred while the turtles were stationary, suggesting mechanisms other than physical movement may be involved.

研究分野：行動生態学

キーワード：海中騒音 パーソナリティ アオウミガメ 心拍数 プレイバック実験

## 様式 C-19、F-19-1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

海中の騒音問題という新しい課題に対し、絶滅危惧種への影響・評価の指標を作り、人と動物が共存できる仕組みを作る必要がある。しかし、騒音は間接的な淘汰要因のため、移動性野生動物などの生態が不明瞭な絶滅危惧種では、生活史への影響・評価は難しい。そこで、本研究では、音に対する反応に個体差があった場合、捕食圧が高いとリスクをとる個体は淘汰され、リスクを回避し続ける性格分布に偏る現象を利用し、騒音問題のある環境下でも同様の現象が起こっているか室内・野外実験で調べることにした。

### 2. 研究の目的

沿岸域での人間活動である騒音がアオウミガメ野生個体の性格分布に与える影響を明らかにし、性格を用いた評価指標を提案する。そのために、アオウミガメの、a)音に対する行動や生理的な反応を調べ、どの程度個体差があるのか確認して集団の性格分布を調べる。そして、b)性格に応じて摂餌と逃避の時間配分を変えるか検証する。c)そして野外で、性格に応じてそのような生息環境や行動特性を示すか明らかにすることを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### 実験個体 1

調査地は大分県間越海岸周辺で、定置網で混獲され保護した亜成体のアオウミガメで実験した。実験場所は、同エリアに設置した、NPO 法人がインバウンド事業で使用する海上生簀（1辺 5m、深さ 3m 程度の網を張ったもの）の中で行なった。

#### 実験手順 1

**<刺激音の作成>** 1 個体のアオウミガメを生け簀入れて、水中スピーカーで音を提示した。提示した音は、可聴域音(400Hz)を作成し、コントロールとして用いた。また、小型船舶係留時のエンジン音及びプロペラ音(20Hz~20kHz)を約水深 3m (表層から底まで約 20-30m の地点)で録音し、刺激として使用した。両方の音刺激は、音圧を 32db に上げて実験対象個体に提示した。

**<音に対する反応計測>** 実験個体には、ビデオ、心電図と加速度センサーを搭載した計測・記録機材、ウミガメまで届いている音を録音する機材をウミガメの甲羅に取り付け、音への反応を測定した。また、音が鳴り始めた後の接近・回避・探索行動は、ビデオカメラで確認した。

**<当初の実験の流れ>** 予備実験で、順化時間、刺激の提示方法、行動の定義等の実験設定を確立できた。本来ならばこの方法で、刺激を提示して反応の個体差を定量化し、性格の特定、性格に応じた摂餌時間の配分の変化や行動特性を調べる予定だったが、高波による機材の故障で実験できなかったこと、コロナウィルス関連の影響でインバウンド事業が立ちいかなかったことで海上生簀が利用できなくなったこと、その後新たに海上生簀を確保できたものの、混獲個体の極端な減少から、予備実験で設定した実験設定で個体数を増やすことができなかった。そのため、急遽、名古屋港水族館で飼育しているヒメウミガメ 2 個体を対象に、音に対する生理的な反応の検出を行なった。今回は、この結果を以下の通り報告する。

#### 実験個体 2

名古屋港水族館で、一定温度で飼育しているヒメウミガメ 2 個体 (オスとメス各 1) を対象とした。

#### 実験手順 2

##### <観察方法とプロトコル>

実験手順 1 で設定した刺激音と方法で対象個体の音に対する反応を計測した。ただし、ビデオカメラはウミガメに装着せず、水槽の上部に設置し、行動を記録すると同時に別室のモニターで観察した。このモニターで、着底を確認し、完全に静止した状況で、刺激音を提示した。提示した音は、実験 1 で作成したものを言い、刺激の種類は、ランダムに選んだ。刺激音は、水槽の中央に設置した水中スピーカーから 1 分間継続して提示された。実験と実験の間は 1 時間以上時間を空け、かつ完全に静止している状態をモニターで確認して実験を行なった。実験 1 で設定した方法で音に対する反応計測を計測し、定量化した。

実験日数は、1 個体につき 2 日間とし、実験時間は、明るい時間の午前 9:00 から 17:30 までの間とした。

##### <データ解析>

2 軸加速度センサの計測値から活動量を算出した。算出を行う時間帯の 1 分間のデータを、毎時刻の測定値を 2 乗して合計し、その平方根を活動量とした。心拍数は体温の上昇や活動時、ストレスや興奮時に変化する。温度が一定で静止している状況では、神経系の影響を受けて心拍を変化させているとみなすことができる。そのため、音刺激提示前後で活動量を確認し、活動がな

い時の心拍数及び心拍間隔の変化を、音に対する内的評価の対象とした。心拍数は、既存の手法を用い、心電図に現れる PQRS 波から R 波を検出した。各拍動ごとの R 波の間隔の時間である RR 間隔を算出した。また、RR 間隔の逆数を心拍数とした。これらの計測で得られた活動量と心電図データから、刺激提示前後の反応の特性を抽出した。

### <行動の定義>

静止状態は、水槽の底に着底し、頭部及び前後肢ともに動いていない状態、警戒は、水槽の底に着底し、前後肢ともに動いていないが、頭だけ動いている状態、逃避は、音と反対方向に移動した場合逃避とみなすこととした。行動の分類は、ビデオカメラで記録した映像を目視で確認して行った。

## 4. 研究成果

### 1) 水中の音に対する反応

音の種類に関わらず、音が鳴った直後、静止状態で RR 間隔が長くなった。この短時間の徐脈の後、着底しながらカメが首を動かし警戒しながら徐脈傾向を数分維持していた。このことは、警戒しながら刺激の査定をしている時は徐脈傾向になることを示している。その後、音が提示されてから逃避するまでは、体は動いていなくても頻脈傾向になった (図 1 : オス、図 2 : メス)。また、静止状態で警戒している時は、心拍間隔のばらつきが小さくなることから、緊張状態であったことが予測される。

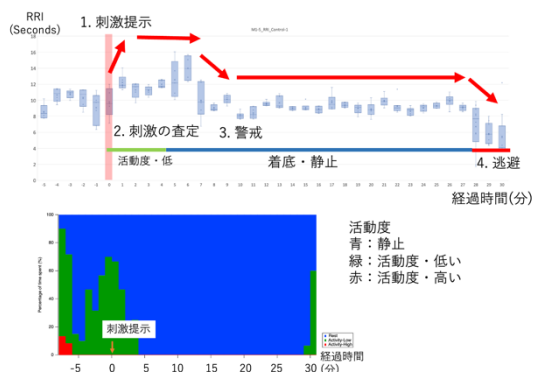


図 1. オス個体にコントロール音 (可聴域) を提示前後の活動度と心拍間隔の変化

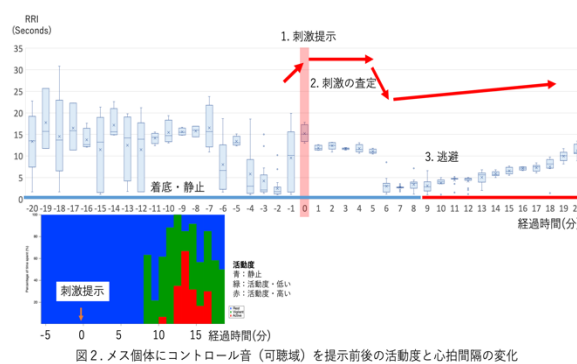


図 2. メス個体にコントロール音 (可聴域) を提示前後の活動度と心拍間隔の変化

このように、ヒメウミガメでは音に対する反応が行動に現れなくても、心拍変化に現れており、警戒の程度によって心拍変化の仕方が異なる可能性が示された。

### 2) 活動度と心拍数の関係

メス個体では、心拍数と活動度の間に関連性があり、活動度が高いときは心拍数も高くなる傾向が見られ、移動を伴う運動をするとき心拍数も増加したと考えられる (図 3)。

一方、オス個体では、心拍数と活動度の間に関連性が見られず、動いていても、心拍数が上がらなかった (図 4)。

このことは、温度一定で運動なしの状態が起こった心拍数の増減は、活動度の増減以外のメカニズム、つまり自律神経系の制御で決まっていた可能性を示唆するものである。また、オスメス各 1 個体での実験ではあるが、自律神経系の制御の受けやすさに性差がある可能性も否定できず、解釈を慎重に進める必要がある。

以上の結果から、飼育下でのヒメウミガメは、可聴域で低周波成分を含む音に対して警戒及び回避行動を示したことから、ネガティブな反応を示すこと、回避するまで静止状態にも関わらず心拍変化を示したことから、音に対する反応は運動以外のメカニズムで起きている可能性があることが示された。

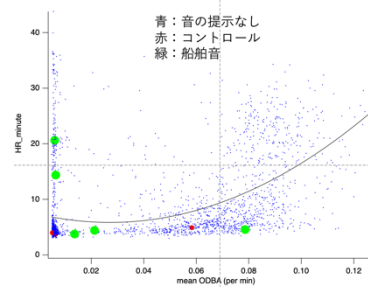


図 3. メス個体の活動度と心拍数の関連性

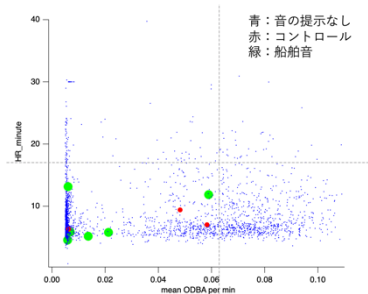


図 4. オス個体の活動度と心拍数の関連性

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Tomoko Narazaki, Ayaka Saito, Masanori Mori, Miho Ito, Masanori Kurita, Shiho Sato, Kawamoto Maho, Kentaro Q Sakamoto.
2. 発表標題 First record of arrhythmia associated with oviposition revealed by non-invasive heart rate monitoring of gravid loggerhead turtle.
3. 学会等名 40th International Sea Turtle Symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	岩田 高志 (Iwata Takashi) (10636913)	神戸大学・海事科学研究科・助教  (14501)	
研究分担者	榑崎 友子 (Narazaki Tomoko) (30772298)	名城大学・農学部・助教  (33919)	
研究分担者	奥山 みなみ (Okuyama Minami) (50756781)	大分大学・医学部・助教  (17501)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------