

令和 5 年 5 月 12 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K06192

研究課題名(和文) 夜間の人工照明が甲殻類の行動に与える生態的影響

研究課題名(英文) Ecological effects of nighttime artificial lighting on decapod crustaceans

研究代表者

土井 航 (Doi, Wataru)

鹿児島大学・農水産獣医学域水産学系・准教授

研究者番号：70456325

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：夜間の人工照明が、陸上で生活するカニ類にどのような生態的影響を及ぼすのかを明らかにするため、鹿児島県の薩摩半島と奄美大島、沖縄県の瀬長島・石垣島・西表島において、調査と実験を行った。陸生カニ類は夜間照明の少ない自然環境に多く分布していたが、瀬長島においては、照明・交通量の多い環境にも巣穴がみられた。これらのカニ類は日中にも巣穴の外で活動するが、主に夜行性であることから、夜間の照明はその活動を制限すると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

夜間の人工照明が野生生物に与える影響は昆虫や鳥類では明らかにされているが、本研究では陸生カニ類に注目した。陸生カニ類は、日中は掘った巣穴の内部に潜み、主に夜間に活動するため、光害の影響を受けやすいと考えられる。実際、ほとんどの調査地において照明付近に巣穴は分布していなかった。南西諸島の陸生甲殻類には希少種も多いため、本研究の成果はそれらの保全にもつながると期待される。

研究成果の概要(英文)：Surveys and experiments were undertaken on Satsuma Peninsula and Amami Oshima Island in Kagoshima Prefecture, as well as on Senagajima, Ishigakijima, and Iriomotejima Islands in Okinawa Prefecture, in order to elucidate the ecological impacts of artificial nocturnal illumination on terrestrial brachyurans. The distribution of the crabs predominantly occurred within natural habitats characterized by minimal nocturnal luminosity. However, on Senagajima Island, burrows were also detected in areas characterized by elevated levels of illumination and traffic. Although these crabs display diurnal activity outside their burrows, their behavior primarily manifests during the nocturnal hours, thereby implicating nocturnal lighting as a potential constraint on their activity.

研究分野：甲殻類学、資源生物学

キーワード：光害 オカガニ 巣穴 南西諸島

1. 研究開始当初の背景

夜間の人工光は人間が安全かつ効率的に活動するために不可欠であるが、夜間の過剰な照明が生態系に様々な影響を及ぼすことが明らかになってきた。具体的には、光源への誘引・忌避、移動方向の決定といった動物の移動への影響が知られているものの、摂餌や繁殖といった行動生態への影響については、ほとんどわかっていない。人工光がもたらす light pollution は人口が集中した都市部や開発が進んだ地域だけで起きているわけではなく、自然が豊富とされる島嶼域においても、道路網の整備や人口増加にともなう道路照明灯、街路灯の増加、ホテル・空港等の大型施設の建設の影響がみられる。

亜熱帯島嶼部に生息するオカガニ類のような半陸生の甲殻類は、本種は海岸付近に生息し、日中のほとんどの時間を陸地に作った巣穴の中で過ごす夜行性である。日没前後から、巣穴の周辺で、摂餌や求愛を行うため、巣穴が夜間の人工光の影響を受けると、陸上での活動時刻や長さ、摂餌生態、視覚的補食者による被食率、求愛などの同種個体間のコミュニケーションなどの行動の内容に何らかの変化が生じ、生存や繁殖に悪影響を受ける可能性がある。

雄からの求愛に応じ交尾を終えた雌は、巣穴の中で産卵し、そのまま卵を保護し続ける。幼生は陸上では生息できず、海水中でプランクトンとして育つため、幼生のふ化が近づくと、抱卵雌は巣穴から外に出て海岸まで移動し、波打ち際で腹部の卵から幼生を放出する。巣穴のある場所と海岸が道路で分断されている場合は、抱卵雌は道路照明灯の影響下を往来することになる。本種の幼生放出は春から秋の大潮期間の夜間最満潮時に同調するが、これは幼生の生き残りを高めるための適応的行動と考えられている。このような環境周期への同調には月明かりが関与している可能性もあり、人工光による生物リズムの乱れが懸念される。沖縄県瀬長島では、道路照明が設置された後にオカガニの幼生放出時刻に変化が生じ、夜間の満潮時に集中せず、様々な時刻にまばらに行われるようになったことが報告されており(山崎 2017)、人工光が幼生の生存を悪化させている可能性がある。

2. 研究の目的

本研究の当初の目的は、夜間の人工光がオカガニ類の生態に影響を及ぼすのかどうか、どのような直接的影響があるかを定量的に評価することにあった。しかしながら、研究期間の2年目および3年目は新型コロナウイルス感染症の感染拡大により、カニの活動期である夏季を中心に調査地である石垣島・西表島への移動が大幅に制限されることになった。そのため、調査地に奄美大島・沖縄本島を加える、調査時期を現地渡航が可能な時期に変更する、調査対象種を鹿児島本土に生息するスナガニ類に拡大する等の対応を行うとともに、調査・実験の内容を変更して、夜間の人工光が半陸生カニ類の日常的行動と、雌による幼生の放出という繁殖行動の両方にもどのような変化をもたらすのかを明らかにすることを目的に研究を行った。

3. 研究の方法

(1)夜間の光環境と半陸生カニ類の巣穴分布の関係

奄美大島、瀬長島、石垣島の市街地周辺において、オカガニ類の巣穴分布と夜間の光環境の関係を調査した。分光放射照度計を用いて夜間照明下での分光放射照度と照度を測定し、光量のデータとして全天写真を撮影した。

(2)人工光が巣穴周辺の日周行動に与える影響に関する野外調査

カニ類の巣穴周辺を数秒~10分ごとに連続的に長期間撮影し、撮影画像から、巣穴外でのカニの活動時刻・時間・内容を推定する実験を行った。西表島のミナミオカガニにおいては、2020年に夜間照明を設置した実験区と非設置の対照区を設け、両者で比較を行った。薩摩半島のナンヨウスナガニにおいては、2022年に人工光の影響がない環境において、調査を行った。

(3)人工光により変化した幼生放出時刻が幼生の移動に与える影響評価

西表島において観測されたミナミオカガニ、オカガニの幼生放出時刻と放出場所のデータ(土井ら 2018、土井ら 未発表)と、瀬長島のオカガニにおいて生じたオカガニの幼生放出時刻の変化のデータ(山崎 2017)を用いて、幼生の移動分散シミュレーションを行う。幼生の放出時刻を実際に観測された値と、瀬長島のデータを参考に变化させた値の2通りの場合で、多重座標系沿岸海洋モデルを用いて再現した調査地湾内の海水流動場、海域に放出された幼生の移動をラグランジュ法によって追跡し、幼生の動態を比較する。

4. 研究成果

(1)夜間の光環境と半陸生カニ類の巣穴分布の関係

オカガニの巣穴は、奄美大島においては北部の耕作地周辺等、市街地から離れた場所にみられた。石垣島では市街地内の公園など夜間照明の影響のある場所においても巣穴の分布、個体の生

息が確認されたが、より多くの巣穴・個体が生息していたのは、自然の残された集落周辺や市街地から離れた公園等であった。瀬長島には公園とリゾート施設が設置されており、夜間の道路照明に加え、自動車の通行が多い環境であった。瀬長島で調査を行うことができたのはオカガニの活動が低下する12月のみであったため、巣穴数の記録と夜間照明環境のデータのみを取得した。

ミナミオカガニとその巣穴については、奄美大島と瀬長島では確認できず、石垣島においてもクルマエビ養殖場付近の水路など局所的な分布であった。

夜間の人工照明に加え、自動車や人の往来の激しい環境にオカガニの巣穴が多数みられたことは、予想に反する結果となった。今後は本種の活動期に現地調査を行い、ストレス環境下での本種の活動状況を明らかにする必要がある。

(2)人工光が巣穴周辺の日周行動に与える影響に関する野外調査

西表島のミナミオカガニで撮影した画像の解析はまだ完了しておらず、夜間照明の設置による行動への影響評価は終わっていない。しかしながら、いくつかの知見が明らかになった。ミナミオカガニは主に夜行性と考えられているが、実験を行った海岸林においては、夏の晴天の日中にも巣穴外に出現する個体が少なくなかった。本種が生息する海岸林は、沖縄島のように(Masucci and Reimer 2019)、海岸域の開発によって減少傾向にあると考えられる。石垣島、西表島においても、本種の減少が危惧されており、生息地を含む保全が必要と考えられた。また、交尾行動および交尾後に雌が入った巣穴の出入口を雄が塞ぐ行動が記録されたため、これを記載した(Doi et al. 2022)。

(3)人工光により変化した幼生放出時刻が幼生の移動に与える影響評価

本実験はまだ実施できていないが、すでに先行研究を発表しており(土井ら 2015)、すぐに実施可能な状況にある。この論文に2016年に取得済みのデータを追加して、実験を行う予定である。

今後は、カニ類の複眼の光受容特性を明らかにし、本研究において現地で測定した夜間の光環境と比較することで、カニ類の保全に適した夜間人工照明の検討へと展開したいと考えている。

以上の通り、本研究は新型コロナウイルス感染症の感染拡大にともなう移動自粛の影響を大きく受けて、研究内容の変更、期間の延長を行った。研究期間終了後の現在も、一部調査の継続、データの解析を行っている状況にある。

<引用文献>

Doi W., R. Kikuchi, A. Mizutani, H. Kohno. 2022. Mating and burrow plugging behavior of *Cardisoma carnifex* on the Iriomote-jima Island in Japan. *Crustacean Research*, 51: 137-145. 2022年

土井 航・村上智一・吉岡雅人・水谷 晃・下川信也・河野裕美. 2018. 西表島網取湾におけるオカガニ類浮遊幼生の移動と加入に関する数値解析. 土木学会論文集 B3(海洋開発), 74: I_462-I_467.

Masucci, G. D., & Reimer, J. D. 2019. Expanding walls and shrinking beaches: loss of natural coastline in Okinawa Island, Japan. 1-19. doi: 10.7717/peerj.7520

山崎仁也 2017. 瀬長島におけるオカガニ *Discoplax hirtipes* の産卵生態その4. 沖縄県立博物館・美術館, 博物館紀要, 10: 7-12.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 土井 航	4. 巻 2020
2. 論文標題 夜間の人工照明が海岸の甲殻類の繁殖行動に与える影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 鹿児島大学環境報告書	6. 最初と最後の頁 19-20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Doi Wataru, Itoh Daiki, Kato Shunsuke, Mizutani Akira, Kohno Hiroyoshi	4. 巻 40
2. 論文標題 Reproductive biology of the land crab <i>Epigrapsus politus</i> Heller, 1862 (Brachyura: Gecarcinidae) on Iriomote-jima, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Crustacean Biology	6. 最初と最後の頁 200 ~ 208
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/jcbiol/ruaa003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Wataru Doi, Ren Kikuchi, Akira Mizutani, Hiroyoshi Kohno	4. 巻 51
2. 論文標題 Mating and burrow plugging behavior of <i>Cardisoma carnifex</i> on the Iriomote-jima Island in Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Crustacean Research	6. 最初と最後の頁 137-145
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18353/crustacea.51.0_137	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 土井 航・中村聡佑・伊藤洸太・水谷 晃・河野裕美
2. 発表標題 西表島網取湾におけるミナミオカガニの巣穴の利用生態
3. 学会等名 日本甲殻類学会第57回大会
4. 発表年 2019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	大富 潤 (Ohtomi Jun) (10253915)	鹿児島大学・農水産獣医学域水産学系・教授 (17701)	

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
---------	---------