

愛媛県におけるコガタノゲンゴロウの発生状況と生息適地解析

村上裕 久松定智*1 武智礼央*2

Keywords : habitat suitability model, paddy field, distribution, GIS

コガタノゲンゴロウ *Cybister tripunctatus lateralis* (Fabricius, 1798) の愛媛県内の生息状況を2014年から2021年のデータを用いて取りまとめた結果、20市町のうち14市町で確認された。生息に影響を及ぼす環境要因を抽出するために、MaxEnt (Maximum entropy modeling) を用いた生息適地解析を行った結果、主にため池密度の高い地域が選択され、久万高原町を除く県下全域に生息適地が存在した。

はじめに

コガタノゲンゴロウは、甲虫目 Coleoptera ゲンゴウロウ科 Dytiscidae に属する体長24-29mm程度の大型水生甲虫である¹⁾。本種は本州以南の平地で1950年代までは普通に見られたが、都市開発や農薬、水質汚染、採集圧などの原因によって激減し、1970年代以降南西諸島を除き全国的に激減したことから、環境省や都府県は本種を絶滅危惧種に区分している²⁾。ところが近年、西日本を中心に本種の新規確認事例や再確認事例が増加しており³⁾、環境省では絶滅危惧種のランクをⅠ類(CR)からⅡ類(VU)に下方修正している。

愛媛県における本種の記録では、少なくとも松山平野では1950年代まで普通種であったが、1950年代後半以降、急激に減少したことから⁴⁾、愛媛県レッドリスト(以下県RL)では絶滅危惧Ⅰ類に区分している⁶⁾。2000年以降、散発的な本種の確認事例があるものの、ほとんどが成虫の確認にとどまっており⁷⁾、確実に繁殖している地域が愛南町の一部の水田に限定されていたことから(愛媛県特定希少野生動植物コガタノゲンゴロウ保護管理事業計画 <http://www.pref.ehime.jp/h15800/documents/kogatanogenngorou.pdf> 2022年10月確認)、「愛媛県野生動植物の多様性に関する条例」(以下条例)に基づき、本種は「特定希少野生動植物」に指定されており、保護のために採集等が原則禁止されている。

こうした状況のなか、2021年7月から8月にかけて一般県民からの情報提供により中予地域と東予地域の各1地点で複数のコガタノゲンゴロウ終齢幼虫が確認され、近年の成虫目撃情報と合わせて県下全域に定着している可能性が高くなった。そこで、本報告では、近年の成虫の県内目撃情報を用いた生息適地解析および、幼虫の情報提供のあった2地点の生息状況調査を行い、現在の愛媛県における定着状況を取りまとめた。

調査方法

(1)文献調査

過去の採集記録で市町村名等が記録されたものについて、本種が特定希少野生動植物に指定された2014年以降のデータを取りまとめた。データは生物多様性センターおよび県RL分科会員等が現地確認した地点と、条例13条に基づく捕獲実績報告、および、一般県民からの情報提供のうちコガタノゲンゴロウと判別された地点を用いた。データは緯度経度情報を取得してポイントデータとして整理した。

(2)生息適地解析

コガタノゲンゴロウの生息に影響を及ぼす環境要因を抽出することを目的として、Maximum entropy modeling (MaxEnt)を用いた生息適地解析を行った。MaxEntは在データのみを用いて種分布モデルを構築する手法の一つであり、サンプル数が少ない時でも精度の高い解析が可能であることから、希少種等、確認データが十分に得られない場合や、植物園や博物館などに蓄積された記録

愛媛県立衛生環境研究所 東温市見奈良1545番地4

*1 人間環境大学 *2 NPO森からつづく道

を有効に活用するための方法として広く用いられている⁸⁾。
 9). モデルの評価には、モデルの適合度を表す AUC(area under curve)が用いられ、AUC が 0.7 以上あると精度が高いことを示し、環境変数との関係性は、寄与率と応答曲線によって示される⁸⁾。本研究では文献調査で得られたポイントデータを在データとして用いた。説明変数は、植生調査 3 次メッシュデータ(環境省生物多様性センター「植生調査 3 次メッシュデータ」 https://www.biodic.go.jp/dload/mesh_vg.html 2022 年 10 月確認)を用いて森林面積と水田面積および建物面積を、標高・傾斜度 3 次メッシュデータ(国土数値情報 <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-G04-a.html> 2022 年 10 月確認)を用いて平均標高と平均斜度を、気候メッシュデータ(国土数値情報 https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/old/datalist/old_KsjTmplt-G02.html 2022 年 10 月確認)を用いて年平均最高気温、同最低気温、同平均気温および年間降水量を、愛媛県ため池データベースを用いて、ため池数密度を、それぞれ 3 次メッシュ(1 km²)を基準単位として作成し、QGIS を用いてラスター化して解析に用いた。

それぞれの変数間に強い相関がある場合、推測に寄与した変数の評価が正しく実施されなくなる可能性があることから、各変数間の VIF を算出し、VIF<3.0 を解析採用基準¹⁰⁾とした結果、年平均最高気温、同最低気温、標高は年平均気温に強い相関があり、解析からは除外した。MaxEnt の解析は MaxEnt3.4.4 (<https://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/> 2022 年 10 月確認)を用いた。このプログラムは解析に際して 6 つの関数から、それらを組み合わせ合わせた曲線を自動で当てはめるように設定されているが、複雑な予測式は計算に用いたデータへの過剰適合となり、解釈が難しく新たなデータの予測精度が低下することが指摘されている¹¹⁾。本研究では、選択する関数形を線形、二次式の 2 つに限定するとともに、ベータ値を 3 として解析を行った。バックグラウンドデータは、愛媛県と重なる 6,103 区画の 3 次メッシュから、1,000 メッシュを選択することにより計算した。モデル構築では、最も貢献度、重要度の低い変数を一つずつ除外し、精度評価の指標に用いる AUC の低下度合いを参考にして最終的なモデルを決定した。GIS(地理情報システム)は QGIS3.10.12 を用い、統計解析には R4.1.1 を用いた。

(3) 幼虫確認地点の生息状況調査

2021年7月と8月に近年の確実な繁殖情報が無かった東予地域と中予地域の水田において、コガタノゲンゴロウの可能性が高い幼虫が複数確認されたことと情報提供があり、生息環境調査を実施した。現地調査では水稻の管理状

況の聞き取り調査、産卵基質となる植物調査、餌資源調査等を実施し、東予地域では生魚切身を餌に用いたベイトトラップ(チヨダサイエンスLT-01を改良)を17時に設置し、翌日8時に回収した。

結果

(1) 文献調査

2014年から2021年にかけて40地点の確認情報があり、20市町のうち14市町で確認された(図1)。収集されたデータは成虫に限定されており、1地点あたり1~21頭が確認されていた。確認地点は水田および水田周辺で、山間部での確認は少なかった。各年累積確認市町数では、2014年度の1市町から2017年度には12市町でピークとなり、2018年以降の新規確認市町数は2019年1件、2020年1件に留まった(図2)。年度毎の確認市町数では件数が減少

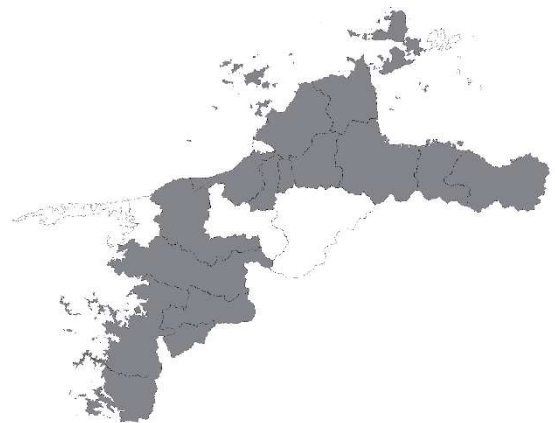


図1 コガタノゲンゴロウ確認市町 (2014-2021)

灰色：確認市町

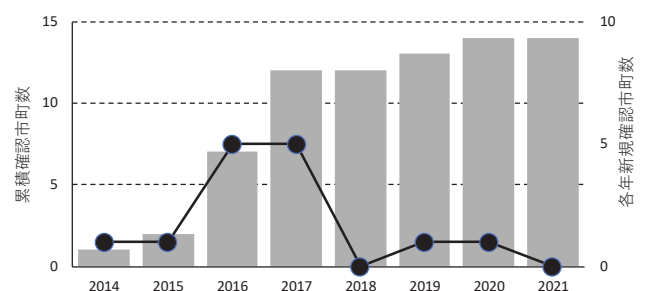


図2 コガタノゲンゴロウ成虫の各年新規確認市町数と累積確認市町数

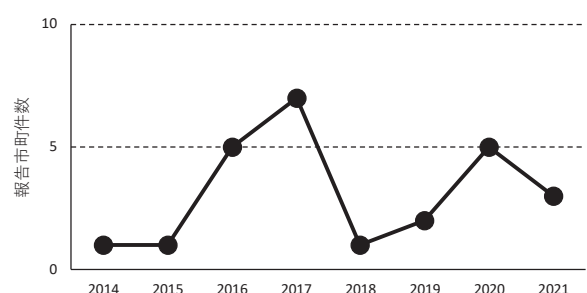


図3 コガタノゲンゴロウ成虫の各年確認市町件数の推移

した2018年以降に再び増加に転じた(図3)。

(2) 生息適地解析

MaxEntモデルで今回解析に用いた説明変数をすべて投入したモデル(以下フルモデル)のAUCは0.810であった。フルモデルにおける各説明変数の応答曲線では、ため池密度、水田面積、年平均気温が高い地域が生息適地として選択されたが、ため池密度は頭打ちになる曲線となった。斜度は減少型の曲線を示し、なだらかな地形が生息適地として選択された。建物面積と森林面積は他の説明変数と比較して生息適地に対する反応が弱かった(図4)。フルモデルで寄与率が高かったのはため池密度で50.8%であった。

フルモデルで寄与率が低かった建物用地面積と森林面積を説明変数から除外したモデルはAUCが0.865に上昇し、フルモデルよりも精度の高いモデルとなった。AUCが0.850以上となるモデルでは従来から生息が確認されている南予地域に加えて東予と中予地域の水田地帯に生息予測値が高い結果となり、ほぼ県下全域の平野部に生息する可能性が高い解析結果となった(図5)。

(3) 幼虫確認地点の生息状況調査

中予地域において、2021年7月14日に住宅が混在する水田で46頭の3齢幼虫が確認された。中干しが開始され

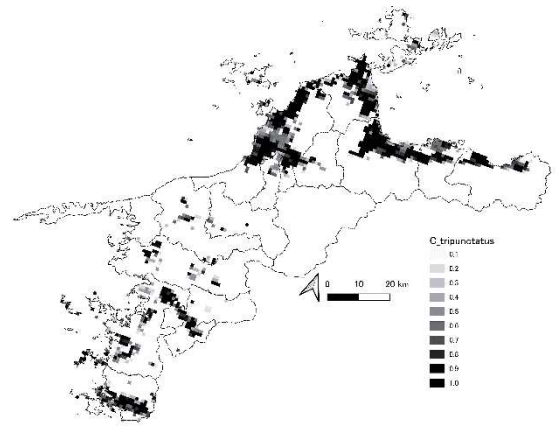


図5 MaxEntモデルにおけるコガタノゲンゴロウ生息適地色段階で黒色に近いほど生息可能性が高いことを示す。フルモデルの説明変数から森林面積と建物面積を除外したモデル(AUC=0.865)

る時期であったが、中干し以降も蛹化直前の3齢幼虫を確認した。畦畔はコンクリート製で産卵基質となる植物や、蛹化に必要な適度に湿潤が維持される土質の陸域は確認できなかった(写真1-A)。水管理を行う水路と排水路は独立した3面コンクリート製で、それぞれ定期的な清掃活動が行われており、幼虫確認時には産卵基質となる植物は水田内で確認できなかった。水田内にはヌマガエル *Fejervarya kawamurai* (成体および幼生)、ハイイロゲンゴロウ *Eretes sticticus* (成虫)、ヒメガムシ *Sternolophus rufipes* (成虫)、ウスバキトンボ *Pantala flavescens* (幼虫)、スクミリンゴガイ *Pomacea canaliculata* 等が確認された。GISを用いて半径1kmのバッファを発生させてバッファ内のため池をカウントしたが、ため池は確認できなかった。

東予地域において、2021年8月5日に隣接した複数の水田で幼虫が確認された。幼虫の齢期は2齢と3齢が混在していた。畦畔はコンクリート製であったが、水田周縁部の一部は湿地状の陸域が形成されておりイボクサ *Murdannia keisak* 等の植生があった(写真1-B)。水田内にはヌマガエル(成体および幼生)ハイイロゲンゴロウ(成虫)、コガムシ *Hydrochara affinis* (成虫、幼虫)、ヒメガムシ(成虫、幼虫)、タイコウチ *Laccotrephes japonensis* 成虫等が確認された。6基のバイトラップ(チヨダサイエンス LT-01を改良)を設置したところ、コガタノゲンゴロウ成虫が5頭捕獲された(写真2)。

考 察

文献調査において、新規確認市町数は2017年までに急激に増加した。本種の生息には気温上昇も有利

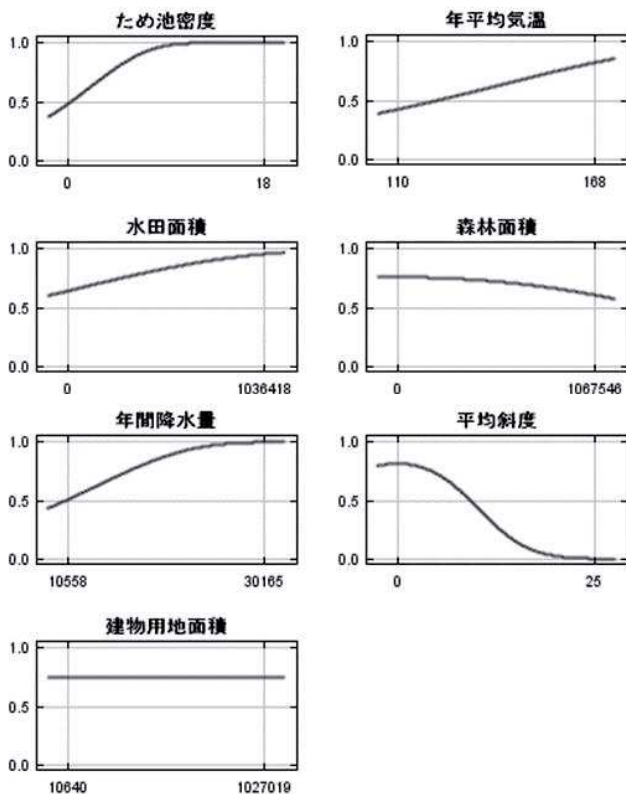


図4 MaxEntモデル(フルモデル)における各説明変数の応答曲線



写真1 コガタノゲンゴロ幼虫確認地点



写真2 捕獲されたコガタノゲンゴロウ (矢印個体)

に作用している¹²⁾. 加えて今回の幼虫確認場所が周辺に自然環境の乏しい環境も含まれていたことから、環境適応能力も高いと考えられる. よって、本種の生息が確認される市町数は平野部を中心に今後も一定の規模を維持する可能性が高い. 年次確認市町数では2018年に報告市町数が大きく減少した. 2018年7月に西日本豪雨が発生したことから、生息環境が一時的に悪化した可能性がある. 生息適地解析では県下全域に生息適地が認められ、文

献調査で記録が確認されていない八幡浜市や松前町、内子町にも生息適地が存在したことから、確認市町は今後増加する可能性がある.

現地調査は愛媛県が実施するコガタノゲンゴロウ保護管理事業の一環で実施した.

謝辞

現地調査にあたって情報提供頂いた懸田氏と水津氏には調査等に協力頂き、有益な助言を頂きました. 愛媛大学吉富准教授には本種の県内外の分布状況について情報を頂きました. ここに記して感謝の意を表します.

まとめ

- 1 県内のコガタノゲンゴロウ生息状況を取りまとめた.
- 2 MaxEntを用いた生息適地解析では山間部を除く県下全域に生息適地が存在した.
- 3 平年気温の上昇は本種の発生に助長的であることから今後生息適地が拡大する可能性がある.

文献

- 1) 西原昇吾ほか: レッドデータブック2014-日本の絶滅のおそれのある野生生物-, ぎょうせい (2015)
- 2) 西原昇吾ほか: 保全生態研究, 11:143-157 (2006)
- 3) 荻部治紀: 2011年特別展展示解説書, 神奈川県立生命の星・地球博物館 (2011)
- 4) 澤田研太ほか: 富山市科学博物館研究報告, 43:29-33 (2019)
- 5) 楠博幸: 蝶と花, 17:1-25 (1988)
- 6) 渡部晃平: 愛媛県レッドデータブック2014 愛媛県の絶滅のおそれのある野生生物, 176 (2014)
- 7) 渡部晃平ほか: 面河山岳博物館研究報告, 7 :1-17 (2016)
- 8) Phillips, S.J. *et al.*: Ecological Modelling, 190:231-259 (2006)
- 9) Elith, J. *et al.*: Diversity and Distributions, 17:43-57 (2011)
- 10) Zuur *et al.*: Methods in Ecology and Evolution, 1 (1):3-14 (2010)
- 11) Merow, C. *et al.*: Ecography 36:1058-1069 (2013)
- 12) Ohba S. *et al.*: Entomologia Experimentalis et Applicata, 168(11):808-816 (2020)

Status and habitat analysis of *Cybister tripunctatus lateralis* in Ehime Prefecture, Japan.

Hiroshi MURAKAMI, Sadatomo HISAMATSU, Reo TAKECHI

The habitat status of *Cybister tripunctatus lateralis* in Ehime Prefecture was compiled using information reported from 2014 to 2021, and the species was confirmed to be present in 14 of the 20 cities and towns. Habitat suitability analysis was conducted using MaxEnt to extract environmental factors affecting habitat. As a result, areas with high reservoir density were selected, and suitable habitat was found throughout the prefecture, with the exception of Kuma-Kogen-Cho.