

鳥取砂丘におけるエリザハンミョウの個体数推定 (2015年)

鶴崎展巨¹・岡田 叡・沓野高也・深澤豊武・湯本祥平

〒680-8551 鳥取市湖山町南4-101 鳥取大学地域学部生物学研究室

¹E-mail: ntsuru@rs.tottori-u.ac.jp

Nobuo TSURUSAKI, Satoshi OKADA, Takaya KUTSUNO, Tomu FUKAZAWA, and Shohei YUMOTO (Laboratory of Biology, Department of Regional Environment, Faculty of Regional Sciences, Tottori University, Tottori City, 680-8551 Japan): **Estimates of population size of the tiger beetle, *Cylindera elisae* (Carabidae: Cicindelinae), in Tottori Sand Dunes, Honshu, Japan in 2015**

要旨 — 鳥取砂丘ではオアシス周辺でしか営巣がみられず個体群の消失が懸念されるエリザハンミョウの成虫に2015年に個体マークをほどこし、標識再捕法により出現個体数を推定した。成虫は6月下旬から9月下旬までみられた。断続的につづいた長雨の影響などにより8月中旬から1カ月以上のデータが採れなかったが、最盛期と考えられる7月下旬にはJolly-Seber法による個体数推定値は2,300を超えた。この個体数は巣穴調査から予想した生息数よりもかなり多いが、個体数変動の大きい昆虫などで個体群を健全に維持するのに一般に必要とされる約10,000個体には届いていない。交尾は調査開始直後の7月上旬から8月上旬まで継続的にみられた。エリザハンミョウの発見地点と再捕地点はすべてオアシス周辺の湿りをおびた裸地に集中していた。カワラハンミョウが周辺の砂地にまで広く生息するのと対照的である。調査中、コニワハンミョウが2個体、鳥取砂丘オアシス周辺では初めて記録された。

キーワード — 鳥取砂丘, エリザハンミョウ, カワラハンミョウ, コニワハンミョウ, 個体数, 標識再捕

Abstract — Population size of a tiger beetle species, *Cylindera elisae* (Motschulsky, 1859) whose single colony in the so-called “Oasis” area in Tottori Sand Dunes, Tottori City, Honshu, Japan may be endangered, was estimated in the area in 2015 by using mark-recapture experiments. A total of 304 adults of *Cy. elisae* and 77 adults of *Chaetodera laetescripta* (Motschulsky, 1860) were individually marked during the summer, though data from 5 August to 28 September were missing due to a long spells of bad weather and other reasons. The highest number of adults estimated by the Jolly-Seber method was ca. 2,300 recorded on 18 July. Mating pairs were persistently observed from early July to early August. The sites where adults of *Cy. elisae* were caught first and those where they were recaptured were concentrated on the moistened bare ground near the “Oasis” pool, whereas those of *Chaetodera laetescripta* (Motschulsky, 1860) were spread out to dry sandy areas neighboring “Oasis”. A few adults of *Cicindela transbaicalica japonensis* Chaudoir, 1863 were first recorded from “Oasis” area along a stream in the dunes.

Key words — *Cylindera elisae*, *Chaetodera laetescripta*, *Cicindela transbaicalica japonensis*, tiger beetles, mark-recapture, estimated population size, Tottori Sand Dunes

はじめに

鳥取市の鳥取砂丘には、日本の他の地域では絶滅の危機に瀕している海浜性の希少動物(そのほとんどは昆虫)が種数・個体数ともに数多く生息している(佐藤・鶴崎 2010; 鶴崎ら 2012)。鳥取砂丘(ここでは観光地として認識されている浜坂砂丘の東部をさす)の大部分は国立公園の特別保護地区であるが、1991年以降、人為的な除草が継続しておこなわれており、ここに生息する希少昆虫類の生息への影響が懸念されている(鶴崎 2015)。実際、甲虫のハンミョウ類では1990年代まで十六本松やオアシス周辺で生息が確認されていたハラビロハンミョウ *Calomera angulata niponensis* (Bates, 1883) [橋村・丸山 (2015) では *Lophyridia sumatrensis*

niponensis (Bates, 1883) となっている] (環境省レッドリストで絶滅危惧II類, 鳥取県レッドリストでは絶滅危惧I類)の鳥取砂丘での絶滅(鳥取県全体でも絶滅)がほぼ疑いのない事態となっている(鶴崎ら 2015)。

鳥取砂丘で現在でも生息が確認されるハンミョウは、カワラハンミョウ *Chaetodera laetescrpta* (Motschulsky, 1860) (環境省レッドリスト絶滅危惧IB類, 鳥取県レッドリスト絶滅危惧II類)とエリザハンミョウ *Cylindera elisae novitia* (Bates, 1883) [この学名は日本本土の亜種に相当。亜種名を使用しない場合の、本種の学名は *Cylindera elisae* (Motschulsky, 1859)] の2種のみだが、このうちエリザハンミョウは鳥取砂丘ではオアシス周辺にしか営巣しておらず(図1)、本種の営巣適地である湿りをおびたシルト混じり

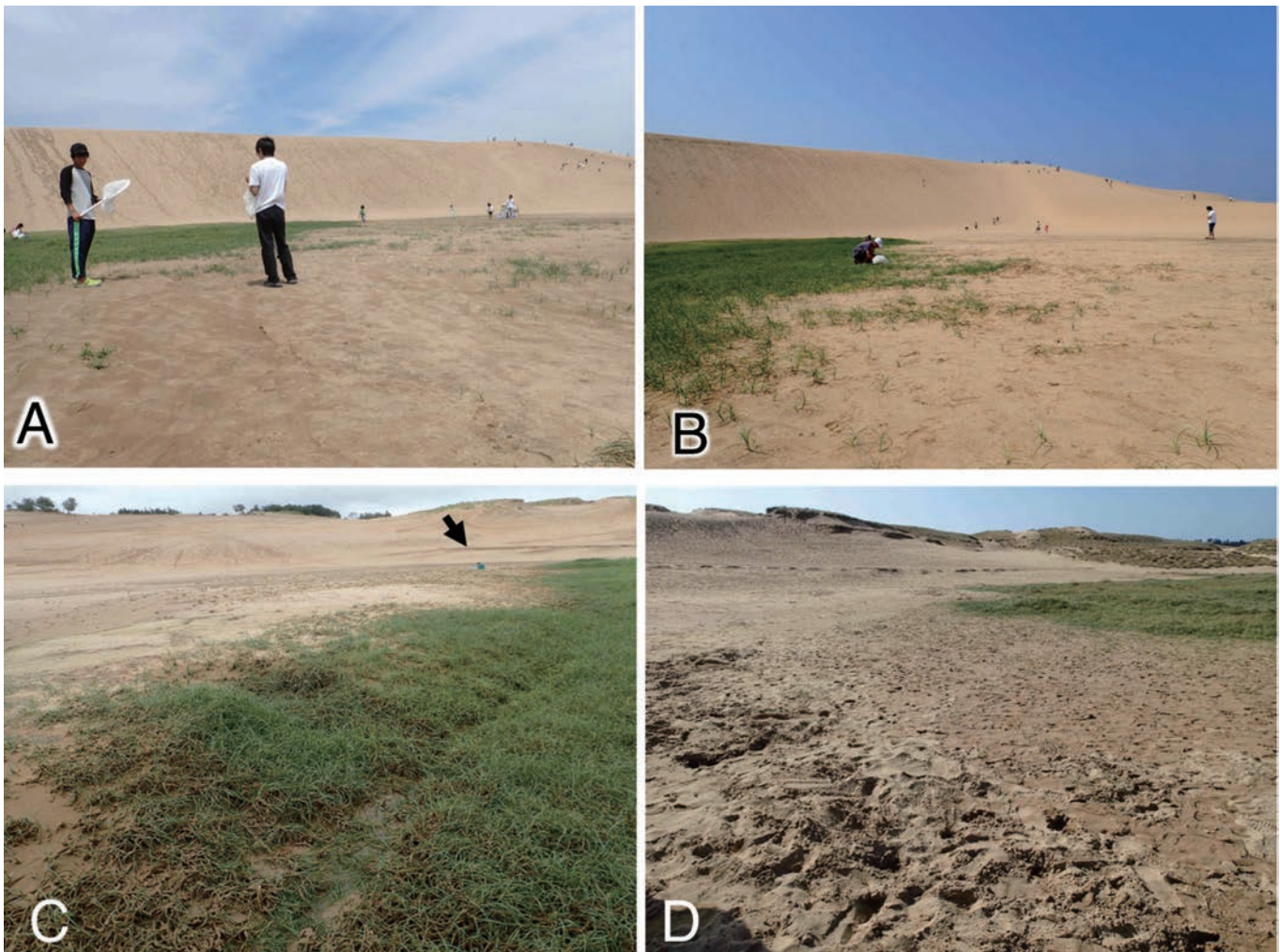


図1. 鳥取砂丘オアシス周辺の標識再捕調査地と調査風景。A: マーキング作業地点(Cの矢印, 図9の星印)から北北西方向を眺める。背景は第2砂丘列「馬の背」(2015.7.10)。B: 同一地点からやや右側を撮影(2015.8.4)。C: 細流の下流側から南南東方向。矢印はマーキング作業地点。青色のクーラーボックスを作業台としてマーキング作業をおこなった(2015.7.18)。D: マーキング作業地点から南方向を撮影。直前に長雨があり、また長期の連休(9月19～23日)で観光客が多く訪れたからと思われるが、地表の踏みつけがめだつた(2015.9.29)。

Fig. 1. Site surveyed near "Oasis". A: "Umanose" ridge viewed from the site where marking was made (Arrow in the photo C, Star in Fig. 10) (July 20, 2015). B: The same somewhat turned to the right (August 4, 2015). C: A view from downstream side of the stream. Arrow indicates a cooler box on which marking was made (July 18, 2015). D: Ground near the marking site (September 29, 2015). The ground got rough severely probably due to long spells of rain in late August and September and heavy traffic by a lot of tourists during consecutive holidays from 19 to 23 September.

の砂地の分布範囲の狭さと、この地域が鳥取砂丘の中でも最も多くの観光客が訪れる「馬の背」の直下にあり踏圧も比較的高いこと、また、ボランティア除草が継続的におこなわれている場所であることを考えると、本種の生息も安泰でないことが危惧される。そこで、2015年の夏季に本種の成虫に個体マークをほどこし、出現個体数の推定を試みた。あいにく、8月から9月にかけての1カ月半以上にわたる期間について、出張をとまなう他の調査研究およびこの年の8月後半から9月にかけて断続的に続いた長雨と重なったことで、マーキングと再捕獲のデータがとれなかったが、エリザハンミョウについては最盛期と考えられる7月から8月はじめまでの6回の調査で、個体数推定については当初の目的は概ね達成できた。その結果について報告する。また、本調査ではカワラハンミョウについても同時にマーキング調査を試みた。また、調査期間中に、十六本松地域と多鯨ヶ池以外の鳥取砂丘ではこれまで記録のなかったコニワハンミョウを2個体確認した。これらについても簡単にふれる。

なお、本稿ではハンミョウ類の学名は原則として芦田

(2007) およびSota et al. (2011)にしたがった。

調査方法

調査地はエリザハンミョウの生息が確認されている鳥取砂丘の通称「オアシス」周辺の裸地である(図1)。2014年までの幼虫の巣穴分布の調査(鶴崎ら 2015)により、鳥取砂丘でエリザハンミョウやカワラハンミョウの成虫が出現するのは7月以降であることが確認されているので、6月下旬から調査を開始した。マーキングの調査日は、6/30, 7/4, 7/11, 7/18, 8/1, 8/4, 9/29, 10/6, 10/13の9回であった。調査は5名でおこない(ただし、7/11日は4名、7/18は3名)、1名がマーキング、残り4名(7/11日は3名、7/18は2名)が成虫の発見と捕虫網での捕獲を担当した。調査時間は各回約2時間である。マーキングは実験用二酸化炭素ガスで麻酔した成虫の前翅背面に細字のペイントマーカー5色(白、赤、黄、青、緑)でほどこした(図2~3)。この方法では、マークしたドットの位置と色の組合せにより5,999個体まで個体識別が可能である。

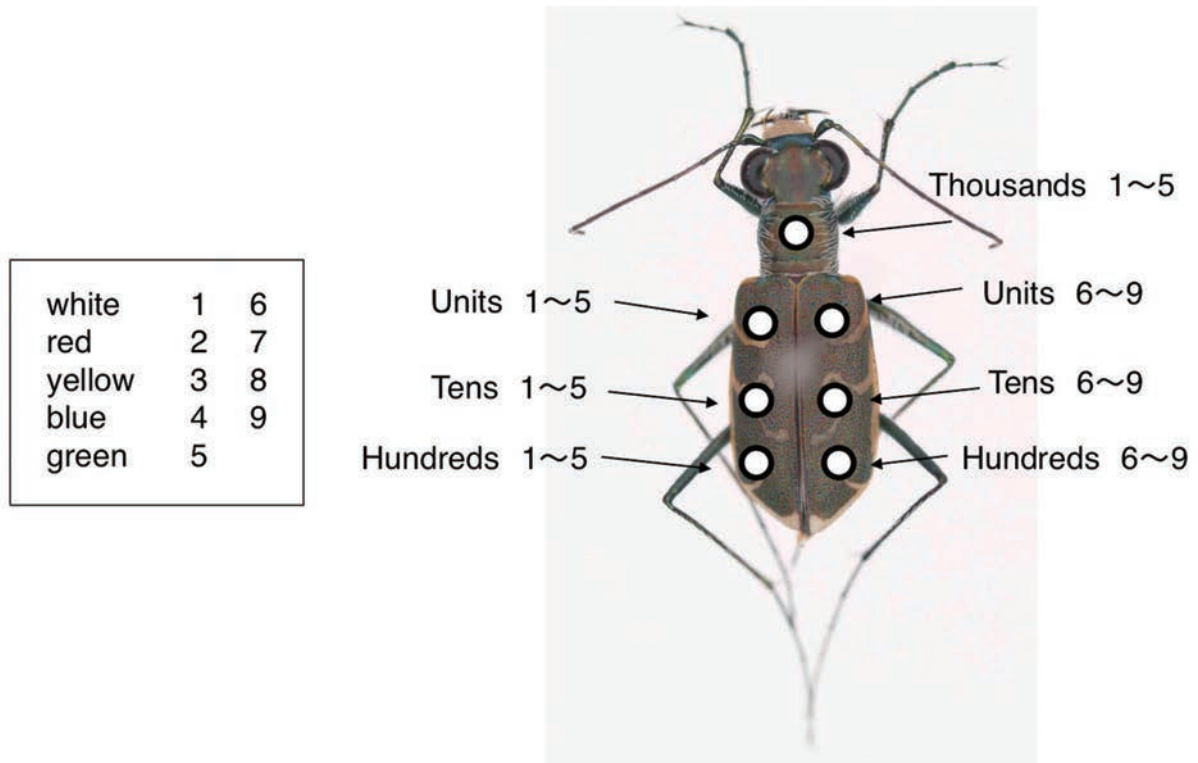


図2. ハンミョウの個体マーク凡例。マークの位置と色の組合せで5,999個体まで個体識別できる。

Fig. 2. A system used in this study for marking beetles individually. This system enables individual identification from No. 1 to No. 5,999 by the combination of colors and positions of markings.

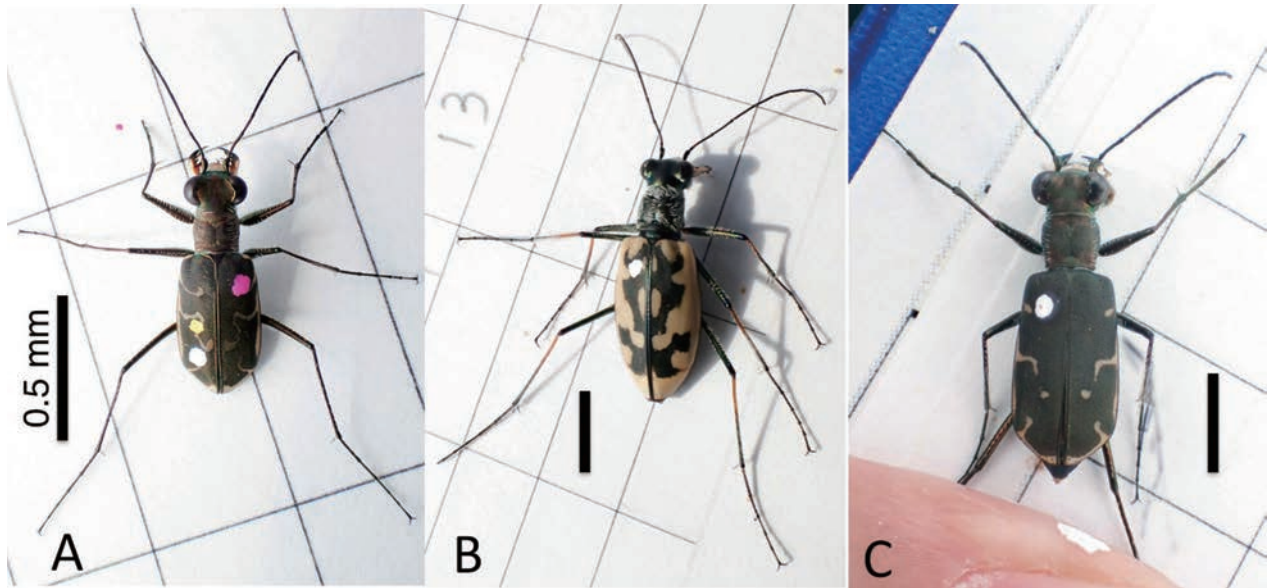


図3. 出現したハンミョウ3種とマーク例。左よりエリザハンミョウNo. 137 (♂), カワラハンミョウNo. 1 (♀), コニワハンミョウ No. 1 (♂) (これは2番目に7月18日に出現した個体。7月14日に出現した個体(♀)は同定のためマークをせずに実験室に持ち帰った。

Fig. 3. Tiger beetles observed during the study. From left to right: No. 137 male of *Cylindera elisae*. No. 1 female of *Chaetodera laetescripta*, and No. 1 male of *Cicindela transbaicalica* (July 18, 2015: A female of *Ci. transbaicalica* collected on July 14, 2015, was collected without marking for confirming species identification).

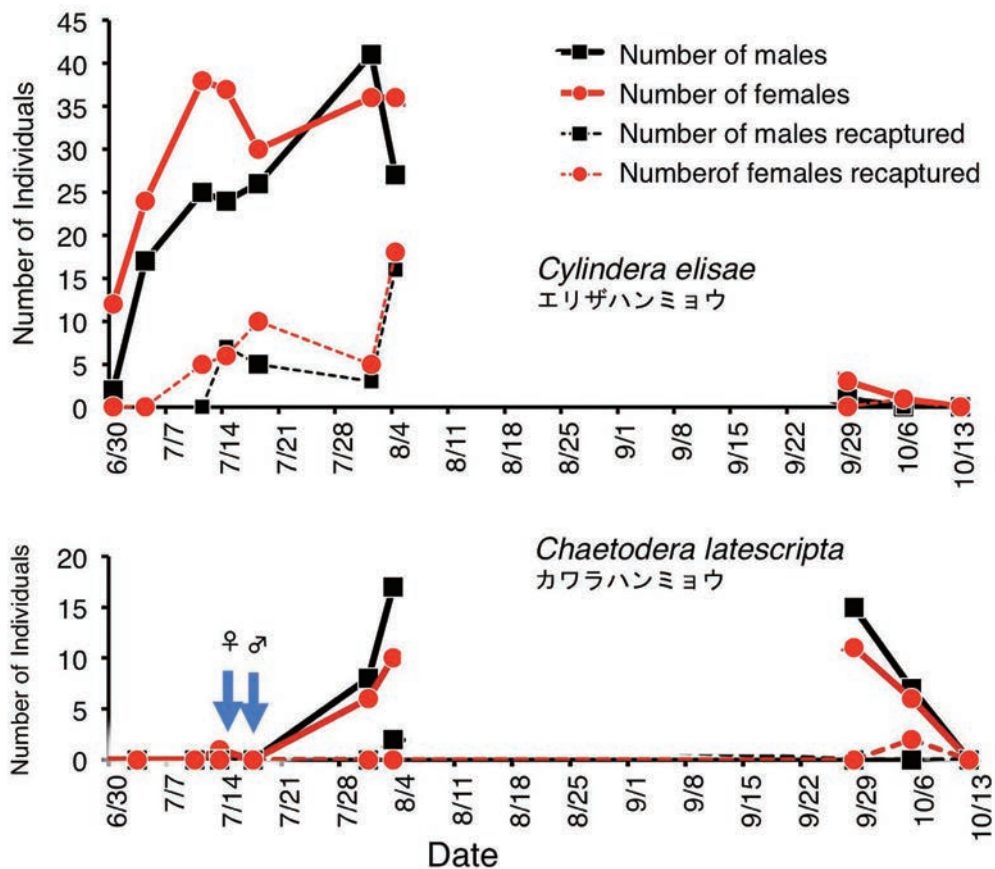


図4. 2種のハンミョウの成体の個体数推移。2015年。8月5日から9月28日までは他調査や雨天のため調査できなかった。

Fig. 4. Transition of the number of individuals of adults in two species of tiger beetles. Data from August 5 to September 28 are missing due to a long spell of rainy weather and overlap of other research projects. Arrows in the lower graph denote appearance of a female and a male of *Cicindela transbaicalica japonensis*.

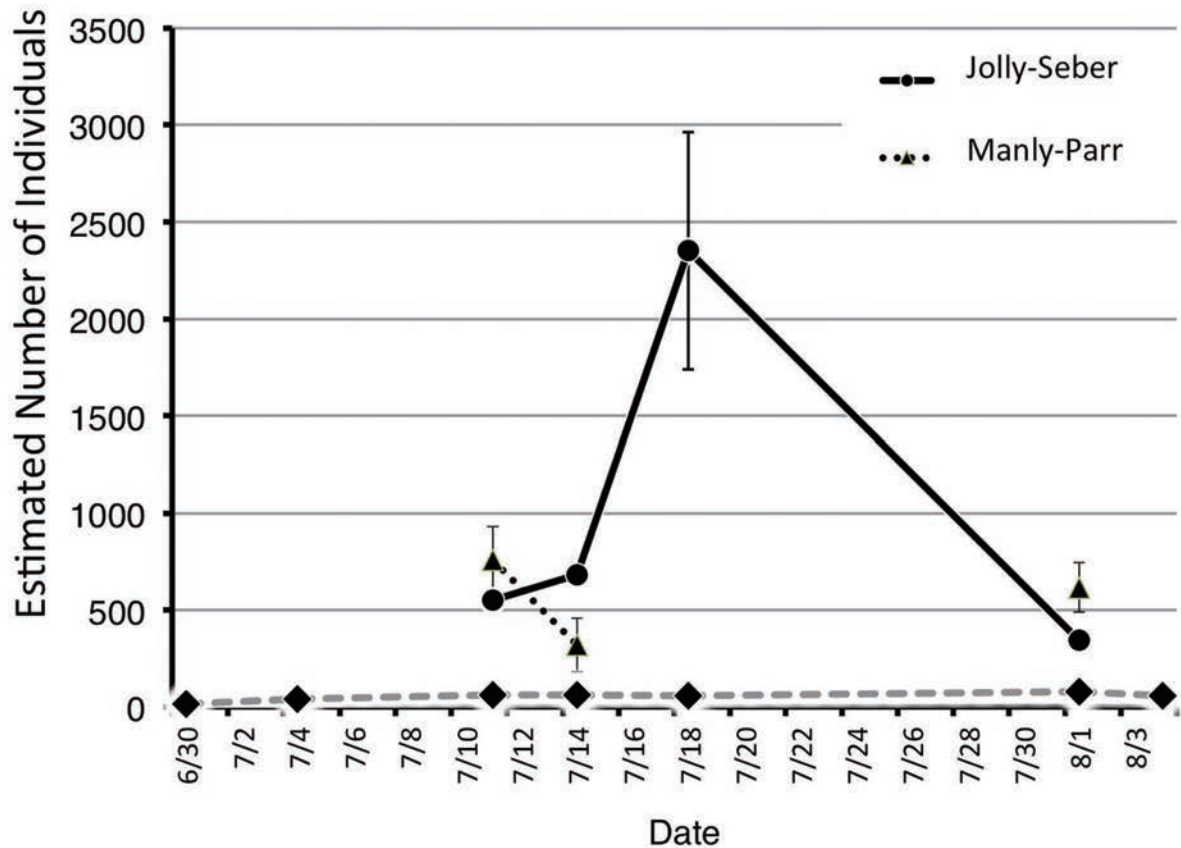


図5. 鳥取砂丘オアシス付近での標識再捕データにもとづくエリザハンミョウのJolly-Seber, Manly-Parrの2法による個体数推定値。たてのバーは95%信頼区間。破線は再捕個体数の推移。Manly-Parr法の推定には2回以上再捕獲されたデータが十分あることが必要であるが、今回のデータはそれを満たしていない(7月18日のデータに推定値がないのは2回以上再捕された個体のなかに、この日が2回目の発見になるものがなかったために計算できなかったことによる)。

Fig. 5. Numbers of individuals of *Cylindera elisae* estimated by the Jolly and Seber method and Manly and Parr method. Bars represent 95% confidential interval. The Manly and Parr method requires sufficient number of data for individuals that were captured more than two. The present data do not satisfy this requirement. A chasm of data in the Manly-Parr estimates on July 18 is because of lack of individuals that captured more than two and this day is the day recaptured first.

マーク時には前脚附節下面の密な白毛列(雄にある)の有無(中根 1985)で雌雄を判定・記録し、それが交尾ペアを形成していた場合はペアを形成していた相手の個体番号も記録した。捕獲地点は携帯GPS(ガーミン多機能ハンディGPS eTrex10JおよびeTrex30J)4台で緯度経度を記録した。再捕獲された場合は、番号を読み取り、再捕獲地点の緯度経度を同様に記録した。個体数の推定にはジョリー-セーバー法(伊藤ら 1980, Southwood & Henderson 2000, 嶋田ら 2005)とマンリー-パー法(Manly & Parr 1968, Southwood & Henderson 2000, 東 2010)を用いた(ペテルソン-リンカーン法でも試算したが、本調査にはこの方法の前提は不向きである)。度分秒単位で記録されているGPSの緯度経度データはパソコンでExcelに入力したあと、10進法の緯度経度に変換した。各個体の確認位置を示す地図は、そのExcelの表をExcel to KMLのWeb ページにてExcel to KMLファイルに変換し、それをGoogle Earthに表示させることで描いた。

結果

1. エリザハンミョウ *Cylindera elisae* (Motschulsky, 1859)

1) 出現個体数: 2015年6月30日の初回調査日に2♂12♀をマークして以降、8月4日までに300個体をマークした。残念ながら他調査とのかねあいでは8月中旬から9月中旬まで1カ月以上調査が中断し、再開したのは9月29日だったがすでに本種の生息は終焉に近づいており、4個体をマークしたにとどまった(図4)。10月6日には9月29日にマークの4個体のうち2個体が再捕されたにとどまり(新規マークはなし)、10月13日には成虫はまったく発見できなかった。総個体数(新規マーク個体と再捕個体数の合計)と再捕個体数の推移は図4のとおりである。

Jolly-Seber法による推定総個体数は、7月11日時点で550、7月14日は680、7月18日には2352、8月1日には342となった(図5)。つまり本種の成虫は、あらたな羽化個体の加入によ

り、最盛期には2,300を超える個体数まで増加し、その後、死亡により8月1日時点では342個体にまで減少したと考えられる。この最大2,300超という個体数は予想よりも大きいもので、現状では個体数の存続においてきわめて心配という数字でない。なお、8月4日までのマーク個体は9月下旬の調査再開以降は1個体も再捕獲されておらず、シーズン後半では出現個体はかなり入れ替わっている可能性が高い。図5にはManly-Parr法による推定地も表示した。Manly-Parr法による推定値はJolly-Seber法と似た結果を示すといわれているが (Manly & Parr 1968, 東 2010), 今回の推定値でも同様であった。

2) 交尾と寿命: 図6に交尾中の雌雄の個体数の推移を示した。ここで交尾中としてあるペアには実際に交尾中のものと、交尾後ガード (Pearson & Vogler 2001) として連結しているものの両方を含んでいる。交尾ペアは調査開始直後の7月上旬から8月上旬まで継続的にみられた (図6)。交尾していた個体の中には2回以上再捕されたものもあったが、交尾が2回以上観察された個体は含まれていなかった。したがって、同一個体が複数の異性個体と交尾するかどうかについては不明である。

図7は1回以上再捕された60個体の履歴である。初回の6月30日にマークした個体で8月4日に再捕されているものが

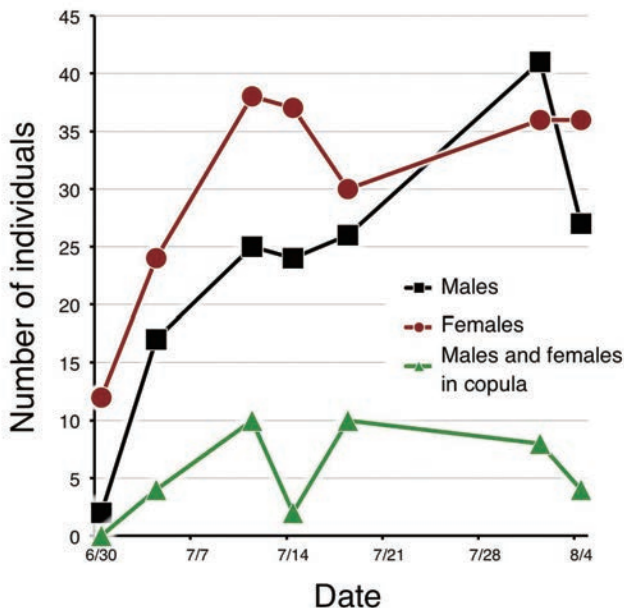


図6. エリザハンミョウの交尾個体数。6/30から8/4までの間の総個体数 (新規マーク個体と再捕個体の合計) と交尾個体数 (この半分が交尾ペア数) の推移、交尾個体 (これは交尾中か交尾後ガードかの識別はしていない) ほぼ全期間でみられた。

Fig. 6. Number of males and females and those in copula in *Cylindera elisae* (Half the number corresponds to the number of copulated pairs. Pairs in copula may also include pairs in mate guarding just after actual copulation (Pearson & Vogler 2001)).

3個体おり、成虫の寿命が1カ月以上に及ぶことは確実である。ただし、9月下旬に捕獲されたエリザハンミョウにマーク個体は含まれておらず、2カ月生きる個体はいない可能性が高い。

3) オアシス周辺における分布と移動範囲: 図8はエリザハンミョウとカワラハンミョウの確認地点を地図上に表示したものである。カワラハンミョウが周辺の砂地にまで広く生息するのにたいして、エリザハンミョウの生息確認地点はオアシス周辺の湿りをおびた裸地に集中していることがわかる。

エリザハンミョウで3回以上捕獲された (4回以上捕獲された個体は皆無であった) 6個体の確認位置を図9 (矢印は移動方向を示す) に示した。どの個体もかなり広範囲に動いているようすがわかる。

2. カワラハンミョウ *Chaetodera laetescripta* (Motschulsky, 1860)

今回はエリザハンミョウの個体数推定が目的であったが、カワラハンミョウ成虫 (図3B) でも同様のマーキングをおこなった。本種の出現はエリザハンミョウよりもおそく、最初の個体をマークしたのは7月14日でもこの時点で1♀のみであった。その後、成虫の終認となった10月6日まで77個体をマークしたが、再捕獲数は合計で2個体にとどまった (図4)。データ不足により、Jolly-Seber法やManly-Parr法による個体数推定はおこなえなかった。

本種の確認位置は図8に示すとおりである。本種は海浜の後方に広がる海岸砂丘の海浜植生の周辺の乾いた砂地裸地に営巣する種で (佐藤 2008), 鳥取砂丘での営巣地もそのような場所に広がっている (鶴崎ら 2015)。オアシス周辺のシルト混じりの湿った地面では本種の営巣は確認されていないが、成虫はエリザハンミョウに混じってこのエリアでもみられる (図8)。オアシスのプールとそこに流れ込む細流の周辺には夏季に多数の双翅目昆虫や小型甲虫 (オサムシ科のコホソトビミズギワゴミムシ *Bembidion aeneipes* Bates: 鶴崎ら (2012) で *Bembidion chloropus* Bates 1883 ホソトビミズギワゴミムシとされているのは本種である) がみられるので、採餌のために周辺の営巣地周辺から飛来するものと思われる。

3. コニワハンミョウ *Cicindela transbaicalica japonensis* Chaudoir, 1863

コニワハンミョウは、鳥取砂丘周辺ではかつて1950年代に十六本松 (山中 1955), また、1990年代半ばには多鯰ヶ池 (Sato et al. 2003; 永幡私信) に生息していたことがわかっており、また鳥取砂丘オアシスでも1961年にオアシス周辺で高橋 (1964) が記録している。しかし、十六本松, 多鯰ヶ池, オアシスのいずれでの近年の記録は皆無であった。

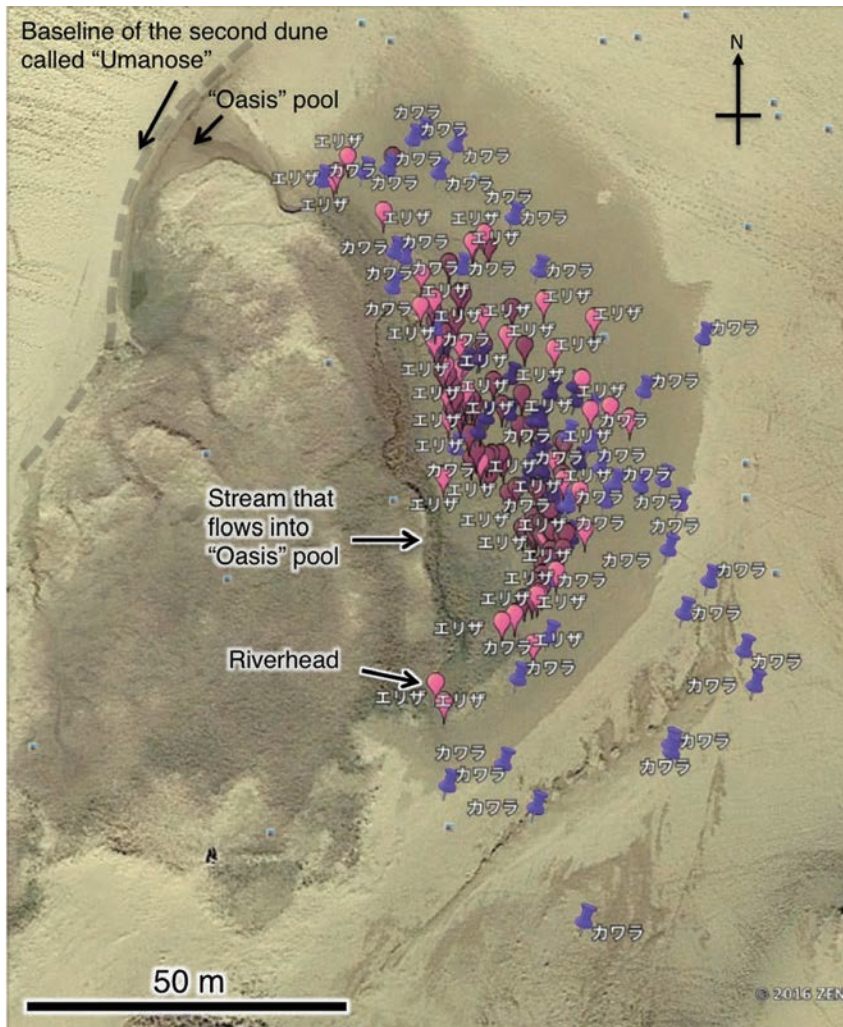


図8. マーク個体のオアシス付近における採集地点。GPSで記録した緯度経度データをいれたExcelのファイルをExcel to Kmlファイルに変換し、Google Earthで表示させたもの。

Fig. 8. Sites captured and recaptured of all the adults recorded for *Cylindera elisae* (balloons+エリザ) and *Chaetodera laetescripta* (thumbtacks+カワラ) in the area studied near "Oasis" in Tottori Sand Dunes, shown on Google Earth on the basis of latitude-longitude data recorded with GPS. Distribution of *Cy. elisae* is concentrated on the bare ground with moisture (darkened area). Note that sites where *Ch. laetescripta* were captured extend to dry sandy ground around the "Oasis" area.

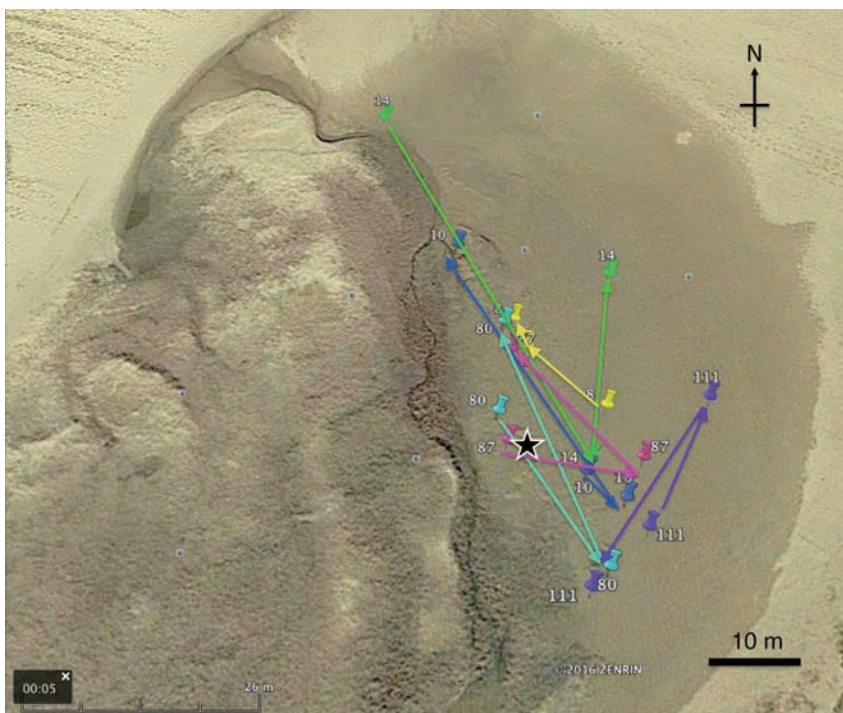


図9. エリザハンミョウで3回以上捕獲された6個体の確認位置と軌跡。数字は個体番号 (#8♂, #10♀, #14♀, #80♂, #87♂, #111♀)。星印はマーキング作業の基地とした地点。

Fig. 9. Sites captured and recaptured and for a total of 6 individuals of *Cylindera elisae* that were captured more than twice. Figures represent individual number (#8♂, #10♀, #14♀, #80♂, #87♂, #111♀). Star denotes site where marking was made.

今回の調査中の、2015年7月14日に1♀、18日に1♂(図3C)のコニワハンミョウをオアシスに流れ込む細流の周辺で発見した。コニワハンミョウは河川の泥を含む川岸に営巣することが知られる種で、鳥取市近辺では上記2地点のほか、千代川の数地点の河川敷で記録(いずれも1994年)があるのみで(永幡嘉之氏私信)、最近では鳥取市浜村浜村川の河口付近で確認しているのみである(1♂, 2014年4月28日, 鶴崎展巨・太田嵩士・川上大地・藤崎謙人採集)。

考 察

エリザハンミョウは内陸性のハンミョウで造成地などの裸地にいち早く進出する種とされている(佐藤 2008)。本種の日本各地の集団間の遺伝的分化は比較的小さく(Sota et al. 2011)、この事実も本種の移動力の大きさを示唆している。しかし、鳥取県ではこれまで鳥取砂丘とその周辺以外での本種の記録は皆無である。鳥取砂丘周辺では1950年代には十六本松に、また多鯨ケ池では1990年代までは数多く生息していたようであるが、少なくとも著者の一人、鶴崎が鳥取砂丘の昆虫類の調査を開始した2007年以降、十六本松と多鯨ケ池では本種を確認できておらず、両地点では絶滅したとみられる。最近の記録は、鳥取砂丘内ではオアシス付近と一里松広場付近のみで(鶴崎ら 2012)、営巣はオアシス付近でしか確認できていない(鶴崎ら 2015)。

鶴崎ら(2015)で報告したとおり、1990年代までオアシス付近で生息が確認されていたハラビロハンミョウ(永幡 2012)は1997年を最後にその後の発見情報がなく、すでに絶滅したと考えられるが、その絶滅には1991年から始まっているオアシス付近での除草やその作業にともなう踏圧が関与した疑いが強い(鶴崎 2015)。鳥取砂丘で1990年代まで記録されていた3種のハンミョウ(Satoh et al. 2003)のうちの1つであるエリザハンミョウも営巣地はオアシス周辺のシルト混じりの湿った砂地に限定されており(鶴崎ら 2015)、除草の抑制や営巣地への立ち入りの制限などの手段を講じないとハラビロハンミョウに続いて本種も消失する可能性が考えられる。エリザハンミョウは、全国的にはこれまでそれほど希少種とは認識されていないが(4都県で県版レッドリスト掲載種となっているのみ)、鳥取県では上述のように鳥取砂丘以外の記録が現在のところ皆無であり、ハラビロハンミョウと同様に鳥取砂丘の絶滅がそのまま鳥取県からの絶滅を意味する可能性もある。

そこで、そのような対策の必要性を検討するために今回の個体数推定を行ったわけであるが、調査の結果、当地のエリザハンミョウの生息数は最盛期で2,300を超えると推定された。

遺伝的多様性を損なわずに集団を維持するのに必要と

される最小生存可能個体数(minimum viable population: MVP)は哺乳類では一般に500–5,000といわれていたが(Primack 2002)、その後の200種ほどで蓄積されたデータからの分析では3,000–5,000(中央値は4,000)と修正されている(Primack 2014)。集団サイズの変動が大きい無脊椎動物や一年生草本では約10,000と考えられている(Primack 2002, 2014)。ハンミョウ類のような天候の変動や人為的影響を受けやすい裸地に営巣する昆虫の出現個体数には大きな年次変動があると予想されるので、今回の推定値はこの集団の維持には安心できる数字ではない。今後も同様の調査の継続が望まれる。また、本種の鳥取県内の鳥取砂丘以外の生息地の確認も早急に望まれるところである。

今回の調査では、オアシス周辺で少なくとも1970以降には生息記録のなかったコニワハンミョウが2個体見つかった。本種が、これまでもごく少数、当地に生息していたのか、それとも近くの生息地から飛来してきたものかは不明である。コニワハンミョウの成虫の大顎のサイズはカワラハンミョウのそれに近く(Satoh et al. 2003)、餌をめぐる相互に競合することが予想される。したがって、本種が、鳥取砂丘からいなくなったハラビロハンミョウ(本種は大顎サイズがカワラハンミョウやコニワハンミョウよりも一回り大きい)のニッチを埋めて、今後、コニワハンミョウが鳥取砂丘内で個体数を増やすということは起こりにくいと考えられる。コニワハンミョウは1990年代まで多鯨ケ池に生息していたが(Satoh et al. 2003, 永幡私信)、現在は絶滅しているので、本種が近隣の生息地から飛来したとした場合、この集団に由来するのか、本種についても周辺地域での生息地の探索が望まれる。

謝 辞

本調査の調査器具などの購入には、鳥取砂丘事務所からの平成27年度受託研究(共同研究)経費の補助を受けた。本調査は鳥取砂丘の国立公園特別保護区での採集・調査の許可(環境省)ならびに名勝・特別天然記念物での調査許可(文化庁)を得て行なった(研究代表者:鶴崎展巨)。許可申請ではそれぞれ環境省近畿地方環境事務所浦富自然保護官事務所と鳥取県教育委員会事務局文化財課、鳥取市教育委員会文化財課、岩美町教育委員会など関係機関の担当者の方々にお世話になった。以上の方々に御礼申し上げる。また、調査費の一部と出版経費について、平成27年度(2015年度)鳥取県山陰海岸ジオパーク調査研究支援補助金(鳥取県生活環境部緑ゆたかな自然課)による支援を受けた。林成多博士(ホシザキグリーン財団)からはハンミョウ類の学名について諸種のご助言をいただいた。永幡嘉之氏(山形市)からは、1990年代の鳥取砂丘と鳥取県東部における海浜・河川河原生息性ハンミョウ類の生息状況をご教示いただいた。以上

の方々にお礼申し上げます。

文 献

- 芦田 久(2007)ハンミョウの分類. 昆虫と自然, 42(8): 5-8.
- 橋村正雄・丸山宗利(2015)カワラハンミョウ, p. 85; ハラビロハンミョウ, p. 216. In: 環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室(編)(2015)レッドデータブック2014 . 5. 昆虫類. 日本の絶滅のおそれのある野生生物. 株式会社ぎょうせい(東京) 509 pp.
- 東 和敬(2010)トンボの行動調査法・移動と「動き」の調査法・標識調査法. In: 日本環境動物昆虫学会. 生物保護とアセスメント手法研究部会(編)改訂トンボの調べ方. 文教出版, 339 pp.
- 伊藤嘉昭・法橋信彦・藤崎憲治(1980)動物の個体群と群集. 東海大学出版会(東京) 273 pp.
- Manly, B. J. F. & Parr, M. J. (1968) A new method of estimating population size, survivorship, and birth rate from capture-recapture data. *Transactions of Society of British Entomology*, 18: 81-89.
- 永幡嘉之(2012)ホソハンミョウ・ハラビロハンミョウ・カワラハンミョウ. pp. 98-99. In: 鳥取県生物学会(編)レッドデータブックとつとり改訂版. 鳥取県生活環境部環境政策課. 337 pp.
- 中根猛彦(1985)雌雄の見分け方13. ハンミョウ科. *インセクタリアム*, 22: 331.
- 野村幸弘(1978)鳥取砂丘の昆虫類について. *鳥取生物*, 10 ~ 13: 13-19.
- Pearson, D. L. & Vogler, A. P. (2001) *Tiger Beetles. The Evolution, Ecology, and Diversity of the Cicindelids.* Comstock Publishing Associates. A Division of Cornell University Press, Ithaca and London, 333 pp.
- Primack, R. B. (2002) *Essentials of Conservation Biology.* 3rd ed. Sinauer Associates, Inc., Publ., 340 pp.
- Primack, R. B. (2014) *Essentials of Conservation Biology.* 6th ed. Sinauer Associates, Inc., Publ., 603 pp.
- 佐藤 綾(2008)海辺のハンミョウ(コウチュウ目:ハンミョウ科)の現状と保全. *保全生態学研究*, 13: 103-110.
- Satoh, A., Ueda, T., Enokido, Y. & Hori, M. (2003) Patterns of species assemblages and geographical distributions associated with mandible size differences in coastal tiger beetles in Japan. *Population Ecology*, 45: 67-74.
- 佐藤隆士・鶴崎展巨(2010)鳥取砂丘の昆虫相(予報)鳥取県立博物館研究報告, No. 47, pp. 45-81.
- Sota, T., Liang, H., Enokido, Y., & Hori, M. (2011) Phylogeny and divergence time of island tiger beetles of the genus *Cylindera* (Coleoptera: Cicindelidae) in East Asia. *Biological Journal of the Linnean Society*, 102: 715-727.
- Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A. (2000) *Ecological Methods.* 3rd ed. Blackwell Science, Oxford, 575 pp.
- 嶋田正和・山村則男・粕谷英一・伊藤嘉昭(2005)動物生態学新版. 海游舎(東京) 614 pp.
- 高橋 匡(1964)鳥取砂丘昆虫目録(第2報). *砂丘研究*, 10: 29-38.
- 鶴崎展巨(2015)崖つぶちの海岸性昆虫. *昆虫と自然*, 50(3): 2-3.
- 鶴崎展巨・林 成多・宮永龍一・一澤 圭・川上 靖(2012)鳥取砂丘の昆虫類目録山陰自然史研究, No. 7, pp. 47-82.
- 鶴崎展巨・川上大地・太田嵩士・藤崎謙人・坂本千紘(2015)鳥取砂丘におけるハンミョウ類の分布・生活史と1種の絶滅. *山陰自然史研究*, No. 11, pp. 33-44.
- 山中捷二(1955)鳥取付近のハンミョウ類(第1報). *ヒサマツ*, No. 5, pp. 3-7.

Received February 15, 2016 / Accepted February 26, 2016