

総説

https://doi.org/10.19004/taxa.53.0_1

ダニ類を中心とした陸域の微小生物の分類学的研究

Review of my research to date: taxonomical studies of terrestrial microorganisms with particular references to mites

【第19回日本動物分類学会賞受賞記念論文】

島野智之

Satoshi Shimano

ABSTRACT

My studies of zoological taxonomy were initiated using oribatid mites as study objects. I also had the idea of looking into the biology of these mites and eventually, we were the first to discover a pheromone (geranial) produced by oribatid mites. Next, we discovered that one of the substances of the external secretion from oribatid mites serving as a defense against enemies, contains a poisonous component also used by their predator, the poison frog with bioconcentration. Geranial and neral are chemical isomers which are produced and secreted by oribatid mites. The astigmatid mites derived from the oribatid mites share the same substance (neral) as a secretion material. The traditional method of ripening a few kinds of European cheese with astigmatid mites seems to partly impart the lemon flavor of the neral to the cheese.

I have switched my research to the ecology and agricultural use of soil protists in the past, to obtain a position in the research institute of the Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries. Eventually, however, I focused my research towards zoological taxonomy again, but now for protists and finally, I was also involved in the revision of the eukaryotic classification.

During the study of endangered species, we redescribed the testate amoeba species, *Diffugia biwae* Kawamura, 1918, in the ancient Lake Biwa in Japan. We also discovered that the feather mite *Compressalges nipponiae* Dubinin, 1950, which was known to dwell in the wings of the Japanese Crested Ibis, had become extinct along with the Japanese lineage, and redescribed the species.

Scolopendra alcyona Tsukamoto & Shimano, 2021, described from the Ryukyu Islands in cooperation with local citizens, is the third semi-aquatic species of the genus *Scolopendra* Lin-

naeus, 1758 in the world, and the first species of the genus described in 143 years. Moreover, it is the first centipede species described by Japanese researchers in this giant centipede genus.

Ameronothrus twitter Pflingstl and Shimano, 2021, oribatid mite, was voted by the World Register of Marine Species (WoRMS) as one of the “Ten remarkable new marine species from 2021” as “the Japanese Twitter mite” was described with the help of Twitter, a popular social networking service. It will be essential to incorporate citizen science into zoological systematics and work with the public in scientific endeavors in the future.

Key Words: mites, new species, “ciron”, centipedes, endangered species, extincts, feather mites, soil animals, testate amoebae, protists

きっかけ

ササラダニ類とホソカタムシ類を専門とする動物分類学者である本学会の名誉会員、青木淳一先生の研究室（青木，2008）の門を叩いたのが1993年6月4日。最初に横浜国立大学に足を踏み入れた。ムシ（6・4）の日である。そのちょうど29年後の2022年6月4日–5日に、日本動物分類学会賞を受賞させていただいたことは、本当に光栄なことと、まず冒頭に、学会と学会員の皆様には感謝をいたします。

私も子供の頃から昆虫学者になりたかったものの、様々な偶然と、師である青木先生との出会いからダニ学者を志すようになった（青木先生もホソカタムシ類の研究をされているように、もともと昆虫がお好きであった）。その原点は、青木先生の本「ダニの話」（青木，1968）は物心ついてからどこかで読んでおり、「自然の診断役 土ダニ」（青木，1983）は中学生の頃から大学院生になるまで、幾度の引っ越しでもずっと持ち

法政大学 自然科学センター

〒102-8160 東京都千代田区富士見2-17-1

Science Research Center, Hosei University, 2-17-1 Fujimi, Chiyoda-ku, Tokyo, 102-8160, Japan

E-mail: sim@hosei.ac.jp

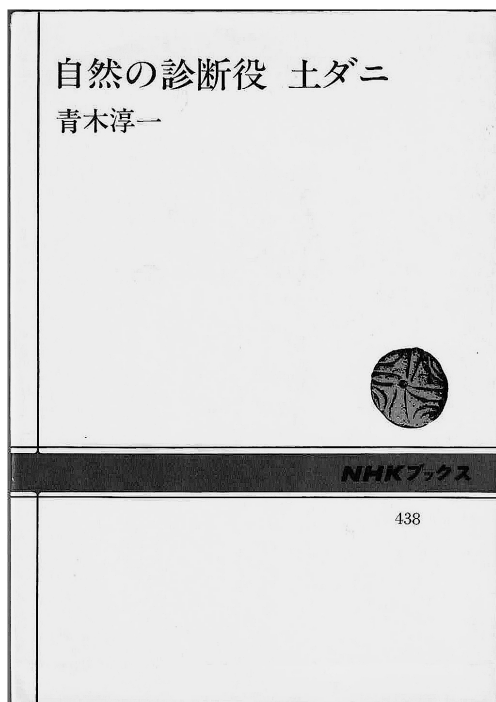


図1. ササラダニ研究のきっかけとなった本、青木淳一著「自然の診断役 土ダニ」。

歩いてきた(図1)。もっとも、シュレーディンガーの「生命とはなにか」(シュレーディンガー, 1951)も同様に持ちあっていたわけだが。

現在、青木淳一先生というひとりの偉大な動物分類学者の足跡を毎日のように眺めており(島野・青木, 2015; 島野・高久, 2016; 島野ら, 2022), 逆に、それを感じざるを得ない立場にある。かつて、私は日本全国どここの土を採取しても、J. Aokiが記載したササラダニが出てくるので、それならばと、いっそ東南アジアのタイにフィールドを移そうとしたことがある。とびきり上等の自然林土壌からでてきたササラダニを、「これは見たことがないぞ」と、心を躍らせて同定すると、みごとに、J. Aokiがタイから(送られた標本を元に)記載したササラダニの既知種であった。所詮、お釈迦様の手の上を飛び回っていただけかと落胆してタイから撤退した。

普通は師の後を追うわけだが、私の場合にはいかに師とは別の生き方をすべきかと考えて学生時代をすごした。しかし、いつからか、師と同じ道を進みたいと思ってみたものの、研究環境がそれを許さず、なかなか、同じ道は歩めないでいた。

もっとも、ササラダニ類にずっとコツコツと打ちこんでこられた青木先生のように生きたいと思っても、「拡散的」性格をもつ私には、所詮無理なことなのだ

ということに、最近になってやっと気づいたのである。それまで、夜寝ていても、青木先生が夢に出てきて胸が苦しくなって、飛び起きることが10年以上つづいた。

本来の私の気質である「拡散的」性格が、扱う研究材料まで「拡散的」にしてしまったのは、1999年4月から2005年5月までの農林水産省東北農業研究センター(独立行政法人 農業・生物系産業技術研究機構 東北農業研究センター 畑地利用部)への就職である。後進のために、ここに書いておくが、奨学金返還のために国立研究所への就職を選んだことが、そのきっかけとなった。この研究所から私に与えられたミッションが「持続可能性を重視した畑地生産に貢献する土壌性原生生物の研究」であった。新しい分野を切り拓くのは、私の強みであるという理由のない自信が、土壌性原生生物というポジションの公募に応募させてしまったのである。

私が所属していた農林水産省系列の研究所の土壌動物研究チームでは、ササラダニの食菌性(糸状菌を食べるという性質)を、植物病害の防除、つまり、植物病の原因となる植物病原性の糸状菌の駆除に役立てようとしていたのである(例えばEnami *et al.*, 1996; Enami and Nakamura, 1996)。糸状菌によって引き起こされる苗の立ち枯れ病を、ササラダニが食べてくれることで、病気を予防しようという考え方である。同様に、私に下されたミッションは、原生生物を病害駆除に役立てると言うわけである。

これは持続可能な農業の先駆けとなる研究であり、私達のチームもその農業の持続可能性のために作られた特別編成の土壌動物研究チームだったので、当時はめざましく、注目されたプロジェクトでもあった。しかしながら、実際には、実用化は難しかった。実験室内と農業現場では、様々に要因が異なり、野外では条件がさらに複雑になる。この条件が複雑で再現性が低いために、病原菌1種に対して病害防除資材1つを用いる一対一の防除の実用化はなかなか出来なかったわけである。当時、それが解っていながら、農林水産省というお役所の性から、いったん、方向付けられた研究は途中で方向転換をすることがむずかしく、原生生物を用いて、一対一の防除の実用化を追いかける研究はかなりの苦痛であった。

時代が進むと、病害菌と病害防除資材一対一の防除ではなく、一対多(あるいは多対多)の観点を持つ総合的病害防除(IPM: Integrated Pest Management)という視点が農業に加わり、病害防除については、複数の

防除資材を組み合わせることによって、環境条件の変化にも耐えながら適切に防除をすすめるのだ（桐谷, 1998, 2005），という方向性になるが、当時はその前段階であった。その次の段階では、総合的生物多様性管理（IBM: Integrated Biological-diversity Management）と言う概念に取って代わられることになった（桐谷, 1998, 2005）。

最近、土壌から発生するため削減が難しいとされる温暖化ガス、一酸化二窒素（ N_2O ）の排出量をダニ（ササラダニ類、ケダニ類）が土壌に生息していることによって半減できたとする報告があった（Shen *et al.*, 2021）。これなどは、まさに土壌の生物多様性を増せば、結果的に農業や社会への利点があるという好事例だろう。

このような機能の観点からの研究にまで至らなくても、分類学の観点からでも多様性研究で、私に出番があったかもしれないが、そこまで待たずに、農業から飛び出して良かったかもしれない。根圏での原生生物の多様性と機能についても総説にまとめたはみたが（島野, 2002, 2007, 2018a）、私の所属していた土壌肥料という分野にこれらの概念が訪れるのはかなり時間が必要だった。

話は戻るが、農業研究の中で、私がよりどころとして、コッソリたどり着いたのは、やはり分類学であった。これは後に真核生物の高次分類体系の改訂（Adl *et al.*, 2019）などに繋がった（島野, 2009a, 2017; 矢崎・島野, 2020）。しかしながら、当時はなんとか、農学の仮面を被って、分類学を研究できないかと考えたが、原生生物の種同定もかなり苦労はした。織毛虫細胞の銀染色の手法や電子顕微鏡標本の作成方法を、国内外の研究者に教わりに行った（島野, 2009b, 2018a など）。特定の株を作成して、それを研究するのではなく、農学という性格上、土壌からでてくる原生生物を片端から同定していくこともしなければならず、広くいくつもの分類群を捉えるという苦労も伴った（島野, 2021）。2005年に国立大学法人宮城教育大学環境教育実践研究センターに異動してからも、単に農学が環境教育になったというだけで、時間は圧倒的に分類学以外の野外での環境教育に割かなければならなかった（例えば Ofei-Manu and Shimano, 2010, 2012; 島野, 2011）。2011年に仙台で被災した東日本大震災をきっかけに、自分の研究したいことを研究することにした。

次の年に初めての単著の題名を「ダニ・マニア」（島野, 2012）としたことから、御理解いただけると

思う。なりふり構わず「マニア」で良いと思ったのである。宮城県南三陸町の自然活用センターにあった走査型電子顕微鏡で撮影したダニの写真をこの単著で使った。当の走査型電子顕微鏡は津波で流されてしまっており、復興へのアピールもできるかと思ったからである。

東京に赴任してから先の私の研究生生活のテーマは、自由生活性ササラダニ類にならって「自由気まま」にすることにした。このようにして、なんとか動物分類学の世界に帰ってくる事ができた。

ここから先は、「拡散的」な性格が良く反映した、この数年間の研究を中心に書いてみたい。

■ ササラダニ類の警報フェロモンの発見から

恩師とは別の生き方をすべきかと考えた大学院時代に動物分類学の研究室で、バイオアッセイ系の実験を考えた。このこと自体、すでに恩師に迷惑をかけていると実感できるようになったのは、かなり時間が経ってからだ。申し訳ない限りである。ただ、運良くササラダニ類で初めてのフェロモンの発見となった（Shimano *et al.*, 2002）。

この時に、ササラダニ類の若虫（未成熟個体）から見つけた警報フェロモンは、ゲラニアルという。ゼラニウムから名付けられているように芳香がある。ゲラニアルは、コナダニ類の警報フェロモンとしてよく知られていたネラールの異性体である。つまり、ゲラニアルとネラールは、構造がほぼ同じで、二重結合における空間的（立体的）な配置の違いのみがある。また、分泌された後、時間が経つと、ゲラニアルがネラールに、ネラールがゲラニアルに変化し、その結果化学平衡に達する性質を持っている。このようなシストランス異性体であるゲラニアルとネラールをあわせてシトラール（シトラス、柑橘類の意味、実際にレモン香がある）という（島野, 2015; 清水, 2022）。

ダニ個体間の「意志の疎通」は、ダニの身体の後体部油腺とよばれる分泌腺から外分泌される化学物質によっておこなわれる。シトラールに注目するなら、ササラダニではゲラニアルとネラールがフェロモンとしての機能を持ち、コナダニ類では専らネラールのみが機能を持つのは大変に面白いが、それがなぜなのかは解っていない。また、双方は僅かの分泌で日常的には集合フェロモンの機能を持ち（市販の家庭でもちいるダニトラップはこのシトラールを使っているものが

多い), また, この物質には抗カビ作用もあり, 大量に分泌すると警報フェロモンとなるという, 同じ物質でも濃度が異なると機能が全く逆に作用するという点も非常におもしろい [詳しくは, 清水 (2022)参照].

その後, 東北農業研究センターで食菌性のササラダニを飼育していた先輩研究員に, 植物病害の防除につかうダニをもらって外分泌される物質のプロファイル (何が含まれているか) を共著者に測定してもらった. すると, そのササラダニから, ヤドクガエルの毒と同じ成分が「みつかっちゃった」のだ. つまり, ヤドクガエルはササラダニを捕食してその防御物質を体の中で濃縮 (生物濃縮という) しているらしいのである (Takeda *et al.*, 2005). このササラダニは, オトヒメダニ科に所属する, アヅマオトヒメダニ (*Scheloribates azumaensis* Enami, Nakamura & Katsumata, 1996) である. オトヒメダニ科は, 世界中に分布している. 当然, ヤドクガエルの住む中南米にも住んでいる. また, 分泌物内に含まれる化学的な構造も, 地上最強の毒のひとつというくらいなので, ヤドクガエルと. みつかったオトヒメダニくらいしかこの毒をもっていない (そのときまでは, 現地のアリが毒の生産者だと思われていたが, 後にアリはダニを食べて毒を獲得しているらしいことが解った). したがって, 当然, ヤドクガエルが中南米の森林で, このオトヒメダニを食べて, 生体濃縮しているだろうということは想像がつく. 今ならすぐに私自身が中南米に出かけてダニを採集して確かめるのだが, 当時, 原生生物の研究ミッションを抱えていた私には, そのような出張は許されるはずがなく, 指をくわえてみているしかなかった. その想像は, みごとに私のアメリカの恩師 (Prof. Roy A. Norton) を含むヤドクガエルの毒を専門とする研究チームが, その後研究を現地でおこない実証された (Saporito *et al.*, 2007). Norton先生を日本に招待したときに, セミナーで私の前でこの論文を紹介されたときの, 真面目な彼の気まずそうな顔は忘れられないが, 状況が許さなかったので仕方ないことだったのだ.

さて, 実際, 野生のヤドクガエルは, この毒のために人間も素手で触れることはできず, 生息地の森林内でも他の動物さえも触れないため, 中南米のジャングルの林床を, 悠々自適に歩いているのだという. しかし, ペットショップのヤドクガエルは全く安全で, 手で触っても平気なのだ. これは, 森林に生息するオトヒメダニたちを餌として食べていないからである.

この大発見に, 「やっちゃったかも」と私自身大変

に焦った. なぜならば, 農業資材としてこれから, このダニの研究が益々発展していくと研究所も期待しているその時期, 場合によっては畑にそのダニを撒いて, 植物の病気を減らそうという試みが行われようとしていた矢先だ. 畑に撒く防除資材のダニから, 地上最強の毒ヤドクガエルの毒の成分が見つかったら, とても印象はよくない. 幸いにして, この発見の後, 私のも宮城教育大学に移ることになり, チームの先輩研究者も偶然このチームを去ることになったので, この話はここで終わりになる. 良かったのか悪かったのか, 様々あって, このダニの防除資材化の研究は, 実用になる段階には至らないまま, そっと幕を閉じたのである.

なぜ, ササラダニ類が, ヤドクガエルの毒を分泌していたのだろうか. ササラダニ類は他のダニに比べて非常に動きが遅い. このため外敵からの捕食を受けることになる (島野, 2015). そのために, 体にカルシウムを蓄積しクチクラを固くする (Norton and Behan-Pelletier, 1991) だけではなく, 体そのものを守るために「奇妙奇天烈」な形態 (主に脆弱な脚を格納するため) によって, なんとかこの天敵から防御することが必要になる (島野, 2015, 2018b). 毒の成分はこの天敵からの防御の為に分泌しているのではないかと考えられている (例えば Saporito *et al.*, 2007; Shimizu *et al.*, 2012; 島野, 2018b).

我々は他にも, 昆虫のハムシ類が分泌する外敵忌避物質 (主にアリに対して) をササラダニが分泌していることも報告した (Shimizu *et al.*, 2012). しかしながら, 多少これらの外敵忌避物質を分泌していても, たしかに, 野外では多くのササラダニが捕食されている (Jałoszynski and Olszanowski, 2016). この忌避物質による外敵防御の戦略が成功しているのかどうか疑問を感じる事も事実である. この疑問に対して Heathoff and Rall (2015) は, ダニが身の危険を感じたときに外敵忌避物質を一瞬放出し, 捕食者が一瞬ひるむ, その結果ダニが逃避に成功する確率が上がる, つまり, 「一瞬ひるませ効果」が生存率を引き上げていることを数学モデルによって示した (清水, 2022).

近年, ササラダニのうちコイタダニの仲間が, 第二次世界対戦でもガス室で使われたと同様の青酸ガスを外敵忌避物質に用いていることが報告された (Brückner *et al.*, 2017). この外敵防御戦略の研究は, 益々面白くなっていくのではないかと期待している.

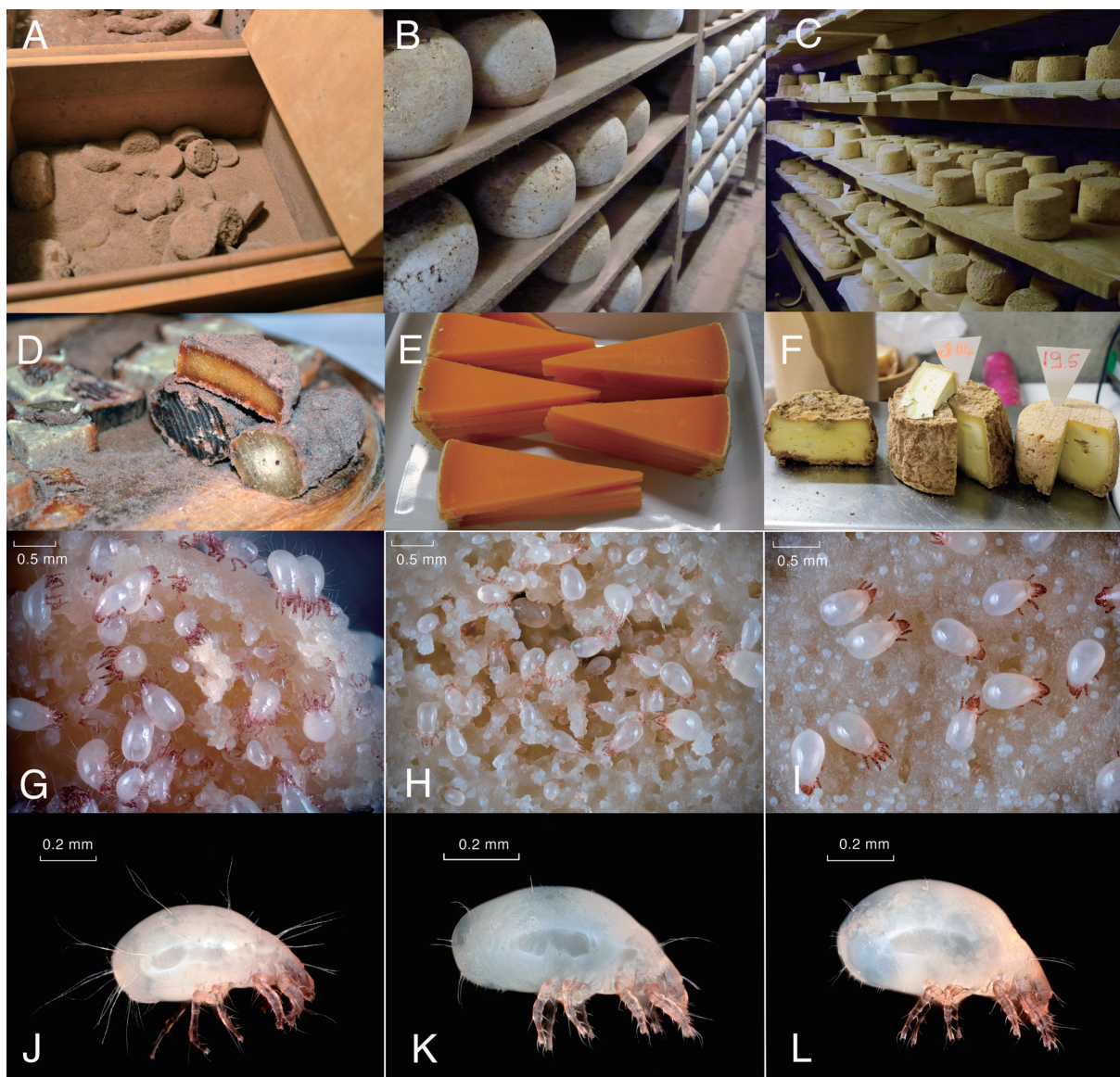


図2. 伝統的なダニを熟成に用いるチーズ3種とチーズから得られたダニ。A, ダニの中で熟成中のMilbenkäse (ヴェルヒヴィッツ村のチーズ工房, ドイツ); B, 熟成中のMimolette (フレンチ・フランダース地域のチーズ工房, フランス); C, 熟成中のArtisou (オーベルニュ地域のチーズ工房, フランス); D, 様々な熟成度合いのMilbenkäse, 白い粉はダニ (ヴェルヒヴィッツ村のチーズ工房, ドイツ); E, 18ヶ月熟成のMimolette (フレンチ・フランダース地域のチーズ工房, フランス); F, 左から7ヶ月, 2ヶ月, 1ヶ月熟成のArtisou (オーベルニュ地域のチーズ工房, フランス); G, Milbenkäseの上のチーズコナダニ *Tyrollichus casei* (Oudemans, 1910) [MimoletteとArtisouからも本種が得られた (Shimano *et al.*, 2022)]; H, Cantal vieuxの上のアシプトコナダニ *Acarus siro* Linnaeus, 1758; I, Mimolette extra vieille (extra old)の上のオソアシプトコナダニ *Acarus immobilis* Griffiths, 1964; J, チーズコナダニ; K, アシプトコナダニ; L, オソアシプトコナダニ。Shimano *et al.* (2022) と Shimizu *et al.* (2022) から著作権ガイドラインに沿って改変転載 [Reproduced with modifications from Shimano *et al.* (2022) and Shimizu *et al.* (2022) according to copyright guidelines of journal *Experimental and Applied Acarology*]. ダニの写真提供: 根本崇正氏。

伝統製法としてチーズの熟成に貢献するダニ

ヨーロッパには伝統的手法としてダニが熟成するチーズがある。熟成にダニが関わるチーズを日本に最初に紹介したのは青木 (1996)である。この本の中で、ドイツのアルテンブルグという小都市にはアルテンブ

ルガーチーズというものがあリコナダニを用いて熟成するが、その事について、ドイツの研究者に問い合わせたが、良く解らないという回答が来たため、この話題の探求はお蔵入りしてしまった。

筆者は、このチーズを求めて、ドイツのライプチヒの郊外のヴェルヒヴィッツ村を訪れ、ヘルムート・

ペッシェル氏に会った。ミルベンケーゼ (Milbenkäse, Milben=ダニ+Käse=チーズ, ダニ・チーズの意) として、ヘルムート・ペッシェル氏によって、ダニで熟成するチーズ作りの伝統が継承されていた。ちょうど、青木先生が調べようとしたときには、リースベット氏 (愛称で“リースベットおばあちゃん”とよばれている) が唯一の継承者であった時で、ミルベンケーゼも“絶滅”の危機だったのではないだろうか。

他に熟成にダニを用いるチーズとして、16世紀の重商主義の時代からの伝統のチーズ、フランスのフランドル地方のミモレット (Mimolette) や、14世紀から製法が伝承されているというフランス中央高地のオーベルニュ地方のアーティスト (Artisou) が知られている。そこで、これらのチーズ工房にも足を運び、これらのダニ熟成チーズのダニを採集してきた (図2)。その顛末については「幻のシロン・チーズを探せ—熟成でダニが活躍するチーズ工房—」(島野, 2022) に記した。

英語では、吸血性のマダニを tick それ以外のダニを mite というが、フランス語ではチーズにつくダニのことだけは、シロン (ciron) という。シロンはフランス文学のなかでも、パスカルの『パンセ』や、ラフォンテーヌの『寓話』に登場し、小さい極限の概念が具現化したものとして用いられてきた。フランス語には、この ciron (あるいは céron と綴ることがある) がもたくなってできた動詞が二つある。cironner と céronner, いずれも「ダニが (～を) 食べる」という古語である。Tomme céronnée というチーズがある。日本語に直せば「ダニに食べられた (ダニによって熟成された) トム (チーズの名前)」ということになる (島野, 2022)。

さて、近年、テロワールと言う言葉が日本にも広まってきた。テロワール (terroir) は、もともと「土地」を意味するフランス語の terre (英 earth あるいは land) から派生した言葉で、ワインの味わいに関係するブドウの生育地の土壌、気候、風土、人的要因など土地固有である自然環境要因を意味する。ヨーロッパのワイン生産者の中には、ブドウ畑がそれぞれ独自の酵母相を持ち、その酵母がワイン自体の独自の味を醸し出していると考え、つまり、土地の固有の酵母がテロワールの特徴のひとつであると考えられている。一方、畑ではなく「蔵付き酵母」としてワイナリーに棲み着いている酵母によって、独自のワインの風味がでるのだとする考え方もある。自然環境要因 (テロワール) のうちの酵母がよりワインには作用している

とする考えには納得できる。

では、伝統的に何世紀にもわたって熟成過程でコナダニを使い続けてきた、これらの3種のチーズ工房のコナダニは、蔵付き酵母ならぬ「蔵付きダニ」なのか? という疑問について調べてみた。パリや日本のチーズ専門店ですら買った履歴のしっかりしたミモレットとオーベルニュ産ライオル、パリの市場 (マルシェ) のチーズ屋さんで購入し、チーズダニがいることがわかっているオーベルニュ産のチーズ、サレールとカンタル・ボーもあわせて用いた。核28S rRNA 遺伝子D3領域のDNA シークエンスで形態同定を補完した。面白いことに3つのチーズ工房とパリと日本の2つのチーズ専門店の来歴のしっかりしたチーズからは、チーズコナダニ *Tyrollichus casei* (Oudemans, 1910) が得られた。パリの市場 (マルシェ) のチーズ屋さんからは、別の種類のコナダニが得られた。なぜか、伝統的に何世紀にもわたって熟成過程でコナダニを使い続けてきたチーズ工房からはチーズコナダニという種がえられたのである (図2)。

5つの異なるチーズからのチーズコナダニ個体を材料に、MIG-seq法 (Suyama and Matsuki, 2015) をもちいて核内遺伝子座を解析した。数千以上のゲノム領域を multiplex PCR で同時増幅し、ゲノム中の単純反復配列 inter-simple sequence repeat で囲まれた領域をターゲットとして、超並列シークエンサー (次世代型シークエンサー) を用いて塩基配列を決定し、各チーズ工房の間の遺伝構造を解析した。その結果は、3つのチーズ工房とパリと日本の2つのチーズ専門店の来歴のしっかりしたチーズの間では、遺伝子から見てもたたく地理的な隔たりというものは見られなかったのである (Shimano *et al.*, 2022)。この理由はまったく明瞭な説明は出来ない。それでも理由を考えてみた。古くローマの時代、ケルト人に育まれた熟成チーズが広くヨーロッパに輸出されていたことは解っているので、冷蔵庫がない時代に、チーズと共に、チーズコナダニもヨーロッパ全体に広まった。そして、時代や管理手法によってその多くはいなくなり、ダニが好まれるチーズ工房でしか生き残っていないのではないかと、あるいは、ミツバチの古巣で本種チーズコナダニが多数みつかることから、ミツバチによって、遺伝的なシャッフルがおきているのか、とも考えられるが、本種は昆虫などへの便乗形態 (第2若虫、以前はヒポプスとよばれていた) をとらないことから、後者の可能性は、前者ほど高くないと考えられる。

さて、なぜ熟成時にダニを用いるのだろうか? チーズ

ズが球形で全体がバスケットボールほどの大きさのチーズであるミモレットの場合、ダニがチーズの外皮を食べて穴をあけ表面積を増やすことによって、チーズ内部のガス交換がより多く行われることが熟成で重要だといわれている。ミルベンケーゼとアーティズーは、熟成後ダニの付いた外皮ごとチーズをたべる。フェロモンの説明で述べたが、このネラールの“レモン香”がチーズに独特の風味をつけるのだという。

Brückner and Heethoff (2016) はチーズから得られたチーズコナダニと、アシプトコナダニ *Acarus siro* (Linnaeus, 1758) の外分泌物質の成分を示すと共に、ダニを取り除いたチーズ（アーティズーとミルベンケーゼ）自体のヘッドスペース（上空）の空間に漂う香り成分を分析したところ、チーズからはネラールは検出できなかった。我々の研究でも、由来のしっかりしたチーズをもちいた Shimizu *et al.* (2022) で、アーティズーのヘッドスペースの香り成分からはネラールは検出できなかった。したがって、コナダニが熟成中にチーズ自体の内側に風味を添加するということがないことが解った。なお、Shimizu *et al.* (2022) では、Brückner and Heethoff (2016) が使用したスーパー（デリカテッセン）で購入したミモレットのコナダニは、アシプトコナダニではなく、オソアシプトコナダニ *Acarus immobilis* Griffiths, 1964であることを、ダニの外分泌成分を同定し訂正した。コナダニが熟成で行う役割をもう一度まとめると、チーズの熟成の初期段階でつくカビの制御（ダニの摂食と外分泌物質での抗カビ作用）、ダニがチーズの外皮を食べることによるチーズ内部のガス交換の促進、そして、ダニと共にチーズを食べるときの独特のレモン香の添加という効果が考えられる (Shimano *et al.*, 2022; Shimizu *et al.*, 2022)。なお、レモン香のあるネラールを分泌しているのは、チーズコナダニと、ケナガコナダニ *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank, 1781) であり、アシプトコナダニと、オソアシプトコナダニは分泌していない (Shimizu *et al.*, 2022)。ミルベンケーゼとアーティズーの熟成に関与するのはチーズコナダニであった事を書き添えておきたい。

青木 (1996) が初めて日本に紹介したアルテンプルガーチーズであるが、その他のフランスのダニ熟成チーズも含め、熟成に用いられるチーズコナダニの遺伝構造解析と熟成でのダニの役割について、日本から調査に行った我々が、ドイツとフランスのダニ学者に先駆けて比較し、明らかに出来たこと (Shimano *et al.*, 2022; Shimizu *et al.*, 2022) は大変に嬉しいことで

あった。

動物分類学と生物の保全

さて、学名の付けられた生物は約122万種、地球には総計870万種の生物が生息していると推定され、そのうちおよそ86%は未記載種（約748万）だと考えられる (Mora *et al.*, 2011)。IPBESによれば、現在の絶滅速度からすれば100万種が絶滅危惧種という (IPBES, 2019)。

動物分類学の起点となる1758年Linnaeus “Systema Naturae” 第10版が出版されてから (Linnaeus, 1758)、現在2022年まで264年経っているとして、記載された生物種が約122万種であれば、1年に約4621種が記載されていることになる。このペースであれば、未記載種748万種を記載するにはあと1626年かかることになる。

しかしながら、具体的には後述するが、近年の種の記載の速度は上がっており、La Salle *et al.*, (2009) は、近年の1年間の新種記載の数は約16,000–20,000種（平均18,000種：ただし化石種も含むらしいがここでは含めて計算する）と推定している (SOS Report, 2009)。これならば、のこりの全ての未記載種を記載するなら415年に縮められる。

ところが、環境省 (2010) によれば、1年間に絶滅する種の数約40,000種であると推定されるため (マイアーズ, 1981)、約40,000種の絶滅マイナス、平均約18,000種の新種記載、すると答えは約22,000種で、1年に記載される種の数よりも約22,000種がより多く絶滅していることになる（ちなみに、計算してみると最悪な場合には、分類学者の仕事は129年後くらいに全てなくなる＝未記載種はすべて絶滅することになる）。

別の計算を見てみよう。Costello *et al.* (2013) は、「絶滅する前に、地球上の種（すべて）に名前をつけることはできるのか？」と題したレビューの中で、現在地球上に存在する種数は500万±300万種と推定し（だいたい幅が大きい）、そのうち150万種は名前がつけられていると推定した。

興味深いことに、1980年代、1990年代、2000年代の10年ずつを比較して、分類学者の数は減少していると考えられていたが、新しい種を記載する分類学者が増えており、記載される論文数も、2000年からの10年は増加している事を示している (Costello *et al.*, 2013)。分類学者に勇気を与える (?) 報告かもしれない。

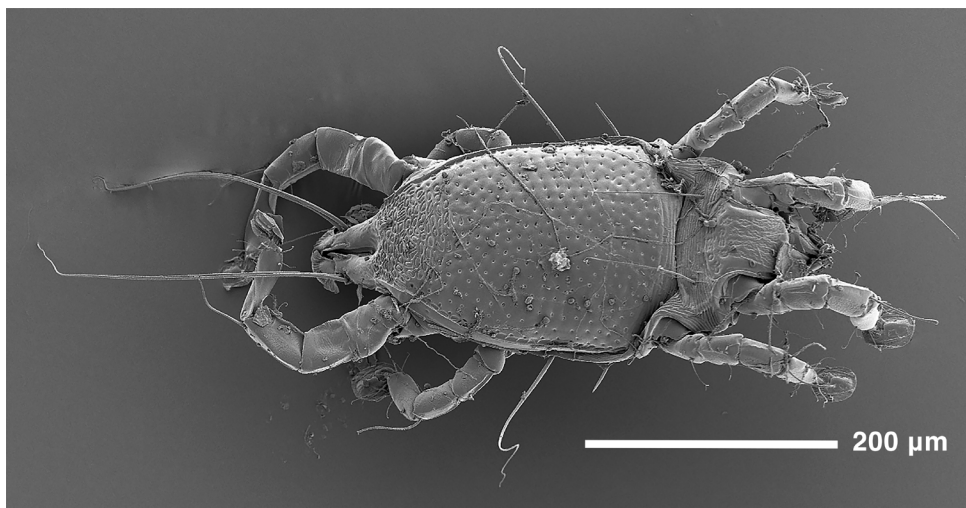


図3. トキウモウダニ *Compressalgae nipponiae* Dubinin, 1950. 走査型電子顕微鏡像. 標本提供: 環境省・佐渡トキ保護センター.



図4. トキ *Nipponia nippon* (Temminck, 1835). 朱鷺と漢字で書くようにトキの羽は非常に美しい(野外繁殖個体). 矢印, この周辺の風切羽の羽軸部付近にトキウモウダニとトキエンバンウモウダニがよく観察される. 写真提供: 岡久雄二氏.

■ 「その他陸上節足動物」カテゴリーで唯一の絶滅種*

[*トキウモウダニについての記述は島野・脇(2020)の一部を改訂し抜粋した]

さて, 現在, 日本の環境省版レッドデータブック(環境省, 2020)において, 昆虫数種以外の陸上節足動

物で, 絶滅(EX)(我が国ではすでに絶滅したと考えられる種)のカテゴリーとなっているのは, 唯一, トキウモウダニ *Compressalgae nipponiae* Dubinin, 1950である(図3).

トキ *Nipponia nippon* (Temminck, 1835)は“日本”という学名を冠する日本を代表する鳥のひとつである

(図4). 本鳥種からはトキウモウダニ *Compressalges nipponiae* Dubinin, 1950 およびトキエンバンウモウダニ *Freyanopterolichus nipponiae* Dubinin, 1953 の2種が、いずれもロシアと中国国境に位置するハンカ湖から記載されている。これら2種はいずれもトキ以外の鳥種からは見出されないことから、宿主特異性が高いと考えられている。

さて、これらのダニはトキと同様に“日本”という学名を冠するウモウダニ類である。ウモウダニ類は、さまざまな種の鳥の羽表面にとりつき共生するダニの総称である。良い革職人は、革のカバンや、靴を手入れするときには、まず、リムーバーをつかって、古いワックスを革から除き、その後に新しいワックスを塗る。ワックスを塗り重ね続けると、厚化粧になり通気性を損ない、革の寿命を縮める。鳥は尾脂腺から脂肪酸を含む油脂を分泌物する。くちばしで羽毛に塗って羽づくろいをし、羽毛を良好に保ち、また羽毛の防水性を高めている。ウモウダニの主な餌は、この羽毛表面の古くなった油脂、および、羽の表面のカビや細菌などと考えられている。一方、羽そのものや鳥の体表組織、まして血液を餌として利用することはない(Proctor and Owens, 2000; Proctor, 2003 など)。

1993年に日本産トキのオス「ミドリ」・メス「キン」が合計2羽残った状態で、初めての「日本の絶滅のおそれのある野生生物」の一覧である環境省版レッドデータブックに絶滅危惧種(E:この時はEWというカテゴリーはない)として掲載された(環境庁, 1993)。1995年にオス「ミドリ」が死亡。1998年にはトキは改訂された環境省版レッドリストの「野性絶滅(EW)(飼育・栽培下、あるいは自然分布域の明らかに外側で野生化した状態でのみ存続している種)」として掲載された(環境省, 2002)。1999年1月に中国産のトキのつがい日本に贈呈され、佐渡トキ保護センターで人工繁殖が始められた。2000年、トキに特異的に共生するトキウモウダニは、「どこかに」残っているのではないかという望みを託して環境省版レッドリストに「絶滅(EX)」ではなく「野生絶滅(EW)」として選定された(環境庁, 2000)。当時、委員会の座長の青木淳一先生が本種を推薦されている。2003年に、しかしながら日本産の最後の個体「キン」が死亡し、日本産トキは途絶えた。

1999年以降、中国陝西省から贈呈・提供された全7羽を始祖として、日本の佐渡島の佐渡トキ保護センターにおいて、関係者の甚大な努力によって本鳥種の人工繁殖が成功し、現在の飼育個体群が確立、その成

果により2008年秋から100羽を超えるトキが放鳥されている(環境省, 2019a)。放鳥個体は野外に定着し、個体群を継続的に維持していることから、2019年環境省のレッドリストにおいて、トキは「野生絶滅(EW)」から「絶滅危惧IA類(CR)」にランクダウンされた(環境省, 2019b)。

しかしながら、これと同時にトキウモウダニのランクは「野生絶滅(EW)」から「情報不足(DD)」に変更された(環境省, 2019b)。宿主トキは野外個体群の回復がなされたが、日本国内でトキウモウダニが回復したのかどうか、飼育室のトキ個体はもちろん、特に放鳥個体および野性繁殖個体において、十分な調査が行われていなかったからである。「どこかに」残っているのではないかという望みは継続されていた。

そこで、筆者らは環境省によるレッドリスト見直しに係る現地調査の一環として、まず1995年に死亡した日本産トキ「ミドリ」ならびに2003年に死亡した「キン」の羽を調査した。次に、現在日本に導入されている中国産トキ個体群のウモウダニ類の種を把握するため、佐渡の野外個体群の死体(放鳥個体及び野外繁殖個体)から羽を得た。さらに、佐渡トキ保護センターの飼育室に落ちていた中国産個体の羽を回収し顕微鏡下で観察した。

観察の結果、日本産のトキ2個体「キン」「ミドリ」の無作為に抽出した17枚の羽からトキウモウダニ68個体と、トキエンバンウモウダニ35個体を確認した。

一方、中国産のトキの羽621枚からは17,800個体のウモウダニが見つかったが、それらはすべてトキエンバンウモウダニであり、トキウモウダニは1個体も確認できなかった。なお、飼育ケージの床に落ちていた羽や保存羽からウモウダニではない自由生活性のダニ類(植物寄生性・環境生息性)が8個体発見された。形態観察から7個体がカビなどの有機物を食べるコナダニ類[ホソアシケナガコナダニ *Tyrophagus longior* (Gervais, 1844) など]であり、1個体は植物寄生性ダニ(カキヒメハダニ *Tenuipalpus zhizhilashviliae* Reck, 1953)であり、トキウモウダニは見つからなかった。

つまり、日本産のトキの最後の2個体「ミドリ」と「キン」には、トキウモウダニとトキエンバンウモウダニの2種がついていたことがわかった。しかしながら、日本に導入されて繁殖に成功した中国産トキ個体、および、放鳥され野外に定着している中国産トキ個体に関して、我々は可能な限りの方法を使って調べたが観察されたのは片方の種、トキエンバンウモウダニだけであった。

したがって、トキウモウダニは日本産トキとともに、少なくとも日本では絶滅したと結論づけた (Waki and Shimano, 2020)。この結果を受けて、2020年にトキウモウダニは環境省のレッドリストにおいて「野生絶滅 (EW)」から「絶滅 (EX)」に変更された (環境省, 2020)。2019年のトキの「野生絶滅 (EW)」から「絶滅危惧IA類 (CR)」へのランクダウンとは、逆の方向に修正されたことになる。その後、トキウモウダニとトキエンバンウモウダニの2種を電子顕微鏡観察も含めて、再記載を行った (Waki and Shimano, 2022)。

現在、地球上でトキの野外個体群は、中国、日本と韓国 (放鳥、中国陝西省由来) のみに、生息している。中国陝西省由来の全7羽を始祖とした日本の個体群には、トキウモウダニはついていないため、おそらく中国・韓国の現存のトキ個体群にも本種はついておらず、野外において地球上からトキウモウダニは絶滅している可能性が高いと我々は考えている。

多くの関係者の大きな努力や地道な研究が成果として実を結び、日本の空に再びトキは帰ってきた。しかし、日本産のトキと共に生活していたトキウモウダニは再び日本のトキの翼に帰ってくることはないと思われる。生物が1種絶滅すると、寄生・共生関係にあった生物種もいなくなってしまうというひとつの例である。この研究も青木淳一先生が提案され、委員を引き継いだ私とその共著者が決着をつけたことになる。

ダニ種の絶滅

さて近年、100年以上前に絶滅したと思われていた野生のガラパゴスゾウガメが再発見されたように (Saplakoglu, 2021)、大きな動物でも本当に絶滅したかどうかについては疑問が残ることがある。まして、小さなダニ種が絶滅したかどうかを証明するのは至難の業である。紹介したトキウモウダニの日本での絶滅の例 (Waki and Shimano, 2020) の他に、20世紀初頭に北アメリカで絶滅したオウムの羽から見いだされた6種のウモウダニの死骸に基づく絶滅種の新種記載の例 (Mironov *et al.*, 2005) がある。宿主特異性が高い共生 (寄生) ダニであれば絶滅の確からしさも向上するだろう。

Mihalca *et al.* (2011) は、寄生性 (吸血性) のマダニ類について、絶滅リスクを評価しており、63種の絶滅危惧種と1種の絶滅種を示している。マダニ類で絶滅したと想定されるのは *Ixodes nitens* Neumann, 1904 であり、インド洋のクリスマス島のクマネズミ属の一

種 *Rattus macleari* (Thomas, 1887) から採集された2匹の雌に基づいて記載された。宿主ラット *R. macleari* と同所的に存在する英名ブルドッグ・ラット *Rattus nativitatis* (Thomas, 1888) は本マダニ種 *I. nitens* を保有していなかったため、本マダニ種は、宿主特異性が高いと考えられた。宿主のラット *R. macleari* も同所的に生息していた別のラットも、クリスマス島の固有種であったが、2種とも最後の報告は1903年で、マダニは次の年に記載されている。

宿主ラットは、探検隊が持ち込んだクマネズミ *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758) が病気 (トリパノソーマ) を感染させ、それが種の絶滅につながったと考えられる (Pickering and Norris, 1996)。本マダニ種は宿主特異性が高いため絶滅種の可能性が極めて高い、移入クマネズミからは確認されてはいない (Mihalca *et al.*, 2018)。

国際自然保護連合 (IUCN) のレッドリストでは、現在のところ、絶滅種1種を含め、IUCN レッドリストの絶滅危惧種として評価されたダニは11種のみであった (IUCN, 2021)。絶滅種はセイシエルの森林土壌に生活する自由生活性のカタダニ類の一種 *Dicrogonatus gardineri* (Warburton, 1912) で、2002年と2011-12年の調査にもかかわらず、1909年以来この種は見つかっていないため絶滅したと評価された (Gerlach, 2021)。

以上、現時点で筆者の集めた情報をまとめると、地球上の絶滅ダニ種と考えられるのは、トキウモウダニを含む7種のウモウダニ類、1種のマダニ類、そして、1種のカタダニ類の少なくとも合計9種ということになる。

さて自由生活性ダニの絶滅を評価することは極めて難しいが、自由生活性を含む全ダニ種を考慮した絶滅リスクについて、Sullivan and Ozman-Sullivan (2021) は、「ダニ類の大部分は熱帯雨林に生息していると推測されるが、熱帯雨林の50%以上が破壊されたり、深刻な劣化を受けたりしているため、2000年までにダニ種の約15%が絶滅したと考えられる」とかなり大胆な推定した。また、Napierala *et al.* (2018) は、実際にポーランド全土で50年以上にわたって採集された16,921の土壌ダニサンプルから、トゲダニ類のうちイトダニ類に注目し、158,051個体の採集地点の記録と集計を行い、それらの結果に「修正したIUCN基準」を適用したところ、40%以上の種が「危機 Critically Endangered (CR)」, 「深刻な危機 Endangered (EN)」に分類された。

このような状況で2021年に、ダニ専門委員会Mite Specialist Group (MSG) が、国際自然保護連合の種の保存委員会 (Species Survival Commission: SSC) 内に立ち上げられた (Ozman-Sullivan and Sullivan, 2021). 現在、筆者もレッドリストに追加するダニ種の草案の一部を提出したところである。委員会ではトキウモウダニを含むダニ類全体の再評価を行っている。今後、国際自然保護連合のレッドリストでも、ダニの絶滅危惧種とその評価と保全に関する議論が具体的に行われることになる。

■ 有殻アメーバ種の絶滅

体サイズの小さなダニの絶滅の証明が難しい事にふれたが、さらに小さい原生生物の絶滅についても、触れてみたい。「象徴種 “Flagship species”」という考え方がある。ある地域の環境保全の重要性を、広く社会に訴求するために選ばれた種のことである。例えば、WWFのロゴマークとしても使用されているジャイアントパンダ *Ailuropoda melanoleuca* (David, 1869) はその例で、国内では、ヤンバルクイナ *Hypotaenidia okinawae* (Yamashina & Mano, 1981) や、イリオモテヤマネコ *Prionailurus bengalensis iriomotensis* Imaizumi, 1967 などといったところだろう。Flagship speciesには生態学的には「生態系の頂点に立つ種」という別の意味があるがそのことではない。

微生物にはBeijerinckの有名な概念 “in micro-organisms, everything is everywhere” 「微生物は全てのもの(種)が全ての場所に(生息している)」(Beijerinck, 1913)があり、原生生物では “all species of fresh-water protozoa could eventually be discovered in one small pond” 「淡水産種の全ての種が最終的には1つの小さな池で全て見つかる」(Finlay and Esteban, 1998)という言葉も近年まで普通に使われてきた。しかし、原生生物で象徴種を提案したのは、Foissner (2006), Foissner (2007), そして、Foissner *et al.* (2007) であり、形態的に間違えようがない特徴のあるいくつかの種について、それまで懐疑的であった原生生物学者たちに、原生生物に地理的分布があることを明確に示した。

我々が新属として記載した繊毛虫類の一種 *Levicolaps biwae* Foissner, Kusuoka & Shimano, 2008 は、古代湖としての琵琶湖 (Satoguchi, 2012) に固有の原生生物のひとつだろう (Foissner *et al.*, 2008). *Levicolaps* 属は世界中に汎存する *Coleps* 属とは、外側をカルシウム質の鎧板が覆う繊毛虫という点で同じ特徴を持つ

が、鎧板に棘を全く持たない点で属として大きく異なる (*Coleps* 属は、明瞭な棘を持つ) [なお、現在では、韓国から *Levicolaps* 属の本種の1亜種と、別の1種が記載されている (Chen *et al.*, 2016)]. 原生生物を固有種という背景には、田中 (2002) にまとめられている、同著者による「プランクトンから見た本邦湖沼の富栄養化の現状」と題された日本中の湖沼のプランクトンの膨大な論文とデータがあるからで (島野・三好, 2008), それにもかかわらず *L. biwae* のような特徴的な種について、日本の他の湖沼で類似するような生物種は本書にはみあたらない。

もう一種、古代湖琵琶湖を代表する原生生物ピワコツボカムリ *Diffflugia biwae* Kawamura, 1918 は、Foissner (2007) が象徴種を取り扱った総説の中でもとりあげている。細胞も大きく (殻は長さが0.24–0.38 mm) 形態的にも長い角が1本あるというプランクトンの中でも目立つ種でありながら、今では琵琶湖で生きたものを見ることはできない (図5)。有殻アメーバ (殻を持つアメーバ) である本種も、前種の繊毛虫と同様に、日本では琵琶湖以外ではいまのところ報告はない (例えば、田中, 2002)。滋賀県県のこれまでの調査では、1960年代の8月には、本種が琵琶湖のプランクトンの優占種となっていたが、琵琶湖の底質環境の変化など

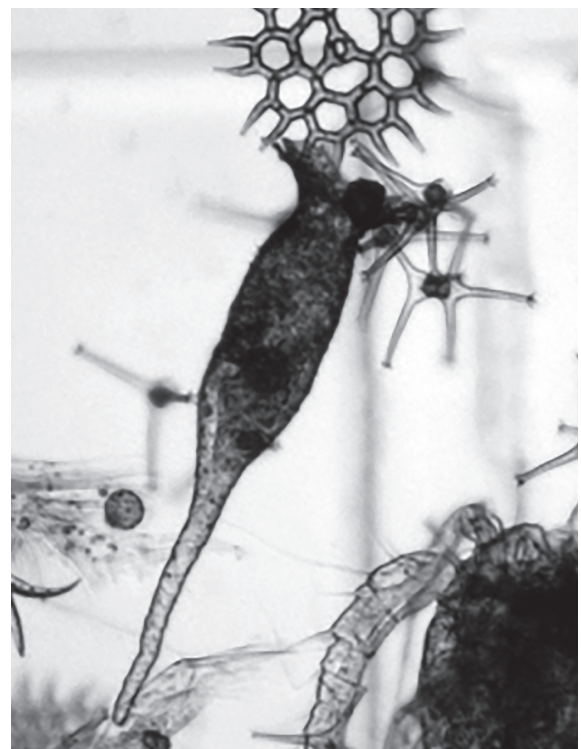


図5. ピワコツボカムリ *Diffflugia biwae* Kawamura, 1918. 光学顕微鏡像。標本提供：一瀬諭氏。

により、1970年代から次第に個体数が減少し、1981年10月に生きた個体が見つかったのを最後に、それ以降は生きた個体は見つかっていない (Ichise *et al.*, 2021). 筆者も2008年頃、琵琶湖博物館との共同研究で、琵琶湖の湖岸の全周囲調査や船による湖底調査を行ったが、見つけられたのは殻のみで、生細胞は得られなかった (未発表).

国外では、中国の3つの湖で本種の記録があるが (Li and Yu, 2001; Wang *et al.*, 2003; Yang and Shen, 2005), 例えば、Mulan Lakeの個体は琵琶湖の本種とは形態的に異なる事が予想された. そこで、このまま放置すると、DNA情報がなければかりか、琵琶湖に残された本種の殻が消失することも考えられる (有殻アメバ類では、種レベルは主に殻の形質で同定する). そうなると、真の本種の形態も解らなくなってしまうため、記載から103年を経て、筆者達はネオタイプの指定と再記載を行った (Ichise *et al.*, 2021). 同時に、手に入れることが出来たMulan Lakeの個体も用いて形態計測を行い、琵琶湖の本種とは形態的には異なる事を示した (Ichise *et al.*, 2021). 加えて、「ピウツボカムリ」という和名も用いられていたが (例えば、水野・高橋, 1991), 原記載の時に使われていたピウコツボカムリへの和名の統一も提唱した (Ichise *et al.*, 2021). 滋賀県レッドデータブック2020年版には、「ピウツボカムリ」の和名により「絶滅危惧種」のランクで掲載されているが、将来的には修正したいと考えている (滋賀県, 2020).

日本のオオムカデ属の新種記載

オオムカデ属 *Scolopendra* Linnaeus, 1758 は、ムカデ綱 (唇脚綱) Chilopoda Latreille, 1817 のなかでも体長が最大の種を含むムカデの中でも代表的な分類群である. 1874年 (明治7年) から1882年 (明治12年) まで、オーストリアのウィーン生まれのアルブレヒト・フォン・ローレツ (Albrecht von Roretz) という医師が日本に滞在した. 彼は日本にドイツ式の医学の普及を行ったが、同時に日本の各地から多くのクモの仲間やムカデ類を採集してヨーロッパに送った. その標本はいまでも、ウィーン自然史博物館に所蔵されている. ドイツのニュルンベルクにいたというコッホ (L. Koch) は、これらクモ類やムカデ類の標本をもとに、1878年に多くの新種を日本から発表した (Koch, 1878). この論文で記載されたムカデは、北海道を除く日本全土に生息する体長12 cmの普通種であるトビ

ズムカデ *Scolopendra mutilans* L. Koch, 1878 と、同様に北海道を除き日本に広く分布する普通種のアオズムカデ *Scolopendra japonica* L. Koch, 1878 である. 毎年、このトビズムカデによる咬傷事故が起きている (原田ら, 2005).

日本には、高桑良興、高島春雄、三好保徳、篠原圭三郎 (敬称略) など世界でも有名な多足類研究者がいたが、1874年に日本からオオムカデ属の2種の記載がドイツ人によって行われて以降、日本に生息するオオムカデ属から日本人によって新種記載された種はなかった.

■ 半水棲ムカデ

2016年、ヤンバル、沖縄島 (= 沖縄本島) の北部に生息するという体長27 cmのヤンバルオオムカデ (通称) がブログやSNSなどで紹介され、一気に愛好家の間で有名になった. 陸上の甲殻類で体長40 cmを超え4 kgにもなるオカヤドカリ科のヤシガニ *Birgus latro* (Linnaeus, 1767) を除けば、陸上で最大の大きさの節足動物は与那国島に生息している蛾の一種、ヨナグニサン *Attacus atlas ryukyensis* Inoue, 1993 だろう. 羽の両端の長さが18.5–20 cm程度である.

体長が20 cmを超えるムカデの未記載種が、まだ残されていることに、誰もが驚いたのである. もし、それが本当なら日本最大のムカデ種であるだけでなく、陸上節足動物でも最大となるからである. 小笠原などにも外来種としてオオムカデ *Scolopendra subspinipes* Leach, 1815 が生息しているが、最大で20 cm程度である.

ヤンバルのオオムカデの噂はインターネットでの販売に繋がり、最も高額なものは1頭あたり約13万円の値がついた. 本種を乱獲から守る必要が生じた. ここで、もうひとつ、ヤンバルのオオムカデ未記載種は、水の中に逃げ込む性質をもっているという大きな付加価値が付いた [現在では、本種は陸上の昆虫類等よりは、むしろエビやカニといった水棲の甲殻類を餌に好むことが解ってきている (島野, 未発表)]. 本種が一部で知られるようになったのと同じ年、2016年、世界で初めて半水棲 (陸と淡水の両方で生活する) のオオムカデが、ラオスとタイの東部から発見・記載された (Siriwut *et al.*, 2016). 一般的にムカデ類は林床で生活するという常識が覆され、半水棲オオムカデは世界中で大きなニュースになった. 本種は滝周辺から採集されており、学名は滝 (cataract) を意味する *Scolo-*



図6. 水中のリュウジンオオムカデ *Scolopendra alcyona* Tsukamoto & Shimano, 2021. 写真提供: 佐藤文保氏, 許可を得て転載 (Tsukamoto *et al.*, 2021, reproduced with permission from the copyright holder ©Magnolia Press).

pendra cataracta Siritwut, Edgecombe & Panha, 2016, 体長は12 cmで、大きくても20 cmである。

2018年に我々の研究チームが本種の研究に取り組んだ矢先に、世界で2番目となる半水棲ムカデがフィリピンから記載された (Doménech *et al.*, 2018)。体長14 cm, オレンジ色や青色という極彩色の色彩を持つ *Scolopendra paradoxa* Doménech, Barbera & Larriba, 2018である。ヤンバルのオオムカデは、新種記載すれば半水棲ムカデとしても最大で、日本を代表するオオムカデ種となるはずだが半水棲ムカデとして3番目はよいとしても、さらに次の半水棲種が記載されて仮に世界4番目となると、4位ではオリンピックでも表彰台には上れないのであるから、日本の多足類研究者の先輩方にも顔向けができないとおもった。

私はヤンバルに入り標本の数を増やすために採集を行いながら、地元の方々と会うことにした。生まれ育った土地の生き物を、遠くからきた研究者がもちかえり、勝手に名前を付けるのは、やはり気持ちよくないだろうと考えた。ヤンバルの最も北に位置する国頭村の地元の様々な分野の方々に会って説明もした。好ましい学名や和名などについても一緒に考えさせていただいた。

遺伝子解析では、ミトコンドリアCOIと16S rRNA遺伝子、核28S rRNAと18S rRNA遺伝子をもちいたが、特にミトコンドリアCOI遺伝子は偽遺伝子が極め

て多い傾向にあった。オオムカデ類は形質を見分けることが難しく、かつ人気があることもあって、査読は過去に経験したことがないほど、極めて厳しいものであったので、共同執筆者は全員が本当によく頑張ってくれた。協力したとおもう。

なぜリュウジンと名付けた? 「種の保存法」

厳しいだけではなく査読者はこちらのことも考えてくれた。日本人の手による新種の記載なので、漢字で和名を明記するようにと指示を出してくれた。Zoo-taxa誌の論文では、漢字が誌面につかわれているのを私は見たことがなかったが、査読者の意向なら漢字を使おう、だれもが愛してくれるムカデ種にするための絶好のチャンスと考えた。

さて、それでは和名は、当時広く仮称として用いられていたヤンバルオオムカデが良いのか? ヤンバルに住む方々はヤンバルオオムカデが良いといわれたが、本種の分布は八重山諸島、渡嘉敷島、久米島、そして台湾など、ヤンバル以外の地域も含まれていた。本種のそれぞれの生息地の方々が、それぞれの場所で、馴染みの持った生物として受け入れ、本種を大切に保全してもらえるかということを思い描いて検討した。

ヤンバルの友人に相談したところ、そこで出た話が、ムカデの伝説であった。

あるとき龍神が陸にあがって寝ていたが、その耳にムカデが入る。龍はなにがおきたのかと驚いて、飛び起きて怖くなった。しかし、ニワトリが龍の耳に飛び込んだかと思うとムカデをくわえてでてきた。龍は「陸は恐ろしいところだ。ムカデとニワトリは恐ろしい生き物だ」とそれ以来、陸に近づこうとはしなくなった。

琉球王国の時代、海が荒れるのは龍神のためだと考えられていたので、琉球王朝の船にはモカズ旗（ムカデ旗）を掲げ、船にはニワトリの絵が描かれていた。

ムカデと言えば龍神だが、龍が怖がる相手のムカデに龍神とつけてしまえば逆になる。そこで、琉球は台湾にも使われる土地の呼称であるため、龍神を「琉神」と読みかえた。ムカデは百足と書く。Zootaxaの当の記載論文では、New Japanese nameに「琉神大百足」として漢字がつかわれている記載文になった。

ムカデは上杉謙信が好んだ戦いの神、毘沙門天の使い（眷属）でもある。琉神と名付けたオオムカデが、沖縄の島々や台湾で、人々に尊重され、末永く護られ、また、生息地の自然も含めて護られていって欲しいものだと考えている。

このようにして、リュウジンオオムカデ *Scolopendra alcyona* Tsukamoto & Shimano, 2021 (図6)は、オオムカデ属の種としては世界で3番目の半水棲種であり、143年ぶりに日本から記載された本属の種であり、また、日本人自身が初めて記載した本属の種として、さらに、オカヤドカリ科のヤシガニを除けば、日本最大の陸上節足動物種となった。

本種は多足類で初めての「種の保存法」に基づく緊急指定種となり、現在のところ本種の捕獲・殺傷、(売買を含む)譲り渡しなどの行為が禁止されている(環境省, 2021)。

市民科学と動物分類学

天文学の新しい星の発見や、古生物学での新規の恐竜種の発見にはアマチュア(いわゆる科学者以外の市民)の力が大きく貢献していることは、一般的によく知られている。また、現生の動物を新種として記載する動物分類学の分野においても、種の記載を加速するために市民の力を借りるという考えは(例えば、馬渡, 2004)、実際に成果をあげている。海底にミステリーサークルを作る魚類アマミホシゾラフグ *Torquigener albomaculosus* Matsuura, 2014 (Matsuura, 2014)や、リュウジンオオムカデ (Tsukamoto *et al.*, 2021)の

新種記載に至る経緯も、実際には、科学者以外の方々の発見や、彼らからの多くの協力を得て成されたものであるだろう。

このように、市民と研究者が協力しながら、科学を加速させるという市民科学との連携は、近年は動物分類学の分野でも活用されるようになってきた(小堀, 2022)。動物分類学の研究に市民が参加することは、市民への生物多様性や生態系保全への関心に繋がると考えられる。

このことは、絶滅危惧種の保全においても必要なことであり、具体的には前述のトキの場合でも、中津ら(2017)は「行動圏内に人家集落が含まれ、いずれの地域でも人間の生活圏近くでトキが生活している」と報告しており、生物の保全には地域住民の理解が不可欠(プリマック・小堀, 2008)であることは疑う余地はない。筆者らは、ブータンで25羽になってしまったシロハラサギの保全活動にも取り組んでいるが、地域住民の協力のもとで力をあわせた取り組みなしには保全活動も成り立たない(シロハラサギ保全グループ, 2020; Khandu *et al.*, 2020)。

さて、近年のスマートフォン使用などにより Social Net Working (SNS) ユーザーが安定的に増加しており、様々なSNSとその利用も研究されている (Park *et al.*, 2015)。海洋生物種の世界登録簿 (WoRMS) から「2021年の注目すべき海洋生物の新種トップ10」(WoRMS, 2022)に、ヨコヅナイワシ *Narctes shonanmaruae* Poulsen, Ida, Kawato & Fujiwara, 2021 などとともに「日本のツイッターダニ」として選ばれたチョウシハマベダニ *Ameronothrus twitter* Pflingstl and Shimano, 2021 の記載は、ツイッターという一般のSNSを利用したものであった (Pflingstl *et al.*, 2021)。生物多様性研究を目的としたSNSである iNaturalist (iNaturalist, 2008–2022) は、現在、494万人以上のユーザーがおり、世界中からの動物、植物、菌類、その他の生物の記録が9,900万回以上投稿されているという。日本にもバイオームという生物情報の蓄積の蓄積と利用を目的としたSNSがあり、今後に期待されている (バイオーム, 2018–2022)。

大人になってから自然や生物多様性に積極的に関心を持つようになるには、幼少期や青年期に自然に感謝の念を抱くような経験をした人と、積極的に自然を体験したことが関係しているということが知られるようになった。このことについて、文献が増えつつあるが、生物多様性SNSは生物多様性の理解に協力できるだろう。近年、例えば Hosaka *et al.* (2017) は、日本

の都市住民1030名を対象に、29種類の野生動物に対する好感度と、これらの動物を飼うことに対するアンケート調査し、これらの意識に及ぼす幼少期の自然体験や社会・人口動態的要因の影響について報告した。その結果、野生動物に対する好意的な姿勢には、本人の現在の社会的属性よりも、幼少期の自然体験、特に昆虫や植物の採集が重要な要因となっており、都市における生物多様性保全の取り組みは、子どもたちに生物多様性とのふれあいをより多く提供することに重点を置くべきであろうと考察している。Sugiyama *et al.* (2021) は、同様なアンケート解析の結果から、幼少期に自然との接触を増やすことが、その後の自然に対する否定的な認識を減らすのに有効であることを示唆している。

市民科学を担う人材と動物分類学者が、協力をしながら研究を進めることは、今後、種の記載を加速するという観点から必要なことであることは間違いないが、これまでの協力方法にはないSNSなどの新たな手法が開発されてきていることにより、研究者側の効率化も行えるのではないかと期待を寄せている。

謝辞

末筆ではありますが、改めて青木淳一先生に心からの感謝を申し上げます。いつも厳しくご指導を賜りました馬渡駿介先生に心より感謝致します。御高著(馬渡, 1994)を学生の頃に繰り返し読ませていただきました。動物分類学に帰る勇気ときっかけをいただいた塚越哲先生には心より感謝を申し上げます。蛭田眞平先生、脇司先生、塚本将君、江口克之先生、水谷吉勝先生、清水伸泰先生、一瀬諭先生をはじめ、名前を挙げきれない共同研究者の皆様にご感謝を申し上げます。

改めまして、ご指導を常日頃、頂戴いたしております日本動物分類学会会員の皆様、関係各位に心より感謝を申し上げます。光栄な賞を賜り誠に有り難う御座いました。

文献

- Adl, S. M., Bass, D., Lane, C. E., Lukeš, J., Schoch, C. L., Smirnov, A., Agatha, S., Berney, C., Brown, M. W., Burki, F., Cárdenas, P., Čepička, I., Chistyakova, L., Del Campo, J., Dunthorn, M., Edvardsen, B., Eglit, Y., Guillou, L., Hampl, V., Heiss, A. A., Hoppenrath, M., James, T. Y., Karnkowska, A., Karpov, S., Kim, E., Kolisko, M., Kudryavtsev, A., Lahr, D. J., Lara, E., Le Gall, L., Lynn, D. H., Mann, D. G., Massana, R., Mitchell, E. A. D., Morrow, C., Park, J. S., Pawlowski, J. W., Powell, M. J., Richter, D., Rueckert, S., Shadwick, L., Shimano, S., Spiegel, F. W., Torruella, G., Youssef, N., Zlatogursky, V. and Zhang, Q. 2019. Revisions to the classification, nomenclature, and diversity of eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 66: 4-119.
- 青木淳一 1968. ダニの話—よみもの動物記—. 204 pp. 北隆館, 東京.
- 青木淳一 1983. 自然の診断役 土ダニ, NHKブックス 438. 204 pp. 日本放送出版協会, 東京.
- 青木淳一 1996. アルテンブルガーチーズ. 青木淳一(著), ダニにまつわる話, pp. 137-142, 筑摩書房, 東京.
- 青木淳一 2008. 土壌中にすむササラダニに魅せられて50年(第5回日本動物分類学会賞受賞記念論文). タクサ: 日本動物分類学会誌, 25: 1-11.
- Beijerinck, M. W. 1913. De infusies en de ontdekking der bacterien. In anonymous (ed.), *Jaarboek van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, pp. 1-28, Müller, Amsterdam.
- バイオーム 2018-2022. バイオーム Biome: <https://biome.co.jp/app-biome/> (2022年7月20日閲覧)
- Brückner, A. and Heethoff, M. 2016. Scent of a mite: origin and chemical characterization of the lemon-like flavor of mite-ripened cheeses. *Experimental and Applied Acarology*, 69: 249-261.
- Brückner, A., Rasputnig, G., Wehner, K., Meusinger, R., Norton, R. A. and Heethoff, M. 2017. Storage and release of hydrogen cyanide in a chelicerate (*Oribatula tibialis*). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114: 3469-3472.
- Chen, X., Shazib, S. U. A., Kim, J. H., Jang, S. W. and Shin, M. K. 2016. Morphological description and molecular phylogeny of two species of *Levicoleps* (Ciliophora, Prostomatida), *L. taehwae* nov. spec. and *L. biwae jējuensis* nov. subspec., collected in Korea. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 63(4): 471-480.
- Costello, M. J., May, R. M. and Stork, N. E. 2013. Can we name Earth's species before they go extinct? *Science*, 339(6118): 413-416.
- Doménech, C., Barbera, V. M. and Larriba, E. 2018. A phylogenetic approach to the Philippines endemic centipedes of the genus *Scolopendra* Linnaeus, 1758 (Scolopendromorpha, Scolopendridae), with the description of a new species. *Zootaxa*, 4483(3): 401-427.
- Enami, Y. and Nakamura, Y. 1996. Influence of *Schelorbates azumaensis* (Acari: Oribatida) on *Rhizoctonia solani*, the cause of radish root rot. *Pedobiologia*, 40: 251-254.
- Enami, Y., Nakamura, Y. and Katsumata, H. 1996. A new species of the genus *Schelorbates* (Acari: Oribatei) from a crop field in Fukushima, north of Japan. *Edaphologia*, 56: 11-16.
- Finlay B. J. and Esteban G. F. 1998. Freshwater protozoa: biodiversity and ecological function. *Biodiversity and Conservation*, 7: 1163-1186.
- Foissner, W. 2006. Biogeography and dispersal of micro-organisms: a review emphasizing protists. *Acta protozoologica*, 45(2): 111-136.
- Foissner, W. 2007. Dispersal and biogeography of protists: recent advances. *Japanese Journal of Protozoology*, 40(1): 1-16.

- Foissner, W., Chao, A. and Katz, L. A. 2007. Diversity and geographic distribution of ciliates (Protista: Ciliophora). In Foissner, W. and Hawksworth, D. L. (eds.), *Protist Diversity and Geographical Distribution*, pp. 111–129, Springer, Dordrecht.
- Foissner, W., Kusuoka, Y. and Shimano, S. (2008). Morphology and gene sequence of *Levicoleps biwae* n. gen., n. sp. (Ciliophora, Prostomatida), a proposed endemic from the ancient Lake Biwa, Japan. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 55(3): 185–200.
- Gerlach, J. 2021. *Dicrogonatus gardineri* (amended version of 2014 assessment). Accessed through: The IUCN Red List of Threatened Species 2021, e.T201462A207438077: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T201462A207438077.en> (20 July 2022)
- 原田 晋・吉崎仁胤・夏秋 優・清水秀樹・福田 均・永井 宏・池田哲哉 2005. ムカデアレルギーの3例: ハチアレルギーとの交叉性に関する検討を含めて. *アレルギー*, 54(11): 1279–1284.
- Heethoff, M. and Rall, B. C. 2015. Reducible defence: chemical protection alters the dynamics of predator–prey interactions. *Chemoecology*, 25(2): 53–61.
- Hosaka, T., Sugimoto, K. and Numata, S. 2017. Childhood experience of nature influences the willingness to coexist with biodiversity in cities. *Palgrave Communications*, 3(1): 1–8.
- iNaturalist 2008–2022. iNaturalist. Accessed through: <https://www.inaturalist.org/> (20 July 2022)
- IPBES (生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学—政策プラットフォーム) 2019. IPBES生物多様性と生態系サービスに関する地球規模評価報告書政策決定者向け要約: <https://www.iges.or.jp/pub/ipbes-global-assessment-spm-j/ja> (2022年7月20日閲覧)
- Jaloszynski, P. and Olszanowski, Z. 2016. Feeding of two species of Scydmaeninae “hole scrapers,” *Cephennium majus* and *C. ruthenum* (Coleoptera: Staphylinidae), on oribatid mites. *European Journal of Entomology*, 113: 372–386.
- 環境庁 1993. 日本の絶滅のおそれのある野生生物 脊椎動物編. 340 pp. 財団法人自然環境研究センター, 東京.
- 環境庁 2000. 無脊椎動物(昆虫類, 貝類, クモ類, 甲殻類等)のレッドリストの見直しについて: <https://ikilog.biodic.go.jp/Rdb/booklist> (2022年7月20日閲覧)
- 環境省 2002. 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—2鳥類. 278 pp. 財団法人自然環境研究センター, 東京.
- 環境省 2010. 第3章 生物多様性の危機と私たちの暮らし—未来につながる地球のいのち—. 環境省(編), 図で見る環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書(平成22年版): <https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/zu/h22/html/hj10010301.html> (2022年7月20日閲覧)
- 環境省 2019a. 野生下のトキの2019年の繁殖結果について(推定値): https://kanto.env.go.jp/pre_2019/2019_1.html (2022年7月20日閲覧)
- 環境省 2019b. 環境省レッドリスト2019の公表について: <https://www.env.go.jp/press/106383.html> (2022年7月20日閲覧)
- 環境省 2020. 環境省レッドリスト2020の公表について: <https://www.env.go.jp/press/107905.html> (2022年7月20日閲覧)
- 環境省 2021. 種の保存法に基づく緊急指定種の指定について: <https://www.env.go.jp/press/109741.html> (2022年7月20日閲覧)
- Khandu, P. Gale, G. A. Kinley, K. Tandin, T., Shimano, S. and Bumrungsri, S. 2020. Daily roosting behaviour of the critically endangered White-bellied Heron *Ardea insignis* as a function of day length. *Biological Rhythm Research*, 5(5): 812–822.
- 桐谷圭治 1998. 総合的有害生物管理(IPM)から総合的生物多様性管理(IBM)へ. *農林水産技術研究ジャーナル*, 21(12): 33–37.
- 桐谷圭治 2005. 農業生態系におけるIBM(総合的生物多様性管理にむけて)(特集3 生態系科学における大規模野外操作実験). *日本生態学会誌*, 55(3): 506–513.
- Koch, L. 1878. Japanesische Arachniden und Myriopoden. *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien*, 27: 285–295.
- 小堀洋美 2022. 市民科学のすすめ. 276 pp. 文一総合出版, 東京.
- La Salle, J., Wheeler, Q., Jackway, P., Winterton, S., Hobern, D. and Lovell, D. 2009. Accelerating taxonomic discovery through automated character extraction. *Zootaxa*, 2217(1): 43–55.
- Linnaeus, C. 1758. *Systema naturae. Regnum animale, Edition 10*. 824 pp. Holmiae (=Stockholm).
- Li, G. G. and Yu, Z. M. 2001. A study on the diversity of a zooplankton community in Lake Qiandaohu, Zhejiang. *Biodiversity Science*, 9: 115–121. [In Chinese with English abstract]
- Matsuura, K. 2014. A new pufferfish of the genus *Torquigener* that builds “mystery circles” on sandy bottoms in the Ryukyu Islands, Japan (Actinopterygii: Tetraodontiformes: Tetraodontidae). *Ichthyological Research*, doi.org/10.1007/s10228-014-0428-5 (06 September 2014), 62(2): 207–212. (January 2015)
- 馬渡駿介 2004. 新種記載はスピード・アップできるか? *日本分類学会連合ニュースレター*, 5: 8.
- 馬渡峻輔 1994. 動物分類学の論理多様性を認識する方法. 248 pp. 東京大学出版会, 東京.
- マイアーズ, ノーマン 1981. 沈みゆく箱舟一種の絶滅についての新しい考察—林雄次郎(訳)(岩波現代選書), 348 pp. 岩波書店, 東京.
- Mihalca, A. D., Gherman, C. M. and Cozma, V. 2011. Coendangered hard-ticks: threatened or threatening? *Parasites & Vectors*, 4(1): 1–7.
- Mironov, S. V., Dabert, J. and Ehrnsberger, R. 2005. Six new feather mite species (Acari: Astigmata) from the carolina parakeet *Conuropsis carolinensis* (Psittaciformes: Psittacidae), an extinct parrot of North America. *Journal of Natural History*, 39(24): 2257–2278.
- 水野寿彦・高橋永治 1991. 日本淡水動物プランクトン検索図説. 532 pp. 東海大学出版会, 東京.
- Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S., Simpson, A. G. and Worm, B. 2011. How many species are there on Earth and in the ocean? *PLOS Biology*, 9(8), e1001127.
- 中津 弘・永田尚志・山岸 哲 2017. 新潟県佐渡島の3地域における非繁殖期の放鳥トキ *Nipponia nippon* の生息地利用. *野生復帰*, 5(1): 13–21.
- Napierała, A., Książkiewicz-Parulska, Z. and Błoszyk, J. 2018. A Red List of mites from the suborder Uropodina (Acari: Parasitiformes) in Poland. *Experimental and Applied Acarology*, 75(4): 467–490.
- Norton, R. A. and Behan-Pelletier, V. M. 1991. Calcium carbonate

- and calcium oxalate as cuticular hardening agents in oribatid mites (Acari: Oribatida). *Canadian Journal of Zoology*, 69: 1504–1511.
- Ofei-Manu, P. and Shimano, S. 2010. Ramsar wetlands-rice paddies and the local citizens of Osaki-Tajiri area as a social-ecological system in the context of ESD and wetland CEPA. *Global Environmental Research*, 15: 95–106.
- Ofei-Manu, P. and Shimano, S. 2012. In transition towards sustainability: Bridging the business and education sectors of Regional Centre of Expertise Greater Sendai using education for sustainable development-based social learning. *Sustainability*, 4(7): 1619–1644.
- Ozman-Sullivan, S. K. and Sullivan, G. T. 2021. The newly formed Mite Specialist Group of the IUCN's Species Survival Commission and the conservation of global mite diversity. *Acarological Studies*, 3(2): 51–55.
- Park, M. S., Shin, J. K. and Ju, Y. 2015. A taxonomy of social networking site users: Social surveillance and self-surveillance perspective. *Psychology & Marketing*, 32(6): 601–610.
- Pickering, J. A. N. E. and Norris, C. A. 1996. New evidence concerning the extinction of the endemic murid *Rattus macleari* from Christmas Island, Indian Ocean. *Australian Mammalogy*, 19(1): 19–25.
- Pfingstl, T., Hiruta, S. F., Nemoto, T., Hagino, W. and Shimano, S. 2021. *Ameronothrus twitter* sp. nov. (Acari, Oribatida) a new coastal species of oribatid mite from Japan. *Species Diversity*, 26(1): 93–99.
- Proctor, H. C. 2003. Feather mites (Acari: Astigmata): ecology, behavior, and evolution. *Annual Review of Entomology*, 48: 185–209.
- Proctor, H. and Owens, I. 2000. Mites and birds: diversity, parasitism and coevolution. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(9): 358–364.
- プリマック, リチャード. B.・小堀洋美 2008. 保全生物学のすすめ 改訂版生物多様性保全のための学際的アプローチ. 400 pp. 文一総合出版, 東京.
- Saplakoglu, Y. 2021. A Giant Tortoise Thought Extinct for Over 100 Years Has Been Found in Galapagos. Accessed through: ScienceAlert: <https://www.sciencealert.com/giant-tortoise-thought-extinct-for-a-century-discovered-on-galapagos-island> (20 July 2022)
- Saporito, R. A., Donnelly, M. A., Norton, R. A., Garraffo, H. M., Spande, T. F. and Daly, J. W. 2007. Oribatid mites as a major dietary source for alkaloids in poison frogs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104: 8885–8890.
- Satoguchi, Y. 2012. Geological history of Lake Biwa. In Kawababe, H., Nishino, M., and Maehata, M. (eds.), *Lake Biwa: Interactions between Nature and People*, pp. 9–16. Springer, Berlin Heidelberg.
- シュレーディンガー, E. 1951. 生命とは何か—物理的にみただ生細胞, 岩波新書 青版72. 180 pp. 岩波書店, 東京.
- Shen, H., Shiratori, Y., Ohta, S., Masuda, Y., Isobe, K. and Senoo, K. 2021. Mitigating N₂ emissions from agricultural soils with fungivorous mites. *The ISME Journal*, 15(8): 2427–2439.
- 滋賀県 2020. 「滋賀県で大切にすべき野生生物—滋賀県レッドデータブック—」について. 滋賀県 (編), 滋賀県レッドデータブック 2020年版: <https://www.pref.shiga.lg.jp/ippan/kankyoshizen/shizen/322847.html> (2022年7月20日閲覧)
- 島野智之 2002. 総説・根圏の原生動物. 根の研究 (*Root Research*), 11: 107–117.
- 島野智之 2007. 根圏における原生生物の役割—土壌原生生物とバクテリアおよび植物根との関連について—, 土と微生物 (*Soil Microorganisms*), 61: 41–48.
- 島野智之 2009a. 原生生物の多様性に基づく真核生物の新しい高次分類体系. 日本微生物生態学会誌, 24: 61–66.
- 島野智之 2009b. 畑土壌における原生生物および繊毛虫群集の新たな解析法—顕微鏡的手法と分子生物学的手法—, 日本土壌肥料学会 (編), 土壌の原生生物・線虫群集—その土壌生態系での役割—, pp. 69–89, 博友社, 東京.
- 島野智之 2011. 生物多様性と地域での実践: ラムサール湿地「蕪栗沼・周辺水田」・宮城県大崎市蕪栗沼の実践事例 (2010年度六月集会 六月集会会場校企画「生物多様性と生涯学習の課題」). 日本社会教育学会紀要, 47: 9–11.
- 島野智之 2012. ダニ・マニア. 216 pp. 八坂書房, 東京.
- 島野智之 2015. ダニ・マニア《増補改定版》. 231 pp. 八坂書房, 東京.
- 島野智之・青木淳一 2015. ダニ目. 青木淳一 (編), 土壌動物検索図説 (第二版), pp. 148–150, 東海大学出版会, 東京. *著者順は正誤表で訂正.
- 島野智之・高久 元 (編著) 2016. ダニのはなし—人間との関わり—. 281 pp. 朝倉書店, 東京.
- 島野智之 2017. 真核生物の高次分類体系の改訂. タクサ: 日本動物分類学会誌, 43: 62–67.
- 島野智之 2018a. 第2章 原生生物. 金子信博 (編), 土壌生態学 実践土壌学シリーズ, pp. 14–30, 朝倉書店, 東京.
- 島野智之 2018b. なぜダニ類はクモガタ類の中で最も種数が多いのか? タクサ: 日本動物分類学会誌, 44: 4–14.
- 島野智之 2021. 日本における土壌原生生物の研究. 原生生物, 4(1): 15–22.
- 島野智之 2022. 幻のシロン・チーズを探せ—熟成でダニが活躍するチーズ工房—. 208 pp. 八坂書房, 東京.
- 島野智之・三好孝和 2008. 日本国内から記録された自由生活性原生生物の文献目録—繊毛虫類と有殻アメーバ類を中心として— (暫定版2008年4月現在). 原生動物学雑誌, 41(2): 133–152.
- 島野智之・脇 司 2020. II. トキと共生するウモウダニ. 野鳥 (日本野鳥の会会誌), 848: 11–15.
- 島野智之・長谷川元洋・萩原康夫 (編著) 2022. 土の中の生き物たちのはなし. 180 pp. 朝倉書店, 東京.
- Shimano, S., Sakata, T., Mizutani, Y., Kuwahara, Y. and Aoki, J. 2002. Geranial: The alarm pheromone in the nymphal stage of the oribatid mite, *Nothrus palustris*. *Journal of Chemical Ecology*, 28: 1831–1837.
- Shimano, S., Hiruta, S. F., Shimizu, N., Hagino, W., Aoki, J. and OConnor, B. M. 2022. Do 'cheese factory-specific' mites (Acari: Astigmata) exist in the cheese-ripening cabinet of cheese? *Experimental and Applied Acarology*, 87: 49–65.
- 清水伸泰 2022. 第9章 ヤスデとダニの化学防衛. 島野智之・長谷川元洋・萩原康夫 (編), 土の中の生き物たちのはなし, pp. 116–129, 朝倉書店, 東京.
- Shimizu, N., Yakumar, R., Sakata, T., Shimano, S. and Kuwahara, Y. 2012. The absolute configuration of chrysolmelidial: a widely distributed defensive component among oribatid

- mites (Acari: Oribatida). *Journal of Chemical Ecology*, 38: 29–35.
- Shimizu, N., OConnor, B. M., Hiruta, S. F., Hagino, W. and Shimano, S. 2022. Mite secretions from three traditional mite-ripened cheese types: are ripened French cheeses flavored by the mites (Acari: Astigmata)? *Experimental and Applied Acarology*, (in press). <https://doi.org/10.1007/s10493-022-00734-7>
- Siriwut, W., Edgecombe, G. D., Sutcharit, C., Tongkerd, P. and Panha, S. 2016. A taxonomic review of the centipede genus *Scolopendra* Linnaeus, 1758 (Scolopendromorpha, Scolopendridae) in mainland Southeast Asia, with description of a new species from Laos. *ZooKeys*, 590: 1–124.
- シロハラサギ保全グループ (カンドゥ, ペマ・ゲール, ジョージ=A・ブンルングリ, サラ) 2020. ブータン王国の絶滅危惧種シロハラサギにおける採餌パターンに基づく保全活動 (島野智之 訳). 自然保護助成基金助成成果報告書, 29: 368–372.
- SOS Report 2009. State of Observed Species Report 2009. International Institute for Species Exploration, Arizona State University, in partnership with International Commission on Zoological Nomenclature, International Plant Names Index, Thomson Reuters and International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 10 pp. Accessed through: http://species.asu.edu/files/IISE_SOS_2009.pdf [現在, web上で参照できない. 本文献は La Salle *et al.* (2009) で新種記載数の推定の根拠として引用された]
- Sullivan, G. T. and Ozman-Sullivan, S. K. 2021. Alarming evidence of widespread mite extinctions in the shadows of plant, insect and vertebrate extinctions. *Austral Ecology*, 46 (1): 163–176.
- Sugiyama, N., Hosaka, T., Takagi, E. and Numata, S. 2021. How do childhood nature experiences and negative emotions towards nature influence preferences for outdoor activity among young adults? *Landscape and Urban Planning*, 205: 103971.
- Suyama, Y. and Matsuki, Y. 2015. MIG-seq: an effective PCR-based method for genome-wide single-nucleotide polymorphism genotyping using the next-generation sequencing platform. *Scientific Reports*, 5(1): 1–12.
- Takeda, W., Sakata, T., Shimano, S., Enami, Y., Mori, N. and Kuwahara, Y., 2005. Scheloribatid mites (Oribatida: Acari) as the source of Pumiliotoxins known in Dendrobatid frogs. *Journal of Chemical Ecology*, 31: 2403–2415.
- 田中正明 2002. 日本淡水産動植物プランクトン図鑑. 602 pp. 名古屋大学出版会, 名古屋市.
- Tsukamoto, S., Hiruta, S. F., Eguchi, K., Liao, J. R., and Shimano, S. 2021. A new amphibious species of the genus *Scolopendra* Linnaeus, 1758 (Scolopendromorpha, Scolopendridae) from the Ryukyu Archipelago and Taiwan. *Zootaxa*, 4952(3): 465–494.
- Yang, J. and Shen, Y. 2005. Morphology, biometry and distribution of *Diffugia biwae* Kawamura, 1918 (Protozoa: Rhizopoda). *Acta Protozoologica*, 44: 103–111.
- 矢崎裕規・島野智之 2020. 真核生物の高次分類体系の改訂—Adl *et al.* (2019) について—. タクサ: 日本動物分類学会誌, 48, 71–83.
- Waki, T. and Shimano, S. 2020. A report of infection in the crested ibis *Nipponia nippon* with feather mites in current Japan. *Journal of the Acarological Society of Japan*, 29: 1–8.
- Waki, T. and Shimano, S. 2022. Redescription of two parasitic feather mites sampled from the last two Crested Ibises, *Nipponia nippon* (Temminck, 1835) (Pelecaniformes: Threskiornithidae), lived in Japan. *Zootaxa*, 5116(1): 136–150.
- Wang, J., Wu, J., Yu, Y., Wang, T. and Cheng, G. 2003. The specific list, quantitative distribution and change of zooplankton in the season of spring and autumn in Poyang Lake. *Journal of Lake Sciences*, 15(4): 345–352.
- WoRMS 2022. Ten remarkable new marine species from 2021. Accessed through: LifeWatch, Press release WoRMS 19 March 2022: <https://lifewatch.be/en/2022.03.19-WoRMS-LifeWatch-press-release> (20 July 2022)

(受付日: 2022年7月30日. 受理日: 2022年8月3日)