

## 神戸女学院大学人間科学部 動物生態学研究室紹介

遠藤知二\*

### 1. 環境・バイオサイエンス学科の中の動物生態学研究室

神戸女学院大学人間科学部は、もともと人間科学科という一つの学科で出発しましたが、サイエンスの分野を明確にするため、2005年に心理・行動科学科と環境・バイオサイエンス学科という2つの学科に再編されました。私たちの研究室が所属する環境・バイオサイエンス学科は、英語では Department of Biosphere Sciences と言います。そのまま日本語に訳すと、「生物圏科学科」ということになるでしょうか。

生物圏科学なる学問は、あまり耳慣れないものかもしれませんが、日本のいくつかの大学には生物圏科学という名を冠した学部や学科があります。生物圏とは、地球という惑星の中で生物が活動する領域全体を指します。それは、地球の表層を何でできているかに着目して区分した水圏、岩石圏、大気圏といった用語に関連しており、そのうち生物が存在する領域を指しています。もちろん、生物圏は、水圏にも、岩石圏にも、大気圏にも重なっていることは言うまでもありません。生物圏という用語は、出自としては地球科学や生態学のものですが、私たちの学科は必ずしもそのような分野だけで構成されているわけではありません。細胞や分子レベルの研究をしている研究室があったり、科学教育や情報科学の研究室もあったりする、かなり多様な分野をカバーしています。それは、生物圏で起こっていることの多くがいまや人間の活動の影響を受けているという事実を反映しています。人間が変えてしまった生態系やそれを基盤としている人間社会を将来にわたって支えるために、自然科学は何ができるのか。私たちの学科はこのような課題に取り組むため、環境科学や生態学など、純粋に生物圏科学に関連の深い学問領域だけでなく、ずっと広い分野からこの問題にアプローチをしています。

わが動物生態学研究室は、生物圏の中でも陸上生態系を構成する生物、とくにもっとも多様性の高いグループである節足動物をおもな対象として研究を展開しています。ここでは、武庫川流域と市民の科学を切り口にしながら、動物生態学研究室の活動を紹介しますことにしましょう。

### 2. 自然から人間へ

地球上の氷に覆われていない陸域のうち、人間の影響をほとんど受けていない原生的自然はわずか4分の1未満であり、残り75%は何らかのかたちで人間の影響を受けた土地であると言われています<sup>1)</sup>。大自然の中で研究を行うといったロマンチックな時代に乗り遅れた現代の生態学者は、人間をとりまく生態系で仕事をしなければならぬのかもしれない。

そういえば、かつて私が学部学生だった頃、研究対象の生物がどのような環境に適応し、生活史をはじめとする生態的特性を進化させてきたのかを理解するために、できるだけ人為的な影響を排除できる調査地を選んで研究すべきであると言われたことがあります。その生物が今あるような性質をもっているのは、近縁種との生態的分離を促進した環境を見定めることが肝要で、人為的かく乱が及んでいる環境でそれを調べたのでは、その性質が何に対する適応であるかを見誤るおそれがあるというわけです。人間活動による自然への干渉はたかだか数千年、それも人間が著しく自然を改変したのはここ数十年なので、われわれの身のまわりにいる生物の多くは、変化しつつある環境に対応しきれておらず、種間関係そのものも歪んでいるのかもしれない。したがって、そう言われれば、なるほどその通りです。しかし、だからといって、どこで調査をしたものか、当時の私には見当が付きませんでした。

その後私は河原の近くに調査地を見つけ、どっぷりとフィールドに浸かって野外研究に明け暮れました<sup>2)</sup>。もちろん、そこは人間の影響を大いに受けた場所ではあったのですが、私の興味はかなりシフトしていたこともあり、とくに人間活動の影響に目を向けることもありませんでした。

しかし、生態学をとりまく状況は、次第に人間の活動を視野に入れざるをえなくなっていました。私が最初に職を得た自然系博物館の開設準備室は、「自然史博物館」ではなく、「人と自然の博物館」という正式名称になりました。博物館構想の経緯があったにせよ、人間を抜きにした自然だけを語ることはもはやありえないという認識のもとで出発したのです。そして、博

\*神戸女学院大学人間科学部 環境・バイオサイエンス学科

博物館から移ってきたのが人間科学部でした。当時、人間科学とはなんぞやと真面目に議論されていました。ともあれ、人間を視野に入れて生態学をすることは、幸か不幸か当たり前に必要なことと考えられるようになってしまいました。

### 3. 武庫川流域の管住性ハチ類の生息状況

博物館にいた頃から始めた研究の一つに、管住性ハチ・アリ類を生物指標として用いた地域環境評価があります。管住性ハチ類とは、中空の植物の茎や木材に開いた昆虫の脱出孔など、管状の閉鎖空間に巣をつくるカリバチやハナバチのことで、このようなハチを誘引して、巣をつくらせる仕掛けを竹筒トラップと呼んでいます。片側が節で閉じた竹筒を束ねたり、すだれ状に編んだりしたトラップを春に取り付けておくと、夏の間さまざななハチが巣をつくります。秋に回収して、竹筒を割って中の巣を改めると、どんなハチが巣をつくったかがわかるという訳です。

このようなトラップを利用する代表的な管住性ハチ類、オオフトオビドロバチ (*Anterhynchium flavomarginatum*) は、竹筒の中に産卵したあと、ハチの幼虫の餌として麻酔したメイガやハマキガの幼虫を貯え、ハチの幼虫が育つのに十分な餌を貯え、泥の仕切り壁で個室を閉じます。この個室が1匹のハチのための育室で、1本の竹筒中にいくつもの仕切り壁で隔てられた育室がつけられます(図1)。一方、竹筒にはアリもよく巣をつくります。アリはハチ目昆虫なので広い意味でいえばハチなのですが、アリは営巣性のハチにとって手強い相手であり、アリが営巣するとハチの利用率は下がると言われています<sup>3)</sup>。竹筒中に見られるアリの巣は、個別の育室がなく、複数の竹筒にまたがっていることも多いようです。

竹筒トラップのおもしろいところは、これらのハチ類には、カリバチやハナバチ、アリなど、さまざまな資源利用様式をもった種がいるということです。同じカリバチでも、クモバチやジガバチモドキなどクモ類を獲物とするもの、上に挙げたオオフトオビドロバチのように食植性のチョウ目幼虫を狩るものなど、ハチ

によって栄養段階の位置も違ってきます。また、ハナバチの仲間は重要なポリネーターでもあります。このような資源利用の異なる生物群(採餌ギルド)を1つのトラップで集められるのが大きな特徴です。さらに、これらのハチには天敵として多くの捕食寄生性の昆虫がいます。これらの天敵は、さまざまやり方で育室の中に侵入し、ハチの親が貯食した餌を消費したり、あるいは育ったハチの幼虫を消費したりして成長します。したがって、回収した巣の中にはこれらの天敵も含まれているので、私たちは食う食われる関係にある2つの栄養段階の生物のデータを同時に得ることもできるのです。陸上の環境指標とか生物指標として、チョウ、地表性甲虫、アリなどいろいろな昆虫群が研究の対象となっていますが、異なった採餌ギルドや食う食われる関係を分析できる生物指標として管住性ハチ・アリ類は有望なのです。

さて、私たちは、兵庫県を流域単位に9つの区域に分け、2002年から1年に1地域ずつ竹筒トラップで調査し、全体を一巡するプロジェクトを始めました。各河川の流域全体をカバーして管住性ハチ・アリ類の多様性マップを作成するため、第2次メッシュ(2万5千分の1地形図1葉)の4分の1(約5km四方)を調査単位とすることにし、その地域の中から任意に1か所の調査地点を選んで竹筒トラップをかけることにしました。それまでの試行錯誤で、4種類の口径サイズを各5本、合計20本の20cm長の竹筒を用い、すだれ状に編んだ竹筒トラップを使うことに決めました。1調査地点には5つのトラップを設置することとしたので、1地点に100本の竹筒を置くこととなります。

2002年の最初の調査域には、もっとも身近な武庫川流域を選びました。上述したやり方で流域を分割すると、41メッシュになりました。つまり、およそ4,100本の竹筒を割ったこととなります。そのうち、3分の1の竹筒(1,356本)にハチとアリの巣が見いだされ、総計で5,187の育室がありました。それらの巣をつくったアリは14種、ハチは22種、合計で36種の管住性ハチ・アリ類が記録されました。さらに、これらの育室からは少なくとも12種の捕食寄生者が得られました。

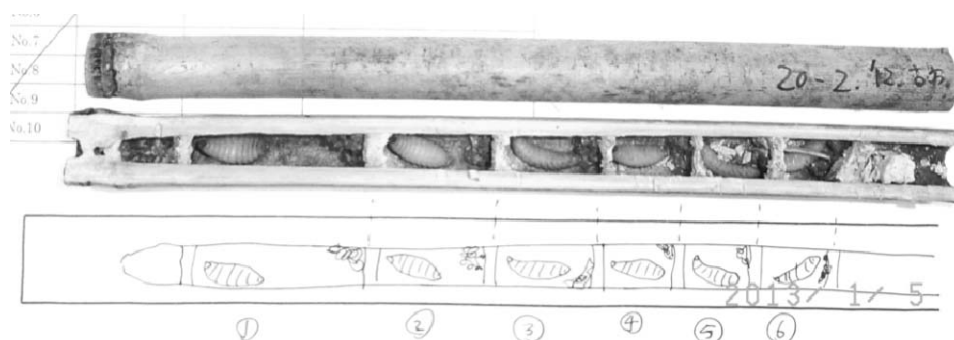


図1 オオフトオビドロバチの巣

巣を解体したときのスケッチとともに示す。竹筒の奥から6つの育室があり、それぞれに幼虫(前蛹)が育っている。

武庫川流域は、下流から上流にかけて人口の集中する都市域から都市近郊を経て山間部にいたる、多様な土地利用を示しており、生息するハチの多様性もそのような人間活動による環境変化の影響を受けていることがデータから読み取れます。このときの成果の一部は人と自然の博物館との共同研究として報告しています<sup>4,5)</sup>。

共同研究者である西本 裕先生（元小林聖心女子学院教諭）や本研究室の多くの学生が卒業研究として取り組んでくれたおかげで、2009年に最後に残った淡路島と猪名川流域の調査を終えて、8年間にわたる兵庫県竹筒トラップ調査はひとまず完了しました（図2）。そのデータは膨大なものになっており、まだ完全に資料の整理が終わっていませんが、西本先生のご尽力により、かなり先が見えてきました。なんとか早く結果をまとめたいと考えています。

#### 4. 管住性ハチ類の生態研究

竹筒トラップの調査が進むにつれて、それぞれのハチの興味深い生態も明らかになってきました。竹筒トラップは手法としては昔からあるもので、管住性ハチ類の営巣行動や生態を研究するために、多くは家の軒下などにかけて研究されてきました。私たちはトラップを森林内の樹木にかけたので、人家の周辺ではあまり個体数が多くないと思われていた種も、意外にたくさんいることがわかってきました。たとえば、ア

ルマンアナバチ (*Isodontia harmandi*) という種はたいへん興味深い営巣生態をもっていることが知られているにもかかわらず、長い間ほとんど研究されていません。竹筒に営巣するハチは育室という個室をつくと述べましたが、管住性ハチ類だけでなく、地中営巣性の種でも、泥などの可塑性剤を使って空中に巣をつくる種でも、あるいは多くのカリバチやハナバチのように単独性の種でも、アシナガバチやミツバチのように社会性の種でも、それぞれの幼虫が1つの育室内で発育を完了させる「個室制」は広く行き渡っています。その大きな例外がアリなのですが、単独性カリバチの中で例外的に「個室」を廃止して「大部屋制」をとっているのがこのアルマンアナバチなのです。本種は、コケを使って巣を閉鎖する特徴をもっており、青々としたコケを竹筒の口からあふれるように詰めます。冬の前に回収したトラップから得られる本種の巣には、多いときには7から8個の繭が一つの育室にぎっしり詰まっているのが見られます。どうして、アルマンアナバチは大部屋をつくるのでしょうか。逆に言えば、大部分のハチが個室制にこだわっている理由は何で、アルマンアナバチがそのしほりから解放された理由は何だったのでしょうか。

私たちが調査を始めてみると、アルマンアナバチはオオフタオビドロバチに次いで竹筒をよく利用する優占的な種であることがわかりました。ただし、本種が出現するのは、低山地の広葉樹林とスギ、ヒノキの植林地が混在するような場所で、平地には出現しません。武庫川流域でいえば、三田市から篠山市にかけての中上流域です。そこで、篠山市南部を調査地とし、本種の活動期である夏に限定して竹筒トラップをかけ、巣を集めるために通うことにしました。この研究は、現在大学院生の今崎 唯さんを中心に、卒業研究に取り組む学部生とともに現在進行中です。今まで研究室ではもっぱらフィールドワークによる研究を行っていましたが、この研究では野外調査に加え、餌量とハチの幼虫数を変えた飼育実験を行っています。その結果、大きな育室に大量の餌を貯え、巣を完成させるまでに時間がかかり、幼虫の発育や貯食量、閉鎖栓の有無などに大きなばらつきが生じていることがわかりました<sup>6)</sup>。また、実験によって、本種の幼虫の興味深い行動が明らかになりつつあります。

また、竹筒トラップ研究から派生してきたテーマとして、ヒゲクモバチ類 (*Dipogon*) の仲間であるナガセヒゲクモバチ (*Dipogon (Nipponodipogon) nagasei*) とイワタヒゲクモバチ (*D. (N.) iwatai*) の労働寄生があります。この2種の小さなクモバチは、野外で採集することはきわめて難しいのですが、竹筒トラップからは、しばしばみつかります。しかし、その出現の仕方が奇妙で、ほぼいつも他のヒゲクモバチとともに採れるのです。このことを合理的に説明するためには、2種が労働寄生種、つまり鳥でいえばカッコウのように、

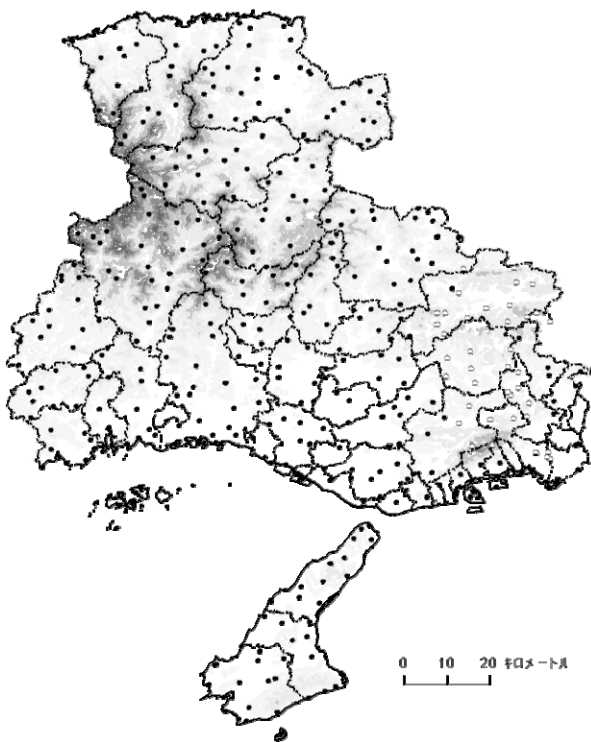


図2 兵庫県における竹筒トラップの調査地点  
8年間で376地点に竹筒トラップを設置した。○は武庫川流域の調査地点を示す。

他種の巣に忍び込んで産卵したり、あるいは巣に運ばれつつある獲物に産卵したりして、自分では巣づくりをせず子孫を残す種だと考えることです。しかし、直接にその行動を観察することはきわめて難しいため、クモバチ類の系統分類学と生態を研究されている首都大学東京の清水 晃先生が中心になって、全国の竹筒トラップデータからヒゲクモバチ類の出現パターンを分析してみました<sup>7)</sup>。その結果、これら2種が必ず他のクモバチとともに出現するというだけでなく、2種の出現した巣の仕切り壁にはしばしば穴が開いており、何ものかが巣の中に侵入した痕跡がある上に、その穴の大きさはこれらのハチの頭の大きさにぴったりであること、またハチの触角には労働寄生種であることの判明している他のハチとよく似た感覚受容器が備わっていることなどがわかりました。もう一つ、きわめて興味深いことに、ナガセヒゲクモバチでは、一つの育室に複数の繭が見られることがありました。今まで知られているクモバチ類は、すべてクモ狩りで、すべてクモ1匹に対して1卵を産みつけます。ナガセヒゲクモバチがこのクモバチの「ルール」を破る産卵習性をもっていることは、西本 裕先生が1匹のクモの腹部に複数の卵が産みつけられている写真を撮影され、はっきりしました。このことも、労働寄生であることから可能になったと考えられます。

その他、研究室では竹筒トラップを使ってオオフトアオビドロバチの営巣生態を調べたり、山火事跡の回復過程を調べたり、さまざまな生態学的研究に利用しています。今後、私たちの研究室では、農地生態系の生物多様性の指標にも利用していこうと考えています。竹筒トラップによる研究は、ハチの巣が多くいる生態情報を含んだ記録媒体のような存在で、しかも誰でも簡単に調査できるので、大きな可能性をもっています。

## 5. 西宮をフィールドにした研究

大学院の頃に河原で研究をしたことは先に述べました。その研究は、河原の砂地に巣穴を掘るクモバチを対象にしたものでしたが、野外で研究を始めて数年経ったとき、クモバチ個体群が局所的にほぼ絶滅に近い状態になってしまいました。もともと、メスの個体数だけでいえば10個体未満ほどの細々とした個体群だったので、ちょっとした気候の変動で個体数がゼロに落ち込んでしまったのです。その夏、調査地でデータの取れる見込みがなくなったため、私は仕方なく、ハチの営巣場所になりそうな砂地を探し求めて近くの河原を歩きまわりました。結局、他の場所でハチの個体群を見つけることはできませんでしたが、翌年元の調査地でハチの個体群が復活しました。当時はまだ河原に沿って砂地があちこちに点々と散在しており、どこかで生き延びた子孫が移入してきたのでしょう。生物の存続には、いくつかの生息場所に分かれて存在する複数の個体群が個体の行き来によって結びつけられたメ

タ個体群構造を維持することが重要とされています。私の遭遇した出来事は、それを示す貴重な経験だったのかもしれませんが。

時代の要請もあります。保全生物学に目を向けるようになったきっかけには、このような背景がありました。研究室では、稀少種の保全や生息場所の保全という観点から、西宮市内をフィールドにした研究も行っています。キシノウエトタテグモ (*Latouchia typica*) という地中に巣穴を掘って生活するクモは、環境省のレッドデータでは準絶滅危惧種、兵庫県のレッドデータではAランクに指定されています。このクモはどちらかというと都市部に残された自然林や公園などにしがみついて生き延びている種です。研究室でこのクモを研究した大家理絵さんは、西宮市南部における生息分布を調査しました<sup>8)</sup>。このクモは巣穴に巧妙な蓋をつけるため、巣穴を見つけるのは容易なことではありません。まして森の中で地面に這いつくばって巣を探すには並々ならぬ気力と体力を必要としますが、地道な努力のおかげでその分布が明らかになってきました。

西宮市の海岸部は今やほとんどが人工海岸ですが、その中に甲子園浜や御前浜、香櫨園浜などの海浜が存在しています。砂浜はカリバチやハナバチにとって重要な生息場所であり、またこれらの昆虫は海岸植物のポリネーターとしても大事な役割を果たしています。カリバチなどでは、このような海浜と河川に沿って内陸部にある砂地に共通して生息する種も少なくなく、本来は二次元的にメタ個体群を構成していたと思われます<sup>9)</sup>。しかし、生息場所が縮小し、分断化され、その環境が変わってしまったことで、海浜の生物の存続はきわめて厳しい状況におかれています。研究室では、西本先生の協力のもと学生たちと2010年に甲子園浜での昆虫相調査を行うことができました。その結果、海岸植物のハマゴウとの結びつきが強いとされるコウベキヌグハキリバチ (*Megachile kobensis*) の生息が確認されるなど、貴重な生物が残存していることがわかりました<sup>10)</sup>。

その他にも、コープこうべが2008年から西宮市社家郷山に企業の森づくりとして進めている「コープの森・社家郷山」では、生物多様性の保全をめざした市民活動を展開しています。研究室では、この取組みに参画して、動物相の調査を進めたり、市民とともに生物調査をする企画に協力したりしています。現在まで、学生による卒業研究として、チョウ群集の調査、いのしし池の生物調査、いのしし池周辺の赤外線センサーカメラによる哺乳動物相の調査、長谷のカエル類の分布調査、長谷における石の下生物群集の調査など、さまざまなテーマに取り組んできました。

生物多様性の保全には、生物の生息情報など基礎的な資料の集積が不可欠です。そのためには、より多くの人に関心をもち、その知見をまとめあげていく市民科学が大きな役割を担うでしょう<sup>11)</sup>。研究室ではその

ような活動にも積極的に関わっていきたいと考えています。

### 参考文献

- 1) Ellis, E. C. and Ramankutty, N. (2008) Putting people into the map: anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and Environment*, **6**, 439-447.
- 2) 遠藤知二, 岡本よしろう (2011) まちぼうけの生態学 アカオニグモと草むらの虫たち, 月刊「たくさんのふしぎ」2011年8月号, 40pp., 福音館書店, 東京.
- 3) Miyano, S. and Yamaguchi, T. (2001) Ants reduce nest building activities of tube-nesting wasps and bees (Hymenoptera). *Entomological Science*, **4**, 243-246.
- 4) 橋本佳明, 遠藤知二, 西本 裕, 中西明德 (2004) 管住性ハチ類の多様性による武庫川流域の里山環境評価, 兵庫県立人と自然の博物館総合共同研究 平成 14・15 年度調査報告論文集 武庫川上流域の人と自然, 36-39.
- 5) 橋本佳明, 遠藤知二, 西本 裕 (2011) 武庫川流域における管住性ハチ類相とその多様性による里山環境評価, 人と自然, **22**, 1-12.
- 6) 今崎 唯, 田口詠子, 島津ゆうみ, 遠藤知二 (2013) 竹筒トラップに営巣したアルマンアナバチ (*Isodontia harmandi*) の巣にみられる営巣過程とブルードの発育過程, *ヒューマンサイエンス*, **16**, 7-17.
- 7) Shimizu, A., Nishimoto, Y., Makino, S., Sayama, K., Okabe, K. and Endo, T. (2012) Brood parasitism in two species of spider wasps (Hymenoptera: Pompilidae, *Dipogon*), with notes on a novel reproductive strategy. *Journal of Insect Behavior*, **25**, 375-391.
- 8) 大家理絵 (2006) 西宮市におけるキンノウエトタテグモの分布と生息状況, *ヒューマンサイエンス*, **10**, 134-135.
- 9) 遠藤知二, 遠藤 彰 (2010) 海岸砂丘のベッコウバチの生態, *昆虫と自然*, **45**, 5-10.
- 10) 西本 裕, 北川真理子, 田中愛美, 遠藤知二 (2011) 甲子園浜の昆虫, 「ゆたかな兵庫の自然力 生物多様性と人々の営み」(兵庫県生物学会編), pp. 130-131, 神戸新聞総合出版センター, 神戸.
- 11) エドワード・O・ウィルソン (岸由二訳) (2010) 創造 生物多様性を守るためのアピール, 253pp., 紀伊國屋書店, 東京.