

地域自然史と保全

Bulletin of Kansai Organization for Nature Conservation

特集 シンポジウム「つくるレッドリストでなくつかうレッドリストへ」

Volume 37
Number 2
December 2015



関西自然保護機構
Kansai Organization for Nature Conservation

表 紙 の 言 葉

伊吹山のお花畑

写真・文 前迫ゆり

滋賀県と岐阜県の県境に位置する伊吹山（標高1377m）は「日本百名山」（深田久弥）のひとつとしてよく知られるが、国天然記念物「伊吹山頂草原植物群落」でもある。山頂から望む琵琶湖の眺めは壮大で、学生時代にはじめて登った数十年前とすこしも変わらない。しかし"お花畑"は大きく変化している。過密度シカ個体群によってお花畑の彩りが失われつつある。マルバダケブキ、イブキトリカブト、フジテンニンソウは採食されないためよく開花しているが、シモツケソウ、キオン、オオバギボウシは採食によって激減し、かわってアカソが増大している。平成20年から伊吹山自然再生協議会（滋賀県ホームページ参照）は、シカ柵を設置してお花畑再生のとりくみを行っている。

写真のシカ柵はシモツケソウの開花に効果を発揮しているが、同協議会委員によると、今後、積雪にも耐える形状にさらに改良していくとのことである。生物多様性の回復をめざす地道なとりくみが標高1300mで続いている。

写真：2015年 8 月18日撮影

関西自然保護機構（KONC：Kansai Organization for Nature Conservation）

KONCは自然環境保護にかかわる人たちや関心を持つ人たちを幅広く組織して、自然環境保全に関する各分野での研究を結集し、その研究の進歩と自然環境の保護・保全のために努力することをめざして、1978年に創立されました。

KONCはその活動の成果と、会員個々人の学識と経験の蓄積にもとづいて、近畿地方に於ける広い意味での自然保護の諸問題に対する有力なアドバイザー・ボディ（助言勧告機関）として、社会の要請にこたえることを企画しています。

現在、次のような活動をしています。

1. 基礎研究の実施
2. シンポジウム・セミナー・講演会などの開催
3. 現地見学会の開催
4. 研究助成金の交付
5. 会誌・連絡紙の発行
6. 自然保護に関する基礎資料の収集と配付
7. 自然保護および自然環境保全に関する提言と助言
8. 国内外の諸団体との連絡・協力

会の活動は、個人会員・維持会員の会費により、まかなわれています。

巻 頭 言

タンポポ調査とCitizen Science

大阪市立大学理学研究科 伊 東 明

大阪では、いわゆる「タンポポ調査」が40年にわたって続いている。「タンポポ調査」とは、在来タンポポと外来タンポポの割合を調べて、その場所の自然度の指標とするもので、1970年代に当時京都大学におられた堀田満先生が市民参加型の環境調査としてはじめられた。その後、大阪府では、大阪自然環境保全協会が中心となって5年ごとに続けられてきた。2005年には調査エリアが近畿8府県に広がり、2010年には更に九州北部から中国、四国を含む19府県に拡大している。市民参加型の自然環境調査としては、大規模、かつ長期に続いているすばらしい事例のひとつといえるだろう。

私は、2004年に雑種タンポポの遺伝子分析を頼まれて、この調査に関わるようになった。当時、日本各地から雑種タンポポが見つかって問題になっており、形態のみでは外来タンポポと区別の難しい雑種の判定をするため、遺伝子分析の技術と設備を持つ専門の研究者の協力が必要だったからである。私自身は、雑種解析という限られた部分でタンポポ調査に関わってきたに過ぎないが、市民参加型の自然環境調査の大変さと面白さを多少なりとも経験できた。ここでは、そうした調査のもつ意義と専門的研究者の役割について、最近、欧米で盛んに使われるようになったCitizen Scienceという概念を紹介しながら考えてみたい。

オンライン版オックスフォード英語辞典 (Oxford English Dictionary 2015年版; URL: <http://www.oxforddictionaries.com/> 2015.11参照) によれば、Citizen Scienceとは、「一般の人々によっ

て行われる自然界に関するデータの収集と解析」のことで、「典型的には、職業的科学者との共同プロジェクトとして実施される」。つまり、Citizen Scienceとは、市民によって行われる科学 (science by citizens) であり、その主な目的は科学的なデータ収集と解析にあると解釈できる。しかし、Citizen Scienceには、科学的な成果以外にも、科学教育、地域コミュニティの構築、保全等の政策への貢献、など多くの意義があるとされている (Science Communication Unit, University of the West of England, Bristol, 2013)。それぞれの意義をどの程度重視するかは、活動ごとに大きく異なっている。

アメリカでは、Citizen Scienceの科学的な意義を特に重視しているようだ。アメリカ生態学会の雑誌に載ったアメリカにおけるCitizen Scienceの歴史についての記事では、新しい科学的知見の得られない単なる環境教育や観察会などはCitizen Scienceとはいえないとしている (Miller-Rushing et al., 2012)。一方、イギリスでは、一般市民が参加することの意義を重視していることが多いようだ。Citizen Scienceという言葉の発案者でもあるイギリスの社会学者Irwin氏は、プロの専門家の科学的知識だけでは不十分な点を「素人の市民 (lay-public)」の知識と両者の対話によって補える点が重要だとしている (Irwin, 1995)。

さて、「タンポポ調査」の目的はどうなっているだろう。「タンポポ調査・西日本2015」のホームページ (URL: <http://gonhana.sakura.ne.jp/tanpopo2015/purpose.html> 2015.11参照) には、調査の目

的として次の5つがあげられている。

- ①身近に見られるタンポポの分布を明らかにする。
- ②そこからわかることを調べる。特に環境との関係に注目する。
- ③タンポポの雑種について調べる。
- ④より多くの人々が身近な自然に関心を持つようになること。
- ⑤自然保護団体・博物館・自然愛好団体・植物研究者など参加者間で交流を図るとともに、各地域での自然保護・環境保全の課題を共有すること。

はじめの3つは科学的な知見を得る目的、残りの2つは環境教育やコミュニティー構築に関わる目的といえよう。

市民が参加する自然環境調査に、科学的意義とそれ以外の意義の両方が含まれるのは必然であろう。しかし、それぞれの意義をどの程度重視するかによって活動方針に大きな違いが生まれる可能性があるため、その設定は重要な問題になる。実際に活動を進める際には、中心になるメンバーの間で十分に議論し、一定のコンセンサスを得ておく必要があるだろう。全ての目的を完璧に目指すような高すぎる理想を掲げると活動そのものが頓挫してしまう危険性もある。

さて、専門的研究者はこうした調査においてどんな役割を果たせるのだろうか。市民参加型調査の科学的側面での課題として、調査の精度が不均質で不十分になりやすい点が指摘されている。専門的科学家が調査方法や解析方法について助言することは、調査精度を上げ、調査の科学的意義を高めるのに役立つだろう。一方で、あまりに厳密な調査方法を提案したり、科学的意義にのみ重点を置き過ぎると、参加者が調査に興味を失ったり、データ収集のために使われていると感じたりするかもしれない。

調査に付随して行われる説明会や観察会において、参加者に正しい科学的知識や考え方を伝える

ことも専門的科学家の役割だろう。調査の科学的意義を丁寧に伝えることは、参加者の科学的リテラシー（科学的知識を使用して、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力）向上に役立つと期待される。ただし、こうした活動を重視し過ぎると、専門的科学家が市民貢献、社会貢献のために調査に参加していると感じ、負担感ばかりが大きくなってしまう可能性もある。

Citizen Scienceは研究者と一般参加者の双方に利のあるwin-win関係であると宣伝されることが多い。しかし、過度な期待を持つと活動自体が続かない危険性も指摘されている。様々な意義について、利点と欠点を冷静に評価し、無理のない活動計画を立てることが重要だろう。

「タンポポ調査」以外にも、日本では様々な市民参加型自然環境調査が行われている。それぞれの体験を共有して、利点や課題を整理していけば、欧米で行われてきた議論とは違った新しい視点や新しい課題が見つかるかもしれない。

引用文献

- Irwin, A. 1995. Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development. 216pp. Routledge, Oxon.
- Miller-Rushing, A., R. Primack & R. Bonney. 2012. The history of public participation in ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10 : 285-290.
- Science Communication Unit, University of the West of England, Bristol. 2013. Science for Environment Policy. Indepth Report: Environmental Citizen Science. Report produced for the European Commission DG Environment, December 2013. (<http://ec.europa.eu/science-environment-policy>). 2015年11月参照.

特集 シンポジウム「つくるレッドリストでなくつかうレッドリストへ」

レッドリストを生物多様性保全ツールとして活用するために

大阪市立自然史博物館 佐久間 大 輔

Seeking how to use Red List as a biodiversity conservation tool. Daisuke Sakuma
(Osaka Museum of Natural History)

つくり続けられるレッドリストとその変化

兵庫県では2010年から2014年にかけて、京都府が2013年に、大阪府が2014年にレッドリストの改定を終え、現在奈良県が改定の途上にある。近畿地方の各府県では2周目のレッドリスト作成がすすんでおり、地方版レッドリストは各都道府県の環境行政のメニューとして定着した感もある。関西自然保護機構では2012年3月、大阪府レッドリストの改訂を機会として、シンポジウム「これからのレッドデータブックー地域の生物多様性保全のツールとしてー」を組んでいる。このシンポジウムでは、レッドリスト改訂をスムーズに行うための体制構築（道盛，2012），作成後の普及教育や人材育成（鎌田，2012），生息地保全に繋がる保護上重要な地域の選定（三橋，2012），対象分類群の充実，地域の情報や標本の蓄積と効率的な利用（上原，2012；和田，2012）などが議論され，地域の研究者の主体的な参加と市民参画の機会，さらには絶滅危惧種の保全から地域生態系全体の保全のためのツールとするべきだという方向性が示された（道盛，2012，；佐久間，2012，；和田，2014）。この議論を藤井（1999）が指摘した当時の課題と比べると，この10年余の間に保全の対象が絶滅危惧種単独から絶滅危惧種を含む生態系へ拡大したこと，そして情報提供と保全活動の両面

において市民参画のウエイトが高くなっていることが読み取れる。

2014年版大阪府レッドリストでは絶滅危惧種の生息地としての「生物多様性ホットスポット」とともに，「生態系」のレッドリストという二つのアプローチを取り入れたことは大きな特徴であろう。生態系タイプを選定する生態系レッドリストがしばしば種のレッドリストとは異なるアプローチから検討される（例えば佐伯ほか，2013）のに対し，「生物多様性ホットスポット」は，各分類群のレッドリストを参照し，また生態系レッドリストにもゆるくリンクをもちながら，具体的な地域を選定する形で編纂されている。いきものの羅列であるレッドリストをどのようなかたちで，事業を考える地図の上で言えばどのあたりの場所が配慮を必要とするのか，地域行政の政策メニューにより近づけてつくっていったものが「生物多様性ホットスポット」ともいえる。しかし，こうした保全対象地域の囲い込みは「場の保全」には繋がるが，「状態の保全」を実行するには十分ではなく，多くの生態系においては地図で指定するだけでなく具体的に管理計画が必要となる（梅原，1999）。このためには保全計画の立案実施，さらには市民参画など持続的な仕組み作りが必要になる。

レッドリストを用いた生態系保全へ

レッドリスト作成後の普及活動の一環として、2013年にはシンポジウム「大阪府のレッドリスト改訂について」を開催し、前述の製作過程の振り返りとともに、レッドリスト改訂により浮き彫りとなった生態系レッドリスト候補としての水田環境の危機について議論を行った（和田，2014；藤井，2014；平井，2014）。

シンポジウムは水田の水生生物の現状に関する議論と啓発だけにとどまらなかった。このシンポジウムにおいて、和田はレッドリスト改訂のための体制の構築・継続を強く指摘し、藤井はレッドリストを編纂する側と、レッドリストを使うユーザーの意識のずれについて指摘している。レッドリストを作ったあと、次の改訂をするまでのいわば「平時」のあり方を「つくる側」、「つかう側」の両面から指摘しているともいえよう。政策の実行責任者である大阪府は細々ながら2014年に大阪府レッドリストの普及版小冊子を刊行し、「生物多様性ホットスポット：保全上重要な地域」に関する普及版小冊子を検討という動きを見せている。大阪生物多様性保全ネットワークとしてもこれらの動きと連動し、また当機構としてのシンポジウムなどに連動するかたちで行政・研究機関・NPOなどの連携組織としての活動を保っている。しかし、ポストレッドリストの活動として各地の現場における「生物多様性保全」の取り組みにまで繋がる活動にはなっていない。自然環境に関わる活動全般に、さらに言えば、日常の経済活動・社会活動の中に生物多様性配慮を盛り込むためのツールにまではなかなかレッドリストが活用できていないというのが現状である。場の保全＋状態の保全を行った生態系保全を実施するために、レッドリストを元にして計画を立案し、地域のマルチステークホルダーの対話の中に生物多様性配慮を

いかに盛り込むのか、更なる工夫が求められている。

つかうレッドリストへ

2015年3月の「地域自然史と保全研究発表会 関西自然保護機構2015年度大会」のシンポジウムはこうした経過を受けて、「つくるレッドリストでなくつかうレッドリストへーレッドリストを生物多様性保全ツールとして活用するためにー」をテーマとした。ここには二つの流れが含まれていた。一つは国の政策として、レッドリストからの問題提起を生物多様性国家戦略による政策メニュー化という流れを説明すること。地方版レッドリストと生物多様性地域戦略という地方での活動に落とし込む、という狙いを含めての講演であった。プログラムでは石井実（関西自然保護機構会長）による「趣旨説明 レッドリスト後の保全戦略のために」と徳田裕之氏（環境省野生生物課）による「絶滅のおそれのある野生生物種の保全戦略」という二つの講演がこの内容を担っていた。今回徳田氏からはその要約を寄稿頂いた。

シンポジウムのもうひとつの大きな内容は、レッドリストを保全事業の実施に結びつけた好事例の紹介である。リスト作成による生物多様性の現況把握が進む、意識啓発が進むという一定の効果はこれまでも多数報告されてきた。しかし、自生地での個別種の保全や生息地復元、生態系保全のための戦略が各地で大きく進んでいるとはいえない。このシンポジウムではレッドリストをつくるだけでなく、「保全のツール」として使うために実際の保全事業を実施している大嶋範行氏（兵庫・水辺ネットワーク/神戸市環境局環境創造部環境評価共生推進室）と山崎俊哉氏（株式会社 建設環境研究所）に報告を頂いた。いずれも各地の事業の参考になる興味深い取り組みだ。参照頂きたい。

さらに、これらの報告を受けて自治体における政策実現を担う立場から中井克樹氏（滋賀県）から重要なコメントを頂いた。中井氏のコメントを私の理解した範囲で再構成してみる。中井氏は、「しばしばレッドリストは珍しいもののリストになりがちだが、これは『地域のお宝探し』として地域活性化の上でも重要な意義を持つ」と指摘した。「生物多様性保全」と「地域活性化」をつなげた施策は近年しばしば見られる。棚田の生物多様性やコウノトリなど希少種の保全と有機農業を組み合わせたブランド米やエコツーリズムと結びつけた取り組みは各地で見られる。近年自然環境を活かした社会資本整備として議論される「グリーンインフラ」にも、地域活性化の観点は欠かせない（西田・岩浅，2015）。こうした地域社会でのもりあげは大島氏の取り組みにも見られる点でもあり、継続的な活動のために重要な要素だ。レッドリストの活用時に地域合意や市民参画が盛り込まれる現状を見ると、レッドリスト策定過程も専門家だけの議論にするのではなく市民に開いていく方が、策定から活用までを連続的に設計することが可能になるのではないかな。

もう一点、中井氏の指摘にあった、「国から都道府県、市町村の自然環境行政の連続性がない」というコメントも重要だ。これは行政内の人材が充実していないことや、都市化の進んだ自治体には「地域のお宝が見当たらない」と思われているといった地域ごとの事情も影響している。しかし、レッドリストやホットスポット選定はこうした行政や市民の気付きのチャンスともなる。中井氏が指摘したようにウナギのレッドリスト掲載が話題を呼び、消費の際に「少し考える」ことが社会現象化したこともある。こうした契機になったことなどから見ても、レッドリストのもつ力は大きい。「守る意識・活動を芽生えさせ、促進する効果」も含め、レッドリストをどう使うか、行政も市民

活動も、研究者による啓発の活性化も含め検討を深めていかないといけない。継続的に検討していきたい課題である。

最後になるが、このシンポジウムにおいて共催をし、サポートして頂いた一般財団法人環境事業協会に感謝したい。

引用文献

- 藤井伸二. 1999. レッドデータブック作成と利用の課題. 自然史研究, 2 (15): 214-216.
- . 2014. レッドリスト改訂に向けた課題整理: メーカーとユーザーの相克. 地域自然史と保全, 36 (1): 27-35.
- 平井規央. 2014. 改訂版大阪府レッドデータリストにおける昆虫類掲載種 —特に減少の著しい水田周辺の昆虫に注目して—. 地域自然史と保全, 36 (1): 37-39.
- 鎌田磨人. 2012. 「生物多様性とくしま戦略」の策定と推進にむけた協働. 地域自然史と保全, 34 (2): 119-130.
- 道盛正樹. 2012. 大阪生物多様性保全ネットワークの取り組み. 地域自然史と保全, 34 (2): 103-105.
- 三橋弘宗. 2012. 兵庫県版生態系レッドデータリストの作成と活用. 地域自然史と保全, 34 (2): 107-114.
- 西田貴明・岩浅有記. 2015. わが国のグリーンインフラストラクチャーの展開～生態系を活用した防災・減災, 社会資本整備, 国土管理～. 季刊 政策・経営研究2015, 1: 46-55.
- 佐伯いく代・横川昌史・指村奈穂子・芦澤和也・大谷雅人・河野円樹・明石浩司・古本 良. 2013. 絶滅危惧生態系: 種を超えた保全のアプローチ. 保全生態学研究, 18 (2), 187-201.
- 佐久間大輔. 2012. 生物多様性保全施策としての

- レッドリスト．地域自然史と保全，34（2）：131－136.
- 上原一彦．2012．大阪府版レッドデータリストの更新にあたって－府内の淡水魚類の現状とリストの活用－．地域自然史と保全，34（2）：115－118.
- 梅原 徹．1999．植物保護と環境－保全へのアプローチ．自然史研究，2（15）：225－230.
- 和田 岳．2012．大阪生物多様性保全ネットワーク キックオフミーティング「これからのレッドデータブックのかたち」．地域自然史と保全，34（2）：99－102.
- ．2014．新たな取り組みと残された課題，及び大阪府の水田環境の危機について．地域自然史と保全，36（1）：21－26.

特集 シンポジウム「つくるレッドリストでなくつかうレッドリストへ」

絶滅のおそれのある野生生物種の保全戦略について

環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室 徳 田 裕 之

Conservation strategy for endangered species of wild fauna and flora. Hiroyuki Tokuda (*Office for Conservation of Endangered Species Nature conservation Bureau Ministry of the Environment*)

はじめに

環境省では、生物多様性国家戦略2012-2020の国別目標C-2^{1a}の達成に向けて、我が国に生息する絶滅危惧種（環境省レッドリストの絶滅危惧Ⅰ類及びⅡ類）を対象にその保全を全国的に推進することを目的とし、基本的な考えと早急に取り組むべき施策の展開を「絶滅のおそれのある野生生物種の保全戦略」（図1）として2014年に公表しました。以下、保全戦略の内容について説明します。

我が国の絶滅危惧種の現状と課題

環境省では1991年より絶滅のおそれのある野生生物の種のリスト（レッドリスト）を専門家の科学的知見に基づき概ね5年ごとに評価作成しています。評価のカテゴリーはIUCN（世界自然保護連合）のレッドリストの基準に基づき、①絶滅（EX）、②野生絶滅（EW）、③絶滅危惧Ⅰ類（CR+EN）、④絶滅危惧Ⅱ類（VU）、⑤準絶滅危惧（NT）、⑥情報不足（DD）としています。

我が国における絶滅危惧種（CR+EN、VU）の現状をみると第4次レッドリスト（2012）では、

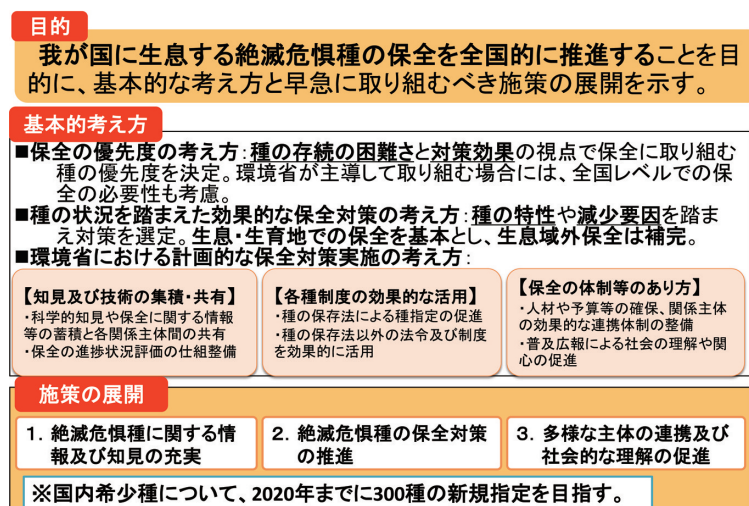


図1. 絶滅のおそれのある野生生物種の保全戦略。

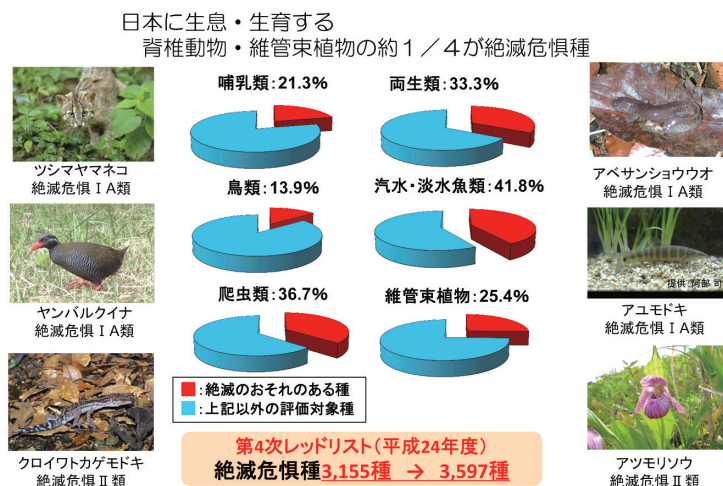


図2. 絶滅のおそれのある日本の野生生物.

第3次レッドリスト(2006)と比較すると422種が追加され、3597種となっています。評価対象種が広がったといった事情はありますが、脊椎動物の約25%が絶滅危惧種であり、絶滅危惧種が多い分類群として汽水・淡水魚類(41%)、維管束植物(25%)があげられる等、我が国の野生生物の生息状況は依然として厳しいことが明らかになっています(図2)。

絶滅危惧種の保全の優先度の考え方

絶滅危惧種の保全のための対策を講ずるにあたっては、①種の存続の困難さ②対策効果の大きさの二つの視点で評価し、取り組む種の優先度を決定します。

①種の存続の困難さによる視点

絶滅危惧ⅠA類(CR)又は絶滅危惧Ⅰ類(CR+EN)の中で、生息状況の悪化が進行していること等により、特に絶滅のおそれの高い種から、対策の検討を優先的に行う必要があると考えています。

②対策効果による視点

その保全によって分布域内の生態系全体の保全にも効果がある種、多くの主体の保全への参画又は協力を促進される効果が期待される種、絶滅危惧種が集中する地域に生息・生育し、その取組が他の絶滅危惧種の保全にも効果がある種、これらの種について優先して保全に取り組む必要があると考えています。

③その他

絶滅危惧Ⅱ類であってもかつてはごく普通に見られていたにもかかわらず、近年全国的に減少傾向にある種や生息・生育地が一ヶ所に集中しているなど、人為的な要因を受けやすく、脆弱性の高い状況にある種についても保全対策の方法を検討することが重要であると考えています。

種の状況を踏まえた効果的な保全対策の考え方

対象とする種の保全を効果的に実施していくためには、それぞれの種の特性や減少要因を踏まえて、また、人の生活との関連性などの社会的側面



図3. 国内希少野生動植物種 (130種).

も念頭においた上で、これらの様々な保全対策の中から有効な対策を適切に推進し、必要に応じて対策を組み合わせる実施することが重要であると考えています。

重点的に取り組むべき絶滅危惧種保全施策の展開

絶滅危惧種に関する情報及び知見の充実

絶滅危惧種の分布や生息状況、生態等の情報は、保全の取組に係る優先度の決定や、具体的な保全施策の検討に極めて重要であるため、レッドリストやレッドデータブックを整備及び定期的に見直し、保全上重要な場所（絶滅危惧種保全重要地域）の抽出等を行い、これらの情報を整理します。さらに、種ごとに保全の取組の進捗状況や不足している対策を把握するために「絶滅危惧種保全カル

テ」を作成することにより、今後講ずべき効果的な対策を検討することが必要であると考えています。なお、2012年より、海洋生物（サンゴ類、甲殻類、軟体動物）についてもレッドリストの整備をはじめており、2016年を目途に海のレッドリストとして公表を予定しています。

種の保存法による絶滅危惧種の保全

種の保存法においては、レッドリスト掲載種から国内希少野生動植物種に選定指定し（図3）、これらの種について捕獲殺傷、譲渡売買、輸出入等を規制しています、また、必要な生息環境を生息地保護区に指定し、生息環境の保全を図るとともに、モニタリングや生息域外保全の取組等の保護増殖事業を実施しています。これらをさらに効果的にすすめるため、前述の種の保全の優先度を

踏まえ当面2020年までに300種を追加指定することとしています（2014年4月時点）。指定にあたっては、レッドリストのカテゴリーにかかわらず、急激な生息・生育環境の悪化や減少要因の増大により、緊急の対策を要する種や重要な生態系や固有種も多い小笠原諸島や奄美・琉球に生息・生育する種についても考慮することとしています。また、国内希少野生動植物種が、個体数の回復により、レッドリスト作成2回連続して絶滅危惧種に該当しない場合、指定解除の検討を始めることも考えています。さらに前述した「絶滅危惧種保全重要地域」や「絶滅危惧種保全カルテ」から得られた情報により保護区指定による保護効果が高いと考えられる種及び生息・生育地が良好に維持されている区域については指定を推進することも考えています。

多様な主体の連携及び社会的な理解の促進

絶滅危惧種の保全には、関係省庁や地方公共団体との適切な役割分担や協力体制の形成のため、連携の強化を図るとともに、個々の保全の取組において、地域住民、専門家、民間企業、NPO・NGO等多様な主体との更なる連携を図っていくこととしています。2014年には（公社）日本動物園水族館協会、2015年には（公社）日本植物園協会と「生物多様性保全の推進に関する基本協定」を締結し、保全を進めることとしています。2012年度に環境省が実施した「民間企業の生物多様性の保全の取組状況」（2601社回答）によれば約57%が取組を実施している及び実施する方向で検討しているとしており、生物多様性保全に関心が高い企業は多いことが明らかになっています。さらに2014年に内閣府が実施した「環境問題に関する

世論調査」（1834人回答）によれば、レッドリストの認知度は約45%、絶滅危惧種保全ために募金や寄付をするのは約53%で、一般における社会的認知度は比較的高いことも明らかになっています。このため、保全活動にあたっての連携やガイドラインの作成を通じた人材育成を図るとともに、絶滅危惧種の危機の状況や保全の必要性、実際の保全の取組等について、教育の教材としても活用可能なパンフレットの作成、ホームページ上での掲載を通じて、広く普及広報を行うこととしています。

おわりに

絶滅危惧種の保全について、戦略的に取り組んでいくことが重要であり、環境省では、この計画に基づき、絶滅危惧種の保全に関する様々な施策を着実に推進していきたいと考えています。国民の多くの方々が、絶滅危惧種の保全についてそれぞれの立場においてご理解、ご協力いただけるようお願いいたします。

脚 注

1 ※ 国別目標C-2「2012年版環境省レッドリストにおける既知の絶滅危惧種において、その減少を防止するとともに、新たな絶滅種（EX）となる種（長期に発見されていない種について50年以上の経過等により判定されるものを除く）が生じない状況が維持され、2020年までに最も絶滅のおそれのある種である絶滅危惧1A類（CR）又は絶滅危惧種I類（CR+EN）については、積極的な種の保存や生物多様性の保全に配慮した持続可能な農林水産業の推進による生息・生育基盤の整備などの取組によりランクが下がる種が2012年版環境省レッドリストと比べ増加する。（以下略）」

注：本原稿は環境省から市民に向けた文書であることから、「です・ます体」で掲載しました。（編集事務局 記）

特集 シンポジウム「つくるレッドリストでなくつかうレッドリストへ」

地域で保全を実行するために

兵庫・水辺ネットワーク/神戸市環境局環境創造部環境評価共生推進室 大 嶋 範 行

For activities of conservation at the local area. Noriyuki Oshima (*Hyogo Aquatic Zone Network/Environmental Assessment And symbiosis Promotion Division, City of Kobe Environment Bureau*)

はじめに

私は、水辺での生物の調査や保全活動を行っている「兵庫・水辺ネットワーク」という市民活動団体に所属し、希少な動植物の保全活動に取り組んでいる。また、仕事では神戸市環境局に勤務して、生物多様性の地域戦略である「生物多様性神戸プラン2020」の策定・実行や「神戸の希少な野生動植物」（以下「神戸版RD2010」という）の編纂を担当してきた。最近では、生態系に悪影響を与えているアカミミガメやアライグマの生息実態や駆除に向けた調査業務なども行っている。すなわち公私ともに保全に関わっていることになる。

私の本職は、食品衛生監視であり、生物系の専門家ではない。しかし、これまでの20年にわたる市民活動を通じて学んだこと、先進的な活動団体や専門家との交流を通じて築き上げてきたネットワークが、仕事の上でも大いに役立っていることは間違いない。

多くの自治体で、生物多様性地域戦略づくりや生態系保全の取り組みが進展しない背景として、生きものや生態系に詳しい職員がいないこと、また活動団体や専門家との繋がりが不十分であることが考えられる。

神戸市では、平成27年度から、「生物」という

新しい職員の採用区分が設けられることとなった。今後は生物や生態系について学んだ学生が、市の職員として採用される道が開かれることになる。

絶滅危惧種をどのように保全していくべきか？

各地で絶滅危惧種をどのようにして守っていくべきかという大きな課題が突きつけられている。現状では、行政だけでは守り切ることは難しいと言わざるを得ない。担当する部署が不明確であることも多く、住民や活動団体からの要望を受けて試行錯誤しながら対応しているといったところである。保全を円滑に進めるためには、その必要性を感じた人や団体が、行政にだけに頼るのではなく、行政をうまく使って、地域住民の理解と協力も得ながら、目指すべき方向へと実績を重ねていくことが重要な鍵となる。専門的な知識が不足している場合には、学識経験者に助言・指導を求めることも必要である。

- ①保全について、多くの人たちのコンセンサスを得るための普及・啓発 ⇒ 行政の役割
- ②地元・地域の理解と協力 ⇒ 活動団体、行政の役割
- ③順応的な管理の継続 ⇒ 活動団体を中心に、地元・地域の参画を得て、行政の支援も受けつつ行うことが望ましい。学識経験者からの助言・指導

を得るためには、行政が窓口となることで話が円滑に進む。また、場合によっては企業の支援を得ることも検討。

希少淡水魚カワバタモロコの保全活動

1992年から、兵庫県南部地域に生息する希少淡水魚で、「兵庫県版レッドデータブック2010」（以下「兵庫県版RDB2010」という）及び「神戸版RD2010」のAランク種であるカワバタモロコ（コイ科）の保全活動に取り組んできた。当初の個人での取り組みから、1996年に設立した「兵庫・水辺ネットワーク」での組織的な活動へと発展させ、2009年には神戸市、兵庫県、生息地の土地改良区、地域の小・中学校などで組織する「神戸カワバタモロコ保全推進協議会」を発足させた。環境省の生物多様性保全推進に係る交付金を受けるなどの支援も得ながら、活動の拡大と組織の強化を図ってきた。この協議会では多くの活動団体が抱える組織の高齢化という問題への解決策として、兵庫県立農業高等学校生物部と連携した調査の実施などによって、後継者づくりを念頭においた取り組みも行っている（図1）。



図1. カワバタモロコの調査や保全には、ため池の所有者や管理者の理解と協力が欠かせない。

水生植物アサザの保全活動

「兵庫・水辺ネットワーク」は、各分野の専門家や愛好家が集まって組織されている。特定の種だけを守るのではなく、水辺環境そのものや水辺の生態系の保全を図ることが目標である。このネットワークが最初に取り組んだのがアサザの保全活動である。アサザはミツガシワ科の多年草で、「兵庫県版RDB2010」のBランク種に選定されている水草である。

稲美町にある「天満大池」は兵庫県でも数少ないアサザの生育地であるが、大規模な改修工事により、アサザが絶滅の危機に陥ってしまった。そのため、ため池管理者などの地域の方々にアサザ保全の意義を説明するとともに、改修工事を担当していた兵庫県や地元の稲美町に対しては、対決姿勢をとるのではなく、アサザを守りつつ改修工事を行う方法についての話し合いを重ねた。その結果、行政と地元土地改良区の理解もあって、アサザの保全を図りながらため池改修工事を行うことができた。改修後は行政の後押しもあって、地域でアサザを守るという機運が高まり、2003年には「アサザを育む会」が設立された。同会では現在もアサザまつりを開催するなど、保全・普及活



図2. アサザの生育場所に侵入した外来水草の駆除作業を地域の人たちや行政機関と協働で実施。

動を継続して実施している（図2）。

六甲山上のゴルフ場での草原植物観察会

六甲山上にある神戸ゴルフ倶楽部は112年の歴史を有する我が国最古のゴルフ場である。大規模な土地改変が行われず、適度な草刈りが100年以上続けられてきたことから、六甲山の草原植物が残された貴重なホットスポットとなっている。2011年に神戸市環境局の業務でこのゴルフ場の動植物調査を実施させていただく機会があった。

ゴルフコースの脇にはマツムシソウ科のマツムシソウが群生していた。本種は兵庫県内でも2カ所でしか見ることのできない絶滅危惧種で、「兵庫県版RDB2010」及び「神戸版RD2010」でAランクに選定されている。このような希少植物が六甲山に残っていることを多くの人々に知ってもらいたいという行政側の思いと、社会貢献をしたいというゴルフ倶楽部側の思いがひとつになり、市民向けの観察会を2012年から毎年1回開催している。これは、ゴルフ場で絶滅危惧種を鑑賞するというユニークな企画である。観察会の当日は、半日間ゴルフのプレーができなくなるので、ゴルフ倶楽部の英断には感謝している。このイベントに



図3. 市民に人気の高い神戸ゴルフ倶楽部での草原植物観察会。

は毎年多くの参加申し込みがあり、非常に人気の高い観察会となっている（図3）。

この観察会は、市民の方々に絶滅危惧種の現状を知っていただく絶好の機会を提供しているだけでなく、副次的な効果もあった。それは、ゴルフ倶楽部のグリーンキーパーさんたちの意識が変わったことである。芝の管理だけではなく、ラフの草刈時期や頻度までを考えていただけるようになった。今ではコース周辺に咲くカワラナデシコやタムラソウにまで関心が高まっている。

ため池堤体のユウスゲ観察会

神戸市西区にユウスゲが群生するため池堤体がある。ユウスゲはユリ科の多年草で、夕方になるとレモンイエローの美しい花を開花させ、翌朝には花は閉じてしまう。本種は「兵庫県版RDB2010」でCランク、「神戸版RD2010」でBランクの希少植物であり、このため池のメガルカヤユウスゲ群落は植物群落としても「神戸版RD2010」のCランクに選定されている。

人間がこれまで手を加えてきた草地環境は、管理がなされなくなり、多くの絶滅危惧種を生み出している場所となっている。しかし、市民レベルでは、管理をやめることで、その場所が自然に還ることは悪いことではないと考えている人が少なくない。

そこで、草原植物の現状を知ってもらおうと、2014年に環境局でユウスゲの市民向け観察会を開催した（図4）。観察会では、このため池の定期的な草刈りを実施している地元の水利組合長さんにも来ていただき、ため池の管理についての苦労話などをしていただいた。ユウスゲ群落が、毎年の冬に行われる堤体の草刈りと草焼きによって維持されていることを知ってもらうことが観察会の一番の目的であった。



図4．夕方に開催したユウスゲ観察会。

陽が傾く頃に花を開き始めたユウスゲに、多くの参加者から歓声があがり、ため池の管理をしている地域の方々にも、作業の励みになったものと思われた。

ムラサキセンブリの保全

もうひとつ、仕事で取り組んでいるムラサキセンブリの保全について紹介したい。ムラサキセンブリはリンドウ科の一年草又は越年草で、「兵庫県版RDB2010」のBランク、「神戸版RD2010」のAランクに選定されている絶滅危惧種である。

神戸市が開発した大規模ニュータウンの周辺緑地の一画に、奇跡的に残されたムラサキセンブリの生育地がある。生育地は神戸市建設局が管理している土地にあり、この群落を維持するためには草刈りなどの管理も必要であった。しかし、生育地はフェンスに囲まれて立ち入りができない場所であったことから、2012年にムラサキセンブリの発見者や植物の専門家などから保全についての要望が出された。そこで、保全に取り組むために、要望者や専門家からの協力を取り付けるとともに、緑地の管理者である建設局に緑地への立ち入りと保全活動を認めてもらうように働きかけを行った。市役所内部での調整にも拘わらず、両局間で覚書



図5．ムラサキセンブリのコドラート調査。

を交わすための手続きは結構面倒なものとなった。決裁書に押された印鑑の総数は実に22個にもなった。

現在では生育地の草刈りを、地域の協力者や研究者を含む要望者グループと協働で実施している。また、ムラサキセンブリの生活史を解明するために、発芽株を個体識別してその消長を調査・記録しているところである（図5）。生活史を明らかにすることで、最適な保全管理手法の確立に繋がたいと考えている。この調査は、頤栄短期大学の黒崎史平名誉教授や兵庫県立人と自然の博物館の鈴木武研究員などの全面的な協力を得て、現在も継続実施中である。予算的な裏付けはないが、植物の専門家の協力のもとに、先進的な活動事例にしたいと考えている。

ヤブレガサモドキの保全

最後に、ヤブレガサモドキの保全の取り組みについて紹介する。ヤブレガサモドキはキク科の多年草で、高知県に何カ所かの生育地があるが、そ

れ以外では神戸市内の丘陵地の一面に隔離分布している。しかし、神戸のヤブレガサモドキは、すでに絶滅しているタンバヤブレガサに近いという説も根強くあり、謎に包まれた植物となっている。「兵庫県版RDB2010」及び「神戸版RD2010」でAランクに選定されており、神戸市を代表する絶滅危惧種である。

生育場所は丘陵地のため池の堤体や畦畔である。しかし、耕作者の高齢化や跡継ぎ不足などから耕作放棄が進み、生育地の多くで草刈り行われなくなって、ヤブレガサモドキも消えていく運命にある。市内に8〜9カ所あった生育地は、今では2カ所しか残っていない。

2012年1月に、最大の群生地である水田の耕作者が農作業中の事故で大怪我をして、それ以後の耕作を断念された。耕作者の年齢は83歳であった。このまま畦畔が放置されると数年のうちにはヤブレガサモドキが大きく衰退することが懸念されるところとなった。このまま見過ごしてヤブレガサモドキを絶滅させてしまえば、後悔が残るのではないかという思いがよぎり、保全に取り組むこととなった。

耕作者に希少種保全のために草刈りをさせてほしいと申し入れをした上で、最初は数名の仲間と草刈りを始めた。耕作者は突然の申し出にさぞかし面食らったことと思われるが、これを承諾してくれた。2013年1月には、植物の専門家や愛好家にも呼びかけをして、10数名のメンバーで草刈り作業や生活史の解明に向けた調査にも着手した(図6)。この地域には、ヤブレガサモドキだけではなく、ヒロハハナヤスリ、トモエソウ、スズサイコ、コカモメヅル、キキョウ、カセンソウ、オカオグルマ、ササユリなどの希少植物が多く見られるほか、カスミサンショウウオやニホンアカガエルなども多産するホットスポットとなっている。保全活動を行う中で、この地域のすばらしい自然

や景観を残していきたいという思いが強くなっていった。耕作放棄地の草刈りに精を出す我々を、地域の人たちも暖かく受け入れてくれた。

地域での保全活動を強化するために、神戸大学発達科学部の丑丸研究室にも協力を依頼した。丑丸敦史教授を現地にご案内したところ、丑丸研究室としてもこの地域をフィールドとして、調査研究に取り組んでいただけることとなった。耕作放棄地での草刈り時期や頻度などの管理条件と草原生植物の回復状況や多様性の評価などが研究のテーマである。若い学生さんたちが定期的に調査に入ることで、地域の活性化にも繋がればと期待している。

将来的には、耕作放棄地での営農も視野に入れた活動にしていきたいと考えている。草原生植物を守るためだけに草刈り作業を続けていくことは難しく、自然豊かな田園生態系を農地として維持していくことが理想である。そのためには、行政や他の活動団体との協働や地域との連携を更に図っていく必要がある。科学的な手法で状況の把握を行いながら、順応的な管理を実施していくためにも、専門家の指導・助言を得ながら、息の長い活動にしたいと考えている。



図6. ヤブレガサモドキ保全のための草刈り作業。

特集 シンポジウム「つくるレッドリストでなくつかうレッドリストへ」

レッドリスト種の保全事例と今後のレッドリストに向けて

株式会社建設環境研究所 山崎 俊 哉

Examples of conservation of threatened species and a proposal for improvement of Red List. Toshiya Yamazaki (*CIVIL ENGINEERING AND ECO-TECHNOLOGY CONSULTANTS Company limited*)

はじめに

野生生物を確実に保護するには、天然記念物への指定、種の保存法にもとづく希少野生動植物種への指定といった、法的に規制する方法がある。アメリカでは「絶滅危惧種法」が1973年に制定され、野生種の動態を恒常的に調査することが法律で義務づけられるようになっている(岩槻, 1990)。

ただし法律で規制するには、希少性や保護の必要性について明確な根拠が必要とされる。日本の野生生物の現状についてはまだまだ不明なことも多く、絶滅の危機に瀕している野生生物をすべて法的に規制することは現段階では難しい。

レッドデータブックは多くの生物が絶滅の危機に瀕している現状を認識するとともに、貴重な自然の保全に寄与することを目的としている。これに法的な縛りはないが、不足しがちな絶滅危惧種の情報の収集とともに、情報周知の役割は大きく、種の保全に一定の役割を果たしている。

日本では1989年に発行された「我が国における保護上重要な植物種の現状(我が国における保護上重要な植物種及び群落に関する研究委員会 種分科会, 1989)」が実質的にはじめてのレッドデータブックにあたる。その後、1993年に動物についても全国版のレッドデータブックがまとめられ、順次発行されている。(環境庁編, 1991a, 1991b)

レッドデータブックの必要性が認識されるよう

になると、全国版だけでは地域に固有の事情で絶滅が危惧されている生物を十分に網羅することができないことから、地方版のレッドデータブックがまとめられるようになった。1995年に地方版としてはじめて近畿地方レッドデータブック(レッドデータブック近畿研究会, 1995)がまとめられて以後、都道府県別のレッドデータブックが順次発行され、少数だが市町村別のレッドデータブックもまとめられている。地域別のレッドデータブックが公表されることによって情報が蓄積されるとともに、地域に固有の自然環境の保全にも大きく貢献したといえる。

今回のシンポジウムは「つくるレッドリストでなく つかうレッドリストへ」ということなので、建設コンサルタントの立場から、実際にレッドリストがどのように使われているかを紹介するとともに、つかうレッドリスト、つかえるレッドリストに向けての課題を整理する。

レッドリストのつかわれ方

日本では一定規模以上の開発事業を実施する場合、環境影響評価、いわゆる環境アセスメント(以下、アセス)の手続きが義務づけられている。アセスでは事前に環境に関する調査がおこなわれ、調査結果から環境への影響を予測・評価し、必要に応じた保全措置を実施することになる。最近で

はアセスを要しない一定規模以下の開発事業においても、アセスの手続きに準じた自然環境調査が実施され、保全措置が検討されることも多い。

アセスの調査や予測・評価の手法については技術指針があり、一般的にはそれにもとづいてとりまとめられる。影響予測・評価するには、まず動植物調査の結果から重要な種を抽出することになる。これに欠かせないのがレッドリストである。開発事業の予定地周辺で重要な種（レッドリスト種）が確認された場合には、まず確認位置を地図上に記録する。重要な種の確認位置と事業との位置関係から、環境への影響が予測・評価されることになるが、影響ありとされ、保全措置が検討されることになると、レッドリストに掲載されているか否かで、扱いは大きく異なることになる。

以下、レッドリスト種の保全措置の事例を紹介する。

新名神高速道路大阪府域での事例

新名神高速道路が大阪府域を通過するのは、高槻市から箕面市にまたがる延長21.2kmの区間である。平成21年度から工事がはじまり、平成28年度の完成に向けて工事が進められている。この建設にあたって実施された環境調査とレッドリスト種に対する保全措置は以下のようなものであった。

重要種の抽出と絞り込み

新名神高速道路は平成6年にアセスの手続きが完了している。この頃のアセスは「閣議アセス」と呼ばれるもので、現在の環境影響評価法にもとづくアセスの現地調査や予測評価、保全措置と比較すると、簡易なものであった。また、工事が始まるまでには10年以上が経過しており、周囲の環境が変化するとともに、自然環境に関する市民の意識も大きく変わっていた。そこで、事業主体の

西日本高速道路株式会社は、改めて自然環境調査を実施し、現在の水準に沿った保全措置を検討されることになった。

現地調査の結果、約2,500種の生物が記録された。再評価にあたっては、この中からレッドリスト種を重要な種として抽出した。さらに道路との位置関係から影響の有無などを検討したうえで、最終的に保全措置が必要な種類を絞り込んでいる。

以後、抽出された重要な種にどのような保全措置が実施されたかを紹介するが、一般的に現行の事業アセスにおいて、土地の改変予定区域内に生育、生息する生きものに対する有効な保全措置はほとんどとれないとされている（島津，1997・梅原，2011）。

保全事例①ナガレホトケドジョウの移植

新名神高速道路大阪府域では、河川の一部が改修される区間に、ナガレホトケドジョウの生息が確認された。

ナガレホトケドジョウが確認された河川は、新名神事業の前から別のトンネル掘削に伴う水の枯渇が生じ、人工的な返水で水量が維持されていた。しかし、工事期間中は改修区間の下流側に返水箇所を移動させるので、ナガレホトケドジョウの生息が確認された区間には水がなくなることになる。

そこで、改修区間に生息するナガレホトケドジョウを改修前に捕獲し、数100m下流側に移植することにした（図1）。川幅数mの小さな河川だが、141個体のナガレホトケドジョウを捕獲して移した。

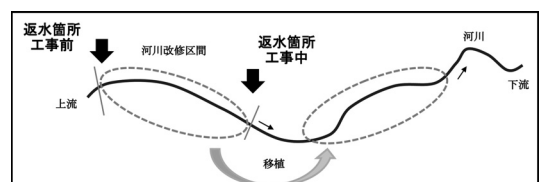


図1. ナガレホトケドジョウの移動位置図。

保全事例②ヒダサンショウウオの移植

ヒダサンショウウオは環境省レッドデータブック2014で「準絶滅危惧」、大阪府レッドリスト2014では「絶滅危惧Ⅱ類」に選定されている。

ヒダサンショウウオの生息が確認された場所は、道路建設によって直接改変されるわけではなかったが、一部の沢筋は工事後に地下水位が低下する可能性があった。ヒダサンショウウオは水中に産卵するため、水位の低下は繁殖に影響を及ぼすおそれがあった。

基本的な保全措置としては、工事中に沢筋をモニタリングして水位の低下を監視することと、水位低下を確認した場合に、別の沢に移植することの是非を検討した。ヒダサンショウウオの移植にあたって問題となるのは、別の沢に生息するヒダサンショウウオとのあいだの遺伝的攪乱である。そこでヒダサンショウウオの分布状況を詳細に把握するとともに、沢筋ごとの個体群が遺伝的に隔離されているか否かを把握するために、DNAを分析した。

ヒダサンショウウオのDNAは分析の結果（図2）、まず東西で大きく2つにわかれ、新名神地域でも2つの地域ごとに特有の遺伝子型をもつ個体群が存在するとともに、同一地域の沢でも複数の遺伝子型をもつ個体が確認された。移植にあつ

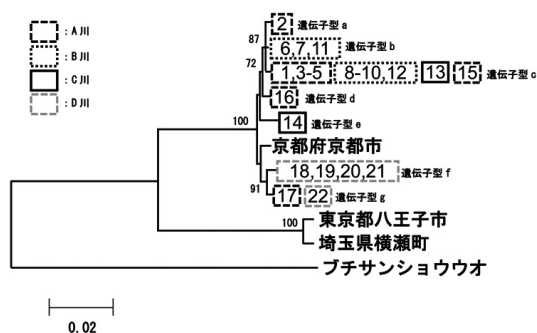


図2. ヒダサンショウウオのDNA分析結果。数字は新名神地域。

ては、2つの地域をまたがないことを原則として、近隣の別の沢へ移植することとした。現在は工事の状況に合わせて、水位の動向をモニタリングしている。

保全事例③ため池のお引越し

動植物調査の結果、この地域には山麓部を中心にため池が点在しており、ため池に結びつきの強いレッドリスト種が数多く確認された。ここでは個々のレッドリスト種に対する保全措置ではなく、レッドリスト種が従属する生態系に着目し、ため池の生態系を保全することを検討した。

この事業では用地内のため池はすべて埋め立てられる計画で、影響を回避することはできない状況にあった。直接改変されることが決まっているので、放置すれば完全に消失する。そこで、ため池の水生生物はできる限り移植することとした。移植では遺伝的な攪乱に配慮する必要もあり、移植先が問題となる。ここでは建設予定地周辺のため池を事前に調査して重要な種が生育、生息しないため池を探索し、その中から少しの改良で環境を改善できると判断できたため池を抽出した。

移植先候補のため池のひとつは水面を周囲から伸びた竹が覆っており、光がほとんど入らない状況であった。水生植物は生育しておらず、生息する水生生物もわずかであった。そこでこの池は光環境の改善が必要と判断し、地権者の了解を得て周辺の竹を伐採することで光環境を改善した。

また、別の候補地では生育する外来種のキノコウブを刈り取って移植用地を確保した。この池には、ナガエミクリやカキツバタといった抽水植物を移植した。さらに、既往のため池だけでなく、用地内の休耕田を利用して湿地を造成し、湿地環境を整備することも検討している。

ため池の移植では、対象となるため池の水を抜き、そこに生息・生育する水生生物をできる限り

捕獲して移植先に移した（図3）。また、ため池の底泥も採集して移植した。底泥には水草の埋土種子が含まれており、その発芽に期待したからである。底泥に含まれる埋土種子については試験的に確認しており、イトモ、ミズオオバコ、ヒシなどの発芽と成長を確認している（図4）。

底泥の一部は移植せずに保存しており、新たな湿地を造成できれば、底泥からの水生植物の回復を図ることにしている。

しかし、水草は移植しても定着しないこともあるので、リスク分散の観点から株式会社高速道路総合技術研究所緑化技術センター、大阪市立大学理学部附属植物園にも底泥が保管されている。



図3. ため池の生物と底泥の採集作業。



図4. 移植され、保管中の底泥から発芽した水草類。

保全事例④植物標本の記録保存

ここまで紹介したように、開発事業における保全措置は、レッドリスト種に注力されることが多い。したがってレッドリスト種以外の生物、いわゆる普通種が注目されることは少ない。ここでは普通種にも配慮して、直接改変区域に生育する植物について、可能な限り全確認種の標本を採集して記録を残すことにした。建設事業において標本を記録として残すことの意味は、村田（2010）によると以下ようになる。

「道路建設の場合、ルートにかかる部分に生えている植物は工事で全部取りはらわれるわけである。これをできるだけ標本として残せば、建設工事全体からみればわずかな手間と費用をかけるだけで、学問的な貢献は大変大きくなる。植物名の記録だけではたいして役に立たないが、たくさんのモノを残せば、その将来的な価値ははかりしれないほどおおきいものではないだろうか。」

直接改変地の植物を標本として記録保存することで学術的な貢献をすることも保全措置のひとつとする考え方である。

採集した植物標本約580種、1400点は大阪市立自然史博物館に寄贈され、収蔵されるとともに、重複標本は他の博物館との交換に充てられている（図5）。

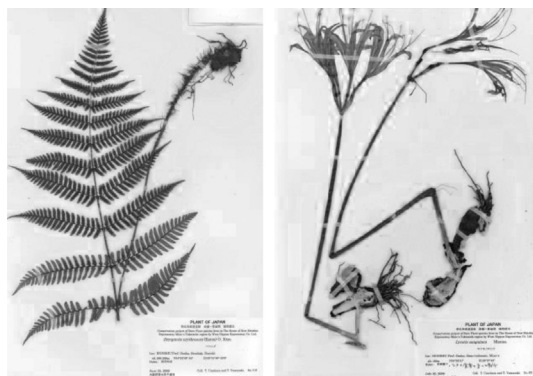


図5. 新名神高速道路の植物標本。

レッドリストの意義

そもそもレッドリストのねらいはどこにあるのか。多くのレッドデータブックが発行されてくるとともに、レッドリストの目的も多様化しているが、基本的なねらいは以下のように考えられる。

- ・絶滅が心配される種を選定することで、危険性を広く周知する。
- ・選定された種の保全につなげる。
- ・情報不足の種についての情報をつのる。
- ・地域の自然がおかれている現状を明らかにする。

新名神高速道路の事例でも紹介したとおり、レッドリストに選定された生物は建設事業にあたって保全の対象となり、実際に保全措置が講じられることが多い。その内容は必ずしも理想的とはいえない場合もあるが、多くの建設事業で前向きに取り組まれている。

また、レッドリストが公表されると、掲載種に関するより精度の高い情報が集まり、各地でレッドリストの改訂も進んでいる。多くのレッドリストが公表されたことで、基本的な目的は果たせていると考えられる。

つかいにくいレッドリスト

各地でレッドリストが公表されるなか、利用する立場からは使いにくいレッドリストもある。以下に課題と改訂にあたっての希望を述べておく。

発行部数が少ないレッドリスト

地方版のなかには、少部数が印刷されただけの、知人ぞ知るレッドリストというのもあり、一般に配布されていない場合もある。

レッドリストの意義からすれば、多くの人の目に触れ、利用されるのが望ましく、そのためにはWEB上に公開するなど、広く周知されるのが理

想である。求めに応じて入手できる手立てをととのえられたい。

和名や学名がバラバラ

レッドリストを利用するコンサルタントは新たなリストが発行され、電子データが公開されない、データを手入力してデータベース化して利用する。しかし、生物の和名や学名は統一されていないことが多いから、異名の探索、標準的な名前への統合に手間がかかることになる。リストの表記が間違っていることさえある。

レッドリストの学名や和名を何に準拠したかは明示して欲しい。

掲載種が多すぎるレッドリスト

地方版に多く、分類群によっては調査で確認した種の半数以上がレッドリスト掲載種になる場合さえある。普通種であっても、当該地域の地名が冠された生物は、地方版ではランクが高くなることが多い。また、要注目というカテゴリーには、動向を知りたいという意味からか、多くの種があげられ、外来種が入っていることさえある。

これは評価する人材がかぎられることと、評価基準があいまいな点に問題があると思われる。前者は先行きますます不安だが、後者は環境省の定量的要件をそのまま採用するのは無理にしても、それに準ずる形での評価は必要であろう。

なお開発に伴う調査では、一般的にレッドリスト掲載種の確認位置はすべて記録することになる。しかし、その地域の普通種や外来種がレッドリストに入っていると、調査範囲に無数の確認位置をプロットすることになる。アセスにおける自然環境調査はサンプリング調査なので、かけられる時間には限りがある。限られたなかで、普通種の記録に時間がかかりすぎると、本当に保全が必要な種を探索する時間が少なくなることもある。また、

点の多さに目を奪われ、本当に保全が必要な地域を見誤る可能性もある。

レッドリストをつくる側からは、「確認位置をすべて記録することは想定していない」と言われることもある。しかし、つくる側に、レッドリストがどういつかわれ方をしているか、掲載することで何がおこるかの認識がない限り、真につかえるレッドリストにはならない。

レッドリスト種の保全のために

事例で紹介したように、一定規模以上の建設事業では自然環境調査が実施され、レッドリスト種の保全に向けた取り組みがなされている。生態についての詳細な情報が蓄積され、保全に役立つ技術が開発されている場合もある。

こうした保全事例に関する情報は、都道府県の管轄範囲で情報を集約し「事例報告シート」といった統一フォーマットで公開することを提案したい。

レッドリスト種については、密猟や盗掘の危険性があるので、詳細な位置情報を公開するのはむづかしいが、位置情報についてはアクセス権を限るなどして情報をデータベースに蓄積すれば、保全を一步先に進めることができる。

公共事業に関する調査で得られた情報は本来、社会に還元されるべきで、レッドリスト種の情報を蓄積して後の保全に役立てられれば、情報を蓄積すること自体が保全措置ともなりうる。

たとえば天然記念物を対象に調査する場合には、関係市町村や都道府県の教育委員会に現状変更許可申請を出す必要がある。許可を受けた調査後は、結果報告書での報告が必要になる。こうした結果報告書は様式を統一すれば、そのままデータベースとして情報を蓄積できる。レッドリスト種に関する保全事例についても同様に、情報を蓄積する仕組みづくりが望まれる。

謝辞

本稿を執筆するにあたり、西日本高速道路株式会社・関西支社・新名神大阪西事務所には業務内容を事例紹介することを快く了承していただいた。厚くお礼を申し上げる。

引用文献

- 岩槻邦夫. 1990. 日本絶滅危惧植物. 227pp. 海鳴社, 東京.
- 環境庁 (編). 1991a. 日本の絶滅のおそれのある野生生物 脊椎動物編. 340pp. 日本野生生物研究センター, 東京.
- (編). 1991b. 日本の絶滅のおそれのある野生生物 無脊椎動物編. 271pp. 日本野生生物研究センター, 東京.
- 村田 源. 2010. 新名神高速道路予定地の標本について. 「新名神高速道路の生物標本」(新名神高速道路大阪府域 標本目録作成研究会編), p. 1. 西日本高速道路株式会社 関西支社 大阪工事事務所, 大阪.
- レッドデータブック近畿研究会 (編著). 1995. 近畿地方の保護上重要な植物—レッドデータブック近畿—. 121pp. 関西自然保護機構, 大阪.
- 島津康男. 1997. 市民からの環境アセスメント—参加と実践のみち—. 228pp. 日本放送出版協会, 東京.
- 梅原 徹. 2011. 生物多様性保全に役立つ環境アセスメントのために. 環境アセスメント学会誌, 9 (1): 28–32.
- 我が国における保護上重要な植物種及び群落に関する研究委員会 種分科会 (編). 1989. 我が国における保護上重要な植物種の現状, 320pp. (財)日本自然保護協会・(財)世界自然保護基金日本委員会, 東京.

原 著

淀川河口域におけるアユ仔魚の出現

地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所 大 美 博 昭

地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所 日下部 敬 之

Occurrence of ayu fish *Plecoglossus altivelis altivelis* larvae in the estuary of the Yodo River. Hiroaki Omi and Takayuki Kusakabe (*Research institute of Environment, Agriculture, Fisheries, Osaka prefecture*)

The occurrence of ayu fish *Plecoglossus altivelis altivelis* larvae was investigated in the estuary of the Yodo River from November 2010 to March 2011. In the surface layer of the central part of the river and offshore of the estuary, a total of 77 larvae of 4.6-18.7 mm in body length were collected from November to January, but the individuals of 8-12 mm in body length were hardly collected. The larvae smaller than 8 mm in body length were mainly distributed in the range influenced strongly by river water. In the bank water, a total of 268 larvae of 5.8-34.4 mm in body length were collected from November to March except January. From the water temperature, body length distribution and estimated hatch date of ayu larvae in the bank waters, it was inferred that ayu larvae, hatched from late October to late November, migrated to the bank water as they grew larger than about 10 mm in body length, and then inhabited the bank water until the water temperature fell less than 10 degrees or they grew larger than about 20 mm in body length. These results suggest that the estuary of the Yodo River is the important nursery ground of ayu larvae.

Keywords : ayu larvae, estuary, occurrence, Yodo River

要旨：淀川河口域がアユ仔魚の成育場として果たしている役割を検討するため、2010年11月から2011年3月にかけて、河口域の河川中央部および河口沖、岸沿いの浅場においてアユ仔魚の出現状況を調査した。河川中央部および河口沖の表層では、11～1月に体長4.6～18.7mmのアユ仔魚が77尾採集された。体長組成は4～8mmおよび12～18mmの2群に分かれ、8～12mmの個体はほとんど採集されなかった。体長8mm未満の個体の分布と塩分環境には関係がみられ、アユ仔魚は河川水の影響が比較的強い範囲に多く分布する傾向がみられた。一方、岸沿いでは11～12月と2～3月に体長5.8～34.4mmのアユ仔魚が268尾採集され、河川中央部でほとんど採集されなかった8～12mmの個体が含まれていた。また、岸沿いにおける調査日ごとの体長組成や耳石輪紋から推定したふ化時期と体長の関係から、10月下旬～11月下旬にふ化したアユ仔魚は体長10mm前後に成長すると岸沿いに接岸し、約半月から1カ月の間岸沿いに出現し続け、成長する様子がうかがえた。その後、水温低下や、成長に伴い岸沿いから離れることが推察された。以上のことから、淀川河口域はアユ仔魚の成育場としての役割を担っており、淀川に遡上するアユを保全する上で重要な水域であると考えられる。

キーワード：アユ仔魚、河口域、出現、淀川

はじめに

アユ *Plecoglossus altivelis altivelis* は日本各地に分布し（細谷，2013），釣りの対象魚や食用魚として，日本人になじみの深い魚種の一つである。アユの生活史における最大の特徴は両側回遊を行うことであり，秋に河川内でふ化した仔魚は，すぐさま川の流れにより海域へと流下し，海域で成長した後，春に河川へと遡上する（塚本，1988）。淀川をはじめ，大和川，武庫川など大阪湾に流入するいくつかの河川においてもアユの産卵やアユ仔魚の流下，河川への遡上が確認されており（国土交通省近畿地方整備局淀川河川事務所，URL：<http://www.yodogawa.kkr.mlit.go.jp/> 2015.3参照；国土交通省近畿地方整備局大和川河川事務所，URL：<http://www.kkr.mlit.go.jp/yamato/> 2015.3参照；兵庫県／（阪神北地域）みんなでつくる明日の武庫川，URL：https://web.pref.hyogo.lg.jp/hn04/hn04_1_000000069.html 2015.3参照），近年，河川管理者や市民団体による産卵場造成や魚道整備などアユの遡上量の増加を目的とした取組みが行われ，流域の行政や市民の関心も高い（例えば，あくあびあ芥川共同活動体，2012）。一方で，海域生活期における成長，生残が翌春の遡上量と関係していることが指摘されており（原田ほか，2009），アユの遡上量増加を図る上では海域におけるアユの生態解明が重要と考えられるが，大阪湾における海域生活期のアユについては，採集報告（辻野ほか，1995；大美ほか，2001）はあるものの，分布や成長，食性など生態についてはほとんど明らかにされていない。

海域においてアユ仔魚は沖合域で浮遊生活を送った後，成長に伴い砂浜海岸や波打ち際や干潟などといった岸沿いの浅場へ接岸することが各地の調査で明らかにされ，アユの海域生活期における重要な成育場所となっていることが示唆されている

（Senta & Kinoshita，1985；日比野ほか，2002；田子，2002b；大竹，2006；小泉，2011）。大阪湾に注ぐ河川において，アユの産卵やアユ仔魚の流下が確認されているものは淀川，大和川など大阪湾奥部に河口を持つ河川が多い。しかしながら，湾奥部の海岸線は埋め立てによる開発が進み，ほとんどが人工護岸で覆われ，アユが接岸し，成育場所となるような砂浜海岸や干潟はごく僅かしかない（社団法人瀬戸内海環境保全協会，2009）。一方，高知県四万十川河口域における調査では，海域まで流下するアユ仔魚の他に，海域まで流下せずに河口域に留まり，河口域を成育場所としている群の存在が明らかにされている（高橋，2005）。このような事例は四万十川だけでなく，和歌山県熊野川（塚本ほか，1989），和歌山県日高川（吉本ほか，2006），広島県太田川（工藤，2009）などでも報告され，河口域はアユ仔魚の重要な成育場所の一つとされている。また，四万十川河口域や日高川河口域の岸沿いには海域と同様に成長に伴ってアユ仔魚が接岸することが明らかにされている（高橋，2005；吉本ほか，2006）。大阪湾に注ぐ河川においても河口域がアユ仔魚の成育場所となっている可能性が考えられ，なかでも淀川は，淀川大堰から河口までの約10kmの間に汽水域が形成され，岸沿いにはヨシ原や干潟などの浅場も存在する（辻山・中西，2004）ことから，流下後のアユ仔魚の成育場となっている可能性が高い。そこで，本研究では，淀川河口域におけるアユ仔魚の出現状況を明らかにし，成育場所としての役割について検討を行った。

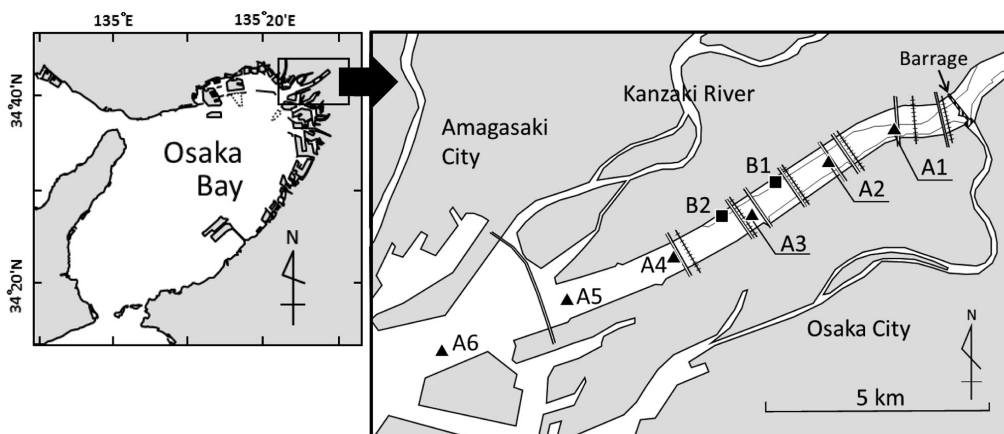


Fig. 1. Location of sampling stations in the estuary of the Yodo River and offshore of the estuary. Closed triangles indicate the sampling stations by NORPAC net in the surface layer of the central part of the river in the estuary and offshore of the estuary. (Sts.A1-A6). Closed squares indicate the sampling stations by seine net in the bank waters (Sts.B1,B2).

材料と方法

アユ仔稚魚の採集

調査は2010年11月～2011年3月にFig.1に示した淀川大堰下流側の河川中央部と河口沖、および水深1 m未満の岸沿いの浅場（以下、岸沿いと示す）で行った。

河川中央部では淀川大堰と河口の間に5定点および河口から約3 km沖方向に1定点の計6定点を設け（Fig. 1, A1～A6）、11～1月に月1回の頻度で、改良型ノルパックネット（口径45cm, 目合い0.335mm）の表層水平曳きによりアユ仔稚魚の採集調査を実施した。調査には船外機付の小型船を用い、船を上流へ向け船速約2ノットで走らせながら、網枠の上部がちょうど水面にくるようにネットを舷側から水中に入れ、3～10分間曳網した。曳網時にはハンディGPS（GARMIN社製, eTrex Vista HCx）で曳網開始点および曳網終了点を記録して曳網距離を算出した。採集開始前にはCompactCTD（JFEアドバンテック

社製）を用いて表層から底層までの水温と塩分を測定した。

岸沿いでは河口域右岸側において、河口から上流側へ約4 kmと約5.5kmの地点の計2点に調査定点を設け（Fig. 1, B1, B2）、11～3月に月1～2回の頻度で小型曳網（幅4 m×高さ1 m, 目合い1 mm, 中央に口径70cm, 奥行き80cmの魚獲り部）によりアユ仔稚魚の採集を試みた。曳網は2人で行い、網の両端を1人ずつが持ち、網を張りながら汀線に沿ってゆっくり歩く速さで2分間の曳網を各点2回ずつ行った。曳網時には河川中央部での調査と同様にハンディGPSにより曳網距離を算出した。採集開始前には棒状水温計により表層の水温を測定し、採水して実験室に持ち帰りサリノメーター（鶴見精機社製, TSデジオートMODEL3-G）で塩分を測定した。なお、採集時の潮時は考慮していない。

現場で採集したサンプルを約10%中性ホルマリンで固定後、実験室に持ち帰り80%エタノールに移し替えた。持ち帰ったサンプルからアユ仔魚を

選別して個体数を計数し、発育段階を区分し、体長を計測した。発育段階区分についてはKendall et al. (1984) に従い、卵黄吸収の有無、発育に伴う脊索末端の屈曲度合いによる分類により卵黄囊期 (yolk-sac)、前屈曲期 (preflexion)、屈曲期 (flexion)、後屈曲期 (postflexion) に分類した。体長については卵黄囊仔魚～屈曲期仔魚については脊索長を、脊索末端の屈曲が完了した後屈曲期仔魚については標準体長を測定し、体長とした。個体数については曳網距離50mあたりに換算し、岸沿いの調査では2回曳網の平均値を採集個体数とした。

耳石輪紋によるふ化日の推定

2010年11月から12月に岸沿いで小型曳網により採集した個体から各調査日につき5～14個体(合計35個体)を抽出し、耳石輪紋観察を行った。サンプルの抽出については、後述する各調査日の体長組成にみられたピーク周辺の大きさの個体を中心に行った。実際に抽出した個体の体長範囲は9.6～26.4mmであった。実体顕微鏡下においてアユ仔魚から耳石(扁平石)を摘出し、スライドガラス上に透明マニキュアトップコートで包埋した。日齢査定の方法についてはTsukamoto & Kajihara (1987) に従い、生物顕微鏡を用いて耳石輪紋を計数し、耳石輪紋数から日齢(ふ化後日数)査定を行った。日齢と採集日から各個体のふ化日を推定した。

結果

調査時の水温・塩分

河川中央部と河口沖における調査時の表層水温は4.7～18.9℃、表層塩分は3.0～28.6の範囲で推移した。塩分について各調査日の鉛直分布をみると、11月5日ではA1～A5までは表層の塩分は

ほぼ同じ塩分10前後であった。また、水深1mあたりには塩分躍層が形成され、塩水くさびの侵入もみられた。12月3日には、A1、A2の表層では塩分が10を下回り、A3、A4と下流側へ行くに従い、塩分は徐々に高くなった。下流側の2点(A5、A6)の表層では塩分が28前後と、A4に

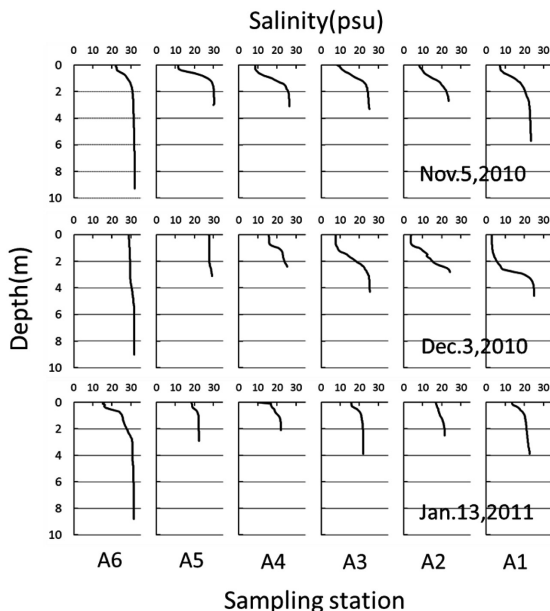


Fig. 2. Vertical profiles of salinity in the central part of the river in the estuary of the Yodo River and offshore of the estuary in each sampling day.

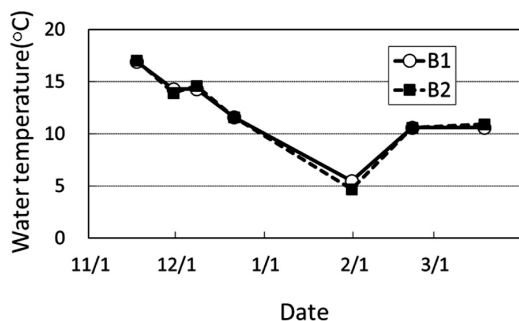


Fig. 3. Seasonal changes of water temperature in the bank waters in the estuary of the Yodo River from November 2010 to March 2011.

比べ10以上も高く、塩分躍層の形成もみられなかった。1月13日はこれまでの調査日と異なり表層塩分は定点間で大きな差はみられず、最下流のA6では3回の調査で最も塩分が低かった (Fig. 2)。

岸沿い調査時の水温は4.7~17.0℃の範囲で推移した。両定点とも11月から1月にかけて徐々に低下し、1月には5℃前後になった後、2月、3月には10℃まで上昇した (Fig. 3)。一方、調査期間中の塩分は0.7~27.1の範囲で推移した。

採集されたアユ仔魚の個体数

河川中央部と河口沖の表層においては、いずれの調査日でもアユ仔魚が採集され、11月5日には22尾、12月3日には51尾、1月13日には4尾、合計77尾が採集された。11月、12月に比べ、1月は採集個体数が大きく減少した (Table 1)。

岸沿いでは合計268尾のアユ仔魚が採集された。両定点とも11月から12月上旬にかけて採集個体数が増加し、12月下旬に減少する傾向がみられた。

1月31日にはアユ仔魚が採集されず、2月以降に

再び採集されたが12月以前に比べて個体数は大きく減少した (Table 2)。

採集されたアユ仔魚の体長組成および発育段階

河川中央部と河口沖では体長4.6~18.7mmのアユ仔魚が採集された。体長組成は8mm未満および12~18mmの2群に分かれ、8~12mmの個体はほとんど採集されなかった。発育段階をみると、体長8mm未満の個体は卵黄嚢仔魚および前屈曲期仔魚、12mm以上の個体は屈曲期仔魚および後屈曲期仔魚であった。一方、岸沿いでは体長5.8~34.4mmのアユ仔魚が採集された。河川中央部表層で採集された体長8mm未満の個体に加え、体長10~16mmの個体が多く、河川中央部でほとんど採集されなかった8~12mmの個体も採集された。発育段階をみると、卵黄嚢仔魚はほとんど採集されず、屈曲期仔魚、後屈曲期仔魚が多く採集された (Fig. 4)。

Table 1. Number of ayu larvae in each sampling day and station in the central part of the flow in the estuary of the Yodo River and offshore of the estuary from November 2010 to January 2011. Sampling stations are referable to Fig.1. "N" indicated the number of larvae collected. "N/50m" indicated the number of larvae collected per 50 m towing.

Sampling stations	Sampling Date					
	Nov.5,2010		Dec.3,2010		Jan.13,2011	
	N	N/50m	N	N/50m	N	N/50m
A1	2	0.14	8	0.55	2	0.13
A2	1	0.10	24	1.97	1	0.06
A3	8	0.56	7	0.66	0	0.00
A4	3	0.33	7	0.56	0	0.00
A5	7	1.11	1	0.09	0	0.00
A6	1	0.10	4	0.30	1	0.08
Total of ind.	22		51		4	

Table 2. Number of ayu larvae in each sampling day and station in the bank waters in the estuary of the Yodo River from November 2010 to March 2011. Sampling stations are referable to Fig.1. "N" and "N/50m" indicated the same in Table 1.

Sampling Date	Sampling stations			
	B1		B2	
	N	N/50m	N	N/50m
Nov.17,2010	18	8.7	5	2.5
Nov.30,2010	17	8.7	24	15.6
Dec.8,2010	40	20.8	89	43.6
Dec.21,2010	35	18.2	27	14.4
Jan.31,2011	0	0.0	0	0.0
Feb.21,2011	3	1.6	3	1.6
Mar.18,2011	2	1.2	5	2.3
Total of ind.	115		153	

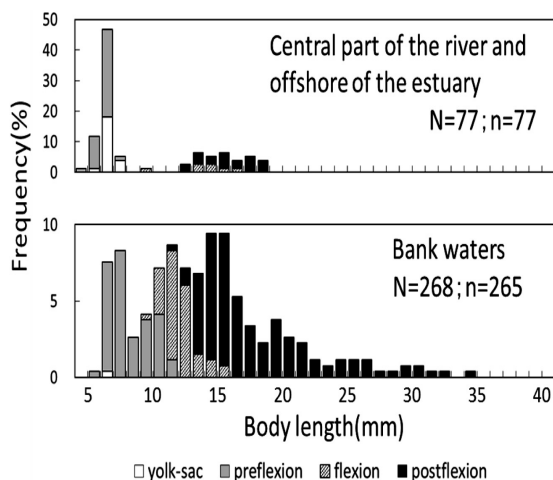


Fig. 4. Comparison of body length distribution and developmental stage compositions of ayu larvae collected in each sampling area. "N" and "n" indicate the number of larvae collected and the number of measured, respectively.

河川中央部と河口沖における調査日別の体長組成と分布
河川中央部と河口沖における調査日別の体長組成をみると、体長 8 mm 未満の個体は11月、12月に採集されたが、1月には採集されなかった。一方、体長12mm以上の個体は12月、1月に採集さ

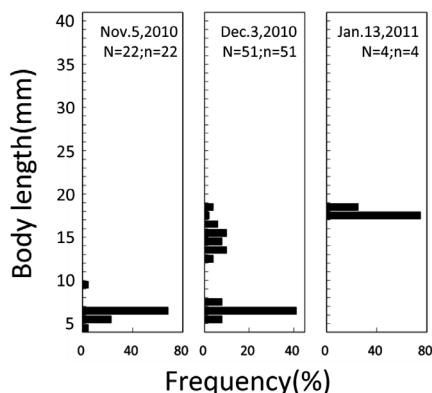


Fig. 5. Comparison of body length distributions in each sampling day in the central part of the river in the estuary of the Yodo River and offshore of the estuary. "N" and "n" indicate the same in Fig. 4.

れた (Fig. 5)。

体長 8 mm 未満と体長12mm以上に区分した場合の体長サイズ別の水平分布をみると、体長8 mm 未満の個体は、11月 5 日では河川中央部中流から下流の A 3 ~ A 5 で多く、12月 3 日では A 4 より上流の定点で採集個体数が多い傾向がみられた。河口沖の A 6 では11月 5 日に 1 個体のみ採集された。一方、体長12mm以上の個体は、12月 3 日には A 5 を除く定点で採集され、1月13日は最上流部の A 1、A 2 および河口沖の A 6 で採集された (Fig. 6)。

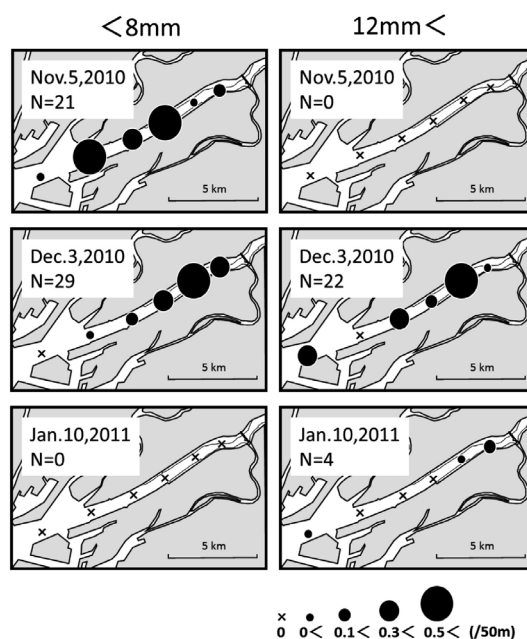


Fig. 6. Horizontal distribution of ayu larvae in each sampling day in the central part of the river in the estuary of the Yodo River and offshore of the estuary. Left side of figure represents the horizontal distribution of ayu larvae smaller than 8 mm in body length. Right side represents the horizontal distribution of ayu larvae more than 12mm in body length. Size of the circle indicates the number of individuals per 50m towing. "N" indicates the same in Fig. 4.

岸沿いにおける調査日別の体長組成

岸沿いにおける調査日別の体長組成をみると、11月17日にはピークが体長10～11mmにあり、13mm未満の個体が全体の約8割を占め、15mm以上の個体はほとんど採集されなかった。11月30日にはピークが体長13～14mmに移動するとともに、体長7～8mmにもピークがみられた。12月8日には体長6～7mm、10～11mmおよび14～15mmの3つのピークがみられた。12月21日には体長15～16mm、19～20mmと2つのピークがみられた一方で、体長8mm未満の個体はほとんど採集されなかった。2月、3月は体長20mm以上の割合が高かったが、個体数も少なく、目立ったピークはみられなかった。調査期間中は、調査を開始した11月30日にほとんど採集されなかった体長15mm以上の割合が日を追って徐々に増加していき、体長が大きくなる傾向がみられた (Fig. 7)。

耳石輪紋解析

岸沿いで11月から12月にかけて採集された体長範囲9.6～26.4mmのアユ仔魚の耳石輪紋数から推定したふ化日は9月30日から11月25日であった。

ふ化時期別の調査日ごとの体長分布をみると、

11月17日の体長組成でピークがみられた体長10mm前後の個体は11月上旬にふ化した個体と推定された。11月30日には10月下旬、11月中旬生まれの個体もみられ、その後12月8日には、11月下旬にふ化した個体も出現した。10月下旬～11月下旬にふ化した個体は、岸沿いで採集され始めた後は連続的に出現し、体長も日を追って大きくなる傾向がみられた (Fig. 8)。

考察

淀川河口域を成育場所とするアユ仔魚

淀川河口域の河川中央部と河口沖の表層では主に体長8mm未満の個体が、岸沿いでは体長8mm未満の個体に加え、体長10mm以上の個体が多く採集された (Fig. 4)。また、岸沿いにおける調査日別の体長組成 (Fig. 7) や耳石輪紋の解析結果 (Fig. 8) では、アユ仔魚の体長が日を追って大きくなる傾向がみられたことから、アユ仔魚は淀川河口域で成長していることが明らかとなった。河口域がアユ仔魚の成育場所となっていることを明らかにした四万十川河口域での調査では、河川中央部表層で主に体長7mm以下の個体が、

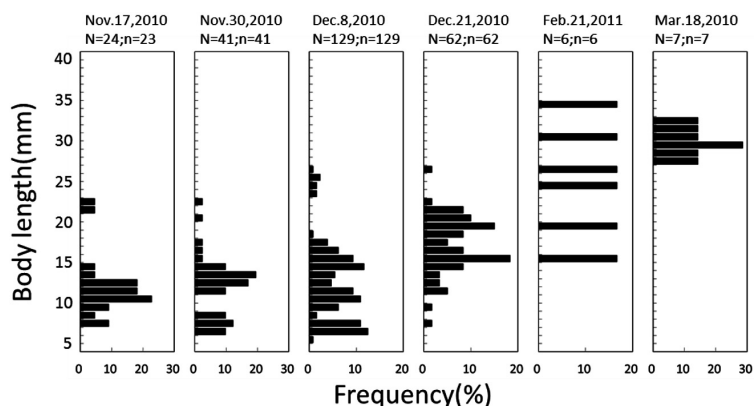


Fig. 7. Comparison of body length distributions in each sampling day in the bank waters in the estuary of the Yodo River. "N" and "n" indicate the same in Fig. 4.

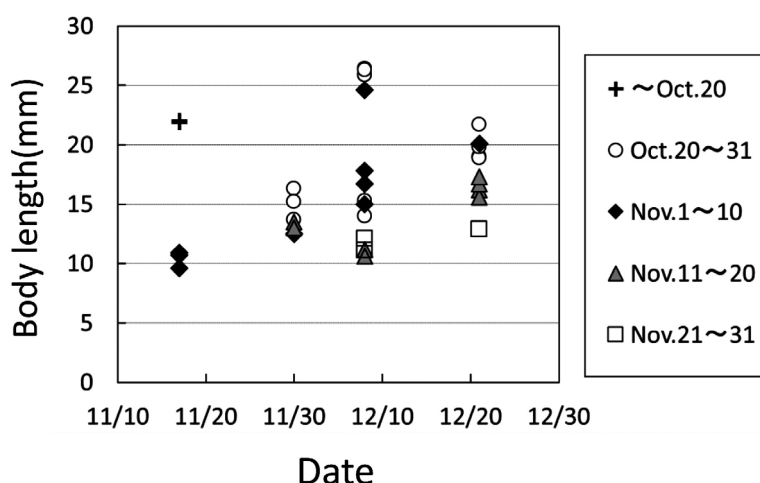


Fig. 8. Relationship between sampling date and body length of ayu larvae collected in the estuary of the Yodo River. Markers indicate the period of hatch date.

岸沿いの浅場では体長 7 mm 以下の個体に加え、体長 10 mm 以上のアユ仔魚が多数採集されている（高橋，2005）。本研究では河川中央部，岸沿いとも四万十川河口域とほぼ同様な体長組成となった。淀川においても，海域まで流下せずに，河口域を流下後の成育場所としているアユ仔魚が存在すると思われる。

淀川河口域への流下

河川中央部と河口沖の表層で採集された体長 8 mm 未満の個体の発育段階は卵黄囊仔魚および前屈曲期仔魚であった（Fig. 4）。アユ仔魚はふ化後約 4 日間で卵黄を吸収する（兵藤・関，1985）ことから，卵黄囊仔魚はふ化後約 4 日以内の個体，前屈曲期仔魚は体サイズから卵黄吸収直後の個体であり，いずれも上流から流下してきて間もない個体と考えられる。また，体長 8 mm 未満の個体における発育段階のうち卵黄囊仔魚が占める割合は約 40% ほどであった（Fig. 4）。四万十川河口域や日高川河口域の河川中央部表層では，卵黄囊仔魚が 80～90% を占めており（高橋，2005；吉本

ほか，2006），淀川河口域よりも卵黄囊仔魚の割合がかなり高い。このことは，淀川では産卵場から河口域へ到達するまで他河川に比べて時間を要している可能性を示唆している。淀川を流下するアユ仔魚については，上流部の宇治川や木津川において採集例はある（Takeshima et al., 2009）が，産卵場の位置も含め不明な点が多い。産卵場が河口から距離があり，アユ仔魚がふ化してから海域へ到達するまで時間を要する河川ではアユ仔魚の減耗が大きい可能性も指摘されており（塚本，1991；高橋・新見，1999），淀川におけるアユの産卵生態や仔魚の流下過程の解明が望まれる。

河口域の環境とアユ仔魚の分布との関係

体長 8 mm 未満のアユ仔魚は河川中央部表層，岸沿い，いずれでも採集された。四万十川河口域でもこのサイズの個体は河川中央部，岸沿いの浅場いずれでも出現し，遊泳能力も乏しいことから，河川流や潮汐流により河口域のほぼ全域に分散すると考えられている（高橋，2005）。淀川河口域においても流れや潮汐などにより河口域全域に分

散しているものと推察される。河川中央部表層における体長 8 mm未満のアユ仔魚の分布 (Fig. 6) と調査時の塩分環境 (Fig. 2) を比較してみると、A 1 ~ A 5 まで表層塩分が10前後と低く、河川水の影響が河口付近まで強く及んでいた11月 5 日には、河川内下流側の定点 A 3 ~ A 5 で採集数が多い傾向がみられた。一方、A 5 から下流側では表層塩分が28前後で顕著な塩分躍層がみられず、河口付近における河川水の影響が11月 5 日に比べ弱かったと考えられる12月 3 日には、A 4 より上流側で多く採集され、両日とも河川水の影響が比較的強い範囲でアユ仔魚が多く分布する傾向がみられた。接岸前のアユ仔魚の分布を調査した研究では、河口から数km圏内で、河川水の影響の及ぶ表層に主に分布することが報告されており (田子, 2002a; 八木ほか, 2006), 今回の調査結果は淀川河口域においてもアユ仔魚の分布と河川水の影響範囲の間に関係があることを示している。また、アユ仔魚の河口域からの分散範囲については河川流量と関係があることが指摘され、河川流量が少ない場合には広く分散せず、主に河口域付近に分布する傾向がみられる (東, 2005; 工藤, 2009)。淀川は淀川大堰で調査水域側と大阪市内中心部を流れる大川に分かれ、調査水域側への放流量は平常時では 5 m³/s程度であり、出水時になると放水路である調査水域側に放流され、放流量と潮汐により塩分環境は水平的、鉛直的に変化する (辻山・中西, 2004)。調査日における放流量については不明だが、調査時には大きな出水は見られなかったことから、平常時に近い状況であった可能性が高い。本研究の結果では、体長 8 mm未満のアユ仔魚は河川内の調査定点で多く採集されていることから、平常時の放流量であれば、流下間もないアユ仔魚は淀川河口域に主に分布し、海域への分散は少ないことが推察される。

岸沿いへの接岸

河川中央部表層では体長 8 ~ 12mmの個体はほとんど採集されず、一方、岸沿いでは体長 8 mm以上のアユ仔魚が採集され、特に体長10mm以上の個体が多く採集された (Fig. 4)。以上のような河川中央部表層と岸沿いにおける体長組成は、アユ仔魚は体長 8 mm以上に成長すると河川中央部表層から離れ、岸沿いへと接岸し始めることを示唆している。他地域の河口域でもアユ仔魚は成長に伴って岸沿いに接岸することが報告されており、岸沿いで出現し始めた体サイズは、熊野川河口域で体長12mm (塚本ほか, 1989), 四万十川河口域で体長10mm前後 (高橋, 2005), 日高川河口域では体長13mm (吉本ほか, 2006) であり、多少の違いはみられるものの、体長10mmを超えると岸沿いへ接岸することは共通している。岸沿いにおける調査日ごとの体長組成 (Fig. 7) をみると、受動的に流されてきたと考えられる体長 8 mm未満の個体を除いて、モードがみられた最も小さい体長範囲は10~11mmであることから、淀川河口域で岸沿いへ接岸し始める体サイズは四万十川河口域とほぼ同じ体長10mm前後と推察される。

岸沿いにおけるアユ仔魚の成長

岸沿いにおける調査日別の体長組成では、日を追って体長が大きくなるとともに、複数のピークがみられた (Fig. 7)。ピークがみられた体長について耳石輪紋を解析した結果、10月下旬~11月下旬にふ化した個体は、岸沿いで採集され始めた後は連続的に出現し、その間、体長が日を追って大きくなる傾向がみられた (Fig. 8)。体長組成とあわせてみると、11月17日に採集された体長10~11mmにピークがみられたアユ仔魚は主に10月下旬~11月上旬にふ化した個体であり、11月30日には体長13~14mm、12月 8 日には体長14~15

mm, 12月21日は体長19~20mmにそれぞれピークがみられた大きさに成長したと考えられる。また, 12月8日に採集された体長10~11mmにピークをもつアユ仔魚は主に11月中旬~11月下旬にふ化した個体で, 12月21日には体長15~16mmにピークがみられた大きさへ成長したと考えられる。同じふ化時期の個体が連続して採集された期間をその場所での滞在期間とみれば(高橋, 2005), アユ仔魚は早い時期にふ化した個体から順次, 淀川河口域の岸沿いに接岸した後, 約半月~1ヶ月の間滞在し, 成長していたと推定される。海域や河口域の岸沿いの浅場がアユ仔魚にとって重要な成育場所となっていることが各地の調査で明らかにされており(Senta & Kinoshita, 1985; 塚本ほか, 1989; 日比野ほか, 2002; 田子, 2002b; 高橋, 2005; 大竹, 2006; 吉本ほか, 2006; 小泉, 2011), 淀川河口域においても他地域と同様, 岸沿いの浅場を成育場所とすることが明らかになった。東京湾奥域で行われた調査ではアユは砂浜や干潟で多く採集された一方, 垂直護岸では採集されていない(小泉, 2011)。淀川河口が位置する大阪湾奥域の海岸線はほとんどが人工護岸で覆われており, アユ仔魚が接岸し, 成育場所となるような浅場は極めて少ない(社団法人瀬戸内海環境保全協会, 2009)。そのような状況下で, 本研究でアユ仔魚の接岸, 成長が確認された淀川河口域の岸沿いが, 淀川を流下してきたアユ仔魚にとって重要な成育場所となっていることは間違いないであろう。

岸沿いからの移動

岸沿いにおいてアユ仔魚は1月には採集されず, 2月, 3月には採集されたものの, 個体数は大きく減少した。富山湾沿岸の砂浜海岸で行われた調査では, アユ仔魚は波打ち際へ接岸した後, 「水温10℃を下回る」「平均体長が23mm近くになる」

といった水温低下や成長に伴って波打ち際を離れて沖側の浅海域へと移動することが報告されている(田子, 2002b)。本研究において, 岸沿いでアユ仔魚が採集されなかった1月には調査時の水温が10℃を下回っている(Fig. 3)ことや, 岸沿いでも体長20mm以上の採集数が少ない(Fig. 7)ことから, 水温低下や成長に伴って岸沿いを離れた可能性が高い。岸沿いを離れたアユ仔魚がどこに分布しているかは不明であるが, 水温が10℃以上となった2月, 3月に岸沿いでの採集数が少なかったことから, 多くは岸沿いから離れ, さらに淀川河口域から海域側へと分布を移した可能性もある。淀川への遡上量には冬季の大阪湾沿岸域の水温が影響していることが指摘されており(竹門ほか, 2014), 水温低下や成長により岸沿いを離れて以降のアユ仔魚の分布についても今後, 明らかにしていく必要がある。

淀川個体群を保全していく上での課題

本研究により, 淀川河口域はアユ仔魚の成育場所となっており, 淀川に遡上するアユを保全していく上でも重要な水域であることが示唆された。しかし, 前述したように淀川では上流からの水は淀川大堰によって, 今回調査を行った水域と大阪市の中心部を流れる大川に分けられ(Fig. 1), 出水時を除き通常は大川方面への流量が圧倒的に多い(辻山・中西, 2004)。つまり, 上流からのアユ仔魚は大川方面へと流下していく個体数が多いことが推測される。大川岸沿いは, ほとんどがコンクリート護岸となっており, 毛馬閘門から約2km下流に造成された人工砂浜(大阪府/「大阪府ふれあいの水辺づくり」事業について, URL: <http://www.pref.osaka.lg.jp/kasenkankyo/tokusyoku/fureaitop.html> 2015.2参照)がある以外は, 浅場がほとんどみられない。大川方面へ流下したアユ仔魚の分布や生残の実態についても, 今後, 淀川

のアユを保全していく上で重要な課題と考えられる。

謝辞

本研究は財団法人河川環境管理財団河川整備基金研究助成を受けて実施しました。大阪市立大学大学院工学研究科・矢持進教授には、本研究を行う機会を与えていただきました。船舶を使用した調査にあたっては、北村泰規氏をはじめとする大阪市漁業協同組合の方々に大変お世話になりました。大阪府立環境農林水産総合研究所水産技術センター・佐野雅基主幹研究員、山本圭吾主任研究員、京都府農林水産部水産課・富士泰期博士には現場調査で、水産技術センター非常勤職員の方々にはサンプルを処理するにあたり、大変ご協力いただきました。本稿をまとめるにあたり、2名の査読者の方々には貴重なご意見をいただきました。厚く御礼申し上げます。

引用文献

- あくあびあ芥川共同活動体（編）. 2012. 芥川のアユ アユが町にやってきた！. 22pp. 高槻市教育委員会, 高槻.
- 東 健作. 2005. アユの海洋生活期における分布生態. 高知大学海洋生物研究センター研究報告, 23: 59-112.
- 原田慈雄・高橋芳明・藤井久之. 2009. 和歌山県日高川における近年のアユ資源変動メカニズム. 海洋と生物, 184: 508-514.
- 日比野学・太田太郎・木下 泉・田中 克. 2002. 有明海湾奥部の干潟汀線域に出現する仔稚魚. 魚類学雑誌, 49: 109-120.
- 細谷和海. 2013. アユ. 「日本産魚類検索全種の同定第三版」(中坊徹次編), pp. 360. 東海大学出版会, 神奈川.
- 兵藤則行・関 泰夫. 1985. 海産稚仔アユに関する研究-II, 流下仔アユの生残におよぼす絶食の影響(1). 新潟内水試研報, 12: 15-22.
- Kendall, A. W. Jr., E. H. Ahlstrom & H. G. Moser. 1984. Early life history stages of fishes and their characters. In: Ontogeny and systematics of fishes. (eds. H. G. Moser, W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall, Jr. & S. L. Richardson), pp. 11-12. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Kansas.
- 小泉正行. 2011. 東京湾奥におけるアユ仔稚魚の分布と遡上. 海洋と生物, 197: 523-529.
- 工藤孝也. 2009. 広島県太田川におけるアユ仔稚魚の流下から遡上までの生残状況. 海洋と生物, 184: 515-521.
- 大美博昭・鍋島靖信・日下部敬之. 2001. 大阪湾奥河口域における幼稚魚の出現種と種類数の季節変化について. 大阪水試研報, 13: 61-72.
- 大竹二雄. 2006. 海域におけるアユ仔稚魚の生態特性の解明. (独) 水産総合研究センター研究報告, 5: 179-185.
- Senta, T. & I. Kinoshita. 1985. Larval and juvenile fishes occurring in surf zones of western Japan. Transactions of the American Fisheries Society, 114: 609-618.
- 社団法人瀬戸内海環境保全協会. 2009. 瀬戸内海の環境保全資料集. 102pp. (社) 瀬戸内海環境保全協会, 兵庫.
- 高橋勇夫. 2005. 四万十川河口域におけるアユの初期生活史に関する研究. 高知大学海洋生物教育研究センター研究報告, 23: 113-173.
- ・新見克也. 1999. 矢作川におけるアユの生活史-II, 遡上から産卵・流下までの生態. 矢作川研究, 3: 247-267.

- 田子泰彦. 2002a. 富山湾の河口域およびその隣接海域表層におけるアユ仔魚の出現・分布. 日本水産学会誌, 68: 61–71.
- . 2002b. 富山湾の砂浜域砕波帯周辺におけるアユ仔魚の出現, 体長分布と生息場所の変化. 日本水産学会誌, 68: 144–150.
- 竹門康弘・浦部真治・角 哲也. 2014. 淀川のアユ溯上数に与える大阪湾の環境要因の影響. 京都大学防災研究所年報, 57B: 550–560.
- Takeshima, H., K. Iguchi & M. Nishida. 2009. Ayu (*Plecoglossus altivelis*) in a contact zone between amphidromous and landlocked forms: genetic analyses of populations in the Yodo River system. Zoological Science, 26: 536–542.
- 辻野耕實・安部恒之・日下部敬之. 1995. 大阪湾南部砕波帯に出現する幼稚仔魚. 大阪水試研報, 9: 11–32.
- 辻山正甫・中西史尚. 2004. 自然豊かな淀川を指して—汽水域の過去と現在—. 関西自然保護機構会誌, 26: 101–107.
- Tsukamoto, K. & T. Kajihara. 1987. Age determination of ayu with otolith. Nippon Suisan Gakkaishi, 53: 1985–1997.
- 塚本勝巳. 1988. アユ回遊のメカニズムと行動特性. 現代の魚類学 (上野輝彌・沖山宗雄編), pp. 100–133. 朝倉書店, 東京.
- . 1991. 長良川・木曽川・利根川を流下する仔アユの日齢. 日本水産学会誌, 57: 2013–2022.
- ・望月賢二・大竹二雄・山崎幸夫. 1989. 川口水域におけるアユ仔稚魚の分布・回遊・成長. 水産土木, 25: 47–57.
- 八木佑太・美藤千穂・舟越 徹・木下 泉・高橋勇夫. 2006. 土佐湾沿岸域におけるアユ仔魚の分布および食性. 日本水産学会誌, 72: 1057–1067.
- 吉本 洋・藤井久之・中西 一. 2006. 日高川河口域におけるアユ仔魚の出現. 水産増殖, 54: 543–551.

原 著

和泉葛城山ブナ林の衰退と土壌化学性の劣化

大阪府立大学工業高等専門学校 環境物質化学コース 伊 藤 和 男
大阪府立大学工業高等専門学校 環境物質化学コース 慈 幸 真 志
大阪府立大学工業高等専門学校 環境物質化学コース 竹 内 康 晃
大阪府立大学工業高等専門学校 環境物質化学コース 岡 田 和 也

Tree decline and degradation of soil chemistry in Japanese beech (*Fagus crenata*) forest at Mt. Izumikatsuragi. Kazuo Ito, Shinji Jiko, Yasuaki Takeuchi and Kazuya Okada (*Environmental and Materials Chemistry Course, Osaka Prefecture University College of Technology*)

The beech (*Fagus crenata*) forest of a Japanese natural monument is distributed near the top of Mt. Izumikatsuragi located in the boundary area between Osaka Prefecture and Wakayama Prefecture. However, in late years it is pointed out that the forest has declined and degraded. To clarify the relationship between soil acidification and forest inclination in the area, we investigated the degree of the tree inclination and chemical properties of the forest soil in detail. Results of our study indicated that the forest inclination is correlated with soil acidification, suggesting that the soil acidification associated with acid rain is probably one of the causes of the forest inclination in the area.

Keywords : acid rain, Mt. Izumikatsuragi, soil acidification, The beech forest, tree decline

要旨：国指定の天然記念物であるブナ林が、大阪府と和歌山県の境に位置する和泉葛城山山頂付近に分布している。しかし近年衰退傾向にあることが指摘されている。本研究では、ブナ林の衰退と土壌酸性化の関係を明らかにするため、ブナの衰退度調査と各ブナ木周辺の詳細な土壌調査を行った。その結果、衰退が進んだブナの周辺の土壌は酸性化が進んでいることが明らかとなった。同地域のブナの衰退には酸性雨による土壌酸性化が要因の一つである可能性が示唆された。

キーワード：酸性雨，和泉葛城山，土壌酸性化，ブナ林，樹木衰退

はじめに

大阪府と和歌山県の境に位置する和泉葛城山の山頂付近に、国指定の天然記念物であるブナ林が分布する。同ブナ林分布域の暖かさ指数は85であり（日本自然保護協会関西支部，1985），ブナ分布域の南限圏にある等の理由で、天然記念物に指定されている。しかし、近年、衰退傾向にあるこ

とが以下の報告で指摘されている。吉井（1921）による報告では、山頂付近8haにおいて、直径約30cm以上のブナが1800本であった。しかし、60年後の1980～82年の鰐谷（1993）の調査では、同じく直径30cm以上のブナが225本と報告され、大きく減少している。また、ブナ林の面積においても、1971年の報告（宮脇ほか，1971）や、1979年の報告（豊原，1979）では、実質的に約1.5ha

に縮小していると指摘されている。豊原によると、山頂道路が開通した後、林縁部から枯損が始まったことが観察されている。また、布谷（1977, 1978）は、ブナ林の構成樹種に二次林要素の強い樹種が多く含まれていること、ブナの胸高直径頻度分布から5 cm未満の稚樹が少ないことから、このままでは、ブナ林の将来にわたる存続が危ういことを指摘した。ブナ林保全のため、周辺林分を将来ブナ林に変えてブナ林の面積を拡大するための調査も行われた（伊藤ほか, 1991）。また、田中（1996）は、ブナの結実度・種子生産の調査結果をもとに、保護増殖の手法を示している。

ブナ林衰退の原因としては、山頂道路開通により、乾燥した空気が吹き込むことによる林内の乾燥が指摘されている（布谷, 1997）。また、林分全体として更新の時期を迎えようとしているのではないかと指摘もされている。また、観光のための入山者の増加による環境悪化も原因として考えられている。

また、京都市内2カ所のスギ林およびヒノキ林において、酸性雨による土壌の劣化が樹木の衰退に影響を与えている可能性が指摘されている（Ito et al., 2011）。ここでは、土壌の化学特性によるブナ林への影響を明らかにするため、複数のブナの衰退度と、各ブナの周辺土壌の土壌化学性について調査した。その結果、土壌の劣化傾向が明らかになったので、詳しく報告する。

調査地及び調査方法

調査地は、図1に示した、大阪府（岸和田市、貝塚市）と和歌山県（紀ノ川市）の境界に位置する和泉葛城山（標高858m）で行った。本調査では大阪府側の和泉葛城山、山頂付近（高麗（たかおがみ）神社周辺）のブナ林について調査を行った。山頂付近のブナを無作為に8本選定して、衰

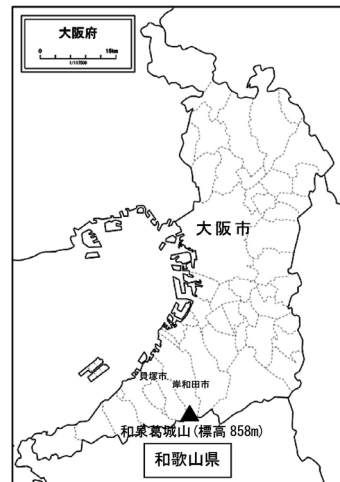


図1. 和泉葛城山の位置. 標高858mの頂上付近のブナ林で調査.

退度の測定および、幹周辺土壌の採取を行った。調査日は2010年5月28日である。試料数が8本と少ないが、土壌試料の採取の際に、ブナの根を傷める可能性があるため、最低限の試料数とした。衰退度は、環境省・林野庁の基準をもとに測定した（環境省・林野庁, 1986）。図2には、調査を行った衰退しているブナ木の例（衰退度4）を示した。土壌への降水の影響を調べるため、樹冠通過雨（林内雨）が土壌に直接影響し、樹幹流の影響がないと想定される、樹幹から50cm離れた地点の表面から深度20cmまでの土壌を試料とした。最表層のO層を除き、採取した。辰巳（1993）の資料によれば、山頂付近のブナ林土壌のA層の厚さは、平均14cmであった。今回の採取土壌試料は、大部分がA層であり、一部B層を含んでいると考えられる。また、採取した土壌は、すべて日本で一般的な褐色森林土であった。

化学分析のため、風乾土壌：水を1：1とする水抽出溶液（土壌溶液の近似溶液）を作成し、pH、および Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^{+} 、 Na^{+} イオン濃度（ICP発光分析装置 SHIMADZU ICPS-7000）、 SO_4^{2-} 、 NO_3^{-} 、 Cl^{-} イオン濃度（イオンクロマト



図2. 和泉葛城山ブナ林の衰退木の例（写真中央、衰退度4のブナ）。

グラフ、DKK-TOA ICA-2000）の測定を行った。また、交換性陽イオンの測定もICPにより行った。交換性陽イオンは、Srを交換イオンとして使用する方法を用いた（亀和田・柴田，1997）。陽イオン交換容量は、各陽イオンの和から計算した有効陽イオン交換容量（ECEC）とし、交換性Alと交換性Hは、滴定法により測定した（The Second Interim Scientific Advisory Group Meeting of Acid Deposition Monitoring Network in East Asia, 2000）。土壌pHはpHメーター（HORIBA pH METER F-52）で測定した。

結果および考察

ブナの衰退度と土壌の化学性

表1に、ブナの衰退度の測定結果を示した。衰退度1は健全木，2は軽微な衰退，3は明らかな衰退，4は深刻な衰退，5は枯損に近い衰退である。頂上付近のブナを無作為に選び，衰退度を測定した。ただし，観光客による影響を考慮して，参道および遊歩道に近いブナは避け，また隣木と

近接しているブナも避けた。さらに，微地形の影響を考え，なだらかな地点のブナを選び，急斜面では選んでいない。ただし，胸高直径の影響を調査するため，いろいろな胸高直径のブナを選定した（胸高直径が極端に大きいものや小さいものは除く）。その結果，調査木8本中，衰退度4が1本，衰退度3が3本，衰退度2が4本と衰退が顕著に見られた。調査木の中では，衰退度1および5のものは認められなかった。胸高直径は20.3～46.6cmで，平均は34.7cmであった。なお，調査木が8本と少ないため，葛城山全体の平均値とは限らない。

調査地点の土壌pH（表面から深さ20cmまでの層の平均）は，表1のように3.95～4.24までの範囲に分布し，平均値は，4.13（±0.29）であった。カッコ内は95%信頼区間である。環境省による2000年の調査によれば（環境省，2003），日本全国の褐色森林土の表面から深さ20cmまでの層の平均値は5.0（±0.3）となっている。なお，本研究では，土壌：水＝1：1で土壌pHを測定しているが，環境省の測定では，土壌：水＝1：2.5で測定されている。しかし，土壌には強いpH緩衝能があり，土壌：水の比率にほとんど依存しないため，そのまま比較が可能である（和田，2014）。以上のことから，調査地の土壌pHは全国平均と比べて明らかに低く，酸性の強い土壌であると考えられる。また，調査地での土壌pHとブナの衰退度には関係が認められ（表1，図3），土壌pHが低下するに従い（すなわち酸性化するに従い），衰退度が増加する傾向が認められた。衰退度と土壌pHとの関係の統計的な有意性を検証する目的でスピアマンの相関係数を求めた。結果，スピアマンの相関係数（大野・磯田，1990；中川，2015）は $\rho = -0.92$ で $p < 0.05$ となり，土壌pHとブナの衰退度の間には強い相関がある確率が高いと考えられる。

表 1. 和泉葛城山ブナ林土壌の交換性陽イオン量, 土壌pH, および調査木の衰退度の2010年（本研究）と1990年（辰巳ほか, 1994）の測定値.

測定時期	ブナ樹木の 衰退度	交換性陽イオン(cmol _c /kg)						土壌 pH
		Ex-Ca	Ex-Mg	Ex-K	Ex-Na	Ex-Al	Ex-H	
2010年の 測定値	2	1.21(1.29)	0.25(0.19)	0.03(0.10)	0.16(0.22)	10.95	0.58	4.24
	2	2.19(2.33)	0.48(0.37)	0.09(0.31)	0.06(0.08)	5.53	0.20	4.24
	2	1.23(1.31)	0.22(0.17)	0.04(0.14)	0.06(0.08)	5.83	0.68	4.21
	2	1.21(1.29)	0.25(0.19)	0.06(0.20)	0.06(0.08)	6.43	0.18	4.18
	3	0.95(1.01)	0.34(0.26)	0.05(0.19)	0.07(0.09)	6.13	0.63	4.10
	3	2.67(2.84)	0.55(0.42)	0.08(0.29)	0.06(0.08)	5.43	0.70	4.03
	3	1.33(1.42)	0.28(0.22)	0.07(0.23)	0.06(0.08)	9.80	0.60	4.09
	4	1.82(1.93)	0.41(0.31)	0.03(0.12)	0.07(0.09)	8.73	1.33	3.95
平均	2.4	1.58(1.68)	0.35(0.27)	0.06(0.20)	0.07(0.10)	7.35	0.61	4.13
1990年の 測定値	1	2.93	1.14	0.60	-	-	-	4.28
	1	1.96	0.85	0.44	-	-	-	4.35
	1	0.26	0.25	0.26	-	-	-	4.56
	平均	1.72	0.75	0.43	-	-	-	4.40

()内の数値はSr法による測定値

次に, 交換性の陽イオンの測定値を表 1 に示した。栄養塩であるCa, Mg, KおよびNaと, 有害金属であるAlの分析結果である。また, 褐色森林土の全国平均（環境省, 2003）と比較した結果を図 4 に示した。図 4 から, 和泉葛城山調査地の土壌の交換性栄養塩のうち, Caは全国平均の約 1/4, Mgは約1/10,Kは約1/5と全国平均よりかなり低かった。図 4 には, それぞれの測定値の95%信頼区間を, 示している。なお, 環境省（2003）ではNaについては報告されていない。逆に有害なAlは全国平均の約 2 倍となっていた。調査地点の土壌の栄養状態は全国平均と比較して低いレベルにあると考えられる。また, 表 2 には塩基飽和度 (Ca+Mg+K+Na)/ECEC も示した。多くの土壌試料で, 塩基飽和度は20以下となり, 平均値は20.49となった。さらに, Naを除いた塩基飽和度について, 環境省（2003）の全国平均と比較した。日本の森林土壌では, 交換性イオンの量は一般的に, Ca>Mg>K>Naの順に減少することが知られている（河田, 1989）。このため, Naを

除いた塩基飽和度の比較にも, 十分意味があると考えられる。Naを除いた塩基飽和度は, 調査地の褐色森林土では平均19.89%であったが, 日本全国で採取された褐色森林土の平均値は70.1%と報告されている（環境省, 2003）。このように調査地の褐色森林土の塩基飽和度は, 日本の一般的な森林土よりもかなり低い。こうした低い塩基飽和度は, 一部の植物の生育を妨げる可能性がある。一方, 調査地の土壌の塩基飽和度とブナ樹木の衰退度の間には大きな関連性は認められず, スピアマンの相関係数でも $\rho = -0.12$ と相関性が弱いことを示している。

Sr法で測定した調査地域の交換性陽イオン量の結果（表 1）を環境省（2003）のNH₄⁺法による測定結果と比較するため, 石田（2011）のSr法からNH₄⁺法への換算係数を用いて, NH₄⁺法を用いた場合の調査地域の交換性陽イオン量を推定した（表 1）。なお, 石田（2011）の換算係数は, 大阪府, 京都府, 奈良県の褐色森林土について, Sr法およびNH₄法で測定を行い, その相関関係よ

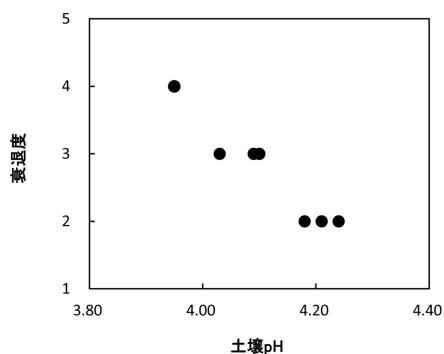


図3. 和泉葛城山ブナ林土壌の土壌pHと衰退度.

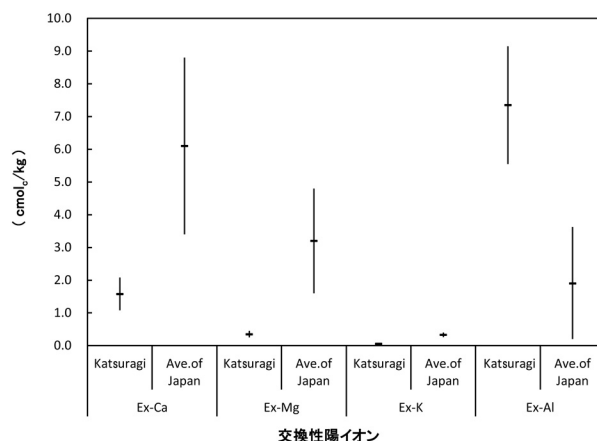


図4. 和泉葛城山ブナ林土壌のイオン交換性Ca, Mg, K, Al量と全国平均との比較.

表2. 和泉葛城山ブナ林土壌のCEC, 塩基飽和度, Na除く塩基飽和度, 土壌溶液のモル比, および調査木の胸高直径の測定値.

測定時期	ブナ樹木の 衰退度	CEC (cmol _c /kg)	塩基 飽和度(%)	Na除く 塩基飽和度 (%)	土壌溶液の (Ca+Mg+K)/Al モル比 (mol/mol)	胸高直径 (cm)
2010年の 測定値	2	13.16	12.45	11.36	2.24	40.6
	2	8.54	32.98	32.53	5.66	35.6
	2	8.04	19.17	18.61	1.93	20.3
	2	8.18	19.27	18.68	2.06	23.3
	3	8.16	17.24	16.54	0.951	40.5
	3	9.48	35.40	35.01	0.933	46.6
	3	12.14	14.35	13.91	0.906	27.7
	4	12.38	18.81	18.34	0.346	42.7
平均	2.4	10.01	20.49	19.89	2.10	33.5

り換算係数を求めている。

次に土壌溶液の近似である, 土壌: 水 = 1 : 1 の抽出液のCa, Mg, KおよびAlの濃度 (mol/L) から, モル比, (Ca+Mg+K) / Al (mol/mol) を計算した。このモル比は, 土壌酸性化の重要な指標として使われているものである (Sverdrup & Vries, 1994)。表2のように, 半分の試料が, 1以下の値を示した。Izuta et al. (2001) の報告では, ブナの3年生苗を用いた実験で, モル比10.9での成長量に対して, モル比が5.34, 1.69, 0.84では, それぞれ約5%, 25%, 35%の減少が

認められている。ただし, 統計的に有意な減少が認められたのはモル比1.69と0.84のみで, 5.34では有意差が認められていない。

調査地の土壌のモル比は, 1試料を除いて約2以下であり, 半数の4試料が1以下であった。Izuta et al. (2001) の実験結果に基づく, これらの低いモル比は, 調査地において酸性の土壌がブナの生育を大きく阻害しうることを示唆する。また, 図5には, 土壌のモル比とブナの衰退度の関係を示した。調査地でのモル比とブナの衰退度には関係が認められ, モル比が高くなるにつれ,

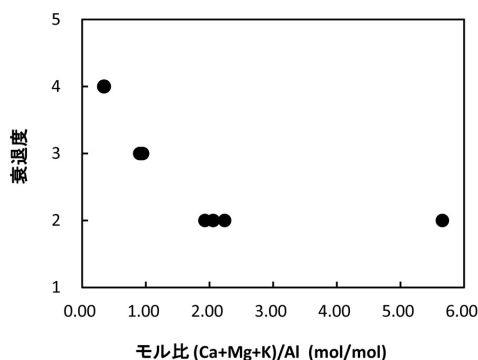


図5. 和泉葛城山ブナ林の土壤溶液中のモル比 ((Ca+Mg+K)/Al) と衰退度。

衰退度が増加する傾向が認められた。スピアマンの相関係数を求めて統計的な検証を行った結果、スピアマンの相関係数は $\rho = -0.91$ で $p < 0.05$ となり、土壌pHと同様にモル比とブナの衰退度の間には強い相関がある確率が高いことが示された。

しかし、塩基飽和度と衰退度の関係を調べた結果、スピアマンの相関係数は $r = -0.29$ で相関は認められなかった。また、衰退度とブナの胸高直径との関係を調べたところ、スピアマンの相関係数は $\rho = 0.587$ であったが、有意確率は $p > 0.05$ となり、有意水準5%では相関が認められなかった。

以上のように、調査地の褐色森林土のpH、塩基飽和度および (Ca+Mg+K)/Alのモル比は、全国のものと比較して明らかに低かった。また、調査地において、土壌のpHおよびモル比はブナの衰退度と相関が認められた。これらのことは、同地域で認められるブナ林の衰退の一因が酸性の土壤にある可能性を示唆する。

土壌酸性化の原因について

今回の測定以前にも、1990年に和泉葛城山ブナ林の山頂付近（高靄（たかおがみ）神社周辺）3カ所の土壤分析が行われている（辰巳，1993）。以前のデータと今回のデータの比較を、表1に示

した。1994年の報告（辰巳ほか，1994）では、和泉葛城山ブナ林3カ所の最表層（0～5 cm層）の土壌pHが測定されており、その値は、4.28～4.56であり、平均は4.40であった（表1）。

一般に土壌の最表層部のpHは、下層よりも低くなる傾向が報告されている（例えば、環境省，2003）。1990年に採取された葛城山の褐色森林土でも最表層より下の第2層（14cm以深，B層）では、4.52～4.84で、上述のように最表層の土壌はこれよりも高い（辰巳ほか，1994）。本研究で2010年に採取した0～20cm層のpH3.95～4.24は、1990年に測定された土壌のpHよりも明らかに低い。辰巳ほか（1994）と本研究では土壌の試料採取地点が異なるため、直接的な比較はできないが、約20年間で酸性化が進んだ可能性が考えられる。

また、20年間で、交換性陽イオンのCaはほとんど変化していなかったが、Mgはほぼ1/2に、Kはほぼ1/5になっていた（表1）。それぞれのイオンについてt検定によって有意差を調べた結果、Caでは、 $p = 0.81$ 、Mgでは $p = 0.035$ 、Kでは $p = 0.00008$ であり、Mgは有意水準5%で有意差が認められ、Kも同様に有意差が認められた。ただし、環境省（2003）の測定結果では、0～10cm層の全国平均で、Ca=7.1、Mg=3.3、K=0.41に対して、10～20cm層全国平均では、Ca=5.0、Mg=3.1、K=0.25であり、表面層の方が高い値が得られている。そのため、土壌層の違いを考慮すると、実際の交換性イオンの減少はより小さくなると推定される。しかし、この20年間で調査地域の交換性MgとKイオンが減少した可能性が高いと考えられる。このことは、土壌酸性化過程において、これらの交換性陽イオンが溶脱した可能性を示している。以上のように本調査地域では、20年間に土壌の酸性化が進行した可能性が考えられる。なお、交換性のNa、Alは、20年前の測定値が報告されていないため比較できなかった。

ヨーロッパを中心に、酸性雨による土壤酸性化が観測され、大規模な森林被害が発生している。我が国でも、長期間にわたり酸性雨が観測されているため、土壤酸性化の懸念が持たれている。しかし、国内の土壤では、緩衝能の高い土壤タイプの分布が大きく、ヨーロッパのような大規模な土壤酸性化は発生していないといわれている (Takahashi et al., 2001)。けれども、京都の社寺林土壤 (Ito et al., 2011) や、岐阜県の観測 (環境省, 2009) など、土壤酸性化の可能性が指摘されている地域が存在する。大阪市では、降水のpHが毎年測定され、1999年よりpH4.82以下の酸性雨が降り続いていることが、環境省、地球環境研究センター、全国環境研協議会による酸性雨調査 (URL: <http://db.cger.nies.go.jp/dataset/acidrain/ja/research.html>, 2014.10参照) に掲載されている。和泉葛城山のある大阪府岸和田市のデータは少ないが、2007年の測定では、大阪市のpHが4.69 (6月), 4.79 (10月) に対して、岸和田市は4.57 (6月), 4.99 (10月) であった (大阪府酸性雨共同調査 (APSN-OSAKA), 2007)。岸和田市でも大阪市と変わらない酸性度の雨が降っていると考えられる。褐色森林土は一般に酸性雨に対して中程度の緩衝能を持つとされ (村野, 1997)、酸性雨に対する耐性がそれほど強くない。和泉葛城山の褐色森林土においてここ20年で酸性化が進んでいたなら、酸性雨がその原因である可能性が考えられる。

国内のブナ林衰退状況と葛城山との比較

国内でブナ林の衰退が顕著な地域として、神奈川県丹沢山地がある。同地域のブナ林の衰退は、その範囲が広く、衰退の程度も激しく、枯死木が約3割に及んでいるなど、葛城山とは、その様相が大きく異なっている (山根ほか, 2007)。丹沢

では、ブナの枯損の原因として、大気汚染によるオゾン濃度上昇が重要であると考えられている (山根ほか, 2007)。丹沢でのオゾン濃度は年平均42~46ppb (1995年~2000年) で (阿相ほか, 2001)、オゾンの暴露量を示す指標の一つであるAOT40 (12h) の値 (オゾンの1時間値が40ppbを超えた部分の積分値) は、ブナの着葉期 (5月~9月) の平均で、17ppm・hであった (河野ほか, 2007)。河野ら (2007) によれば、ブナの成長が抑制されるクリティカルレベルはAOT40 (12h) で17ppm・hである。また、Matyssek et al. (1995) のAOT40 (24h) によるクリティカルレベルからみると、丹沢の値は、クリティカルレベルの2倍を超えていた。これらのことから、オゾンが丹沢のブナの生育を阻害しうると考えられる。この他にブナの衰退の原因として、シカの食害が指摘されている。丹沢での調査では、シカによる林床植生の採食により、土壤の乾燥化および土壤浸食が進み、土壤環境が悪化し、結果、ブナが衰退する一因になると考えられている (初ほか, 2010)。また、食葉性のブナハバチの幼虫による葉の食害も、ブナ衰退の要因の一つと考えられている。特に何らかの原因で衰退したブナ個体にはブナハバチが集中して産卵するため、葉の食害が進行して、枯死に至ると推定されている (山上ほか, 2007)。一方、同地域の土壤は葛城山と同様の褐色森林土であるが、2002年の土壤pHの測定値は約5.2~6.0 (越地ほか, 2005) で、また交換性陽イオンの Ca^{2+} と M^{2+} の和は約5~12cmolc/kgで土壤の酸性化は認められていない。したがって、丹沢のブナの衰退は土壤酸性化によるものではなく、シカの食害、ブナハバチの食害、そして高濃度のオゾン等による複合的な要因で衰退が進行していると考えられている。

その他に国内でブナの衰退が報告されている地域は、福岡県英彦山 (猪上ほか, 2002)、静岡県

富士山（中西ほか，2011）などである。その衰退原因についても，オゾン，酸性霧，ブナハバチ等の虫害，台風等の風害，温暖化，少雪化，土壤乾燥化，シカの食害など多くの要因が指摘されているが（武田・小松，2012），まだ，原因は明らかにされていない。ただし，上記両地域とも，土壤の酸性化についての調査はされていない。

以上のように，ブナの衰退には様々な原因が考えられている。和泉葛城山でのオゾン濃度を測定した報告はないが，大阪府内ではオキシダント濃度（オゾンと他の酸化性物質の合計で，オゾン濃度よりも少し大きい値を示す）が報告されており，2005年の年平均値は30ppb（富田林市役所），27ppb（浜寺）などであった（和田・山本，2008）。これらの値は丹沢と比較して低い値であり，和泉葛城山の測定値はないが，丹沢のオゾン濃度よりかなり低いものと想定される。また，非静力領域化学輸送モデルによるオゾン濃度推定によると，大阪府，和歌山県のオゾン濃度は，ブナに影響を与えるレベルではなかった（環境省，2012）。以上のことから，少なくとも和泉葛城山においてブナ林の衰退にはオゾンは影響していないと考えられる。一方，和泉葛城山において，ブナハバチの食害については詳細な報告がなされていないため，それらの影響については，現在のところ明らかではない。

まとめ

本研究では，和泉葛城山におけるブナ衰退度の測定および褐色森林土の土壤化学特性を調べた結果，国内の一般的な褐色森林土と比べて同地域の土壤pHが低いこと，Ca，Mg，K等の栄養塩が少なくAlが多いこと，塩基飽和度が著しく低いことが明らかとなった。土壤化学特性から，酸性土壤がブナの衰退の一因である可能性を示唆した。土

壤の酸性化については，今後とも注視する必要があると考えられる。

謝辞

和泉葛城山の土壤調査にあたり，文化庁，大阪府，岸和田市および塔原町，高麗神社総代様にご協力をいただきました。深く感謝致します。

引用文献

- 阿相敏明・武田麻由子・相原敬次．2001．西丹沢における酸性雨及び大気環境物質の汚染状況．神奈川県環境科学センター研究報告，24：82－89．
- 鰐谷 勉．1993．天然記念物指定区域と周辺区域のブナの毎木調査．「和泉葛城山ブナ林保護増殖調査報告」（天然記念物と和泉葛城山ブナ林保護増殖調査委員会編）．pp．60－87．岸和田市教育委員会貝塚市教育委員会，大阪．
- 初 磊・石川芳治・白木克繁・若原妙子・内山佳美．2010．丹沢堂平地区のシカによる林床植生衰退地における新床合計被覆率と土壤侵食量の関係．日林誌，92：261－268．
- 猪上信義・野田 亮・佐々木重行．2002．福岡県英彦山におけるブナ林の衰退現象と立地との関係．九州森林研究，55：54－57．
- 石田杏菜．2011．土壤中交換性イオンの2つの測定法の比較．（大阪府立大学高専物質化学コース 卒業研究）．
- Ito, K., Y. Uchiyama, N. Kurokami, K. Sugano & Y. Nakanishi. 2011. Soil acidification and decline of trees in forests within the precincts of shrines in Kyoto (Japan). Water Air Soil Pollution, 214：197-204.
- 伊藤孝美・榎 幹雄・高原 光・川井裕史．1991．

- 和泉葛城山ブナ林周辺の植生と森林構造. 大阪農業技術センター研究報告, 27: 5-13.
- Izuta, T., T. Yamaoka, T. Nakaji, T. Yonekura, M. Yokoyama, H. Matsumura, S. Ishida, K. Yazaki, R. Funada & T. Koike. 2001. Growth, net photosynthetic rate, nutrient status and secondary xylem anatomical characteristics of *Fagus crenata* seedlings grown in brown forest soil acidified with H_2SO_4 solution. *Water Air Soil Pollution*, 130: 1007-1012.
- 亀和田國彦・柴田和幸. 1997. 陽イオン交換容量の測定を要さない土壌試料のための簡易な交換性陽イオンの浸出法. *日本土壌肥科学雑誌*, 68: 61-64.
- 環境省. 2003. 酸性雨対策調査総合取りまとめデータ集 昭和58～平成14年度. 日本環境衛生センター・酸性雨研究センター, 東京. (CD版).
- . 2009. 酸性雨長期モニタリング報告書(概要) 2009. 12pp. 環境省, 東京.
- . 2012. オゾン及び粒子状物質に係る解析. 「越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング(平成20～22年度)中間報告」(環境省編), pp. 68, 87. 環境省, 東京.
- 環境庁・林野庁. 1986. 関東地方におけるスギ林の衰退と酸性降下物の影響に関する緊急調査結果. 72pp. 環境省, 東京.
- 河田 弘. 1989. 森林土壌学概論. 143pp. 博友社, 東京.
- 越地 正・相原敬次・中嶋信行・内山佳美・山根正伸・斎藤央嗣・田村 淳. 2005. 丹沢山地の主要山頂における土壌化学性の変化. 神奈川県自然環境保全センター研究報告, 2: 39-42.
- 河野吉久・須藤 仁・石井 孝・相原敬次・内山佳美. 2007. 丹沢山地周辺のオゾン濃度の実態とブナに対する影響. 「丹沢大山総合学術調査報告書」(丹沢大山総合学術調査団編). pp. 383-395. (財)平岡環境科学研究所, 神奈川県.
- Kuribayashi, M., T. Ohara, Y. Morino, I. Uno, J. Kurokawa & H. Hara. 2012. Long-term trends of sulfur deposition in East Asia during 1981-2005. *Atmospheric Environment*, 59: 461-475.
- Matyssek, R., M.S. G-Goerg, S. Maurer & T. Keller. 1995. Nighttime exposure to ozone reduces whole-plant production in *Betula pendula*. *Tree Physiol*, 15: 159-165.
- 宮脇 昭・古谷マサ子・井上香世子・鈴木邦雄・佐々木寧・原田 洋. 1971. 和泉葛城山系植生調査報告. 和泉葛城山系自然公園学術調査報告, 39: 37-69.
- 村野健太郎. 1997. 第3章 酸性の雨が降るとどういふ影響が出るか. 「酸性雨と酸性霧」, pp. 69. 裳華房, 東京.
- 中川雅央. 2015. 統計数値表一覧—数理的思考. 付表Spearmanの順位相関係数の統計量—知と情報の科学. (<http://www.biwako.shiga-u.ac.jp/sensei/mnaka/ut/spearmanstat.html>). 2015年7月参照.
- 中西隆之・太田良和弘・石井 聖. 2011. 富士山における大気汚染物質とブナ林の生育状況の関係について. 静岡県環境衛生科学研究所報告, 52: 91-96.
- 日本自然保護協会関西支部. 1985. 「大阪府自然環境調査報告書」(日本自然保護協会関西支部編), pp. 14-15. 大阪府農林部緑の環境整備室, 大阪.
- 布谷和夫. 1977. 「金剛・生駒山地及び和泉山脈の環境保全調査」(金剛・生駒山地及び和泉山脈の環境保全調査団編), pp. 65-79. 大阪府自然保護課, 大阪.
- . 1978. 大阪府下ブナ林の二次林化について.

- 大阪市立自然史博物館研究報告, 31: 27-38.
- . 1997. 国指定天然記念物と泉葛城山ブナ林をめぐる経過と現状. 関西自然保護機構会誌, 19: 121-129.
- 大阪府酸性雨共同調査 (APSN-OSAKA). 2007. 平成19年度測定結果資料. 大阪府, 大阪. (資料).
- 大野 豊・磯田和男. 1990. 新版数値計算ハンドブック. 1025pp. オーム社, 東京.
- Sverdrup, H. & W. De Vries. 1994. Calculating critical loads for acidity with the simple mass balance method, *Water Air Soil Pollution*, 72: 143-162.
- Takahashi, M., T. Sakata & K. Ishizuka. 2001. Chemical characteristics and acid buffering capacity of forest soils in Japanese forests. *Water Air soil Pollution*, 130: 727-732.
- 武田麻由子・小松宏昭. 2012. ブナ林衰退地域における総合植生モニタリング手法の開発. 神奈川県自然環境保護センター報告, 9: 45-51.
- 田中正視. 1996. 和泉葛城山ブナ林の保護増殖について. 大阪農業, 33: 78-82.
- 辰巳 眞. 1993. 大阪府農林技術センター. 平成4年度酸性霧等による森林生態系影響解明調査報告書 付属資料. 大阪. (個人作成資料).
- ・川井裕史・榎 幹雄・伊藤孝美・田口圭介. 1994. 府下の森林土壌に対する酸性雨影響調査. 大阪府農林技術センター研究報告, 30: 1-6.
- The Second Interim Scientific Advisory Group Meeting of Acid Deposition Monitoring Network in East Asia. 2000. Technical Documents for Soil and Vegetation Monitoring in East Asia (eds. The Second Interim Scientific Advisory Group Meeting of Acid Deposition Monitoring Network in East Asia 2000.), pp. 25-41. The Second Interim Scientific Advisory Group Meeting of Acid Deposition Monitoring Network in East Asia 2000, Nigata.
- 豊原 稔. 1979. 和泉葛城山のブナ林. 「第2回自然環境保全基礎特定植物群落調査報告書」(第2回自然環境保全基礎特定植物群落調査団編), pp. 43-45. 大阪府, 大阪.
- 和田信一郎. 2014. 第10章 土の性質の測定. 土壌学. (http://sky.geocities.jp/alloimo/SoilScience/12_ForestSoil_1_03.pdf). 2015年7月参照.
- 和田峻輔・山本勝彦 (国立環境研究所 C型共同研究グループ). 2008. テーマ16 ポテンシャルオゾンを用いた大阪府におけるオキシダント汚染状況の解析. 「大阪府環境農林水産総合研究所 研究発表会要旨集」(大阪府環境農林水産総合研究所編), 大阪府環境農林水産総合研究所, 大阪.
- 山上 明・谷 晋・伴野英雄. 2007. ブナハバチ食害によるブナ枯死とブナ林の衰退. 「丹沢大山総合学術調査報告書」(丹沢大山総合学術調査団編), pp. 256-268. (財)平岡環境科学研究所, 神奈川.
- 山根正伸・藤沢示弘・田村 淳・内山佳美・笹川裕史・越地 正・斎藤央嗣. 2007. ブナ林の衰退実態調査 丹沢山地のブナ林の林分構造と衰退状況. 「平成13~18年度 丹沢山地のブナ林衰退機構の解明に関する研究調査報告書」(丹沢山地のブナ林衰退機構の解明に関する研究調査団編), pp. 3-9. 神奈川県自然環境保全センター, 神奈川.
- 吉井義次. 1921. 和泉國葛城山ノぶな純林. 史蹟名勝天然記念物調査報告 天然記念物調査報告 大阪府下及徳島縣下ノ植物ニ関スルモノ, 27: 1-9.

短 報

滋賀県彦根市の農業用水路における スジエビ *Palaemon paucidens* とカワリヌマエビ属 *Neocaridina* spp. の分布

滋賀県立大学環境科学部

森 井 清 仁

滋賀県立大学大学院環境科学研究科

中 野 光 議

滋賀県立大学環境科学部

岩 間 憲 治

The distribution of the freshwater shrimp *Palaemon paucidens* and *Neocaridina* spp. within canals in Hikone City, Shiga Prefecture. Kiyohito Morii (*School of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture*), Mitsunori Nakano (*Graduate School of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture*) and Kenji Iwama (*School of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture*)

要旨：滋賀県彦根市の農業用水路における淡水性エビ類の分布を明らかにするため、2014年6月16日、20日、23日、30日に3水路12地点で調査を行った。その結果、スジエビ *Palaemon paucidens* が292個体、ヌカエビ *Paratya improvisa* が7個体、カワリヌマエビ属 *Neocaridina* spp. が497個体採捕された。スジエビは水路の下流部に多く分布しており、カワリヌマエビ属は水路の上流部に多く分布していた。こうした分布の違いを創出した要因を知るため、統計解析を行ったところ、河川から調査地点までの距離（水路の下流端からの距離）はスジエビの個体数に対して負の相関を示し、カワリヌマエビ属の個体数に対しては正の相関を示した。さらに、スジエビとカワリヌマエビ属の個体数には負の相関があった。よって、スジエビとカワリヌマエビ属の分布の違いは、河川から調査地点までの距離と他種のエビ類の存在が関係していることが示唆された。

キーワード：滋賀県、スジエビ、カワリヌマエビ、分布、外来種

はじめに

滋賀県にはスジエビ *Palaemon paucidens*、ヌカエビ *Paratya improvisa*、ミナミヌマエビ *Neocaridina denticulata denticulata* の3種のエビ類が自然分布している（豊田・関，2014）。また、移入種としてテナガエビ *Macrobrachium nipponense*、カワリヌマエビ属複数種 *Neocaridina* spp. が定着し、分布している（原田・西野，2004；滋賀県，URL：www.pref.shiga.lg.jp/d/shizenkankyo/files/ikenngaiyou.pdf 2014.12参照）。ただし、テナガエビは在

来種であるという説もある（原田・西野，2004）。また、カワリヌマエビ属は本調査で扱う種は特定の1種と考えられるが、同定が困難であることからカワリヌマエビ属複数種とした。

これらの移入種のうち、カワリヌマエビ属は中国や韓国から生きた釣り餌（商品名ブツエビ）として輸入され、それらが生きたまま放流された結果、日本の淡水域に定着し拡散した可能性が高いと考えられている（丹羽，2011）。また、鑑賞用ペットとしても流通しており、これらが放流され定着した可能性もある。滋賀県では、2001年に

はじめて琵琶湖北湖周辺の2つの内湖で採集され、その後分布を拡大している（滋賀県生きもの総合調査委員会，2011）。

一方、在来種のうち、ミナミヌマエビはカワリヌマエビ属に分類される。滋賀県生きもの総合調査委員会（2011）によれば、1930年代以降2000年頃まで、滋賀県で分布記録がなく、絶滅したと考えられてきた。ところが2000年以降、ミナミヌマエビが滋賀県で再発見されている（滋賀県生きもの総合調査委員会，2011）。しかし、これらのミナミヌマエビ個体群は他県からの移入種であるとされている（滋賀県生きもの総合調査委員会，2011）。こうした理由に加え、すべての個体を正確に同定することが困難であることから、本調査では、現在滋賀県に生息するミナミヌマエビは移入種としてカワリヌマエビ属にまとめる。

今回の調査で扱っているエビ類は、種ごとに若干の食性の偏りがあるものの、いずれも雑食性であり、餌資源が類似している。また、同所的に採捕される（西野，1978）ことから、生息場所も類似していると考えられる。そのため、餌資源や生息場所の競合が種間で発生している可能性がある。しかし、この競合関係については報告例が見当たらない。

そこで、エビ類の競合関係を知る第一歩として、滋賀県彦根市を流れる江面川水系の農業用水路におけるカワリヌマエビ属やスジエビ、ヌカエビの分布を調査した。

調査地

琵琶湖への流入河川である江面川と安食川間の接続水路へ繋がる水路の中から、水路を3本選び、それぞれを水路A，B，Cとした（図1）。そして各水路の上流と下流でエビ類が分布の違いを示すかを知るため、各水路に4つの調査地点を設定し

た。その上で、例えば水路Aについて下流から順に地点A-1～A-4と名付けた。

このうち、地点A-1，B-1，C-1は水田地帯にあり、江面川と安食川間の接続水路への接部から200m前後と比較的近く、琵琶湖流入河川の影響が比較的大きいと考えられる。また、地点A-2，B-2，C-2も水田地点にあるが、水路の下流端からの距離が地点A-1，B-1，C-1に比べて遠くなっている。地点A-3，B-3，C-3は集落内に位置し、地点A-4，B-4，C-4は住宅地と農地が混在している。なお、調査地周辺の水田地帯は、琵琶湖からの逆水灌漑を行なっている。これらの水路を流れる水には、水田地帯からの排水に、住宅街を通過した水が加わっており、水路CではC-3付近に湧水がみられた。また、B-4を除くすべての地点では調査期間中、恒常的に通水していたが、B-4では調査時に通水していなかつ

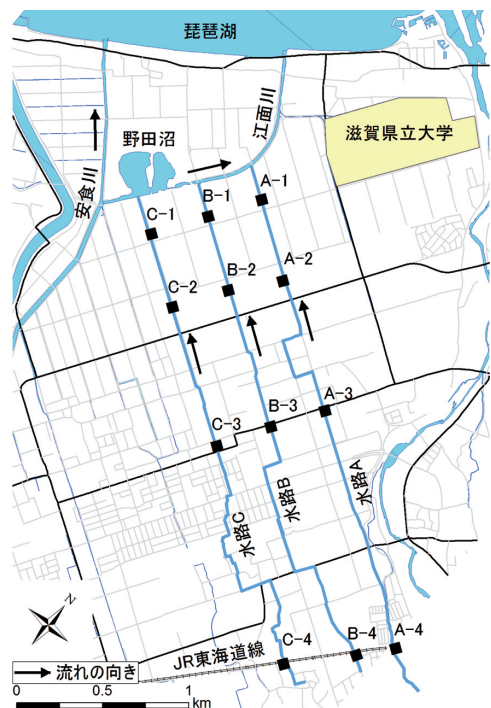


図1. 調査地概要。■は調査地点を示す。

た。

調査方法

田植えが終わり、水田からの排水が水路に流れている期間の2014年6月16日、20日、23日、30日に調査を行った。各地点では、水路に沿って30mの区間を設定し、調査区間とした。そして、各調査地点で2人が水路に入り、タモ網（36×35cm：目合い3mm）を使って15分間エビ類を採集した。採集したエビ類はその場で同定し、種ごとの個体数を記録したのちに放流した。ただしヌマエビ類については、捕獲個体数が多かった場合は滋賀県立大学へ持ち帰ったのちに同定した。また、オオクチバスやブルーギルは淡水エビ類を多く捕食している（杉浦・田口，2012）ことから淡水エビ類への影響が懸念されるため、同時に魚類も採集した。さらに、調査地点の環境条件として水路幅、流速、水深、水温、植物被度（調査区間全体の抽水・沈水植物の割合）も併せて測定した。なお、地点B-4では水路に水が流れていなかったため、水路幅のみを計測した。

統計解析

本調査で確認されたエビ類の中で、個体数の多いスジエビとカワリヌマエビ属について、一般化

線形混合モデルを用いて分布規定要因となりうる環境条件を調べた。応答変数をスジエビ、カワリヌマエビ属の個体数とし、ポアソン分布に従うと仮定した。R（バージョン2.14.0）を用いglmMLパッケージで解析した。説明変数は、水路幅、本流からの距離、水深、流速、水温、植物被度、スジエビまたはカワリヌマエビ属の個体数（応答変数で使われていない方の種）を連続変数とした。さらに、場所差を考慮するために、ランダム効果に水路の種類（A、B、C）をいれた。

結果

本調査で採捕したエビ類の個体数の合計は、スジエビが292個体、ヌカエビが7個体、カワリヌマエビ属が497個体であった。また、本調査においてオオクチバスやブルーギルは採捕されなかったため、本調査地では、オオクチバスやブルーギルの淡水エビ類に対する影響は非常に小さいと考えられた。したがって、本稿では外来魚の淡水エビ類に対する影響を考慮する必要がないといえる。

表1に各調査地点の水路幅、流速、水深、水温、植物被度、スジエビの捕獲個体数、カワリヌマエビ属の捕獲個体数、ヌカエビの捕獲個体数を示す。また、図2に、スジエビ、カワリヌマエビ属、ヌ

表1. 各調査地点の環境とエビ類の個体数。NAは測定不能を示す（通水していなかったため）。

	水路幅 (cm)	流速 (cm/s)	水深 (cm)	水温 (℃)	植物被度 (%)	個体数		
						スジエビ	カワリヌマエビ属	ヌカエビ
A-1	410	5	13	32	60	1	0	0
A-2	410	6	27	26.6	0	4	38	0
A-3	450	12	7	28	5	0	92	0
A-4	330	0	9	26	30	0	249	5
B-1	330	4	28	30	0	154	10	0
B-2	330	4	16	22.5	10	28	15	0
B-3	150	2	37	20	0	1	6	0
B-4	100	NA	NA	NA	NA	0	0	0
C-1	270	10	21	21.9	30	53	21	0
C-2	270	17	19	21.7	5	48	16	0
C-3	210	12	9	23	30	3	1	0
C-4	200	10	25	29.5	10	0	49	2

カエビの各調査地点での捕獲個体数と種類別割合を示す。スジエビは地点A-1, B-1, B-2, C-1, C-2, C-3で他の2種に比べて高い割合で分布していた。また、カワリヌマエビ属は地点A-2, A-3, A-4, B-3, C-4で他の2種に比べて高い割合で分布していた。スジエビが高い割合で分布していた地点は水路の下流部に多く、カワリヌマエビ属が高い割合で分布していた地点は水路の上流部に多かった。ヌカエビは上流部の2地点(A-4とC-4)でのみ確認された。

図3にスジエビの個体数とカワリヌマエビ属の個体数の関係を示す。図3からスジエビの個体数が多い地点ではカワリヌマエビ属の個体数は少なく、カワリヌマエビ属の個体数の多い地点ではスジエビの個体数は少ないことが分かる。また、両

種とも個体数が非常に少ない地点もあった(ともに10個体以下)。ただし、スジエビの個体数とカワリヌマエビ属の個体数の間に有意な相関はみられなかった(Spearmanの順位相関, $r = -0.386$, $p > 0.05$)。この原因は、スジエビの個体数とカワリヌマエビ属の個体数がともに少ない地点が3地点(A-1, B-3, C-3)あったためであると考えられた。これらの地点は、農業や濁水など何らかの理由で淡水エビ類の生息に適していない環境であったと考えられる。そこで、その3地点を除いて相関を調べたところ、有意な負の相関を示した(Spearmanの順位相関係数, $r = -0.878$, $p < 0.05$)。

表2に、スジエビについて、一般化線形混合モデルを用いた統計解析結果を示す。スジエビの個体数は水路幅、水深、植物被度、下流端から調査地点までの距離に有意な負の相関(Wald検定, $p < 0.05$)を示していた。

さらに表3に、カワリヌマエビ属についての統計解析を行った結果を示す。カワリヌマエビ属の個体数は、水路幅、下流端から調査地点までの距離、スジエビの個体数について有意な正の相関(Wald検定, $p < 0.05$)を示し、水温について有意な負の相関(Wald検定, $p < 0.05$)を示した。

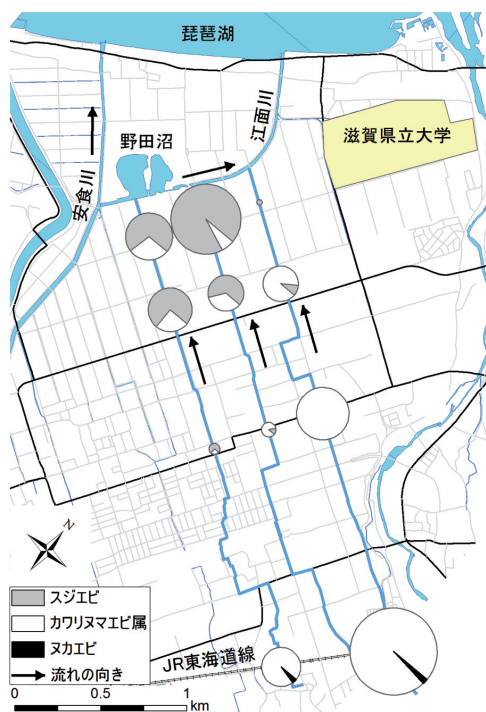


図2. 各調査地点のエビ類の個体数の割合。円の大きさはその地点で採捕された個体数の大きさを示している。

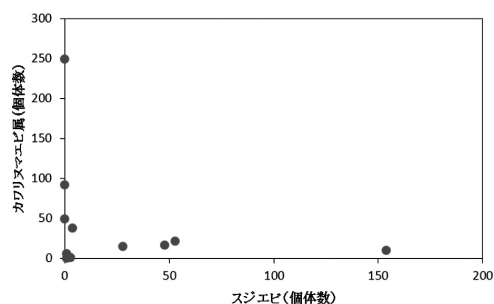


図3. 調査地点ごとのスジエビとカワリヌマエビ属の個体数の関係。

表 2. スジエビの個体数と環境要因の相関. coef (係数) の値はパラメーターの最尤推定値. z の値は最尤推定値を標準誤差で除した値. Pr ($>|z|$) の値は推定値の信頼区間が近似的に算出された値.

	coef	z	Pr($> z $)
水路幅	-0.025	-4.58	0.012
流速	-0.072	-2.76	0.292
水深	-0.160	-3.76	0.034
水温	0.124	2.11	0.471
植物被度	-0.077	-7.34	<0.001
下流端からの距離	-0.005	-10.07	<0.001
カワリヌマエビ属個体数	0.018	1.15	0.923

表 3. カワリヌマエビ属の個体数と環境要因の相関. coef (係数) の値はパラメーターの最尤推定値. z の値は最尤推定値を標準誤差で除した値. Pr ($>|z|$) の値は推定値の信頼区間が近似的に算出された値.

	coef	z	Pr($> z $)
水路幅	0.053	4.44	0.022
流速	0.139	1.49	0.500
水深	0.261	3.16	0.078
水温	-0.569	-4.50	0.016
植物被度	0.075	2.19	0.474
下流端からの距離	0.004	4.82	0.003
スジエビ個体数	0.025	4.55	0.013

考察

スジエビについて

図 2 と表 2 より, スジエビは各水路の下流側に多く分布する傾向があった。このような分布の偏りが生じる要因には, 環境条件による場合と生態的特徴による場合が考えられる。

まず環境条件について考察する。表 2 を見ると, スジエビの個体数は, 水路幅, 水深, 植物被度に対して有意な負の相関を示した。すなわち, スジエビの生息には, 水路幅が狭く, 水深が浅く, 植物被度が小さい環境が適していると考えられた。しかし, 本調査で扱った水路幅は 150~410cm と全体的に大型の水路であり, 270~330cm の地点でほとんどのスジエビが採捕されている。したがって, 3 m 程の水路幅がスジエビの生息に適している可能性が示唆された。さらに, スジエビの個体数に対して水深が負の相関を示したが, 本調査で扱った水深は 7~37cm と全体的に浅く, 10cm 以下の地点でスジエビが 3 個体のみが採捕されたことから, 水深はスジエビの分布を決定する要因ではない可能性が考えられた。

次に生態的特徴について考察する。スジエビは, 一生を淡水中で過ごす陸封型と, 海水域と淡水域を往復する両側回遊の 2 つの生態型が存在する

(渡邊・狩野, 2009)。本調査地の水系はすべて淡水であることから, 本調査で扱ったスジエビは陸封型であると考えられる。しかし, ビワマスに代表されるように琵琶湖を海の代わりにして両側回遊を行う降湖型という種も存在する(藤岡, 1988)。仮に本調査で扱ったスジエビが琵琶湖を海の代わりとした降湖型であるとする, 繁殖や幼生の成長といった理由で生活サイクル上, 琵琶湖などの広い水域を必要とすることから, 広い水域から離れた水域(水路の上流部など)に移動しようとする可能性がある。その結果, スジエビは水路の下流端からの距離に有意な負の相関を示した可能性が示唆される。しかし, この可能性の検証は, 今後の研究を待たなくてはならない。

また, 表 2 よりスジエビの個体数はカワリヌマエビ属の個体数に対して有意な相関は見られなかった。つまり, スジエビはカワリヌマエビ属から大きな影響を受けずに分布していると考えられる。

カワリヌマエビ属について

図 2 より, カワリヌマエビ属は各水路の上流部から下流部まで広く分布していることが分かる。しかし, 表 3 より, カワリヌマエビ属の個体数は下流端からの距離に有意な正の相関を示しており, 水路の上流部に多く分布する傾向があった。スジ

エビと同様に、このような分布の偏りが生じる要因には、環境条件による場合と生態的特徴による場合が考えられる。

まず環境条件について考察する。表3を見ると、カワリヌマエビ属の個体数は、水路幅が有意な正の相関を示した。さらに、水温がカワリヌマエビ属の個体数に有意な負の相関を示した。すなわち、カワリヌマエビ属の生息には、水路幅が大きく、水温の低い環境が適していると考えられる。

しかし、水路幅が狭いところ（A-3～A-4など）でもカワリヌマエビ属の個体数は40個体以上と多いところもある。すなわち、水路幅はカワリヌマエビ属の分布の決定的な要因ではない可能性もある。

また、有意な負の相関を示した水温について考察する。カワリヌマエビ属と同じ科のヌマエビでは、水温が30℃以上に上昇すると死亡するものが多くなる（岩本・水江, 1966）ことが分かっているため、高水温の場合、カワリヌマエビ属の個体数が減少する可能性がある。しかし、本調査では水温が20℃以下の値は計測されなかった。かつ、30℃に近い地点でもカワリヌマエビ属は40個体以上と多く採捕された。つまり、カワリヌマエビ属は、20℃から30℃弱まで様々な水温下で生息可能であると言える。

したがって、カワリヌマエビ属の分布は、下流端からの距離によって個体数の偏りが決定される可能性があるが、そのほかの要因でカワリヌマエビ属の分布を説明するのは難しいと考えられた。

次に、生態的特徴について考察する。表3よりカワリヌマエビ属の個体数はスジエビの個体数に有意な正の相関を示した。しかし、スジエビとカワリヌマエビ属がともに個体数が少ない場所（10個体以下）以外では、スジエビの個体数とカワリヌマエビ属の個体数には有意な負の相関関係がある。したがって、表3のカワリヌマエビ属の個体

数とスジエビの個体数との有意な正の相関は両種の個体数が少ない地点の影響、または多重共線性の影響であると考えられる。つまり、カワリヌマエビ属の個体数とスジエビの個体数には有意な負の相関があり、淡水エビ類が生息出来る環境ならば、スジエビの個体数が少ない方がカワリヌマエビ属の個体数は多くなることを示している。さらに、本調査ではカワリヌマエビ属はほぼすべての地点で採捕されていることから、カワリヌマエビ属は様々な環境に適応できるという特徴を持つ種であることが考えられる。また、この特徴は、外来種であるカワリヌマエビ属が日本に定着できた原因の一つである可能性がある。

ヌカエビについて

ヌカエビは2地点で、しかも少数の個体しか採捕されなかった（図2、表1）。しかし、ヌカエビとカワリヌマエビ属はともにヌマエビ科で、体長や餌資源、生息場所がカワリヌマエビと類似していることから、2種間で競合が発生し、ヌカエビの個体数が減少した可能性がある。

他方、ヌカエビと同属のヌマエビは農薬に対する感受性が高いことで知られており、ヌカエビも農薬の感受性が高い可能性がある（滋賀生きもの総合調査委員会, 2011）。また、調査地周辺には水田地帯もあり、本調査で扱った水路には農業排水が流れ込んでいる水路がいくつもあった。それらのことから、毎年水路に流れ込む農薬によってヌカエビが個体数を減らして、本調査でほとんど確認されなかった可能性がある。

スジエビとカワリヌマエビ属の分布の違いについて

表2においてスジエビの個体数はカワリヌマエビ属の個体数に対して有意な相関は見られず、表3においてはカワリヌマエビ属の個体数はスジエビの個体数に有意な正の相関を示したが、スジエ

ビとカワリヌマエビ属がともに個体数が少ない場所（10個体以下）以外では、スジエビの個体数とカワリヌマエビ属の個体数には有意な負の相関関係にあった。このことから、スジエビとカワリヌマエビ属は餌資源や生息場所の競争をしている可能性が考えられる。競争する種同士は、どちらか一方の競争力が優れていればもう一方の種の個体数の減少を招くことがある。また、スジエビはカワリヌマエビ属よりも体長が大きく成長する（豊田・関，2014）。よって、スジエビはカワリヌマエビ属よりも競争力に優れると考えられる。これは、表2においてスジエビの個体数はカワリヌマエビ属の個体数に対して有意な相関は見られなかったことの説明にもなる。すなわち、スジエビとカワリヌマエビ属の個体数の負の相関の原因は、スジエビの存在がカワリヌマエビ属の個体数を抑制したためであると考えられる。この際、スジエビの肉食性が強いという食性からスジエビがカワリヌマエビ属を捕食していることも考えられるが、これについては今後の研究が必要である。

謝辞

本稿を執筆するにあたり、滋賀県立大学の倉茂好匡教授、本間淳博士には多くのご助言を頂いた。また、壽莉紗氏、杉山悠生里氏、皆本静佳氏（滋賀県立大学）には調査を協力していただいた。さらに、査読者の方には多くの有用なコメントをいただいた。ここに深く感謝の意を表す。

引用文献

- 藤岡康弘. 1988. ビワマスとアマゴの成長ならびにパー・スモルト変態に伴う外部形態の変化. 日本水産学会誌, 54 (1): 77-86.
- 岩本泰雄・水江一弘. 1966. ヌマエビ (*Caridina japonica* DE MAN) の増殖-1: ヌマエビの形態とその棲息地及び生態について. 長崎大学水産学部研究報告, 20: 29-38.
- 原田英司・西野麻知子. 2004. 琵琶湖のテナガエビの由来に関する一考察. 滋賀県琵琶湖研究所報, 21: 91-110.
- 西野麻知子. 1978. 琵琶湖南湖の沈水植物におけるスジエビ、ヌマエビの生活史. ベントス研究会連絡誌, 15/16: 52-53.
- 丹羽信彰. 2011. 兵庫県菅生川のカワリヌマエビ属 *Neacardina* spp. に付着したヒルミミズ *Holtodrilus truncatus* の侵入時期と侵入経路の推定. Cancer, 20: 29-31.
- 滋賀県生きもの総合調査委員会. 2011. 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2010年版-. 583pp. サンライズ出版, 彦根.
- 杉浦省三・田口貴史. 2012. 琵琶湖野田沼周辺におけるオオクチバスとブルーギルの胃内容物と糞中DNAによる摂餌生態の推定. 日本水産学会誌, 78 (1): 43-53.
- 豊田幸詞・関慎太郎. 2014. 日本の淡水性エビ・カニ-日本産淡水性・気水生甲殻類102種-. 255pp. 誠文堂新光社, 東京.
- 渡邊純平・狩野泰則. 2009. 宮崎県南部の2河川におけるエビ類の分布. 宮崎大学農学部研究報告, 55: 25-35.

報 告

滋賀県高島市の琵琶湖沿岸における魚類の生息場所利用様式

滋賀県立大学大学院環境科学研究科 中 野 光 議
新旭土地改良区 上 原 和 男
滋賀県立大学環境科学部 浦 部 美佐子

Habitat use pattern of fish in the coastal area of Lake Biwa, Takashima City, Shiga Prefecture. Mitsunori Nakano (*Graduate School of Environmental Science, University of Shiga Prefecture*), Kazuo Uehara (*Sin-asahi Land Improvement District*) and Misako Urabe (*Faculty of Environmental Science, University of Shiga Prefecture*)

To clarify the differences of the habitat use pattern of fish between rice field, emergent vegetation area and irrigation ditch of the coastal area of Lake Biwa, we collected fish from 2011 to 2014 at "Mizusumasi rice field" artificial swamp, two emergent vegetation areas, and an irrigation ditch in Takashima City, Shiga Prefecture. In the swamp, 16 species were caught, and *Carassius* spp. and *Cobitis* spp. were dominant. In one of the vegetation areas, 14 species were caught, and *Sarcocheilichthys variegatus microoculus* and *Cottus reinii* were dominant. In the other of the vegetation areas, 17 species were caught, and *Carassius* spp. and *Acheilognathus rhombeus* were dominant. In the ditch, 24 species were caught, and *Carassius* spp. and *Micropterus salmoides* were dominant. The noteworthy characteristics of each habitat were that some species, including *Silurus asotus* and *Cyprinus carpio*, that reproduce and their juveniles grow in the swamp, that *S. variegatus microoculus*, *C. reinii* and many juveniles of *A. rhombeus* are abundant in emergent vegetation areas, and that the ammocetes of *Lethenteron* sp. is concentrated in the irrigation ditch.

Keywords: conservation, phragmites australis zone, fish fauna, seasonality, reproduction

要旨：琵琶湖沿岸の水田、水生植物帯、農業用水路における魚類の利用様式の差異を明らかにすることを目的に、滋賀県高島市新旭町の琵琶湖沿岸に位置する「みずすまし水田」（休耕田を整備して作成したビオトープ）、水生植物帯の2区画、農業用水路において、2011～2014年に魚類採捕を行った。その結果、「みずすまし水田」では16種が採捕され、フナ属魚類とスジシマドジョウ種群が最も多かった。水生植物帯の区画の一つでは14種が採捕され、ビワヒガイとウツセミカジカが最も多く、もう一つの区画では17種が採捕され、フナ属魚類とカネヒラが最も多かった。農業用水路では24種が採捕され、フナ属魚類とオオクチバスが最も多かった。「みずすまし水田」はナマズやコイ等の複数種の産卵・初期成長の場所として、水生植物帯はビワヒガイとウツセミカジカの生息場所、およびカネヒラの初期成長の場所として、農業用水路はスナヤツメ幼生の生息場所として、それぞれ重要であることが示唆された。

キーワード：保全、ヨシ帯、魚類相、季節消長、繁殖

はじめに

水生植物帯、内湖等の水域が広がっていた。それらの水域を多種の魚類が産卵等の場として利用し、

琵琶湖の沿岸には以前、水田や農業用水路、水

琵琶湖の魚類多様性を支える重要な水域となって

いた（細谷，2005）。しかし，圃場整備事業や琵琶湖総合開発事業等によりそれらの水域の大部分が改変され，魚類にとって不適な環境となった地域が多く見られる（嘉田・遊磨，2000）。

近年，滋賀県内各地の琵琶湖沿岸において，魚類を含む生物の保全・復元に向けた取り組みが行われている。例えば，水田を対象とした施策として，魚類が侵入・産卵可能な水田・水路環境の整備を推進する「魚のゆりかご水田プロジェクト」が挙げられる（滋賀県琵琶湖環境部環境政策課，2013）。また，琵琶湖沿岸のヨシ群落を保全するため，「滋賀県琵琶湖のヨシ群落の保全に関する条例」（1992年制定）が定められ，「ヨシ群落保全基本計画」（2010年制定）に基づいて湖岸のヨシ *Phragmites australis* の保全が推進されている（滋賀県琵琶湖環境部環境政策課，2013）。しかし，これらの施策に基づいて行われた各事例では，科学的・定量的な事後調査があまり行われておらず，魚類保全効果について検証されていない場合が多い。

琵琶湖沿岸の水田と水生植物帯，農業用水路はいずれも，魚類の産卵・初期成長の場として知られている（細谷，2005）。また，農業用水路と水生植物帯は，魚類が一年中利用可能な恒久的な水域

としても知られている（びわ湖生物資源調査団，1966；中川ほか，2007）。これらの水域間で，出現する魚種や各種魚類の生息場所利用様式が異なる可能性が考えられるが，水域間のそのような差異についてはあまり明らかにされていない。

滋賀県高島市新旭町の琵琶湖沿岸には，連続性の高い農業用水路や発達した水生植物帯等の，昔ながらの自然環境が現在でも残存している（渡辺，2010）。また，同町新旭地区には，魚類の産卵や水田排水の浄化を目的として，休耕田を整備して作成した「みずすまし水田」がある。それらの水域には希少種や絶滅危惧種を含む多種の魚類が出現することが知られている（渡辺，2010；中野ほか，2015）。

そこで，針江地区を調査対象地として，「みずすまし水田」と湖岸の水生植物帯，農業用水路において，それぞれの水域における魚類の生息場所利用様式，および水域間の利用様式の差異を明らかにすることを目的に本研究を行った。

調査を行うにあたり，高島市新旭町針江地区にお住まいの阿南健次氏と阿南妙子氏には大変お世話になった。滋賀県湖北農業農村振興事務所田園振興課の本田幹雄氏と新旭土地改良区の皆様には調査にご協力いただいた。本稿をまとめる上で滋

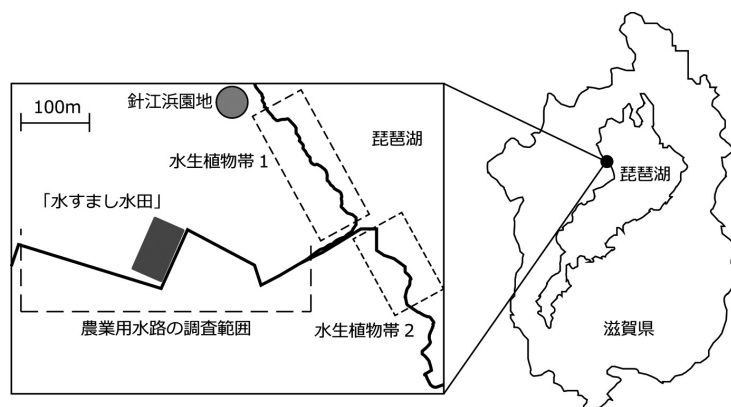


図1．調査地の位置と略図．

賀県立大学の皆川明子助教には有意義なご助言をいただいた。2名の査読者には有意義なコメントをいただいた。ここに深く感謝の意を表す。

方法

本研究の調査地の位置と略図を図1に示す。なお、調査地の概況と魚類の採捕方法についてのより詳細な情報は、中野ほか(2015)を参照されたい。

調査地概況

「みずすまし水田」は休耕田を整備して作成された湿地状の一時的水域であり(図2(a)),面積は3000m²である。湛水部の水深はほとんどの場所で20cm未満である。横を流れる農業用水路から取水し、同じ水路に排水している。通水期間は例年5~8月である。「みずすまし水田」の排水口は魚道になっており、魚類は取水口および排水口の両方から侵入することが可能である。

水生植物帯は琵琶湖に面しており、ヨシを中心とする抽水植物が生育している。本研究では、針江浜園地の前とそこから約300m南までの地点との間に2区画(水生植物帯1および2)を設定した。水生植物帯1は針江浜園地前から湖岸に沿って南に190m,幅26mの範囲(面積4900m²)であり、調査時の水深は20~60cm程度であった。水生植物帯2は水路の流入部をはさんで区画1と反対側にあり、湖岸に沿って70m,幅51mの範囲(面積3600m²)であり、水深は10~30cm程度であった。水生植物帯1はヨシがまばらに生えており、底は砂が優占している。水生植物帯2は全体的に抽水植物と沈水植物が生育し、底には泥が堆積している(図2(b))。現地での観察から、水生植物帯1は波の影響を比較的受けやすく、水生植物帯2は抽水植物等が高密度で生育しているため、波の影響をほとんど受けないことが確認され

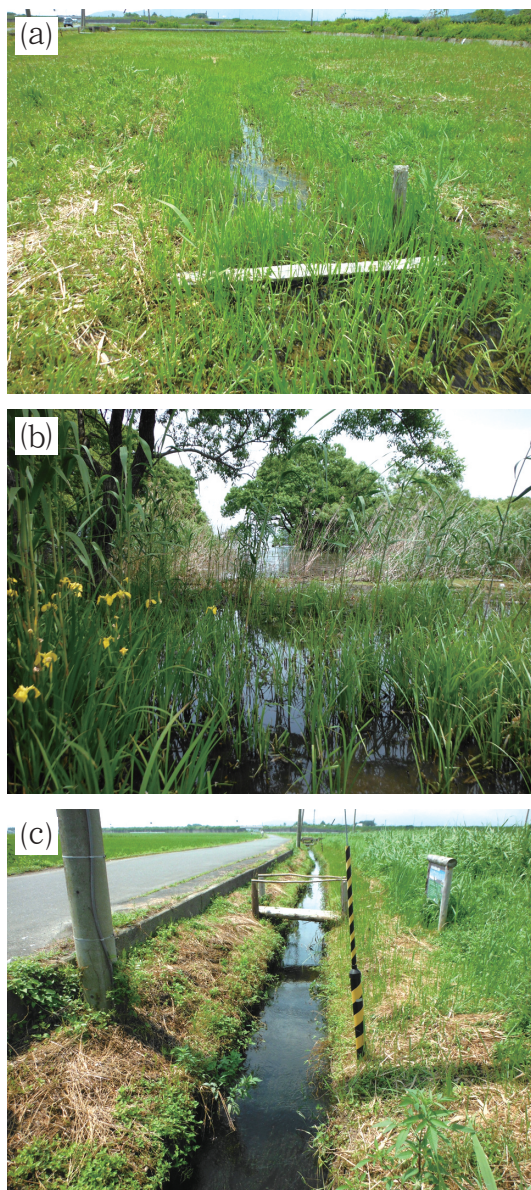


図2. 調査地の写真。(a),「みずすまし水田」(2014年5月24日撮影), (b), 水生植物帯2(2014年5月24日撮影), (c),「みずすまし水田」の横を流れる農業用水路(2014年7月19日撮影)。

ている。

農業用水路は幅が1 m、水深が70~100cmであり、底には全体的に泥が堆積している(図2(c))。周年通水しており、水源は安曇川の表流水と湧水である。「みずすまし水田」の用排水路として利用されている。

魚類採捕方法

「みずすまし水田」に侵入する魚類を採捕するため、「みずすまし水田」の取水口と排水口のそれぞれに袋網ウケ(全長2 m、高さ40cmの円錐型、左右に高さ60cm、長さ200cmの袖付、本体・袖ともに網目4 mm、図3(a))を設置して魚類を採捕した。2011年4月23日~7月25日に行った採捕では、午後に取り水口と排水口のそれぞれにウ



図3. 使用した漁具の写真. (a), 袋網ウケ, (b), モンドリ.

ケを1個ずつ設置し、一晩放置して翌日の午前中に回収して捕獲物を確認した。採捕された魚類は個体数を計数し、フナ属魚類*Carassius* spp.についてのみ標準体長の測定も行った。この採捕は3日もしくは4日に1度の頻度で実施し、合計25回行った。2012年4月24日~7月14日に行った採捕では、降雨があった日の夕方から3日間、取水口と排水口のそれぞれにウケを2個ずつ設置し、毎日午前に捕獲物を確認した。採捕された魚類は個体数の計数と標準体長の測定を行った。この採捕は合計6回実施し、捕獲物の確認は合計18回行った。

「みずすまし水田」に生息する魚類を採捕するため、金魚網(フレーム幅15cm、網目1 mm)を用いた採捕、およびタモ網(網目1 mm、深さ40cm、口径35cm×30cm、柄の長さ1.3m)とサデ網(網目3 mm、間口サイズ1 m、深さ80cm)を用いた採捕を、2014年5月25日~7月4日に合計4回行った。金魚網を用いた採捕では、「みずすまし水田」の8定点において約50cmの距離を素早く2回、泥ごとすくい取って魚類を採捕した。また、タモ網もしくはサデ網を用いた採捕では、「みずすまし水田」全体で30分間の採捕を一名で行った。採捕された魚類は個体数を計数し標準体長を測定した。これらの採捕は合計4回行った。

湖岸の水生植物帯に出現する魚類を採捕するため、水生植物帯1および2のそれぞれにウケを4個設置し、原則として1週間に1度の頻度で捕獲物を確認した。採捕された魚類は個体数を計数し標準体長を測定した。水生植物帯1では2011年11月13日~2012年4月16日に合計19回の採捕を行った。ただし、高水位と強い波の影響により、2012年3月13日および3月24日~4月11日にはウケを回収できなかった。また、水生植物帯2では2012年5月5日~10月29日に合計24回の採捕を行った。

また、水生植物帯2では2014年5月8日~6月

7日に合計3回、金魚網を使用した採捕、およびタモ網とサデ網を使用した採捕を「みずすまし水田」と同様の方法で行った。ヨシが生育して調査地が覆われたため、6月8日以降には採捕を行うことができなかった。

農業用水路に出現する魚類を採捕するため、2011年11月20日～2012年10月29日の約1年間、農業用水路の調査範囲にモンドリ（全長63cm、高さ37cm、幅55cmの半円柱型で網目5mm、図3(b))を6個設置し、原則として1週間に1度の頻度で捕獲物を回収した。モンドリの中には魚類の餌は入れなかった。捕獲物の確認は合計48回行った。また、長さ10mの区画を調査範囲内の5地点に設置し、2011年12月10日～2012年4月21日の間はサデ網、2012年4月28日～10月22日の間はタモ網を使用し、区画ごとに10分間の採捕を行った。この採捕は月に1～2度の頻度で実施し、合計16回行った。農業用水路で行ったこれらの採捕調査ではいずれも、採捕された魚類は個体数を計数し標準体長を測定した。

いずれの採捕調査でも、採捕された魚類は中坊(2000)に従って同定し、原則として生かしたまま放流した。ただし、本稿中の標準和名と学名の表記は中坊(2013)に従った。また、本稿では標準体長40mm未満を小型魚、40mm以上を大型魚と定義して扱った。本研究で採捕されたスナヤツメ *Lethenteron* sp.のほとんどはアンモシーテンス幼生であったが、他魚種と同様に標準体長にのみ基づいて小型魚と大型魚に区別した。

なお、スジシマドジョウ種群 *Cobitis* spp.の採捕結果は、中野ほか(2015)から引用した。

結果

「みずすまし水田」に侵入する魚類のウケ採捕の結果を表1(a)に示す。2011年に「みずすま

し水田」で採捕された個体は、フナ属魚類を除いて標準体長を測定しなかったため、小型魚か大型魚かを判別できなかった。2011年の採捕調査(25回)では合計13種1229個体が採捕された。最も多かったのはフナ属魚類の974個体(小型魚920個体・大型魚54個体)であり、スジシマドジョウ種群の188個体がこれに続いた。2012年の採捕調査(18回)では合計12種924個体が採捕された。最も多かったのはスジシマドジョウ種群の432個体(すべて大型魚)であり、フナ属魚類の374個体(小型魚281個体・大型魚93個体)がこれに続いた。両年度の調査で採捕されたフナ属魚類の標準体長の範囲は12～320mm、2012年の調査で採捕されたスジシマドジョウ種群の標準体長は42～100mmであった。また、「みずすまし水田」において2014年に行った、金魚網・サデ網・タモ網を用いた採捕調査の結果を表1(b)に示す。この調査(4回)では合計6種369個体が採捕された。最も多かったのはフナ属魚類の318個体(すべて小型魚)であり、採捕された個体の標準体長は6～27mmであった。「みずすまし水田」において行ったウケ、および金魚網・サデ網・タモ網を用いたすべての調査で、フナ属魚類とスジシマドジョウ種群以外に、採捕された合計個体数が10個体以上の種は、ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*、ナマズ *Silurus asotus*、コイ *Cyprinus carpio*、オウミヨシノボリ *Rhinogobius* sp. OM、ホンモロコ *Gnathopogon carerulescens*、アユ *Plecoglossus altivelis altivelis*であった。フナ属魚類、スジシマドジョウ種群、ドジョウ、ナマズは4～7月の調査期間全体、コイは5～7月、オウミヨシノボリは4～6月、ホンモロコは7月、アユは4～6月に採捕された(表2)。

水生植物帯1において2011年11月～2012年3月にウケを用いて行った採捕調査の結果を表3に示す。この調査(19回)では合計14種121個体が採

捕された。最も多く採捕されたのはビワヒガイ *Sarcocheilichthys variegatus microoculus* の32個体（すべて大型魚）であり、ウツセミカジカ *Cottus reinii* の28個体（小型魚14個体・大型魚14個体）がこれに続いた。これらの個体の標準体長はビワヒガイが55～170mm、ウツセミカジカが28～100mmであった。ほかに10個体以上採捕された種は

オオクチバス *Micropterus salmoides* とブルーギル *Lepomis macrochirus macrochirus* であった。ビワヒガイとウツセミカジカは11～3月の調査期間全個体、オオクチバスは11～12月と2月、ブルーギルは11～1月に採捕された（表4）。

水生植物帯2において2012年5～10月にウケを用いて行った採捕調査の結果を表5（a）に示す。

表1. 「みずすまし水田」で採捕された魚類の個体数と標準体長の範囲（mm）. (a), ウケを用いた調査（2011・2012年）；(b), 金魚網・サデ網・タモ網を用いた調査（2014年）. *2011年のウケでの採捕結果については、フナ属魚類以外の魚種は小型魚と大型魚の合計個体数を大型魚の欄に記す.

魚種	(a)ウケ						(b)金魚網・サデ網・タモ網			合計 個体数
	2011年4～7月(調査25回)			2012年4～7月(調査18回)			2014年5～7月(調査4回)			
	小型魚	大型魚*	標準体長	小型魚	大型魚	標準体長	小型魚	大型魚	標準体長	
フナ属魚類	920	54	12～320	281	93	12～320	318	0	6～27	1666
スジシマドジョウ種群		188	—	0	432	42～100	7	2	11～83	629
ドジョウ		18	—	0	40	43～142	0	1	88	59
ナマズ		20	—	0	7	40～545	25	1	14～46	53
コイ		17	—	0	1	54	13	1	19～41	32
オウミヨシノボリ		1	—	26	5	23～48	0	0		32
ホンモロコ		0	—	18	0	23～28	0	0		18
アユ		1	—	0	11	46～78	0	0		12
スナヤツメ		1	—	0	5	64～112	0	0		6
ドンコ		2	—	1	1	34～57	0	0		4
モツゴ		3	—	0	0		0	0		3
ヌマムツ		0	—	2	0	22～23	0	0		2
アブラハヤ		2	—	0	0		0	0		2
カネヒラ		1	—	0	1	60	0	0		2
オオクチバス		1	—	0	0		0	0		1
ビワヨシノボリ		0	—	0	0		1	0	32	1
合計個体数	1229			924			369			2522
種数	13			12			6			16

表2. 「みずすまし水田」における魚類の平均採捕個体数（月ごとの合計採捕個体数/該当月の採捕実施回数）. (a), ウケを用いた調査（2011・2012年）；(b), 金魚網・タモ網・サデ網を用いた調査（2014年）. 小型魚と大型魚の個体数の合計値を使用している. 合計採捕個体数が10個体以上の種についてのみ示す.

魚種	(a)ウケ								(b)金魚網・タモ網・サデ網		
	2011年				2012年				2014年		
	4月	5月	6月	7月	4月	5月	6月	7月	5月	6月	7月
フナ属魚類	10.5	3.6	16.3	154.8	12.3	0.2	64.3	23.8	19.0	91.0	117.0
スジシマドジョウ種群	3.5	17.0	2.8	0.6	3.3	14.5	111.3	0.2	1.0	3.5	1.0
ドジョウ	0.5	0.0	1.7	0.4	0.7	1.3	8.0	1.0	1.0	0.0	0.0
ナマズ	0.5	1.3	0.8	0.0	0.3	0.3	0.3	0.5	1.0	12.0	1.0
コイ	0.0	0.1	0.0	3.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	4.5	5.0
オウミヨシノボリ	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	4.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
ホンモロコ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0
アユ	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	0.8	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0

この調査（24回）では合計17種550個体が採捕された。最も多く採捕されたのはカネヒラ *Acheilognathus rhombeus* の219個体（すべて小型魚）であり、フナ属魚類の181個体（小型魚173個体・大型魚8個体）がこれに続いた。これらの個体の標

準体長はカネヒラが14～37mm、フナ属魚類が14～235mmであった。また、水生植物帯2において2014年5～6月に金魚網・サデ網・タモ網を用いて行った採捕調査の結果を表5（b）に示す。この調査（3回）では合計2種56個体が採捕され

表3. 水生植物帯1で採捕された魚類の個体数と標準体長の範囲（mm）.

魚種	ウケ			合計 個体数
	2011年11月～2012年3月(調査19回)	小型魚	大型魚	標準体長
ビワヒガイ	0	32	55～170	32
ウツセミカジカ	14	14	28～100	28
オオクチバス	0	14	73～170	14
ブルーギル	8	4	24～120	12
オイカワ	0	9	45～94	9
オウミヨシノボリ	8	0	24～39	8
ヌマチチブ	4	3	18～56	7
ウグイ	0	4	40～62	4
ウキゴリ	0	2	54～66	2
カネヒラ	0	1	58	1
ナマズ	0	1	475	1
アユ	0	1	66	1
スナヤツメ	0	1	140	1
ヌマムツ	1	0	31	1
合計個体数				121
種数				14

表4. 水生植物帯1における魚類の平均採捕個体数（月ごとの合計採捕個体数/該当月の採捕実施回数）、小型魚と大型魚の個体数の合計値を使用している。合計採捕個体数が10個体以上の種についてのみ示す。

魚種	ウケ				
	11月	12月	1月	2月	3月
ビワヒガイ	3.3	3.2	0.3	0.5	1.0
ウツセミカジカ	0.3	2.2	0.7	1.5	2.7
オオクチバス	2.0	1.4	0.0	0.3	0.0
ブルーギル	2.0	1.0	0.3	0.0	0.0

表5. 水生植物帯2で採捕された魚類の個体数と標準体長の範囲（mm）. (a), ウケを用いた調査（2012年）；(b), 金魚網・サデ網・タモ網を用いた調査（2014年）.

魚種	(a)ウケ			(b)金魚網・サデ網・タモ網			合計 個体数
	2012年 5 ～10月(調査24回)			2014年 5 ～ 6 月(調査 3 回)			
	小型魚	大型魚	標準体長	小型魚	大型魚	標準体長	
フナ属魚類	173	8	14～235	54	0	9～25	235
カネヒラ	219	0	14～37	2	0	10～13	221
ウキゴリ	2	39	34～89	0	0		41
カムルチー	14	22	16～875	0	0		36
ブルーギル	0	15	45～141	0	0		15
スジシマドジョウ種群	0	11	44～94	0	0		11
オウミヨシノボリ	10	1	24～44	0	0		11
ナマズ	0	9	372～460	0	0		9
モツゴ	8	0	22～30	0	0		8
アユ	0	4	55～73	0	0		4
コイ	2	2	33～43	0	0		4
オオクチバス	2	1	13～40	0	0		3
ヌマチチブ	3	0	23～34	0	0		3
ドジョウ	0	2	116～134	0	0		2
オイカワ	0	1	70	0	0		1
ドンコ	0	1	93	0	0		1
ウナギ	0	1	60	0	0		1
合計個体数	550			56			606
種数	17			2			17

た。採捕された魚種はフナ属魚類（小型魚54個体）およびカネヒラ（小型魚2個体）であり、これらの個体の標準体長はフナ属魚類が9～25mm、カネヒラが10～13mmであった。ほかに水生植物帯

2において合計10個体以上採捕された種は、ウキゴリ *Gymnogobius urotaenia*, カムルチー *Channa argus*, ブルーギル, スジシマドジョウ種群, オウミヨシノボリであった。水生植物帯2で行った

表 6. 水生植物帯2における魚類の平均採捕個体数（月ごとの合計採捕個体数/該当月の採捕実施回数）。（a）ウケを用いた調査（2012年）；（b），金魚網・サデ網・タモ網を用いた調査（2014年）。小型魚と大型魚の個体数の合計値を使用している。合計採捕個体数が10個体以上の種についてのみ示す。

魚種	(a)ウケ						(b)金魚網・サデ網・タモ網	
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	5月	6月
フナ属魚類	10.3	22.3	17.0	1.3	0.0	0.0	4.5	45.0
カネヒラ	0.0	1.7	52.0	1.0	0.4	0.0	0.0	2.0
ウキゴリ	0.3	0.0	0.0	2.3	5.8	0.5	0.0	0.0
カムルチー	0.3	0.3	5.8	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0
ブルーギル	2.0	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
スジシマドジョウ種群	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
オウミヨシノボリ	2.0	0.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0

表 7. 農業用水路で採捕された魚類の個体数と標準体長の範囲（mm）。（a），モンドリを用いた調査（2011年～2012年）；（b），サデ網・タモ網を用いた調査（2011年～2012年）。

魚種	(a)モンドリ			(b)サデ網・タモ網			合計 個体数
	2011年11月～2012年10月(調査48回)	2011年11月～2012年10月(調査48回)	2011年11月～2012年10月(調査48回)	2011年12月～2012年10月(調査16回)	2011年12月～2012年10月(調査16回)	2011年12月～2012年10月(調査16回)	
	小型魚	大型魚	標準体長	小型魚	大型魚	標準体長	
フナ属魚類	55	243	18～333	7	11	14～202	316
オオクチバス	0	253	110～194	0	46	92～170	299
オウミヨシノボリ	42	6	17～52	176	8	14～84	232
ウキゴリ	6	74	37～94	18	3	26～80	101
ナマズ	1	67	33～545	0	1	240	69
カネヒラ	1	29	29～68	0	0		30
ブルーギル	2	24	17～175	0	4	61～129	30
スナヤツメ	0	3	100～123	0	26	70～133	29
スジシマドジョウ種群	0	9	66～97	0	10	60～77	19
ドジョウ	0	7	80～127	0	3	44～87	10
ドンコ	1	4	39～133	1	2	34～113	8
ゼゼラ	0	6	62～70	0	0		6
ウツセミカジカ	0	0		6	0	18～23	6
ビワヒガイ	0	5	55～97	0	0		5
ホンモロコ	1	0	27	3	0	18～21	4
ヌマチチブ	1	1	27～44	2	0	26～31	4
シマドジョウ	0	1	49	0	3	41～57	4
ヤリタナゴ	0	4	59～65	0	0		4
ビワマス	0	2	205～423	1	0	28	3
アユ	0	1	86	0	1	83	2
カムルチー	0	1	113	0	0		1
モツゴ	0	1	93	0	0		1
ウグイ	0	0		1	0	39	1
ヌマムツ	0	0		0	1	40	1
合計個体数	851			331			1182
種数	21			18			24

ウケおよび金魚網・タモ網・サデ網を用いた調査で採捕された時期は、フナ属魚類が5～8月、カネヒラが6～9月、ウキゴリが5月と8～10月、カムルチーが5～9月、ブルーギルが5～7月、スジシマドジョウ種群が5月、オウミヨシノボリが5～6月と8月であった(表6)。

農業用水路において2011年11月～2012年10月にモンドリを用いて行った採捕調査の結果を表7(a)に示す。この調査(48回)では合計21種851個体が採捕された。最も多く採捕されたのはフナ属魚類の298個体(小型魚55個体・大型魚243個体)であり、オオクチバスの253個体(すべて大型魚)がこれに続いた。これらの標準体長はフナ属魚類が18～333mm、オオクチバスが110～194mmであった。また、農業用水路において2011年12月～2012年10月にサデ網もしくはタモ網を用いて行っ

た採捕調査では、合計18種331個体が採捕された(表7(b))。最も多く採捕されたのはオウミヨシノボリの184個体(小型魚176個体・大型魚8個体)であり、オオクチバスの46個体(すべて大型魚)がこれに続いた。これらの標準体長はオウミヨシノボリが14～84mm、オオクチバスが92～170mmであった。ほかに農業用水路で合計10個体以上が採捕された種は、ウキゴリ、ナマズ、カネヒラ、ブルーギル、スナヤツメ、スジシマドジョウ種群、ドジョウであった。出現時期はフナ属魚類、オウミヨシノボリ、ウキゴリ、ナマズ、スナヤツメが調査期間(11～10月)のほぼ全体、オオクチバスが11～4月、カネヒラが11～12月、8月、10月、ブルーギルが11～6月、スジシマドジョウ種群が2月と4～7月、ドジョウが2月と4～6月であった(表8(a・b))。

表8. 農業用水路における魚類の平均採捕個体数(月ごとの合計採捕個体数/該当月の採捕実施回数)。(a) モンドリ(6個)を用いた調査(2011～2012年)；(b) サデ網・タモ網を用いた調査(2011～2012年)。小型魚と大型魚の個体数の合計値を使用している。合計採捕個体数が10個体以上の種についてのみ示す。

魚種	(a)ウケ											
	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
フナ属魚類	1.3	1.6	2.3	1.3	2.0	7.2	4.2	29.3	16.5	3.8	0.8	2.0
オオクチバス	19.7	20.8	13.0	8.5	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
オウミヨシノボリ	0.0	0.4	0.7	0.5	0.0	0.8	1.4	0.3	1.5	0.5	3.0	2.0
ウキゴリ	0.0	0.4	0.7	1.5	0.3	0.2	1.4	1.3	1.8	4.0	4.8	2.3
ナマズ	2.0	0.8	0.0	0.3	0.8	2.0	0.6	0.5	4.0	1.8	2.0	2.0
カネヒラ	5.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3
ブルーギル	1.7	0.4	2.3	0.5	1.0	0.8	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
スナヤツメ	0.0	0.2	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
スジシマドジョウ	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.4	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0
ドジョウ	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0

魚種	(b)サデ網・タモ網											
	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	
フナ属魚類	1.0	3.0	1.0	0.0	2.5	2.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
オオクチバス	7.0	24.0	9.0	5.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
オウミヨシノボリ	4.0	4.0	2.0	1.0	3.0	1.0	8.5	6.0	27.0	28.5	26.5	
ウキゴリ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	1.0	1.5	0.0	
ナマズ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
カネヒラ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ブルーギル	0.0	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
スナヤツメ	3.0	2.0	1.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	
スジシマドジョウ	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
ドジョウ	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

考察

各調査場所における魚類の生息場所利用様式

2011～2014年に「みずすまし水田」において行った調査の結果、フナ属魚類、スジシマドジョウ種群、ドジョウ、ナマズ、コイ、オウミヨシノボリ、ホンモロコ、アユが比較的多く採捕された。これらの魚類のうち、フナ属魚類、スジシマドジョウ種群、ナマズ、コイは「みずすまし水田」において小型魚と大型魚がともに採捕されており、また、これらの種は一時的な水域で産卵することから（斉藤ほか，1988；湯浅・土肥，1989），「みずすまし水田」を産卵および初期成長の場として利用していると考えられる。フナ属魚類の小型魚はウケを用いた採捕で多数採捕された。ウケによる調査では農業用水路から「みずすまし水田」に侵入する魚類を採捕しているが、排水口の魚道にほとんど水が流れず、魚類の遡上が不可能な日でも多数のフナ属魚類の小型魚が採捕されており、「みずすまし水田」内に生息していたフナ属魚類の小型魚は網の隙間等からウケに侵入し、ウケ調査で採捕されたと考えられる。そのことから、「みずすまし水田」で行ったウケ調査で採捕されたフナ属魚類の小型魚は、「みずすまし水田」周辺の農業用水路や水田で孵化して「みずすまし水田」に侵入してきた当歳魚、および「みずすまし水田」で孵化した当歳魚の両方が含まれていると推察される。ドジョウについては大型魚のみが採捕され小型魚は採捕されなかったが、本種は一時的な水域で産卵することが知られており（斉藤ほか，1988；湯浅・土肥，1989；田中，1999），「みずすまし水田」で産卵していた可能性が高い。オウミヨシノボリは小型魚と大型魚がともに採捕された。オウミヨシノボリは河川では石の下面に産卵するが（越川，1989），「みずすまし水田」には石は見当たらない。しかし、琵琶湖沿岸ではヨシノボリ属魚類が竹の

破片やヨシの茎等の様々なものに産卵することが報告されており（びわ湖生物資源調査団，1966），琵琶湖沿岸に位置する「みずすまし水田」においても、本種が水生植物等に産卵している可能性はある。ホンモロコについては小型魚が2012年のウケ調査でのみ採捕され、大型魚は採捕されなかった。2012年の春季に「みずすまし水田」周辺の水田でホンモロコの当歳魚が放流されており、これらの一部が「みずすまし水田」に侵入した可能性がある。ただし、ホンモロコは水生植物やアオミドロ等に産卵することが知られており（宮地ほか，1963），付近の農業用水路等で孵化した個体も含まれているかもしれない。アユについては大型魚のみが4～6月に採捕された。滋賀県では一般的に4～6月は農繁期であり、水田排水が農業用水路に流入する時期である。本調査地の農業用水路でもこの時期に水田排水が流入し、透明度が著しく低下することを目視で確認している。アユは濁りを忌避することが知られており（永矢ほか，2009），また、「みずすまし水田」は通過する用水をろ過し、用水の透明度を上げることがわかっている。それらのことから、水田排水の流入により農業用水路を流れる用水が濁ったときに、一部のアユは「みずすまし水田」排水口付近の比較的高い透明度の高い水に集まり、そこを濁水からの避難場所として利用していた可能性がある。

水生植物帯1で比較的多く採捕された種は、ビワヒガイ、ウツセミカジカ、オオクチバス、ブルーギル、オイカワ*Opsariichthys platypus*、ヌマチチブ*Tridentiger brevispinis*であり、これらの魚類は水生植物帯1を晩秋から初春の生息・越冬場所として利用していたと推察される。これらの魚類のうちで、在来種はビワヒガイ、ウツセミカジカ、オイカワである。ビワヒガイは湖内の砂底、もしくは砂礫底の場所を好んで生息することが知られている（細谷，1989）。また、ウツセミカジカも

湖岸の砂礫底に多いことが報告されており（後藤，1989），水生植物帯 1 は底面が全体的に砂底であることから，両種の生息場所として好適と考えられる。オイカワは湖内の岸近くを主な生息場所とし，周年そこに生息していることが報告されている（びわ湖生物資源調査団，1966）。水生植物帯 1 での採捕は秋～冬季の季節に限られており，春～夏季の魚類の生息・繁殖状況について把握することができなかった。遠藤ほか（1998）は，本研究の水生植物帯 1 に該当する針江浜園地の水生植物帯において1997年の春～冬季に魚類採捕を行い，アユ，カネヒラ，オイカワ，オオクチバス，ヨシノボリ属魚類，ヌマチチブ，および本研究では採捕されなかったハス *Opsariichthys uncirostris uncirostris* とビワコオオナマズ *Silurus biwaensis* を採捕している。ハスは産卵期に湖岸の砂底の場所に接岸・産卵し，仔魚～未成魚期を産卵場所周辺ですごすことが報告されており（びわ湖生物資源調査団，1966），水生植物帯 1 を産卵・初期成長の場所として利用していると推察される。ビワコオオナマズも琵琶湖湖岸において，水深50～100 cm程度の砂礫底の場所で産卵することが知られている（宮地ほか，1963）。水生植物帯 1 は水深が20～60 cm程度であり，ビワコオオナマズも産卵場所として利用している可能性がある。

水生植物帯 2 で比較的多く採捕された種は，フナ属魚類，カネヒラ，ウキゴリ，カムルチー，ブルーギル，スジシマドジョウ種群，オウミヨシノボリであった。これらの魚類のうち，小型魚と大型魚がともに採捕された種はフナ属魚類，ウキゴリ，カムルチー，オウミヨシノボリであった。フナ属魚類とカムルチーは水生植物に産卵することが知られており（谷口，1989；前畑，1989），水生植物帯 2 を産卵・初期成長の場として利用していると推察される。ウキゴリは湖の水深10～50 cm程度の場所において，底にある木片等の下面に産

卵することが知られている（宮地ほか，1963）。水生植物帯 2 の水深は10～30 cm程度であり，ウキゴリの産卵に適していることから，ウキゴリは水生植物帯 2 において水生植物やゴミ等に産卵している可能性がある。ヨシノボリ属魚類は琵琶湖沿岸では，砂や泥になかば埋もれた礫，二枚貝の死殻，ヨシの茎等の様々なものに産卵することが報告されており（びわ湖生物資源調査団，1966），ヨシが広範囲に生育する水生植物帯 2 を産卵場所として利用している可能性がある。小型魚のみが採捕された種はカネヒラであった。カネヒラはイシガイ科二枚貝類 Unionidae に産卵するが（長田，1989），水生植物帯 2 ではイシガイ科二枚貝類の生息は確認されておらず，カネヒラは水生植物帯 2 を当歳魚の初期成長の場としてのみ利用していると考えられる。大型魚のみが採捕された種はブルーギル，スジシマドジョウ種群であった。ブルーギルは琵琶湖湖岸の砂泥や砂礫底の場所において集団でコロニーを形成して産卵することが報告されている（寺島，1989；中尾ほか，2005）。水生植物帯 2 は全体的に泥が堆積し，砂混じりの場所は限られており，ブルーギルが集団で産卵する場所として適していないと考えられる。スジシマドジョウ種群が琵琶湖湖岸の水生植物帯を産卵場所として利用しているかについては，さらに研究する必要がある（中野ほか，2015）。

農業用水路で比較的多く採捕された魚種はフナ属魚類，オオクチバス，オウミヨシノボリ，ウキゴリ，ナマズ，カネヒラ，ブルーギル，スナヤツメ，スジシマドジョウ種群，ドジョウであった。調査地の農業用水路では沈水植物等にフナ属魚類の卵が付着していることが目視で確認されており，また，小型魚も農業用水路で多く採捕されたことから，フナ属魚類は農業用水路を産卵・初期成長の場として利用していることが明らかになった。また，フナ属魚類は調査期間全体にわたって採捕

されたことから、農業用水路を一年を通した生息場所として利用していることが示された。フナ属魚類以外に農業用水路で小型魚が多く採捕された種はオウミヨシノボリとウキゴリである。琵琶湖沿岸に位置する本調査地の農業用水路において、オウミヨシノボリは水生植物やゴミ等に産卵している可能性がある。ウキゴリは湖では木片等の様々なものに産卵することが報告されており（宮地ほか、1963）、本調査地の農業用水路でも水生植物やゴミ等に産卵している可能性は考えられる。中野ほか（2015）は、本調査地においてスジシマドジョウ種群は農業用水路では産卵していない可能性が高いことを指摘している。また、ナマズ、カネヒラ、スナヤツメ、ドジョウについても農業用水路では小型魚がほとんど採捕されなかった。栃木県の農業用水路では、ナマズは水深が 17.58 ± 8.02 cm（平均±標準偏差）で底質が細かく、水生植物が繁茂する場所で産卵していることが報告されている（吉田ほか、2013）。本調査地の農業用水路の水深は70～100cm程度であり、吉田ほか（2013）の農業用水路より深い。そのような水深の場所で本種が産卵するかは不明であるが、底には泥が堆積し沈水植物が多く生息していることから、一部の少数のナマズが産卵している可能性は否定できない。本調査地の農業用水路ではイシガイ科二枚貝類は確認されておらず、カネヒラは産卵場所として利用できないと考えられる。スナヤツメは礫底で産卵することが知られており（岩田、1989）、本種は本調査地の農業用水路では産卵できないと推察される。本種のアンモシーテス幼生は河川中・下流域の泥底に生息することが知られており（岩田、1989）、本調査地のように泥底の農業用水路は、幼生期のスナヤツメにとって好適な生息・成長場所であると考えられる。田中（1999）は愛媛県の農業用水路において、一部のドジョウは周年通水している農業用水路で産卵し

ていることを報告している。ドジョウが産卵に利用する農業用水路の環境条件についてはあまり明らかにされていないが、本調査地の農業用水路でも一部の少数のドジョウが産卵している可能性はある。また、魚食性の国外移入種であるオオクチバスは11～2月の冬季に多く採捕され、ブルーギルも1月に最も多く採捕された。本調査地の農業用水路には湧水が流入していることから（中野ほか、2015）、冬季には他水域より水温が高い可能性があり、両種の越冬場所になっているのかもしれない。本研究結果より、冬季にはフナ属魚類を含む複数種の在来魚が農業用水路に生息していることが示されており、これらの在来魚がオオクチバスとブルーギルに捕食されている可能性がある。幅が1m前後の農業用水路は横断面を網等で仕切ることによって容易に魚類を採捕できることから、湧水が流入している農業用水路において、オオクチバスとブルーギルが集まる冬季に効率的にこれらを駆除することが可能と考えられる。

水域間の魚類利用様式の差異

「みずすまし水田」において多く採捕され、かつ産卵していることが示唆された種は、フナ属魚類、スジシマドジョウ種群、ナマズ、コイ、ドジョウであった。これらの魚類のうち、フナ属魚類以外の魚種は水生植物帯と農業用水路では産卵していないか、産卵が限られていることが示唆された。琵琶湖湖南部に位置する山の下湾の水生植物帯においても、水生植物帯はスジシマドジョウ種群、ナマズ、ドジョウにとって産卵や成長等の場所として重要性が低いことが指摘されている（びわ湖生物資源調査団、1966）。また、水生植物帯および農業用水路とは異なり、「みずすまし水田」では魚食性国外移入種の侵入がほとんど見られなかった。以上のことから、「みずすまし水田」は在来種の産卵・初期成長の場としてとくに重要と考え

られる。琵琶湖周辺の耕作水田における魚類の利用状況については、水田に遡上する魚種も含めてあまり明らかにされていない。従って、今回「みずすまし水田」で得られたのと同様の結果が、耕作水田でも得られるかどうかは不明である。今後、耕作水田においても出現する魚類の種相等を調べ、「みずすまし水田」と結果を比較することが課題である。もし「みずすまし水田」と耕作水田との間で魚類の種組成や利用様式が異なる場合、魚類が侵入・利用可能な耕作水田の整備を進める一方、休耕田を整備して「みずすまし水田」と同様のバイオトープを各地に作成することが、魚類を保全する上で有効と考えられる。

水生植物帯1でのみ多く採捕された種はビワヒガイとウツセミカジカであり、両種の生息場所として水生植物帯1はとくに重要であることが示唆された。水生植物帯2ではカネヒラの小型魚が特異的に多く採捕され、「みずすまし水田」と水生植物帯1、農業用水路ではほとんど採捕されなかった。それにより、水生植物帯2はカネヒラの初期成長の場としてとくに重要であることが示唆された。琵琶湖南湖の山の下湾の水生植物帯でも、複数種のタナゴ亜科魚類の仔稚魚が多く出現したことが報告されており（平井，1970），水生植物が豊富に存在する泥底の水生植物帯は、タナゴ亜科魚類の初期成長の場として保全上重要と考えられる。農業用水路でのみ多く採捕された種はスナヤツメであった。

引用文献

- びわ湖生物資源調査団. 1966. びわ湖生物資源調査団中間報告（一般調査の部）. 1121pp. 近畿地方建設局，大阪.
- 遠藤 誠・臼杵崇広・根本守仁. 1998. 魚類相による琵琶湖沿湖のヨシ帯の人為的環境改変の影響の評価の試み. 滋賀県水産試験場事業報告，平成9年度：12-13.
- 越川敏樹. 1989. トウヨシノボリ. 「山溪カラー名鑑 日本の淡水魚」（川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編），pp. 594-597. 山と溪谷社，東京.
- 後藤 晃. 1989. ウツセミカジカ. 「山溪カラー名鑑 日本の淡水魚」（川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編），pp. 668. 山と溪谷社，東京.
- 平井賢一. 1970. びわ湖の水生植物帯における仔稚魚の生態：I 仔稚魚の生活場所について. 金沢大学教育学部紀要 自然科学編，19：93-105.
- 細谷和海. 1989. ビワヒガイ. 「山溪カラー名鑑 日本の淡水魚」（川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編），pp. 312-313. 山と溪谷社，東京.
- . 2005. 琵琶湖周辺内湖における魚類および無脊椎動物の種多様性 琵琶湖の淡水魚の回遊様式と内湖の役割. 「内湖からのメッセージ 琵琶湖周辺の湿地再生と生物多様性保全」（西野麻知子・浜端悦治編），pp. 118-125. サンライズ出版，彦根.
- 岩田明久. 1989. スナヤツメ. 「山溪カラー名鑑 日本の淡水魚」（川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編），pp. 38-39. 山と溪谷社，東京.
- 嘉田由紀子・遊磨正秀. 2000. 水辺遊びの生態学—琵琶湖地域の三世代の語りから—. 210pp. 農山漁村文化協会，東京.
- 前畑政善. 1989. カムルチー. 「山溪カラー名鑑 日本の淡水魚」（川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編），pp. 470-473. 山と溪谷社，東京.
- 宮地傳三郎・川那部浩哉・水野信彦. 1963. 原色日本淡水魚類図鑑，462pp. 保育社，大阪.
- 長田芳和. 1989. カネヒラ. 「山溪カラー名鑑 日本の淡水魚」（川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編），pp. 368-369. 山と溪谷社，東京.

- 永矢貴之・白石芳樹・釜瀬明日香・鬼束幸樹・東野 誠・高見 徹・東 均・秋山壽一郎・小野篤志. 2009. アユの遡上を誘発および阻害する環境因子の抽出と各環境因子間の関係. 河川技術論文集, 15: 79-84.
- 中坊徹次 (編). 2000. 日本産魚類検索ー全種の同定 第二版. 1748pp. 東海大学出版, 東京.
- (編). 2013. 日本産魚類検索ー全種の同定 第三版. 2428pp. 東海大学出版, 秦野.
- 中川雅博・浅香智也・鈴木誉士. 2007. 琵琶湖につながる農業用水路における魚類の季節的消長ー絶滅危惧種スナヤツメの増加傾向に焦点をあててー. 関西自然保護機構会誌, 28: 127-139.
- 中野光議・上原和男・浦部美佐子. 2015. 琵琶湖北西部の沿岸域におけるスジマドジョウ种群の繁殖期と繁殖場所. 保全生態学研究, 20: 49-58.
- 中尾博行・藤田建太郎・川端健人・中井克樹・沢田裕一. 2005. 琵琶湖北湖における外来魚ブルーギル *Lepomis macrochirus* の繁殖生態. 魚類学雑誌, 53: 55-62.
- 斉藤憲治・片野 修・小泉顕雄. 1988. 淡水魚の水田周辺における一時的水域への侵入と産卵. 日本生態学会誌, 38: 35-47.
- 滋賀県琵琶湖環境部環境政策課. 2013. 「滋賀の環境2013」(平成25年版環境白書). 近江印刷株式会社, 滋賀.
- 田中道明. 1999. 水田周辺の水環境の違いがドジョウの分布と生息密度に及ぼす影響. 魚類学雑誌, 46: 75-81.
- 谷口順彦. 1989. フナ属. 「山溪カラー名鑑 日本の淡水魚」(川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編), pp. 339-353. 山と溪谷社, 東京.
- 寺島 彰. 1989. ブルーギル. 「山溪カラー名鑑 日本の淡水魚」(川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編), pp. 506-511. 山と溪谷社, 東京.
- 渡辺勝敏. 2010. 湖岸および集落の水系に生息する魚類の特徴. 「『高島市針江・霜降の水辺景観』保存活用事業報告書」(高島市新旭地域のヨシ群落および針江大川流域の文化的景観保存活用委員会編), pp. 15-24. 高島市, 高島.
- 吉田 豊・石嶋久男・水谷正一・後藤 章. 2013. 栃木県那珂川水系箒川に流入する農業水路における魚類の産卵環境. 応用生態工学, 16: 1-11.
- 湯浅卓雄・土肥直樹. 1989. 岡山県における水田及び水田に類似した一時的水域で産卵する淡水魚群ーアユモドキを中心としてー. 淡水魚保護, 2: 120-125.

資 料

自然史系博物館資料の保存管理者に求められる行動規範

岐阜大学大学院連合農学研究科 伊 藤 玄
人間環境大学人間環境学部 藤 井 伸 二

Ethics and codes for keepers and managers of the collections in natural history museums. Gen Ito (*The United Graduate School of Agricultural Science, Gifu University*) and Shinji Fujii (*University of Human Environments*)

要旨：博物館資料の保存業務に携わる際には様々なエキスパート技能が要求される。エキスパート技能獲得のためにはどのような考え方や行動規範が有効であるかについて、以下の10項目について具体例を交えての考察を行った。1) 文化的財産としての博物館資料、2) 資料価値の保存とは、3) 標本製作における意図と目的の明確化、4) 標本ラベルに関する長期保存の具体例、5) 科学技術の進展による燻蒸の変化、6) 防火を例にしたリスク想定について、7) 自館に最適な資料保存システムを考える必要性、8) 標本資料の利活用においてキュレーターが下す判断、9) 保存管理の拠り所としての資料価値の重要性、10) キュレーターの素養とはなにか？そして最後に、博物館資料の保存業務を遂行するにあたって、キュレーターに求められる行動規範を整理した。

キーワード：エキスパート技能、考え方、心構え、資料価値、保存システム

はじめに

エキスパートとしてキュレーターに期待されること

キュレーター（学芸員）は博物館資料のエキスパートであることが期待されている。そしてそのことが、博物館資料の保存と維持管理の信頼性を保証している。博物館資料の保存方法は資料の種類や特性に応じて様々であり、それぞれの専門分野に特化している場合も多い。キュレーターは博物館資料を適正に維持していくために、よりよい保存方法を選択し、自館の資料保存システム運用（整理、配架、保存管理の各システム構築など）の中に取り込まねばならない。その際、活用（新規資料の追加や保管資料の閲覧・貸し出しなど）の利便性に配慮した資料保存システムの構築にも

心を砕く必要がある。また、科学技術の発展による保存方法の新技術について常にアンテナを伸ばし、必要に応じて適宜導入あるいは改善するべきである。

しかし多くの地方博物館においては、各専門分野の人材が潤沢でないのが実情である。大学博物館も事情はさして変わらない。そのような職場環境では、自身の専門分野にとどまらず、様々な博物館資料への対応も要求されることがある。そのため、博物館資料についての広汎な知識や理解を有することが望ましい。ときには、他館のキュレーターとの連携によって資料管理の職務を遂行することもあるだろう。その際には、キュレーター同士のネットワークを駆使する能力も求められる。

これらすべての知識や能力こそが、博物館資料

を扱うキュレーターに求められるエキスパートとしての技能であろう。すなわちエキスパート技能とは、「博物館資料を相手にしたときに様々な知識を自在に使いこなし、的確な判断を下す能力」である。膨大な知識と経験を身につければ、それらを使いこなす技能も必然的に身につくと考えられるが、そのためには長い時間と経験が必要だ。つまり、エキスパート技能を大学での教育課程のみを通じて得ることは難しいように思われる。一方、博物館に職を得たキュレーターはたとえ新人であっても、エキスパートとしての職務を遂行していかなければならない。では、経験の未熟な新人キュレーターが上述のエキスパート技能を身につける近道はあるのだろうか。

エキスパート技能の獲得には個人の資質や指向性だけでなく、博物館資料を扱う際の心構えと考え方が最も重要であると私たちは考えている。ここでは「博物館資料を扱うエキスパート」という観点から、自然史系博物館資料の保存管理に携わるキュレーターの心構えや考え方といった行動規範を論じ、エキスパート技能獲得への近道を模索したい。また、博物館資料を扱う際には様々な判断や決断を要求されるが、それらを的確に行うための手引きになるような具体例と試論を盛り込んだ。本稿がとりわけ新人キュレーターの業務に有益な情報となることを願う。

なお、博物館資料の保存管理に関しては、国際博物館会議の職業倫理規定（ICOM Code of Ethics for Museum）の「収蔵品の管理」の項に、永続性、責任の委任、文書化、災害からの保護、データの安全、環境保存計画、保存と修復、飼育動物の厚生、個人的使用の禁止などの規定がある（URL：http://icom.museum/fileadmin/user_upload/pdf/Codes/code_ethics2013_eng.pdf 2015.3参照）。また、日本博物館協会が2012年に作成した「博物館の原則 博物館関係者の行動規範」には、「収集・

保存」の項目がある（URL：https://www.j-muse.or.jp/02program/pdf/2012.7koudoukihan.pdf 2015.3参照）。これらの原文または邦訳を参照しながら、以下の文章を読まれることを推奨する。その理由は、本稿では臨場感が得られるように情緒的な表現をあえて多用したために不正確さが増してしまったからである。具体的なイメージをつかみやすい文章にしたことによる負の部分があることをあらかじめご了承ください。

本稿は岐阜大学での博物館資料保存論の講義内容をもとにしている。その機会を与えて頂いた川窪伸光教授、須山知香准教授、楠田哲士准教授、今井亜湖准教授、向井貴彦准教授、古屋康則教授、そして博物館資料の保存に関してご議論を頂いた大阪市立自然史博物館、京都大学総合博物館、国立科学博物館、東京大学総合研究博物館、首都大学東京牧野標本館、兵庫県立人と自然の博物館のスタッフの方々にお礼申し上げる。また、匿名の査読者からは博物館の倫理規範に関するご教示を頂いた。記して感謝する。

博物館資料の意義

なぜ保存するのか？

博物館資料が保存すべきものとして選ばれた資料であることは論を待たないだろう。一方で、個人コレクションにも保存価値の高いものは多数存在する。では、博物館資料の保存の意義とは何であろうか、そもそもなぜ保存する必要があるのだろうか。

珍奇なものの姿やかたちを鑑賞したいという欲求はだれにでも存在する。仮にそれらが遠い異国の物産であれば、鑑賞のために原産地に何度も足を運ぶことはお金や時間の制約から難しい。それらの姿形をそのままにとどめ、そして手近なところに所有できれば、いつでも鑑賞することが可能

となる。珍奇なものを鑑賞したいという欲求から、それらを収集して所有し、そして個人コレクションとして保存することはよくある。そのような個人コレクションが結果的に価値の高い博物館資料となることも多い。

個人コレクションと博物館コレクションの大きな違いは、文化的財産（科学資料を含む）^{1*}として認知され得るという点にある。それは、後世への継承とともに後世の人々による利用を前提としている。一方、個人コレクションの収集意図は自己の欲求を満たすためであり、そのコレクションが文化財的な価値を有するかどうかとは無関係のことが多い。また、自己完結であるがゆえに、後世への継承や利用が考慮されることはない。一方、博物館資料は教育や研究をはじめとする様々な文化活動に寄与する点で文化的財産のひとつである。50年あるいは100年先まで保存される点とそのことによってより価値の高まることをみれば、文化遺産の一つと考えてもよいだろう。

すなわち、博物館は文化的財産としての博物館資料を収集・保存管理して後世に伝える機能を有する^{2*}。そこでは、個人の趣味や嗜好性に基づく価値よりも、文化的財産としての価値が優先される。わかりやすく言えば、「僕の、私の宝物」という感覚よりも、「市民の、県民の、国民の、人類の宝もの」という感覚が重視される。博物館資料を扱うキュレーターはこのことを常に意識していなければならない。

適切な保存管理業務

資料価値の保存

博物館資料の内訳は多様である。一般に、一次資料（直接資料）と二次資料（間接資料）、自然史資料と人文資料、標本資料と製作資料などの様々な類型化が行われている。そして、これらはいず

れも半永久的に保存すべき資料である。博物館資料の種類やその詳細については博物館資料論の書籍に譲ることとし、ここでは真に保存すべきもの（＝資料価値）とは何かを考える。

博物館資料の保存管理においては、二次資料よりもそのオリジナルである一次資料の保存は最優先事項である。標本資料を含む一次資料の扱いとそれらの保存管理条件はそれぞれの資料特性に応じたものでなければならず、それらを考慮して資料保存システムを構築・運営するキュレーターの責任は大きい。

一方、二次資料や製作資料は仮にそれらが失われても、一次資料や標本資料から再生産することが可能な場合も多い。しかし、二次資料が一次資料に必ずしも劣るわけではなく、二次資料（例えば一次資料の由来情報：産地データ、発掘された時代データ、共産物の情報など）によって一次資料の価値が担保されることはごく普通であるし、両者は不可分のことも多い。例えば、一次資料であるタイプ標本^{3*}と二次資料である記載論文の関係を想起すれば、このことを容易に理解できるだろう。二次資料を失った一次資料はその価値が半減あるいは喪失してしまう可能性があることにも留意する必要がある。

いずれにせよ、博物館における保存管理業務とは、博物館資料の種類とそれらの有する個別あるいは連関した価値を十分に把握し、博物館資料の種類に適合した保存管理方法によって、資料価値の減衰を極力抑えることである。進行の度合いは資料の種類によって異なるにしても、長い時間の経過とともに標本資料が徐々に劣化することおよびそれにとまなう資料価値の減衰は避けられない。当該資料の重要性とその価値がどこにあるかを理解し、資料価値の効果的保存に努めることが重要である。つまり、キュレーターは資料の種類と価値に関する専門知識を用いて、資料価値を維持す

るための保存管理業務を適切に遂行しなければならない。

博物館資料としての標本

製作の意図と目的の明確化

漫然と標本を製作するような姿勢では、価値ある博物館資料を産み出すことはできない。標本を製作する際には、「自然界から何を切り取ってくるのか、そして標本利用者（＝研究者）に対してその標本資料を通じて何を見せたいか、何を伝えたいか」という標本製作の意図と目的の明確化が必要である。目的もないのに同じものを多量に集める意義はないが、微妙な個体変異を知りたいのであれば同じように見えるものの収集にも意義が生じる。1種の樹木の標本を製作する場合でも、種子、実生、幼植物・・・開花個体、結実個体、果実の各生長段階を標本として切り取って残すためには、一連の「標本群」を製作しなければならない。1個体のケヤキから100枚の葉を収集することで、個体内の葉形変異を明らかにすることも可能になる。その際、標本ラベルにはその意図が十分に伝わるような情報を記入すべきである。

標本製作の意図と目的が明確であれば、それに対応した最良の標本製作方法はおのずと決まり、その際の二次資料とすべき情報も明らかになる。そして、標本の種類とその特性によって望ましい保存管理方法も決まることになる。

博物館資料においては、「何を伝えたいか？」という問いかけは「何を保存したいか？」という問いかけとほぼ同義であるといえる。そのような明確な意図のある先人達の標本資料を手にしたとき、キュレーターは一種の感銘とともに保存への責務を感じるだけでなく、同様の標本製作を自らも心がけることになるだろう。

標本ラベルの保存性

100年の長計

標本それ自身の保存性のみならず、標本ラベルの保存性にも配慮が不可欠である。国内の博物館施設で植物標本を閲覧すると100年前の標本ラベルには劣化の激しいものが散見される。以前に参加した印刷物の保存研究会では、次のような内容の会話がなされたので紹介しておこう。博物館関係者：「長期間の保存を考えた場合、プリンタインクの退色が問題になると思うが、どうなのか?」、OAメーカー：「初期機種種のインクではそのようなものもあったが、現在では退色するようなことは考えられない。大丈夫です」、博物館関係者：

「博物館では100年以上の保存が前提だが、それでも退色しないのか?」、OAメーカー：「えっ！そんな長期間の退色防止は想定していません」。これらの会話からわかるように、プリンタインクが100年以上の保存を前提に開発されていないことは自明だろう。また、キュレーターの保存に関する想定が一般通念から乖離していることもこの会話から見てとれる。

さて、100年以上の保存性を考えた場合、どのような標本ラベルが推奨されるのだろうか。酸性紙は半世紀以上経過すると劣化して砕けてしまうので、中性紙を使用すること。また、年月の経過にともなう色素物質の変質によって文字そのものが消えてしまうことがある。とくに多数の色素を混合して黒色を発色させているプリンターでは、カーボン以外の色素の変質とそれにとまなう退色が起こることに注意すべきである。もっとも確実なのがカーボンインクである。レーザープリンターのようにインク糊を熱によって塗布するタイプでは、年月の経過とともに糊の粘着性が消失して文字がまるごと紙から剥がれてしまう。そのため、カーボンインクを紙に物理的に圧着するドットインパ

クトプリンターが推奨されるが、販売機種のほとんどがインクジェットやレーザープリンターとなっているのが現状である。長期間の耐用検証がなされていないOA機器の新製品への更新には慎重であるべきかもしれない。

退色や文字剥がれの対策としては、鉛筆、万年筆、ボールペンなどでカーボンを紙上に物理的に圧着させるのがよい（＝「筆記」する）。同じラベルを多数作成する場合はリソグラフや謄写版が安心できる。意外かもしれないが、水浸しても文字の滲む心配のない鉛筆は、じつは最も簡便で安心できる筆記具である。消しゴムで消去できることが難点に思えるが、筆記された文字を意図的に消すような行為が標本ラベルに対しておこなわれることはあり得ない。

なお、標本ラベルに盛り込むべき情報については、末尾に植物標本を例に解説したので参考にされたい。

科学技術の進展による変化

燻蒸の例

博物館資料の保存方法は科学技術の進展とともに常に更新されている。標本製作方法では、凍結乾燥機器の普及、樹脂包埋技術の向上、強化処理技術の向上、画像処理技術の向上、3Dプリンターの導入などによる変化がある。標本の整理においては、IT機器の普及によるデータの電子化とデータベース化が飛躍的に進んでいる。さらに、自然史資料の保存管理においても24時間空調や間接空調などが一般的となってきた。そのほかにも、紫外線カット照明や燻蒸薬剤などの様々な部分で改善がすすんでいる。

燻蒸薬剤を例にとると、その状況は大きく変化している。従来用いられた臭化メチル（商品名エキボン）はオゾン層破壊などの環境への悪影響が

問題となり、現在は使用が禁止されている。替わって、ヨウ化メチル（商品名アイオガード）や酸化エチレン（商品名エキヒューム）などに薬剤が変更された。最近では、防虫剤のナフタリンに発がん性の可能性が指摘されており、別の薬剤への転換が必要になるかもしれない^{4*}。燻蒸は虫害を防ぐための有効な手段であるが、その一方で強力な浸透性を有するが故に標本劣化を助長するリスクを併せ持っている。燻蒸薬剤の種類によっては標本中のDNAを断片化することや、適切な条件を設定しないと抽出効率が下がることが明らかとなっている。過去に普及していたものが必ずしも望ましい素材・方法とは限らないことに留意し、最新の情報を得る努力が必要である。こうした情報収集には、学芸員を対象としたメーリングリストが役に立つ。植物学担当学芸員メーリングリストでは2014年に燻蒸薬剤についての情報交換がなされ、その効果やDNA破壊についての具体的な例が披露されている。

化学薬品による燻蒸方法では、燻蒸後の数日間には収蔵庫へ立ち入ることができないという不便さがある。近年は-20℃～-30℃で1週間くらいかけて行う冷凍燻蒸が広まりつつある。薬剤燻蒸と異なり、人体への影響や環境への影響がほとんどない利点がある。ただし、冷凍庫の容量に限界があるため、標本を小分けにして燻蒸する必要がある。冷凍燻蒸は少量の燻蒸、とくに随時受け入れる小規模コレクションの燻蒸に向いている。以前に冷凍燻蒸を行っているヨーロッパの植物標本庫を見学したが、1～2週間のタームで大量の標本が冷凍庫から出し入れされていた。500万点の標本全部の燻蒸となると、年中無休のフル稼働でもカバーできないかもしれない。

どのような方法や頻度で燻蒸を行うかは、キュレーターの判断に負うところが大きい。標本の種類、収蔵庫内の環境、防虫対策、費用と労力など

によって、可能な限り合理的な燻蒸方法を採用するべきである。防虫対策が万全であるなら、定期的な燻蒸を行わないというのも選択肢である。むやみな薬剤燻蒸は標本自体の劣化（DNAの破壊や標本基質の化学変化）のリスクも併せ持つことに留意したい。また、冷凍燻蒸では、急激な温度変化による結露や膨張縮小による標本劣化のリスクがあることを忘れてはならない。キュレーターは、新しい知見についてそれぞれの分野にアンテナを伸ばし、常に情報収集する必要がある。

手前味噌で恐縮だが、筆者が以前に勤務していた大阪市立自然史博物館では約30万点の植物標本資料を有するが、現在はこちらに対しての薬剤燻蒸を行っていない（注：ゴキブリなどを対象とした通常の薬剤散布は行っている）。2000年に隣接の新収蔵庫に引っ越した際、それまで行っていなかった薬剤燻蒸を導入するかという議論があった。その際、私は次の様な内容の意見を述べた記憶がある。「これまでナフタリン防虫のみの管理で問題はなかったので、新たなコストをかける必要性を見いだせない。燻蒸は虫害の発生時に効果があるが、虫害の発生は保存管理の失敗を意味するに等しい。虫害の発生初期に当該標本のみを燻蒸すればよいのであって、防虫対策に万全を期すべきだ」。以後、同館ではナフタリン防虫と害虫トラップによるモニタリングでの保存管理がなされており、とくに問題は起こっていない。なお、ナフタリン蒸気が徐々に標本に悪影響を与える可能性も忘れてはならない。定期的燻蒸かナフタリン防虫のみかあるいは両者の併用かなどの運用方法は、それぞれの館が現有の設備と人員を勘案しながら判断することであろう。

消火設備と消火器

リスクをどのように想定するか？

収蔵庫内での防火管理は当然であるが、万が一の出火に対する考え方についての一例を紹介したい。近年の博物館収蔵庫では、窒素ガス消火システムが一般的になりつつある。従前のスプリンクラー消火では仮に鎮火できたとしても収蔵標本が水浸しになって資料価値を喪失してしまう可能性がある。ゆえに水浸汚損のリスクが低い窒素ガス消火は歓迎すべきである。

筆者の勤務していた博物館で待望の新収蔵庫が2000年に完成し、窒素ガス消火システムが導入された。標本の引っ越しを目前に行われた会議では、旧収蔵庫内に常置していた消火器を新収蔵庫において撤収することが提案された。消火器による消火は標本を著しく損傷するため、窒素ガス消火に任せるのがよい。しかし、その場で出された意見の内容はおおよそ次のようなものだった。「初期消火の意義が理解されていないのではないのか？

窒素ガス消火のみに頼った場合、仮に出火の発見がいち早くなされても、検知器が作動して窒素ガス消火が発動するまでの時間をじっと待つことになる。目の前の標本がくすぶっているのを消すのはバケツ一杯の水で済む。収蔵庫内の人間の避難を完了し、収蔵庫全体を密閉し、そして窒素ガス消火システムを発動することはジョーカーと考えるべきではないか」（注：そのときの発言内容を元に脚色）。この意見は採用され、新収蔵庫内の要所には以前と同じように消火器が常備されることとなった。

上記の判断が適切かどうかは、実際の出火が起こってみない限りわからないだろう。しかし、防火予防対策が万全なはずの収蔵庫で起こる火事の原因には漏電によるショートがあるかもしれない。電気系統に異常のある状況下で窒素消火システム

が正常に作動するのだろうかという疑問もある（もちろん、そのための自家発電機も設置されている）。東日本大震災での全電源喪失とその計り知れない影響は記憶に新しい。リスクを未然に防ぐには「火気厳禁」、リスク発生時の初期対応には「消火器」、リスクが拡大しつつある場面では「窒素ガス消火」などといった段階的な対策が必要だろう。キュレーターの有事への想像力が問われる場面でもある。

自館に最適な資料保存システム

能率的な収納・配架方法の選択

各博物館資料の能率的な収納・配架方法は資料の種類によってそれぞれ異なるため、博物館資料の保存システムに唯一無二の方法はない。キュレーターは、当該標本資料についてどのような種類の収納・配架方法が各地の博物館で運用されているかを知り、それを参考にしたいうえで自館の人員規模・予算・設備などと照らし合わせて最も有効な方法を選択・運用するのがよい。

資料保存システムを選択するにあたり、収納効率の高さ、配架労力の省力性、標本破損のリスク低減などについて十分に考慮すべきである。収納効率の高さは収蔵スペースの問題と直結するし、配架労力の省力性は配置されているキュレーター定員とのかね合いがある。大規模博物館や著名な博物館で採用されているシステムが必ずしも自館に適しているとは限らない。小規模な地方博物館ではむしろ不便であったり、コストがかかりすぎることがある。また、標本破損のリスクを低減できるように、棚間隔や通路空間などのワーキングスペース、標本を収納する戸棚や引き出しのサイズ、取り手や蝶番などの突起部分、照明などの使い勝手を検討すべきである。

植物標本の配架例を考えたい。サクラソウ属に

は多くの種類がある。大規模博物館ではそれぞれの種について、カバー毎に多数の標本が納められていることが多い。一方、小規模博物館ではわずかの標本しかないので、サクラソウ属という一つのカバーの中に未同定のまま一括して収納する方法が推奨されるだろう。「そんなことでは整理したことにならないのでは？ 特定の種を取り出したいときに手間がかかるのでは？」という疑問があるかもしれない。私がキュレーターであれば、その疑問に対して次のような返答をしたい。「種毎の整理・配架には正確な同定が必須で、サクラソウ属ではそれに要する時間コストがあまりにも大きすぎる。属レベルに同定を簡略化することで、作業時間の大幅な節約が見込める。少数の標本なので必要が生じたときにあらためて正確な同定を行えばよく、保存管理の運用上の支障はないと考えられる。正確な同定を前提にすると、そのことがボトルネックとなって整理そのものが進まない可能性がある」。キュレーターに要求される見識とは、教科書の内容に従った回答ではない。現実的な状況に応じてよりよい配架・収納を合理的に運用することである。

標本資料の利活用

展示の可否、破壊の可否

標本資料の主な劣化要因には、照明による紫外線、温度変化による膨張と縮小、湿度変化や時間経過、カビによる被害、虫害などがあげられる。時間の経過により変質・変性し、劣化することは宿命であるが、それらを極力抑制するように最大限の配慮が必要である。

博物館にはタイプ標本をはじめとする貴重な資料が収蔵されている。そうした貴重な資料も含めてすべての標本資料の取り扱いに責任を持つのがキュレーターである。言い換えれば、キュレーター

は様々な場面に応じて標本資料をどのように取り扱うかについての判断を要求される。

たとえば、タイプ標本は展示してもよい資料であろうか。展示によって標本は少なからず劣化することになる。正しく保存されれば数百年の保存が可能であるが、そのためには照明の紫外線ですら避けることが望ましい。半永久的な保存が必要であるタイプ標本の場合、展示には写真やレプリカなどの代替物をあてがうという決断もときには必要である。

また、外部から標本を研究に利用したいとの要望があった場合、どのレベルまでの許可を出すかについての判断も必要である。調査研究や教育目的での標本閲覧（撮影を含む）や標本貸し出しは、博物館資料の活用という観点からは好ましいことである。一方で、博物館資料の保存管理という観点からは利用の際に起こる標本劣化、破損、さらには紛失といったリスクは避けたい。つまり、標本の保存管理にとって閲覧や貸し出しは好ましくないのである。このような利用と保存のジレンマについて考慮した上で、キュレーターは拒否または許諾の判断を下すことになる^{5*}。標本の破損はあってはならないことで、そのようなことが憂慮される場合には標本利用に対する要望や依頼を断ることもキュレーターの職務である。貸し出し相手が標本の扱いを十分に習熟しており、なおかつ貸し出した標本を安全に保存管理できる設備を有していることが、一つの判断基準であろう。キュレーターが文化的財産を管理する立場であることを十分に認識した上で、外来の標本利用についての判断を下すことになる。

近年ではDNAの分析が可能となり、標本を破壊してDNAを抽出・分析する研究も行われるようになった。研究者が博物館資料を利用する際には、文化的財産の破壊という意識は低いかもしれない。一方、試料の破壊的研究はどのような目的

であってもキュレーターにとっては自身が管理する文化的財産の破損に他ならない。キュレーターは標本の破壊の利用を申し出た研究者と十分に相談し、博物館試料の損耗とその対価（＝予想される研究成果）を検討したうえで、許諾の可否をすることになる。例えば、1 cm四方の断片試料が欲しいとの依頼があった際、現状の技術ではそうかもしれないが20年後には技術の進歩によって1 mm四方の試料で充分かもしれない。ならば、今回の依頼については不許可とし、20年後に備えるというのも一つの見識である。20年後には1 cm四方の試料で100人が研究を行うことができるのである。このような判断には、当該研究分野の最前線の知識、博物館資料についての十分な知識、そしてそれらを駆使することのできる経験が必要であるが、たとえ経験が不足していても、標本資料が文化的財産であることを常に意識していることで、誤った判断を防ぐことは可能である。

博物館資料の価値把握

保存管理における拠り所

保存管理においては、科学的価値観に基づく各種の資料カテゴリーを理解し、そして収蔵資料の全体像を把握しておくことが肝要である。例えば、植物標本においてとくに重要と考えられる資料カテゴリーには次の様なものが挙げられる。ただし、以下に詳述する具体例からもわかるように、これらのカテゴリーは必ずしも並列するものではなく、しばしば包含関係にあることが多い。また、ここには挙げていないが、その博物館を特徴づける標本群（例えば、特定の分類群に特化、果実・種子などの特定の器官に特化、ある地域の標本群に特化、凍結乾燥や樹脂包埋のように特定の製作方法に特化など）は当該施設のアイデンティティを形成する重要な役割を担っている。

Type specimen (タイプ標本)

Authentic specimen (権威標本)

Voucher specimen (証拠標本)

Historic collection (歴史的コレクション)

筆者が勤務していた大阪市立自然史博物館には三木茂水草コレクション(志賀ほか, 2009)が収蔵されている。このコレクションは日本の水草研究の黎明期を担った三木茂博士が収集・同定したもので、そのすべてがauthentic specimenに相当する。そして同時に、1930~1940年前後に収集されたhistoric collectionでもある。さらにその中には多数のtype specimenが含まれており、これらは新種記載時のvoucher specimenだ。また、同館には膨大な近畿地方産シダ植物標本が収蔵されており、その多くが「近畿地方シダ植物目録I, II」(瀬戸, 1963, 1964)のvoucher specimenである。同様に大阪府産の維管束植物標本の大半が「大阪府植物目録」(桑島, 1990)のvoucher specimenである。琵琶湖産水草の標本目録(藤井, 1995)や藤井伸二による一連の新産報告のvoucher specimenも納められている。

一方、論文等での公表こそされていないが、博物館資料として高い価値を有する標本群に次のような例がある。梅原徹コレクションと丸井英幹コレクションの大部分は環境アセスメント調査の際に収集されたもので、環境アセスメント報告書の科学的裏付けとなる重要なvoucher specimenである。また、松蔭女子高校から移管寄贈された牧野富太郎博士収集の維管束植物標本は、直筆ラベルをともなった珍しいhistoric collectionである。

標本の資料価値が新たに付加される例も紹介しておこう。藤井伸二コレクションには京都大学芦生研究林において1990年代前半に収集されたgeneral collectionが含まれている。同地で行っていたナラ類の結実と食害昆虫に関する調査の合間に収集したものである。芦生地域はその後の2000年

前後に猛烈なシカ食害を被り、チシマザサの一斉開花枯死とあいまって林床植生がほとんど消失した。過去の植物相復元と局所地域植物相に対するシカ食害の影響を評価するためにこれらの標本情報が用いられ(藤井, 2010)、その結果として収集時にはそれほど重要ではなかった general collectionが15年以上の年月を経て新たな資料価値を生み出したのである。

上述のように資料価値の例は枚挙にいとまがない。キュレーターは、自身の管理する博物館資料についてその価値の把握に努めることはもちろんだが、現在はそれほど価値の低い標本群についても将来の利活用という潜在性に注意を払うべきである。博物館における保存管理業務を遂行する中で、キュレーターは博物館資料の扱いについて各種の判断を迫られる。その際の拠り所として、管理すべき標本群が有する資料価値^{6*}を包括的に把握しておく必要がある。

キュレーターの素養

標本が持つ重みの理解

キュレーターはその職務遂行にあたって、博物館資料を収集したコレクター達の努力、数十年~数百年にわたって標本資料を保存管理してきた過去のキュレーター達の努力、そしてそれらの文化的活動を支えた社会、これら3者の重みを十分に理解していることが必要である。

過去数十年あるいは数百年にわたって保存管理されてきた博物館資料は、たった一度の過失によって失われることがある。虫害や浸水による汚損、火災や戦争による焼失、津波などの大規模災害による消失などがその例である。それは文化的・科学的財産を失うことを意味し、同時に数十年あるいは数百年のキュレーターの努力やそれを支えた社会の努力をすべて無に帰してしまう。

第二次大戦では、東京博物館（国立科学博物館の前身）に収集保管されていた博物館資料のうち、植物標本20万点中5万点が群馬県九十九村に、動物標本30万点中2万点が長野県軽井沢町に、それぞれ疎開されている。また、東京帝国大学（現在の東京大学）のクランツ化石コレクションも山形県大石田に疎開された。幸運にも、一部の都市や文教施設は爆撃対象とされなかったために戦禍を逃れ、結果として京都大学や東京大学などの大学博物館施設には戦前の貴重な資料が伝えられている。しかし、研究者個人が所蔵していたものはその限りではない。例えば、大阪市立自然史博物館では、1970年代に寄贈された三木茂水草コレクションなどのごく少数の例外を除いて戦前に収集された標本は皆無に近い。同館が1950年に開館したことを考えれば無理のないことであるが、戦前のコレクションがほとんど残されていないという現実も理由の一つである。例えば、1938年に大阪府植物誌を編纂した堀勝氏の貴重な植物標本は戦禍で焼失している。当時の大阪にも博物館が存在していれば、今とは違った未来があったかもしれない。海外では、ベルリン・ダーレム植物園が400万点を超える膨大なコレクションの大半を第二次大戦によって焼失している。多数のタイプ標本や権威標本が失われており、植物学の歴史中でも最大級の惨事である。このような事例を顧みれば、博物館資料が先人たちの努力によって次世代に継承されることの重要性を理解できるだろう。また、2011年の東北大地震による博物館資料の被災は記憶に新しい。一例を挙げると、岩手県山田町では地震によって発生した津波によって8万点にのぼる吉崎誠博士収集藻類標本の大半が失われた。甚大な人的・物的被害のなかで、後世に引き継ぐべき博物館資料の損失をできるだけ食い止めたいという関係者の切実な思いによって被災博物館施設を対象とした標本レスキュー活動が全国展開され

たことは特筆に値する。未曾有の天災という特殊な例であるが、このような試練をくりげなければ博物館資料が後世に伝わらないのも事実である。

日本博物館協会が2012年に作成した「博物館の原則 博物館関係者の行動規範」には、「博物館に携わる者は、資料を過去から現在、未来へ橋渡しをすることを社会から託された責務と自覚し、収集・保存に取り組む」と記されている。キュレーターは博物館資料の重みとその責務を十分に理解した上で保存管理業務を遂行することを期待されている。

キュレーターはエキスパートであれ

最後に、博物館資料保存に関わる際に重要と考えられる事項を以下に列記する。

1. 当該博物館資料の価値をできるだけ正確に把握しておくこと。
2. 博物館資料の保存方法にはその種類に応じて様々なオプション（選択肢）がある。それらのオプションは科学技術の進展とともに、常に更新されていることに留意。
3. 同一資料であっても、その第一義的目的（保存、研究利用、展示利用、教育利用）によって、保存方法のオプションは異なることに留意。
4. 適切な保存方法は必ずしも唯一無二のものではない。それぞれの博物館の能力（人員規模、予算規模、施設・設備、技能）に応じて、最も効率的かつ有効なオプションを選択すべき。また、複数のオプションの組み合わせが有効な場合もある。
5. 適切な保存方法のオプションを決定するために、当該資料に関するエキスパートとしての知識と経験を備えること。
6. 保存方法のオプション決定に際して、「後世

に伝えるべき価値とは何か」という点に留意すること。

7. キュレーターは様々な局面において各種の決定・判断を下さねばならない。適切な保存を完遂するため、当該資料に関するエキスパートとしての技能を有すること。

8. これまで保存してきた博物館資料が過失や災害（虫害，浸水，火災）によって損なわれることがあってはならない。損害を最小限にするための対策とその予防に努めること。

※過去数十年あるいは数百年にわたって保存されてきた資料をたった一度の過失で失うことは容易い（例：戦争や災害による破損・消失）。このような資料の消失は文化的・科学的財産の喪失であるだけでなく、数十年あるいは数百年にわたって当該資料を保存してきた歴代キュレーターの努力とそれを支えた社会の膨大な投資をすべて無に帰すことになる。そのことの重みを十分に理解することがキュレーターの資格・素養の一つとして求められる。

引用文献

*を伏した文献は末尾のBOXに関連したもの

藤井伸二. 1995. 1993・1994年に採集された琵琶湖産水草標本目録と分類・生態ノート. 自然史研究, 2 (11): 153-166.

——. 2010. 芦生研究林枕谷におけるシカ摂食にともなう林床開花植物相の変化. 保全生態学研究, 15: 3-15.

桑島正二. 1990. 大阪府植物目録. 195pp. 近畿植物同好会, 大阪.

瀬戸 剛. 1963. 近畿地方シダ植物目録I. 大阪市立自然科学博物館研究報告, 16: 15-51.

——. 1964. 近畿地方シダ植物目録II. 大阪市立自然科学博物館研究報告, 17: 33-86.

志賀 隆・藤井伸二・瀬戸 剛. 2009. 大阪市立自然史博物館収蔵資料目録第41集 三木茂博士寄贈水草さく葉標本目録. 42pp. 大阪市立自然史博物館, 大阪.

鈴木まほろ. 2007. 博物館学と生態学(4) 博物館が所蔵する生物標本の生態学的利用事例. 日本生態学会誌, 57: 129-132.

佐久間大輔. 2011. 博物館学と生態学(17) 自然史系資料の文化財的価値—標本を維持し保全する理由—. 日本生態学会誌, 61: 349-353.

参考文献

秋山 忍. 2013. 標本ラベルと保管, 標本室の利用. 分類, 13: 149-152.

天野 誠. 1995. 標本のラベルを取りまく諸問題. JSPT Newsletter (植物分類学会ニュース), 78: 13-16.

Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem. (Historical Background 1913 to March 1, 1943; <http://www.botanischer-garten-berlin.de/en/history-collections-botanical-museum-berlin-dahlem-b-1>). 2015年1月参照.

Bridson, D. & L. Forman. 1998. The Herbarium Handbook Third Edition. 346pp. Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond.

*藤井伸二. 1995. 標本ラベル記載事項の表記方法. JSPT Newsletter (植物分類学会ニュース), 79: 7-11.

——. 2012. ハーバリウムにおけるローン制度と貸し出し方法. 「種間関係の生物学—共生・寄生・捕食の新しい姿—」(種生物学会編), pp. 377-390. 文一総合出版, 東京.

岩槻邦雄・堂本暁子. 2012. 災害と生物多様性 災害から学ぶ, 私たちの社会と未来. 107pp.

生物多様性JAPAN, 東京.

岩手県立博物館 (編). 2014. 岩手県における東北地方太平洋沖地震被災文化財等の再生へ向けた取り組みー被災から3年目における成果と課題ー. 岩手県立博物館調査研究報告書 第30冊. 96pp. 岩手県立博物館, 盛岡.

*金井弘夫. 1995. 標本ラベル議論へのなが〜いコメント. JSPT Newsletter (植物分類学会ニュース), 80: 9-14.

木村浩之 (編). 2009. 魚類標本の作製と管理マニュアル. 70pp. 鹿児島大学総合研究博物館, 鹿児島.

国立科学博物館. (江戸・明治期に描かれた「博物図譜」を新たに118点発見; <http://www.kahaku.go.jp/procedure/press/pdf/102908.pdf>). 2015年1月参照.

小菅圭子・秋山弘之・田口信洋. 2004. 生物系収蔵資料に含まれるDNAに及ぼすヨウ化メチル燻蒸剤の影響. 分類, 4: 17-28.

——・——・田口信洋. 2005. ヨウ化メチル系薬剤による生物標本の最適燻蒸条件の検討. 分類, 5: 21-32.

*黒崎史平・岡田 博. 2013. 植物の採集と押し葉標本作成. 分類, 13: 143-148.

松浦啓一 (編). 2014. 標本学第2版 自然史標本の収集と管理. 250pp. 東海大学出版会, 秦野.

*大村嘉人. 2014. 地衣類標本ラベル情報の書き方. ライケン, 14: 42-48.

大阪市立自然史博物館 (編). 2005. 第34回特別展なにわのナチュラリスト〜自然の達人たち〜. 76pp. 大阪市立自然史博物館, 大阪.

*—— (編). 2007. 標本の作り方ー自然を記録に残そう. 190pp. 東海大学出版会, 秦野.

*柴田敏隆・太田正道・日浦 勇. 1973. 自然史博物館の収集活動. 293pp. 日本博物館協会, 東京.

*豊橋市自然史博物館 (編). 2005. 標本を作ろうー植物・菌類編ー. 61pp. 豊橋市自然史博物館, 豊橋.

津波により被災した文化財の保存修復技術の構築と専門機関の連携に関するプロジェクト実行委員会・赤沼英男・鈴木まほろ. 2014. 安定化処理ー大津波被災文化財保存修復技術連携プロジェクトー. 255pp. 津波により被災した文化財の保存修復技術の構築と専門機関の連携に関するプロジェクト実行委員会・日本博物館協会・ICOM日本委員会, 盛岡・東京.

東京大学コレクションXIVクランツ標本. (矢島道子「クランツ標本(化石)の魅力」; http://www.um.u-tokyo.ac.jp/publish_db/2002Krantz/05.html). 2015年1月参照.

脚 注

- 1※ ここでは、芸術的・歴史的・資料的価値だけでなく科学研究や教育などの文化的活動に資するものを広く含んだ意味で「文化的財産」の語を使用する。文化財保護法で定義される文化財よりも広い意味であることに注意。自然史標本の文化財的価値についての議論は佐久間 (2011) に詳しい。
- 2※ 我が国においては人文系の歴史資料や美術工芸品などの保存管理については法的根拠 (文化財保護法) が存在する。一方、自然史系の標本資料ではそのような法的根拠がない。その結果と思われるが、自然史系資料の軽視 (保存管理において予算や人員配置が不十分) という現状がみられるのは残念である。
- 3※ 新分類群発表の基礎となった標本。植物学では基準標本、動物学では模式標本と呼ぶ。
- 4※ 本稿の脱稿後、特定化学物質障害予防規則等が改正されて2015年11月1日からナフタリンのばく露を10ppmに抑制することになった。収蔵庫内のナフタリン濃度の実態把握を早急に行い、必要な対策を講じることが求められる。
- 5※ 詳しくは鈴木 (2007) の「利用上の問題」の項を参照。
- 6※ 鈴木 (2007) には生態学的研究利用における標本価値が整理されている。

標本ラベル：価値ある情報を伝達するための文書

標本製作において最も大切なのは標本ラベルの内容である。どんなに見栄えのよい標本を作っても、ラベルデータがなければ無価値となり、仮にラベルデータがあっても必要な情報が記されていないければ資料価値は半減する。標本ラベルは単なるメモではない。「将来その標本を利用する他者に伝達すべき情報を記録した文書」である。具体的には、その標本を収集した人しか知り得ない情報をそこに書きとめ、後世にその標本を利用する人達にそれらの情報を付加して伝えるものである。

植物を例にすれば、さく葉標本として台紙に貼られた植物体からは、それが樹木なのか草本なのか、蔓なのか直立していたのか、常緑なのか落葉なのか、湿地に生育していたのか草地に生育していたのかといった情報はわからない。草本・樹木・蔓などの生状、植物体の高さ、生育環境、さらには乾燥することによって失われる花や果実の色彩などの諸情報は、標本ラベルにノートとして書きとめておくべきである。もちろん、採集場所、採集年月日、採集者名といった標本そのものの由来情報の記述は言うまでもない。

標本の製作者が、「標本そのものに保存して残すことはできない情報だが、標本ラベルに記して伝えるべき情報を認識する」ことは、よい標本ラベル作成への出発点である。上記の様々な情報の他、自身の観察で気になった事柄をラベルに記すことも大いに推奨される。例えば、「奇形？、要検討、陸生型、溪流型？、白花はこの個体のみ、雄蕊は不稔、開花個体は稀、結実稀、未熟果は赤色だが成熟果は黒色・・・」などのようなノートは利用者にとってかけがえのない情報である。

よいノートとは、「自分自身がその植物を如何に理解したか、どのような点に注意を払ったか」が明快に記述されていることである。言い換えれば、「その植物について採集者が自分の眼で知覚した情報を文章化する」ことであるとも言える。それゆえ、ノートの文章では定型化や類型化は必要最小限でよい。いたずらな類型化は本来の重要な情報を損なう場合があるので、自分の言葉で表現することが重要である。

なお、標本ラベルの記述情報として当該標本の生物名が重要と思われる場合があるが、これは間違いである。採集場所や採集年月日などの由来情報のない標本は無価値だが、その標本の生物名（種名）が記されていなくてもあまり問題はない。採集場所や採集年月日を10年後や100年後に調べることはほとんど不可能であるが、生物名についてはその分野の専門家によっていつでも調べる（同定する）ことができる。このように標本の収集者自身しか知り得ない情報と他者があとで調べることができる情報とでは、ラベルの記述情報としての価値に大きな違いがあることに注意しなければならない。

以下に植物標本のラベルにおける記載事項例を紹介する。参考になる文献については、本文の参考文献中に*を付して示した。

＜植物標本におけるラベル記載事項の例＞

1. 採集場所（地名と経緯度の並記がのぞましい）
2. 採集年月日（西暦表示）
3. 採集者および採集者番号
4. ノート1：生育時の情報（花・果実の色、背丈、草本・木本、生育環境など）
5. ノート2：標本利用者に伝えたい上記以外の情報（○○県新産、××の形質に変異が大きい、同定については要再検討、雑種かもしれないなど）

※1～3については、英語（アルファベット）と日本語の併記が推奨される。理由は、すべての標本利用者が日本語を読めるとは限らないからである。海外との標本のやりとりを想定すれば、アルファベット表記の利便性が理解できるだろう。ただし、4および5については、必ずしも英語にとらわれる必要はない。自身の得意な言語を用いて、標本製作者が気づいたことを書き留めておくのがよい。

<編集後記>

本誌には2015年3月に開催されたシンポジウムが特集として掲載されているほか、原著から資料まで査読を経た興味深い論文を多数掲載することができました。2015年度KONCの活動は、1月の高槻市北部の里山で開催されたフィールドシンポジウムにはじまり、9月の「徳島県吉野川河口域の自然と開発事業」（本誌2016年6月号に掲載予定、現地観察会は100名を超える方々で賑わいました）、11月に大阪市立自然史博物館で開催されたバードフェスティバル（KONC共同主催、来場者数は2日間で15000人）など、多彩でした。なかでもシンポジウム「大阪のサシバは生き残れるか？ サシバの生息環境とその現状」（同6月号に掲載予定）は大盛況でしたが、これらは次号で特集を組む予定です。

京都で12月に開催された「いきもにあ」にはNPO法人大阪自然史センターも出展しましたが、出展者と来場者の熱気に包まれた催しでした（2日間で3400名来場）。自然と人のつながりが多様な形で動き出していることを感じた1年でした。

本誌への投稿論文も近年増えており、編集委員会としてたいへんうれしく思っています。12月号発刊に際して、多くの皆様のご協力を得ました。心より感謝いたします。

（前迫ゆり）

■ 関西自然保護機構ホームページ

<http://www.omnh.net/konc>

■ 「地域自然史と保全」投稿規定・執筆要領

http://www.omnh.net/konc/toukou_kitei.pdf

■ 四手井綱英記念賞に関する内規

http://www.omnh.net/konc/shidei_naiki.pdf

■ 「地域自然史と保全」37巻2号のPDFは以下のURLにて公開しています。

ログインのためのIDとパスワードはKONCニュースをご覧ください。

http://www.omnh.net/konc/konc_member

関西自然保護機構

名誉会員

宮本 憲一

会長

石井 実

副会長

山西 良平

運営委員

岩崎 敬二	上原 一彦	大住 克博	大塚 泰介	奥平 敬元
角野 康郎	熊井 久雄	幸田 正典	佐久間大輔	野寄 玲児
平井 規央	前迫 ゆり	村上 興正	和田 恵次	和田 岳

編集委員 (*委員長, **副委員長)

伊東 明**	井上 淳	丑丸 敦史	奥平 敬元	角野 康郎
神崎 護	幸田 正典	高柳 敦	立澤 史郎	布谷 知夫
原田 泰志	平井 規央	藤井 伸二	前迫 ゆり*	山倉 拓夫
和田 岳				

会計幹事

布谷 知夫 原田 泰志

事務局長

山西 良平

事務局員

大久保その子

関西自然保護機構への入会希望、その他のお問い合わせは、事務局までお願いいたします。

お 願 い

1. 本機構では会誌の他に「KONCニュース」を年若干回発行しています。各地の自然保護に関するニュースを2000字以内でお寄せ下さい。
2. 本機構では、次のものについて原則として発表先を問わず業績番号をつけることにしましたのでご協力下さい。
 - 1) 本機構が事業として行った調査研究成果
 - 2) 本機構が助成金を交付した調査研究成果
 - 3) 会誌その他、KONC出版物に掲載した調査研究論文
 - 4) 上記研究から派生して得られた結果、あるいは会員が業績番号を付した方がよいと判断されたもの本機構の出版物以外に投稿された場合の業績番号を入れる位置は、各出版物の規定に従ってください。ただし、和・欧文とも下記の表現をお使い下さい。
関西自然保護機構業績 第 号
Contribution from Kansai Organization for Nature Conservation,
no. _____
番号はその都度、編集委員会にお問い合わせ下さい。
3. 投稿規程は、会誌の奇数号に掲載します。

目 次

表紙の言葉 伊吹山のお花畑	前迫ゆり
巻頭言	
タンポポ調査とCitizen Science	伊東 明 81
特集 シンポジウム「つくるレッドリストでなくつかうレッドリストへ」	
レッドリストを生物多様性保全ツールとして活用するために	佐久間大輔 83
絶滅のおそれのある野生生物種の保全戦略について	徳田裕之 87
地域で保全を実行するために	大嶋範行 91
レッドリスト種の保全事例と今後のレッドリストに向けて	山崎俊哉 97
原著	
淀川河口域におけるアユ仔魚の出現	大美博昭・日下部敬之 103
和泉葛城山ブナ林の衰退と土壌化学性の劣化	伊藤和男・慈幸真志・竹内康晃・岡田和也 115
短報	
滋賀県彦根市の農業用水路におけるスジエビ <i>Palaemon paucidens</i> と	
カワリヌマエビ属 <i>Neocaridina</i> spp. の分布	森井清仁・中野光議・岩間憲治 125
報告	
滋賀県高島市の琵琶湖沿岸における魚類の生息場所利用様式	中野光議・上原和男・浦部美佐子 133
資料	
自然史系博物館資料の保存管理者に求められる行動規範	伊藤 玄・藤井伸二 147

CONTENTS

COVER PICTURE

Maesako, Y.: "Ohanabatake" vegetation (hervaceous plants) in Mt. Ibuki.

KONC SAYS

Itoh A.: Participatory monitoring of dandelions in western Japan as a case of citizen science. 81

FEATURES: Symposium for Conservation activities utilizing Red List, next steps after its production.

Sakuma, D.: Seeking how to use Red List as a biodiversity conservation tool. 83

Tokuda, H.: Conservation strategy for endangered species of wild fauna and flora. 87

Oshima, N.: For activities of conservation at the local area. 91

Yamazaki, T.: Examples of conservation of threatened species and a proposal for improvement of Red List. 97

ORIGINAL ARTICLES

Omi, H. & Kusakabe, T.: Occurrence of ayu fish *Plecoglossus altivelis altivelis* larvae in the estuary of the Yodo River. 103

Ito, K., Jiko, S., Takeuchi, Y. & Okada, K.: Tree decline and degradation of soil chemistry in Japanese beech (*Fagus crenata*) forest at Mt. Izumikatsuragi. 115

SHORT REPORTS

Morii, K., Nakano, M. & Iwama, K.: The distribution of the freshwater shrimp *Palaemon paucidens* and *Neocaridina* spp. within canals in Hikone City, Shiga Prefecture. 125

REPORTS

Nakano, M., Uehara, K. & Urabe, M.: Habitat use pattern of fish in the coastal area of Lake Biwa, Takashima City, Shiga Prefecture. 133

RECORDS

Ito, G. & Fujii, S.: Ethics and codes for keepers and managers of the collections in natural history museums. 147

地 域 自 然 史 と 保 全

37巻 2号 (通算70号) 2015年12月31日発行

編集発行人 関西自然保護機構

事務局 〒546-0034 大阪市東住吉区長居公園1-23 大阪自然史センター 気付

URL <http://www.omnh.net/konc/> e-mail konc@mus-nh.city.osaka.jp

郵便振替口座 00990-2-16679

編集事務局 〒574-8530 大阪府大東市中垣内3-1-1

大阪産業大学大学院人間環境学研究科 (前迫研究室) 気付

TEL 072-875-3001 FAX 072-871-1259

印刷所 光栄堂印刷株式会社