

地域自然史と保全

Bulletin of Kansai Organization for Nature Conservation

特集 琵琶湖水源域朽木トチノキ林の危機と保全

Volume 34
Number 1
June 2012



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

表 紙 の 言 葉

琵琶湖水源域朽木のトチノキ林

写真・文 前迫 ゆり

琵琶湖水源域朽木にはトチノキ、カツラ、サワグルミなどからなる溪畔林が成立しているが、なかでも胸高直径1 m以上のトチノキ巨木林は地域固有のハプロタイプを持つ貴重な存在である。2008～2010年に巨木トチノキが大量伐採される事態が生じた（詳細は本誌に掲載）。KONCでは2011年10月15日に現地見学会と地元住民との意見交換会を開催し、朽木トチノキ林の危機的状況と保全の必要性を再確認した。写真は、高島市朽木能家に生育するトチノキで、幹周604cm。落雷により幹に大きな空洞があるため材としては使えず、伐採を免れた。

写真：2011年10月15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

「自然離れ」の克服と自然史博物館の役割 —大阪湾再生の連携軸としての事例—

大阪市立自然史博物館 山 西 良 平

生物多様性を体感できる海岸での自然観察

海洋はかつてカンブリア紀に爆発的に進化・分散したじつにさまざまな体制の生物を育てている生命の源である。陸上にすむ私たちは磯や干潟に出かけることによって、多様な生物のじっさいの姿・感触を知り、私たちとは体のづくりも知覚も生活方法もまったく異なった生物が地球上にさまざまな存在することを体験的に会得することができる。このような海岸での自然体験は、生物多様性の理解増進のために、さらに奥深い生命観を養うためにも欠かすことができないものとなっている。

深刻な「自然離れ」

しかし、都市域に生活する大多数の市民はこのような機会に接することがなく、特に子どもたちのあいだでは、海岸の多様な生物と一度も触れ合うことなくそのまま大人になってしまうことが常態となっている。これは海岸に限らずどのような自然環境についても全般的に当てはまることであり、都会では深刻な「自然離れ」が蔓延している。

このような状況を打破するためには、社会を挙げた広範な取り組みが必要とされている。特に学校教育においては自然体験・自然観察がカリキュラムあるいは総合学習のメニューに組み込まれることが望まれる。しかし現実には、さまざまな事情によってただちに拡大させることは困難のよう

である。自然や生物多様性に対する理解増進を使命とする自然史博物館としては、みずから観察会などを企画・実施するにとどまらず、学校教育支援プログラムなどを通じて教員の自然教育の実践をサポートすることにも力を注がなければならない。さらに、近年広がりを見せている地域の市民団体によるネットワーク活動と結びつくことを通じて、自然観察や自然体験活動の輪を飛躍的に広げていくという道筋にも着目していく必要があると感じている。

大阪湾岸域における市民連携の機運

大阪湾とその沿岸域では、全国的な都市再生プロジェクトの一環として、国土交通省近畿地方整備局と地元自治体により「大阪湾再生行動計画」（10カ年計画）が平成16（2004）年に策定され、それに基づく行政と研究者、市民の連携が広がっている。中でも大阪湾沿岸各地の地域で独自の活動をしているさまざまな市民団体が、行政の支援のもとに「大阪湾見守りネット」を結成し、過去8年間に「ほっといたらあかんやん！大阪湾フォーラム」の年1回開催をはじめとする交流活動を積み上げながら、相互の信頼関係を醸成してきた。ここで明らかになったのは国土交通省や自治体のような公的行政機関によってオーソライズされていることが市民活動の自覚を高め、連携の機運をいっそう盛り上げるということである。またこれ

らのフォーラムが大阪市立自然史博物館、神戸市立須磨海浜水族園、きしわだ自然資料館、西宮貝類館、海遊館、南港野鳥園といった地元の博物館・水族館施設をおもに利用して開催されてきたことにも注目していただきたい。それぞれの館園は、場の提供、学芸員によるコーディネート、友の会との連携といった面において持ち味を発揮し、フォーラムの成功に大きく貢献している。「大阪湾見守りネット」の活動については、平成20（2008）年に開催された関西自然保護機構主催のシンポジウム「大阪湾の自然再生をめざすネットワーク活動の方向性を考える」（本誌31巻2号、2009年）において詳しく紹介させていただいた。

画期的な「大阪湾生き物一斉調査」

このような流れの中で、平成20年以来、行政・研究者・市民団体で構成される大阪湾環境再生連絡会が広く市民団体に呼びかけた「大阪湾生き物一斉調査」が実施されるようになり、毎年5月下旬あるいは6月初旬に、大阪湾各地で共通のマニュアルによる大規模な市民参加型の海岸生物調査が繰り広げられている。昨年の第4回調査には17団体931名が参加し、淡路島を含む17地点において合計392種にのぼる海藻、海浜植物、軟体動物、甲殻類、魚類、鳥類などが記録された。今年も6月2日を中心に21地点において調査が実施された。調査結果は夏の間に事務局が集約してとりまとめ、9月後半に開催される「結果発表会」を通じて参加者の間で共有される仕組みになっている。また、そのデータは国土交通省神戸港湾空港技術調査事務所によるウェブサイト「大阪湾環境データベース」を通じて公開されている。参加団体の多くは「大阪湾見守りネット」の構成団体でもあり、過去8年間の交流の蓄積がこの一斉調査の原動力となっている。このような形で多数の市

民が参加して地元の海岸の生物を自分たちで調査することは画期的であり、その意義は大きい。わざわざ時間とお金をかけて遠くの自然海岸に出かけなくても、普段自分たちが活動している海岸の護岸や砂浜、河口を調査し、たとえ人工的な環境であっても、そこにすむ貝、カニ、フジツボなどの生物を再発見することによって自然観察の目的が十分に達せられるとともに、参加者の地元の海岸への愛着もいっそう深まることもわかった。

地域連携における博物館の存在意義

この一斉調査では、大阪市立自然史博物館に事務局を置く大阪湾海岸生物研究会からの志願者約20名が手分けをして、毎回、各地点の調査指導に入り、市民による観察・記録をサポートするとともに調査精度の確保に努めている。さらに現地で同定困難な生物については宅急便で博物館に送付するように呼びかけ、同定結果を各団体に知らせるようにしている。送られてきた生物は標本として保管している。これらのことから一斉調査では研究サークルとの連携、標本・データ集積、学芸員の専門性の発揮などの博物館ならではの機能が大きな役割を果たしていることがわかる。

このような経験は、地域の博物館がその多面的な機能を発揮することによって、行政、市民団体、研究者（あるいは研究機関）などと連携しつつ社会的課題の解決に貢献していく大きな可能性を秘めていることを示唆している。それは、博物館が

- ・普及教育活動を通じて日常的に接している市民との親和性
- ・研究活動を通じての研究者や大学・研究機関との親和性
- ・公共機関であるという行政との親和性

という3つの結合基を備えている社会的存在であることに由来していると考えられる。

原 著

滋賀県犬上川下流域におけるハリヨ *Gasterosteus aculeatus* *microcephalus*の季節消長と生息場所利用

三重大学大学院生物資源学研究所	上 野 篤 史
滋賀県立琵琶湖博物館	金 尾 滋 史
岐阜経済大学	久 米 学
京都市	近 雅 博

Habitat use of a landlocked threespine stickleback 'Hariyo' at the lower region of the Inukami River, Shiga Prefecture, Japan. Atsushi Ueno (*Graduate School of Bioresources, Mie University*), Shigefumi Kanao (*Lake Biwa Museum*), Manabu Kume (*Gifu Keizai University*), and Masahiro Kon (*Kyoto city*)

"Hariyo" *Gasterosteus aculeatus microcephalus* is a landlocked type of threespine stickleback which diverged from the Pacific Ocean stickleback. Hariyo, inhabiting spring-fed rivers in Shiga Prefecture and Gifu Prefecture, is endangered species in Japan. We examined habitat use of Hariyo at the lower region of the Inukami River, Shiga Prefecture. They inhabited both in a main river and in spring-fed pools. Fish in spring-fed pools had bimodal standard length frequency distributions including juvenile, and immature and mature adults, while fish in a main river had unimodal distributions composed of only immature adult. We also found Hariyo migrated between two habitat types, a main river and spring-fed pools. They migrated both ways between habitat types but mainly migrating from the main river toward spring-fed pools. These results suggest that Hariyo population inhabiting the Inukami River use both habitats, a main river for growth and spring-fed pools for growth and breeding, and that connectivity between the two habitats is important for the conservation of this population.

Keyword: *Gasterosteus aculeatus microcephalus*, habitat use, spring-fed pools, migration, connectivity of habitats

要旨：ハリヨ *Gasterosteus aculeatus microcephalus* は、イトヨ太平洋型の陸封化集団とされ、滋賀県および岐阜県の湧水域に生息する希少淡水魚である。本研究では滋賀県の犬上川下流域に生息するハリヨの季節消長や生息場所利用について調査を行った。犬上川下流域には、本流とその周辺に点在する湧水ワンドという異なる二つの生息環境が存在し、ハリヨはいずれの環境でも確認された。湧水ワンドに出現したハリヨの体長組成は調査期間を通じて二峰型を示し、稚魚、未成魚、成魚が確認された。一方で、本流に出現したハリヨの体長組成は単峰型であり、未成魚が中心であった。また、標識調査によりハリヨが本流と湧水ワンドを行き来していることも確認され、特に本流から湧水ワンドへ移動した個体の割合が多かった。これらの結果から、犬上川におけるハリヨは本流を成長場所として、湧水ワンドを成長及び繁殖場所として利用していると考えられた。このような観点から犬上川におけるハリヨ個体群を保全するためには、本流と湧水ワンドという二つの異なる環境の維持、そして本流と湧水ワンドとの連続性を維持することが必要であると考えられた。

キーワード：ハリヨ、生息場所利用、湧水域、移動、生息場所間の連続性

はじめに

トゲウオ科イトヨ属魚類 (Genus *Gasterosteus*) は、北半球に広く分布する冷水性淡水魚である (Bell & Foster, 1994)。日本に生息する本属魚類のうち、滋賀県と岐阜県のみに生息するハリヨ *G. aculeatus microcephalus* は、イトヨ太平洋型の陸封化集団と位置付けられている (Higuchi & Goto, 1996)。本種は、夏季の水温が高温となる環境下では生息することができないとされており (池田, 1933; 森, 2003)、主に年間を通じて水温が20℃以下に安定している湧水地に分布している (森, 1989)。

近年、水域の埋め立てや湧水の枯渇により、ハリヨの生息地が急減しており、本種の存続が危惧されている (森, 1985, 1989, 1997, 2003)。このため、本種は2007年に公表された環境省第3次レッドリストにおいて絶滅危惧IA類 (CR) に (環境省自然保護局野生生物課, 2010)、滋賀県および岐阜県ではそれぞれ絶滅危惧種および絶滅危惧I類に位置づけられた (岐阜県健康福祉環境部自然環境森林課, 2001; 滋賀県生きもの総合調査委員会, 2011)。

生物の保全策を講じる上で、対象種の生活史に関する基礎的知見を得ることは非常に重要である (鷲谷・矢原, 1996)。特に滋賀県および岐阜県に生息するハリヨ個体群の間には形態的・生態的差異が認められており、成熟体長や営巣期間、営巣回数などの繁殖生態において明確な差異が存在する (Mori, 1987a, 1987b)。また、分類学的検討はなされていないが、これらの個体群は別種レベルの遺伝的分化を遂げていることも明らかになっている (Watanabe et al., 2003)。したがって、ハリヨの保全を行う上で、両県の個体群は少なくとも独立した地域個体群として扱う必要があるといえる。

滋賀県東部を流れる犬上川の下流部では、本流、そして湧水による後背水域 (以下、湧水ワンドと称する) においてハリヨが確認されており、県内では比較的珍しい本種の河川型の生息地となっている (森, 1997; 井上・近, 2002; 金尾ほか, 2002)。淡水魚類はこのような性質が異なる水域間を移動しながら生活史を完結させる種も多く、流域内において本流以外の場所が生活史上で重要となる場合も多い (Lucas & Baras, 2001)。そのため、犬上川のような河川環境において本種の各水域における利用状況や生態的知見を得ることは、滋賀県におけるハリヨ個体群を保全する上で重要であると考えられる。

一方で、近年の河川改修などの人為的開発によって、このような河川環境は急速に失われ、河道が固定された本流のみの単調な環境になりつつある (根岸ほか, 2008)。犬上川下流部においても、治水を目的とした河川改修工事が現在も進行しており、河川内環境、そして魚類の生息状況もここ十数年で大きく変化しつつある (金尾, 未発表)。そのため、本河川内における水域多様性の保全、あるいは復元・再生は、希少淡水魚類を含む生物多様性保全を行う上で緊急的な課題といえる (片野・森, 2005)。

そこで本研究では、滋賀県の犬上川下流域において、ハリヨの生活史を把握するため本流とそれに接続する湧水ワンドでの本種の出現状況を季節的に調査し、本種の生活史の中での本流および湧水ワンドの役割について考察した。

なお、本研究を進めるにあたり、滋賀県立琵琶湖博物館の中井克樹氏と滋賀県水産試験場の亀甲武志氏には、犬上川におけるハリヨの採集許可の申請にあたってお世話になった。岐阜経済大学の森誠一氏、滋賀県立琵琶湖博物館の大塚泰介氏、いで株式会社井上健彦氏、三重大学大学院生物資源学研究科 (当時) の鈴木規慈氏、滋賀県立

大学環境科学部（当時）の西村知良氏および琵琶湖博物館の大塚泰介博士には、本研究をすすめるにあたって有益なご助言をいただいた。以上の方々に御礼を申し上げる。

調査場所と方法

調査地の概要

調査は滋賀県彦根市の犬上川で行った。なお、本種が絶滅危惧種であることを考慮し、詳細な調査地については非公開とさせていただく。犬上川は、滋賀県の鈴鹿山脈を水源として琵琶湖東岸に流入する一級河川（流域面積104.3km²、幹線流路延長27.1km）である。中流域では、夏季や冬季の低水位時に河川が伏流し、水無し川となるが、扇端部より下流は恒常流が形成されており、本流も蛇行している。さらに、本流内およびその周辺部に湧水がいくらか存在し、その一部は湧水ワンドを形成している。

本研究では、2008年6－11月にかけて、恒常流が形成されている下流域において調査を行った。調査定点については、本流内に長さ100mの4定点（St.1－4）、および本流と連続性のある止水性の湧水ワンドに3定点（St.A－C）の合計7定

点を設けた。St.Aは本流と直接接続し、一方St.BとSt.Cは細流を経て本流と接続していた湧水ワンドである。またSt.Aには常時、本流と湧水ワンドの接続部に7－10cmの落差が生じていたが、6月下旬から8月下旬にかけて落差が15－22cmと大きくなった。その後、本流の水位が徐々に上昇し、9月には接続部の落差が5－10cmになり、11月には落差が無くなった。

また、ワンドの水温は、調査期間を通して15－17℃の範囲で推移していた。一方、本流の平均水温は6月には17℃であったが徐々に上昇し、7月に20℃を超えて8月にピークを迎え23.3℃に達し、その後は徐々に低下し11月には15℃を下回った（図1）。

各定点における採集調査

2008年6月5日から11月27日にかけて月一回の頻度で、各定点において一定の努力量での採集を合計6回行った。本流（St.1－4）では、タモ網（幅37cm、網目3mm）を用いて、1回につき30分間の採集を行った。またワンド（St.5－7）では、セルビン（直径16cm、全長29cm、開口部直径3cm）を1時間静置して採集した後、補足的にタモ網を用いて10分間の採集を行った。なお、セルビンは、ワンドに河川縦断方向5m×河川横断方向3mのメッシュを設定し、その交点上にそれぞれ1個設置した（St.5：34個、St.6：22個、St.7：25個）。

採集されたハリヨは、標準体長（mm）を計測し、成魚については性別および成熟度を記録した後、採集地点へ放流した。なお本研究では、標準体長40mm以上の個体を成魚、それ以下の個体を未成魚として扱った。性の判別については、背棘および頭部の形状に基づいて行った（池田，1933；Mori，1984；Kitano et al.，2007）。成熟度については、雄の場合には婚姻色の鮮やかさにより4

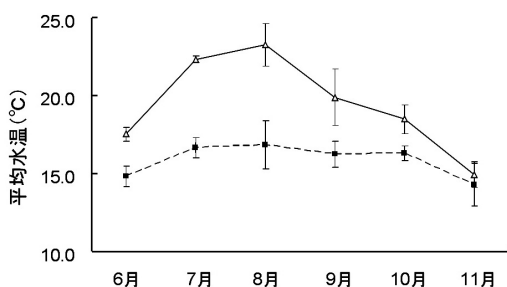


図1. 犬上川本流（△）と湧水ワンド（■）における水温（平均±標準偏差）の季節変化。

つのカテゴリー（グレードA-D）に、雌の場合には腹部の充満状態により3つのカテゴリー（グレード1-3）に分類した（Mori, 1993; Kume et al., 2005; 久米, 2010）。これらの成熟度の指標は、イトヨ遡河回遊性個体群（太平洋型と日本海型）において、生殖腺重量比などの繁殖形質の変化とよく一致することが確かめられている（久米, 2010）。

またハリヨの採集後、調査区間の最下流の測線上を4等分するように設置した3カ所の計測地点において、サーミスタ温度計（SK-1250MCIII, 佐藤計量器製作所, 東京）を用いて水温を計測した。

なお、ハリヨは現在滋賀県で施行されている「ふるさと滋賀の野生生物との共生に関する条例」において県指定希少野生動植物に指定されており、採集が禁止されている。本研究におけるハリヨの採集については滋賀県自然環境保全課、モンドリの使用については滋賀県水産課の許可を得て行った。

標識による各定点間の移動調査

各定点で採集し、放流したハリヨの移動を追跡するために、イラストマー蛍光タグ（Visible Implant Elastomer Tags, NorthweSt. Marine Technology, Washington）による標識を行った。標識は2008年9月11日から9月21日の間に行った定点採集調査で採集された全個体に加え、補足的にタモ網で採集されたすべての個体に施した。イラストマー蛍光タグは、2-フェノキシエタノール（200-300ppm）を用いて麻酔した後、採集定点が判別できるように部位および色の組み合わせを変えて注入した。注入部位は、左右の背鰭基部および胸鰭基部（それぞれ2カ所、合計4カ所）とし、4色の色素を用いた。なお標識を施した個体は、麻酔からの回復を確認し、採集定点へ放流

した。

本流-湧水ワンドを移動する個体の調査

本流と湧水ワンド間におけるハリヨの移動を調べるために、2008年6月22日から11月30日の期間中に週1回の頻度で、St. AおよびSt. Bの本流-湧水ワンド接続部において網製モンドリ（高さ40cm×幅47.5cm×奥行き60cm, 網目2mm）を用いた採集調査を行った。モンドリは本流から湧水ワンドへ進入する個体を採集するために入口を下流方向へ向けて24時間設置し、その後湧水ワンドから本流へ進出する個体を採集するために入口を上流方向へ向けて24時間設置した。採集された個体は、標準体長を計測した後、前者はモンドリの upstream に、後者はモンドリの downstream に放流した。

結果

各定点におけるハリヨの個体数とその季節消長

本流（St. 1-4）では、調査期間を通して、のべ294個体のハリヨが採集された（図2）。その体長組成については、調査期間を通して単峰型の体長組成を示した（図3）。また標準体長の平均値は6月に20.6mm, 7月に28.6mm, 8月に30.6

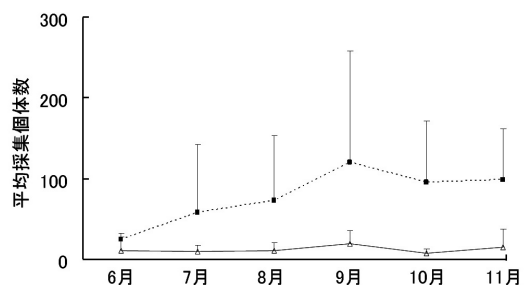


図2. 犬上川本流（△）と湧水ワンド（■）におけるハリヨの採集個体数（平均±標準偏差）の季節変化。

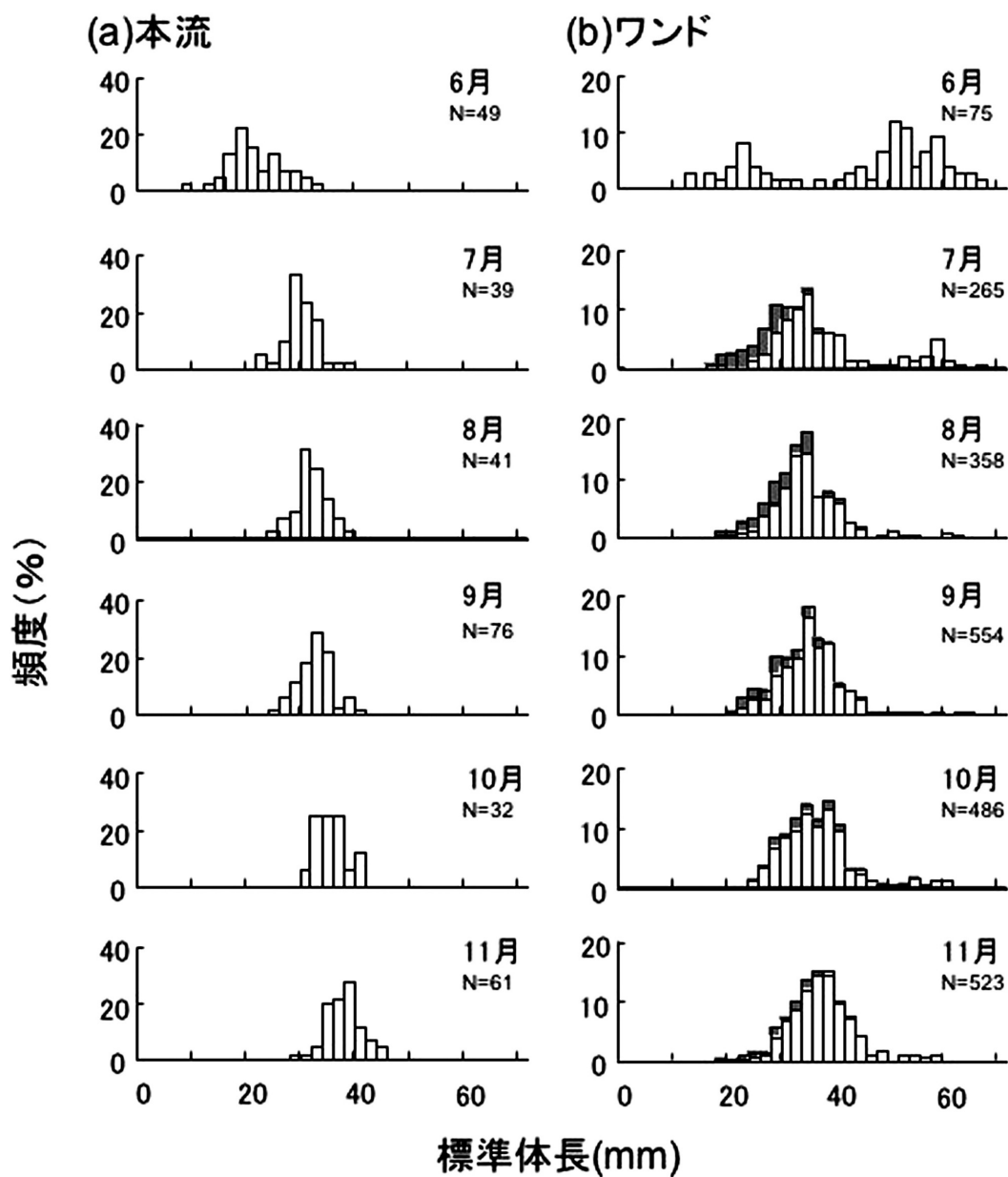


図3. 犬上川本流（a）と湧水ワンド（b）におけるハリヨの体長組成の季節変化. 白のバーはモンドリ，黒のバーはタモ網で採集した個体，Nは個体数を示す.

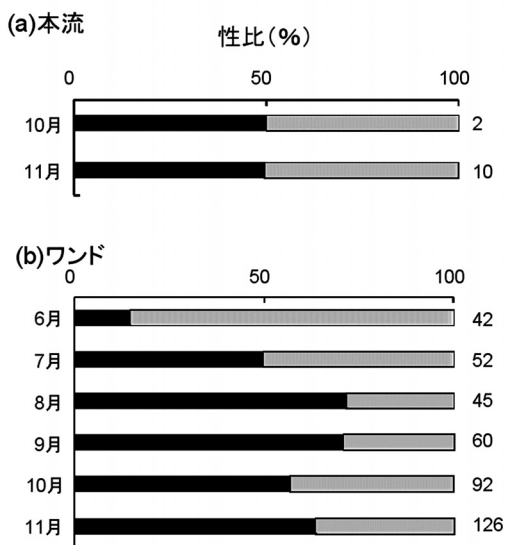


図4. 犬上川本流 (a) と湧水ワンド (b) におけるハリヨの性比の季節変化. 黒は雄, 白は雌を示す. バーの横の数字は, 個体数を示す. なお, 標準体長40mm以上の個体を対象とした.

mm, 9月に31.1mm, 10月に34.3mm, 12月に36.5mmで, 月を追うごとに一貫して増加する傾向が見られた (Jonckheere-Terpstra test, $P=0.000$). さらに, 9月以降は40mm以上の成魚が採集され, 10月以降に採集された成魚の性比は1:1であった (図4). 本流において採集された成魚は, すべて未成熟な個体 (グレードCの雄およびグレード3の雌) であった.

一方湧水ワンド (St.A-C) では, 調査期間を通してのべ1929個体のハリヨが採集され (図2), その体長組成については, 調査期間を通して二峰型を示した (図3). 6月に20mm程度の個体と50-60mmの個体が多く採集され, 7月には50-60mmの個体の割合が減少するとともに30mm程度の個体の割合が増加した (図3). また, ワンド内では40mmを超える個体が調査期間を通して採

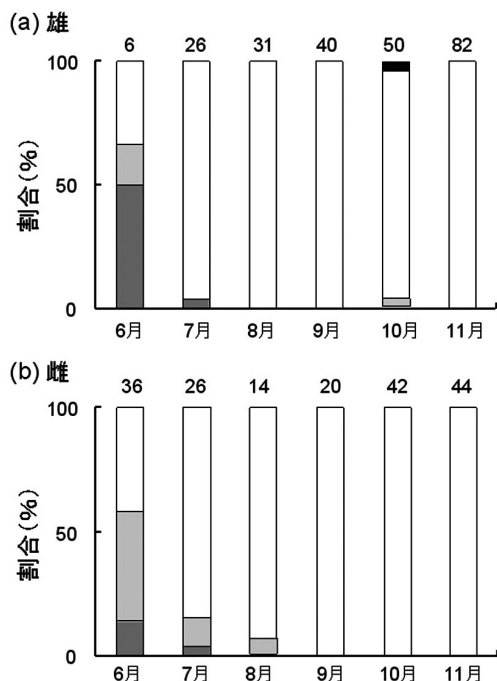


図5. 湧水ワンドにおけるハリヨ雄 (a) と雌 (b) の成熟度の季節変化. 濃いグレーはグレードAと1, 淡いグレーはグレードBと2, 白はグレードCと3, 黒はグレードDを示す (詳しくは, Kume et al., 2005; 久米, 2010). なお, 標準体長40mm以上の個体を対象とした.

集された (図3). その性比は, 6月は大きく雌に偏っていたが (フィッシャーの正確確率検定, $\chi^2=30.77$, $P<0.001$), 8-9月は雄に偏っていた ($\chi^2=8.23-9.93$, $P<0.05$) (図4). 成熟個体 (グレードA・Bの雄およびグレード1・2の雌) は6月に最も高い割合で採集された. その後, 成熟個体は減少して, 9月にはまったく採集されなくなったが, 10月にはグレードBおよびグレードDの雄が採集された (図5).

各定点間の移動

合計737個体に標識を施した結果, 後の調査に

において11個体（1.5%）が再捕された。再捕された11個体はすべて未成熟魚（ $39.18 \pm 4.40\text{mm}$ ）であり、標識地点と再捕地点が同じ場所であった個体は8個体（ $41.00 \pm 5.19\text{mm}$ ）であった。また、標識地点と再捕地点が異なる個体は3個体（ $39.33 \pm 1.52\text{mm}$ ）であり、すべて本流で標識された個体がワンドで採集されたものであった。

本流－湧水ワンド間の移動

調査期間中、本流－湧水ワンド間に設置したモンドリによって、合計21個体が採集された。このうち、本流からワンドへの移動個体は、St.Aでは13個体（成魚： 55.00mm ， $n=1$ ；未成魚： $26.58 \pm 5.21\text{mm}$ ， $n=12$ ），St.Bでは5個体（成魚： $52.00 \pm 7.07\text{mm}$ ， $n=2$ ；未成魚： $32.00 \pm 5.29\text{mm}$ ， $n=3$ ）であった。一方、ワンドから本流へ移動した個体は、St.Aでは2個体（未成魚： $30.00 \pm 2.83\text{mm}$ ， $n=2$ ），St.Bでは1個体（成魚： 55.00mm ）であった。本流からワンドへ移動する個体は6月に最も多く採集され（55.6%），7月に減少したものの（16.7%），9月に増加した（27.8%）。一方、ワンドから本流へ移動する個体は、6月に1個体（33.3%），7月に2個体（66.7%）採集されたのみであった。

考察

犬上川におけるハリヨの生息場所利用

本研究では、犬上川下流域に生息するハリヨは、本流と湧水ワンドの両方に季節を通じて出現した。しかしながら、本流は、夏季には一部の箇所を除いて水温が 20°C を超えており、ハリヨの生息には適さない水域になっていた。一方で湧水ワンドは、夏季でも水温が上昇せず、また平水位時にはほとんど流速がなく、止水環境を形成していた。このような環境は、高水温に弱いハリヨの生息に適し

ており（森，2003），営巣環境としても好適であると考えられている（Mori, 1994）。これらのことから、犬上川下流域のハリヨは本流にも生息するものの、生息に適した湧水ワンドを中心に生息していると考えられる。

また本流に生息するハリヨは、当歳魚を中心とする単峰型の体長組成を示した。その体長組成は季節が進むにつれて、大型の方向に推移し、7月以降には仔稚魚は採集されなかった。岐阜県のハリヨ個体群では、水温変動が大きい本流域における繁殖期は3－6月に限られている（Mori, 1994）。また、本研究では、成熟個体が採集されなかったが、これまでの犬上川における魚類調査では淵において成魚、そして営巣がわずかに確認されている（金尾，未発表）。そのため、6月と7月に採集された未成魚の由来は本流で生まれた個体か、湧水ワンドで生まれた個体が移動してきたものなのかは不明であるが、少なくとも犬上川本流は、一部のハリヨ当歳魚の成長の場として利用されていることが示された。

一方、湧水ワンドに生息するハリヨは、調査期間を通して、二峰型の体長組成を示した。また、10－11月にも成熟した個体が採集され、9－11月に標準体長が 25mm 程度の個体が確認された。Mori & Nagoshi (1987) によると、人工飼育下のハリヨは孵化後約2カ月で標準体長 25mm 程度に成長する。人工飼育下と同程度の成長が犬上川でも認められると仮定すると、9－11月に存在した約 25mm の個体は、7－9月に孵化した個体によって形成されたものと考えられる。一般にイトヨでは、遡河回遊性個体群よりも淡水性個体群の方が、繁殖期が長期化することが知られている（Bell & Foster, 1994）。日本におけるイトヨ太平洋型の繁殖期については、北海道厚岸町別寒辺牛川の遡河回遊性個体群で5－7月（Kume et al., 2005；久米，2010），北海道厚岸町汐見川の

淡水性（河川残留性）個体群で5－8月（久米・北村, 2003）という報告がある。また、岐阜県産ハリヨは水温が安定した湧水地において、周年にわたり繁殖を行う（Mori, 1985）。犬上川の湧水ワンドは、水温がピークを迎えた8月でも水温が17℃程度であり、調査期間を通して安定していた。これらのことから、犬上川の湧水ワンドにおいても、ハリヨの繁殖期は少なくとも年に1回ではなく、9月まで長期化もしくは周年の繁殖が可能と考えられ、その結果として二峰型の体長組成を示したと推察される。

さらに、標識再捕調査および移動個体の採集調査の結果から、少なくとも一部の個体は本流と湧水ワンドの間を移動していることが明らかになった。岐阜県のハリヨ個体群では冬季に湧水域から本流へ移動すると報告されている（森, 1989）。一方、本研究の結果では、両方向の移動が確認され、本流から湧水ワンドへ移動する個体が多く認められた。本研究では既往で報告されているような傾向は認められなかったが、調査を行っていない12月以降に湧水ワンドから本流へ移動している可能性が考えられた。また、本研究では確認された移動個体が少なかったため、移動個体の特徴や移動を促す要因を明らかにすることはできなかった。今後はより詳細な調査を行い、これらを明らかにする必要があると考えられる。

ハリヨ個体群が維持されるための本流と湧水ワンドの役割

本研究の結果から、犬上川に生息するハリヨ個体群は、本流を成長の場として、湧水ワンドを再生産および成長の場として利用し、かつ平水時は両環境を行き来していることが示唆された。一方、長期的なスケールで見ると、犬上川は攪乱の激しい環境であり、数年に一度の頻度で大規模な増水が起こることで河道が変化し、湧水ワンドは形成

と消失を繰り返してきたと考えられる（木林ほか, 2002）。このような増水時において、特に遊泳力の弱い小型魚類は、非意図的に下流へ降下する可能性がある（Harvey, 1987）。また、増水時における本種の移動過程は未調査のため不明であるが、増水直後の調査において、残存した湧水ワンドのみならず新規に形成された湧水ワンドにおいてもハリヨが確認されたことがあった（金尾, 未発表）。これらのことから犬上川では攪乱の繰り返しによってハリヨの生息に好適な湧水ワンドが動的に維持され、かつ本流と湧水ワンドとの連続性が保たれていることで個体群が維持されてきたと推測された。

近年、犬上川下流域では河道の掘削が行われ（安東・倉茂, 2007）、さらに上流域には犬上ダムが建設されているため、洪水頻度の低下に伴う流路の固定化および河床の低下をもたらしていると考えられている（木林ほか, 2002；小林ほか, 2009）。河床低下は、本流と一時的水域の双方の連続性を低下させ、魚類の移動を妨げる（Hohausová et al., 2003；Lasne et al., 2007）。犬上川の場合、このような河床低下に伴って、本流と湧水ワンドの接続部において落差が増大し、ハリヨの移出入が制限されると予想される。また孤立化した湧水ワンドは水質の悪化や、陸域からの土砂の堆積などにより消失してしまう可能性も考えられる。したがって、犬上川のハリヨ個体群を保全するには、主要な生息地である湧水ワンドだけでなく、本流と湧水ワンドとの連続性を維持・回復することが必要であると考えられる。

引用文献

安東新吾・倉茂好匡. 2007. 滋賀県犬上川河口部の掘削凹地における地形の形成過程. 地形, 28: 143－183.

- Bell, M. A. & S. A. Foster. 1994. The evolutionary biology of the threespine stickleback. 571pp. Oxford University Press, Oxford.
- 岐阜県健康福祉環境部自然環境森林課. 2001. 岐阜県の絶滅のおそれのある野生生物—岐阜県レッドデータブック—. 350pp. 岐阜県公衆衛生検査センター, 岐阜.
- Harvey, B. C. 1987. Susceptibility of young-of-the-year fishes to downstream displacement by flooding. Transactions of the American Fisheries Society, 116 : 851-855.
- Higuchi, M. & A. Goto. 1996. Genetic evidence supporting the existence of two distinct species in the genus *Gasterosteus* around Japan. Environmental Biology of Fishes, 47 : 1-16.
- Hohausová, E., G. H. Copp & P. Jankovský. 2003. Movement of fish between a river and its backwater: diel activity and relation to environmental gradients. Ecology of Freshwater Fish, 12 : 107-117.
- 池田嘉平. 1933. トゲウオの分布と其の変異. 動物学雑誌, 45 : 141-173.
- 井上健彦・近 雅博. 2002. 犬上川下流部におけるハリヨの生息状況について. 平成13年度滋賀県立大学研究機関連携推進事業研究報告, 45-64.
- 金尾滋史・北村雅彦・阿部 司. 2002. 犬上川下流部の魚類相. 陸水生物学報, 17 : 25-32.
- 環境省自然保護局野生生物課 (編). 2010. 改訂レッドリスト付属説明資料 汽水・淡水魚類. 80pp. 環境省自然保護局野生生物課. 東京.
- 片野 修・森 誠一. 2005. 希少淡水魚の現在と未来—積極的保全のシナリオ—. 416pp. 信山社, 東京.
- 木林 大・池尻公祐・倉茂好匡. 2002. 埋没人工物を用いた低水路段丘化堆積物の堆積年代同一—滋賀県東部・犬上川の事例—. 応用生態工学, 5 : 115-123.
- 小林良幸・倉茂好匡・中島吾郎. 2009. 滋賀県犬上川下流部における河口部掘削後の河床低下と堆積物の段丘化. 地形, 30 : 189-200.
- Kitano, J., S. Mori & C. L. Peichel. 2007. Sexual dimorphism in the external morphology of the threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). Copeia, 2007 : 336-349.
- 久米 学. 2010. 北海道東部別寒辺牛川水系に生息するイトヨ日本海型と太平洋型の繁殖期. 魚類学雑誌, 57 (1) : 63-67.
- ・北村武文. 2003. 同所域におけるイトヨ遺伝的2型の繁殖生態と生殖的隔離. 「トゲウオの自然史 多様性の謎とその保全」(後藤 晃・森 誠一編), pp. 144-153. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- Kume, M., T. Kitamura, H. Takahashi & A. Goto. 2005. Distinct spawning migration patterns in sympatric Japan Sea and Pacific Ocean forms of threespine stickleback *Gasterosteus aculeatus*. Ichthyological Research, 52 : 189-193.
- Lasne, E., S. Lek & P. Laffaille. 2007. Patterns in fish assemblages in the Loire floodplain: The role of hydrological connectivity and implications for conservation. Biological Conservation, 139 : 258-268.
- Lucas, M. C. & E. Baras. 2001. Migration of freshwater fishes. 420pp. Blackwell Science, Oxford.
- Mori, S. 1984. Sexual dimorphism of the landlocked three-spined stickleback *Gastero-*

- steus aculeatus microcephalus* from Japan. Japanese Journal of Ichthyology, 30 : 419-425.
- . 1985. Reproductive behaviour of the landlocked three-spine stickleback in Japan: the year-long prolongation of the breeding period in waterbodies with springs. Behaviour, 93 : 21-35.
- 森 誠一. 1985. ハリヨの分布：減少の一途. 淡水魚, 11 : 79-82.
- Mori, S. 1987a. Geographical variations in freshwater populations of the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, in Japan. Japanese Journal of Ichthyology, 34 : 33-46.
- . 1987b. Divergence in reproductive ecology of the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus*. Japanese Journal of Ichthyology, 34 : 165-175.
- 森 誠一. 1989. ハリヨの分布とその減少. 関西自然保護機構会報, 18 : 21-27.
- Mori, S. 1993. The breeding system of the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* (forma *leiura*) with reference to spatial and temporal patterns of nesting activity. Behaviour, 126 : 97-124.
- . 1994. Nest site choice by the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, in spring-fed waters. Journal of Fish Biology, 45 : 279-189.
- 森 誠一. 1997. ハリヨ. 「日本の希少淡水魚の現状と系統保存」.(長田芳和・細谷和海編), pp. 133-143, 緑書房, 東京.
- . 2003. イトヨ類における分布の現状と保全. 「トゲウオの自然史 多様性の謎とその保全」(後藤 晃・森 誠一編), pp. 201-212. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- Mori, S. & M. Nagoshi. 1987. Growth and maturity size of the three-spined stickleback *Gasterosteus aculeatus* in rearing pool. Bulletin of the Faculty of Fisheries, Mie University, 14 : 1-10.
- 根岸淳二郎・萱場祐一・佐川志朗. 2008. 氾濫原の冠水パターンの変化とその生態的な影響～淡水性二枚貝の生息状況の視点から～. 土木技術資料, 50 : 38-41.
- 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ー滋賀県レッドデータブック2010年度版ー. 584pp. サンライズ出版, 彦根.
- 鷺谷いづみ・矢原徹一. 1996. 保全生態学入門. 270pp. 文一総合出版, 東京.
- Watanabe, K., S. Mori & M. Nishida. 2003. Genetic relationships and origin of two geographic groups of the freshwater threespine stickleback, 'Hariyo'. Zoological Science, 20 : 265-274.

原 著

淀川流域におけるヨドゼゼラの分布域の退縮

近畿大学大学院農学研究科／日本学術振興会特別研究員DC 川 瀬 成 吾
近畿大学農学部環境管理学科 木 村 亮 太

Range reduction of *Biwia yodoensis* (Cypriniformes: Cyprinidae) in the Yodo River basin, Japan. Seigo Kawase (*Graduate School of Agriculture, Kinki University/Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science*) and Ryota Kimura (*Department of Environmental Management, Faculty of Agriculture, Kinki University*)

We evaluated changes in the distribution of *Biwia yodoensis*, a species that is endemic to the Lake Biwa/Yodo River basin, by comparing observations from field surveys with historical collections of specimens. The current distribution was determined by sampling at 111 sites in the Yodo River basin between 2007–2011. We collected 156 individuals from 20 of these sites. The species was present in the Yodo, Kizu, and Katsura regions, but not in Uji. The appearance ratio was relatively high in Kizu and Katsura, but low in Yodo. *Biwia yodoensis* primarily inhabited "Wando" pools (temporal waterholes connected to the river), diversions and irrigation canals. To determine the historical distribution of this species we surveyed 103 collections in museums and institutions and found 378 specimens. The specimens were from Wando and Tamari (temporal waterholes of unconnected rivers) pools in the Yodo River, Yodo region. The oldest specimens were recorded in the Kohata-ike pond in Uji. Our observations suggest that this species was previously widely distributed in the flood plain, including in the Wando and Tamari pools of main rivers, diversions and irrigation canals, but has experienced a significant range reduction in recent years.

Keyword : endemic species, endangered species, specimen survey, flood plain, conservation

要旨：2010年に新種記載された琵琶湖・淀川流域の固有種ヨドゼゼラの分布域の変遷を明らかにするために、本種の分布の中心である淀川流域を対象にし、採集調査と標本調査を行った。採集調査の結果、本種は、20地点から156個体が採集され、とりわけ木津川区と桂川区から多く確認された。淀川区からは4地点からしか確認されず、宇治川区からはまったく確認されなかった。また、標本調査では、5つの研究機関から103件378個体のヨドゼゼラ標本が確認され、その記録の多くは淀川区であった。もっとも古い標本は、1938年に宇治川区木幡池で採集されたものであった。現在は本種の生息がまったく確認されていない宇治川区だが、標本記録や文献などの情報があることから宇治川区は、本種にとって重要な生息地だったと考えられた。本研究から、本種は、かつて淀川流域に広く生息していたが、周辺の土地利用の変化、河川改修、圃場整備や河川環境の悪化に伴い、生息範囲は木津川区の木津川本流ワンドや分流と桂川区の灌漑用水路など、一部の地域

に退縮していることが明らかとなった。本種の現生息地と標本記録によるかつての生息地の情報から、本種の保護には河川本流のワンドやタマリ、分流、灌漑用水路のような氾濫原環境が重要と考えられた。

キーワード：固有種，絶滅危惧種，標本調査，氾濫原，保全

はじめに

ゼゼラ属 *Biwia* は、コイ目コイ科カマツカ亜科に属する体長最大60mmほどの小型の純淡水魚類である。従来、日本にはゼゼラ *B. zezera* 1種のみが知られていたが（中村，1969；細谷，2000；川那部ほか，2001），2010年に琵琶湖・淀川流域からヨドゼゼラが新種記載された（Kawase & Hosoya, 2010; Watanabe et al., 2010）。ヨドゼゼラは、河川本流の淵、ワンド、タマリなどの氾濫原に生息する琵琶湖・淀川流域の固有種である。ヨドゼゼラとゼゼラは互いに近縁であり、琵琶湖南湖と淀川において、両種は一部同所的に分布している（Kawase & Hosoya, 2010）。本流域には15種もの固有淡水魚類が知られ（西野，2009），そのほとんどは琵琶湖を主な生息場としている。しかし、本種は淀川に主に生息しており、本流域固有種の中でとりわけ特異な生態を有していると考えられ、本流域の自然史を明らかにする上で鍵を握る種といえる。

ヨドゼゼラは、人間活動の影響を受けやすい大阪、京都といった大都市に近接する平野部の氾濫原に生息するため、開発に伴う生息地や繁殖場所の消失、水質悪化による生息環境の劣化、オオクチバス *Micropterus salmoides* やブルーギル *Lepomis macrochirus* など外来魚の捕食などの影響を大きく受けている可能性がある。実際に、淀川の河川環境は著しく悪化していることが報告されており（河合，2008；平松・内藤，2009など），生息地、個体数ともに減少していることが予想される。本種は、滋賀県版レッドデータブックにおいて、情報不足として要注目種に指定されている（滋賀県

生きもの総合調査委員会，2011）。大阪府，京都府，奈良県版レッドデータブックは，ヨドゼゼラ記載以前に出版されたため“ゼゼラ”としか記載されていないが，“ゼゼラ”は，希少種および絶滅危惧種に指定されている（大阪府，2000；京都府，2002；奈良県レッドデータブック策定委員会，2006）。このように，本種は危機的状況にある可能性が高いが，分布域や生活史など基本的な情報が絶対的に不足しており，現状では明確な保全策を講じることができない。そこで，保全に向けた端緒として，詳細な分布域を把握する必要がある。

さらに，種の保全を達成するためには，現在の分布域のみならず，継時的な分布域の変遷を考慮した保全目標を設定する必要がある。生息状況の変遷を検証する手法としては，一般に文献調査が用いられているが，ゼゼラ属のように分類学的な変更を経ている種については，そのまま参考にすることができない。そこで，標本調査が重要となる。採集場所や日時が詳細に記録された標本は，分布記録を示す確実な証拠となるのみならず，再査の際，分類学的な曖昧さの問題も解消される。実際に，琵琶湖の内湖，淀川の赤川ワンドや涸沼では，標本調査によって魚類相の復元が試みられている（藤田ほか，2008；武内ほか，2011；金子ほか，2011）。そこで，本研究では，ヨドゼゼラの分布の中心である淀川流域に着目し，分布と生息現況把握を目的として採集調査を行うと同時に，標本調査によって過去の生息状況を調査した。また，それらの結果に基づいて本種の保全について若干の考察を加えた。

材料と方法

採集調査は、2007年10月から2011年11月にかけて淀川流域を網羅的に調査した。採集には、投網とタモ網を用いた。採集した魚類は、種類、個体数を記録後、可能なかぎり生きたまま放流した。採集の際、死亡した個体および極端に弱った個体は、10%ホルマリン溶液で固定後、標本として持ち帰り、近畿大学農学部登録標本(FKUN 035561; KUN-P 040085-040093, 040238-040267)とした。

標本調査は、京都大学総合博物館(FAKU)、近畿大学農学部(FAK, FKUN, 現在はKUNに変更)、滋賀県立琵琶湖博物館(LBM)、大阪市立自然史博物館(OMNH)、国立科学博物館(NSMT-P)に保存されている“ゼゼラ”標本を対象として、採集地が淀川流域(大阪府、京都府)のものを抽出し、材料として用いた。

採集個体および“ゼゼラ”標本の同定は、Kawase & Hosoya (2010)に従った。外部形態で同定が困難な未成魚などの個体に関しては、補足的に軟X線写真撮影後、脊椎骨数を計数した。背椎骨数は、脊椎前部にあるウェーベル氏器官を4つの骨片とし、尾部棒状骨は1つの骨片とみなして計数した。総脊椎骨数が35以下の個体をヨドゼゼラ、37以上の個体をゼゼラとみなした。また、脊椎骨数36の個体については、両種の範囲がかぶるため、以下の形質を組み合わせ総合的に判断した。背鰭棘状軟条を4本持つ(ゼゼラは3本のみ)、眼窩径・頭長比が0.23–0.30で両眼間隔より小さいかほぼ同じ(ゼゼラは眼窩径・頭長比が0.27–0.35で両眼間隔より大きいほぼ同じ)個体はヨドゼゼラとした。なお、文献などで分類学的な曖昧さが残る情報に関しては、“ゼゼラ”と表記した。

淀川流域は、河川環境や周辺の土地利用の異なる

淀川、宇治川、木津川、桂川の4大河川からなるため、調査に際してこれらを区分した。調査区の範囲は、以下のように定めた。淀川区：三川合流地点から淀川河口までの流域。宇治川区：天ヶ瀬ダムから三川合流地点までの流域。木津川区：笠置大橋から三川合流までの流域。桂川区：JR橋梁から三川合流までの流域。

結果

分布と生息環境

採集調査を行った全111地点のうち20地点で156個体のヨドゼゼラが採集された(Fig. 1)。また、今回の調査においては、平安神宮の1地点のみでゼゼラが採集された。

調査区別にヨドゼゼラの確認地点数および出現率(採集地点数/調査地点数)と1回の調査あたりの平均採集個体数(全採集個体数/採集地点)をみるとTable 1のようになった。ヨドゼゼラは、木津川区で出現率56.3%と全調査区の中でもっとも高く、平均採集個体数も8.5個体ともっとも多かった。桂川区では、出現率は50%を割ったものの、平均採集個体数は8.4個体と木津川と同程度であった。淀川区では出現率が10%以下で、宇治川区からはまったく出現しなかった。

全調査を通じて出現率の高かった魚類は、フナ類*Carassius* spp.で46.8%となった。ヨドゼゼラの出現率は18.0%で、全体の8番目であった(Table 2)。ヨドゼゼラと同所的に採集された魚類で出現率が高かった種は、全調査地でもっとも多くみられたフナ類で、次いでオイカワ*Zacco platypus*、カマツカ*Pseudogobio esocinus*、バラタナゴ*Rhodeus ocellatus*となった(Table 3)。

ヨドゼゼラが確認された地点の概要を示すと、灌漑用水路8地点、支流6地点、本流のワンド4地点、分流2地点となった。本種の出現地点は、

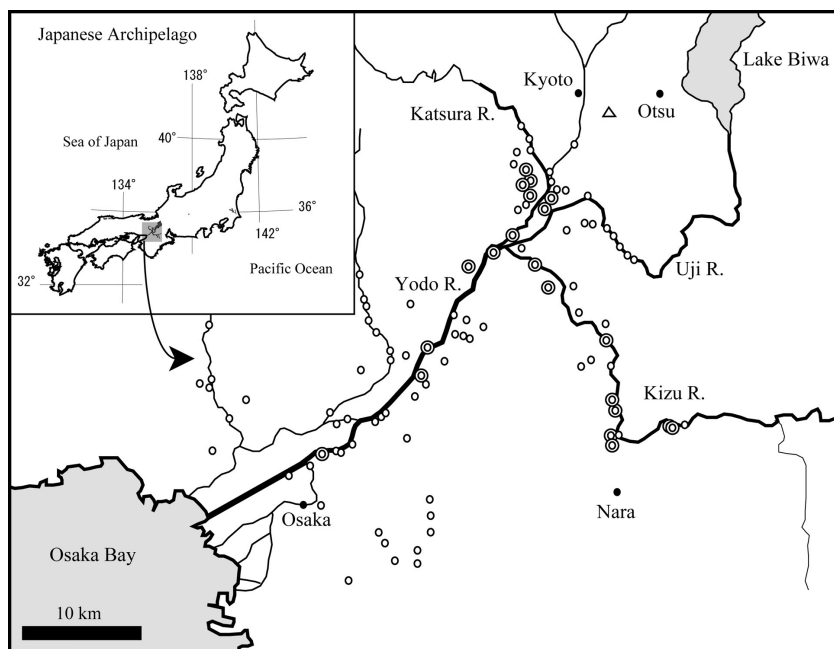


Fig. 1. Study sites of *Biwia* species in a field survey in the Yodo River basin. Double circle: *B. yodoensis*, Triangle: *B. zezera*, Small circle: no appearance.

Table 1. Appearance ratio of *Biwia yodoensis* in each survey area.

Survey area	Total sites	Collected sites	Number of individuals	Appearance ratio	Average of collected individuals
Yodo	57	5	20	8.8(%)	4
Uji	12	0	0	0	0
Kizu	16	9	77	56.3	8.5
Katsura	21	7	59	33.3	8.4
Other	5	0	0	0	0
Total	111	20	156	18	7.8

Table 2. Appearance ratio of collected fishes in all the 111 survey sites.

Rank	Species	Appearance ratio(%)
1 フナ類	<i>Carassius</i> spp.	46.8
2 オイカワ	<i>Zacco platypus</i>	44.1
3 コイ	<i>Cyprinus carpio</i>	30.6
4 モツゴ	<i>Pseudorasbora parva</i>	29.7
5 カマツカ	<i>Pseudogobio esocinus</i>	27.9
6 コウライモロコ	<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>	24.3
7 メダカ	<i>Oryzias latipes</i>	23.4
8 ブルーギル	<i>Lepomis macrochirus</i>	18.9
9 ヨドゼゼラ	<i>Biwia yodoensis</i>	18.0
9 ヨシノボリ類	<i>Rhinogobius</i> spp.	18.0
9 オオクチバス	<i>Micropterus salmoides</i>	18.0

Table 3. Co-appearance ratio of collected fishes with *Biwia yodoensis*.

Rank	Species	Appearance ratio(%)
1 フナ類	<i>Carassius</i> spp.	65
1 オイカワ	<i>Zacco platypus</i>	65
1 カマツカ	<i>Pseudogobio esocinus</i>	65
1 パラタナゴ	<i>Rhodeus ocellatus</i>	65
4 モツゴ	<i>Pseudorasbora parva</i>	55
5 メダカ	<i>Oryzias latipes</i>	45
6 コウライモロコ	<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>	40
7 タモロコ	<i>Gnathopogon elongatus</i>	35
7 ブルーギル	<i>Lepomis macrochirus</i>	35
9 コイ	<i>Cyprinus carpio</i>	25
9 オオクチバス	<i>Micropterus salmoides</i>	25
9 ヨシノボリ類	<i>Rhinogobius</i> spp.	25

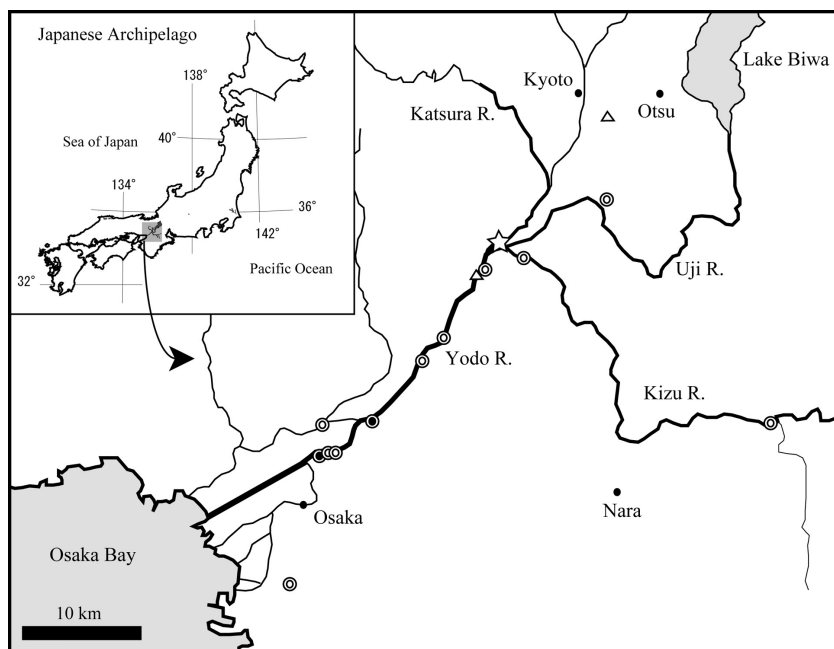


Fig. 2. Collection records of specimens of *Biwia yodoensis* and *B. zezera* from the Yodo River basin. Double circle with white inside: *B. yodoensis*, Double circle with black inside: *B. yodoensis* and *B. zezera*, Triangle: *B. zezera*. Star indicates the type locality.

すべて河川本流（淀川、木津川、桂川）もしくは本流との接続があり本流との距離が近い水域であった。護岸の状況は、20地点中13地点が土護岸、5地点が2面コンクリート、2地点が3面コンクリートであった。本種の確認された地点の底質は、泥もしくは砂泥で、水深は、ほとんどが約40cm以上か、もしくは確認地点付近に深みが存在した。

標本記録

淀川流域から103件、378個体の“ゼゼラ”標本を確認することができた。再査の結果、92件342個体がヨドゼゼラで、11件36個体がゼゼラと同定された（Table 4）。標本記録を調査区別に見てみると、もっとも古い標本は1930年代宇治川区のヨドゼゼラ標本であった。標本記録がもっとも多い期間は、1971年から1990年の間で、その後は減

少した（Table 5）。

ヨドゼゼラ標本の採集記録を調査区別に見てみると、淀川区が80件329個体となり、全体の87%を占めた（Table 4；Fig. 2）。淀川本流では、枚方から赤川ワンド群にわたって標本が得られており、本種が淀川区に広く生息していたことが確認された。中でも、赤川ワンド群からの標本は38件と多く、他にも城北や楠葉などのワンドやタマリからも記録された。また、神崎川や阿倍野区の桃ヶ池からも本種の標本が確認された。一方で、淀川区以外では標本が少なく、宇治川、木津川各區は、2件のみであった。宇治川区2件3個体の標本は、木幡池から記録されている。これらの標本はいずれも1930年代に採集されたもので（Table 5）、1940年以降、宇治川区からの標本記録は皆無となった。木津川区の標本は、三川合流近くの下

Table 4. Specimen list of *Biwia* from the Lake Biwa/Yodo River basin.

Institution	Registration No.	Locality	Date	Number
<i>Biwia yodoensis</i>				
Yodo area (All of Osaka Prefecture)				
FAK	11390-11400, 11402-11408	Wando-pool, Akagawa, Asahi-ku	1971. 5.8	18
FKUN	33833, 33834	Kanzaki River	2005.6.10	2
FKUN	33836	Kanzaki River	2005.6.14	1
LBM	1210009328	No. 34 Wando-pool, Shirokita, Asahi-ku	1989.9.22	1
LBM	1210009623	No. 42 Wando-pool, Akagawa, Asahi-ku	1988.6.30	1
LBM	1210009848	same as above	1988.7.1	2
LBM	1210009849	same as above	1988.7.8	1
LBM	1210009850	same as above	1988.7.9	1
LBM	1210009851	same as above	1988.7.9	3
LBM	1210009852	same as above	1988.7.18	2
LBM	1210009853	same as above	1988.7.25	2
LBM	1210009854	same as above	1988.7.25	1
LBM	1210009945	same as above	1988.5.14	4
LBM	1210009946	same as above	1988.9.8	3
LBM	1210009947	same as above	1988.9.13	1
LBM	1210010876	No. 25 Wando-pool, Torikai, Moriguchi	1988.10.22	8
LBM	1210010890	same as above	1988.10.22	1
LBM	1210011836	Yodo R.	1981.4	1
LBM	1210011845	Akagawa, Yodo R., Asahi-ku	1981.2.28	1
LBM	1210011864	Wando-pool, Yodo R.	1980.10.10	1
LBM	1210011886	Yodo R.	1980	2
LBM	1210012066	Wando-pool, Yodo R.	1972.8.19	4
LBM	1210012164	Momogaike, Abeno-ku, Osaka	1983.5.13	4
LBM	1210012769	No. 42 Wando-pool, Akagawa, Asahi-ku	1985.7.10	4
LBM	1210012810	same as above	1984.7.31	7
LBM	1210012820	No. 41 Wando-pool, Akagawa, Asahi-ku	1984.7.31	16
LBM	1210012896	No. 42 Wando-pool, Akagawa, Asahi-ku	1984.7.31	15
LBM	1210013011	No. 41 Wando-pool, Akagawa, Asahi-ku	1984.7.31	40
LBM	1210013033	No. 41 Wando-pool, Akagawa, Asahi-ku	1984.7.31	15
LBM	1210014128	Toyozato artificial Wando-pool, Neyagawa	1991.6.26	2
LBM	1210014142	Wando-pool, Yodo R.	1980.6.29	4
LBM	1210014153	Wando-pool, Yodo R.	1980.10.9	2
LBM	1210014161	Yodo R.	1975	2
LBM	1210014197	No. 37 Wando-pool, Shirokita, Asahi-ku	1979.8.1	1
LBM	1210053797	No. 25 Wando-pool, Torikai, Moriguchi	1989.9.16	7

Table 5. Number of individuals of specimens of *Biwia yodoensis* in period and survey area.

Survey area	1930— 1950	1951— 1970	1971— 1990	1991— 2005
Yodo	0	1	242	85
Uji	3	0	0	0
Kizu	0	0	9	1
Katsura	0	0	0	0
All	3	1	251	86

Table 4. Continued.

Institution	Registration No.	Locality	Date	Number
<i>Biwia yodoensis</i>				
Yodo area (All of Osaka Prefecture)				
OMNH	3795	Shirokita, Asahi-ku	1992.5.19	1
OMNH	9660	Shirokita, Asahi-ku	1993.3.28	1
OMNH	17231	Yakumo-kita, Moriguchi	1990.5.18	2
OMNH	17232	No. 42 Wando-pool, Akagawa, Asahi-ku	1990.5.16	2
OMNH	17268	Yodo R., Hirakata	1956	2
OMNH	17960	Akagawa, Asahi-ku	1971.6.13	3
OMNH	17962	Yodo R., Miyakojima-ku	1971.3.29	47
OMNH	19055	Yodo R., Miyakojima-ku	1971.3.25	9
OMNH	19545	Yodo R., Hirakata	1956.7.1	1
OMNH	19670	Kuzuha Tamari pool, Hirakata	2000.11.21	2
OMNH	19764	same as above	2001.4.20	2
OMNH	19769	same as above	2001.4.20	1
OMNH	19778	same as above	2001.4.7	2
OMNH	19816	same as above	2000.12.2	2
OMNH	19898	same as above	2000.7.17	3
OMNH	21663	same as above	2000.7.12	6
OMNH	21685	same as above	2000.8.2	6
OMNH	21706	same as above	2000.7.10	6
OMNH	21937	same as above	2000.7.3	1
OMNH	21946	same as above	2000.7.24	6
OMNH	22054	same as above	7.28	1
OMNH	22678	same as above	2001.7.2	2
OMNH	22875	same as above	2001.7.5	4
OMNH	23060	same as above	2001.7.10	1
OMNH	23069	same as above	2001.7.7	2
OMNH	23133	same as above	2001.7.10	1
OMNH	22062	Tamari, Yodo R.	2000.7.24	33
Uji area				
FAKU	483	Kobata-ike, Uji, Kyoto	1938.5	2
NSMT-P	78176	Kobata-ike (Oike), Uji, Kyoto	1939.5.17	1
Kizu area				
FAKU	50956-50964	Kizu R., Shimo-nara, Yawata, Kyoto	1978.5.12	9
OMNH	26736	Kizu R., Kasagi, Kyoto	2004.9.18	1
<i>Biwia zezera</i>				
FAK	11401	Wando-pool, Akagawa, Asahi-ku, Osaka	1971. 5.8	1
FKUN	34425-34432	Heian shrine, Kyoto	2000.7.15	8
LBM	1210009336	No. 25 Wando-pool, Torikai, Moriguchi, Osaka	1989.9.16	26
OMNH	23376	Yodo R., Kuzuha, Hirakata, Osaka	2000.9.22	1

奈良と笠置から記録されている。

ゼゼラは、淀川区から3件3地点、桂川区から1件1地点確認された (Fig. 2)。鳥飼左岸ワンドでヨドゼゼラ7個体とともに26個体ものゼゼラが、標本記録数をもっとも多い赤川ワンド群からも1回の採集時にヨドゼゼラ18個体に混ざってゼゼラ1個体が混入しており、両種が同所的に生息していたことが確認された。また、大阪府枚方市

楠葉の淀川本流の瀬と桂川区の平安神宮からは、ゼゼラ単独で記録されている。

考察

淀川流域におけるゼゼラ属の生息現況

淀川流域に出現するゼゼラ属はほとんどがヨドゼゼラで、ゼゼラの生息個体数は元来ヨドゼゼラ

と比してかなり少ないと考えられた。このことから、淀川流域における“ゼゼラ”の報告の多くは、ヨドゼゼラを指していると考えられた。ただし、標本記録から、出現率は低いが一度にゼゼラがまとまって採れている例があり、調査の際は注意を要する。また、文献資料に関しては補足資料にとどめるのが妥当と考えられる。

ヨドゼゼラの生息現況

本調査により、ヨドゼゼラは、過去には淀川流域に広く分布していたことが推察された。しかし、現在と過去の分布域を比較すると、分布域、個体数ともに減少していると考えられた。以下、調査区別に本種の生息現況をみている。

淀川区 採集調査において、本種は、赤川ワンド群と芥川河口および高槻、寝屋川の灌漑用水路でわずかにみられる程度であった。しかし、本区には、淀川のワンドやタマリを中心に広い範囲で標本記録が豊富に残されている。また、文献においても“ゼゼラ”は、淀川を代表する環境であるワンドに広く、多く生息していたことが記されている（水野，1968；紀平・長田，1974；田中・平松，2004など）。以上から、本区は、少なくとも2000年すぎまでは主要な生息地の一つであった。さらに、採集調査では高槻市や寝屋川の灌漑用水路から、標本調査では神崎川や桃ヶ池から本種が得られていることから、記録に残っていないだけでかつては淀川本流だけでなく、淀川の分流（派川や側流路も含む）や灌漑用水路などに広く生息していたと考えられる。

過去には主要な生息場所であったと考えられるワンドは、現在、外来魚が優占しており、本種はほとんど確認されなかった。淀川区で本種が確認されたワンドは、人為的に浅い水域が維持された2010年に赤川地区で新設されたワンドのみであった。新設ワンドにおいては、2011、2012年に親魚

だけでなく卵塊および仔稚魚（河合典彦氏，私信）が確認され、本種の繁殖場として機能していると考えられた。

宇治川区 宇治川区は、1930年代に木幡池から2件、巨椋池などから“ゼゼラ”の文献記録が残されており（宮地，1935，1962）、本種にとって重要な生息地のひとつであったと考えられた。しかし、採集調査で本種はまったく確認されず、現状では壊滅的状况にあるといえる。1930年代以降、本種の標本は皆無であり、本種に限らず本区を対象とした魚類に関する研究例が少ないため、本種の減少過程を把握することは非常に困難である。1996年以降生息記録が途絶え絶滅が非常に危惧されるスジマドジョウ小型種淀川型は、宇治川に最後まで残っており（齊藤，1993；川那部ほか，2001）、少なくとも1990年代までは本種も生息していた可能性がある。

木津川区 木津川区に関しては、標本だけでなく文献も含め資料が乏しいため、過去の生息状況について詳しくは把握できなかった。採集調査において、木津川本流から本種が多く確認され、京都府加茂から三川合流付近まで広く分布していることが明らかとなった。木津川区で本種が確認されたのは、支流の下流域4地点、分流3地点、ワンド2地点であった。木津川は、淀川流域の中では良好な河川環境が維持され、ワンドなど氾濫原環境が比較的残っている。そのため、木津川区は他調査区と比較すると生息が安定している生息地と考えられた。

桂川区 桂川区も、木津川区と同様に標本・文献記録に乏しいため、分布域の変遷を追うことはできなかった。採集調査では、灌漑用水路から本種を多く確認することができたが、分布が局所的であった。桂川区で本種が確認されたのは、非コンクリート水路3地点、コンクリート水路3地点および河川本流のワンド1地点であった。本区にお

いては、コンクリート護岸化された水路でも本種の生息が確認されているが、確認地点周辺には必ず素掘りの区間が存在していた。桂川区は工業化や宅地化と同時に水路の三面コンクリート化が進行しており、本種にとって重要と考えられる素掘りの水路の減少と同時に個体数・生息地ともに減少していると推察された。

ゼゼラの生息現況

ゼゼラは、標本調査では淀川区と桂川区から計4件、採集調査からは、平安神宮のみで確認された。淀川流域におけるゼゼラの在来性に関して、木津川などでは琵琶湖産アユの種苗放流が行なわれているため、アユ種苗に混ざってゼゼラも移殖されている可能性がある。しかし、琵琶湖疏水から園池の水を引いていた平安神宮で確認されている。すなわち、平安神宮の例は自然流下の可能性を示唆しており、天ヶ瀬ダム完成以前は瀬田川を通じて琵琶湖流域から淀川流域に流下しているもおかしくない。そのため、ゼゼラは、個体数が少ないながらも流下個体群として存在していたと考えられる。淀川流域におけるゼゼラの生息状況、生活史はまったくわかっておらず、淀川流域のゼゼラについても分布上重要個体群として、実態解明を早急に進めていく必要がある。

ヨドゼゼラの生息場所と減少要因

ヨドゼゼラは、本流のワンド、分流、支流の河口部、灌漑用水路などで生息が確認された。これら確認地点の多くは、降雨による増水や水田稲作による人為的な水位操作など水位変動の大きい水域であった。さらに、本採集調査で本流のワンドや分流および本流と接続のある水域でのみで確認されたことから、本種の生息には大規模な水域と一時的水域の接続が必要不可欠である可能性が高い。以上から、本種の生存にとって氾濫原環境が重要な役割を果たしていることが示唆された。

とりわけ、一時的水域は本種の繁殖場として重要だと考えられた。矢野・長田（2002）は、木津川タマリにおいて“ゼゼラ”が、増水時に冠水した陸生植物に産卵することを報告している。本採集調査においては、赤川実験ワンドや木津川のワンド・タマリといった浅い水域から卵塊や稚魚が確認されており（Fig. 3）、本種の繁殖にとって一時的水域の重要性が確かめられた。また、桂川区の灌漑用水路からも本種の稚魚が確認されている。鬼倉ほか（2007）は、クリークにおいて水位変動によって生じる一時的水域が淡水魚類の繁殖、隠れ家や仔稚魚の生息場として重要であることを示唆している。桂川区の灌漑用水路にみられる水位変動は、クリークの例と同様に、本種の繁殖に



Fig. 3. Spawning ground of *Biwia yodoensis*. Arrow shows nest and point of egg mass.

重要と考えられる一時的水域を創出する役割を果たしていることが示唆された。

ヨドゼゼラは、ワンドやタマリといった止水環境を好むため、同じく止水を好むオオクチバスやブルーギルの増加は、本種にとって非常に脅威といえる。城北ワンドをはじめとする淀川のワンドやタマリの魚類相は、現在、オオクチバス・ブルーギルが優占し、本種をはじめ在来種がほとんど確認できない状態となっている（村上，2008；河合，2008；平松・内藤，2009）。本種が姿を消した原因として、ワンド・タマリそのものの環境悪化の影響も考えられるが（河合，2008；平松・内藤，2009），外来魚による捕食の影響も大きいことが予想される。実際に、本種の繁殖が確認された赤川ワンドでは、本種がオオクチバスに捕食されていたことが複数回確認されている（河合氏私信；Fig. 4）。一方で、本種が多く採集された木津川や桂川区の灌漑用水路では、オオクチバスやブルーギルがほとんど採集されなかった。木津川は、淀川に比べて降雨による増水が頻繁に起こり、桂川区の灌漑用水路では、農事歴に合わせて人為的な水管理、すなわち水位変動が起こる。小川（2005）や鬼倉ほか（2008）は、外来魚は水位変動を忌避する傾向を示唆しており、本調査もこれを裏付け



Fig. 4. *Biwia yodoensis* eaten by *Micropterus salmoides* (photo by Mr. N. Kawai).

る結果といえる。このことから、水位変動やそれに伴う攪乱は、本種にとって、繁殖など生活史をまっとうする上で重要なだけでなく、外来魚の影響を最小限にとどめる役割も果たしていると示唆された。

以上の分布、生息環境に関する情報から、ヨドゼゼラが減少した要因として、（１）生息場所そのものの消失：工場・宅地化など都市開発による水田や灌漑用水路などの消失，（２）河川改修（高水工事・三面コンクリート化）・河床低下による繁殖場所の消失，（３）水位変動，増水による攪乱頻度の低下によるワンドやタマリの生息環境の悪化，（４）堰や河床低下による本流と支流・灌漑用水路・タマリとのネットワークの分断，（５）魚食性外来魚の増加が考えられた。

ヨドゼゼラ標本調査から見た淀川流域の原風景

淀川流域における本種のもっとも古い標本は巨椋池干拓以前の木幡池から採集されたもので、同時期の標本には、本流域において現在、絶滅状態であるイチモンジタナゴ *Acheilognathus cyanostigma* やカワバタモロコ *Hemigrammocyprias rasborella* の標本が京都大学総合博物館に残されており、現在は壊滅状態にある宇治川区だが、当時は氾濫原環境が豊富にあり、豊かな魚類相が構成されていたことがうかがえる。また、2000年初頭までは淀川区のワンドやタマリから豊富に本種の標本が得られ、淀川の分流である神崎川や低湿地の池である桃ヶ池から標本記録が残されている。さらに、採集調査においては、ワンドやタマリといった河道内氾濫原のみならず灌漑用水路で本種が多く生息しているのを確認した。以上から本種は、淀川流域の広大な氾濫原に適応し、水田地帯の灌漑用水路などの周辺環境も含めた氾濫原環境に広く生息していたと考えられる。このように本種は、まさに氾濫原を利用することで繁栄してき

た種といえ、本種が生息できる水域を取り戻すことは、本流域の環境復元を進める上で1つの重要な目標となるであろう。

保全に向けて

ヨドゼザラの保全を考えるにあたって現在残されている木津川区と桂川区の生息地を保全することは必須である。木津川区の木津川本流は、比較的良好な河川環境が残されており、保全対象地域として重要である。しかし、木津川についても、近年、1970～80年代にかけて洪水の流下能力向上のため実施された淀川本流の拡幅や河床掘削、川砂採取により急速に進行した河床低下に伴う環境劣化が進んでおり（河合，2011；大阪市立自然史博物館，2010），予断を許さない状況にある。次いで桂川区には、淀川氾濫原に広がっていた水田地帯の原風景ともいべき地域が残されており、水路の水位変動によって水田の水管理を行なうという伝統的農法が行なわれている。そこには本種が豊富に生息し、本流への供給源にもなっている可能性がある。また、本種以外にも、京都府版RDBで京都市内ではほぼ壊滅とされているメダカ（京都府，2002）が豊富に生息しているなど、ホットスポットとしてきわめて重要である。しかし、近年、急速に宅地化、水路の三面コンクリート化が進んでおり危機的状況にある。そのため、実態の解明および保全を行なうことが急務である。また、桂川、木津川、宇治川が合流する通称三川合流付近は、本種の模式産地であり（Fig. 2），保全上、きわめて重要である。しかし、三川合流付近も木津川同様、河床低下の進行とともに氾濫原環境が激減しており、本種の生息環境が減少しているため、早急に対策を講じる必要がある。本種が減少している淀川区や壊滅状態である宇治川区については、赤川地区や楠葉地区で進められているようなワンドの復元や外来魚の駆除といった環

境改善努力を継続する必要がある。

本研究によって、淀川流域におけるヨドゼザラの生息現況と分布域の変遷に関する概要が明らかとなった。また、本種の生息に必要な氾濫原環境は、現在、きわめて断片的で良好と呼べる生息地は限られており、絶滅が危惧される。しかし、本種の詳細な生態についてはいまだ不明な点が多いことから、生活史、特に繁殖特性や発育段階に伴う移動・利用環境の変化に関する研究を進めていく必要がある。

謝辞

本稿を執筆するにあたり、ご指導、ご助言を賜った近畿大学の細谷和海教授、藤田朝彦博士（建設環境研究所）に厚く御礼申し上げる。また、中島経夫博士、松田征也氏、金尾滋史氏（滋賀県立琵琶湖博物館）、波戸岡清峰氏（大阪市立自然史博物館）、中坊徹次教授（京都大学総合博物館）、松浦啓一博士、篠原現人博士（国立科学博物館）には標本の観察、資料の閲覧など多大なご協力をいただいた。また、河合典彦氏（大阪市立城陽中学校）、辻野寿彦氏（大阪市立三国中学校）には研究に際して分布や河川環境の変化に関する情報など貴重なご意見をいただいた。木津川、宇治川、京淀川漁業協同組合には調査にあたり便宜を図っていただいた。原稿執筆や調査にあたり、柏木祥平氏、北川哲郎氏はじめ近畿大学農学部水圏生態学研究室各位にはたいへんお世話になった。ここに深く感謝の意を表す。なお、本研究の一部は、関西自然保護機構による研究助成の支援のもと実施された。

引用文献

- 藤田朝彦・細谷和海・西野麻知子. 2008. 魚類標本から見た琵琶湖内湖の原風景. 魚類学雑誌, 55: 77-93.
- 平松和也・内藤 馨. 2009. 淀川城北ワンド群の魚類群集の変遷. 関西自然保護機構会誌, 31: 57-70.
- 細谷和海. 2000. ゼゼラ. 「日本産魚類検索」(中坊徹次編), pp.268. 東海大学出版会, 神奈川.
- 金子誠也・碓井星二・百成 渉・加納光樹・増子勝男・鎌田洸一. 2011. 標本記録に基づく1960年代の茨城県沼沼の魚類相. 日本生物地理学会会報, 66: 173-181.
- 河合典彦. 2008. イタセンバラ仔稚魚調査からみた淀川の河川環境の変遷. 関西自然保護機構会誌, 30: 103-111.
- . 2011. 淀川の水環境とその変遷: 大規模な河川構造の改変が水環境に与えた功罪. 「絶体絶命の淡水後 イタセンバラ 希少種と川の再生に向けて」(日本魚類学会自然保護委員会編), pp. 71-98. 東海大学出版会, 神奈川.
- 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海. 2001. 日本の淡水魚. 719pp. 山と溪谷社, 東京.
- Kawase, S. & K. Hosoya. 2010. *Biwia yodoensis*, a new species from the Lake Biwa/Yodo River Basin, Japan (Teleostei: Cyprinidae). Ichthyol. Explor. Freshwaters, 21: 1-7.
- 紀平 肇・長田芳和. 1974. 魚類および貝類. 「淀川の河川敷における生態調査報告書」, pp. 202-251. 近畿地方整備局淀川工事事務所, 大阪.
- 京都府. 2002. 京都府レッドデータブック2002. 935pp. 京都府企画環境部環境企画課, 京都.
- 宮地伝三郎. 1935. 京都府の魚. 京都府史蹟名勝天然記念物調査報告, 16: 1-46.
- . 1962. 魚類. 「巨椋池干拓誌」(池本甚四郎編), pp. 275-285. 巨椋池土地改良区, 京都.
- 水野信彦. 1968. 大阪府の川と魚の生態. 258pp. 大阪府水産林務課, 大阪.
- 村上興正. 2008. 何が淀川のイタセンバラを絶滅に導いたのか. 関西自然保護機構会誌, 30: 75-90.
- 中村守純. 1969. 日本のコイ科魚類. 資源科学シリーズ4. vii+455pp. 緑書房, 東京.
- 奈良県レッドデータブック策定委員会. 2006. 大切にしたい奈良県の野生動植物～奈良県版レッドデータブック～脊椎動物編. 143pp. 奈良県農林部森林保全課, 奈良.
- 西野麻知子. 2009. とりもどせ! 琵琶湖・淀川の原風景. 286pp. サンライズ出版, 彦根.
- 鬼倉徳雄・中島 淳・江口勝久・三宅琢也・西田高志・乾 隆帝・剣持 剛・杉本芳子・河村功一・及川 信. 2007. 有明沿岸域のクリークにおける淡水魚類の生息の有無・生息密度とクリークの護岸形状との関係. 水環境学会誌, 30: 277-282.
- ・中島 淳・江口勝久・三宅琢也・河村功一・栗田喜久・西田高志・乾 隆帝・向井貴彦・河口洋一. 2008. 九州北西部, 有明海・八代海沿岸域のクリークにおける外来魚類の分布の現状. 水環境学会誌, 31: 395-401.
- 小川力也. 2005. 砂州の静水域の環境特性と魚類の生態. 「流水・土砂の管理と河川環境の保全・復元に関する研究(改訂版)」, pp. 119-135. 財団法人河川環境管理財団, 東京.
- 大阪市立自然史博物館. 2010. 「みんなでつくる淀川大図鑑」展解説書. 112pp. 大阪市立自然史博物館, 大阪.
- 大阪府. 2000. 大阪府における保護上重要な野生生物 大阪府レッドデータブック. 442pp. 大阪府環境農林水産部緑の環境整備室, 大阪.

- 齊藤憲治. 1993. スジシマドジョウ小型種と大型種の急減. 魚類学雑誌, 40: 394-397.
- 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.
- 武内啓明・山野ひとみ・細谷和海・久保喜計. 2011. 近畿大学農学部所蔵標本からみた1970年代初頭の淀川赤川ワンド群の魚類相. 近畿大学農学部紀要, 44: 89-95.
- 田中正治・平松和也. 2004. 淀川の生息魚類の分布およびその生態. 大阪府立食とみどりの総合技術センター水生生物センター研究報告第, 12: 1-64.
- Watanabe, K., S. Kawase, T. Mukai, R. Kakioka, J. Miyazaki & K. Hosoya. 2010. Polulation divergence of *Biwia zezera* (Cyprinidae: Cobioninae) and the discovery of a cryptic species, based on mitochondrial and nuclear DNA sequence analyses. Zoological Science, 27: 647-655.
- 矢野祐之・長田芳和. 2002. 沓瀬原におけるゼゼラの繁殖特性. 魚類自然史研究会会誌, 7: 73.

原 著

近畿地方中南部沿岸域におけるスナガニ属 4 種の分布 —2002年と2010年の比較—

西宮市貝類館	渡 部 哲 也
いであ株式会社大阪支社	淀 真 理
いであ株式会社大阪支社	木 邑 聡 美
いであ株式会社大阪支社	野 元 彰 人
奈良女子大学共生科学研究センター	和 田 恵 次

Distribution of four crab species of the genus *Ocypode* along the middle to southern coast of the Kinki District, Japan, in 2002 and 2010. Tetsuya Watanabe (*Nishinomiya Shell Museum*), Shinri Yodo, Satomi Kimura, Akihito Nomoto (*IDEA Consultants, Inc.*) and Keiji Wada (*Nara Women's University*).

The occurrence of four brachyuran species, *Ocypode stimpsoni*, *O. ceratophthalma*, *O. sinensis*, and *O. cordimanus*, which inhabit sand beaches, was surveyed along the middle to southern coast of the Kinki District, separately for the Harima Nada, Osaka Bay, Kii Channel (northern Wakayama) and Pacific (southern Wakayama) regions, in 2002 and 2010. The temperate species *O. stimpsoni* occurred predominantly in the Harima Nada region, while the tropical species *O. ceratophthalma* was predominant in the Osaka Bay and Kii Channel regions, and *O. ceratophthalma* and *O. sinensis* prevailed in the Pacific region. The abundance of newly recruited individuals was low for *O. stimpsoni*, but high for *O. ceratophthalma* for the entire region in 2010. Therefore, the tropical species have extended their distributions northward during the 8 years from 2002 to 2010.

Keyword: *Ocypode*, sand beach, distribution, Kinki District, northern extension of distribution

要旨：近畿地方中南部の砂浜海岸に生息するスナガニ属カニ類 4 種、スナガニ、ツノメガニ、ナンヨウスナガニ、ミナミスナガニの分布調査を、2002年と2010年の 2 期行った。2 期ともに海域によって優占する種は異なり、播磨灘沿岸では、温帯性のスナガニが優占し、大阪湾から和歌山県北中部の沿岸では熱帯性のツノメガニが優占し、和歌山県南岸では、ツノメガニと同じく熱帯性のナンヨウスナガニが数多く記録された。ただし播磨灘と大阪湾では、ツノメガニとナンヨウスナガニが、記録される地域も個体数も、2010年には2002年よりも増大した。新規加入の小型個体も、スナガニはどの地域でも少なく、反対にツノメガニはどの海域でも多く、2010年では、スナガニが優占する海域でも多かった。以上より、近畿地方中南部の沿岸域では、8年の間に熱帯性の種が外海域から内海域に分布を拡大したといえる。

キーワード：スナガニ属、砂浜海岸、分布北進、近畿地方、分布域

はじめに

スナガニ属 genus *Ocypode* は海岸砂浜を生息場所とするスナガニ科のカニ類である。砂浜に巣穴を掘り、漂着した動物の死骸や植物を餌とするほか、小型無脊椎動物を捕食することが知られている（酒田中央高等学校第一理科部, 1968; 真野ほか, 2008; 松久保, 1999）。スナガニ属は世界中の熱帯域から温帯域の砂浜にみられ、日本からはスナガニ *O. stimpsoni* Ortmann, 1897, ツノメガニ *O. ceratophthalma* (Pallas, 1772), ナンヨウスナガニ *O. sinensis* Dai & Yang, 1985, ミナミスナガニ *O. cordimanus* Desmarest, 1825, ホンコンスナガニ *O. murtoni* George, 1982 の 5 種が記録されている。これらのうち、スナガニが太平洋岸では岩手県以南、日本海側では山形県以南九州までに分布する温帯性種であるのに対し（酒井, 1976; 西村・鈴木, 1996）、他の 4 種は分布の中心を熱帯域にもつ南方系種である（酒井, 1976; Huang et al., 1998; Sakai, 2000）。ツノメガニは太平洋岸では相模湾以南、および大阪湾（渡部, 1976; 渡部・伊藤, 2001; 淀ほか, 2006; 真野ほか, 2008）、日本海側では新潟（高田・和田, 2011）で記録されているが、越冬の記録がある高知県でもほとんどの個体が冬期に死滅するとされる（真野ほか, 2008）。ナンヨウスナガニとミナミスナガニは非常に良く似ており、分布域や生息場所も重複しているため、多くの場所で混同されていると考えられている（Huang et al., 1998）。このため、両種の正確な分布域は不明であるが、少なくともいずれか、もしくは両方が相模湾以南の太平洋岸に分布しており、また、ナンヨウスナガニは高知県および和歌山県北部では越冬の可能性はある（渡部, 1976; 真野ほか, 2008; 淀ほか, 2006）。ホンコンスナガニ *O. murtoni* George, 1982 は、高知県における 1 個体の報告があるのみ

である（Sakai, 2000）。

著者らはかつて 2000 年 11 月から 2003 年 9 月までの期間、和歌山県北部の名草浜においてスナガニ属の定点調査を行い、ツノメガニ、ナンヨウスナガニといった南方系種が多いことを明らかにした（淀ほか, 2006）。このため、2002 年 9 月に調査範囲をより広域に設定し、岡山県東端の播磨灘沿岸から淡路島沿岸を経て大阪湾、紀伊水道そして紀伊半島東岸に至る太平洋沿岸までの区域で、淀ほか（2006）とほぼ同様の手法を用いた広域調査を行い、南方系種の進出がどこまで進んでいるのかを調査した。さらに、8 年後の 2010 年 9 月、再び同じ場所で調査を行うことで、8 年間という時期を挟んでスナガニ属南方系種が北進、あるいは内湾域へと進出したのかを検討した。

材料と方法

2002 年調査は 9 月 5 日から 30 日までの期間、2010 年調査は 9 月 3 日から 10 月 24 日までの期間に行った。

調査地点は、播磨灘、大阪湾、紀伊水道及び紀伊半島太平洋岸の 4 つの海域沿岸に 22 地点を設定した（Fig. 1）。

調査方法は、巣穴を目視確認した後、開口部を目安にスコップで掘り進み、採集する方法で行い、4 名の調査者がそれぞれ 1 時間作業を行うことを基準とした。調査人員に変化がある場合は、上記の述べ作業時間 4 時間を目安に作業時間を調整した。

採集した個体はチャック付きビニール袋に保管し、調査終了時に種の同定、甲幅測定をノギスにより行った後、元の採集地に放逐した。現地での同定が不可能であった個体については 10% ホルマリンに固定後持ち帰り、双眼実体顕微鏡により種の同定を行った。種の同定に当たっては、渡部（1976）、

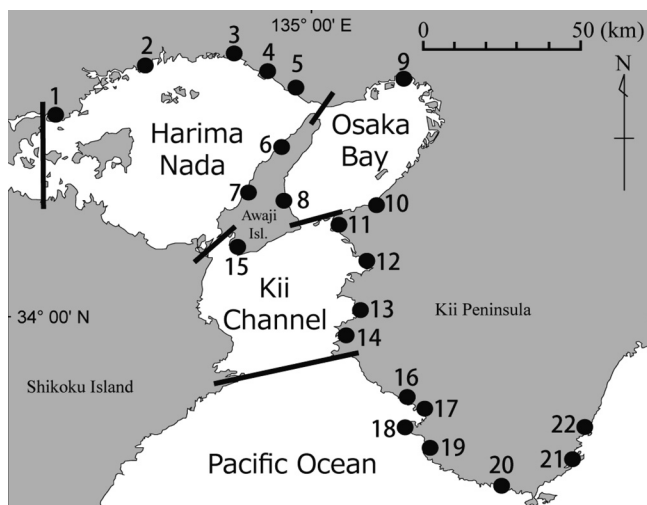


Fig. 1. Study sites. 1. Houden, 2. Karafune, 3. Himeji, 4. Kakogawa, 5. Hayashizaki, 6. Murotsu, 7. Funase, 8. Sumoto, 9. Koushien, 10. Kaikake, 11. Kada, 12. Nagusanohama, 13. Nishihiro, 14. Koura, 15. Ama, 16. Minabe, 17. Ougigahama, 18. Rinkai, 19. Mikusa, 20. Satono, 21. Tamanoura, 22. Nachi.

酒井 (1976), および Huang et al. (1998) による形態的特徴を根拠とした。

結果

各海域の種構成

播磨灘では、両年ともスナガニが90%前後の構成比率で優占しており、他の南方系3種の構成比率は極めて低かった (Fig. 2)。しかし、2002年に比べると、2010年では、ツノメガニやナンヨウスナガニの構成比率が若干上昇し、スナガニの構成比率が10%程度減少した。ミナミスナガニは両年ともに出現しなかった。

大阪湾は両年ともにツノメガニが優占した。2002年と比較すると、2010年はツノメガニとナンヨウスナガニの構成比率が増加し、逆に 2002年には全体の40%近くを占めていたスナガニが2010年には10%に減少した。また、2002年には出現しなかったミナミスナガニが、2010年には3% (3

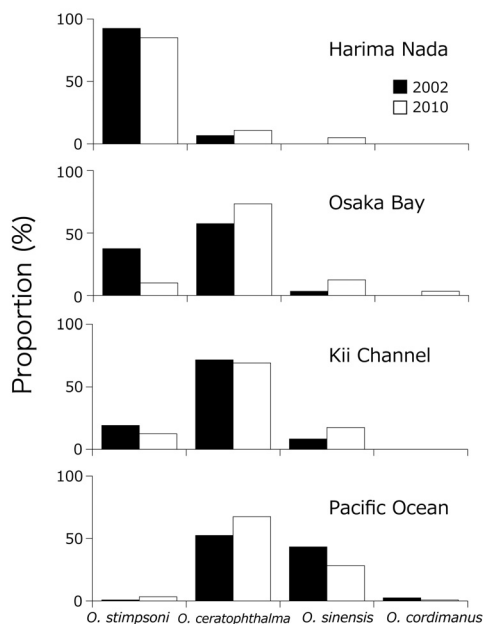


Fig. 2. Relative abundance of four *Ocypode* species in each of 4 coastal regions in the Kinki District.

個体)ではあるが出現した。大阪湾におけるスナガニ属の構成比率は他の海域と比較しても大きく変化しており、2002年では、播磨灘と紀伊水道の中間的な構成比率であり、スナガニの構成比率が比較的高く、ツノメガニの次に多い種であったが、2010年では紀伊水道と似たような構成比率となった。

紀伊水道は両年ともに70%前後をツノメガニが優占した。2002年ではスナガニの構成比率がナンヨウスナガニよりも若干高かったのに対し、2010年は逆転し、ナンヨウスナガニの構成比率が高くなった。ミナミスナガニは両年ともに1個体ずつ出現した。

太平洋岸ではツノメガニは優占種ではあるものの、ナンヨウスナガニも比較的高い構成比率であり、特に2002年はツノメガニ52%に対し、ナンヨウスナガニ43%と、拮抗していた。2010年はツノメガニ67%に対し、ナンヨウスナガニ28%の構成比率となった。スナガニ、ミナミスナガニはともに3%以下の構成比率であった。

2002年と2010年、各地点における4種の出現および比較

(1) スナガニ

播磨灘では2002年には7地点全てに出現し、うち5地点の浜がスナガニのみで占められており、残りの2地点のうち加古川も90%以上がスナガニであった(Fig. 3)。しかし、もっとも大阪湾に近い林崎では50%を下回っていた。2010年も7地点全てに出現したが、スナガニが100%を占めた地点は大幅に減少し、最も西の2地点である宝伝、唐船のみに留まった。2002年に出現率が100%であった他の3地点のうち、姫路、船瀬は90%以上の出現率で優勢を保ったが、室津は57%に留まった。2002年に比率が100%ではなかった加古川は72%、林崎では25%と、いずれも大きく比率を下

げた。

大阪湾の3地点では、2002年は他の種が出現しなかった甲子園以外の2地点洲本、貝掛で出現したが、いずれもツノメガニよりも少数であった。2010年には甲子園でも出現したが、ツノメガニよりも少なく、洲本では確認されなくなったため、出現地点数は同じ結果となった。

紀伊水道では2002年には5地点全てに出現し、そのうち阿万でのみ優占し、また加太でも半数近くをスナガニが占めたが、残りの3地点はわずかに少数であった。2010年では播磨灘同様に衰退し、名草浜ではスナガニの記録が途絶え、阿万でもツノメガニよりも少数となった。

太平洋でのスナガニの出現傾向は2002年と2010年ではほぼ同様であった。すなわち、太平洋岸のうち、紀伊半島南西部の全地点でスナガニは出現せず、紀伊半島東岸の玉之浦でのみ少数の出現がみられた。

(2) ツノメガニ

播磨灘では2002年には7地点中の2地点のみに出現した。出現した地点のうち、加古川では10%に満たない出現率であったが、もっとも大阪湾に近い林崎で50%を越える出現率であった。2010年には大幅に地点数を増やし、西端の宝伝、唐船以外の地点でツノメガニが出現した(Fig. 3)。

大阪湾の3地点では、2002年は他のスナガニ類も出現しなかった甲子園以外の2地点洲本、貝掛で出現し、いずれも優占した。2010年には甲子園でも出現した。

紀伊水道では両年ともに5地点全てに出現し、2002年には阿万以外の全ての地点で優占した。2010年は全ての地点で優占種となった。

太平洋では両年ともに7地点全てに出現し、2002年では臨海、見草、玉之浦、那智の4地点で優占した。2010年はナンヨウスナガニの出現個体

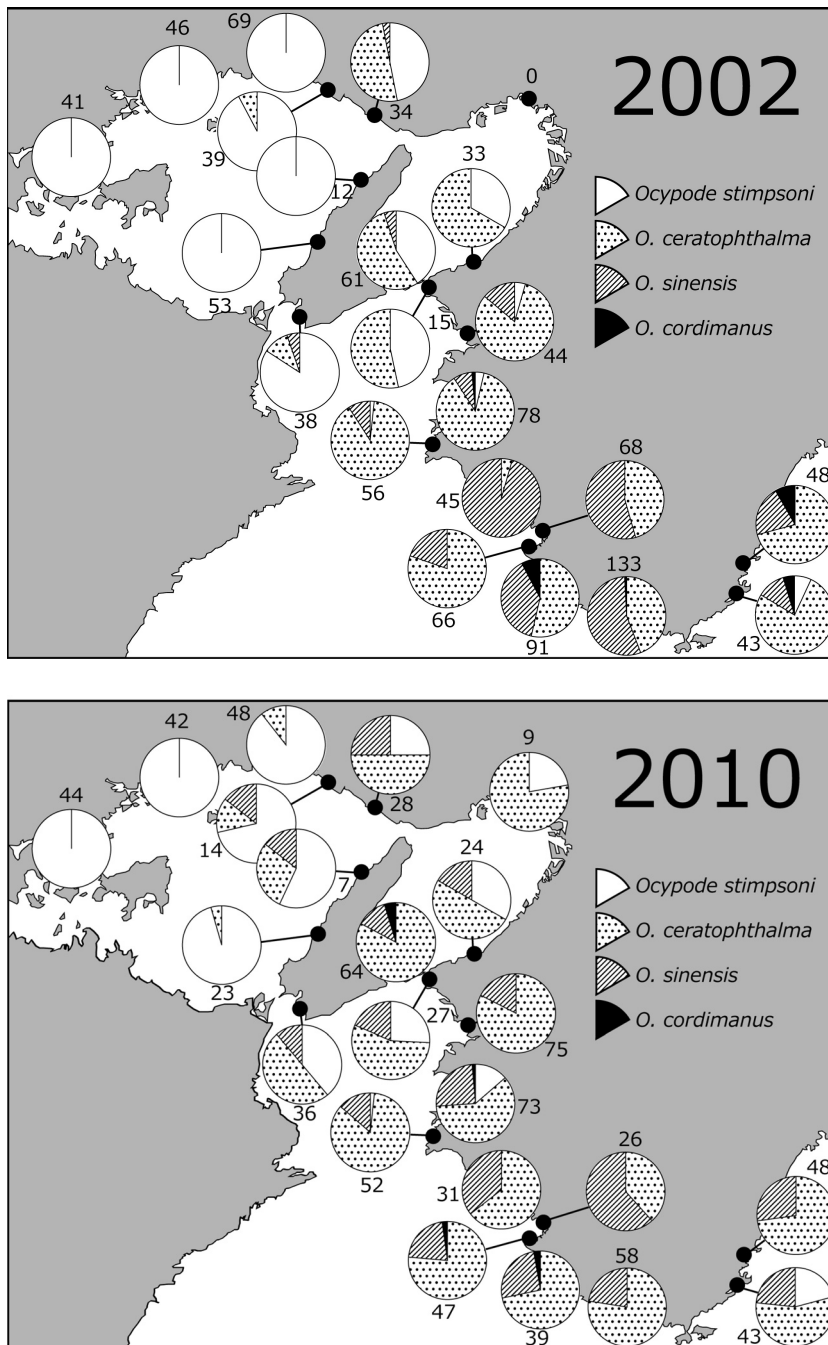


Fig. 3. Relative abundance of four *Ocypode* species in each study site. The numeral shows the number of crabs collected in each site.

数が大幅に減少したため、扇ヶ浜以外の全ての地点で優占した。

(3) ナンヨウスナガニ

播磨灘では2002年にはもっとも大阪湾に近い林崎のみに出現した。2010年には地点数を増やし、加古川、室津にも出現し、より西側へと分布を広げた。

大阪湾では、2002年は洲本でのみ出現したが、2010年には貝掛でも出現した。

紀伊水道では2002年は加太以外の4地点に出現した。2010年は全ての地点に出現し、出現比率も増加した。しかし、両年のいずれの地点でも優占しなかった。

太平洋ではツノメガニ同様、両年ともに7地点全てに出現し、2002年では南部、扇ヶ浜、里野で優占した。2010年は個体数が大幅に減少し、優占したのは扇ヶ浜のみであった。

(4) ミナミスナガニ

播磨灘では両年ともに出現しなかった。

大阪湾では、2002年は出現しなかったが、2010年は洲本で3個体出現した。

紀伊水道では両年ともに西広で1個体が出現した。

太平洋では見草、里野、玉之浦、那智の4地点で少数が出現したが、2010年は臨海と見草の2地点に減少した。

地域別の甲幅分布

スナガニは、両年とも甲幅20mm前後の個体を中心とした組成を示した (Table 1)。最大サイズは、両年ともに地域間で目立った傾向は見られなかった。

ツノメガニは両年ともに甲幅13–14mmを中心とした甲幅組成を示した。最大サイズは、2010年が2002年よりもやや小型になり、両年ともに、大阪湾と播磨灘のほうが、紀伊水道と太平洋岸よりも小さかった。またツノメガニの成体の特徴である、眼柄から突出した角状の突起が発達した個体はいずれの地点、年においても出現しなかった。

ナンヨウスナガニの場合、両年ともに、内海域に入るほど最大サイズが小さくなった。

ミナミスナガニは、少数の甲幅19mm以下の個体が散見されるに留まった。

Table. 1. Size distributions (carapace width) of four *Ocypode* species collected in each coastal region (number of specimens, range and mean with SD). NA: no data.

	<i>Ocypode stimpsoni</i>						<i>O. ceratophthalma</i>					
	2002			2010			2002			2010		
	N	Range	Mean±SD	N	Range	Mean±SD	N	Range	Mean±SD	N	Range	Mean±SD
Harima Nada	272	5.4–30.3	19.9±3.34	172	4.2–27.9	18.6±4.48	20	11.4–19.2	14.4±2.58	24	5.7–16.7	9.25±3.20
Osaka Bay	36	15.4–27.2	20.7±3.18	10	5.9–23.9	15.0±7.66	55	5.9–19.0	14.3±2.58	72	5.9–20.9	12.8±4.32
Kii Channel	45	7.7–28.0	19.7±3.79	32	7.0–29.7	20.0±4.75	164	6.1–27.8	14.5±4.66	183	5.4–23.9	12.3±4.21
Pacific Ocean	3	23.3–31.5	27.2±4.12	9	18.2–26.7	22.7±2.79	260	5.7–26.7	11.4±5.20	198	4.5–25.3	12.2±4.92

	<i>O. sinensis</i>						<i>O. cordimanus</i>					
	2002			2010			2002			2010		
	N	Range	Mean±SD	N	Range	Mean±SD	N	Range	Mean±SD	N	Range	Mean±SD
Harima Nada	1	11	NA	10	6.3–14.8	10.5±3.17	0	—	—	0	—	—
Osaka Bay	3	8–13.2	9.9±2.89	12	6.5–16.2	11.1±3.28	0	—	—	3	9.5–11.0	10.1±0.78
Kii Channel	19	7.9–16.0	11.0±2.35	47	6.0–17.7	11.4±3.53	1	11.2	NA	1	10.3	NA
Pacific Ocean	215	5.9–19.8	9.72±3.17	83	5.8–19.1	11.1±3.13	14	7.8–19.4	12.6±3.68	2	14.0–16.3	15.2±1.63

各海域における小型個体の個体数

調査時から比較的近い時期の新規加入量を推測するため、甲幅10ミリ以下の小型個体の個体数を海域ごとに示した (Fig. 4)。

スナガニの小型個体は、播磨灘で2002年は4個体、2010年は10個体が出現し、2002年では紀伊水道で1個体、2010年には大阪湾で2個体、紀伊水道で4個体が出現したのみであった。

ツノメガニは、太平洋岸において2002年では132個体の小型個体が出現したが、2010年は、太平洋岸の小型個体が79個体に減少した。一方で紀伊水道では2002年では25個体であったが、2010年では70個体が出現した。大阪湾では2002年では2個体が出現するに留まったが、2010年は21個体と大幅に増加した。播磨灘では2002年に小型個体は

出現しなかったが、2010年では15個体が出現し、その数は同年のスナガニの個体数を上回った。

ナンヨウスナガニの場合、2002年は全体の9割以上に相当する128個体が太平洋岸で出現したのに対し、2010年の太平洋岸では32個体と大幅に減少した。一方で紀伊水道は2002年の9個体から2010年は19個体へと増加した。大阪湾では2002年は2個体に対し、2010年は4個体と、少数出現したのみであった。播磨灘では2002年には小型個体は出現しなかったが、2010年は4個体が出現した。

ミナミスナガニは2002年には太平洋岸で5個体、2010年には大阪湾で2個体が出現した。

考察

南方系種の北進

結果から、3種の南方系種のいずれもが8年間のあいだに分布をより北に、そして内湾に進めていることが明らかになった。しかし、ツノメガニでは明らかな成熟個体が採集されなかった事および、淀ほか(2006)や、真野ほか(2008)でも指摘されているように、これら南方系のスナガニ属のほとんどは本州や四国沿岸では越冬できずに死滅していると思われる。このため、調査地域で確認された個体は、温帯性スナガニのように調査地点で繁殖した親個体によって放出された浮遊幼生が付近の内湾域を漂った後に加入するのではなく、毎年黒潮の流れによって、南西諸島などの亜熱帯域から供給されているとみられる。

8年間のあいだに分布が北進した理由については以下のような理由が考えられる。ひとつは幼生供給量の増加である。これは、供給源における南方系種の個体群サイズの増大、あるいは黒潮の大阪湾への流入量の増大や海水温の上昇などの理由で、卓越した数の幼生が調査地域に流れ着き、2002年には流入が僅かであった播磨灘にも多数の

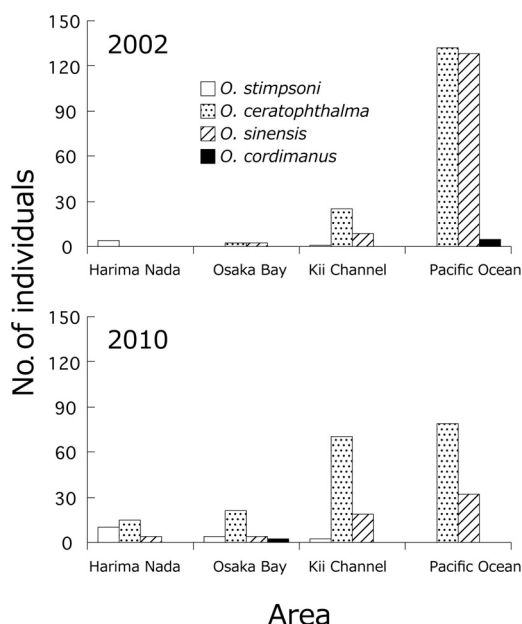


Fig. 4. The number of juvenile crabs (smaller than 10mm in carapace width) collected in each coastal region of the Kinki District.

幼生が流入したという考え方である。この場合、2010年の南方系種の個体数は、太平洋岸でも2002年を上回っていると考えられるが、実際にはツノメガニ、ナンヨウスナガニ、ミナミスナガニの3種とも個体数は減少していたため、この可能性は低い。

もう一つの可能性としては幼生の加入時期が早まったという考え方であり、供給源であるスナガニ属南方系種が越冬、繁殖可能な北限の生息場所が北進したことにより、幼生の供給源が調査地域と近くなったため、浮遊期間中により内湾域まで進出可能になったという考え方である。南方系種の北進現象は陸域の昆虫類でも知られているが、北上している種類の耐寒性が向上するといったような内因性の現象ではなく、最低気温の上昇によって北上可能になったという外因性の可能性が指摘されている（北原ほか、2001）。

気象庁（URL：http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/climate_change/index.html 2012.5参照）に掲載されているデータによると、日本の平均気温は1898年以降、100年あたり約1.06℃の割合で上昇している。最低気温はさらに上昇率が高く、日本の日最低気温の平均値は100年あたり約1.42℃の割合で上昇している。調査地点で得られた南方系種の供給源と考えられる沖縄では最低気温の上昇はさらに顕著で、1898年から2007年までのあいだに100年あたり1.90℃上昇しており、特に1990年代以降は高温傾向が持続しているとされる。このような最低気温の上昇によって、南方系スナガニ類の越冬および繁殖可能な地点の北進が起こっている可能性があると考えられる。

スナガニと南方系種との競争

ナンヨウスナガニは淀ほか（2006）、真野ほか（2008）で示されるように、潮上帯から海岸植物の植生帯を主な生息場所としており、高潮線から

潮間帯中部に巣穴をもつスナガニと生息域はほとんど重複しないため、生息場所を巡る競争は生じないと考えられる。また、真野ほか（2008）はナンヨウスナガニの胃内容物を調べた結果、陸上植物が多く、スナガニやツノメガニでみられたデトリタスが見出されなかったとしており、食物を巡る競争が起きている可能性も低い。ミナミスナガニは今回の調査において、他種との競争が起こりえるほどの個体数は出現しなかったが、高潮線よりも上を主な生息場所とするとされる（George, 1980）。

これに対し、ツノメガニの造巣場所は高潮線から潮間帯中部であり、淀ほか（2006）や真野ほか（2008）でも報告されているとおり、スナガニと重複している。このためスナガニとツノメガニの間に生息場所や餌を巡る競争が生じる可能性は高いと思われる。

2002年の播磨灘では、南方系種が全く確認されず、スナガニのみで構成される地点が5カ所あったが、2010年ではそのうち3地点にツノメガニが侵入した。これにより、スナガニのみで構成される浜は西端の2地点のみとなり、ツノメガニの播磨灘奥部への進出傾向が明らかとなった。また、2002年の大阪湾淡路島東岸では、ツノメガニ、ナンヨウスナガニとともにスナガニも比較的多く出現したが、2010年にはスナガニは1個体も確認することができず、ツノメガニとナンヨウスナガニのみが出現した。これらの現象は、ツノメガニの侵入のあと、スナガニが減少する可能性を示している。

温帯域に進出した南方系スナガニ属の種間関係、特にスナガニとツノメガニの関係については淀ほか（2006）および真野ほか（2008）で議論されており、ツノメガニの同属種捕食行動（Takahashi, 1935；Hughes, 1966；Fellows, 1966）が記録されていることから、淀ほか（2006）では本来スナ

ガニの生息域であった場所にツノメガニが加入すると、成長したツノメガニによってスナガニの加入個体が捕食される可能性を指摘している。真野ほか（2008）はこれに対し、ツノメガニの胃内容を調べた結果から、昆虫類、端脚類などの小型甲殻類、陸上植物を主に摂食している事を明らかにし、カニ類の占める割合は低いとして、ツノメガニのスナガニに対する直接的な捕食が生じにくいことを示唆している。しかし、直接的な捕食がない場合であっても餌や場所を巡る競争は生じると考えられる。

中島（1986, 1988, 1990）が、本研究の調査地点のひとつ、名草浜の隣にある琴引浜において観察したスナガニ属は、全てスナガニであった。その後、淀ほか（2006）では、本研究の名草浜地点において、不連続ながら4年近く定点調査を行っている。この調査では2001年から2003年の3回にわたって9月の調査が行われた。このうち2002年9月のデータは本調査における2002年名草浜のデータと同一であり、それ以外のいずれの年においてもスナガニが出現した。しかしながら2010年の調査ではスナガニは確認されず、名草浜はツノメガニとナンヨウスナガニのみが生息する地点となった。

同様の現象は、上述したように洲本でも起きており、2002年にはスナガニが25個体、40%を占めていたにもかかわらず、2010年には全く記録されなくなった。名草浜と洲本の2地点では、2002年の時点でスナガニは甲幅15ミリ以上の中一大型個体のみが記録されており、新規加入個体と見なされるような小型個体は全く確認されていない。淀ほか（2006）では、名草浜での調査において、スナガニの新規加入とみられる個体が2001年から2003年までの3年近くの間ほとんど確認出来なかったことから、加入の減少による個体群の衰退を危惧していたが、実際に2010年の調査ではスナガニ

の記録が途絶えた。

一方で和田（未発表）は2010年に和歌山県白浜町畠島においてスナガニ1個体を採集しており、今回の2回の調査において、スナガニが全く出現しなかった紀伊半島南西部でも、スナガニが少数ながら生息しているとみてもよい。また、真野ほか（2008）が調査を行った四国太平洋沿岸のツノメガニやナンヨウスナガニは、今回の調査で得られた個体よりも大型であり、越冬したと考えられる生殖腺の発達したツノメガニも得られていることから、紀伊半島沿岸よりも南方系種が越冬しやすい環境にあると考えられるが、そのような地域においてもスナガニは確認されており、このことは、ツノメガニの進出がスナガニ個体群の消滅に必ずしも結びつくわけではないことを示唆している。

スナガニの小型個体の数が少ないことは、調査地点全域でみられる現象であった。播磨灘は現在もなおスナガニが優占する海域ではあるが、2010年の結果では小型個体に関してはツノメガニの方が多い結果となった。調査地域全体におけるスナガニの新規加入個体数はツノメガニに対して相対的に少ないと考えられる。太平洋側から大量に幼生が押し寄せてくるツノメガニに対して、スナガニは幼生加入量の点で極めて不利な状態が今後も継続すると思われることから、播磨灘海域でもツノメガニの増加とスナガニの減少が起こる可能性は高いと思われる。

引用文献

- Fellows, D. P. 1966. Zonation and burrowing behavior of the ghost crabs *Ocypode ceratophthalmus* (Pallas) and *Ocypode laevis* Dana, in Hawaii. 78pp. M. S. Thesis, University of Hawaii, Honolulu.

- George, R. W. 1980. The distribution and evolution of the ghost crabs of Hong Kong with a description of a new species. *Proceedings of the First International Marine Biological Workshop*, 1(1) : 185-194.
- Huang, J. F., S. L. Yang & P. K. L. Ng. 1998. Notes on the taxonomy and distribution of the closely related species of ghost crabs, *Ocypode sinensis* and *O. cordimanus* (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana*, 71 : 942-957.
- Hughes, D. A. 1966. Behavioural and ecological investigations of the crab *Ocypode ceratophthalmus* (Crustacea: Ocypodidae). *Journal of Zoology*, 150 : 129-143.
- 北原正彦・入来正躬・清水 剛. 2001. 日本におけるナガサキアゲハ (*Papilio memnon* Linnaeus) の分布の拡大と気候温暖化の関係. 蝶と蛾 (日本鱗翅学会誌), 52 : 253-264.
- 真野 泉・堂浦 旭・大森浩二・柳沢康信. 2008. 四国太平洋岸に共存するスナガニ属3種の季節的な分布パターンおよび食性. 日本ベントス学会誌, 63 : 2-10.
- 松久保晃作. 1999. 小学館フィールドガイドシリーズ20海辺の生物. 303pp. 小学館, 東京.
- 中島東夫. 1986. スナガニの生態観察. 和歌山県立自然博物館だより, 4 : 6.
- . 1988. スナガニの摂食集団とwaving集団について. 南紀生物, 30 : 45-50.
- . 1990. 琴の浦のスナガニ. 和歌山県立自然博物館だより, 8 : 4.
- 西村三郎・鈴木克美. 1996. エコロン自然シリーズ 海岸動物. 196pp. 保育社, 大阪.
- Sakai, K. 2000. On the occurrence of three species of crabs on Shikoku Island, Japan, and a new species, *Pinnotheres taichungae* nov. spec., from Taiwan (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, 73 : 1155-1162.
- 酒井 恒. 1976. 日本産蟹類. 461pp. (日本語版), 773pp. (英語版), 251pp. (図版). 講談社, 東京.
- 酒田市立酒田中央高等学校第一理科部. 1968. 山形庄内海岸におけるスナガニ (*Ocypode stimpsoni* Ortmann) の生態. 山形県酒田市立酒田中央高等学校研究収録, 1 : 43-64.
- 高田宜武・和田恵次. 2011. ツノメガニ (スナガニ科) の日本海沿岸からの初記録. *Cancer*, 20 : 5-8.
- Takahashi, S. 1935. Ecological notes on the ocypodian crabs (Ocypodidae) in Formosa, Japan. *Annotationes Zoologica Japonenses*, 15 : 78-87.
- 渡部 孟. 1976. 相模湾産 *Ocypode* 属について. *Research on Crustacea*, 7 : 170-175.
- 渡部哲也・伊藤 誠. 2001. ツノメガニの大阪湾および、瀬戸内海東部における出現記録. 南紀生物, 43 : 43-44.
- 淀 真理・渡部哲也・中西夕香・酒野光世・木邑聡美・野元彰人・和田恵次. 2006. 南方系種を含むスナガニ属3種の和歌山市における生息状況. 日本ベントス学会誌, 61 : 2-7.

短 報

春日山原始林の林床草本ミヤコアオイの個体群生態

筑波大学菅平高原実験センター 鈴木 亮
大阪産業大学大学院人間環境学研究科 前 迫 ゆ り

Population ecology of the understory herb *Asarum asperum* in heavily grazed habitat in Kasugayama Forest Reserve, Nara, Japan. Ryo Suzuki (*Sugadaira Montane Research Center, University of Tsukuba*) and Yuri Maesako (*Osaka Sangyo University, Graduate School of Human Environment*)

We monitored the population of the understory herb *Asarum asperum* F. Maek. for 1 year by establishing deer-exclusion cages in a warm-temperate evergreen forest in the Kasugayama Forest Reserve, which is designated a Special Natural Monument of Japan. Most plant populations are threatened by heavy, long-term grazing by deer, which has negative effects on understory species in particular. Because we found many individuals of this species on the forest floor, we postulated that *A. asperum* could maintain a stable population density under heavy grazing. Contrary to our prediction, our results indicated that individuals of this species experienced intensive grazing that reduced their morphological sizes outside of the cages.

Keyword : *Asarum asperum*, understory herb, morphological size, grazing pressure, *Cervus nippon* Temminck

要旨：奈良市に位置する春日山原始林（特別天然記念物）は、高密度に生育するニホンジカの採食圧によって、多くの植物個体群の消失が危惧されている。なかでも林床植物に対する影響が大きいことから、常緑多年生草本ミヤコアオイ個体群を対象にシカの影響を回避するケージを設置し、1年間の追跡調査を行った。その結果、春日山原始林のミヤコアオイは個体数が多く個体群の維持が安定していると考えられていたが、強い採食圧の影響を受けていることが明らかにされた。

キーワード：ミヤコアオイ、林床植物、形態サイズ、採食圧、ニホンジカ

はじめに

今日、我が国において最も深刻な環境改変の1つは、シカによる採食圧である（湯本・松田，2006）。日本全土に急速に個体数を増加させたシカによる植物への摂食活動は、あらゆる植生に大きな影響を与えている。例えば、奈良県大台ヶ原

の亜高山帯針葉樹林という貴重な自然林においても、多数の樹木が枯死し森林が消失するまでに至っており、環境省による防鹿柵設置が広域的に実施されている。今回調査対象とした奈良市の特別天然記念物・世界文化遺産春日山原始林は、長期間にわたって強度のシカによる採食圧によって森林の種組成および森林構造の劣化が進行するとともに

に（前迫，2002，2003，2009a，2009b，2010），林床および林冠にはナギやナンキンハゼといったシカが摂食しない外来植物の生育地が拡大している（Maesako et al., 2007）。

春日山原始林は，市街地に隣接しながらも，多様な生物相を維持してきた原始林として，特別天然物に指定され，また寺社と一帯となす文化的景観として世界文化遺産に指定されている。春日山原始林はシイ・カン類が優占する常緑広葉樹林であり，相観的には極相林として維持されているが，その一方，強度のシカ採食圧によって林床の植物相はきわめて貧弱である（前迫，2010）。

現在，春日山原始林の林床に生育している植物は，何らかの要因でシカの採食圧に耐性あるいは回避特性を有し，個体群を維持している種と考えられる。そこで本研究は，春日山原始林の林床に比較的多く生育していることが確認されている常緑多年生草本ミヤコアオイ（ウマノスズクサ科カンアオイ属）*Asarum asperum* F. Maek. を対象に，その個体群を追跡調査し，シカ採食圧に対する植物側の反応を調査した。シカの採食圧に対する反応を検証するために，同個体群内に簡易の被食防護ケージを設置し，ケージ内外での植物の挙動を比較した。

調査地の概要

調査地

春日山原始林は，奈良県奈良市の東部に位置する（34° 41'N, 135° 50'E）。年平均降水量は1,333 mm，月平均気温は1月に3.8°C，8月26.6°Cである（気象庁，<http://www.jma.go.jp/jma/>，2011.4.11参照）。春日山原始林を含む奈良公園周辺には，ニホンジカ（*Cervus nippon* Temminck，以下，シカ）が宗教上の理由から長期間保護されて高密度に生育しており，天然記念物に指定されている。

財団法人奈良の鹿愛護会の調査（URL：<http://naradeer.com/images/23census.pdf> 2012.5参照）によると，奈良公園のシカの頭数は平成以降，1,000頭以上を維持している。また春日山原始林においては，20–30頭/km²とされており（鳥居ほか，2007），長年にわたって高密度状態が続いている。

調査地は，春日山原始林登山口に近い登山道沿いの林床とした。調査地は，胸高直径1 mを越えるイチイガシの倒木によって生じた林冠ギャップの斜面（約30m×30m範囲）と，そこから30mほど離れた小河川水谷川沿い（約20m×15m範囲）の2カ所で，どちらも林床まで比較的光が届く環境である。一般的にギャップ環境では，林床植物の多様性や個体数が高いと考えられている（Schnitzer & Carson, 2001）。本研究の調査地は，周囲の閉鎖林冠環境と比べてやや明るく，今回対象としたミヤコアオイ以外の林床草本や木本実生が比較的多く生育する立地である。

調査対象種

カンアオイ属は日本では約50種が知られる（若松ほか，2009）。いずれも林床に生える常緑性の多年草である（佐竹・靱山，1989）。本属の花は半地中あるいは地表面上に下向きに咲き目立たず，花粉はキノコバエによって（Mesler & Lu, 1993），種子はアリによって散布されるといわれるが（Cain et al., 1998），それらの送粉者あるいは種子散布者としての有効性は明らかでない。ギフチョウの食草としてもよく知られ（日浦・瀬戸，1968），ナメクジによる被害も報告されている（Cates, 1975）。ミヤコアオイは本州（近畿以西～島根県）と四国西部に分布し，萼筒に格子状の隆起線が入るのが本種の特徴である（佐竹・靱山，1989）。開花期は4月頃とされる（佐竹・靱山，1989）。本地域においても4月頃より開花が確認されている（図1）。



図 1. ミヤコアオイ開花個体 (2011年 4 月27日).



図 2. 調査地に設置した防鹿ケージ (2012年 5 月10日).

調査方法

野外調査

2011年 4, 5, 7 月に, 調査範囲内で見つかったミヤコアオイ個体をランダムに選び, 個体識別のためのラベル付けを行った (計274個体)。各ラベル個体について, 位置, 地上部の有無, 葉数, 各葉の葉長, 花数を記録した。7 月には, 4, 5 月にラベル付けと測定を行った個体を含めた全ラベル個体の測定を行った。また, 2011年 9 月, 2012年 4 月にも全ラベル個体について再測定を行った。

2011年 5, 7 月にラベル個体からランダムに選び, 簡易被食防護ケージをかぶせシカの採食圧を受けないようにした (ケージ内個体計44個体, ケージ外個体230個体)。5 月に 5 個体, 7 月に39 個体にケージをかけた。ケージをかけた時期の差の影響が潜在的には考えられるが, 5 月のケージ個体は少ないこと, それらにケージ外の個体と比べ成長に差がみられないことから, 本論文では時期の違いを無視してケージ内個体として一律に扱うこととした。

本論文で呼ぶ個体は, 地下部で連結している可能性があるため, 正確にはラメットを指す。花数

は開花・非開花に関係なく数え, 花のない生存個体は花数 0 とした。また, 花は落ち葉に隠れているものはできる限り見つけたものの, 地中に埋もれている可能性のあるものはかく乱を避けるため探索していない。

ケージは, 30cm×30cmの金網 (編み目サイズ 5 cm×5 cm) を用いて, 横面 4 枚と上面 1 枚で立方体に組み, 結束バンドで固定した (図 2)。ケージはペグを用いて地面に固定した。合計18個のケージを設置した。2011年は調査期間中のケージの破損, 紛失はみられなかったが, 2012年 4 月にはいくつかのケージで破損が見られた。

データ解析

2011年 7 月のケージ設置後から2011年 9 月および2012年 4 月時点での, 個体サイズの指標となる形質 (葉数, 合計葉数) を, ケージ内個体とケージ外個体の間で比較した。合計葉数は, 各個体の持つ各葉の葉長の合計として算出した。また, 2012年 4 月における個体あたりの花数も同様に比較した。すべての比較はWelch's t検定によって行った。統計解析はRを用いた (ver. 2.12.2.; R Development Core Team 2011)。

表 1. 防鹿ケージ内外におけるミヤコアオイの個体数の推移. 地上部が消失したものを「消失」, ラベルがとれ個体を見失ったものを「紛失」, 前回調査まではケージ内にいたがケージの破損によりケージ外に出ていた個体を「その他」とした. 個体消失率は, 「紛失」「その他」をのぞいて, 前回に生存していた個体のうち, 次の調査で消失した個体の割合を表す.

	2011				2012
	April	May	Jul.	Sep.	April
ケージ内					
生存	—	5	44	36	29
消失	—	—	0	8	0
紛失	—	—	0	0	0
その他	—	—	—	—	15
ケージ外					
生存	64	62	215	119	152
消失	—	12	15	102	45
紛失	—	0	0	9	33
計	64	79	274	274	274
個体消失率(%)					
ケージ内	—	—	0.0	18.2	0.0
ケージ外	—	18.8	11.3	43.2	18.6

結果

個体数変動

調査期間を通して個体の消失率は, ケージ内よりケージ外の方が高かった (表 1)。ここでいう個体の消失とは, 地上部が消失したものを指す。ミヤコアオイを含むカンアオイ属の植物は常緑性であり, 何らかの攪乱・損傷を受けなければ年間を通じて葉を展開させているはずである。したがって, 春日山原始林での地上部の消失は, シカあるいはギフチョウの幼虫などの昆虫類やナメクジなどの小動物の食害を受けたことによる可能性が高い。また, ケージ外で消失率ははるかに高いこと, 全葉が消失していることから, シカによる食害が主要因であると推測される。一方, 地上部が消失した個体は必ずしも死亡した訳ではなく, 次の調査時に地上部を再生させる場合も多くみられた。例えば, 2011年 9 月には, ケージ外で102個体の消失が確認されたが, そのうち70個体が2012年 4 月に地上部を再生させていた。このことは, ミヤコアオイが地上部の食害を受けても, 地下部は生

表 2. ケージ設置後の個体の葉数, 合計葉長, 花数の変化 (平均と標準偏差). ケージは2011年 5, 7 月に設置した. ケージ内外での形質の平均値をWelch's t 検定で比較した. 表中, *は $P < 0.05$ で有意差があることを, NSは有意差がないことを示す. 2012年 4 月の値の算出において, 2011年 5, 7, 9 月調査でケージ内で確認されたが, ケージの破損により2012年 4 月の調査時点でケージ外に出ていた個体は解析から除いた.

	ケージ内		ケージ外		Welch's t	検定
	Mean	SD	Mean	SD		
2011年 9 月						
葉数	1.4	0.6	1.3	0.5	1.6	NS
合計葉長	5.1	2.8	4.8	2.6	0.6	NS
2012年 4 月						
葉数	1.9	1.0	1.4	0.8	2.4	*
合計葉長	6.0	4.2	5.6	3.1	0.6	NS
花数	0.4	0.6	0.2	0.5	2.2	*

存し、高い再生力を備えていることを示唆する。

個体サイズおよび着花数

個体サイズの指標となる葉数と合計葉長は、いずれもケージ内の方が大きい傾向が見られた（表2）。その差は、ケージを設置した期間が長くなるほど大きくなり、ケージ設置後9カ月以上経過した2012年4月では葉数に有意な差がみられた。

調査地の中には、本研究で設置したケージとは別に、2007年9月に設置した防鹿柵（2007年度科研費により前迫らが設置）がある。この防鹿柵内には、ミヤコアオイ1個体が確認でき、2012年4月では、葉数13枚、合計葉長67.5cmと、本研究で調査したどの個体よりもはるかに大きな個体であった。2008年5月調査で葉数は9枚であったことから、ケージや柵を設置した期間が長期間になるほど、言い換えればシカ採食圧にさらされない期間が長いほどミヤコアオイは大きく成長できる可能性を示唆している。

2012年4月では、個体あたりの花数もケージ内がケージ外より有意に多かった（表2）。ただしこの差は、開花個体の割合がケージ内の方が高かったことに由来する（ケージ内70.6%、ケージ外19.7%）。花をつけていた開花個体だけで花数を比較したところ、ケージ内（平均1.1個）とケージ外（平均1.2個）で有意な差はみられなかった（Welch's *t* test, *t* = -0.76, *P* = 0.4528）。一方、前述の4年間設置している防鹿柵内の1個体は、12個の花をつけていた。したがって、より長期間ケージを設置し続ければ、開花個体あたりの花数も増加する可能性は考えられる。

考察

奈良公園周辺域では、近年、シカが従来好まなかったイズセンリョウやイワヒメワラビなどの植

物種をも採食している（前迫，2002）。ミヤコアオイの長期的な個体群調査は乏しく、本調査においてミヤコアオイに対するシカの採食圧が増加しているのか、春日山原始林内でミヤコアオイの個体数が維持できているのかはまだ明らかではない。同属では、海外の *Asarum canadense* や *Asarum europaeum* で個体群調査の報告事例があるものの、それらは食害の影響は検討していない（Czarnecka, 1996；Cain & Damman, 1997；Damman & Cain, 1998）。大型草食動物からの強度の採食圧を受ける環境での *Asarum* 属の個体群調査の事例は、本研究が初めてである。Cates (1975) は、*Asarum caudatum* がナメクジ食害を受けており、ナメクジの多い地域に生育する個体ではナメクジの採食圧を軽減するメカニズムを進化させている可能性を明らかにしている。奈良公園の平坦部の芝地では、多くの草本植物が葉やシュートを遺伝的あるいは可塑的に小型化させ、被食を回避している可能性が示唆された（Suzuki, 2008；Suzuki et al., 2009）。春日山原始林の林床植物においても、そのような形態反応が見られるか否かを明らかにすることが今後の課題である。

春日山原始林の林床植生はきわめて貧弱である中で、ミヤコアオイは比較的個体数を維持している。おそらく、シカが好まないか、発見されにくい性質を有していて、食害が低いレベルに抑えられていると考えられる。しかしながら、ミヤコアオイの個体群を1年間追跡した結果、ミヤコアオイの生存、成長、繁殖がシカの食害によりすくなくならず負の影響を受けていること、それらは採食圧を防ぐことにより大幅に改善される可能性が明らかになった。

極度の採食圧下でのミヤコアオイ個体群の存続性について検討することは、本種の保全上において重要な課題であるだけでなく、林床植物の被食耐性機構の進化や送粉者・種子散布者との共進化

を理解する上でも重要であり、さらに長期的な調査が必要とされる。

謝辞

本研究は2011年度日本学術振興会学術研究助成基金助成金基盤研究（C）（課題番号23510300，代表者・前迫ゆり）および大阪産業大学大学間連携研究費の助成を受けた。奈良県奈良公園管理事務所には調査許可をいただいた。野外調査において奈良教育大学および大阪産業大学学生諸氏の調査協力を得た。各位に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- Cain, M. L. & H. Damman. 1997. Clonal growth and ramet performance in the woodland herb, *Asarum canadense*. *Journal of Ecology*, 85 : 883-897.
- , —— & A. Muir. 1998. Seed dispersal and the Holocene migration of woodland herbs. *Ecological Monographs*, 68 : 325-347.
- Cates, R. G. 1975. The interface between slugs and wild ginger: some evolutionary aspects. *Ecology*, 56 : 391-400.
- Czarnecka, B. 1996. Clonal organization of populations of *Asarum europaeum* and *Maianthemum bifolium* in contrasting woodland habitats. *Plant Ecology*, 125 : 51-62.
- Damman, H. & M. Cain. 1998. Population growth and viability analyses of the clonal woodland herb, *Asarum canadense*. *Journal of Ecology*, 86 : 13-26.
- 日浦 勇・瀬戸 剛. 1968. 日本産カンアオイの分布記録. *自然史研究*, 1 : 12-25.
- 前迫ゆり. 2002. 奈良公園および春日山原始林におけるシカの採食に対する変化. *奈良植物研究*, 23 : 21-25.
- . 2003. 春日山原始林と草食保護獣ニホンジカの共存を探る. *植生学会誌*, 19 : 61-67.
- . 2009a. 森とシカの生態学的問題をめぐって. *関西自然保護機構会誌*, 31 : 39-48.
- . 2009b. 照葉樹林に拡大する外来樹木とシカの関係. *植生情報*, 13 : 83-86.
- . 2010. 世界遺産春日山照葉樹林のギャップ動態と種組成. *社叢学研究*, 8 : 60-70.
- Maesako, Y., S. Nanami & M. Kanzaki. 2007. Spatial distribution of two invasive alien species, *Podocarpus nagi* and *Sapium sebiferum*, spreading in a warm-temperate evergreen forest of the Kasugayama Forest Reserve, Japan. *Vegetation Science*, 24 : 103-112.
- Mesler, M. R. & K. L. Lu. 1993. Pollination biology of *Asarum hartwegii* (Aristolochiaceae): An evaluation of Vogel's mushroom-fly hypothesis. *Madrono*, 40 : 117-125.
- R development Core Team. 2011. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- 佐竹義輔・靫山泰一. 1989. ミヤコカンアオイ. 「日本の野生植物—草本2 離弁花類—」(佐竹義輔・北村四郎・富成忠夫・大井次三郎・亘理俊次編), pp. 105-106. 平凡社, 東京.
- Schnitzer, S. A. & W. P. Carson. 2001. Treefall gaps and the maintenance of species diversity in tropical forest. *Ecology*, 82 : 913-919.
- Suzuki, R. O. 2008. Dwarf morphology of the annual plant *Persicaria longiseta* as a local adaptation to a grazed habitat, Nara Park, Japan. *Plant Species Biology*, 23 : 159-167.

- , T. Kato, Y. Maesako & A. Furukawa. 2009. Morphological and population responses to deer grazing for herbaceous species in Nara Park, western Japan. *Plant Species Biology* 24 : 145-155.
- 鳥居春己・高野彩子・景山真穂子・原沢牧子. 2007. 奈良公園春日山原始林におけるニホンジカ密度推定の試み. 関西自然保護機構会誌, 28 : 193-200.
- 若松昭秀・釜谷美則・菅原 敬. 2009. 加住南丘陵におけるカンアオイ属の分布と植生. 工学院大学研究報告, 107 : 9-15.
- 湯本貴和・松田裕之. 2006. 世界遺産をシカが喰う—シカと森の生態学. 212pp. 文一総合出版, 東京.

報 告

和歌山県有田川河口干潟におけるマクロベントス相の 市民参加型調査—2010年および2011年の結果報告

東京海洋大学海洋科学部／独立行政法人国際協力機構青年海外協力隊	村 瀬 敦 宣
東邦大学大学院理学研究科	柚 原 剛
東邦大学理学部／和歌山大学大学院教育学研究科	加 藤 健 司
和歌山大学教育学部	古 賀 庸 憲

Macrobenthic fauna in a tidal flat estuary of the Arida River, Wakayama Prefecture, central Japan: a report of the results of the civil procedure for researching benthos in 2010 and 2011. Atsunobu Murase (*Faculty of Marine Science, Tokyo University of Marine Science and Technology/Japan Overseas Cooperation Volunteers, Japan International Cooperation Agency*), Takeshi Yuhara (*Graduate School of Science, Toho University*), Kenji Kato (*Faculty of Science, Toho University/Graduate School of Education, Wakayama University*) and Tsunenori Koga (*Faculty of Education, Wakayama University*)

はじめに

干潟は、平坦な砂または泥から成る海岸地形の一つであり、外海から遮蔽された波浪の少ない内湾や河川の河口域の潮間帯に形成され、多様な底生動物の生息地となっている。なかでも、和歌山県には紀の川河口・和歌川河口（和歌山市）、日高川河口（御坊市）、田辺湾（田辺市・西牟婁郡白浜町）や有田川河口（有田市）のように貴重な干潟環境が残っている（環境省、2002）。

そのうち、和歌山県有田川では、河口域へのマリーナの建設計画により干潟環境の劣化と生物多様性の損失が懸念されたことから、2004年度からほぼ年に1回の干潟生物の観察会が行われている（古賀、2007）。その後、観察会が行われている干潟で市民参加型調査の手法を用いたモニタリングが開始され、2010年および2011年の7月の2回に

わたり調査が行われた。2010年7月の調査結果は中川ほか（2010）によってごく簡単に報告されているが、そこでは観察会および調査内容を紹介することに重点が置かれていた。本稿では、2011年に有田川河口干潟で行われた底生動物相の調査結果を報告すると共に、既存情報との比較を行い、将来的にこれらの市民参加型調査をより効果的に継続するためにその改善点について検討する。

調査方法

有田川は和歌山県北部に位置しており、高野山の南部から紀伊水道に注ぐ流路約94kmの二級河川である。調査地は、有田川の河口から約2 km上流、北緯34度4分東経135度7分に位置しており（図1）、最も河口に近い有田大橋と安諦橋に挟まれた南岸の河口干潟である。現地は「有田川

マリーナ」(仮称)の建設予定地であったと同時に、環境省(2002)によって湿地保全を目的に選ばれる「重要湿地500」に選定された場所でもあり、潮間帯とその前後の範囲には多様な環境が存在する。潮間帯中部から下部は基本的に泥干潟になっており、底質は非常に柔らかく、転石が散在するところもある。潮間帯上部に向かうにつれて砂粒が大きくなり、底質も硬くなる。潮間帯の最上部から上にはヨシの群落が生い茂っていて、様々なカニ類の好適な生息場所となっている。

調査は2011年7月31日の午前10時半から12時までの干潟干出時に実施した。底生動物の採集方法はSuzuki & Sasaki (2010)の干潟生物の市民参加型調査の方法に従った。採集方法の概要は以下の通りである(詳細は上記文献のほか、鈴木ほか(2009)および中川ほか(2010)を参照)。調査への参加者は10名で、それぞれがおよそ50m×50mの範囲を調査地とした。なお、2010年と2011年で共通した調査への参加者は3名いた。調査の開始前に参加者に対して今回の調査方法について指導すると共に、種によっては石の裏側などの特定の基質に生息していることを説明し、それぞれの参加者が同等のサンプリングができるよう努めた。サンプリングの初めに、それぞれの参加者は、表層に生息する底生動物を採集するために、調査範囲の表在動物を15分間探索、採集し、それを表

在動物用のポリ袋に入れ、クーラーボックスで確保した。次に底土中の底生動物を採集するために、小型スコップを用い、15回の底土の掘返しと底生動物の採集を行った。1回の掘返しは、およそ直径15cm、深さ20cmを目安に行った。掘返しで採集した動物は、表在動物の時と同様に、ポリ袋に確保した。なお、泥干潟での危険を避けるため、調査の時間帯に潮が引いて干出している場所だけを調査対象とした。

以上の表層探索と掘返しによる底生動物の採集が終了した後に、種の同定、調査票によるデータの整理、およびそれぞれの種の発見率による優占度の評価を行った。すなわち、それぞれの参加者が採集した動物を現地で同定し、個別に調査表を作成した上で、ここに採集した動物名を記録した。さらに参加者の調査表を集計し、それぞれ採集された動物種が何人によって採集されたかを集計用の調査表にまとめ、以下のような評価を行った。採集・記録された総種数を調査地の種多様性とし、ある種が全参加者のうち何人に採集されたかの百分率をその種の発見率とした。各種の優占度は発見率で3段階に区分した。すなわち、70%以上の発見率の種を優占種(A)、70%未満10%以上の種を普通種(B)、10%未満、または1名しか採集していない種を少数種(C)とした。



図1. 和歌山県有田川における調査地点の位置。国土地理院25000分の1地図を略写して使用。

結果

今回の干潟生物の市民参加型調査で採集された底生動物の一覧を表1に示す。表1には中川ほか(2010)で示された2010年7月における市民調査の結果も参考のために示した。2010年と2011年の結果を集計すると、2度の調査で65種が発見された。2011年には合計で46種の底生動物が確認され、その内訳は軟体動物門腹足類が13種、二枚貝類が8種、環形動物門多毛類が3種、節足動物門が22種であった。2010年の結果と比較すると、多毛類は7種、節足動物門十脚目は19種発見されており、2011年には多毛類の種数が半減したのに対し、十脚目の種数は46.2%増加していた。2010年と2011年の共通発見種は27種で、2010年、2011年にのみ発見されたのはそれぞれ19種であった。一方の年にしか採集されなかった合計38種のうち、12種は普通種と判断され、残りの26種は少数種であった。2011年に発見率が70%を超えており、優占種と判断されたのはウミニナ *Batillaria multiformis* とユビナガホンヤドカリ *Pagurus minutus* の2種のみであった。2010年に優占種と判断されたホソウミニナ *Batillaria cumingi*、ケフサイソガニ *Hemigrapsus penicillatus* の2種は、2011年には発見率が低下し、普通種と判断された。2011年の参加者の平均発見種数は12.8種であり、1名あたり8~26種を発見しており、2010年の平均12.3種、1名あたり5~24種よりも値がわずかに増加していた。15分間の表層探索で発見された動物種は平均9.7種(5~22種)であり、掘返しで発見された平均種数は3.8種と、表層探索に比べて明らかに少なかった。この結果は2010年とまったく同じ傾向であったが、表層探索で発見された平均種数は、8.8種から1ポイント近く増加した。

和田ほか(1996)が絶滅危険性で干潟生物を区分した中で、「絶滅寸前」とされたイボウミニナ

*Batillaria zonalis*や、「危険」とされたウミニナ、フトヘナタリ *Cerithidea rhizophorarum*、ヘナタリ *Cerithideopsis cingulata*、ユウシオガイ *Moerella rutila*、ハクセンシオマネキ *Uca lactea*のほか、環境省レッドリストで準絶滅危惧とされたヒメコザラガイ *Patelloida heroldi* の7種は2010年および2011年にわたって確認された。また、2011年には環境省レッドリストで準絶滅危惧とされたツボミガイ *Patelloida conulus*、ミヤコドリ *Phenacolepas pulchella*、クチバガイ *Coecella chinensis* の3種が新たに発見された。和田ほか(1996)で「危険」とされたカキウラクチキレモドキ *Brachystomia bipyramidata* とソトオリガイ *Laternula marilina* は2011年には確認されなかった。

考察

市民参加型調査と過去の専門家による調査結果の比較

過去に有田川河口において今回の調査と同様の地点(有田大橋~安諦橋の間)で行われた潮間帯の底生動物相に関する専門家による調査事例には国土環境株式会社(2004)と江川(2004, 2005)がある。国土環境は春季と夏季の2度にわたる調査において有田大橋~安諦橋の間における南岸で131種のベントスを採集、記録している。今回の2年間の市民参加型調査では、このうち47種、総計で65種が記録され、国土環境の半分以下の種数となった。このような結果になった主な要因として、調査頻度と手法の違いの2点が考えられる。調査頻度に関しては今回の市民参加型調査は年に一回だけとなっているのに対し、国土環境の調査では、同年に複数回にわたって行われているため、季節的に異なった環境でも調査・採集を行っていたことになる。また、市民参加型調査では採集用具としてスコップを使用しているだけであり、干

潟にできる潮だまりや滞筋の中での採集は困難である。例えば、国土環境では甲殻類のうち、端脚目と十脚目（短尾下目は除く）を併せて29種記録しているのに対し、市民参加型調査ではこれらの甲殻類はわずかに2種しか記録されておらず、常に水中で生活を送っていると考えられる上記の甲殻類が採集・記録されていない。市民参加型調査で記録された種が少なかったもう1つの理由として、潮間帯下部の生物採集の困難さがある。例えば、コゲツノブエ *Cerithium coralium* は有田川において250万個体をこえる数が生息していると推定され、今回の調査地周辺にはその90%が生息するものと推察されている（国土環境株式会社、2004）。しかし、2年間の市民参加型調査において本種は1個体も記録されていないが、これは調査範囲を干潟干出面に限定していることに起因すると推測される。

有田川に関する過去の調査事例を貝類に限定すると、江川（2004、2005）は、有田川河口から1～5 km離れた範囲において貝類相について調査を行い、合計130種の貝類（腹足類73種、二枚貝類57種）を確認している。このうち、今回の調査地のある有田大橋～安諦橋間では30種を記録しており、これに2010年と2011年の市民参加型調査の結果を合わせると、合計38種の貝類が確認され、江川（2004、2005）だけで確認された種はいずれも少産もしくは稀産とされた8種で、この中には環境省（URL：http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=9946&hou_id=8648、2011.10.18参照）で絶滅危惧II類に指定されているワカウラツボ *Iravadia sakaguchii* が含まれていた。逆に、市民参加型調査だけで確認された種は5種で、このうちクログチ *Xenostrobus atratus* は普通種と判断されたが、その他の4種、アマオブネガイ *Nerita albicilla*、ミヤコドリ、ムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis*、ミドリイガイ *Perna viridis* は全

て少数種と判断された（表1）。上記のうち、アマオブネガイとミドリイガイは国土環境でも確認されておらず、有田川では初記録の種である。

江川（2004、2005）の調査で普通種と判断されたものは全て2年間の市民参加型調査でも確認されており、専門家による調査と比較しても普通種や優占種の取りこぼしはなかったと言える。しかしながら、ワカウラツボなどの個体数や生息地が激減している種については少数種であっても注意が必要である。本種は干潟の泥に埋もれた石の裏側などに生息するため、その生息場所を知っていなければ発見することは困難である。本種は、江川（2004）では市民参加型調査を行った地点と同じ有田大橋～安諦橋の範囲のみで確認されており、複数回の観察で数個体が確認可能だとされている。現在もワカウラツボが調査地に生息しているか定かではないが、希少種の動態を把握するためにも、先に述べたとおり、今後その存在と生息場所について参加者に事前に指導した上で調査を継続することが重要になってくるであろう。

市民参加型調査の改善点

専門家による調査結果と市民参加型調査結果の比較からこの手法が効果的である分類群とそうでない分類群が存在することが明らかになった。すなわち、市民参加型調査では採集道具はスコップしか用いていないため、水中に生息する、もしくは遊泳性の動物を捕獲することはほとんどできていなかったが、干潟に生息する貝類に関しては専門家による調査で優占種や普通種と判断される種を取りこぼしていることはなかった。

市民参加型調査と専門家による調査結果の相違に加え、2年間の市民参加型調査結果の間でも違いが見られた。2010年と2011年では出現した種の構成はある程度の違いがあったものの、発見した種数はまったく同じであった。しかしながら、普

表 1. 2010年および2011年の市民調査で確認されたマクロベントスと優占度。

動物門	綱	和名	学名	発見率 (%)		優占度*		評価	
				2010年	2011年	2010年	2011年	和田ほか(1996)	環境省(2007)
紐型動物門		ヒモムシ類	Nemertea	25	-	B	-		
軟体動物門	腹足綱	ツボミガイ	Patelloida conulus	-	40	-	B		NT
		ヒメコザラガイ	Patelloida heroldi	38	60	B	B		NT
		インダタミガイ	Monodonta labio form confusa	13	-	C	-		
		スガイ	Turbo (Lunella) cornatus coreensis	13	20	C	B		
		イシマキガイ	Clithon retropictus	13	-	C	-		
		アマオブネガイ	Nerita albicilla	-	10	-	C		
		ミヤコドリ	Phenacolepas pulchella	-	10	-	C	危険	NT
		ホソウミニナ	Batillaria cumingi	88	60	A	B		
		ウミニナ	Batillaria multiformis	75	100	A	A	危険	NT
		イボウミニナ	Batillaria zonalis	13	10	C	C	絶滅寸前	VU
		フトヘナタリ	Cerithidea rhizophorarum	13	10	C	C	危険	NT
		ヘナタリ	Cerithideopsis cingulata	25	50	B	B	危険	NT
		タマキビ	Littorina brevicula	13	20	C	B		
		アラレタマキビ	Nodilittorina radiata	13	-	C	-		
		イボニシ	Thais clavigera	13	-	C	-		
		カワザンショウガイ	Assiminea japonica	-	10	-	C		
		アラムシロ	Nassarius festivus	13	10	C	C		
		カキウラクチキレモドキ	Brachystomia bipyramidata	13	-	C	-	危険	
	二枚貝綱	ムラサキイガイ	Mytilus galloprovincialis	-	10	-	C		
		ミドリイガイ	Perna viridis	-	10	-	C		
		クログチ	Xenostrobus atratus	-	20	-	B		
		ホトトギスガイ	Arcuatula senhousia	13	-	C	-		
		マガキ	Crassostrea gigas	38	10	B	C		
		クチバガイ	Coecella chinensis	-	10	-	C		NT
		ユウシオガイ	Moerella rutila	38	10	B	C	危険	
		ハザクラガイ	Psammotaea minor	13	10	C	C	危険	
		オキシジミ	Cyclina sinensis	63	30	B	B		
		アサリ	Ruditapes philippinarum	13	-	C	-		
環形動物門	多毛綱	ソトオリガイ	Laternula marilina	13	-	C	-	危険	
		チロリ類	Glycera spp.	-	20	-	B		
		コケゴカイ	Ceratonereis erythraeensis	13	-	C	-		
		カワゴカイ類	Hediste spp.	13	-	C	-		
		アシナガゴカイ	Neanthes succinea	13	-	C	-		
		ゴカイ科の1種	Nereididae sp.	13	20	C	B		
		ミズヒキゴカイ	Cirriformia cf. comosa	13	30	C	B		
		イトゴカイ類	Capitellidae sp.	13	-	C	-		
		その他ゴカイ類	Polychaeta spp.	25	-	B	-		
		ドロフジツボ	Fistrobalanus kondakovi	13	10	C	C		
節足動物門	顎脚綱	シロスジフジツボ	Fistrobalanus albicostatus	25	10	B	C		
		タテマフジツボ	Amphibalanus amphitrite	-	10	-	C		
	軟甲綱端脚目	ヒメハマトビムシ	Platorchestia pacifica	13	-	C	-		
		軟甲綱十脚目	Alpheus lobidens	13	30	C	B		
		ハサミシャコエビ	Laomedea astacina	13	-	C	-		
		ニホンズナモグリ	Nihonotrypaea japonica	-	10	-	C		
		アナジャコ	Upogebia major	-	10	-	C		
		ユビナガホンヤドカリ	Pagurus minutus	88	90	A	A		
		マメコブシガニ	Pyrhila pisum	-	40	-	B		
		ケフサイソガニ	Hemigrapsus penicillatus	88	60	A	B		
		タカノケフサイソガニ	Hemigrapsus takanoi	-	60	-	B		
		ハマガニ	Chasmagnathus convexus	-	20	-	B		
		アシハラガニ	Helice tridens	38	60	B	B		
		ヒメアシハラガニ	Helicana japonica	13	-	C	-		
		アカテガニ	Chiromantes haematocheir	25	10	B	C		
		クロベンケイガニ	Chiromantes dehaani	-	10	-	C		
		フタバカクガニ	Perisesarma bidens	-	30	-	B		
		ユビアカベンケイガニ	Parasesarma tripectinis	-	10	-	C		
		カクベンケイガニ	Parasesarma pictum	25	-	B	-		
		コムツキガニ	Scopimera globosa	-	20	-	B		
		チゴガニ	Ilyoplax pusilla	38	20	B	B		
		オサガニ	Macrophthalmus abbreviatus	13	30	C	B		
		ヤマトオサガニ	Macrophthalmus japonicus	50	60	B	B		
		ヒメヤマトオサガニ	Macrophthalmus banzai	50	50	B	B		
棘皮動物門	ナマコ綱	ハクセンシオマネキ	Uca lactea	38	40	B	B	危険	NT
		ヒモイカリナマコ	Patinapta ooplax	25	-	B	-		

2010年のデータは中川ほか(2010)より引用

*A, 優占種; B, 普通種; C, 少数種 (8名あるいは10名の調査においては, 少数種の発見率は12.5あるいは10.0%となる)

通種と判断されたにも関わらず、一方の年にしか発見されなかった種は10種あり、2010年から2011年にかけて多毛類の出現種数は半減したのに対し、甲殻類の出現種数が増加した。さらに参加者一人あたりの発見種数にもわずかな増加が見られるなどの変化が見られた。これは調査環境の限定に関して不足があったことに起因するものと考えられる。例えば、甲殻類の中でもカニ類は、アシ原に生息する種が多く、このような環境を高頻度で調査すればこのような甲殻類の種数は当然増加するものと考えられる。

以上のような市民参加型調査と専門家による調査間での相違、および年別の市民参加型調査間での相違から考えられる今後の市民参加型調査の改善点をまとめると、以下の2点が挙げられる。

- 1) 調査対象とする環境や分類群をより正確に限定する(調査を行う環境をより明確に定義する)。
- 2) 参加者に対して希少種の存在やその生息環境について事前に指導し、熟練者とのスキルの差をできるだけ減らす。このような改善を図ることで、より定量化が図られ、種数や密度の変動に加え、外来種の出現と言った変化も経年でモニタリングすることができるようになって期待できる。

希少種と外来種の把握

地域の希少種を把握し、それを保全することは環境教育やレクリエーションの観点からも重要であることが確かめられている。Booth et al. (2011) は、鳥類の希少性がバードウォッチングをするために訪れる観察者の数にどれだけ影響を与えるのかを調査した。野鳥の観察が行われる様々な場所における鳥類の希少性を数値化して観察者数との関係を回帰推定したところ、種の希少性はやって来る観察者数と明瞭な関係があり、さらには野鳥愛好家が希少種を求めてより遠くからやってきていることも明らかとなった。このことは干

潟生物に対しても応用できる可能性がある。例えば、東京湾では希少性の高いウミナは、本調査地では、ほとんどの参加者が発見することができるほど生息している。このように、他の地域では極めて希少であるか、もしくは絶滅してしまった種が調査地には生存しているという事実を事前に参加者募集などの際に伝えることで、より一層調査地における干潟生物への注目や興味関心が集まり、地域における環境保全の機運が高まるかもしれない。

野元ほか(2002)も指摘しているように、和歌山県レッドデータブックには河口汽水域に生息する底生動物に関する情報がほとんど掲載されていない(和歌山県, 2001)。和歌山県内における保全対策のためにも、今後環境の変化と希少種の動態へ注意を向けるべきである。

また、注意しなければならないのは、外来種としてムラサキガイとミドリイガイが2011年になって確認されたことである。特にミドリイガイは過去の報告でも記録されていない。また、有田川河口では確認されていないものの、地中海産のチチュウカイミドリガニ *Carcinus aestuarii* が三河湾から(浅香ほか, 2011)、西大西洋産のミナトオウギガニ *Rhithropanopeus harrisi* が伊勢湾から記録されている(伊勢田ほか, 2007)。今後このような外来種の動態について注意が必要である。

謝辞

本プロジェクトの一部は、日本財団「干潟の市民調査と人材育成」の助成を受けて実施された。また、鈴木孝男氏(東北大学大学院生命科学研究科)、風呂田利夫氏(東邦大学理学部生命圏環境科学科)、多留聖典氏(東邦大学理学部東京湾生態系研究センター)ほか多くの専門家のご協力を得て実施された。一連の事業の実施に関しては日

本財団の海洋安全・教育チームの桑田由紀子氏にもご協力を賜った。また、日本国際湿地保全連合の佐々木美貴事務局長と中川雅博氏からも多くのご支援をいただいた。現地での調査にあたっては多くの一般参加者のご協力を得た。最後に、匿名の査読者の方々からは大変有意義なご意見およびご指摘をいただいた。この場をお借りして心から御礼申し上げたい。

引用文献

- 浅香智也・鳥居亮一・中川雅博. 2011. 2009～2010年の愛知県豊川水系におけるカニ類相. 関西自然保護機構会誌, 33 (1): 25–32.
- Booth, J. E., K. J. Gaston, K. L. Evans & P. R. Armsworth. 2011. The value of species rarity in biodiversity recreation: A bird-watching example. *Biological Conservation*, 144: 2728–2732.
- 江川和文. 2004. 和歌山県有田川河口域の貝類相 1. 腹足綱. 南紀生物, 46 (2): 167–172.
- . 2005. 和歌山県有田川河口域の貝類相 2. 二枚貝綱. 南紀生物, 47 (1): 45–50.
- 伊勢田正嗣・大谷道夫・木村妙子. 2007. 移入種 *Rhithropanopeus harrisi* ミナトオウギガニ (和名新称) (甲殻亜門: カニ下目: Panopeidae科) の日本における初記録. 日本ベントス学会誌, 62: 39–44.
- 環境省. 2002. 日本の重要湿地500. 382pp. 環境省自然環境局, 東京.
- 古賀庸憲. 2007. 和歌川・有田川河口干潟に棲息する貴重な生きものたちと干潟をとりまく状況. 関西自然保護機構会誌, 28: 167–173.
- 国土環境株式会社. 2004. 有田川統合河川整備環境調査外合併業務 報告書概要版. 27pp. 国土環境株式会社, 東京.
- 中川雅博・柚原 剛・鈴木孝男・古賀庸徳. 2010. 和歌山県有田川河口における『干潟生物の市民調査』の実施. 関西自然保護機構会誌, 32: 131–140.
- 野元彰人・木邑聡美・唐沢恒夫・杉野伸義. 2002. 有田川河口汽水域の大型底生動物相. 南紀生物, 44 (2): 115–121.
- 鈴木孝男・木村妙子・木村昭一. 2009. 干潟生物調査ガイドブック～東日本編. 120pp. 日本国際湿地保全連合, 東京.
- Suzuki, T. & M. Sasaki. 2010. Civil procedure for researching benthic invertebrate animals inhabiting tidal flats in eastern Japan. *Plankton and Benthos Research*, 5 (supplement): 221–230.
- 和田恵次・西平守孝・風呂田利夫・野島 哲・山平良平・西川輝昭・五嶋聖治・鈴木孝男・加藤 真・島村賢正・福田宏. 1996. 日本における干潟海岸とそこに生息する底生生物の現状. WWF Japanサイエンスレポート, 3: 1–182.
- 和歌山県. 2001. 保全上重要なわかやまの自然, 和歌山県レッドデータブック. 428pp. 和歌山県, 和歌山.

特集 琵琶湖水源域朽木トチノキ林の危機と保全

安曇川源流域のトチノキ伐採に関する一考察

琵琶湖環境科学研究センター 金子 有子

A note on the logging of Japanese horse chestnut (*Aesculus turbinata* Blume) at the forested headwater catchment of Ado River. Yuko Kaneko (*Lake Biwa Environmental Research Institute*)

はじめに

この伐採問題は、民有地での一個人業者の経済活動との対立である。社会問題化して一年半以上経た今も立木の所有権をめぐる裁判が継続中で、伐採の危機は回避されていない。針葉樹人工林の主伐による木材生産を保留する時代にあっても、有用樹のトチノキには高級材としての市場の要求がある。一方、森林管理が環境行政下に置かれ、公益的多機能の発揮を基本理念の中枢に掲げた時代に移行して久しい。滋賀県では県民に森林税も課している。本誌に特集が組まれるに当たり、自身の迷走の軌跡を辿ることで、民間相手の自然保護、貴重な地域生態系を守ることでできる自然保護について考え直してみたい。

この伐採が問題と思われた点

滋賀県高島市旧朽木村域の安曇川源流域は、植物学者中井猛之進博士に「植物ヲ学ブ者ハ一度ハ京大ノ芦生演習林ヲ見ルベシ」と書かれた京都大学芦生研究林と稜線を挟んで表裏一体の地域である。この地域は日本海側と太平洋側、東日本と西日本という日本列島の東西南北の境界域を含む特異な地域である。冷温帯と暖温帯の両域にもまたがり、植物種の多様性や特異性が高いことで知ら

れている。北陸地方から続く多雪地帯の最南端に位置するため、緯度が低い割に降雪・積雪量も大きく、ブナ林帯だけでなく低標高の溪畔域にもトチノキやカツラの優占する山地溪畔林が成立している。安曇川は、琵琶湖流入河川の中で流域面積が3位というだけでなく、豊富な積雪の見られる最源流域の冷温帯林に端を発していることで、年に一度の琵琶湖の大循環を左右し湖底環境の形成に大きく影響する融雪水を流出するという重要な機能も担っている。その豊かな水源の森で伐採は密かに進行していた。

伐採現場では、近接するトチノキ大径木が数本まとめて伐採された上に、伐倒やヘリでの搬出に邪魔だったと見られるサワグルミ、オニグルミ等の周辺の高木も倒され、巨大な森林ギャップが出現していた。急傾斜地が多く、ニホンジカ（以下シカ）の食害で貧弱化した林床では裸地化の進行による土砂流出や植生回復の遅れも懸念された。林業活動としても、トチノキを買い付け、伐採していた県内の個人業者は、森林法の規定で提出義務のある伐採届の提出に遅れ等の問題を指摘されていた。売却本数と伐採本数の確認の曖昧さも問題視されていた。さらに、多賀町等の湖東地域でも十数年ほど前にトチノキ大径木が大量に伐採、搬出されたとの情報が有り、過去に分布記録のあった箇所が多くで母樹となるトチノキ大径木が既に

消失してしまったと見られていた。当地域でも、2009、2010年の2年間で、2010年当時に安曇川支流の北川流域で見積もられていたトチノキ巨木（胸高直径1 m以上）資源の3割程度に当たる約60本の大径木が既に失われていたため、伐採がさらに進めば成熟個体が激減し集団の存続が危ぶまれると考えられた。

山に置いておいても経済的価値はないのか？

樹齢200年以上の木は種子をつけないか？

高島市旧朽木町や南丹市旧美山町辺りでは、谷の中・下流域は水際まで人工林化された民有地で、少し上流の奥地にポツポツとトチノキが残されて

いるのをよく目にする。在所の人々がトチノキを残しておくのは、主に栃の実を取ったり蜜源としたりするためだ。しかし、この地域でもここ15年以上になるシカの増加で、栃の実は落ちててもすぐに食べられて全く収穫できず、地元で製造している栃餅や栃せんべい等の原料は、岐阜県等から種子の状態で買入れているという。シカ食害のためにトチノキを残しておく意味が薄れてきたところに、伐採業者は「トチは樹齢200年（概ね胸高幹周3 m、胸高直径1 m程度の大径木を指している）以上になったら実をつけないから役に立たない」と売却を持ちかけたいらしい。

しかし、独立行政法人森林総合研究所の調査による日本産の冷温帯樹種の大径材元口年輪数のデー

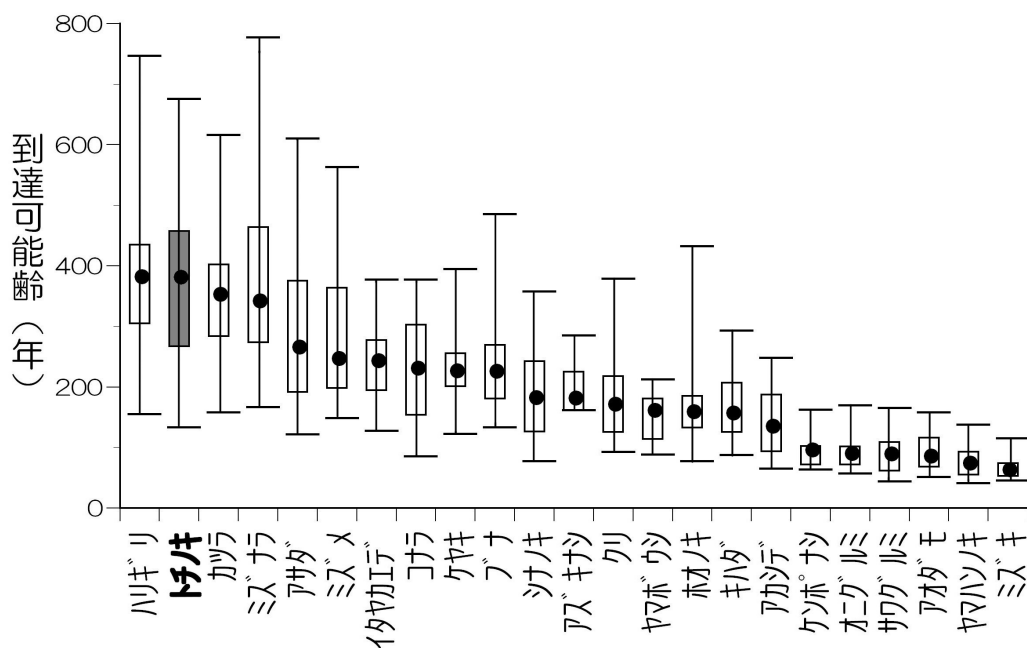


図1. トチノキの到達可能齢（森林総合研究所大住克博氏より提供・掲載許可済）。縦棒についた横線は、上が最大値、下が最小値を示す。また、黒丸は中央値、ボックスに付いた横線は上が75%タイル値、下が25%タイル値を示す。サンプルは、北東北・南北海道産のまだ寿命を全うしていない生存個体を伐採したもので、各樹種につき概ね50試料。主幹の年齢であるため、カツラのように萌芽するものでは、個体の年齢と異なる場合がある。

タ（各樹種の試料数は約50）によれば、トチノキは、日本産の冷温帯広葉樹では2番目に長命な種である（図1）。300年から400年は普通で、最高齢は600年を優に超え700年近くに達する。200年生の個体はこれから壮齢期に入るところのようだが、種子生産能力はどうであろうか。図2は筆者が安曇川源流域と隣接する京大芦生研究林で調査したデータである。トチノキは自然下でも生育条件が良ければ、胸高直径15cm前後、20〜40年生で花を着け始める。しかし、サイズの小さい野外個体では9割以上が雄花で、種子生産はほとんど行わない。結実を開始するのは概ね胸高直径25cm以上、樹高16m以上で、種子生産数が本格的に増え出すのは樹高成長が頭打ちになってからとみられる（伊藤ほか，2001）。由良川最源流域に当たるモンドリ谷個体群では、調査した三年間を通じて胸高直径150cmの最大個体が、胸高直径100cmまでの個体の概ね2倍以上の種子を生産していた（図2）。他にも、胸高幹周7.2mの兵庫県最大の個体も盛んに種子生産しているという報告や、胸高幹周7.5mの個体が3年に一度並作（通常林分で平均すると並作の周期は5年程度）である、胸高幹周9.2mの個体が2年に一度大きな実

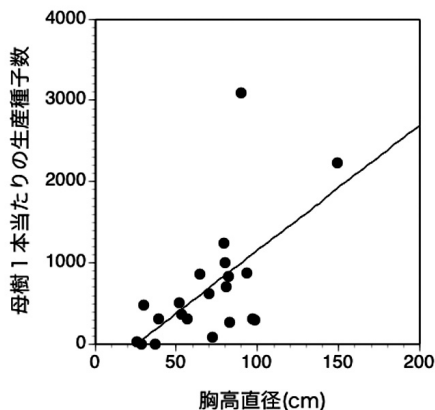


図2. トチノキの胸高直径と種子生産数の関係。

をつける等の報告は多数ある。一方、200年を越えると実がならないという報告は見あらず、伐採業者が森林所有者の説得材料に使っている「トチは樹齢200年以上になったら実をつけなくなるから役に立たない」という説には、根拠があるとは考えられない。

この先10年、20年後にシカ個体数の変動によってシカ食害が軽減することもあり得るであろうし、シードトラップ等により地面に落下する前の種子を確保することも可能であると考えれば、大径木1本当たり5〜6万円だったと言われる一度限りの売却収益よりは、数百年にわたる栃の実収穫や蜜源のために大径木を残す価値の方が大きいように筆者には思われる。

樹齢200年以上では材が腐朽していくだけか？

伐採業者の売却の説得材料には「トチは樹齢200年（胸高幹周3m）以上になったら材が腐朽して価値がなくなる」という話もあったらしい。当時、専門家の先生方に関連データを少し照会したが、まだ十分に情報を収集、整理できていないので、これについては別の機会に考察を試みたい。

参考までに、図3は、岐阜県銘木協同組合で撮影された滋賀県産のトチノキ大径材（写真に写っている材はすべて朽木産）である。胸高幹周3m程度までの個体の材に限らず、県内最大だったと見られる個体（左の写真の右手前から奥へ2番目）や胸高幹周3mを優に超える個体（右の写真）の材も数多く売られていた。

伐採を止めてもらう根拠はあるか？

安曇川源流域のトチノキに学術的価値はあるか？

日本産トチノキは*Aesculus turbinata*の1種で日本固有種である。葉緑体および核のゲノムを用いた分子系統地理学的研究によれば、白亜紀から第



図3. 岐阜県銘木協同組合に搬入された朽木産のトチノキ（2011年今城克啓氏撮影）。

三紀の移行期（約6,500万年前）に中国大陆で生じたトチノキ属は第三紀にユーラシア大陸とアメリカ大陸まで分布を広げた。このうち、日本産トチノキが含まれる *Aesculus* 節は第三紀始新世（約4,800万年前）に北アメリカで生じ、近縁のセイヨウトチノキとは第三紀中新世（約1,500万年前）に分岐したとされている（Xiang et al., 1998）。現在日本列島に遺存するトチノキの分布域や遺伝構造は、その後の第四紀（約170万年前以降）における氷期、間氷期の気候変動によって分布域の拡大と縮小を繰り返してきた歴史的所産として形成されたものである。安曇川源流域のトチノキが受け継ぐ遺伝子もまた長い進化の産物であり、その道のりが刻み込まれている。

筆者は京大瀬戸口浩彰氏らと共に、日本産トチノキの分子系統地理学的な研究として、分布域全域を網羅する63集団387個体の試料を用いた葉緑体DNAのハプロタイプと核DNAのマイクロサテライト遺伝子座による集団遺伝構造解析を行ってきた。瀬戸口浩彰氏の他、共同研究者の崎尾均氏、伊藤哲氏も、後述「琵琶湖水源の森におけるトチノキ巨木の保全に関する要望書」（以下要望書）の連名者である。ここでは、葉緑体DNAの2つの遺伝子間領域（*trnC-rpoB* と *trnL-rpl32*）1,313bpの塩基配列に基づいて決定された葉緑体

ハプロタイプについて既報の研究結果を紹介したい。研究方法等を含め詳細は、原著の Sugahara et al. (2011) を参照されたい。

トチノキの現在の分布中心は東日本である。中部地方以北で普通、特に東北地方に多産する。一方、西日本のトチノキは分布が局限しており、西南日本では集団自体が希少である（図4）。香川県レッドデータブックでは、トチノキは絶滅危惧I類にランクされている。全10型認められたハプロタイプのネットワークは図5aに示したとおりである。図5bから見て取れるように、現在の分布北限である北海道道南地方から東北、関東、東海、北陸、中部地方まで続き、滋賀県湖北、湖東地方を西端とする東日本には、祖先的多型と見られるハプロタイプI、IV型が広く広がっている。これに対し、分布域の孤立断片化が進む西日本で多様な遺伝系統が見られ、SAMOVA解析から検出された3つの明瞭なユニットの存在が明らかになっている（図5b）。京都府芦生研究林と佐々里、大阪府豊能の集団を含む北近畿グループ、三重県多賀、和歌山県の龍神、上湯川の集団を含む南近畿グループ、鳥取県、島根県、広島県から福岡県、大分県、熊本県、宮崎県にかけて広がる中国・九州グループである。日本列島では、最終氷期最盛期にも国内各地に植物のレフュジアが存在

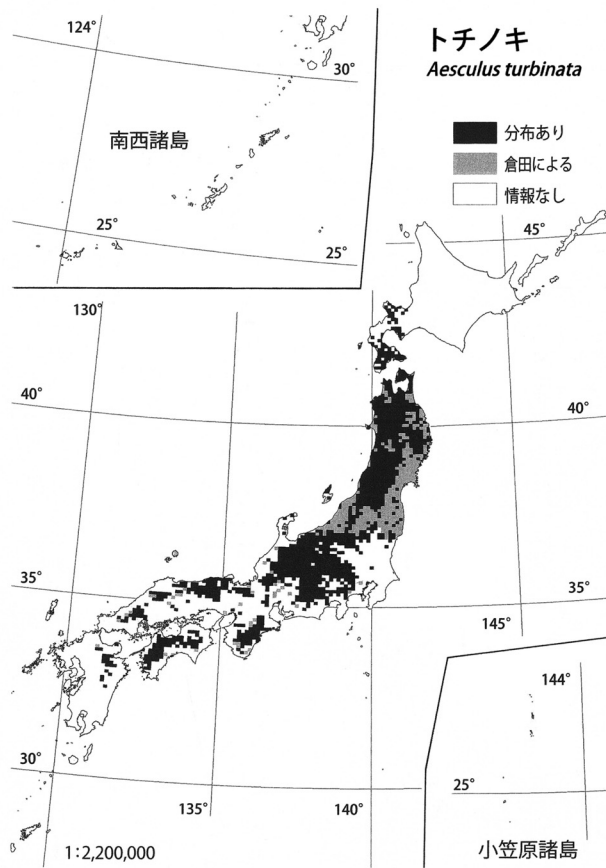


図4. トチノキの現在の分布図（渡邊・河原，2009より転載．日本林業調査会より転載許可済）．凡例の「倉田による」は，倉田悟・濱谷稔夫（1968～1974）日本産樹木分布図集I～IV，日本林業樹木図鑑第1～5巻（地球社）の分布図から分布しないと判断されたメッシュを除いたものである．

したとされているが，本研究の結果からは，第四紀の気候変動期を通じてトチノキの分布中心となっていたレフュジアは，若狭湾（北緯35度）以南の西日本に存在し，上記3グループを単位とする分布域の拡大・縮小を経てきたと示唆された。また，祖先的多型を保持する東日本の単一広域分布ユニットは，最終氷期以降の温暖化に伴って南方のレフュジアから北方へと急速に分布拡大する過程で形成されたと考えられた（Sugahara et al., 2011）。

安曇川源流域のトチノキについては，伐採を知った2010年10月に朽木地域から遺伝試料を採取して

分析した結果，京都府北部と同じく，ハプロタイプVII型が優占する北近畿グループに含まれることが分かっている。形質に特徴のある個体からも採取したせいか，分析個体の中には，最も多かったVII型の他に，祖先多型と見られるIV型，また，図5aにはない新たな朽木集団固有のハプロタイプも確認された。したがって，当地域には，国内でもこのごく限られた地域にしか存在しないトチノキの固有遺伝系統が発達しており，その希少性，独自性は明らかであると言える。滋賀県では，湖西以外にも，湖東，湖北でトチノキが見られる。

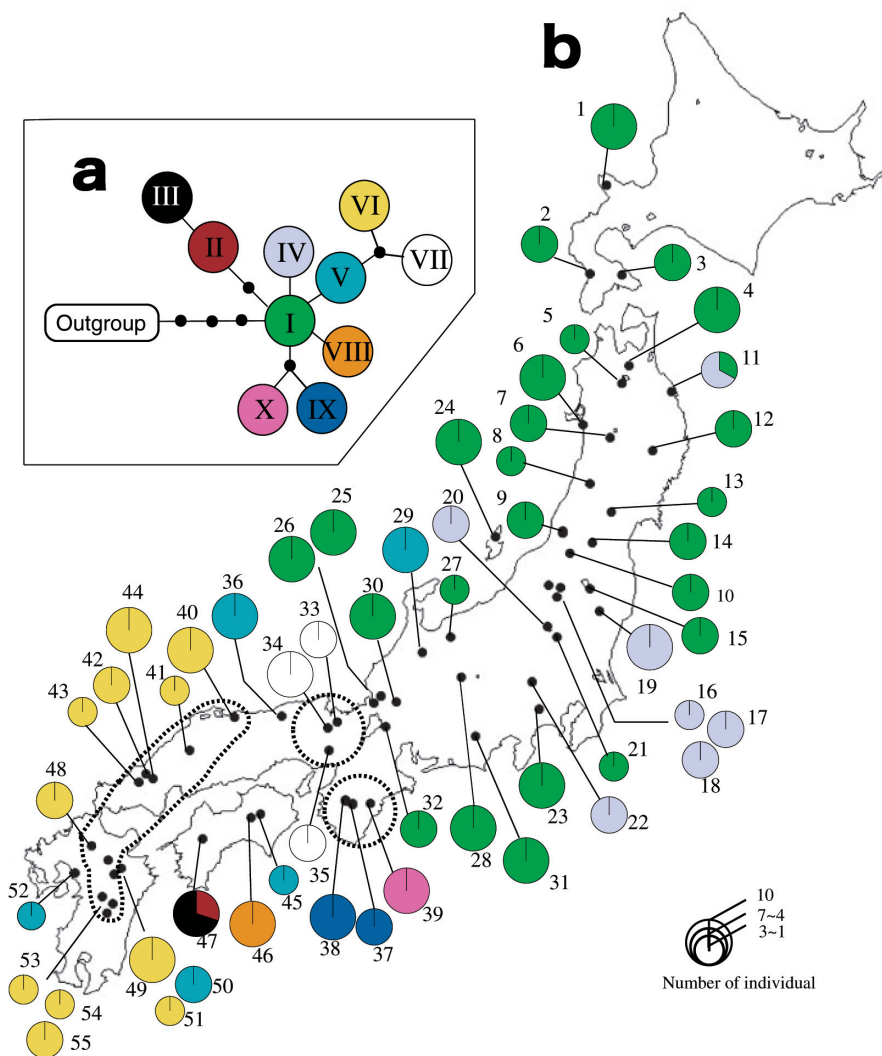


図 5. トチノキの葉緑体 DNA ハプロタイプの a) ネットワーク図と b) 分布図 (Sugahara et al., 2011より転載. Springer出版社より転載許可済).

数字はSugahara et al. (2011) 内の集団番号, 円のサイズは凡例の通り集団当たりの解析試料数を示す. SAMOVA解析により検出された4ユニットのうち, 東日本の最大ユニットを除く3ユニットを点線で囲ってある. 北近畿地方の集団が第二グループ (集団番号33~35), 南近畿地方の集団が第三グループ (集団番号37~39), 中国・九州地方の集団が第四グループ (集団番号40~44, 48, 49, 51, 53~55), その他の全集団が第一グループに属していた.

湖南は過去の分布確認地点も僅少で、近年は確認されていない。しかし、本研究で遺伝試料を採し回った際の調査から、湖東では近年の伐採の影響か個体数は激減したと推測される。また、湖東の鈴鹿山地（図5bで集団番号32）、および福井県との県境に位置する湖北の朽の木峠（集団番号26）の集団はいずれも東日本の広域分布グループに属しているため、湖西と湖東・湖北のトチノキはそれぞれ別個の進化上の存在価値を持っている。琵琶湖が東西日本の境となっているため、滋賀県は、同じ県域内で異質の遺伝系統が複数見られる稀な県だと言える。

伐採業者の2009、2010年計画通りに伐られるとトチノキ集団はどうなるか？

遺伝系統という質的な評価の次に、絶滅確率の評価に直結する量的な側面を見ていきたい。日本の環境省レッドリストカテゴリ（2007年）は、定量的な判定基準を持つ世界でも先進的なものである。可能な限り、個体数変化から予測される種集団の存続可能性に基づいてカテゴリが決定されている。時空間を通じた生物の個体数変化を定量的な方法によって表現し将来を予測するためには、集団の動態特性を数学的に記述するための数理モ

デルが必要となる。集団動態に関する細部の情報がある場合には、個体群をいくつかの階級に分割することで齢や生活史段階による生存率、成長率、繁殖率等の違いを反映できる推移行列モデルがよく使われる（金子，2005a）。ここでは、推移行列モデルによるトチノキの集団動態解析について既報から結果の一部を紹介したい。研究方法等を含め詳細は、原著のKaneko et al. (1999)を参照されたい。

一般に多年生植物の生理生態特性は齢より個体サイズに強く依存するため、生活史全体を個体サイズによって区分した生育段階構造モデルが有効である。トチノキの生活史過程は、定着当年生実生、樹高4m以下の単軸稚樹、樹高4m以下の分枝稚樹、樹高4～16mの若木、樹高16m以上の成熟個体に大分される（図6）。調査地である芦生研究林では1997年まではトチノキに対する顕著なシカ食害は観察されていなかった。シカ食害が激化する1998年以前のトチノキ集団は、大きな個体の後継となる少し小さな個体が連続して存在するきれいなL字型の個体サイズ構成を持っていた（図7）。このことは、この時期までのトチノキ集団が安定的な後継個体の加入により更新・維持されていたことを意味しており、推移行列モデルか

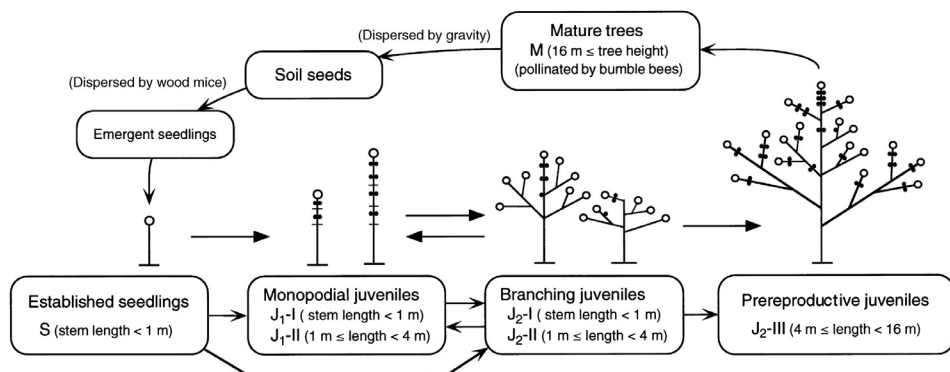


図6. トチノキの生活史段階（Kaneko et al., 1999より転載。種生物学会より転載許可済）。

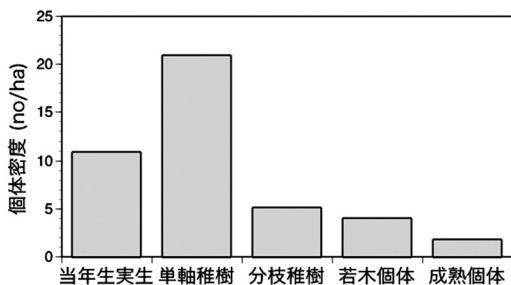


図7. シカ食害が激化する以前（1997年頃まで）の個体サイズ構成。

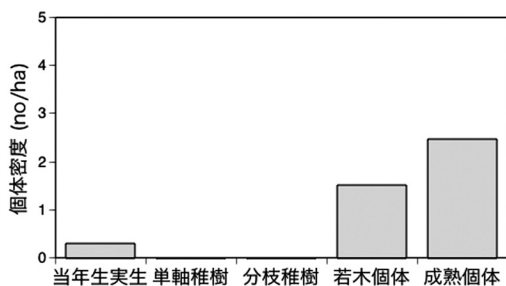


図8. シカ食害が激化し始めて10年後（2008年）の個体サイズ構成。

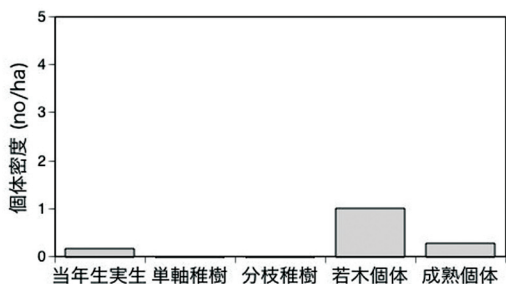


図9. 2009、2010年計画の伐採を行った場合の個体サイズ構成。

ら計算される集団の年増加率も1.02と、健全に存続する状態にあったことを示している（Kaneko et al., 1999）。

ここでいう集団の年増加率とは個体群成長率のことであり、推移行列モデルの場合に「適応度」の指標として使われる個体群統計学の基本量である。生活史戦略の概念は、それぞれの種が進化してきた方向性を、ある遺伝子や表現型が時間変化と共に頻度を高めていくかどうかの尺度（適応度）の観点からとらえて理解する考え方である。適応度は、一個体が通常一世代時間経た後の次世代に残す子どもの数の期待値である。推移行列モデルを用いた弾力性分析は、適応度（個体群成長率）に対する相対的な重要度を定量的に評価する手法で、全ての行列要素の弾力性値の和が1になるため、弾力性値を生活史段階や生存戦略毎に合計して比較したり、重要度の総和に占める割合を示したりすることができる。トチノキの弾力性分析の結果、最も大きな個体群成長率の変動をもたらす行列要素は成熟個体の生存率、二番目は樹高4～16mの若木個体の生存・成長率であった。その相対的重要度はそれぞれ総和の42%、29%を占めていた。一方、繁殖要素（種子生産から実生定着までの加入過程）の重要度は1.4%と極めて低かった。このことは、例えば、地域個体群の絶滅確率を低下させるための保護対策を考える場合、成熟個体の生存率を上げるための対策（伐採による死亡率を上げさせない等）は、加入過程で残せる子どもの数を増やすための対策（種子から育苗し人為的な植栽導入を行う等）の30倍も、集団個体数の増加率を上昇させる効果が高いことを意味している（金子, 2005b）。個体サイズが大きい後期の生活史段階ほど集団の存続や適応度に対する影響が大きいのは、トチノキだけではない。木本植物に共通の特性である。草本植物でも、個体群増加率に対する相対的重要度は加入過程よりも後期

生活史段階への移行に関わる成長過程の方が大きい。木本植物ではさらに、成長に加えて生残戦略の重要性が極めて高い。樹木集団の存続可能性を確保するためには、何よりも成熟個体を生き残らせておくことが最重要であり、必要不可欠なのである。

トチノキ集団の存続にとっていかに成熟個体の生残が重要であるかは、将来予測のシミュレーション等からも明瞭に示される（金子ほか，2004）。1997年以前の芦生集団のように個体群の長期成長率が1.0以上の集団は、一定環境が続くならば際限なく存続しうる。しかし、生態系には予測不可能な絶滅リスクにさらされる不確実性があり、常に繁殖率や生存率の変動を通じて集団が衰退する可能性がある。例えば、芦生集団では1998年以降激化したシカ食害によって樹高1.5m以下の個体は絶滅し、2001年時点で集団サイズは1992年時点の36%にまで減少、その後も発生する当年生実生群は毎年ほぼ絶滅し、被食圧下10年後の個体サイズ構成は図8のような歪なものとなっていた。しかし、樹高4m以下の実生や稚樹の生存率がそれまでの5%以下に低下するような壊滅的被害を受け続けても、成熟個体が生き続けている限り500年経っても集団が絶滅することはなかった。しかも、集団が例えば20年後にシカ被食圧から解放されれば2年程度で急速に個体数を回復させられることも示された（金子ほか，2004）。

それでは、個体群増加率に対する重要度の低い稚樹にしか影響のなかったシカ害に対し、個体群増加率の4割以上の鍵を担う成熟個体の生存率に影響する伐採の場合はどうであろうか？北大高田壮則氏との共同研究で、現実の伐採圧（成熟個体の生存率に反映）を想定したシミュレーションを行ってみたところ、2008年時の個体サイズ構成（図8）を持つ集団で2009、2010年に計画通りの伐採を行った場合には、成熟個体の密度が伐採前

の10分の1程度にまで低下してしまうことが明らかになった（図9）。

この時に注意しておきたいのは、トチノキが他殖性植物で、長距離の花粉流動による他家受粉が成功しない環境では健全な次世代を残せない点である。トチノキでは自殖由来個体の割合が1年生以上の稚樹で0.5%、胸高直径20cm以上の若木では0%になる。さらに、距離の近い個体同士ほど血縁度が高いため、近距離個体との交配による子どもほど近交弱勢が強く働き淘汰されることが明らかになっている（Isagi et al., 2007）。また、花粉流動の最大距離が725m、1年生以上の稚樹まで育った個体の両親間距離は中央値が229mであること等から、ある母樹に対して有効な父親候補が存在し得る範囲の面積を考慮して見積もると、先に述べた伐採後に予測される成熟個体の密度では、母樹1本に対して有効な父親候補は潜在的に可能性のある範囲で考えても数〜数十本程度しか存在しないことになる。伐採によって生じる成熟個体の著しい生育密度の低下は、有効な繁殖機会を減じ、遺伝的多様性の著しい低下を招くことで、集団を衰退させるものと考えられる。

市民や行政と共に未来を描く

伐られた個体の遺伝子を保持できるか？固有の遺伝系統を守れるか？

伐採を知った直後から、伐倒個体の遺伝子を保存する目的で接ぎ木苗の育成を試みた。トチノキでは挿し木苗はできないとされているが、接ぎ木技術は確立している（町田，1978）。にわか勉強と森林再生支援センターの助言で、伐倒の残渣から穂木の条件を満たす頂端枝を探し集めては、国内随一という育苗職人の元に送り続けた。しかし、残念ながら接ぎ木苗の育成は成功しなかった。失敗の主原因は、伐倒（遅い場所でも8〜9月）か

ら穂木採取（11～12月）までの時間（短くても3か月程度）が経ち過ぎていたためとの説明であった。伐倒個体の遺伝子をどの程度残せているかの評価はできていないが、その後は、市民らによって周辺個体の種子による実生苗の育成や養蜂による受粉の促進が試みられている。

参考までに、個体群統計学的手法で、50～250年後に成熟1本を得るために必要な稚苗数を試算したところ、樹高1～4mの分枝稚樹段階で山出ししたとして、シカ被食圧下での生存・成長率で推移する場合は、被食から保護した場合の50倍もの本数が必要になるという結果になった。この結果や、伐採地の周辺には伐採された個体と同じ遺伝的特質を引き継ぐ若木個体が残されているであろうことを考えると、個体群再生の要となる野外の残存後継樹に対するシカ被食圧等を軽減する手立てが急務と思われる。今後、トチノキ集団を維持していくに当たっては、育成個体と残存個体を含む遺伝子モニタリングや個体群センサスに基づく動態予測によって、質的にも量的にも健全な集団を保つ必要があるであろう。

破壊された溪畔域生態系は修復できるか？

2010年10月15日に嘉田由紀子滋賀県知事に提出された要望書で、この地域の自然の価値は以下のようにまとめられている。1）トチノキとカツラは、日本の溪谷沿いの森林の代表的な樹種であり、まとまった森として残されている地域は全国的にも数少なく、滋賀県が誇る貴重な自然遺産と位置づけられる。2）天然林の原形に近い森林であり、多種多様な野生生物の生息が担保されている。3）生物多様性の保全、天然林の地域個体群の保全、琵琶湖の水源の涵養、地域文化の継承など、森林の多面的機能の発揮に不可欠な役割を果たしている。4）地域特有の森林・自然・文化の象徴であり、次世代の子供や孫たちへ引き継ぐべき存在で

ある。

トチノキだけを守っていくのであれば、環境省のレッドリストカテゴリ（2007年）に「絶滅のおそれのある地域個体群（LP）」というカテゴリがあり、種個体群の保全アプローチも考えられる。しかし、トチノキを主体とする溪畔林が奥山ではなく人里近くで大切に残されて続けてきたことは、トチノキとそれを支える共生系、生態系全体が地域の伝統的な暮らしや文化と密接に結びついた存在であったことを物語っている。「絶滅危惧」や「準絶滅危惧」の種がいなくても、分布上の重要種や「軽度懸念種」（IUCN2001年版Ver.3.1カテゴリ）が普通に存立していける良好な地域生態系を守るアプローチはいくつか考えられる。例えば、北米で推進されている「絶滅危惧生態系」というスキームが日本でも提案され、レッドリストにおけるtaxonomic biasの問題を克服し、「普通」の自然の保全に寄与することが期待されている。絶滅危惧生態系の保全では、象徴種の個体数増加に関心を集中させることなく、あるべき生物群集を育む生態系の形成過程や攪乱動態とその構成種の進化過程や集団維持に目が向けられる。今回の事例についても、市民活動や公共事業の軌道をスパイラルアップさせながら、市民と行政の手で、主要構成種の抜き伐りによって破壊された溪畔域の共生系、生態系そのものを守り修復していくことが望まれる。溪畔林の具体的な修復・再生には、「水辺林の保全と再生に向けて」（溪畔林研究会、1997）や「水辺林管理の手引き」（伊藤ほか、2001）等も役に立つであろう。

おわりに

さまざまな世論調査や意識調査の結果を見ても明らかなように、日本は自然保護や生物多様性保全に対する意識や認知度が極めて低い。そんな生

き物に冷たい社会の中で、関西自然保護機構の志は高く立派だ。今回の要望書にも、関西自然保護機構から石井実会長、山西良平副会長、村上興正氏、和田恵次氏、角野康郎氏、前迫ゆり氏、原田泰志氏、野寄玲児氏、佐久間大輔氏の各氏が連名者になられている。心から敬意を表したい。

この問題を知った頃、先行して伐採の進行を問題視しておられた環境保全活動の有力者に「既に業者への売却が進んでおり民間のことで阻止する方策もなく、もはや手遅れ」と諭された。しかし何より、見識の高い嘉田知事に救われた。全国の名だたる学識経験者らだけでなく、地域の一致団結した意思であることを示すため地元住民や森林所有者も共に名を連ねた要望書を受けて知事は、「巨木一本守れない行政では駄目ですね？」というようなことを言われたそうだ。この時の知事の判断があったことで、未実施の伐採はひとまず先送りにされている。しかし、宙に浮いたままの巨木の運命は、所有権が売却の意思を取り消した森林所有者に戻れば救われるが、業者側に認められればすぐに伐採となる可能性もある。今後、裁判の行方がどうなるか、社会が引き続き注視してくれることを願ってやまない。

引用文献

- Isagi, Y., D. Saito, H. Kawaguchi, R. Tateno & S. Watanabe. 2007. Effective pollen dispersal is enhanced by the genetic structure of an *Aesculus turbinata* population. *Journal of Ecology*, 95 : 983-990.
- 伊藤 哲・大住克博・金子有子・崎尾 均・鈴木和次郎・中村太士・新山 馨 (編著). 2001. 水辺林管理の手引き－基礎と指針と提言－. 213pp. 日本林業調査会, 東京.
- 金子有子. 2005a. 個体群統計学における推移行列モデルによる解析. 「草木を見つめる科学－植物の生活史研究－」(種生物学会編), pp. 73－84. 文一総合出版, 東京.
- . 2005b. 溪畔林に生きるトチノキとサワグルミの生活史戦略. 「草木を見つめる科学－植物の生活史研究－」(種生物学会編), pp. 111－136. 文一総合出版, 東京.
- Kaneko, Y., T. Takada & S. Kawano. 1999. Population biology of *Aesculus turbinata* Blume: A demographic analysis using transition matrices on a natural population along a riparian environmental gradient. *Plant Species Biology*, 14 : 47-68.
- 金子有子・高田壮則・金子隆之. 2004. 芦生モンドリ谷調査区における溪畔域の攪乱と樹木動態. 第113回日本林学会大会学術講演集 : 502.
- 溪畔林研究会 (編). 1997. 水辺林の保全と再生に向けて－米国国有林の管理指針と日本の取り組み－. 208pp. 日本林業調査会, 東京.
- 町田英夫 (編). 1978. 接ぎ木のすべて. pp. 282. 誠文堂新光社, 東京.
- Sugahara, K., Y. Kaneko, S. Ito, K. Yamanaka, H. Sakio, K. Hoshizaki, W. Suzuki, N. Yamanaka & H. Setoguchi. 2011. Phylogeography of Japanese horse chestnut (*Aesculus turbinata*) in the Japanese archipelago based on chloroplast DNA haplotypes. *Journal of Plant Research*, 124 : 75-83.
- 渡邊定元・河原孝行. 2009. 分布図トチノキ. 「日本樹木誌 1」(日本樹木誌編集委員会編), pp. 753. 日本林業調査会, 東京.
- Xiang, Q. Y., D. J. Crawford, A. D. Wolfe & Y. C. Tang. 1998. Origin and biogeography of *Aesculus* L. (Hippocastanaceae): a molecular phylogenetic perspective. *Evolution*, 52 : 988-997.

特 集 琵琶湖水源域朽木トチノキ林の危機と保全

滋賀県高島市朽木西部地域におけるトチノキ巨樹の分布 —航空写真判読による推定結果（予報）—

滋賀県立大学環境科学部環境生態学科 築 山 省 吾

滋賀県立大学環境科学部環境生態学科 浜 端 悦 治

Distribution of big trees of *Aesculus turbinata* in the western area of Kutsuki, Takashima, Shiga, Japan: Estimation by using aerial photographs (a preliminary report). Shogo Tsukiyama and Etsuji Hamabata (*School of Environmental Science, University of Shiga Prefecture*)

はじめに

滋賀県北部や西部の奥山にはまだ多くの巨樹が残っていることが、近年知られるようになってきた。1981年に作成された滋賀県現存植生図（小林，1981）を解析した結果，自然植生の面積は当時で

県面積の2.3%に過ぎず，またその自然植生で最大面積を占めたブナ-オオバクロモジ群集（0.86%）は旧町村名で余呉町，今津町，朽木村に大部分が（図1），第二位のブナ-アシウスギ群落（0.36%）は今津町，朽木村，志賀町に大部分（図2）が分布している事がわかった（浜端，



図1. ブナ-オオバクロモジ群集の分布（滋賀県現存植生図（1981）をデジタル化して作図（浜端，1986））。

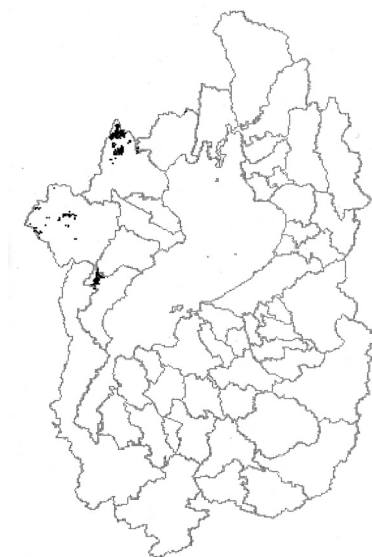


図2. ブナ-アシウスギ群落の分布（滋賀県現存植生図（1981）をデジタル化して作図（浜端，1986））。

1986)。すなわち自然植生の大半が湖北から湖西に分布していることになる。しかし、その実態は現在もお明らかなではない。

高島市朽木の西部地域は県立自然公園に指定されるとともに、その第1種特別地域内の生杉のブナ林などは公有地化もされている。しかしその一方で、これまで残されてきていたトチノキなどの大木が、その存在が十分知られないまま伐採されようとしている。

これらの巨樹を守るためにNPO法人びわ湖トラストは、その現状把握を目的として航空写真撮影を行った。ここでは、その撮影された写真を利用して、残されたトチノキ巨樹の分布把握を目的として判読した結果について報告する。しかし、現地での照合がまだ行えていないので、予報として報告する。また、その正確な分布情報については、諸般の事情により掲載できないことをご了承ください。

方法

航空写真撮影

撮影は2011年6月7日に株式会社サン航空写真社によって行われた。撮影高度は2,712m、基準面は800mであった。撮影日の天候は晴れのち曇りであったが、写真撮影には支障は無かった。3コース、11枚の写真が撮影された。縮尺は1/12,500であった。

読み取り

デジタル化された写真画像をモニターで拡大し、トチノキの判読を行った。その際、現地を踏査した多くの経験をもつ今城克啓氏が知るトチノキの位置と写真に写された個体の位置とを照合しながら、トチノキを識別した。その際、樹冠がこの時

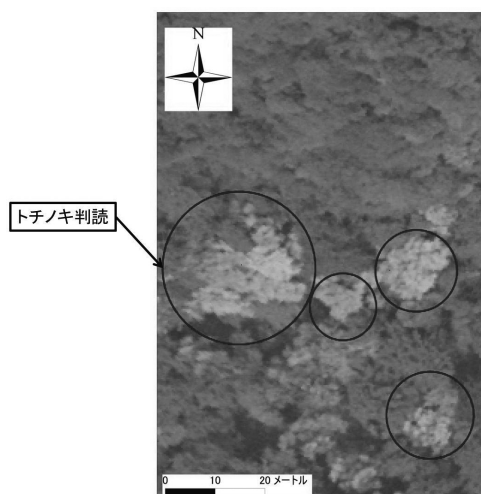


図3. トチノキ巨樹（候補）と判読した樹冠。

期に白っぽく写った個体をトチノキとし、樹冠直径が5～30m程度以上のものを巨樹（候補）とした（図3）。ただし、この地域は標高の起伏が激しく、樹冠に歪みが生じていると考え、樹冠直径に幅を持たせた。航空写真上に、トチノキの巨樹（候補）として識別した個体にマーキングを行い、その航空写真をArcGISを用いて幾何補正を施し、地形図に貼り付けた（図4）。各コースの面積は、航空写真を上位に置いたC-3、C-2は撮影された全範囲を含むが、下位になったC-1は重なり部分を除外している。こうして巨樹（候補）の分布図を作成した（図の掲載はできない）。

結果

巨樹（候補）の本数

撮影された航空写真のコースごとにトチノキの巨樹と考えられる樹木の本数を樹冠直径階ごとに数えた。その結果を表1に示す。識別した総数は440個体にのぼった。また、平均密度は0.05本/haとなった。

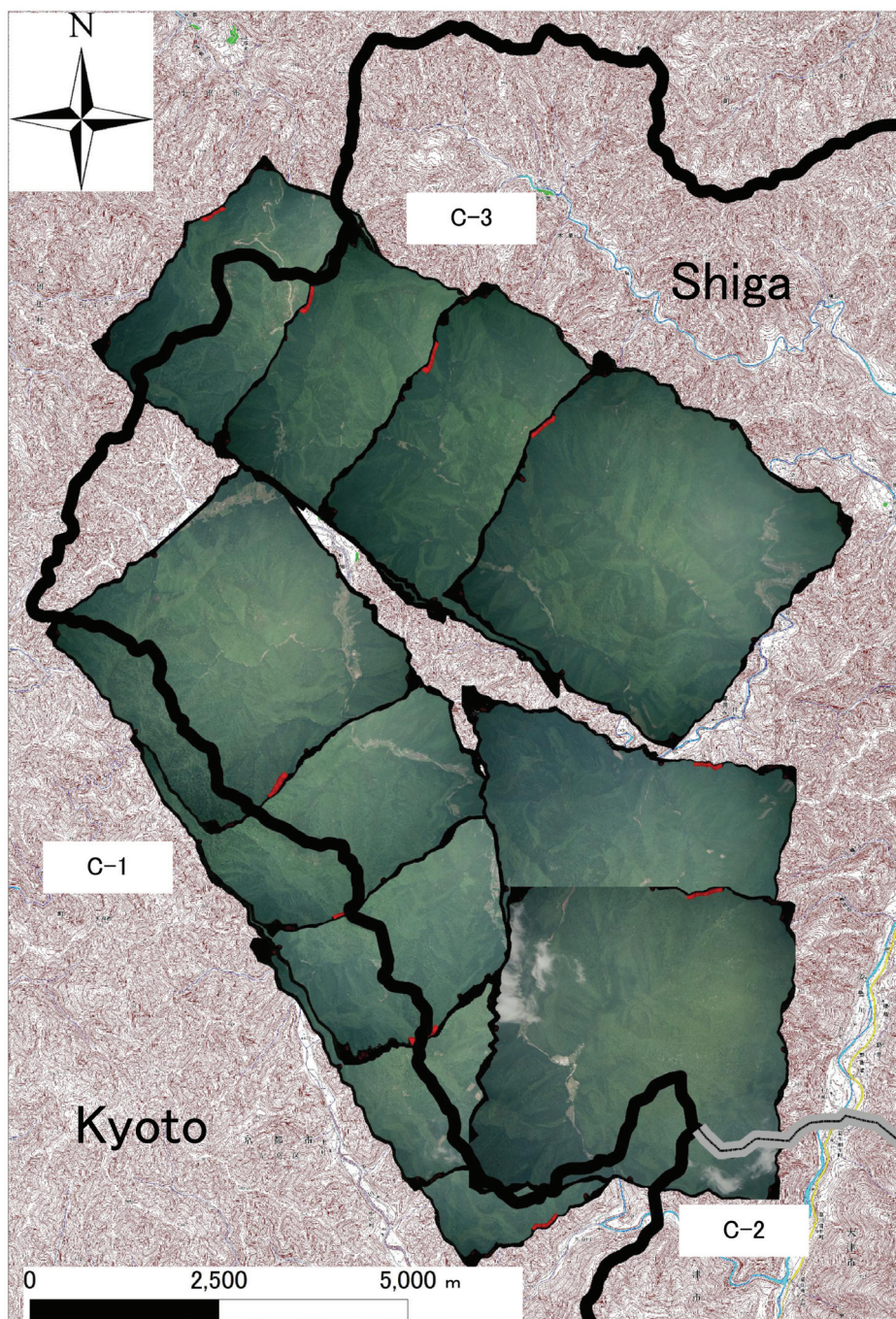


図4. 地形図に貼り付けた航空写真. C-1～C-3の3コースは表1に対応.

表 1. 航空写真判読で得たトチノキの巨木本数

樹冠直径	5-10m	10-15m	15-20m	20-25m	25-30m	30m<	本数	面積(ha)	密度(本/ha)
C-1	44	98	38	17	5	1	203	2983.3	0.07
C-2	21	51	36	13	10	6	137	2309.7	0.06
C-3	27	47	16	13	0	1	104	3460.2	0.03
計	92	196	90	43	15	8	444	8753.2	0.05

おわりに

今回は航空写真判読を行ったのみで、現地踏査が出来ておらず、どの程度の信頼性があるのか明らかではない。昨年に写真が撮られたのと同時期に現地に入り、確度を確認したいと考えている。

引用文献

浜端悦治. 1986. 滋賀県における植生の現況と保護—メッシュデータ化された植生図をもちいて—, 滋賀県琵琶湖研究所所報, 4 : 54-63.
 小林圭介編. 1981. 滋賀県現存植生図. 4 葉. 滋賀県自然保護財団, 大津市.

特 集 琵琶湖水源域朽木トチノキ林の危機と保全

安曇川流域のトチノキ等巨樹の現状と役割

グリーンウォーカークラブ 青 木 繁

The present status of affairs and role, big trees of *Aeculus turbinate* in the basin of Ado-River. Shigeru Aoki (*Green Walker Club*)

はじめに

戦後、産業構造の変化と急激な都市化の進行は、山村地域の生活を大きく変えてしまった。また、近年、高齢化によるさらなる過疎化の進行により、集落のコミュニティの縮小・崩壊が大きな社会問題となっている。

今回、トチノキ問題の中心となった地域は、滋賀県北西部に位置する高島市の中でも、特に奥まった地域で、人口の減少と高齢化が特に大きい。本地域の多くの地区で、昭和30年代の人口との比較で、1/5~1/10近くまで減少している地区がほとんどである。

トチノキ伐採問題は、日本の山村地域が抱える様々な社会的問題が表面化した1つの典型的な現象であるとともに、山村の行く末を暗示するものでもあると言える。

また、トチノキ伐採が、単なる自然破壊の延長としての問題にとどまらず、人々が営々を築いてきた、生活文化そのものの崩壊・消滅にもつながる重大な出来事としてとらえることも必要である。

巨木と水源の郷をまもる会では、びわ湖源流の森である、びわ湖の水源域の森林保全をはかりながら、そこに生育するトチノキ等の巨木が地域に果たしてきた役割と価値を再認識し、自然を活か

した持続可能な地域づくりを目指した活動を行うことを目標としながら、トチノキ等の巨木調査を行った。

トチノキ生育状況調査地

安曇川は、京都市久多を源流とし、大津市葛川をへて、高島市朽木から新旭町、安曇川町へと流れる。この間、北川、針畑川、麻生川の3本の大きな支流が流れ込む。さらに、安曇川本流に対しても、多くの小規模な支流がある。

また、それぞれの支流は多くの枝谷を分かちながら、源頭に至る。今回の調査は、伐採問題の発端となった北川、針畑川を中心に、一部、安曇川本流筋の支流で調査を行った。

確認した巨木について

調査で確認した巨木は304本である。トチノキをはじめ、カツラ、ブナ、イヌブナ、クリなど19種に及ぶ。今回の調査は、谷部のトチノキを中心とした調査であるが、調査地に至るまでの尾根、山腹などで、見つけた巨木についてもあわせて調査を行った。確認したものの、多くはトチノキで237本、ついでカツラが28本見つかった。ブナ、イヌブナ、クリ、ホオノキなどは薪炭材として盛

んに利用されてきたこともあり、境界木として伐りのこされたものなどが見つかった。クリは、かつて朽木藩が6種の木として伐採を禁じたが、戦前戦後の枕木の需要の高まりとともに、殆どが消失してしまった。

トチノキの巨木について

トチノキの多くは、3 m以上4 m以下のものがあるが、6 m以上のものも11本含まれ、さらに、内2本は7 m以上のものであった（図1；表1）。

トチノキは、全国に巨木も多いが、7 mを越えるものはそう多くはない。近畿・東海・北陸も巨

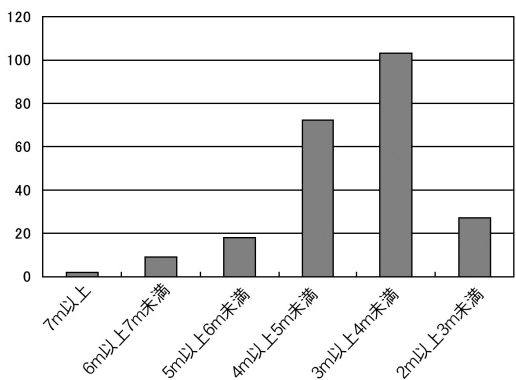


図1. トチノキ巨木本数.

表1. トチノキの巨木.

胸高周囲	本 数
7 m以上	2
6 m以上 7 m未満	9
5 m以上 6 m未満	18
4 m以上5m未満	72
3 m以上 4 m未満	103
2 m以上 3 m未満	27
その他	6
	237

木は多いが、その多くは、国や県の天然記念物に指定されている（表2）。

トチノキ伐採と巨木の存在価値

今回の調査で、多くのトチノキ巨木が確認できたことは、まさに、地域に眠る宝物の発掘であった。さらに、トチノキの巨木が高い密度で生育する、トチノキ巨木林の確認も大きな成果であった。巨木林は谷の源頭部に成立し、トチノキとともにカツラをまじえた溪畔林を形成する。ただ、周辺は、ブナやミズナラの2次林で、炭窯の跡が点在し、樹齢はせいぜい70年～80年といったところである。トチノキの巨木さが際立ち異様な景観が広がる。

これは、かつて、救荒食として山村の生活を支えたトチノキが、貴重な澱粉林として、現在まで守られてきたものであると考えられる。時とともに、山村の生活は大きく変化してきたが、トチノキ林の存在は、かつての山村の生活文化を伝える象徴的な存在であるといえる。

今回のトチノキ伐採は、地域の自然と生活文化に、様々な影響をもたらす。

表2. 朽木トチノキ巨木10選.

	名 称	幹周 (cm)	樹高 (m)
1	能家の大トチ	720	25
2	平良の大トチ	700	32.5
3	雲洞谷の大トチ	692	25
4	大岩島のトチノキ	657	31
5	中の谷のトチノキ	634	30
6	ゆる谷の大トチ	630	18
7	荒谷のトチノキ	630	31
8	地藏谷のトチノキ	621	24
9	ゆる谷のトチノキ	618	23
10	小岩島のトチノキ	604	28

トチノキ巨木の伐採により予想される
さまざまな影響

- 水源の荒廃により、川の水質への影響は勿論、びわ湖の環境への影響が懸念される。
- 溪畔林の崩壊により、森全体の生態系に影響がある。
- 地域の母樹の喪失によりトチノキの再生が阻害される。
- 巨木の伐採は生態系に計り知れない影響がある。
- 昔から培われてきた、トチの実やトチノキ材を使った森林文化の衰退・喪失。
- 地域価値の減少により、新たな産業の創出の機会が失われる。
- 地域住民の山離れがさらに進む。



トチノキ巨樹の伐採をくいとめる必要がある

中でも、伐採とともに失われる地域の生活文化は、地域価値の低下をもたらし、地域の存在さえも否定しかねないものであると言える。

特 集 琵琶湖水源域朽木トチノキ林の危機と保全

トチノキの伐採を止めた関係者の奮闘と行政の役割

滋賀県自然環境保全課 今 城 克 啓

People's effort to stop logging of horse chestnut and the role of local government.
Katsunobu Imaki (Shiga Prefecture Department of Lake Biwa and the Environment Natural Environment Conservation Division)

伐採の始まりから進行

琵琶湖の北西にある高島市旧朽木村では、トチノキの巨木が全域にわたって自生していることが以前から知られていた。それらはほとんどが搬出困難な場所にあったため、大規模な伐採問題が起ることは、行政も地元も専門家も全く想定していなかった。

ところが、平成20年の秋にトチノキの相当な巨木数本が伐採され、ヘリで搬出されたという情報が突然県に入った。この時点では、まさかこの伐採が朽木地域のトチノキ巨木群全体に拡大するとは予想していなかった。

しかしこの時すでに、地元の林業家の栗本慶一氏は危機感を抱き、県の森林税を使った事業を検討する委員会で広葉樹の巨木を保全する事業の提案をされたが、伐採問題はまだ社会化しておらず、提案は採用されなかったという経緯がある。

そして、ついに平成21年度の秋から本格的な伐採が始まり、12月には朽木最大級の規模を誇るトチノキ巨木林「トチモチ谷」が伐採され消失した。この時から、伐採問題について一部の地元の方への聞き取りを始めたが、保全への声は大きくならない状況であった。しかも、伐採業者による伐採届けの未提出などによって、伐採状況の把握は困

難を極めた。情報収集がままならない中、伐採本数はどんどんふくらんでいった。

そのような状況の中で、偶然ある自然保護団体が、間伐のボランティア活動をするために朽木を訪れた。そこで巨木の伐採問題を耳にして、急遽巨木現地調査のボランティア活動に変更し、ようやく現地情報が機動的に集まり始めた。

平成22年7月には、その現地調査活動の中心となった当時大津市議の小松明美氏によるブログの中で、「サケビ谷に聞こえるトチノキの叫び」とのタイトルで、巨木の伐採問題が初めて世の中に出ることになった。

また、この時期になると、複数の地元の住民からも、伐採や買い付けの具体的な情報が寄せられるようになってきた。この結果、巨木の伐採状況や、買い付けの急速な進行状況について、ようやく全体像が浮かび上がり、巨木の伐採本数はすでに50本を超えていること、このまま放置すれば、ここ2～3年で朽木地域のトチノキ巨木の大半が消失することなどが明らかになってきた。

保全活動の盛り上がりと伐採の停止

一番情報が集まる行政の立場にしながら、法的に何もできない中で、朽木の植生に最も精通して

いる青木繁氏に相談し、まずは、みんなに現地で巨木について知ってもらうための観察会を民間レベルで実施することになり、観察会の指導を全面的に引き受けていただくことになった。こうして、ようやく具体的な保全活動の第一歩が始まったが、この直後に状況が一気に改善に向かうとは、この時は全く想定していなかった。

10月9日に開かれた観察会には、生憎、雨天のため参加者は少なかったが、マスコミの方は多数参加し、世間の関心の高さを伺わせた。伐採問題が新聞記事になったのも、この観察会が初めてであった。

観察会終了後、情報が寄せられていた新たな伐採現場を見に行くことになり、そこで根周りの土が掘られ明日にも伐採されそうな状態で、幹周り7.2mのトチノキが発見された。その場で青木繁氏によって、現時点では県内最大のトチノキ（以後能家の大トチと称する）であること、さらに伐採作業中のこの森は西日本でも最大級のトチノキ・カツラの溪畔林であることが確認された（図1）。

「伐採寸前の県内最大のトチノキ発見」という非常事態に直面し、関係者の懸命の努力がいっせいに始まった。発見翌日、青木繁氏と元県議の清水克実氏は、能家の大トチの所有者の親戚である伴正男氏と面談、伐採中止に同意を求めた。伴氏は即座に同意するとともに、伐採業者への直接交渉まで引き受けていただけた。その翌日、伴氏は非常に困難な交渉に成功し、伐採作業中の巨木林について、これ以上伐採しない旨文書で伐採業者に確約させることができた。このようにして、能家の大トチの消失の危機はひとまず回避された。

また、トチノキの研究をしてきた金子有子氏は、全国の専門家に働きかけて、トチノキ巨木保全を求める県への要望書と署名をまとめ上げた。要望書は、10月15日に伴正男氏や河野昭一京大名誉教



図1. 伐採寸前の県内最大のトチノキ発見。

授を始めとする5名から滋賀県知事に直接手渡され、県知事はその場で「保全に向けて県としても努力する」と明言された。

さらに、「伐採寸前の県内最大のトチノキ発見」や「地元住民を中心とした要望団による県知事への巨木保全の要望書提出」はマスコミ各社にも大きく取り上げられ、保全に向けての世論構築に大きな効果をもたらした。

行政ではできなかった保全運動を本格的にスタートするにあたって、地元主体の保全団体を立ち上げることが決定し、青木繁氏が会長となって先頭に立っていただくことになった。

このように保全の気運が盛り上がり、能家の大トチはひとまず保全されたものの、買い付けされて伐採直前のトチノキ巨木が32本もあり、緊急事態であることには何ら変わりはない状況であった。

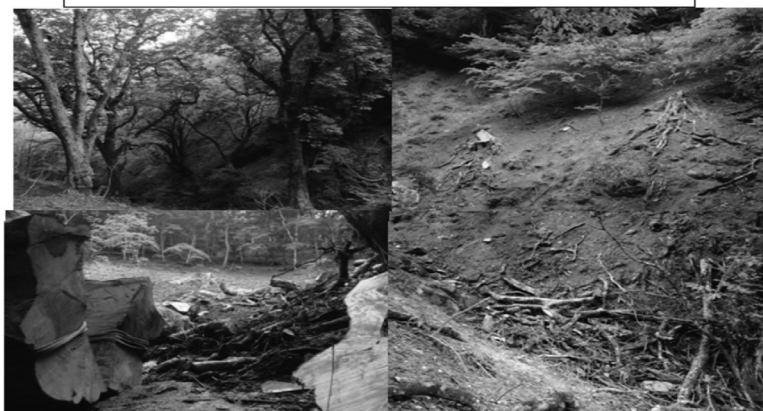
このため間髪を入れず、保全活動の中心メンバーによって集落座談会を開催し、地元にとチノキ巨木の重要性を訴えて、会への参加を働きかけた。岩坪五郎京都大学名誉教授も座談会に駆けつけていただいた。座談会では予想以上に保全につ

全国に誇れる北川源流のトチノキ巨木を残しましょう

雲洞谷地区のトチノキの巨木は全国に誇れる貴重なものです。トチノキの巨木を子
供や孫の世代に引き継ぐために、現在入られている伐採業者には売却しないように、
地域の皆さまのご協力をお願いいたします。

伐採はどんなやり方で行われるの？

- ◆ 大きくて元気なトチノキばかり伐採されます。
- ◆ 伐採された跡は裸地になり、植生は回復しません。
- ◆ 谷は、伐採された幹や枝で埋まり、荒れた状態になります。



※すでに売却された方へ大事なお知らせです。

雲洞谷・能家・針畑の住民の方 12 名を中心に構成される「巨木を育む豊かな森と山里を作る会」
が、行政経験者、専門家、林業関係者を含めて 23 名で立ち上がりました。

**当会の伐採対策チームが、売却解除の集団交渉をします。伐採業者への返金が難しい場合は、伐
採対策チームが、協力団体の資金を活用して返金をさせていただきます。**

このまま伐採が続くと、雲洞谷地区の優良なトチノキ巨木のうち、なんと 70% が消えてしま
います。伐採まで時間がありません。売却解除へのご協力をお願いいたします。

図 2. 集落全戸に配布したチラシ。

いての理解が得られ、会員も集まり、10月31日には「巨木と水源の郷をまもる会」が設立されるに至った。

緊急性のある契約解除については、清水氏は買い付けの対象となった森林所有者の自宅を一軒一軒訪問し、解除に向けて働きかけた。地元会員の協力を得て、トチノキを売却しないように呼びかけるチラシの集落全戸配布も行った（図 2）。

その結果、11月上旬には買い付け対象となった所有者全員から契約解除の意思表示を得ることができた。それを受けて、清水氏は自ら森林所有者の代理人となって、伐採業者に解約解除通告を行っ

た。

これらの活動によって、ついに、トチノキ巨木の買い付けが進められている 2 集落では、これ以上トチノキ巨木を売らないという方針が打ち出されることになった。

伐採業者との係争

契約解除に対して、伐採業者が森林所有者に抗議や異議を申し立てる文書が届いたこと、伐採業者との直接交渉が不調に終わったことからこれ以上の素人交渉では法的対処が困難であると判断、

吉原稔法律事務所の石田達也弁護士にお世話になることになった。翌平成23年2月に長浜簡裁に調停を申し立てたが、伐採業者が法外な賠償金を請求したり、無断で退廷するなど調停は不調に終わり、伐採時期である8月からの伐採再開の危険が高まっていた。

このような状況の中で、吉原稔法律事務所は伐採禁止を求める仮処分申請を大津地裁に申し立て、伐採禁止の仮処分が認められた。

一安心するも束の間、10月には伐採業者が、立木の所有権を争う裁判を起こした。裁判は現在も係争中であり、和解も視野に入れ、あすなる法律事務所の室谷弁護士も応援に駆けつけてくださり、担当の石田達也弁護士には寝食を削って対応していただいている状況である。

行政の動きについて

伐採問題の進行中は、行政が巨木伐採問題に取り組む糸口はなかなか見えなかった。また、トチノキ巨木保全を求める県への要望書の中で、「琵琶湖森林づくり税の有効活用などによって、トチノキの巨木の売却を防ぐための緊急措置を直ちに実行していただくこと」とあったが、巨木の保全に森林税を使うことについては、当然県庁内で様々

な意見が存在した。

しかし、知事が「保全に向けて県として努力する」と意思表示したことによって、行政が巨木保全にかかわることについて、にわかに現実味を帯び、自然環境保全課と森林政策課との協働によって、森林税の活用方法について具体的な検討が進められた。そして、森林税を活用した新規事業「巨樹・巨木の森整備事業」が平成23年3月の県議会でようやく予算成立した。

今回の伐採業者による伐採の進行は止まっているものの、市場価値の上昇によりトチノキ巨木の伐採圧は今までに高く高まっており、伐採問題自体は依然として治まっていない。

このような状況の中で、上記の整備事業は行政が巨木1本ごとに保全協力金を支払い、伐採圧に対抗しようとする画期的な事業内容となっている。この事業により、平成23年度は朽木で49本の巨木保全協定を締結することができた（図3）。平成24年度以降は、朽木だけでなく長浜市など県全域に拡大していく計画となっている。

伐採問題の原因と行政の役割について

伐採の直接の原因は市場の要求であり、地域外からの伐採圧は、今後ますます高まることが予想される。

一方、他地域にはあてはまらないかもしれないが、今回は所有者が積極的に売った例はほとんどない。聞き取りによると、「どうしても売ってくれと頼まれたから」というのが本当の気持ちであることがわかってきた。また、「県が貴重なものだから売ると言ってくれたら売らなかった」という意見が意外に多いことに驚いた。このように、朽木地域では所有者側には売却についての強い意志は存在しないため、地域内部からの伐採圧は高くないと思われる。



図3. 保全協定を締結した巨木の看板。

このため、現在県では前述のとおり「巨樹・巨木の森整備事業」を実施し、地域外からの伐採圧に対抗する施策を講じているが、永続的に保全活用される仕組みはまだできていない。このような仕組みをつくるにあたって行政の役割を果たすためには巨木の価値をどのように位置づけ、どのように保全していくかについて議論を深め、今までにない施策をさらに打ち出していくチャンスであ

ると考えている。

最後に、本巨木保全運動に関しては、法曹関係者、環境保護団体、学者や学生、行政関係者さらには市井の人々を始め、様々なジャンルの人が立場を超えて取り組んだことにその特徴がある。これらの詳細については、一連の係争事案が終結した後、別稿の機会に譲りたい。

特 集 琵琶湖水源域朽木トチノキ林の危機と保全

豊かな水辺林を将来に伝えるために

新潟大学農学部附属フィールド科学教育研究センター佐渡ステーション 崎 尾 均

For the purpose to maintain the valuable riparian forest for the future. Hitoshi Sakio (Sado Station, Field Center for Sustainable Agriculture and Forestry, Faculty of Agriculture, Niigata University)

水辺林をめぐる問題

河川沿いの水辺には周辺の森林とは景観、構造、樹種構成の異なった森林植生が分布している。この森林は総称して水辺林 (Riparian forest) と呼ばれている。マーク・トウェインの代表作である『ハックルベリイ・フィンの冒険』の舞台となっているアメリカのミシシッピ川下流域では現在でも広大な湿地が広がっており、ヌマスギやヌマミズキなどの耐水性の強い樹木が河川周辺の湿地で水辺林を形成している (図1)。一方、アメリカの国立公園が集中するコロラド川の上流域ではCottonwoodと呼ばれるポプラの一種が河畔林

を形成している。これらの残されている自然の水辺林でも様々な問題が生じている。ミシシッピ川下流のニューオーリンズのデルタ地帯では早くからヌマスギなどの伐採が進み、道路建設によって湿地が分断化されてきた。そのために洪水などの河川の攪乱体制が変化し、在来樹種の更新が妨げられている。その一方で、ナンキンハゼやセンダンなどの外来樹種が分布を拡大している。2005年にニューオーリンズを襲ったハリケーン「カトリナ」は多くの湿地林に影響を与えたが、その後更新してきた樹種の多くは、ナンキンハゼやセンダンなどの外来樹種であった (図2)。これらの樹種は以前からオーナメントツリーとして導入され



図1. ニューオーリンズ周辺の湿地林。



図2. ハリケーンの後に一斉に侵入した外来樹種。

ていたものが自然の中に逃げ出し分散、拡大したものである。

コロラド川流域でも同様である。ニューディール政策の景気対策によって1936年に建設された「フーバーダム」などの巨大な河川構造物は河川の攪乱体制を一変させてしまった(図3)。「フーバーダム」は砂漠の大都市、ラスベガスの電力源や水瓶となっているが、ダム建設による水の貯留によって河川動態が変化した。それに伴い、本来はポプラやヤナギの優占する河畔林が中国の乾燥地を原産とするタマリスクなどの外来樹種によって覆われてしまっている(図4)。ザイオン国立公園内の河畔林(図5)の砂礫地でも、大量に発

芽したタマリスクの実生が観察された(図6)。

一方、日本の現状はというと、もっと悲惨である。下流域に水辺林の残されている河川というと北海道に一部見られるだけで、本州の大河川の下流域は都市化が進み、水辺林はおろか、水辺そのものが失われている(図7)。中流域も農地、ゴルフ場、運動公園と河畔が利用され尽くしている。日本の国土の多くを占める山地においては戦後の拡大造林によってスギなどの人工林化が進み、天然の溪畔林の多くが失われている(図8)。その上、多目的ダムや砂防・治山ダムの建設ラッシュで本来の河川の姿は失われている(図9)。

これらのように水辺林をめぐるっては大きな三つ



図3. フーバーダム。



図4. タマリスクによって覆われた河畔林。

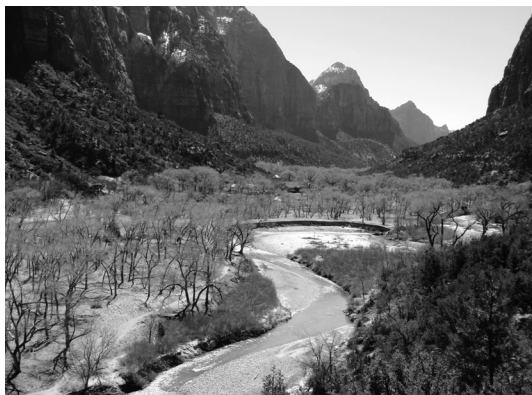


図5. ザイオン国立公園内のポプラを優占種とする河畔林。



図6. タマリスクの実生。

の問題が存在している。第一に開発による水辺林の減少である。まずは、水辺林の樹木そのものの利用を目的とした伐採である。水辺林の構成樹種を見てみると、ヤチダモ、ヤナギ類、トチノキ、カツラ、シオジ、ハルニレ、カエデ類など材としての価値の高い樹木が多く見られる。また、昔は河川を通じて樹木を下流に搬出したために、水辺の森林はいち早く伐採された。渓流域でも鉄砲堰をつくって材木を下流に押し流した。それから、高度な水際までの土地利用があげられる。下流域では堤防際まで開発が及びビルや住宅が建設されている。中流域の河川敷にはゴルフ場、運動公園、農地が広がり、河畔林は失われ河川の流路はほぼ固定されている。上流域では溪流に沿って水辺林



図7. 新潟市・信濃川河口付近.



図8. 岐阜県・水際まで植林されたスギ人工林.

が伐採され林道や作業道が建設されている。第二に人為的な河川管理によって河川の攪乱体制が変化したり、河川の動態そのものが失われていることである。例えば、戦後河川の上流域に巨大な多目的ダムが建設された。ダムによって多量の水が貯留されるために、ダムの下流ではかつてより、水量が減り土砂の移動や洪水が減少した。そのために流路が固定され、それ以外の河川敷の比高が高くなり、森林化が進行している。その結果、本来、河原をハビタットとしていた植物が激減している。第三に外来樹種の導入によって本来分布すべき在来樹種が減少している。日本では上流域に緑化樹種として導入されたニセアカシアが下流域にまで分布を広げ河川管理上も大きな問題になっている。また、草本植物ではシナダレスズメガヤなどがあげられる。これらの三つの問題のうち一と三は、新生物多様性国家戦略の三つの危機に該当している。

水辺林の機能

以上述べてきた水辺林は大きく分けて二つの機能を持っている。その一つは生態学的機能で河川環境の保持に重要な役割を持っている（図10）。溪流の水温は、河川生物に影響を与え、特にイワ



図9. 埼玉県秩父市・浦山ダム.

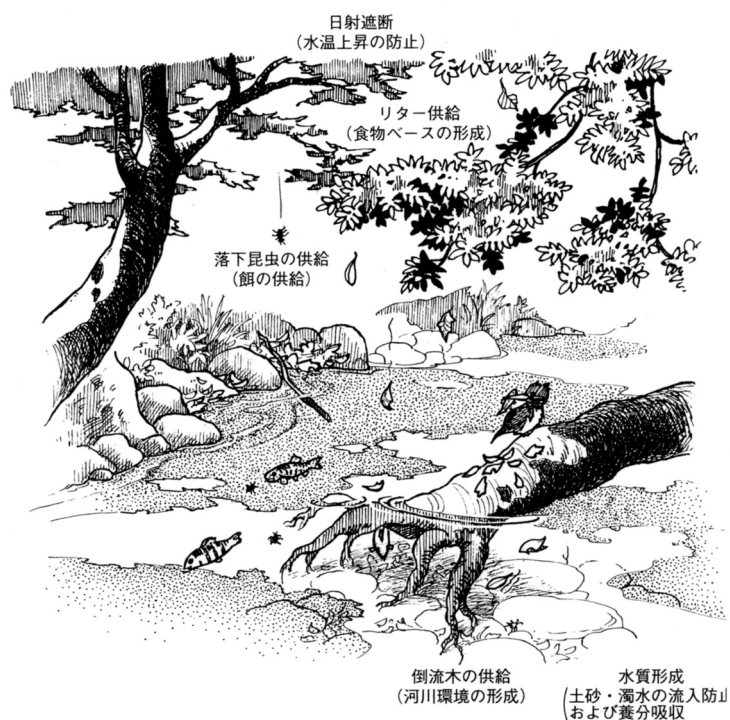


図10. 水辺林の生態学的機能（崎尾・山本，2002）.

ナなどのサケ科魚類の分布を制限している。水辺林では、樹木の樹冠が溪流をおおい直射光を遮っている。気温の上昇する夏期には、樹冠による日射遮断効果が大きい。また、秋に水辺林から河川に大量に落下する落葉・落枝は淵に堆積し、水生昆虫の餌や巣材となって分解される。大型の倒流木は魚類の隠れ場所になったり、それによって形成された淵は魚類の重要な隠れ場所になる。水辺はその環境の複雑さによって高い生物的多様性を持つことが知られている。そのことから、多くの希少植物や絶滅危惧種の生息場所となっている。河川・溪畔域に分布している樹木は、土壌の水分条件に適応した根系を発達させ、様々な養分を吸収している。氾濫原の農地利用にともなう水質汚染が河畔林帯を流れることにより除去されるなどフィルターとしての役割を果たしている。

これらの生態学的機能の他に、水辺林は災害防止や水産資源、レクリエーションの場の提供など、私たちの生活に多くの役割を果たしている。水辺林の構成樹種の中には、様々な産業の資源として重要な樹木が含まれている。水辺林を構成する樹木には材木として昔から利用されている樹種は多い。トチノキの材は、家具や食器として利用されるだけでなく、花は養蜂業の蜜源として利用され、その果実はトチ餅の原料として重要である。カツラは家具や鎌倉彫として利用されるほかに、公園や街路樹として欧米でも人気のある樹木である。カエデ類の材は家具や楽器として、樹木は秋の紅葉を楽しむために広く植栽されている。キハダやメグスリノキは薬木として珍重されている。また、外来樹種として取り扱いが問題になっているニセアカシアもその花は日本において最も重要な蜜源

である。また、景観形成でも水辺林は重要な役割を果たしている。溪畔林の多くは落葉広葉樹で構成されている。スギ・ヒノキの常緑針葉樹林と異なっており、これらの森林では、その四季の変化が明瞭である。春には樹木の芽吹きとともに開花が始まり、新緑の季節へと変化する。夏は、樹冠がうっぺいされ涼しい木陰を提供する。秋に下層木から上層木まで様々な色に紅葉し、私たちの目を楽しませてくれる。観光地のポスターや絵葉書の多くは水辺の風景を扱っており、水辺林が主役となっている。また、水辺は、多くのレクリエーションの場を提供している。フィッシングだけでなく、カヌー・ボート・沢登りなどのスポーツ、キャンプ・ピクニック・水遊び、野生動物観察など多岐にわたって利用されている。溪流の水そのものは、ミネラルウォーターの資源として全国で利用されている。

水辺林の構造と動態

このように多くの機能を発揮して我々に恩恵を与えてくれる水辺林はどのような構造をもって、どのように更新しているのでしょうか。水辺林の研究に関しては近年多くの研究が北海道から九州まで行われており、新しい知見が積み上げられつつある (Sakio & Tamura eds 2008)。ここでは、私が長年研究を行っているシオジを優占種とする山地上流域の水辺林である溪畔林の構造と動態について解説する。関東以西の太平洋側の冷温帯の溪流沿いには、シオジを優占種としサワグルミ・カツラ等を混交する溪畔林が見られる (図11)。この大山沢溪畔林試験地には環境省のモニタリングサイト1,000のコアサイトも含まれており、林冠木は樹高30m、胸高直径1mを越え、亜高木層はイタヤカエデ・オオイタヤメイゲツ、低木層はチドリノキ・アサノハカエデを優占種として構成

されている。

この溪畔林の優占種であるシオジ・サワグルミ・カツラの林冠木の共存や更新機構について溪流周辺の地形変動と樹木の生活史の視点から調査を行った。シオジは秩父地域の溪畔林を代表する優占種であり、大山沢では林冠木の60%を占めている。シオジは山腹崩壊などの大規模な攪乱の跡地に侵入するだけでなく、小さなギャップが形成された場合でも、林床の前生稚樹が成長し林冠木に成長することができる (図12)。また、シオジは他樹種と比較して滞水環境にも強く、水際での発芽や更新にも適応している。当年生の稚樹は20日間水の中に浸かっても生存することができるが、サワグルミやカツラはそれほど耐水性はない。

調査地内には約100年前に発生した大規模な攪乱跡地に成立した直径50mほどのサワグルミの大きなパッチが数カ所見られる。サワグルミの更新は大規模な土石流や崩壊跡地で生じている。崩壊地にはサワグルミだけでなくシオジやカツラなどの種子も散布され実生ができるが、大きなギャップの下での強光条件下ではサワグルミの成長がたいへん速く、他の樹種を押さえて林冠木になる。

カツラは主幹の周りに多くの萌芽幹を発生させる。一旦、主幹が枯死すると周りの萌芽が成長し主幹となる。そのため、高樹齢のカツラではドー



図11. 埼玉県秩父市。大山沢溪畔林の林相。

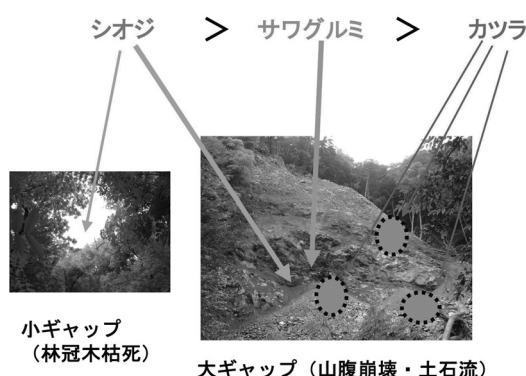


図12. 林冠木3樹種の共存機構。

ナツ型の株に発達する（図13）。その結果、樹齢は数百年から千年を超えると考えられる。全国の多くの溪流でカツラは大径木や大株はみられるが、小径木や稚樹があまり見られないことから、まれに生じる土石流や山腹崩壊などの大規模攪乱サイトの中の限られた立地に侵入して更新すると考えられているが、その実態はまだ明らかにされていない。

このように3樹種の更新や共存にとって渓流域の多様な自然攪乱が重要な役割を果たしている（図12）。渓流域では溪流の攪乱が作り出す様々な立地と多様な環境がモザイク状に分布している。渓流域では毎年の梅雨や台風によって小規模な土砂の移動が、数年に一度の大型の台風によって大規模な土砂の移動が、数十年から数百年規模で大規模な土石流や山腹崩壊が生じている。これらの攪乱によって流路変動やテラスの形成、またギャップも形成されている。これらの攪乱によって生じた複雑な地形は、光・土壌・水分環境の異なるモザイク状の立地を形成しそこに適した樹種の侵入サイトとなっている。また、予測のできない大規模な攪乱はパイオニア的な性質を持った樹種の侵入や更新を保証し、それらの樹種が渓流域で個体群を維持していく上で重要な役割を果たしている。



図13. ドーナツ状のカツラの大株。

水辺林をめぐる新たな問題

水辺林に関する問題については、本文の最初に開発や外来種の導入などについて述べてきた。しかし、近年になって大きな問題が全国的に起こっている。ニホンジカなどの大型の草食動物による食害である。これまでもノウサギやカモシカによって植林地で被害が発生してきたが、ニホンジカによる被害は天然林の更新にまで大きな影響を与えることが予想されている。大山沢溪畔林試験地は、以前はシダ植物をはじめ林床植生が非常に豊富な森林であった（図14）。また、沢の横の砂礫地にはシオジやサワグルミなどの実生や稚樹が高密度で分布しており、ギャップにおける更新も進んでいた。しかし、2000年以降のシカ個体群の増加によって林床植生はことごとくなくなり、これらの樹木の稚樹も見られなくなってしまった（図15）。シカの影響は樹木そのもののまでに広がり、オヒョウやウラジロモミは幹を剥がれ立ち枯れし、チドリノキやアサノハカエデなどの萌芽性のカエデ類は萌芽を食べられるために幹の更新ができずに個体数を減少させている。このような状態で、現存する森林を維持するためには、母樹となる個体の保全が特に重要である。滋賀県の高島市（旧朽木村）で行なわれたようなトチノキの巨木の伐



図14. 1988年（シダ類も豊富な林床）.

採が続いて母樹が伐採されてしまうようなことがあれば、その地域の個体群は絶滅してしまう可能性がある。

溪畔林の再生・修復

天然の溪畔林の持つ機能は、溪流や河川環境を保全していく上で大きな役割を果たしている。最近、河川環境に配慮した自然工法と称して多くの水辺再生事業が行われているが、これらの中には全く適地適木を無視した箱庭的な植栽事業も見られる。本研究では上に述べた研究成果など利用して溪畔林の再生・修復を検討している。

治山ダムが施工されている上流側堆積地においてシオジ・オニグルミ・トチノキなどの溪畔林樹種を植栽し成長を比較した。その結果、水際の低い堆積地では台風の際の洪水によって植栽木が流失してしまうのに対し、洪水でも大きな影響を受けにくい高位堆積地では流失することなく、順調な成長を示した。また、溪流と林道間の乾燥した盛土斜面では植栽したトチノキ・シオジ・カツラ・サワグルミ・ミズナラのうち、溪畔林樹種で最も水際に分布するトチノキは大部分が枯死し、シオジも成長が非常に遅かった。一方、大規模攪乱地に出現するサワグルミは最も早い成長を示し



図15. 2003年（林床植生はほとんど見られない）.

た。しかし、これらの植栽木もかなりの頻度でニホンジカの影響を受けている。

溪畔域に位置するスギ人工林において、間伐および林床のリター除去を行い、間伐率や処理方法の違いと植物の定着との関係を調査した。リターの有無にかかわらず各処理区で発芽した種数は伐採を行った処理区で多い傾向があったことから、伐採によって林床の光環境を改善すれば、種数の増大が見込めると考えられる。リターの有無の比較では、リターを除去したほうが発生個体数、出現種数ともに多かった。これらの結果から、間伐や林床処理を行うことによって多くの種が侵入し、溪畔林構成種も発生することが確認された。しかし、最終的に残存している樹種は大部分がニホンジカが食べないオオバアサガラであり、本来の溪畔林構成種は残っていない。また、この間伐木の下に植栽したトチノキ、シオジやカエデ類はすべて食害によって枯死してしまった。

おわりに

水辺林の基礎的な研究やそれに基づいた再生・修復の試みから、水辺林は溪流の攪乱によって維持更新していることが明らかになってきた。また、上流域の溪畔林だけではなく中流域や下流域の河

畔林に関しても最近の研究から同様のことが指摘されている。水辺林の再生・修復が完了した後も、長期にわたって自己持続的な水辺林の成立と存続が保障されるためには、さらに、長期的、かつ、大規模な水域（河川・湖沼・湿地）と深く結びついた水辺域生態系の再生が必要である。そのためには現在、多くのダムで断絶されている河川の上流と下流の連続性やコンクリート構造物で人工水路となっている陸域と水域の相互作用が回復されなければならない。また、近年問題となっているニホンジカとの共存も大きな課題である。

いったん、失われた生態系を再生・復元することは並大抵のことではない。最も重要なことは、現在残されている天然の水辺林を保全し、それらを再生・修復のモデルとした事業を展開することである。

参考文献

Sakio, T & T. Tamura (eds). 2008. Ecology of riparian forests in Japan: Disturbance, life

history and regeneration. 339pp. Springer, Tokyo.

溪畔林研究会（編）. 2001. 水辺林管理の手引ー基礎と指針と提言ー. 214pp. 日本林業調査会, 東京.

——（編）. 1997. 水辺林の保全と再生に向けてー米国有林の管理指針と日本の取り組み. 218 pp. 日本林業調査会, 東京.

日本樹木誌編集委員会（編）. 2009. 日本樹木誌. 762pp. 日本林業調査会, 東京.

太田猛彦・高橋剛一郎（編著）. 1999. 溪流生態砂防学. 256pp. 東京大学出版会, 東京.

崎尾 均（共著）. 2000－2001. 山溪ハンディ図鑑 3, 4, 5 樹に咲く花. 離弁花・合弁花・単子葉・裸子植物. 720pp（3）, 720pp（4）, 720pp（5）. 山と溪谷社, 東京.

——・山本福壽（編著）. 2002. 水辺林の生態学. 209pp. 東京大学出版会, 東京.

——（編）. 2009. ニセアカシアの生態学. 336 pp. 文一総合出版, 東京.

平成23年度四手井綱英記念賞 選考理由

授賞対象論文

平松和也・内藤 馨，2009，淀川城北ワンド群の魚類群集の変遷．関西自然保護機構会誌，31（1）：57－70．

選考理由

淀川城北ワンド群は，数多くの淡水魚，なかでもイタセンパラを始めとする多くの絶滅危惧種の生息が確認されており，淀川水系あるいは国内で最も貴重かつ特異な淡水魚の生息場所の1つである。本論文は，この淀川城北ワンド群の魚類群集の変遷について，水生生物センターが1970年初頭から淀川全域において10年毎に実施してきた4回の魚類調査結果のうち，本ワンド群のデータを分析したものである。

著者らは，過去4回の調査でのべ36分類群が確認されたのに対して，2004年にはオオクチバス，ブルーギルなどの外来魚の数が急増し，それに呼応するようにイタセンパラ，タモロコ属，ハスなどが激減したことを明らかにしている。この調査結果は，外来種の急激な増加と一部在来種の激減が短期間のうちに生じることを明白に示すものである。

1990年以降の本ワンド群における魚類群集の激変をもたらしている要因について，論文では大きく2つの点をあげている。1つは，淀川大堰の1983年からの運用にともなうワンドと本流との接続頻度の減少，ワンド底泥堆積の増加という水質や底質の環境変化であり，もう1つはオオクチバス，ブルーギルに代表される外来魚の増加がもたらす生態的影響である。

この二大要因について，著者らは対策が何ら講じられない場合，これら外来魚の影響がさらに増加することを指摘し，また淀川大堰運用以前のような水利での攪乱効果の再現が急務であることを提言している。過去40年間にわたる魚類群集の変遷を把握したこのような研究は希有であり，本論文の価値は極めて高く貴重なものといえる。さらに本論文が明らかにした過去の城北ワンド群での魚類群集の変遷は，今後の本ワンド群の保全を進める上でも貴重な資料となり得る。

以上のことから，本誌第31巻1号に掲載された論文「淀川城北ワンド群の魚類群集の変遷」を高く評価し，平成23年度四手井綱英記念賞を授与する。

関西自然保護機構編集委員会
四手井賞選考委員会

四手井綱英記念賞に関する内規

関西自然保護機構運営委員会

関西自然保護機構は設立目的の完遂と更なる発展を期し下記の賞を定める。

記

1. 名 称

四手井綱英記念賞（略称、四手井賞）とする。

2. 対 象

地域自然史と保全へ秀逸な論文等の著作物を寄稿しそれが会誌に掲載された個人、グループ、および共同執筆者とする。

3. 選 考

運営委員会のもとに賞選考委員会を設ける。受賞者は選考委員会の推薦に基づき運営委員会が決定する。

4. 顕 彰

- 1) 記念賞の受賞者には賞状を贈呈する。
- 2) 別に副賞の基金を定めてこれを運用し副賞の基金運用期間内で副賞 5 万円を贈呈する。

5. 副賞の基金

関西自然保護機構名誉会員四手井綱英先生が第 3 回松下幸之助花の万博記念賞受賞の際に関西自然保護機構に譲金された80万円を運用して基金とする。

6. 副賞の基金運用および顕彰の期間

副賞の基金残額が零円となるまでの期間を副賞運用期間とし副賞の基金残額が零円となった時点で副賞の顕彰を取り止める。

平成16年 4 月15日制定

平成20年 3 月20日改訂

「地域自然史と保全」投稿規定

- 1 **刊行の趣旨** 関西自然保護機構は、「関西地方を中心とする自然の保護と自然環境の保全の方策を調査し、研究し、必要な提言、助言を行う」（本会会則第2条）ことを目的としており、会誌として「地域自然史と保全」（以下会誌という）を年2回刊行し、自然保護と保全に関する研究成果や基礎資料・情報を発信して、持続的な生存基盤としての良好な自然環境の保護と保全に貢献することを目指します。
- 2 **報文の類別** 自然保護および保全に資する原著論文、短報、総説、資料、報告、意見、書評（以下報文という）及び会記を会誌に掲載します。
 - （1）原著論文は内容が独創的で、学術論文として価値ある結論を含むもの。
 - （2）短報は内容が独創的で、学術論文として価値ある結論を含むが、まだ断片的あるいは萌芽的研究であり、速報性を重視し、刷り上がりがおおむね4ページ以内のもの。
 - （3）総説は自然保護および保全に関する各分野の研究成果を示しながら解説し、問題点と展望などを総括したもの。
 - （4）資料はデータそのものに公表の価値があると判断できるもの、あるいは有益な学術情報に関する報告で、いずれも 解析や考察を伴わないもの。
 - （5）報告は自然保護活動、研究活動あるいは各種会合の報告など、記録として残す価値のあるもの。
- 3 **投稿資格** 投稿者の少なくとも一人は会員とします。ただし編集委員長の依頼原稿はこの限りではありません。
- 4 **投稿の方法** 報文原稿は、以下の2つの方法のいずれかで投稿してください。いずれの場合にも、原稿には所定の「投稿原稿送付状」を添付してください。
 - （1）本文をワードファイル（または一太郎ファイル）に、表および図の全てを1つのpdfファイルにまとめて、電子メールに添付して送付する。
 - （2）本文、表、図の全てを2部（うち1部は複写物で可）印刷し、電子ファイルをCDなどの電子媒体に記録して郵送する。
- 5 **原稿の送付** 原稿送付や会誌に関する問い合わせは、別に定める編集事務局とします。
- 6 **原稿の受付** 別に定める執筆要領にしたがって書かれた報文原稿を受け付けます。編集事務局に届いた日をもって受付日とします。
- 7 **審 査** 受け付けられた原著論文、短報、総説、および資料の原稿は編集委員を含む複数の査読者によって審査されます。原稿の内容について編集委員長は、査読の結果に基づいて著者に修正を求めることができます。編集委員長が掲載不適当と判断した報文原稿については判断の理由を明記して著者に返送します。原著論文、短報、総説、および資料以外の報文でも、編集委員長が必要と認めた場合には審査に付することがあります。
- 8 **受 理** 審査に付された報文は審査結果を基に、編集委員長が掲載可と認めた日付をもって報文の受理日とします。審査に付されなかった報文は報文受付日を受理日とします。受理された報文原稿については、本文図表など全てを印刷したもの2部（うち1部は複写物で可）とともに、指定した書式の電子ファイルをCDなどの電子媒体に記録して編集事務局に送付してください。

- 9 校 正 著者校正は原則として初校に限り行い、誤植の訂正にとどめてください。
- 10 印刷費等の著者負担 報文印刷は16頁までを無料とし、超過分は原則として著者負担とします。別刷りは50部までを無料とし、それを越えた分は著者負担とします。これらの費用負担額については執筆要領に定めます。図及び写真のカラー印刷および英文校閲は、実費とします。
- 11 著作権の帰属 会誌に掲載される著作物の著作権（著作権法第21条から第28条までに規定するすべての権利を含む）は原則として、本機構に帰属します。
- 12 著作権利用の許諾 本機構に帰属する著作権を利用する場合は、本機構の許諾を必要とします。掲載論文中の図表等を自著の出版物に掲載する場合にも、本機構の許諾が必要です。ただし、会誌報文の著者は、著作者個人あるいは著作者所属組織などのウェブサイトなどにおいて、自らの著作物を本学会刊行物である旨の出典を明記して自由に掲載できるものとします。また、本機構は学術目的のために、著作権の一部を第三者に行使させる権利を有します。これら、著作権の利用・行使にともない、本機構に対価の支払があった場合には、本機構会計に繰り入れるものとします。
- 13 規定の改訂 この規定の改訂は編集委員会の議を経て、運営委員会の承認を得て行うものとします。

(2012年4月11日改訂)

「地域自然史と保全」執筆要領

- 1 報文原稿は和文または英文としてください。
- 2 和文原稿は1) 和文標題, 2) 和文著者名, 3) 和文所属（無くても良い）, 4) 英文標題, 5) 英文著者名, 6) 英文所属（無くても良い）, 7) 英文要旨（200語程度）, 8) 和文要旨（800字以内）, 9) キーワード（5語以内で、日本語と英語の両方を記す）, 10) 本文, 11) 引用文献, 12) 図版の説明, 13) 表, 14) 図の順に記述してください。付表等がある場合は末尾に加えて下さい。謝辞は原則として本文中の序文にあたる項目の最後に記してください。総説、資料、報告、意見、書評については、英文要旨およびキーワードは省略して構いません。
- 3 英文原稿は1) 英文標題, 2) 英文著者名, 3) 英文所属（無くても良い）, 4) 和文標題, 5) 和文著者名, 6) 和文所属（無くても良い）, 7) 英文要旨, 8) 英文キーワード（アルファベット順に5語以内）, 9) 英文本文, 10) 英文引用文献, 11) 和文要約（1400字以内。執筆者が外国人の場合は無くても良い）の順に記述してください。謝辞は原則として本文中の序文にあたる項目の最後に記してください。総説、資料、報告、意見、書評については、英文要旨およびキーワードは省略して構いません。
- 4 和文原稿はA4版用紙に12ポイントの活字を用いて30文字×30行で作成してください。
- 5 英文原稿はA4版用紙に12ポイントの活字を用いてダブルスペースでタイプし、約60文字25行で作成してください。
- 6 用語の表記については文部科学省学術用語集等に準じてください。和文原稿で生物の和名はカタカナ、学名はイタリック体で表記してください。和文原稿での岩石・鉱物名については漢字名称のある場合はそれを用いてください。

- 7 度量衡の単位はmks単位ではなく、SI単位系の表記を原則としてください。
- 8 引用文献は原則として本文中に引用されたものに限り、かつ引用されたものすべてを記してください。文献の配列の順序は原則として著者名のアルファベット順とします。また著者が同一のものについては発表の年代順とし、同一著者の同一年のものについては年号のあとにアルファベットを付して2006a, 2006bのように区別してください。各種文献の記載方法については、以下の例に従ってください。

有田八郎. 1981. 野鳥とスズメの個体数比率による自然度の判定. 関西自然保護機構会報, 6 : 1-6.

Hubbell, S. P. & R. B. Foster. 1983. Diversity of canopy trees in a neotropical forest and implications for conservation. In: Tropical rain forest: ecology and management. (eds. Sutton, S. L., T. C. Whitmore, & A. C. Chadwick), pp. 25-41. Blackwell, Oxford.

北村四郎・村田源. 1979. スダジイ. 「原色日本植物図鑑木本編II」(北村四郎・村田源著), pp. 278-279. 保育社, 大阪. (注1 図鑑の中のスダジイの項目のみの引用例).

——・——. 1979. 原色日本植物図鑑木本編II. 545pp. 保育社, 大阪. (注2 図鑑全体の引用例).

Lack, D. 1968. Ecological adaptation for breeding in birds. 409pp. Methuen, London.

May, R. M. (ed.). 1976. Theoretical ecology: principles and applications. 317pp. Blackwell, Oxford.

マックスウェル, K. E. 1974 (小泉明ほか監訳, 1974). 生命の環境・下. 604pp. 講談社, 東京.

前田保夫. 1980. 臨海平野の表層部に残る縄文海進の記録. 月間地球, 2 (1) : 1-6.

三浦慎悟. 1980. 奈良公園における日本ジカの社会構造. オスの社会組織. 「昭和54年天然記念物「奈良のシカ」調査報告」((財)春日顕彰会編), pp. 1-11. (財)春日顕彰会, 奈良.

中村登流. 1973. 鳥獣の世界から. 「自然保護を考える」(信州大学教養部自然保護講座編), pp. 95-113. 共立出版, 東京.

Tanaka, A., Y. Yamamura & T. Nakano. 2008. Effects of forest-floor avalanche disturbance on the structure and dynamics of a subalpine forest near the forest limit on Mt. Fuji. Ecological Research, 23 : 71-81.
- 9 インターネット上の資料の安易な引用は極力控えてください。ウェブサイト上の情報を引用する場合には、サイトの信頼性に十分留意し、本文中に管理者(発行者)、アドレス、参照年月を明記してください。引用文献のリストには記載せず、記述は下記の例および最新号の形式に準じてください。

例) 気象庁アメダス(URL : http://www.jma.go.jp/jp/amedas_h/ 2003.9参照)に掲載されている2008年の降水量データから算出した。
- 10 表は1つずつ別紙に書き、1表の大きさは原則として1ページに印刷できる限度以下とします。表の説明はその上部にまず「表1」と書き、ついで表題をあげたのち、本文をよまなくても理解出来る程度に説明を加えてください。なお本文中にその表を置きたいおよその位置の原稿右欄外に「表1」のように朱書きしてください。
- 11 図(写真を含む)はできるだけ少数にとどめ1つずつ別紙としてください。図はそのまま製

版できる状態としてください。図は印刷されるときの大サイズの1.5倍ないし2倍大（長さで）としてください。薄手の用紙に書いた場合は白色の厚手台紙に貼ってください。また上端欄外に図の番号と著者名を朱書きしてください。図の説明は別紙にまとめて書き、その紙に本文に続く通しのページ数を打ってください。各図の説明は、まず「図1」のように書き、ついで表題をあげたのちに、本文を読まなくても理解できる程度に説明を加えてください。なお本文中にその図を置きたいおよその位置の原稿右欄外に「図1」のように朱書きしてください。

- 12 投稿の際には投稿原稿送付状（会誌各巻1号あるいは本会ウェブページに掲載）を添付してください。
- 13 原図の送付は、査読終了後の最終原稿送付時とします。
- 14 無料分の別刷り50部を除く、有料分の必要別刷り数を50部単位で注文表に記載してください。
- 15 刷り上がり16ページを超過した場合、1ページあたり5,000円、原則として著者負担とします。別刷りは50部までを無料、それを超えた分は1部100円で、著者負担とします（増加分は10部単位で申し込んでください）。なおPDFファイル（CD-R版または電子メール）を希望する場合、1ファイル2000円とします。
- 16 著者校正で本文や図表を変更することは原則として認めません。
- 17 この要領は会誌の各巻の1号に掲載し、2009年5月20日以降に投稿された原稿から適用します。要領の改訂は、編集委員会の議を経て行います。
- 18 会誌編集事務局を下記におきます。

（2011年4月21日改訂）

会誌編集事務局

〒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）

電話 072-875-3001

FAX 072-871-1259

E-mail maesako@due.osaka-sandai.ac.jp

* 原稿受付番号 _____

(* 印は編集事務局が記載しますので、それ以外の部分をご記入ください。)

「地域自然史と保全」投稿原稿送付状

和文著者名・所属名 _____

和文表題 _____

英文著者名・所属名 _____

英文表題 _____

原稿種別 (原著・短報・総説・資料・報告・意見・そのほか) ※いずれかを○で囲む

原稿枚数 本文 _____ 枚, 表 _____ 枚, 図 _____ 枚

発送年月日 _____ 年 _____ 月 _____ 日

原稿返却 (希望する・希望しない) ※希望する場合には、切手を貼った返信用封筒を添えてください。

別刷希望部数 _____ 部

連絡先

住所〒 _____

氏名 _____

電話/FAX _____

E-mail _____

備 考

※原稿送付にあたってのお願い。原稿は投稿規定にしたがって作成されたかどうか、また図表番号に間違いがないかなどをもう一度確認してください。送付状を添付のうえ、原稿を送付してください。

* 受理日 _____

<編集後記>

会誌名改称と今後の方向性

本誌を手にとって、会誌名の改称に驚かれた会員も少なからずおられたかもしれません。しかしおおかたの会員が「本会らしいネーミング」と「時流をとらえた改称」に賛同いただきながら、本誌を手にかけていただいていることと思います。表紙デザインも1993年6月発刊第15巻1号（通算25号）から19年ぶりにリニューアルしました。ちなみに当時は、まだ関西自然保護機構「会報」となっていますが、初夏らしいオオヨシキリの表紙に新しい会誌のスタートを感じます。

さて会誌名改称については、現運営委員会体制以前にも議論した経緯があります。そのときには総会にいたる前に現状維持が決まり、改称は実現しませんでした。このたびの改称にあたっては、約1年にわたって編集委員会で意見交換・原案作成後、運営委員会で議論を重ねました。また当然のことながら、この間、会員のみなさまに意見を募り、2012年3月の総会で承認いただきました。これにともない、投稿規定が改訂されましたので、ご確認ください。

時代とともに、関西自然保護機構が設立当時果たした社会的役割の変容はあるものの、自然環境の保護と保全に関する現代的課題に対して、さまざまな社会的要請に応えるアドバイザー・ボディとしての役割は、今後ますます必要であるという本会の意義を再確認した上で、「地域」の自然を研究し、生物多様性を軸とする「保全」に視点をもち、なおかつ若手研究者にとっても魅力的なネーミングを模索しました。過去・現在・未来という時間軸のなかで自然をとらえるという意味から「自然史」とし、オープンなジャーナルとしての性格強化をめざして改称いたしました。

今後、「地域自然史と保全」が魅力的なジャーナルであり続けるのはもちろんのこと、研究者、実務者、ナチュラリスト、行政そして一般の方々にとって、地域の自然環境に関する知見を結集した論文発表と情報交流の場となることを願ってやみません。

さて、本号は滋賀県朽木のトチノキ巨木大量伐採に端を発した、自然と社会と地域が抱える重大課題に関して、「琵琶湖水源域朽木トチノキ林の危機と保全」と題した特集を組みました。朽木のトチノキ林保全にとりくんでおられる研究者、行政、ナチュラリストの方々から記事を寄せていただくとともに、日本の水辺林研究をリードされている新潟大学崎尾均氏に特別寄稿いただきました。

原著論文、短報および報告記事として、KONC助成研究成果をはじめ、水域・陸域両方の興味深い研究論文を掲載しています。投稿・寄稿いただきました著者のみなさまに感謝致します。会員のみなさまには次号に向けて本誌への記事をお待ちしています。

（前迫ゆり）

関西自然保護機構

名誉会員

千地 万造 宮本 憲一

会長

石井 実

副会長

山西 良平

運営委員

上原 一彦	奥平 敬元	角野 康郎	神崎 護	熊井 久雄
佐久間大輔	布谷 知夫	野寄 玲児	平井 規央	前迫 ゆり
村上 興正	和田 恵次	和田 岳		

編集委員会 (*委員長, **副委員長)

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		

会計監事

原田 泰志 森本 幸裕

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。

