

地域自然史と保全

Bulletin of Kansai Organization for Nature Conservation

- 特集 1 中池見湿地の保全と新幹線建設問題
特集 2 国内希少野生動植物種「アユモドキ」の保全：
亀岡市の競技場建設に関連して

Volume 35
Number 1
June 2013



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

表 紙 の 言 葉

中池見湿地のミズトラノオ

写真・文 笹木 進

中池見湿地では3,000種を超える動植物の生育・生息が確認されている。集水域を含めてもわずか87ha（ラムサール条約登録範囲）という狭いエリアに、多様な動植物が生育・生息する。湿地部分は約25ha。かつて水田であった湿地は“絶滅危惧種の博物館”と称される。このミズトラノオは中池見湿地を代表する水生植物で、環境省レッドリスト絶滅危惧Ⅱ類、福井県域絶滅危惧Ⅰ類である。8月中頃から開花し、9月いっぱい、紫色の可憐な姿を湿地の至る所で見ることができる。

写真：2001年9月2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

海洋生物の保護：その現状と課題

奈良大学教養部 岩 崎 敬 二

ハマグリも絶滅危惧種

昨年の8月、環境省は、第4次レッドリスト（絶滅のおそれのある野生生物の種のリスト）を公表した。ニホンカワウソに「絶滅」の引導が渡され、ハマグリもこのリストに加えられたことが大きな話題となった。日本の貝の味覚を代表するあのハマグリも、ついに公的に「絶滅危惧種」と認められ、絶滅危惧II類（絶滅の危険が増大している種）として掲載されたわけである。

レッドリストの貝類種数が大幅に増加

環境省レッドリストは、分類群ごとに開かれる専門家の会議での検討を経て、およそ5～6年ごとに改訂されている。2007年公表の第3次リストに掲載された種は3,155種だったが、今回の第4次リストには3,597種が掲載された。増えた種の42%にあたる186種が貝類である。ただし、この期間に貝類の生息環境が一気に悪化して絶滅危惧に陥った種が大量に増えたわけではない。

環境省の貝類第2次レッドリストまでは、陸貝と淡水貝しか評価の対象とされなかった。第3次リストでは、河川河口部の汽水域に棲む貝も対象とされ、合計で377種が掲載されたが、海の貝は対象外であった。第4次リストで、ようやく対象範囲が少しだけ海に食い込んで、ハマグリのような「干潟」に棲む貝類にまで拡大され、掲載種が563種と一気に増えたわけである。ただし、砂浜

や磯や沖合の海底に棲む貝は、今回も評価・選定の対象とはならなかった。

海洋生物にも絶滅危惧種は多い

環境省レッドリストでの、カニ、エビ、ゴカイ、ウニなどの海産無脊椎動物の扱いは、貝類よりもぞんざいである。南西諸島の干潟やマングローブに棲む絶滅危惧種のごく一部しか掲載されていないような状態が、第4次リストでも続いているからである。最新のレッドリストにも、日本の海岸生物の危機的な現状はうまく反映されていない。

干潟をはじめとする日本の自然海岸の多くは、埋立や干拓、港湾開発とそれに伴う防波堤などの建設によって消失し、水質汚染や原子力・火力発電所の温排水、ダム建設や川砂採取による河川流下土砂の減少、外来生物の導入などによって、その環境が大きく悪化している。ハマグリは、1970年代に比べて10分の1に落ち込んでおり、絶滅危惧種に指定して保護すべき、との声は1990年代後半から挙がっていた。

日本ベントス学会が昨年7月に『干潟の絶滅危惧動物図鑑』（東海大学出版会）というレッドデータブック（RDB）を出版した。公的なレッドリストやRDBに掲載されている海洋生物があまりにも少ないという現状を踏まえて、せめて、干潟に棲む無脊椎動物だけでも対象として、学会公認のRDBを作っておこうという意図からである。2009年から作成を始め、貝類462種、甲殻類138種、多

毛類21種、扁形動物やナメクジウオなど30種、合計651種がこのRDBに掲載されている。干潟に限っても少なくともこれだけの絶滅危惧種がいるわけである。ベントス学会のこの活動に環境省も呼応して、第4次リストで干潟の貝類も対象とすることとなったようだ。

外来生物法も天然記念物も種の保存法も

2005年に施行された外来生物法でも、特定外来生物に指定された107タクサの中に海洋生物は1種も入っていない。国指定の天然記念物994件の中に含まれている海産無脊椎動物は、ナメクジウオ、カブトガニ、ホタルイカだけ。種の保存法で指定された国内希少野生動植物種87種にも海洋生物は全く含まれていない。地方自治体レベルでの自然保護施策、都道府県等指定の天然記念物やレッドリスト・RDB、外来生物対策などは環境省や文化庁のものに倣っているため、海産無脊椎動物に対する扱いは、上述した国レベルと同じ状態かそれ以下の自治体がほとんどである。

開発行為などに伴って環境影響評価が行われる場合、天然記念物やレッドリスト・RDBに掲載された種については調査対象となる。しかし、海産無脊椎動物は、絶滅危惧状態にあっても法律や条例の枠組みの中に組み込まれていなかったため、調査もされずにスループアスで海の開発が進んでしまった。海の外来生物対策も全く進んでいない。第4次レッドリストに数多くの干潟の貝類が掲載されたことで、こういった事態も多少は改善されそうだが、日本の海洋生物の保護は、陸域や淡水域のそれに比べてまだまだ前途多難である。

海洋生物冷遇の原因

自然保護に関する日本の法律や条例で、海洋生物、特に無脊椎動物がここまで冷遇されている原因の一つは、行政各部局の間での調整の難しさにある。海岸と沖合海域の自然環境保全には、海岸の防災施策や港湾・船舶管理を担当する国土交通省、漁業の振興と漁業権の管理を担う水産庁との調整も必要であるため、環境省や文化庁の意向が反映されにくい状況にある。

二つ目は、海洋生物の自然史研究がまだまだ貧弱なこと。陸域や淡水域に比べて、生物の利用者（消費者と漁業関係者）は多いが愛好者と研究者は少ない。そのため、海洋生物たちの分類も、分布も、生態も、保護のための方策も明らかにされていない種が多い。自然保護法令で海洋生物を扱わない理由を中央省庁の担当者に問うと、「生物相やその保護・管理上の問題の全貌が明らかになっていない」という答えが必ず返って来る。問題点が明らかな生物についてだけでも対処すれば良いと思うのだが、行政の考えはそうではない。分類・分布・生態や生物相の全貌の解明を進めていくしか、法的保護を進める道はないようである。

2010年、第10回生物多様性条約締約国会議でまとめられた愛知目標では、水生生物の保護策が強調され、海域の10%を保護区として適切に管理することも謳われている。それには、もちろん海洋生物の自然史研究の一層の進展と地域自然史の詳細な把握が欠かせない。この会議を境として、中央省庁の海洋生物保護への対応が少し柔軟になって来たという印象を私は持っている。この外圧を追い風にして、海洋生物の自然史研究と保護の船足を速めていければと考えている。

特集1 中池見湿地の保全と新幹線建設問題

シンポジウム「中池見湿地の保全と新幹線建設問題」を開催して

京都精華大学 村 上 興 正

Comment on the Symposium "Environmental impact of the Shinkansen construction on the biodiversity conservation of Nakaikemi Wetland". Okimasa Murakami (Kyoto Seika University)

はじめに

2013年3月3日に大阪市立自然史博物館において、「中池見湿地の保全と新幹線建設問題」というシンポジウムを開催した。関西自然保護機構で中池見湿地の保全に関するシンポジウムを開催するのは、2回目であり、1回目は1997年に、この地域に大阪ガスが液化天然ガス備蓄基地の建設を計画していることに対する問題で、これは会誌にも収録されている（関西自然保護機構会報19巻2号）のでご参照頂ければ幸いである。

今回のシンポジウムでは、私は開催趣旨を述べると共に、総合討論の座長も行った。今回は総合討論の記録は掲載されないのので、このシンポジウムの開催趣旨と総合討論では何が問題になったかを簡略に記述しておきたいと思う。

シンポジウムの開催趣旨

中池見湿地は、福井県敦賀市檜曲に位置しているが、この地域は地形的には袋状堆積谷という特異なもので、「日本の地形レッドデータブック第1集」に、もっとも緊急な保全を要する地形として記載されている。この地域は、一部で水田耕作が行われているが、全体としては低層湿原として維持されている貴重な場所である。ここでは、過

去に大阪ガスが液化天然ガス備蓄基地の建設を計画していることが判明。日本生態学会では1996年にこの計画の再考と湿地の保全を求める要望書を提出した。関西自然保護機構でも、上述したように、1997年にシンポジウムを開催し、その内容を公表印刷した。その後、この開発計画は白紙撤回され、2011年12月には、この湿地は越前加賀国定公園に編入され、2012年7月にラムサール条約登録湿地となり、同湿地の価値が内外に認められたと思われた。

しかし、2012年8月に北陸新幹線施設計画が発表されたが、その路線は2002年に事業アセスメントが行われた際の計画よりも、150m湿地側に変更されていた。しかも、この変更に関しては、アセスメントは不要で、環境調査のみを実施するという形で事態が進行しつつある。現在の計画路線は湿地から流れ出す小川沿いの後谷と呼ばれ、過去には水田耕作も行われていた場所にある。この場所には、ミズトラノオやトチカガミなどの貴重植物のみならず、アブラボテなども生息しており、計画がこの通り実施された場合には湿地全体に多大な悪影響を及ぼすおそれが強い。

今回のシンポジウムは、喫緊の課題として、北陸新幹線施設計画が中池見湿地の生物多様性の保全に及ぼす影響について検討し、同湿地を貴重な自然遺産として次世代に継承することを目標とし

て行うものである。当日のプログラムを再録しておくとして以下のようなものである。

期日：2013年3月3日（日）15～17時

場所：大阪市立自然史博物館 講堂

15：00

趣旨説明

村上興正（京都精華大学）

15：10

アセスの内容並びに今期計画の概要と問題点

笹木智恵子（NPO法人ウエットランド中池見）

15：30

水生動物から見た中池見湿地

平井規央（大阪府立大学生命環境科学研究所）

15：50

中池見湿地の植物

角野康郎（神戸大学理学研究科）

16：10

総合討論：新規アセスの必要性について

なお、シンポジウムには延べで60名以上の参加があり、進行は佐久間大輔氏（大阪市立自然史博物館）によって行われたが、総合討論の時間が不足するので、開始時間を早める等の措置を行った上、時間を30分以上延長して活発な討論が行われた。

このシンポジウムで重要と指摘された点は以下の通りである。

1. 中池見湿地の生物多様性が豊かであることがいっそう明確になったが、同時に一部で衰退しつつあることも明らかとなったこと。

2. 今回の計画地域である後谷は、この地域にし

か見られないトンボの種類等があるなど、中池見湿地の中でも特異な場所であること。

3. この地域の湧水が中池見湿地に流出していることが、中池見湿地全体の保全にとって重要であると考えられること。

4. 2002年の旧ルートのアセスメントは、同工事の水環境に与える影響調査すら不十分なままで、影響は少ないという結論を出していること。また、新ルートが湿地側に150m移動されたことによる湿地への影響は、従前よりさらに大きくなるということは、調査するまでも無く科学的に明らかであり、アセスメントをやり直すべき内容である。現行のアセスメント施工令も、場所に応じて再実施する場合があることなど改善が必要であること。

5. とくに総合討論の論議において大きな問題として取り上げられたのは、今回行われる予定の環境調査の内容や調査責任者、スケジュール等重要な事項がすべて公表されていないことである。また、環境への影響は施工法によっても大きな影響を受けるので、どのような施行をするのかを環境に与える評価を含めて、総合的に判断することが必要であるが、湿地渡河部の構造がまったく不明なままであること等、重要な問題がすべて公表されていないことは大きな問題であり、今後のフォローが必要であること。

6. 日本生態学会近畿地区自然保護専門委員会の岩崎敬二委員長から話題提供があったように、関西自然保護機構は同委員会との共催で、中池見湿地の現地見学会を開催した後、可能なら現地でワークショップなどを開くこと。

特集1 中池見湿地の保全と新幹線建設問題

北陸新幹線中池見ルートーアセスメントの内容並びに 今回計画の概要と問題点

NPO法人ウエットランド中池見 笹木 智恵子

Construction plan of the Shinkansen and conservation of the Nakaikemi Wetland : The problems of environmental assessment of construction plan of the Shinkansen in 'Nakaikemi'. Chieko Sasaki (*Wetland Nakaikemi*)

はじめに

福井県敦賀市の中池見湿地がラムサール条約第11回締約国会議（2012年7月6～13日、ルーマニア・ブカレスト）において、国際的に重要な湿地として認定、登録を受けた。登録を目指して、地元市民団体を中心に専門家もまじえ調査、保全活動が1990年から行われてきた。その調査結果から判明した、希少な地形と世界屈指の厚さを誇る泥炭層、生物の多様性が評価されて登録に至ったものである。

この永年の保存活動の成果を見届けるためにとNPO法人ウエットランド中池見がローカルNGOとして、ルーマニアで開催の締約国会議のオブサ参加団体として、ラムサール条約事務局へ事前申請、認定を受けてメンバー6人が自費渡航、認定証授与式に参加した。認定証は、地元自治体へ授与されるため、敦賀市長が出席。私たちも同席し、登録の喜びを分かち合った。しかし、その喜びもつかの間、授与式を終えて帰国した私たちにもたらされたのは、登録されたばかりの中池見湿地を通過するという北陸新幹線のルート発表だったのである。湿地本体を回避しているものの、その重要な集水域、深山を南北に縦断するトンネルの計画。

湿地を取り巻く三山のうち最大の地下水補給の山を貫くルートで北陸新幹線、福井・敦賀間の着工認可が公表されたのである。それも中池見湿地のラムサール条約登録候補として条約事務局に報告される前の6月29日、国交省が独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構（以下「機構」）に着工認可を与えたということであった。

中池見湿地の概要とラムサール条約登録

中池見湿地は、福井県敦賀市の市街地東側に位置し、天筒山（174m）、中山（106m）、深山（167m）に囲まれた袋状埋積谷という特異な地形の湿地である。湿地面の標高は約48m、すり鉢状の地形の最深部は80mあり、泥炭の堆積が40m、花粉分析等で約13万年の歴史が確認されている。タイムカプセルのような泥炭の堆積層は、雨水と周囲の里山からの湧水で今日まで守られ、保存されてきた。

飛鳥時代に稲作が奨励されたという伝承があり、室町時代は杉の大木が生い茂る森林地帯であった中池見。しかし、水田耕作もされていたのか太閤検地が行われた記録がある。江戸時代、元禄の頃から新田開発が盛んになり、湿地の水を排水する

ために5本の江（素堀の排水路。地元では「え」と呼ばれている）を設け、江尻（カエデの葉の形をした中池見の柄の位置）で1本の江にして木の芽川へと流す難工事を行い、今日まで機能している。

中池見の水田は、国の減反政策の影響で条件の悪い水田が年々放棄され、大阪ガスが液化天然ガスの基地建設を計画した1993年頃には25haといわれた田んぼのうち、耕作は五分の一ほどになっていた。放棄箇所、時期がまばらであったため、その当時の中池見は、田んぼと放棄地がモザイク状になった湿地となっていた。また、田んぼごとに高さ、深さ、水管理もそれぞれ微妙に異なることを当時の農家の人は語っており、そのことが生物の多様性を育んできたと思われる。現在その湿地に約3,000種の動植物が確認されている。

これらのことから、ラムサール条約への登録基準、9つのうち中池見湿地は、内陸湿地の樹林のない泥炭地（低層湿原）として、次の3つの基準

基準1：特定の生物地理区を代表するタイプの固有のタイプの湿地、または希少なタイプの湿地

基準2：絶滅のおそれのある種の群集を支えている湿地

基準3：生物地理区における生物多様性の維持に重要な動植物を支えている湿地

を満たし、さらに日本の湿地登録の要件

1. 国際的に重要な湿地（国際的な9つの基準のいずれかに該当すること）
2. 国の基準（自然公園法、鳥獣保護法など）により、将来にわたって自然環境の保全が図られること
3. 地元自治体などの登録の賛同が得られることをクリアしたとして、今回のラムサール条約への登録が実現した。

北陸新幹線アセスの経過と今回の計画

北陸新幹線計画は、1970年（昭和45）の全国新幹線鉄道整備法制定にはじまる。1972年には、基本計画が決定され、10年後の1982年に高崎・小松間の駅・ルート概要が公表された。その後1996年3月に日本鉄道建設公団（現・鉄道建設・運輸施設整備支援機構）は、小松・南越（仮称）間の工事実施計画の認可申請を行うとともに、南越・敦賀間のルートの公表を行い、1998年10月に同間の環境影響評価方法書を提示し、1カ月間縦覧に供した。これに基づいての調査結果が2000年（平成12）年7月に環境影響準備書として、また2002年1月に評価書として提示され、3月12日に環境大臣意見が付され、実質ゴーサインとなった。

これを受けて機構は、2005年12月に南越・敦賀間の工事実施計画の認可申請を行った。今回公表されたルート変更はこの時点で行われた模様で、当初公表の中池見（深山）トンネルの位置を約150mも湿地側へ移動（図1）。この間、この変更ルートについては一切公表されることなく、昨年6月29日の着工認可の際にはじめて知らされ、関係者を慌てさせた。その理由として機構側は、「人家への影響を避けるため」、「高速走行を可能とするため」としか説明がなく、ラムサール条約への動きを考慮していなかったようである。また、トンネル掘削を計画している深山の所有権が、評価書時点での大阪ガスから新幹線を推進する敦賀市に移ったことによるものとも思われる。当然、敦賀市も変更については事前に何らかの打診があったはずであり、公表前に知る立場にあったはずである。

ラムサール条約においては、第3条第2項に「その領域内にあり、かつ、登録簿に掲げられている湿地の生態学的特徴が技術の発展、汚染その他の人為的干渉の結果、すでに変化しており、変

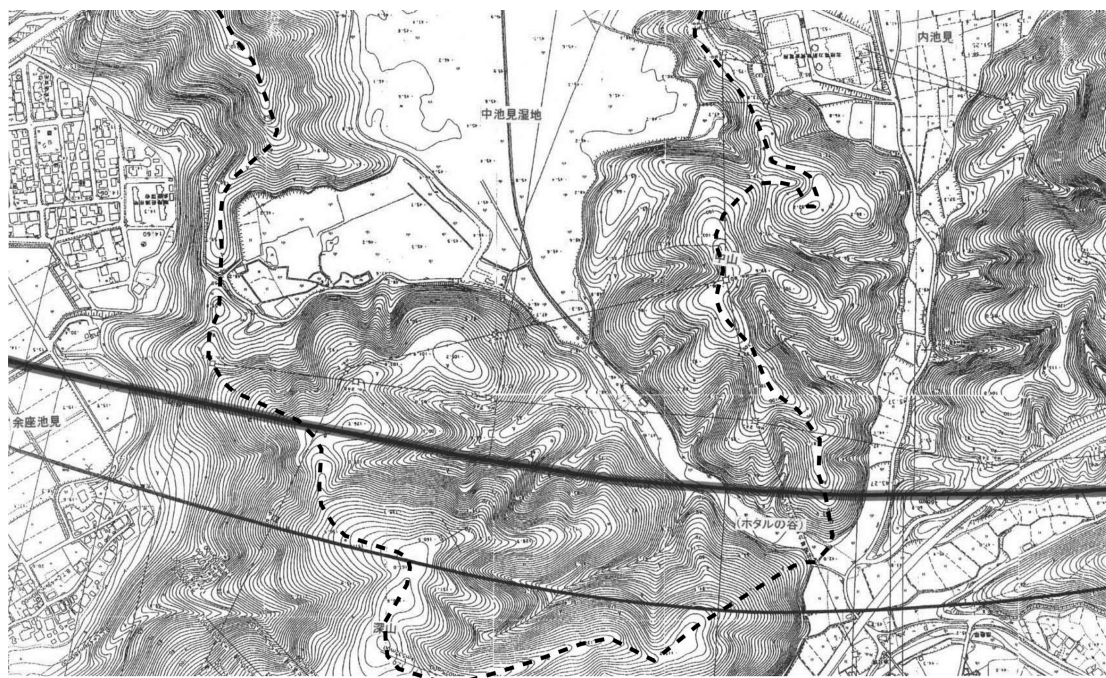


図1. ラムサール登録範囲(点線)と新幹線ルート. 湿地を取り巻く稜線内が集水域としてラムサール条約に登録. 新幹線計画の下ラインが当初示されたルート. 上が今回公表の変更ルート.

化しつつあり又は変化するおそれがある場合」には、条約事務局に報告しなければならないことになっており、決議V.4 生態学的特徴が既に変化しており、変化しつつあり又は変化するおそれがあるラムサール登録湿地の記録(モントルー・レコード)で規定されている事柄に該当する事例である。

現に、私たちが帰国後も現地で会議に出席していた人は、「昼食を食べていたり、コーヒーを飲んでいるとあちこちから質問される。登録(7月3日)の数日前(6月29日)にモントルー・レコード掲載要件を満たしていたなんて、世界記録じゃないかとも言われた」とある機関紙で締約国会議現地での様子を報告している。それでも機構側は、「1年かけて事前調査を行う。調査で影響があると分かっても、可能な限り直線的に走行できるよう、ルート変更はしない」と明言していることは、

今後、国際的な非難に晒されることになるだろう。行政側も縦割り行政の落ち度として、関係省庁、部署での調整協議が必要であろう。

新幹線・中池見ルートの問題点と今後の課題

私たちが詳細なルート図を目にしたのは、昨年の8月29日だった。敦賀市役所で縦覧が始まってからであった。当初計画ルートでも懸念はあったが、今回、湿地側へ約150mも移動させたことは、中池見湿地にとって致命的なダメージを与えると考えられる。

ラムサール条約では、重要な湿地のみならず、その集水域も同時に保護することになっており、中池見湿地においても、湿地を取り巻く山の分水嶺の湿地側を集水域として同時に登録した(図2)。ルート変更の問題点は、その最大の地下水補給源

である深山の中心部を縦断してトンネルを掘るといふ計画である。特に深山の水は地下に潜りやすいと地元と言われるほど、雨水がすぐに表流から浸透してしまうという地質であるところに懸念材料がある。

地質如何にかかわらず、トンネル掘削には、地表面での水位低下や渇水、井戸の枯渇、トンネル内への出水などの事象が付きものである。そのため代替措置として、新規の水源確保や給水施設の設置などで対応しているのが現状である。しかし、中池見湿地の場合は単に減った分だけ水を補給すればいいという性格の所ではない。すり鉢状の地形の中に堆積している約13万年分という世界屈指の泥炭は弱酸性の水で涵養されており、さらにその水温、水量なども重要な要素であると考えられる。これらのことが解明されていない現状でのトンネル計画は、奇跡に奇跡が重なって今があると表現されるほど微妙なバランスのうえに存在する中池見湿地の死活をかけた賭けと言わざるを得ない。

また、トンネル北側入口と予定されている中池

見湿地への細長い谷、後谷（うしろだに）は、幅約20m、奥行き約400mの谷津田状の地形の所で、湿地本体とは異なる生態系を持っており、この環境にのみ依存する生物もあり、工事による環境破壊、景観破壊が深刻である。仮に中池見湿地本体が無傷であったとしても、ここが消滅すると、中池見湿地の価値は半減と評価されるほど重要な場所でもある。

問題は、1998年という昔の方法書に基づき、ルートも確定していないなか実施され、2002年に承認された環境アセスそのものの有効性である。古証文としか言いようのない、極めて不完全な調査結果により、まとめあげられている。評価書には、明かりという地表通過部のみで実施されているだけで、ルートの大半を占めるトンネル部分の水文調査がまったく実施されていないことである。現行のアセス調査が、トンネルという地下部分は対象外となっていることにも問題がある。特に中池見湿地のように「水がいのち」の地域においては、神経質なほどに注意を払って水文学的事項を調査し、明らかにしてからしかルート決定、着工

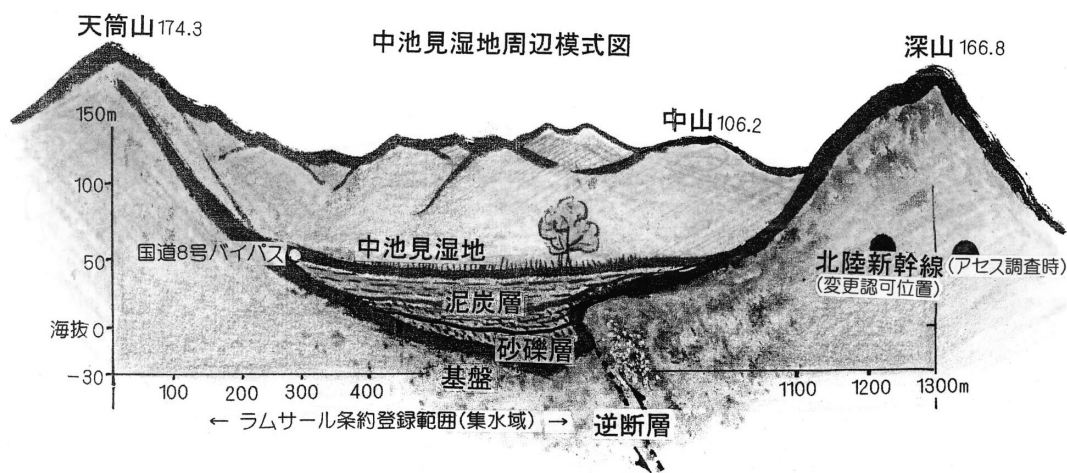


図2. 中池見湿地周辺模式図. 集水域とトンネルの位置に注目.

を行うべきではないと考えている。このような観点からの環境アセス調査を早急に実施し、公表することが先決であろう。

ガス基地建設計画の折にも言われた「今の技術でもってすれば、心配はない」は、ここ中池見湿地では懸念払拭とはならないことを真摯に受け止めてのルート再考が求められる。

その他、水環境の観点から湿地西側に敷設されている国道8号敦賀バイパスの問題がある。特異な地形の所への道路建設で、供用開始時から沈下を続ける箇所の改良工事計画と道路排水溝構造。4車線化の工事計画など課題山積であるが、ここでは取り上げないことにする。

おわりに

今回の北陸新幹線のルート設定における問題点は、現行の環境影響評価法第28条における但し書き条項の規定である。「事業内容の修正の場合の環境影響評価その他の手続き」を定めた条文で、「ただし、当該事項の修正が事業規模の縮小、政令で定める軽微な修正その他の政令で定める場合は、この限りでない。」の一律適用である。この政令で定める軽微な修正の中に、「修正前の対象事業実施区域から300m以上離れた区域が新たに対象事業実施区域にならないこと」とあり、300m以内の移動、変更は軽微な修正ということになり、再アセスの必要がないということで、機構側は、この項を根拠に再検討を拒否している。中池見湿地エリアでの300mは大変なことで、まさに死活を分ける距離である。このことが、事業者にも国側にも認識がないというところが大きな問題であり、ラムサール条約登録湿地を管理する敦賀市の姿勢も問われているところである。

単なる中池見湿地の問題ではなく、国際条約に登録、保護を約束した地に国内法で問題がないと、

再検討もなさず、安易に新幹線を通すという日本の認識、環境意識が問われており、厳しい目でその行く末を注視されていることを忘れてはならない。ラムサール条約登録地に手を付ける前に、国際信義に反しないような良識が求められている。

国内の各種団体から要望書や要請書、意見書が発せられているのが、その証である。

参考文献

- (独) 国立環境研究所. 2003. 福井県敦賀市中池見湿地総合学術調査報告. 387pp. (独) 国立環境研究所, つくば市.
- (独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構. 2012. 新幹線ルート図 (1/2,500路線平面図).
- . 2012. 明日を拓く北陸新幹線 (パンフレット). 見開き 8 pp. (独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構, 東京.
- 公民館村史編集委員会. 1973. 敦賀郡東郷村史. 832pp. 東郷公民館, 敦賀市.
- 毎日新聞社. 2012. 毎日新聞社会面「北陸新幹線ルート ヘイケボタル生息 福井・生態系破壊懸念 計画変更 アセスの抜け穴」(朝刊11月10日号).
- 日本鉄道建設公団. 1998. 北陸新幹線 (南越 (仮称)・敦賀間) 環境影響評価方法書. 124pp. 日本鉄道建設公団, 東京.
- . 2002. 北陸新幹線 (南越 (仮称)・敦賀間) 環境影響評価書. 546pp. 日本鉄道建設公団, 東京.
- 大阪ガス株式会社. 1996. 敦賀LNG基地建設事業に係る環境影響調査準備書. 556pp. 大阪ガス株式会社, 大阪市.
- . 2000. 敦賀LNG基地地盤調査及び耐震性評価報告書 (概要版). 15pp. 大阪ガス株式会社, 大阪市.

坂巻幸雄. 2012. 北陸新幹線深山トンネル（仮称）
と中池見湿地の保全（メモ）.

産経新聞社. 2012. 産経新聞社会面「ラムサール
登録の中池見湿地 北陸新幹線が縦断計画」
（朝刊7月14日号）.

読売新聞社. 2012. 読売新聞福井版「ラムサール

登録湿地「中池見」近くにトンネル 新幹線延伸
で計画浮上」（朝刊7月26日号）.

——. 2012. 読売新聞福井版「取材ファイル 中
池見湿地 沈下も 水源の山に新幹線トンネル
地下水脈への影響懸念」（朝刊10月18日号）.

特集1 中池見湿地の保全と新幹線建設問題

中池見湿地における水生動物の多様性とその変化

大阪府立大学生命環境科学研究科 平 井 規 央

大阪府立大学生命環境科学研究科 森 岡 賢 史

大阪府立大学生命環境科学研究科 石 井 実

Species diversity of aquatic animals in the Nakaikemi marsh, Fukui Prefecture, Japan. Norio Hirai, Takashi Morioka and Minoru Ishii (*Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University*)

はじめに

中池見湿地では江戸時代から水田耕作が行われ、独特の地形から圃場基盤整備などが行われず、伝統的な湿田や水路が残されてきたこともあり、多様な湿地性の動植物が生息することが知られていた（下田，2003など）。しかし、近年の環境の変化により、生物相にも変化が生じている可能性が指摘されている（保科ほか，2007）。著者らは、2012年4～11月に同地においてトンボ類をはじめとする水生動物の調査を行う機会を得た（森岡ほか，未発表）。本項ではまず、中池見湿地において水生動物相に関係が深いと考えられる周辺環境の変化について述べ、これまでに同地で確認された水生動物相についてまとめた。さらに、今後の生物多様性保全にかかわる問題点について2012年に調査した際の現地の状況も含めて考察した。

中池見湿地の水域とその変化

中池見湿地は、「袋状埋積谷」と呼ばれる独特の形状をもち、植物の遺体、周囲から流れ込む土砂などは外部へ流れ出ることなく溜まり、泥炭が堆積することによって形成されてきた（坂巻，

2003）。元々は杉林に覆われた沼地であったが、江戸時代から水田として利用されるようになり、1960年代までは全域で稲作が行われていた（下田，2003，笹木，2005など）。その後1970年代からは、休耕田が増加し始め、1992年に敦賀市がLNG備蓄基地を誘致し、大阪ガス株式会社が用地買収を行った結果、水田は完全に放棄された（中池見湿地トラスト，2002など）。また、1990年に湿地の西側にある国道8号線のバイパス建設の際に生じた残土を客土の目的で南西部の水田であった場所に入れたところ、その部分を中心に陥没して大きな水域が生じ（下田・中本，2003）、現在も拡大



図1. 中池見湿地において土砂の搬入により形成された水深のある水域。現在も拡大が続いている。

している（図1）。大阪ガスは2002年4月にLNG基地建設の中止を発表し、取得地全域を2005年に敦賀市に寄付した（笹木，2005）。2000年に整備された保全エリアとビジターセンターも敦賀市に移管され，NPOが参画してさまざまな保全にかかわる取組が継続されている。2012年4月には，越前加賀海岸国定公園に編入され（中池見ねっと，2012），同年7月にはラムサール条約湿地に登録された（The Ramsar Convention on Wetlands, Japan adds nine new Ramsar Sites. News Archives. URL=http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-news-archives-2012-japan-nine/main/ramsar/1-26-45-520%5E25828_4000_0__2012 2013.6参照）。

中池見湿地の水生動物相

中池見湿地の生物相については，LNG基地計画を受けて，1990年代に各分類群に渡って詳細な調査が行われ，これまでに3,000種近い動植物が記録されている（野原・河野，2003など）。水生動植物を中心に希少種も多く，陸上の種を含めると昆虫・植物ともに約40種が環境省または福井県のレッドリスト掲載種である。また，トンボ類は福井県内の7割以上にあたる71種が確認されている（和田，2003など）。表1は，水生動物のレッド種をまとめたものである。このリストには，一度だけ確認された種や，最近の記録がほとんどない種も含まれているが，脊椎動物7種，昆虫24種となっている。

魚類のキタノメダカは，湿地の水域の広範囲に見られ，個体数は多い。従来はメダカ北日本集団とされていたが，Asai et al. (2011) により新種として記載された。記載にあたっては，中池見で採集された個体がタイプ標本に指定されており，その点からも同地の個体群は重要と考えられる。他地域からの持ち込み等にも警戒が必要である。

ホトケドジョウは湿地内に局所的に分布するのみのと考えられており，保全の取り組みがなされている（中池見ねっと，2010）。アブラボテについても，調査が不十分な二枚貝との関係も含めて注目される。この他にもヨシノボリ類やフナ類として記録されているものも同定が確定すればレッド種となる可能性がある。両生類・爬虫類は，トノサマガエル，アカハライモリ，ニホンイシガメがレッド種であるが，いずれも著者らの調査でも確認され（森岡ほか，未発表），両生類2種は後述する「後谷」で個体数が多い印象であった。

昆虫類では，トンボ目のレッド種が10種と最も多いが，ネアカヨシヤンマ，アオヤンマ，ハッチョウトンボなどのように最近の記録がほとんどない種が多く含まれる。次いでゲンゴロウ類をはじめとするコウチュウ目のレッド種数が多いが，中池見のシンボリック的存在でもあったゲンゴロウ（ナミゲンゴロウ）は，近年の記録がない（保科ほか，2007）。コガタノゲンゴロウは2011年に1例確認され（中池見ねっと，2011），表には掲載していないが，シマゲンゴロウ（環境省準絶滅危惧）は2010年に1個体確認されている（増田茂氏，私信）。両種とも著者らの調査では見られていないので，生息しているとしても密度は低いと思われる。水生昆虫ではないが，同地で発見され，1996年に記載されたナカイケミヒメテントウ（佐々治・岸本，1996）も最近の調査では発見されていない。一方，ガムシ，クロゲンゴロウ，キベリクロヒメゲンゴロウは最近でも目撃されている。このように水生動物の希少種に注目すると，現在も継続的に見られる種もいるものの，最近の記録がほとんどない種も多い。保科ほか（2007）は，中池見湿地などにおいて水生昆虫相の調査を行ったが，同地ではオオコオイムシを除いて希少種は確認されておらず，他の種についても早急に確認する必要があると考えられる。

表 1. 中池見湿地で記録された水生動物のレッド種（爬虫類，両生類，魚類，昆虫類）．水域やその周辺を生活場所とする種も含めた．

	種 名	レッドデータリスト カテゴリー		文献
		環境省(2012)	福井県(2002)	
爬虫類	ニホンイシガメ <i>Mauremys japonica</i>	準絶滅危惧		神松ほか(2003)
両生類	アカハライモリ <i>Cynops pyrrhogaster</i>	準絶滅危惧		神松ほか(2003)
	トノサマガエル <i>Rana nigromaculata</i>	準絶滅危惧		神松ほか(2003)
魚類	ホトケドジョウ <i>Lefua echigonia</i>	IB類	I類	鹿野(2003)
	アブラボテ <i>Tanakia limbata</i>	準絶滅危惧	II類	鹿野(2003)
	キタノメダカ(メダカ北日本集団) <i>Oryzias sakaizumii</i>	II類	II類	鹿野(2003)
	ドジョウ <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	情報不足		森岡ほか未発表など
昆虫類	ホソミイトトンボ <i>Aciagrion migratum</i>		I類	和田(2003)
	モートンイトトンボ <i>Mortonagrion selenion</i>	準絶滅危惧		和田(2003)など
	アオヤンマ <i>Aeschnophlebia longistigma</i>	準絶滅危惧	II類	和田(2003)など
	ネアカヨシヤンマ <i>Aeschnophlebia anisoptera</i>	準絶滅危惧	II類	和田(2003)など
	キイロサナエ <i>Asiagomphus pryeri</i>	準絶滅危惧	II類	和田(2003)など
	タバサナエ <i>Trigomphus citimus</i>	準絶滅危惧	II類	佐々治ほか(2003)など
	オグマサナエ <i>Trigomphus ogumai</i>	準絶滅危惧	II類	佐々治ほか(2003)など
	エゾトンボ <i>Somatochlora viridiaenea viridiaenea</i>		要注目	和田(2003)など
	ハッチョウトンボ <i>Nannophya pygmaea</i>		要注目	和田(2003)など
	マイコアカネ <i>Sympetrum kunkeli</i>		要注目	和田(2003)など
	イトアメンボ <i>Hydrometra albolineata</i>	II類		佐々治ほか(2003)
	エサキアメンボ <i>Gerris esakii</i>	準絶滅危惧	準絶滅危惧	佐々治ほか(2003)
	オオコオイムシ <i>Diplonychus major</i>		準絶滅危惧	佐々治ほか(2003)
	トゲミズギワカメムシ <i>Saldoidea armata</i>		要注目	佐々治ほか(2003)
	マダラコガシラミズムシ <i>Haliphys sharpi</i>	II類		佐々治ほか(2003)
	コガタノゲンゴロウ <i>Cybister tripunctatus orientalis</i>	II類	I類	中池見ねっと(2011)など
	ゲンゴロウ <i>Cybister japonicus</i>	II類	I類	佐々治ほか(2003)
	クロゲンゴロウ <i>Cybister brevis</i>	準絶滅危惧		佐々治ほか(2003)など
	キベリクロヒメゲンゴロウ <i>Ilybius apicalis</i>	準絶滅危惧		佐々治ほか(2003)など
	シャープツブゲンゴロウ <i>Laccophilus sharpi</i>	準絶滅危惧		佐々治ほか(2003)
	ガムシ <i>Hydrophilus acuminatus</i>	準絶滅危惧		佐々治ほか(2003)
	コガムシ <i>Hydrochara affinis</i>	情報不足		平澤・石川(2003)
	シジミガムシ <i>Laccobius bedeli</i>	IB類		佐々治ほか(2003)
	ナカイケミヒメテントウ <i>Scymnus nakaikemensis</i>		II類	佐々治ほか(2003)

中池見湿地の現在の状況と外来種問題

冒頭に述べたように，中池見湿地は手作業で維持された広大な水田が多様な水生動物を維持してきたと考えられるが，水田耕作が行われなくなつてから草丈の高いヨシ，マコモ，ガマ類などが繁茂し，それらの大部分は刈り取られることなく毎年水中に堆積している（図2）。広大な湿地の中で水面が見える部分は少なく，陸地化が進んで降雨後の増水時を除くと草原のように見える場所が多い。外来種のセイタカアワダチソウが侵入し，ヨシの隙間にも入り込んでほぼ全域に広がってお

り，とくに国道バイパス沿いでは秋季に一面が黄色い花で覆われる（図2）。水中ではアメリカザリガニが増殖し，浮葉植物・沈水植物の消失などによる水生生物相の単調化が指摘されているが（和田，2003；下田，2003など），取り除かれないままとなっている高茎草本の残渣がアメリカザリガニの餌となって，悪循環が生じている可能性が高い。さらに，作業用道路の敷設などの影響で水流の停滞，水質の悪化も指摘されている（和田，2003など）。残土の持ち込みによって形成された池は，東西約300m，南北約80mに渡る広大な水域となり，現在も拡大している。この池では従来



図2. 国道8号線バイパス側から見た湿地の風景。ヨシなどの高茎草本に覆われて水面はほとんど見えず、秋にはセイタカアワダチソウで黄色く見える。

個体数が少なかったと考えられる水深のある水域を好む水生動物が多く見られたが、周縁部では浅い水域を好む種も利用しており（森岡ほか、未発表）、管理方法については今後の検討が必要と考えられる。

一方、湿地からの水を集めて流れ出す水路に沿った「後谷」は、流水性の水生動物が見られるほか、水田の名残と保全の目的で管理された浅い湿地が点在し、止水性の希少種も数多く記録されている場所である。この周辺では、ゲンジボタル、ヘイケボタルの個体数も多い。保全上の配慮から種名は明記しないが、著者らの調査では、10年余り中池見で確認されていなかった昆虫の希少種を後谷のみで複数確認した。このように後谷は、中池見のなかでも独自の生物相を有するだけでなく、中池見湿地の本体と湿地外を結ぶコリドーとしての役割も果たしていると考えられ、今後の保全にあたって特に重要な地点といえる。現在計画中的の新幹線のルートが後谷を通る予定となっているが、工事が直接的に生物の生息地に与える影響や、工事後の環境変化、地下水の分断など様々な影響を与えることが危惧される。

以上のように中池見湿地では、水域や植生の変

化、侵略的外来生物の侵入などにより、水生動物相に変化が生じ、多様性の低下が危惧されるものの、一部で希少種も確認されていることから、植生の管理や外来種の駆除をさらに進めるによってそれらの回復を図ることが必要であると考えられる。

引用文献

- Asai, T., H. Senou & K. Hosoya. 2011. *Oryzias sakaizumii*, a new ricefish from northern Japan (Teleostei: Adrianichthyidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 22 (4): 289-299.
- 平澤理世・石川俊之. 2003. 中池見湿地の底生動物相。「福井県敦賀市中池見湿地総合学術調査報告」(野原精一・河野昭一編). pp. 119-128. 国立環境研究所, 茨城.
- 保科英人・魚見陽香・寺嶋美乃・山田千恵. 2007. 敦賀市中池見湿原に生息する水生昆虫類の現状. 福井大学地域環境研究教育センター研究紀要「日本海地域の自然と環境」, 14: 1-16.
- 鹿野雄一. 2003. 中池見湿地の魚類相。「福井県敦賀市中池見湿地総合学術調査報告」(野原精一・河野昭一編), pp. 126-128. 国立環境研究所, 茨城.
- 神松幸弘・野崎健太郎・辻 彰洋. 2003. 中池見湿地の両生・爬虫類相。「福井県敦賀市中池見湿地総合学術調査報告」(野原精一・河野昭一編), pp. 129-137. 国立環境研究所, 茨城.
- 中池見ねっと. 2010. 中池見ねっと通信 (4). 4 pp. NPO法人中池見ねっと, 福井.
- . 2011. 中池見ねっと通信 (13). 4 pp. NPO法人中池見ねっと, 福井.
- . 2012. 中池見ねっと通信 (14). 4 pp. NPO法人中池見ねっと, 福井.

- 中池見湿地トラスト（編）. 2002. 中池見湿地のトンボ観察ガイドブック. 170pp. 第13回全国トンボ市民サミット福井県敦賀大会実行委員会, 福井.
- 野原精一・河野昭一（編）. 2003. 福井県敦賀市中池見湿地総合学術調査報告. 387pp. 国立環境研究所, 茨城.
- 坂巻幸雄. 2003. 地質学・地形学的に見た中池見湿地の特徴—その形成史を中心に—. 「福井県敦賀市中池見湿地総合学術調査報告」（野原精一・河野昭一編）, pp. 17–30. 国立環境研究所, 茨城.
- 佐々治寛之・岸本 修. 1996. 福井県敦賀市中池見湿地の昆虫相とその自然環境保全の提言 付 テントウムシ科昆虫の新種記載と生活史. 福井大学地域環境研究教育センター研究紀要「日本海地域の自然と環境」, 3 : 15–36.
- ・長田 勝・室田忠男・岸本修. 2003. 中池見湿地並びにその周辺地域の昆虫相（1）中池見湿地と丘陵地帯の昆虫相, 生息環境の保全問題. 「福井県敦賀市中池見湿地総合学術調査報告」（野原精一・河野昭一編）, p. 229. 国立環境研究所, 茨城.
- 笹木智恵子. 2005. 事例：身近で貴重な『中池見湿地』を守る（福井県敦賀市）. 「生態学からみた里やまの自然と保護」（日本自然保護協会編）, pp. 216–217. 講談社, 東京.
- 下田路子. 2003. 水田の生物をよみがえらせる. 214pp. 岩波書店, 東京.
- ・中本 学. 2003. 中池見（福井県）における耕作放棄湿地の植生と絶滅危惧植物の動態. 日本生態学会誌, 53 : 197–217.
- 和田茂樹. 2003. 中池見湿地並びにその周辺地域の昆虫相.（4）中池見湿地のトンボ相とその現状. 「福井県敦賀市中池見湿地総合学術調査報告」（野原精一・河野昭一編）, pp. 291–307. 国立環境研究所, 茨城.

特集2 国内希少野生動植物種「アユモドキ」の保全：亀岡市の競技場建設に関連して

琵琶湖淀川水系のアユモドキの現状と保全

大阪府立環境農林水産総合研究所・水生生物センター 上 原 一 彦

Status and conservation of the kissing loach distributed in the Lake Biwa - Yodo River system. Kazuhiko Uehara (*Aquatic Life Conservation Research Center, Research Institute of Environment, Agriculture and Fisheries, Osaka Prefecture*)

はじめに

アユモドキ (*Parabotia curta*, 図1) は体長15 cm程に成長するドジョウ科の淡水魚で、自然分布域は琵琶湖淀川水系、岡山県の吉井川、高梁川、旭川水系、広島県の芦田川水系とされている。しかし個体数が極めて減少し、現在では淀川水系と岡山県の一部に局所的に生息している。文化庁が天然記念物(文化財保護法)に指定し、環境省は国内希少野生動植物種(絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律)に選定している。また、環境省の第4次レッドリストでは絶滅危惧IA類 (http://www.biodic.go.jp/rdb/rl2012/RL2012siryo7_2.pdf 2013.5参照)、水産庁のレッドデータブックでは絶滅危惧種(長田・足羽, 1998)とされている。各生息地の府県版レッドデータブックにおいても、絶滅の危惧が最も高いカテゴリーに選定されている。

アユモドキの産卵期は6月から8月で、産卵は河川の増水や水田の灌漑によって生じる一時的な水域で行われる(前畑, 2003)。初期発生は早く、受精卵は水温22~23℃で約1日で孵化し、孵化後約4日後に卵黄をほぼ吸収して遊泳をはじめ(中村・元信, 1971)。一般的に一時的な水域では、ミジンコなどのような仔稚魚の餌となる生

物が大量に繁殖し、外敵となる肉食性魚類や大型の水生昆虫も少ない。その一方、いつ干上がるか分からない不安定な環境でもある。そこで、アユモドキは早期に孵化・発育し、不安定であるが魅力的な環境に、自らを進化適応させたものと思われる。

現在残されているすべてのアユモドキの繁殖地は、水田やその周辺の一時的な水域である。よって、その生存は地元の人々の農業活動に依存している。2012年末、琵琶湖淀川水系で唯一のアユモドキの生息地とされる京都府亀岡市の水田地帯に大型専用球技場の建設が発表された。建設が行われた場合、アユモドキに対して極めて大きな影響が予想



図1. アユモドキ。縞模様は成長とともに薄くなる。

される。当機構をはじめ日本魚類学会や日本生態学会近畿地区会から、事業主体である京都府や、球技場を誘致した亀岡市宛てにその保全を求めた要望書が提出されている。そこで本稿では、アユモドキについて広く理解を得るために、琵琶湖淀川水系のアユモドキの現状と保全に向けた課題について報告する。

淀川

ここで述べる淀川とは、桂川、宇治川、木津川の三川が合流し、大阪湾に流れ込むまでの区間とする。東（1949）によると、「初夏に漁獲されるが、近年非常に減少した。昔は枚方市の楠葉から旧枚方の辺迄の川筋でこれが名物だった」と記している。淀川でアユモドキが地域の名物として食されていたことが分かる。また、水質汚濁が著しかった高度経済成長期よりも前の戦後間もない時期から個体数が減少していたことは興味深い。

その後、淀川での確認は一時途絶えたものの、1970年代には大阪市旭区の城北ワンド群付近や（市岡高校生物部魚班，1971，大家ほか，1975，河合，1989），上流域の三川合流付近（水野ほか，1974）で確認されている。個体数は少ないものの1970年代には淀川全域に分布していたものと思われる。一方，1980年以降の確認は，1985年（矢田・加藤，1987，紀平ほか，1988）と1997年（紀平，1998）のみとなり，場所も淀川上流域の枚方市楠葉ワンド群付近に限られている。そして，1997年の記録を最後に淀川のアユモドキの確認は途絶えている。

1970年代に確認情報が散見された城北ワンド群付近においては，1983年に完成した淀川大堰の運用や，洪水防止のための流量管理の影響によって，水位の変動が低く抑えられており，アユモドキが繁殖に必要とする増水が起こらなくなったものと

考えられる。一方，楠葉ワンド群付近では，現在でも増水により毎年数メートルの水位変化が起こっているものの，一時的水域が生じるような場所は少ない。河床を深く掘り下げるとともに，河川敷を一段高くしてグラウンドや公園，ゴルフ場を整備した河川改修により，河川敷が水に浸からなくなったことが影響しているものと思われる。

かつて淀川で降雨による増水に合わせて，アユモドキが河川敷で産卵していたことを示す例が次のように報告されている（大家ほか，1975）。「1972年7月10日の夕方から降雨があり，夜間の急激な水位上昇で大阪府寝屋川市木屋地先の河川敷が冠水した。翌日午前には，深部で1mに達し，陸上植物が完全に水没した。午前10時から正午までの間の観察で，水面直下の植物に激しい産卵行動がみられ，水中に入った観察者の足下にも恐れることなく接近し，さながら狂っているようであった。この時間内にアユモドキが確認された。（一部略記）」その後，河川敷付近は，7日間継続して冠水していたことが記されている。このようにアユモドキが河川の自然増水に合わせて繁殖している事例はそれ以降確認されていない。水田のような人為的環境ではなく，本来のアユモドキの繁殖生態を示すこの観察例は極めて貴重な記録であろう。

淀川では現在でもアユモドキを目撃したという釣り人等からの情報がたびたび寄せられている（上原ほか，未発表）。今後，淀川でアユモドキを保全するためには，淀川大堰の運用や流量管理を見直し，下流域で河川敷が水に浸かり一時的水域が一定期間生じるような水位管理を人為的に再現する必要がある。一方，淀川上流域の楠葉地区では近年ワンド群が再生され，かつての環境が再現されつつある。今後は，河川敷を切り下げ，一時的水域の生じる面積を十分に確保する必要があるものと思われる。

桂川、宇治川、木津川

淀川に流入する桂川、宇治川、木津川の三川のアユモドキの分布状況は、片野（1985）による漁業組合員へのアンケート及び聞き込み調査により詳細に報告されている。アユモドキは1960年代中頃まで、これら三川の各所で相当数（発見個体数が100個体以上）が確認されている。しかし、その後の10年間では、分布域に変化はないものの100個体以上の発見例が減少し、さらに、1975年から1983年までの間には、桂川流域の亀岡地区（京都府亀岡市）から八木地区（京都府南丹市、旧八木町）にかけての記録のみとなっている。それらの地域においても発見個体数が10個体以下となっており、アユモドキの生息数が急激に減少する過程が報告されている。斉藤（1985）によると、アユモドキが減少した時期が1960年代後半であり、ほぼ高度経済成長の時期と一致することから、河川改修による側壁のコンクリート化、水質汚濁、およびダム建設による下流域の水量の人為的なコントロール等が減少原因であると考察している。近年、宇治川と木津川における正式なアユモドキの確認記録はない。

桂川流域の八木地区のアユモドキは、その生態が詳しく調査されており、通常は水田近隣の水路や河川等の恒久的水域に生息するが、灌漑初期に水田周辺の一時的水域に侵入して産卵することが報告されている（斉藤ほか、1988）。しかし、水路の三面コンクリート化による隠れ場所の喪失や、桂川と水田地帯を結ぶ水路の連絡が段差等で阻害されたことなどから絶滅寸前となっている（片野、1997）。

一方、亀岡地区は、現在琵琶湖淀川水系で唯一アユモドキの繁殖が確認されている水域である。亀岡地区のアユモドキについては、岩田（2006、2009a、2009c）により繁殖生態等の詳細な調査が

行われている。繁殖が確認されている水域は、JR亀岡駅の北側の曾我谷川とその周辺の水田地帯である。アユモドキは水田に取水するために川に設置された灌漑用ゴム布引製起伏堰を上げることによって生じる水田やその周辺の一時的水域において繁殖している。この地域の田植えの時期は6月上旬で、アユモドキは堰上直後の一から二日間に産卵し、7月には稚魚が水路を伝って広範囲に分散する。

岩田（2006）によると、アユモドキの性成熟は、自然環境下で増水が起こる時期、すなわち6月の梅雨期のタイミングと一致しているため、近年主流となっている5月の連休や梅雨前の田植えでは、たとえ堰上げによる増水が起こった場合においても、繁殖することが困難であろうと推察している。そして、アユモドキの生存には、堰上げ等により水田へ注水する従来型の用排水兼用型灌漑の営農スタイルと、6月田植えという在来型水田農業が営まれることが必須であると指摘している。これらの条件を継続して満たすためには、地域の農家の協力が不可欠であることから、現在、地元農家や土地改良区等の協力のもと、市民団体などが中心となり保全活動が進められている。また近年、流域のため池からオオクチバスが流下し、アユモドキが捕食される被害も出ており、近隣のため池等を含めた外来魚駆除対策が進められている（岩田、2009c）。

2012年12月末に、京都府は亀岡市が提案する大型専用球技場をJR亀岡駅北側にある水田地帯に建設することを決定した。建設予定地は、アユモドキの繁殖が確認されている水域と隣接している。球技場が建設された場合、アユモドキの生息に極めて大きな影響を与えることが想定される。建設の是非も含めて、アユモドキへの影響を最小限に抑える工夫が求められる。

巨椋池

淀川上流の三川合流付近（京都市伏見区・宇治市・久御山町一帯）に位置していた巨椋池においてもアユモドキの生息が記録されている。巨椋池は周囲約16kmで、水深1m程度の浅い池であったが、1933年（昭和8年）から1941年（昭和16年）にかけて行われた干拓事業によって現在は農地となっている。大正から昭和にかけて巨椋池で漁をしていた元漁師からの聞き取り調査によると、アユモドキは3月から6月頃、ツケモンドリと呼ばれる釜（うけ）に、餌としてタニシを割って入れて岸边に仕掛けると漁獲されたようである（福田，1981）。

かつて巨椋池には宇治川の水が流れ込んでおり、増水時には池の水位変化が4mから5mに達したようである（吉田，1962）。また、河川改修によって明治43年に宇治川との連絡が切られ池が孤立した後も、冬季と梅雨期の平均月間水位の差が1m以上あったことが報告されている（三木，1927）。巨椋池に生息していたアユモドキは、増水に伴って生じる一時的な水域や、池とつながる水田周辺を繁殖の場として利用していたものと思われる。

琵琶湖

琵琶湖のアユモドキは、かつて湖岸および内湖一帯に分布し、晩春から初夏にかけてかなり多量に漁獲され、食用に供されていたようである（中村・元信，1971）。内湖とは、水路や開口部で琵琶湖とつながる独立した池沼で、その多くは水深が1～2m程度と浅く、ヨシなどの抽水植物が繁茂する水域である。現在、内湖の多くが干拓され、残されているものは少ない。琵琶湖のアユモドキは、琵琶湖本体よりも内湖や水路に生息し、産卵場所の水田との間を移動する「内湖・水田回遊型」

の生活史を持つことが報告されている（藤田ほか，2009）。しかし、水位管理により降雨に伴った水位変化が失われつつあることや、湖岸の開発によって琵琶湖と内湖の連絡が不十分になるなど、生息環境は極めて悪化している。琵琶湖のアユモドキは、内湖の一つである西の湖で1992年に採集された個体を最後に確認が途絶えている（藤田ほか，2008）。

琵琶湖周辺におけるアユモドキの保全には、内湖の環境回復が重要であり（藤田ほか，2008）、自然のリズムに合わせた湖面の水位の増減を回復させ、その影響を受ける場所に繁殖・育成場所を造成することが必要とされている（岩田，2009a）。

生息域外保存

現在、琵琶湖淀川水系のアユモドキの生息域外保存は、滋賀県立琵琶湖博物館、志摩マリナランド、姫路市立水族館で行われている。これらの飼育集団は、すべて京都府の八木地区由来であり、確認が途絶えている淀川や琵琶湖の個体群、さらには生息地付近で大型専用球技場の開発が計画されている亀岡地区の個体群は保存されていない。亀岡地区と八木地区は、同水系で且つ生息地間の距離も10km以内と近接しているものの、マイクロサテライト分析から、両集団のアユモドキの間に明確な遺伝的差異が見出されている（Abe et al., 未発表）。よって、早急に亀岡個体群の生息域外保存を行うべきである。

おわりに

アユモドキは、かつては食用とされ、極めて美味であったとされる（宮地ほか，1976）。古くは江戸中期（1709年）に貝原益軒が記した博物書「大和本草」に、「山城国（京都府中南部）桂川の

名物だが、その上流の大堰川（八木地区から亀岡市にかけての桂川の別称）にも生息する。大きさは一尺ほど。胴と尾はアユに似るも、頭はドジョウに似ている」と記されている。このように、アユモドキはかつて各地で食されており、名物として地域固有の食文化を担っていた。それがゆえに流域の人々の間で親しまれ、各地でアイモドキ、アユノオバハ（サ）ン（木津川）、アユドジョウ（宇治川）、ウミドジョウ（琵琶湖）、アイハダ（琵琶湖）などと様々な呼称で呼ばれている（片野，1985，岩田，2009b）。また、アユモドキは日本固有種で、その分布域が琵琶湖淀川水系と岡山県などに限られていることから、日本産淡水魚類の起源と分散経路を把握すべく動物地理学的に極めて重要な種とされている（長田・足羽，1998，前畑，2003，阿部・岩田，2007）。本種の保全には、水田農業を継続させることが重要であるが、河川の増水などにより自然繁殖が誘発される水域を再現することも必要となる。

このように、学術的にも重要であり、かつては流域の人々に親しまれ、地域の食文化を担っていたアユモドキを我々の世代で絶滅させてはならない。

謝辞

本稿をまとめるにあたり、京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科の岩田明久教授、京都大学大学院理学研究科の渡辺勝敏准教授、滋賀県立琵琶湖博物館の松田征也総括学芸員には貴重なご意見、ご助言いただいた。感謝とお礼を申し上げる。

引用文献

阿部 司・岩田明久．2007．アユモドキ：存続の

カギを握る繁殖場所の保全．魚類学雑誌，54（2）：234－238．

東 光治．1949．淀川の魚．大阪博物学会会誌，創立二十五周年記念号：26－35．

藤田朝彦・細谷和海・西野麻知子．2009．内湖の原風景を知る－標本を用いた魚類相の復元．「とりもどせ！琵琶湖淀川」の原風景（西野麻知子編），pp. 152－165．サンライズ出版，彦根．
——・西野麻知子・細谷和海．2008．魚類標本から見た琵琶湖内湖の原風景．魚類学雑誌，55（2）：77－93．

福田栄治．1981．旧巨椋池漁村の生活習慣・久世郡久御山町東一口の場合．京都府立総合資料館紀要，10：1－81．

市岡高校生物部魚班．1971．自然破壊への挑戦－淀川の淡水魚の研究から－．Nature Study，17（7）：7－12．

岩田明久．2006．アユモドキの生存条件について水田農業の持つ意味．保全生態学研究，11：133－141．

——．2009a．桂川におけるアユモドキの保全．「とりもどせ！琵琶湖淀川」の原風景（西野麻知子編），pp. 262－274．サンライズ出版，彦根．
——．2009b．アユモドキ．学名の歴史・和名の歴史．魚類自然史研究会会報ボテジャコ，14：19－25．

——．2009c．亀岡におけるアユモドキの生態とその現状．「保津川のサカナのハンドブック－第24回特別展・国の天然記念物アユモドキと保津川水系のサカナたち－」，pp. 13－17．亀岡市文化資料館，京都．

片野 修．1985．アユモドキに関するアンケート及び聞き込み調査．「昭和59年度アユモドキ生態分布調査報告書」，pp. 6－21，京都府農林水産部水産課，京都．

——．1997．アユモドキ．「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. 95-103. 緑書房, 東京.
- 河合典彦. 1989. 変貌するワンドの環境. 淡水魚保護, 2: 67-68.
- 紀平 肇. 1998. 淀川における増水後の溜まりで採集された仔・稚魚. 魚類自然史研究会会報ボテジャコ, 2: 35.
- ・長田芳和・木村英造. 1988. ワンド・タマリの保全—淡水魚貝類を中心に—. 関西自然保護機構会報, 15: 19-26.
- 前畑政善. 2003. アユモドキ. 「改定・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—4 汽水・淡水魚類」(環境省自然環境局野生生物課編), pp. 48-49. 財団法人自然環境研究センター, 東京.
- 三木 茂. 1927. 巨椋池の植物生態. 京都府史蹟勝地調査會報告, 8: 81-145.
- 水野寿彦・長田芳和・鉄川 精ほか. 1974. 淀川本流. 「大阪府下の川と魚」(大阪府水産林務課編), pp. 73-97. 大阪府水産林務課, 大阪.
- 宮地傳三郎・川那部浩哉・水野信彦. 1976. アユモドキ. 「原色日本淡水魚類図鑑」(宮地傳三郎・川那部浩哉・水野信彦著), pp. 239-240. 保育社, 大阪.
- 長田芳和・足羽 寛. 1998. アユモドキ. 「日本の希少な野生水生生物に関するデータブック」(水産庁編), pp. 148-149. 社団法人日本水産資源保護協会, 東京.
- 中村守純・元信 堯. 1971. アユモドキの生活史. 資源科学研究所彙報, 75: 9-15.
- 大家正太郎・宮下敏夫・河村厚生. 1975. 淀川の魚類及び環境と改修工事による影響について. 大阪府淡水魚試験場研究報告, 3: 1-111.
- 齊藤憲治. 1985. 保護・増殖のための施策に関する考察. 「昭和59年度アユモドキ生態分布調査報告書」, pp. 31-38. 京都府農林水産部水産課, 京都.
- ・片野 修・小泉顕雄. 1988. 淡水魚の水田周辺における一時的水域への侵入と産卵. 日本生態学会誌, 38: 35-47.
- 矢田敏晃・加藤喜久也. 1987. 淀川の魚類相と生息状況. 大阪府淡水魚試験場研究報告, 9: 1-71.
- 吉田敬市. 1962. 巨椋池の地理. 「巨椋池干拓誌」, pp. 15-72. 巨椋池土地改良区, 京都.

特集2 国内希少野生動植物種「アユモドキ」の保全：亀岡市の競技場建設に関連して

アユモドキ (*Parabotia curta*) を保全することの難しさ —岡山県における保全活動とその課題解決に向けて—

株式会社ラーゴ生物多様性研究室・岡山淡水魚研究会 阿 部 司

The difficulty of the conservation of Japanese kissing loach (*Parabotia curta*).
Tsukasa Abe (Biodiversity Research Division, Lago Co., Ltd, Okayama Freshwater Fish Society)

はじめに

なぜ、アユモドキは絶滅の危機から抜け出せないのか・・・。

アユモドキ (*Parabotia curta*) はコイ目アユモドキ科の淡水魚で、いわゆる“ドジョウ”の仲間である(図1)。山陽地方と近畿地方の一部といった全国的に見ると局所的な分布であるが、かつてはそれぞれの生息地において多産しており、地域によっては食用にされるほどであった(阿部・小林, 2007)。アモズ(岡山県)やアユノオバサン(京都府)、ウミドジョウ(滋賀県)などの地方名



図1. 絶滅の縁に立たされた天然記念物アユモドキ(岡山県旭川水系個体)。

も多く、各地域において馴染みのある魚であったことがうかがえる(片野, 1997; 岩田, 2009)。そのような淡水魚が1960年代には激減し、今日では絶滅危惧種の代表格である(阿部・岩田, 2007)。

冒頭に記した問いは、長年アユモドキの保全に尽力してきた保全関係者の悩みであり、絶滅を阻止すべく十数年本種の生態調査と保全活動に携わってきた筆者の苦悩でもある。生態と生息地の状況が明らかになるにつれて具体的な課題が見えてきた。その課題を克服し、アユモドキの復活およびアユモドキを核とした河川-氾濫原系および水田生態系の保全に向けて様々な取り組みがなされている。しかし、保全においても課題が山積し、依然としてアユモドキは絶滅の縁に立たされている。

本稿では、アユモドキの保全とその課題について岡山県の生息地を例に紹介する。そして、なぜ本種の保全が困難なのか、また存続に向けてすべきことは何か、考えてみたい。

アユモドキの現状

保全地域においても危機的状況

アユモドキは希少性や学術的価値などから国の天然記念物に指定されている。天然記念物指定は

1977年に種を対象に行われたが、この当時すでに分布域および個体数が著しく減少していた（中村，1977）。天然記念物指定後においても本種の減少は進み、現在では主な生息地は全国でも3カ所（西から岡山県旭川水系、吉井川水系、京都府琵琶湖淀川水系にそれぞれ1カ所）になってしまった。環境省や府県版レッドリストまたはレッドデータブックでは、絶滅危惧IA類またはそれに相当するカテゴリーに記載され、2003年には種の保存法の指定種となった。

岡山県においては旭川水系と吉井川水系にそれぞれ主な地域個体群が1つずつ存在する。その周辺においても当歳魚を含む本種の確認があるが、単発的な確認情報や少数個体のみの確認程度で、いずれも脆弱な個体群または上記の主な生息地から移動した個体と考えられる。そして、これらの生息地は以下に記すようにそれぞれ多岐にわたる課題を抱えている。つまり、アユモドキは保全活動が行われている生息地においても危機的なのである。

特異な生態と減少の要因

氾濫原環境に適応しすぎて現代社会に適応できず

生息地および個体数の減少には、主に本種の特異な生態と人為的な環境改変および稲作の農業の形態の変化が関係している。アユモドキは回遊魚である（阿部，2009a）。すなわち、普段の生息場所である河川や水路と、繁殖場所である氾濫原または休耕田や小溝などの一時的水域の間を往来する（図2，3）。繁殖場所の氾濫原環境は干上がりや低酸素など不安定な環境であるが、回遊といった生活史レベルから、産卵、発生、初期生態といった行動や発生レベルで高度に適応している（Abe et al., 2007a, b; Abe & Sakamoto, 2011）。繁殖時以外は、水量が豊富で流れがあり、砂礫底の

河川または水路で暮らす。中でも重なり合った巨礫の隙間や石垣の空隙など水の循環を伴う隙間を隠れ家および越冬場所として利用する（詳しい本種の生態については阿部（2009a, 2012）を参照）。

一方、河川は氾濫を抑制するため、流路の直線化やコンクリート護岸化、ダムや堰による水位管理が進められてきた。水田地帯では、休耕田や小溝など氾濫原に類似した環境を繁殖場所として利用してきたが、生産性向上のための用排水の分離や小溝のコンクリート化など圃場整備が行われた。

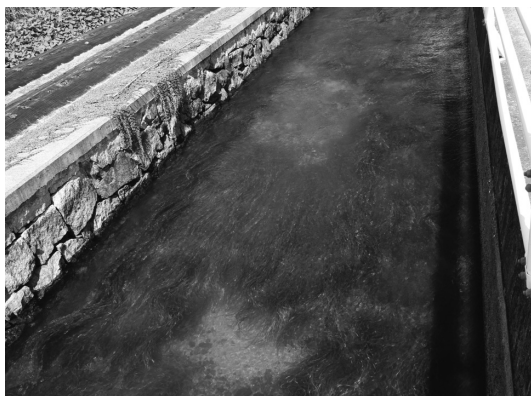


図2. アユモドキが生息する旭川水系の石垣護岸の水路。底は砂礫でセキショウモなどの沈水植物が生える。

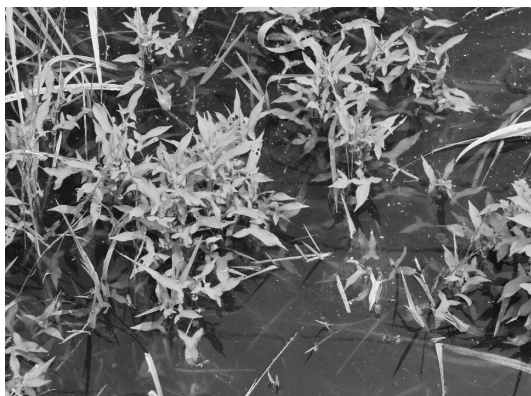


図3. 吉井川水系のアユモドキ繁殖場所。陸上の植物が生え、増水時のみ水に浸かる一時的な水域。

さらに上記の河川改修や堤防による氾濫の抑制によって、これまで氾濫の危険性から人間が利用できなかった場所においても宅地造成等の土地改変が進んだ。これらの河川と水田地帯における環境改変は、アユモドキの生息環境、特に繁殖場所となる氾濫原環境を喪失させる結果となった（岩田，2006；阿部・岩田，2007；青・阿部，2009）。このことが、本種が減少した主な要因と考えられる。

現在残された生息地においてもこれらの影響により本種の繁殖場所および生息場所は極めて限定されている。また、オオクチバス等外来魚による捕食や販売または飼育目的の密漁、水路の清掃時の著しい減水や水路工事現場からの有害物質の流下による個体の死亡事故など、多くの問題がある（阿部，2009b）。その上、旭川水系の繁殖場所では周辺の水田の宅地化、吉井川水系の繁殖場所では道路建設等の開発の計画が存在する（阿部，2006；阿部・小林，2007）。減少要因については阿部・岩田（2007）に詳しい。

岡山県におけるアユモドキの保全とその課題

アユモドキの状態を危機から復活に転じるために、これらの課題に対して、保全団体や行政、地域など多様な主体によって様々な保全の取り組みがなされている。この10年間はそれ以前に比べ行政による取り組みなど保全は前進してきたが、それらにおいても課題が存在する。以下に主なものを紹介する。

繁殖場所の保全

繁殖場所の喪失がアユモドキ激減の主要因であることは先に述べた通りである。残存する岡山県の生息地においても繁殖場所は極めて限定され、かつては岡山平野を中心に面的に広がっていたと考えられる繁殖場所も現在では点である。そこで、

生息地における保全では繁殖場所の維持および造成に力点が置かれている。現在、本来の自然に近い河川敷に復元する方法または休耕田を用いる方法が繁殖場所の整備として実施されている。

堤外地の河川敷に繁殖場所を復元する取り組みは、吉井川水系において国土交通省中国地方整備局岡山河川事務所によって試みられている。各地で失われた繁殖場所を再生し、縮小した個体群を復活させることを事業の将来構想とし、現場の様々な状況に適応できるように複数のタイプの繁殖場所を試している。これは有識者や地元区長、行政等からなる協議会での検討をもとに、面積や進入口の形状などを変更しながら試行錯誤で実施している（阿部，2012）。現場の不安定な要素に対応しつつ、効果的な繁殖場所を作るには大変な時間を要するが、2010年からは再生した繁殖場所であユモドキの仔稚魚が確認され、成果が得られつつある。この再生した繁殖場所では、アユモドキの他にもサンヨウコガタスジシマドジョウ（*Cobitis minamorii minamorii*）など絶滅危惧種を含む非常に多くの魚類が繁殖場所として利用している。

休耕田を活用した繁殖場所の整備は、岡山淡水魚研究会によって1989年から旭川水系の生息地で行われてきた（湯浅1991；青・阿部2009）。休耕田の借用だけでなく、陸地化が進む休耕田において繁殖場所としての機能を維持するため水路掘りや表土の掘削、年数回の草刈りといった地道な作業も岡山淡水魚研究会が中心となり実施している（図4）。本来、このような環境は河川の攪乱によって適度に維持されるものであるが、宅地化が進む水田地帯の中で、休耕田を繁殖場所として人力で維持することは容易ではない。旭川水系で本種の繁殖が例年確認されているのはこの休耕田のみである。以上の取り組みが地域個体群存続に大きく貢献してきたことは想像に難くない。

繁殖場所の維持管理だけでなく、本種の繁殖関

連の行動に対する人為的な障害についての救助も行われている。吉井川水系の生息地には、成魚の産卵回遊ルート上に灌漑用の転倒堰がある。この転倒堰が起き上がり上流部が冠水し、繁殖場所が形成される。しかし、転倒堰が閉まった後に下流の河川から遡上する個体は、この堰によって遡上が阻害されてしまう。これらの個体を堰の上流へ移動する作業が人力で行われている。

旭川水系の繁殖用休耕田では、中干し時の急激な減水時に休耕田内に取り残される個体がいる。中干しは約1週間続き、その間に窪地の水溜りも徐々に干上がっていく。この干上がりで個体が死



図4. 岡山淡水魚研究会が借用し維持管理を行っているアユモドキ繁殖用休耕田の草刈り。



図5. 減水時のポンプによる給水作業。水路の護岸は生息地保全のために設置された石垣。

滅しないように、稚魚の救出が岡山淡水魚研究会によって行われている。また、氾濫抑制のため大雨またはその予報が出された際に隣接する水路への水の供給が減少または停止され、繁殖用休耕田の水が抜けることがある。減水時には漏水を止めるための土嚢積みやポンプによる給水なども行われている（図5）。しかし、これらの対応に日常的に関わることができる保全団体の会員はそれぞれの生息地において1から数名で、個人への負担が大きい。

生息場所と越冬場所の保全

本種は水量の多い砂礫底の河川または水路を生息場所とする。冬季は巨礫や石垣の間隙で越冬する。河川改修ではこれらの環境が失われないように配慮を求めている。護岸を固める必要がある場合でも空隙の多い石垣やブロックで、内部の水が循環しうるものを採用するなどの配慮が見られる（図5）。河床についても可能な限り自然の底を残し、埋設された水道管保護等のために底をコンクリートで覆う必要がある場合にも砂礫が堆積する深部を設けるなどの配慮が見られる。アユモドキ生息地におけるこれらの環境への配慮は、岡山淡水魚研究会の地道な関係行政部局への働きかけと協議によって実現する場合が大半であった（坪川，1997；青，2005）。これまでは本種の生息に悪影響を及ぼす開発や工事の実施または計画が具体化した段階で問題として協議が行われることが多かった。現在では下記の連携で記すように、一部ではあるが影響を及ぼす工事などの情報共有が関係行政部局と保全団体などの間で行われつつある。しかし、保全関係者との協議なしで工事が実施され、問題になるケースも多い。また、これらの協議は、事例ごとに現場の状況に合わせて内容を検討する必要がある、調査が必要になる場合もあることから非常に時間を要する。したがって、事業の計画

段階で早期に協議を行うことが効率的で、より本質的な保全措置につながる。

生息地においては繁殖場所とあわせて保全団体会員による環境の異変や密漁の監視がなされている。一部は環境省中国四国地方環境事務所の事業として他の希少魚種とあわせて実施されている。また、旭川水系生息地の町内会では淡水魚保護宣言を行い地域住民による密漁の監視が行われている。これらによって水路の著しい水位低下の発見と個体の保護や密猟者の逮捕につながった例もある。

生息地に見られるオオクチバス等の外来魚も捕食者として脅威である（阿部，2009b）。岡山市教育委員会や岡山淡水魚研究会会員によって小規模ではあるが地道な駆除が行われている。しかし、流水域である生息地と周辺の河川や複数のため池には多くのオオクチバスが生息しており、その対策には苦慮している。

生息域外保全

アユモドキは個体数も少なく、生息地も限定されることから、瀬戸町教育委員会（現岡山市教育委員会）は2005年に飼育環境下の系統保存を開始した。2007年には野外調査で得た繁殖に関する知見をもとにホルモン剤を用いない飼育環境の操作による人工繁殖技術を開発した（阿部，2008）。現在では吉井川水系と旭川水系の両生息地の小学校で、普及啓発および環境教育の目的とあわせて、この人工繁殖手法で児童とともに人工繁殖を実施している。遺伝的多様性を維持するための個体数を飼育するスペースや管理の担い手確保が課題となっているが水族館等施設等と連携して取り組んでいる（神戸市立須磨海浜水族園URL：<http://www.city.kobe.lg.jp/information/press/2013/03/20130323142001.html> 2013.5参照）。

このような生息域外保全において企業の協力も

心強い。イチモンジタナゴを例にあげれば、セキュリティの高い企業の構内において周辺環境と対象魚の繁殖を考慮したビオトープを整備し、飼育だけでなく専門家と連携して繁殖まで実践するといった積極的な取り組みが行われている（オムロン株式会社URL：http://www.omron.co.jp/about/csr/envIRON/biodiversity/bio_active/ 2013.5参照）。

普及啓発

川で親しむ機会が少なくなり、また本種の個体数も少なくなった今日では、生息地域においても若い世代の住民に本種の存在は認知されていなかった。そこで、水辺学習会や稚魚観察会などの環境学習会を通じた普及啓発が行政や保全団体等によって催されている。実際にアユモドキを見ることができると好評で、いつも大勢でにぎわっており、リピーターも多い。また、上記のとおり2010年より生息地の小学校で人工繁殖を実施している。これに関連して、地域の自然や農業について学ぶ地域学習の時間も設けられている。人工繁殖によって得られた個体は、生息地域を中心に市内の小中学校や公民館などで岡山市教育委員会によって常設展示が行われている（図6）。生息地に立地する企業の工場においても工場見学ルート



図6．小学校の人工繁殖で生まれた個体。普及啓発にも貢献している。

に設置された水槽で常設展示が行われている（キリンビルURL：http://www.kirin.co.jp/csr/env/topics/2013/0411_01.html 2013.5参照）。地域の小学校では上記の人工繁殖だけでなく、瀬戸町教育委員会がアユモドキの解説をした下敷きの配布を行った。また、アユモドキの保全をテーマにシンポジウムも開催している。生息地の小学校児童によるアユモドキ絵画展も開催された。これらの取り組みによって現在では生息地域においてアユモドキは広く知られている。

より広い範囲を対象とした普及啓発のコンテンツとして、関係する行政機関からのパンフレットやインターネットを介した広報も行われている（岡山市教育委員会事務局文化財課URL：http://www.city.okayama.jp/kyouiku/bunkazai/bunkazai_00059.html 2013.5参照など）。また、岡山市デジタルミュージアムではアユモドキに関する展示だけでなく、ペーパークラフトをクイズの正解者に配布するといった普及の試みもなされている（岡山市デジタルミュージアムURL：<http://www.city.okayama.jp/okayama-city-museum/papercraft/papercraft-ayu.html> 2013.5参照）。生息地の特定ができないように配慮しながらテレビや新聞など報道機関にも積極的に情報を提供し、広報に努めている。

岡山県の生息地における500日以上フィールドワークおよび保全活動において、地元の方々と個人的に交流する機会も度々得られた。そのようなときにはワークショップやシンポジウムなどとは違った本音と考えられる意見を伺うことができた。現地で作業は地域の方々と交流できる貴重な機会でもある。

連携

アユモドキは河川や農地、住宅地など様々な環境とかわりを持って存在し、保全上の課題も多岐にわたっている。効果的に保全を進めるにはこ

れら多くの関係者と情報を共有し、互いに専門分野を生かし支え合いながら取り組みを発展させることが重要である。

これまでは、保全団体と行政との間だけでなく、一つの地方自治体内においても部署間の情報共有が不十分または保全に対する認識が異なることが度々あった。そのため、生息域において検討がされないままに悪影響を与える工事が実施され、また保全の中心を担っている地方自治体が行った生息地の水路改修工事による個体の死亡事故も発生した。これを受け岡山市は、保全団体や関係部署との協議によって生息地の河川および水路の工事における本種への配慮事項を担当者が変わっても確実に引き継げるように“アユモドキ保護に伴う工事実施マニュアル”としてまとめた。また、度々の危機的状況を受けて、有事の際に迅速に対応するため、岡山市関係部署や環境省、保全団体等との緊急時連絡網も整備された。

水田地帯に残された本種の存続には、水路や水の管理を担う地域の農業との連携が欠かせない。しかし、これまで水の管理等についてアユモドキの保全を優先する立場と農業を優先する立場との間で対立することもあり、積極的な連携には至っていない。この状況を打開すべく、地域の公民館や岡山淡水魚研究会等保全側の立場から地域の水路の藻刈りに参加するなど連携に向けた取り組みが開始された（図7）。

保全においては今後を担う若い世代への教育に関わる機関との連携も欠かせない。特に、次項の普及啓発においては地域の学校との連携は効果的である。また、本種は地域の小学校において郷土の自然や農業を学ぶきっかけにもなっている。このようにアユモドキの存在や生息する自然環境を地域の貴重な資源として活かすことが、長期的な保全の取り組みにおいて重要な視点と思われる。

これら多岐にわたる連携を効果的に進めるには、

指針および具体的な保全活動計画を作成し関係者間で認識を共有すること、お互いの意見を交わす場を設けることが重要と思われる。指針については岡山市教育委員会では天然記念物アユモドキ保全活用指針を作成している（岡山市教育委員会文化財課 URL： http://www.city.okayama.jp/kyouiku/bunkazai/bunkazai_00061.html 2013.5参照）。情報共有の場については、参加者や時間が限られたものが存在する程度で、十分とは言えない。

保全活動を多面的に展開するにはその担い手を増やすことが重要である。各生息地において日常的に保全に携わることができる方は限られており、担い手の確保が課題となっている。さらに保全団体おける高齢化問題も存在している（青・阿部，2009）。地方行政内においても一部の部局に本種の対応が集中して、予算や担い手が不足しており、山積みの課題がなかなか片付かないのが現状である。

また、現在では個人の努力で行われている取り組みは、行政や地域の協力によって作業を軽減できるものもある。例えば、堰により遡上が妨げられている成魚の救出や減水時の繁殖用休耕田への



図7. 農業水路である生息地の藻刈り。地域の農業関係者によって行われてきたが、近年では保全側の立場からも参加している。保全側と農業側の貴重な交流の機会となっている。

給水および稚魚の救出には、前者には魚道の設置、後者には水位変動に合わせて自動的に給水するシステムの導入により負担を軽減することができる。これらは任意団体だけでは土地改変の許可や設置費など課題は多いが、地域や行政等と連携することで実現の可能性は高まる。

以上のように、連携は多岐にわたる。次に記す調査研究など専門性の高いものは研究機関等専門家との連携も重要になる。これら連携の強化は、保全を効果的に進めるために早急に組むべき課題である。

調査研究とモニタリングで

保全に直結する本質的なデータを

効果的に保全を進めるためには、相手のことを良く知る必要がある。アユモドキの生態についてはかつてより調査が行われており、水田地帯で繁殖すること、石垣等の隙間を隠れ家にするなどが指摘されていた（中村・元信，1971；斉藤ほか，1988；湯浅・土肥，1989）。近年では岡山大学等の研究機関や岡山淡水魚研究会等の保全団体に加え、岡山市教育委員会や環境省中国四国地方環境事務所など行政機関の事業としても調査が行われている（阿部，2012を参照）。また、繁殖場所へ遡上する成魚の個体数や繁殖場所における稚魚の個体数のモニタリング、遺伝子解析からの有効集団サイズの推定および分類学的位置や保全単位の検討等も試みている（Watanabe et al., 2008, 2009；阿部ほか，未発表）。

これまでの調査によって、本種のおおよその生活史は明らかとなった。しかし、保全を効果的に進めるための情報は不足している。これまで行われてきた保全措置の多くは効果の検証がなされておらず、効果的な保全措置というものが確立されていない。確かに工事で設置された環境配慮型護岸などの効果を検証することは困難であるが、バ

イオテレメトリーの手法を用いる、または飼育下で再現したもので実験的に検証するなど方法はある。今後は実践的な保全に資する調査が求められる。

幻の魚と称されてきた本種の調査は並大抵でない。すなわち、アユモドキは石垣等の隙間を住み家とし、産卵のために回遊を行う。そして、各地域個体群の主な繁殖は年に1から2日程度の短期間に限定される（Abe et al., 2007a, b）。今日では個体数も少ない。そのうえ、野外の生息地では年による魚の成熟期のずれや大雨による攪乱、営農活動など様々な影響も存在する。調査で十分な結果を得るには専門的な知識と調査技術だけでなく、大変な時間を要する（阿部，2012）。貴重な調査の機会を活かして最大限情報が得られるように、関係機関が連携して計画的な調査を行うことが重要である。

アユモドキと共に地域の生物多様性を 保全・活用する社会の実現に向けて

守りの保全から積極的な保全へ

以上のように岡山淡水魚研究会などの保全団体や岡山市教育委員会等の行政機関を中心に、多岐にわたる保全活動が行われている。これらの活動により、近年においては旭川水系と吉井川水系の2地域個体群について急激な個体数の減少は見られていない。しかし、近年においても水路の著しい減水や工事現場からの強アルカリ水の流下による本種の死亡事故が起きている。各生息地の繁殖場所は依然として極めて限定されており、将来の環境改変や予期せぬ事故によって壊滅的な影響を受ける可能性があり、決して安定的とはいえない。

事故が起こらないように万全を期すのはもちろんであるが、予期せぬ壊滅的な影響を及ぼす事象

が起こっても絶滅しないような強固な個体群を再生する必要がある。かつては周辺にも広く本種は生息した。これらの生息地を積極的に復元し、個体群の再生を図ることが重要である。

上記の通り、河川の堤外地または水田地帯の休耕田における繁殖場所の整備は生息地において実践されている。新たに生息地を再生するには河川の堤外地においては、これらの技術を活かし、陸地化している河川敷や高水敷において繁殖場所を復元し、魚類の繁殖等を考慮した水位調節が重要である。河川管理においても生物多様性保全の視点が取り入れられた現在、すでに琵琶湖淀川水系では、治水と利水、そしてコイ科魚類の繁殖など環境に配慮した水位調整が試みられている（国土交通省近畿地方整備局URL：<http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/kannai2007/06/14.pdf> 2013.5参照）。水田地帯では休耕田を活用した繁殖場所の整備も効果的と考えられる。これらを実現するには、具体的な保全計画のもと地域を含めた関係者間の連携の強化が欠かせない。

地域社会の中にアユモドキの 生存条件を満たす仕組みを

アユモドキの不安定な生息状況、特に繁殖の困難さの背景には、本種の存続に必要な環境と人間のニーズを追求した環境改変との逆行が問題として存在する。すなわち、アユモドキは繁殖に氾濫原環境を必要とするのに対し、河川や水路の改修は洪水が起きないように行われた。水田地帯においても生産性向上や作業労力軽減のため圃場整備や農業優先の水管理が行われ、氾濫原の代替地となる環境も失われた。これらは本種の生存条件をことごとく奪う結果となった。アユモドキと人間が求める環境の間で整合性がとれていない問題は、現在の生息地においても根底に存在する。実際には生息地には河川や水路の改修、道路建設等の開発な

どの問題が潜在し（阿部，2006；阿部・岩田，2007），また生息する河川や水路は大雨が降ると人為的な水位操作により著しく水位が低下するのである。

このような状況で保全を強く訴えると，人間の命や生活と魚のどちらが大切かという問いを突きつけられることもある。これまでは地域と保全側が十分に協議することなく，両者間の対立が深まり，種または環境の保全と地域社会が乖離しかかることが度々あった。極端な場合，農業用水路とは別にアユモドキのための水路を作るべき，という指摘を受けることもある。人間が利用する以前から本種はその地域を利用していたと考えられ，この意見はいささか乱暴とを感じるが，偶然の要素があったとしてもこれまでアユモドキを守ってきた地域が，本種が生息することで多大な不利益を被らないような配慮も重要である。また，アユモドキ専用の水路を検討しようとしても，そのような空間および維持管理の担い手などの余地は見当たらない。また，地域社会と乖離した保全は，人々の暮らしの中での共存という文化的な本種の価値を損なうものと思われる。

この問題を克服するためには，地域を含め関係者間で協議を重ね，お互いの要求が満たされる着地点を探ることが欠かせない。また，より効果的な保全技術を考案することも重要である。これらによって，現在および将来の地域社会の中にアユモドキが存続し得る仕組みを構築することが本種の保全の重要なポイントと考えられる。

アユモドキの保全の本質は，アユモドキという種の保全にとどまらず，豊かな環境および生物多様性が人間社会の中で保全・活用されることであると考えている。もちろん，アユモドキという種の存続に多大な価値があるが，象徴種かつアンブレラ種である本種の保全が地域の環境や文化，そして生物多様性の保全につながる。すでに一部で

取り組み始められた農作物のブランド化や環境教育や地域学習の題材などの活用によって，アユモドキ保全の中で地域社会がさらなる発展を遂げることが長期的な保全に重要な視点と考えられる。

以上のように，本来の自然の中ではなく，強く人為の影響を受ける環境での暮らしを余儀なくされたアユモドキの保全は，魚側の問題や社会，組織的な問題まで含み，相当に難しいものである。時間を必要とする課題が多いが，これまで地道な活動によって維持されてきた本種とその生息環境を未来につないでいけるように関係者間の連携を確かなものにして発展的に取り組んでいきたい。

謝辞

本研究および活動を遂行するにあたり，青雅一理事長をはじめ岡山淡水魚研究会会員，坂本竜哉教授をはじめ岡山大学理学部附属臨海実験所メンバー，京都大学大学院岩田明久教授および渡辺勝敏准教授，岡山市教育委員会文化財課岡本芳明氏には多岐にわたりお世話になった。特に，岡山淡水魚研究会小林一郎理事と阿部まりあ氏には多大なご指導とご支援を頂いた。心よりお礼申し上げます。本研究の一部は，瀬戸町教育委員会および岡山市教育委員会のアユモドキ保全活用事業，水産庁希少水生生物保全事業の中で行われた。また，研究一部は日本学術振興会（特別研究員奨励費）とタカラハーモニストファンドの助成を受けた。

引用文献

- 阿部 司. 2006. 岡山県瀬戸町アユモドキ繁殖地の現状と開発計画について. 日本生態学会中国四国地区会報, 60: 59.
- . 2008. 絶滅危惧のアユモドキ 土や草の“水没”が産卵を促す. 自然保護, 505: 25.

- . 2009a. 魚類の回遊・産卵を制御する要因と氾濫原環境への適応—“純淡水回遊魚”アユモドキを用いた生態生理学的研究—。比内内分泌学, 35: 202–206.
- . 2009b. 特定外来生物オオクチバス *Micropterus salmoides* による天然記念物アユモドキ *Leptobotia curta* を含む在来魚の捕食。陸水生物学報, 24: 1–4.
- . 2012. アユモドキ (*Parabotia curta*) の氾濫原環境への適応と繁殖場所の保全・復元。応用生態工学, 12: 243–248.
- ・岩田明久. 2007. 日本の希少魚類の現状と課題 アユモドキ：存続のカギを握る繁殖場所の保全。魚類学雑誌, 54: 234–238.
- ・小林一郎. 2007. “幻の魚”となったアユモドキー“身近な魚”への復活を目指して—。ボテジャコ, 12: 51–56.
- Abe, T., I. Kobayashi, M. Kon, & T. Sakamoto. 2007a. Spawning behavior of kissing loach (*Leptobotia curta*) in temporary waters. Zoological Science, 24: 850–853.
- , ——, ——, & ——. 2007b. Spawning of kissing loach (*Leptobotia curta*) is limited after the formation of temporary waters. Zoological Science, 24: 922–926.
- & T. Sakamoto. 2011. Embryonic development and larval behavior of the kissing loach (*Parabotia curta*): adaptations to an ephemeral, hypoxic environment. Ichthyological Research, 58: 238–244.
- 青 雅一. 2005. 岡山淡水魚保護の現状と岡山淡水魚研究会の30年。魚類学雑誌, 52: 58–61.
- ・阿部 司. 2009. 水田と水路の保全による在来魚の復元アユモドキー休耕田を利用して—。「田園の魚をとりもどせ！」(高橋清孝編), pp. 81–86. 恒星社厚生閣, 東京.
- 岩田明久. 2006. アユモドキの生存条件について 水田農業の持つ意味。保全生態学研究, 11: 133–141.
- . 2009. アユモドキ, 学名の歴史・和名の歴史。ボテジャコ, 14: 19–25.
- 片野 修. 1997. アユモドキ. 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. 95–103. 緑書房, 東京.
- 中村守純. 1977. アユモドキとネコギギ。月刊文化財, 166: 25–32.
- ・元信 堯. 1971. アユモドキの生活史。資源科学研究所彙報, 75: 9–15.
- 斉藤憲治・片野 修・小泉顕雄. 1988. 淡水魚の水田周辺における一時的水域への侵入と産卵。日本生態学会誌, 38: 35–47.
- 坪川健吾. 1997. 市民レベルでの淡水魚保護活動—岡山淡水魚研究会20年の活動から—。「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. 261–269. 緑書房, 東京.
- Watanabe, K., T. Abe, & A. Iwata. 2009. Phylogenetic position and generic status of the Japanese botiid loach. Ichthyological Research, 56: 421–425.
- , H. Takeshima, A. Iwata, T. Abe, K. Uehara, R. Kakioka, D. Kihira, & M. Nishida. 2008. Isolation and characterization of 39 microsatellite loci in the endangered Japanese loach *Leptobotia curta*. Molecular Ecology Resource, 8: 145–148.
- 湯浅卓雄. 1991. 国の天然記念物アユモドキの水田による産卵増殖。Takaraハーモニストファン ド平成元年度研究活動報告, 9–13.
- ・土肥直樹. 1989. 岡山県における水田及び水田に類似した一時的水域で産卵する淡水魚群—アユモドキを中心として—。淡水魚保護, 2: 120–125.

原 著

石川流域におけるカワバタモロコの生活史 —市民によるモニタリング調査の成果—

吉村 元貴¹⁾・細沼 美穂²⁾・柴田 園江²⁾・吉村 充弘³⁾・堀井 宏行⁴⁾
林 紀子⁴⁾・北井美喜子⁴⁾・林 武彦⁴⁾・升方 拓郎⁵⁾・石田 真隆⁵⁾

1) 大阪教育大学大学院理科教育専攻・南河内水生生物研究会 2) 南河内自然と子どもネットワーク
3) 飛鳥川じゃこ取りネットワーク 4) 太子“e”メガネ 5) 南河内水生生物研究会

Life history of the golden venus chub *Hemigrammocyppris rasborella* in the Ishi River basin, Osaka Prefecture. : Results of investigation monitored by the citizen. Motoki Yoshimura, Miho Hosonuma, Sonoe Shibata, Mitsuhiro Yoshimura, Hiroyuki Horii, Noriko Hayashi, Mikiko Kitai, Takehiko Hayashi, Takurou Masukata and Masataka Ishida

要旨：石川流域におけるカワバタモロコ *Hemigrammocyppris rasborella* の生態的特性の把握を目的に，市民団体と協力して，ため池では2009年10月から2012年10月まで，小学校ビオトープ池では2011年7月から2012年7月までモニタリング調査をおこなった。

5月下旬から8月まで，二次性徴が見られ，雌雄の区別ができた。コホート解析の結果，雌雄ともに2つの年級群で構成されていた。同一年級群の体長を雌雄別で比較すると雌の方が大きく，性的二型が存在することが分かった。また，当歳魚は9月から採集され始めた。このことから，本種の繁殖期は5月下旬から8月までで，生まれた個体は1年で成熟して繁殖に参加するが，一部の個体はその後も生き残って翌年の繁殖に参加することが明らかになった。

標識個体の捕獲数の推移から推定した生息密度は，ため池では1.2個体/㎡，小学校ビオトープ池では31.4個体/㎡であった。小学校ビオトープ池での密度は非常に高かったにもかかわらず，生存率はため池と差がなかった。小学校ビオトープ池では導入前にアメリカザリガニ等の捕食者を除去したこと，そして，ため池に比べて日当たりがよく水深も浅かったので，餌が豊富であったことで生存率に差が見られなかったと考えられた。

さらに，市民が主体的に関わったモニタリング調査の意義と問題点について論じ，石川流域における本種の保全に向けての課題を検討した。

キーワード：市民モニタリング調査・学校ビオトープ池・カワバタモロコ・石川流域・生活史

はじめに

コイ科ダニオ亜科カワバタモロコ属の日本固有の淡水魚である。カワバタモロコは静岡県以西の本

カワバタモロコ *Hemigrammocyppris rasborella* は

州太平洋側と瀬戸内海側，四国の瀬戸内海側，お

よび九州の北西部に分布し、平野部の浅い湖沼・ため池や流れの緩い川を好む（星野，1998）。

近年、カワバタモロコは、オオクチバス *Micropterus salmoides* やブルーギル *Lepomis macrochirus* 等の肉食性外来魚による食害等によって激減し（高久・細谷，2008），環境省のレッドデータブックでは絶滅危惧種IB類に位置付けられている（URL：http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=21437&hou_id=16264 2013.2参照）。それに加え、全国的に著しい減少傾向にあり（高久・細谷，2008），カワバタモロコが確認されているすべての府県でも地方版レッドデータブックに記載され、大阪府では絶滅危惧Ⅱ類になっている（URL：http://www.kannousuiken-osaka.or.jp/zukan/zukan_database/tansui/2150b2c26b1c855/7150b5b7845eadeb.html 2013.3参照）。

2009年に大阪府南河内地域のため池で、カワバタモロコの生息が確認された（吉村ほか，2012）。南河内地域において本種は1970年代の石川（大阪府水産林務課，1974）および、1970年に飛鳥川流域のため池（大阪市立自然史博物館 収蔵標本 OMNH-P 18632, 18633）で採集記録が存在する。しかしながら、その後は採集記録がなく、今回の発見は36年ぶりとなった。2010年におこなわれた南河内地域におけるため池調査で新たにカワバタモロコが生息するため池は確認されず、南河内地域にカワバタモロコ生息は1カ所のため池でのみ確認されている（吉村ほか，2012）。

生息個体数や成長、寿命といった個体群特性は絶滅危惧種の保全策を検討するうえで最も基本的な知見である（鷲谷・矢原，1996）。本種に関して鈴木（2008）はため池によって成長や寿命が大きく異なることを示唆した。ため池による個体群特性が大きく異なる場合、それぞれのため池毎に独自の保全策の検討が必要となる。そのため、石川流域のカワバタモロコ保全策を検討するうえで

個体群特性等の基礎的知見を把握することが重要となる。

一方、近年、国レベルの自然環境保全策は、都市緑地保全法、環境基本法の制定や、生物多様性国家戦略の策定で地域の自然的・社会的特徴に配慮した施策へと移行しており、地域固有の生態系を重視した保全施策の推進に向けた具体的な動きが見られる。この地域性を重視した環境保全活動を実施する際、市民団体の活動に大きな期待が寄せられている（佐藤・熊谷，2003）。そして、地域で生活する住民にとって、日常的な視野にある対象（希少魚とその生息環境）の継続的な保全は、住民自身が実感を持った形でこそ効果があるといえる（森，2005）。そこで、石川流域におけるカワバタモロコ個体群の保全では継続的な保全を目的として、市民団体が主体となりため池、および保護池でのモニタリング調査を継続的にこなっている。

本報告では石川流域におけるそれら調査から明らかになったことを報告し、カワバタモロコ保全に市民が関わることの意義について論じる。

本調査をおこなうにあたり、調査方法等で有意義な意見を下さった滋賀県立大学環境生態学科の浦部美佐子教授、現場でのモニタリングの手法について丁寧にご指導いただいた千葉県環境生活部自然保護課の鈴木規慈様、データの解析、および本報の執筆に当たり丁寧なご指導を下さった大阪教育大学教育学部教養学科の近藤高貴教授に心から感謝を申し上げる。

調査地の概要

調査は、石川流域においてカワバタモロコの生息が唯一確認されているため池、および生息域外保全拠点として協力いただいている南河内郡内の小学校ビオトープ池でおこなった。カワバタモロ

コ保全の観点から調査地の地図等の記載は控える。

ため池は丘陵地に位置しており、流入河川が無く、現在、灌漑用水として利用されておらず、池干し等の管理はおこなわれていない。ため池内に沈水植物や抽水植物等の植物群落は認められない。池の底質は砂泥で、リターの堆積が認められ、底を踏みつけると底からガスが噴出する箇所もある。ため池の周囲は森林に囲まれており、日当りは悪い。魚類相はカワバタモロコ・ミナミメダカ *Oryzias latipes*・フナ類 *Carassius* spp.・ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* が確認されている。その他にアメリカザリガニ *Procambarus clarkii* が多数生息している。最大水深は1 m以上で、水面の面積は621m²である。

小学校ビオトープ池は、カワバタモロコの生息が確認されたため池と同一流域にあり、流入出河川はない。また、小学校ビオトープ池は2002年に小学校の児童と保護者が協力して造成され、現在では理科教育や、カワバタモロコを対象とした環境教育プログラム等で活用されている。周辺の草刈り等の維持管理は委員会活動の一環で取り組まれている。また、1年に一度、3月末に市民団体「太子“e”メガネ」と児童が共に小学校ビオトープ池の水を抜き、干上げる管理作業をおこなっている。小学校ビオトープ池内にはヒメガマ、クワイ等の抽水植物があるが、沈水植物等は見られない。池の底質は砂泥である。周辺には桜の木が植えられている。魚類はカワバタモロコ・ドジョウが確認されている。水深は最深部で約50cm、水面の面積は約15m²である。

小学校ビオトープ池へのカワバタモロコの導入

カワバタモロコ導入前の小学校ビオトープ池には導入経緯不明のドジョウとアメリカザリガニが多数生息していたため、2011年3月25日から2011年4月8日の間、池を干上げ、アメリカザリガニ

を駆除した。池干し後、水分を含んだ底泥の中からはアメリカザリガニやドジョウを発見することができなかった。池干しによるアメリカザリガニの駆除後、2011年4月20日にタモ網によるすくい取り調査を2人×15分間おこなったがアメリカザリガニを確認することはできなかった。

そして、ため池で採集されたカワバタモロコ50個体を2011年5月6日に小学校ビオトープ池に導入した。

調査期間

ため池における調査は2009年10月1日と2010年から2012年の4月から10月にかけて、原則的に月一回、市民団体「南河内自然と子どもネットワーク」「飛鳥川じゃこ取りネットワーク」「南河内水生生物研究会」のメンバーと協力しておこなった。

小学校ビオトープ池における調査は2011年7月～10月と2012年6月～7月にかけて原則的に月一回、市民団体「太子“e”メガネ」のメンバーと協力しておこなった。

また、2012年3月26日に太子“e”メガネの方と小学校の児童が小学校ビオトープ池の池干しをおこない、生息しているカワバタモロコを全て採集し、池干し後に水を入れた小学校ビオトープ池へ2013年4月11日に戻した。

なお、本調査はため池の所有者、および小学校の許可を得ておこなった。

魚類採集および測定方法

カワバタモロコの採集にはプラスチック製のモンドリ（トヨゼン製作所、外径寸180×250mm；以下セルビン）を用い、市販の釣り餌（マルキュー株式会社、ハエ競技用まきえ）15～20gを市販の茶葉用不織布パックにいれて集魚材とした。採集にはため池で10個・小学校ビオトープ池で4個のセルビンを池の定点に設置した。

採集した個体は魚類・甲殻類麻酔剤FA100（田辺製薬株式会社製）を用いて麻酔後、測定板を用いて標準体長を0.5mmまで、電子天秤を用いて体重を0.1gまで現地で測定した。また、カワバタモロコは普段、性的二型が顕著に見られないが、繁殖期には顕著な性的二型が見られ、雌は雄より大型化し、雄は鮮やかな黄金の婚姻色を呈する（高久・細谷，2008）ので性別判別は可能である。そこで、黄金色の婚姻色を呈している個体は雄、腹部が膨張して明らかに抱卵していると見なせる個体は雌、それ以外の個体は性別不明として記録した。

なお、2012年にため池でおこなった調査では調査方法を簡便化するため、セルビンを一定の順で引き上げ、セルビン毎に採集個体を全て測定した。なお、測定した個体数が100個体に達した場合、その個体が採集されたセルビン内の個体はすべて測定したが、それ以後のセルビンでは採集個体の測定はしないで、個体数と性別だけを記録した。

イラストマータグによる標識

ため池と小学校ビオトープ池それぞれで2011年10月1日に実施したモニタリング調査で採集された全個体を室内で魚類・甲殻類麻酔剤FA100（田辺製薬株式会社製）を用いて麻酔後、蛍光イラストマー（Northwest Marine Technology製）を背びれの付け根付近の皮下に注射器で打ち込み、標識した。標識した個体はため池には10月2日に、小学校ビオトープ池には10月3日に放流した。

統計解析

カワバタモロコは体長の雌雄差が顕著である（高久・細谷，2008；Onikura et al., 2010）。大半の個体で雌雄が区別できた月の体長のデータに基づいて、Bhattacharya's method（Bhattacharya, 1967）によって雌雄別にコホート区分し、

月ごとの体長組成、推定集団サイズ、年級群の平均体長を求めた。雌雄間および生息地間の平均体長の比較には独立2サンプル平均値検定、標識個体の生存率の推定には回帰分析、生息地間の生存率の比較には共分散分析を用いておこなった。統計計算にあたっては、コホート区分と推定集団サイズの解析にはFiSAT II（World Fish Center, Rome）を、共分散分析にはフリーソフトR（ver. 2.14.0）を用いた。

結果

ため池における体長組成

ため池では2009年10月から2012年10月まで合計17回の調査をおこない、計4,076個体が採集された（図1）。体長が最大の個体は51mm（2011年4月23日採集）、最小の個体は19mm（2012年9月15日採集）であった。

2010年5月31日には約70%の個体で雌雄判別ができたにすぎなかったが、6月と7月にはどの年もほとんどの個体の雌雄判別ができた。このことから、このため池での繁殖期は5月下旬から始まり9月には終了していることが分かった。最小の個体は毎年9月に採集され、その標準体長はそれぞれ22.5mm、20.5mm、19.0mmであった。これらの個体は当歳魚と考えられた。

年級群組成を把握するために大半の個体で雌雄の区別ができた6月と7月の体長のデータを用いて、Bhattacharya's method（Bhattacharya, 1967）によるコホート区分をおこなった（表1）。その結果、雌雄共に2つの年級群で構成されていることがわかった。1歳魚の平均体長は雄で約27mm、雌で約29mmであった。2歳魚の平均体長は雄で約35mm、雌で約40mmであった。また、2歳魚が占める割合は雄で7.0～30.1%雌で7.3～43.8%であった。

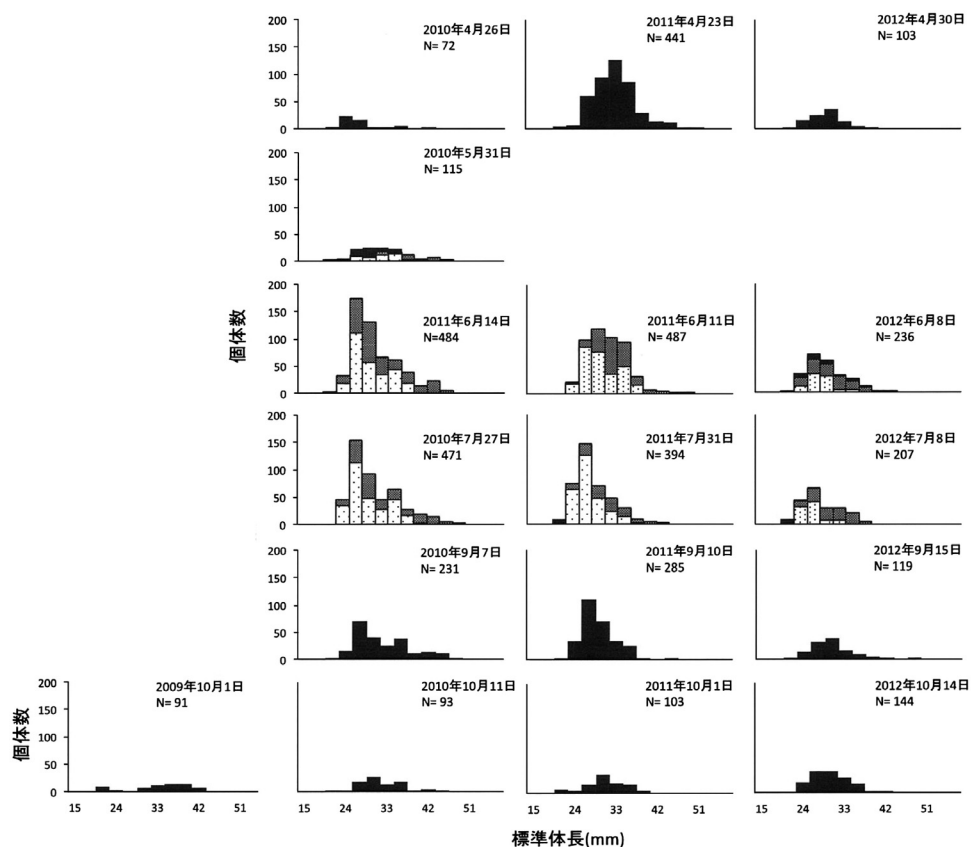


図 1. 2009年10月～2012年10月のため池における採集個体数の体長組成の推移。■は雌個体，□は雄個体，■は性判別不明個体，Nは個体数を示す。

表 1. 2010年～2012年 6 月，7 月のため池におけるカワバタモロコの年級組成，推定集団サイズ，および標準体長の平均値（mm）とその比較。***は $P < 0.001$ を示す。

年	月	性別	平均値±標準偏差	集団サイズ	性別	平均値±標準偏差	集団サイズ	t値
2010	6	♂	27.8±2.3	207	♀	29.2±2.8	188	5.5***
		♂	35.8±2.5	95	♀	40.6±4.6	84	8.5***
	7	♂	27.2±2.1	205	♀	29.0±2.9	122	6.0***
		♂	35.8±2.8	94	♀	42.2±4.1	56	10.5***
2011	6	♂	28.3±2.3	196	♀	32.8±3.6	191	15.0***
		♂	35.8±2.2	93	♀	41.3±4.6	15	4.7***
	7	♂	27.0±2.6	258	♀	31.1±3.8	97	9.8***
		♂	34.7±2.0	33	♀	40.7±3.9	12	5.1***
2012	6	♂	27.9±2.4	80	♀	27.8±3.6	85	0.1
		♂	34.5±2.4	6	♀	36.2±3.0	34	1.6
	7	♂	25.5±2.5	91	♀	27.8±2.6	63	5.6***
		♂	31.5±2.2	8	♀	34.6±2.6	49	3.6***

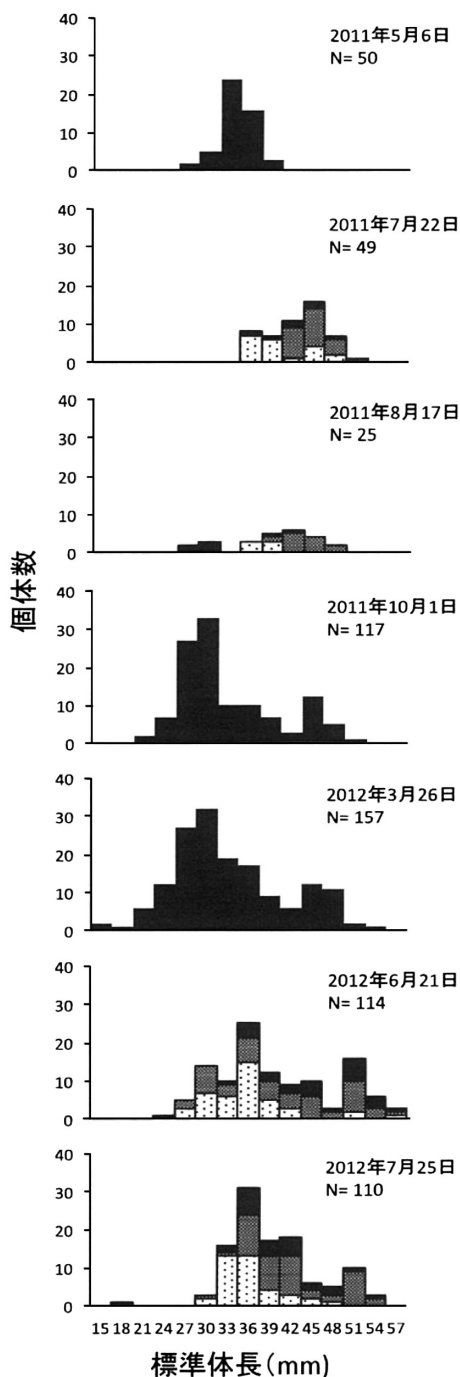


図2. 導入個体，および2011年7月～2012年7月のビオトープ池における採集個体数の体長組成の推移. ■は雌個体，□は雄個体，■は性判別不明個体，Nは個体数を示す.

同一年級群の平均体長を比較すると，2012年6月を除いて常に平均体長は雄より雌の方が有意に大きかった。2012年の5月は降水量が18mm（八尾空港における測定）と極端に少なく，他の年と比べて池の水位が非常に低下していた。おそらくその影響で2012年の春先の成長が遅れ，雌雄の平均体長に差が見られなかったと思われる。

小学校ビオトープ池における体長組成

小学校ビオトープ池では2011年7月から2012年7月まで合計6回の調査をおこない，計572個体を採集し，体長が最大の個体は60mm（2012年7月25日採集），最小の個体は15.5mm（2012年3月26日採集）であった。

導入した50個体の体長は27～39.5mmで，雌雄判別はできなかった（図2）。これらの個体は7月には体長36mm以上に成長し，二次性徴が認められた。そして8月には当歳魚と見られる体長33mm未満の3個体が採集された。10月にはさらに多くの当歳魚が採集され，体長組成は2山型となった。この2山型の体長組成は翌年の7月まで続いていた。

6月から8月にかけては多くの個体で二次性徴が見られ，雌雄の区別ができたが，それ以外の月は明瞭な雌雄判別はできなかった。したがって，繁殖は6月から8月にかけておこなわれ，10月には終了していることが分かった。ため池と同様に，雌雄判別可能な2012年6月と7月の体長データを用いて，コホート区分をおこなった（表2）。その結果，雄は1つの雌は2つの年級群で構成されていた。1歳魚の雄の平均体長は約34mmであったが，45mm以上の個体が6月と7月にそれぞれ3個体と2個体が採集されていたことから，コホート解析で検出されない小規模な年級群があり，雄も2つの年級群で構成されていると考えられた。雌の平均体長は，1歳魚で約38mm，2歳魚で約

表 2. 2012年 6 月, 7 月の小学校ビオトープ池におけるカワバタモロコの年級組成, 推定集団サイズ, および標準体長の平均値 (mm) とその比較. *は $P<0.05$ を***は $P<0.001$ を示す.

年	月	性別	平均値±標準偏差	集団サイズ	性別	平均値±標準偏差	集団サイズ	t値
2012	6	♂	33.8±4.3	40	♀	37.4±6.9	38	2.72 *
—	—	—	—	—	♀	48.7±4.1	15	— —
	7	♂	35.0±2.4	33	♀	39.4±2.8	33	7 ***
—	—	—	—	—	♀	51.0±1.7	14	— —

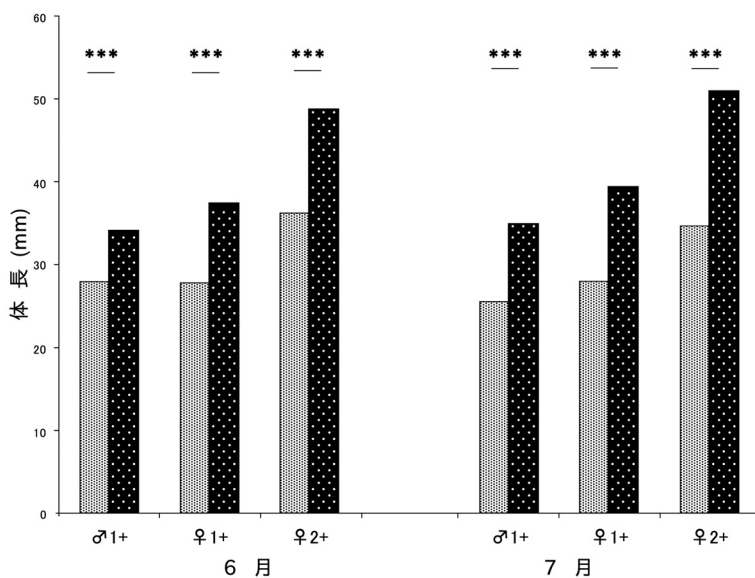


図 3. ため池と小学校ビオトープ池との同一年級群毎の平均体長の雌雄別での比較. ▨はため池, ■はビオトープ池を示す. ***は $P<0.001$ を示す.

50mmであった。また, 2 歳魚が占める割合は雌で約30%であった。

小学校ビオトープ池でも同一年級群の平均体長を比較すると, 常に雌が雄より有意に大きかった (表 2)。また, ため池と小学校ビオトープ池とで各年級群の平均体長を比較すると, 雌雄ともにため池より小学校ビオトープ池の方が有意に大きかった (図 3)。

標識個体の生存率

2011年10月に標識した個体のその後の捕獲数の推移をみると, ため池でも小学校ビオトープでも指数関数的に減少していた (図 4)。これはこの間の標識個体の生存率がほぼ一定であったことを示している。また, 回帰直線の傾きはため池と小学校ビオトープで有意な差はなく (ANCOVA, $F=1.348$, $p>0.05$), 環境が異なるにもかかわらず生存率に違いは見られなかった。

この回帰直線から, 標識個体が最後の 1 個体に

なるまでに約700日かかると推定された。標識個体がすべて当歳魚で、繁殖盛期と考えられる7月に生まれたと仮定すると、最大寿命は約26カ月となる。この寿命の推定値と繁殖期に2つの年級群が存在したことから、本生息地のカワバタモロコの寿命は2年以上あり、一部の個体は繁殖に2回参加することが明らかになった。

イラストマータグによる標識は魚体に悪影響を与えない（宮木ほか，1997）ので、標識個体と未標識個体の生存率に差はないと仮定できる。小学校ビオトープ池では、標識後の最初の調査（2012年3月）は池干しによって全個体を捕獲した。その時に採集された157個体のうち52個体が標識されていたので、この割合から10月の個体数は471個体と推定された。ため池では翌年4月に採集された103個体のうち18個体が標識されていた。標識個体と未標識個体の捕獲率に差はないと仮定し

て、標識個体の割合から10月の個体数は721個体と推定された。池面積当たりの密度に直すと、ため池では1.2個体/m²，小学校ビオトープ池では31.4個体/m²となり，小学校ビオトープ池での密度が高かった。

考察

ため池では5月下旬から7月に小学校ビオトープ池では6月から8月に二次性徴が見られた。ため池では8月の調査をおこなわなかったが、小学校ビオトープ池と同様に二次性徴が見られると考えられた。したがって、石川流域におけるカワバタモロコの繁殖期は5月下旬～8月と考えられた。ただし、5月6日に小学校ビオトープ池へ導入した個体では二次性徴は見られず、5月31日にため池で採集した個体の約70%にしか二次性徴が見られなかった。佐賀県の水路では本種の生殖腺指数は5月下旬ではまだ低く、成熟卵は6月から8月にかけて見られた（Onikura et al., 2010）。したがって、本調査地でも佐賀県と同様に、産卵期は6月から8月と考えられた。

ため池では、当歳魚は翌年の6月には平均体長が雄で約27mm，雌で約29mmまで成長して繁殖し、さらに一部の個体は翌年まで生き残って雄で約35mm，雌で約40mmまで成長して繁殖に参加していた。また、標識個体の生存率から最大寿命は2年と数カ月と推定された。兵庫県のため池では寿命は1年と数カ月であることが強く示唆された（田中ほか，2001）。しかし、石川流域のため池では2歳魚が3割以上を占める年もあり，小学校ビオトープ池でも2つの年級群が確認されていることから、石川流域ではカワバタモロコの寿命が兵庫県の個体群より長いと考えられた。鈴木（2008）は鱗の年輪を数えることでカワバタモロコの年齢を調べ、滋賀県の多くのため池の年齢組

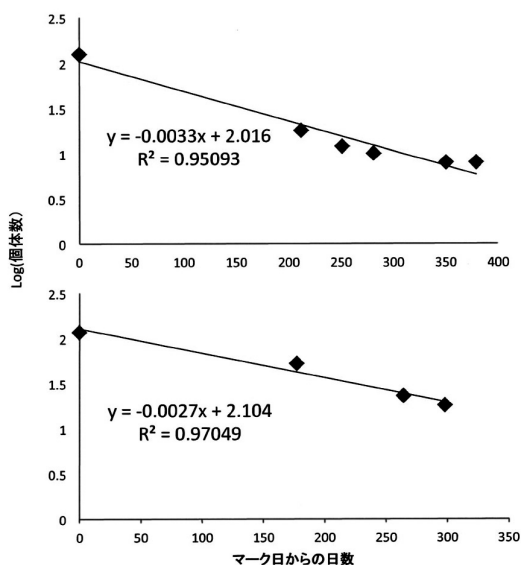


図4. 2011年10月から2012年10月にかけての採集標識個体数の推移（上はため池，下は小学校ビオトープ池）。式は縦軸を対数変換した標識個体数，横軸をマーク日からの日数とした回帰直線の回帰式，R²は決定係数を示す。

成は雄で0～4歳、雌で0～7歳の個体で構成されているとした。しかしながら、鱗の年輪による年齢査定は困難で、個体によっては偽年輪を生じることもある(田中・石原, 1981)から、滋賀県の結果は年齢を過大推定したものと考えられる。カワバタモロコの寿命が環境と遺伝のどちらの影響を強く受けているのかは不明だが、地域によってその寿命は1年ないしは2年というのが妥当な結論であると思われる。

小学校ビオトープ池での個体群密度はため池に比べて約30倍高かった。小学校ビオトープ池では導入前に生息していたアメリカザリガニを除去したので、捕食者が存在しなかった。さらに日当たりが良い場所で水深も浅く、動物プランクトン等が発生しやすいため、餌が豊富であったと思われる。そのため、高密度にもかかわらず、生存率が低下することなく、成長も良かったと考えられた。

なお、本研究ではため池と小学校ビオトープ池の環境要因を測定しておらず、環境条件の比較はできなかった。そのため今後の課題として、環境条件の違いと順応性との関係を明らかにする必要があると考えられる。

希少淡水魚生息域外保全地としての 小学校ビオトープ池の可能性

本研究より小学校ビオトープ池においてカワバタモロコは産卵可能であり、保護池として有用であることが明らかとなった。現在カワバタモロコは生息が確認されている全ての府県で絶滅危惧種に指定されており、効果的な保全策が必要となっている。一方、小学校ビオトープ池は近年、環境教育の中で積極的に取り入れられるようになってきている(杉山・赤尾, 1999)。そこで、学校ビオトープ活動の一環として地域に生息する希少種

を含めた在来生物を積極的に学校ビオトープに取り入れることで、野外で希少種の存続を脅かす事態が生じた場合でも、学校ビオトープが緊急避難の場所として機能することが可能である(中井, 2001)。石川流域のカワバタモロコは現在1カ所のため池でのみ生息が確認されており、絶滅の危険性が高い(吉村ほか, 2012)。そのため、カワバタモロコ生息地と同一流域内の小学校ビオトープ池等の比較的管理されやすい人為的な水域をカワバタモロコの生息域外保全地とすることは、カワバタモロコの保全上有効であると考えられる。しかしながら、小学校ビオトープ池で希少淡水魚を保護するリスクも必ず存在する。本研究をおこなった小学校ビオトープ池では、2012年9月に池の水が干上がって保護個体が全滅してしまった。小学校ビオトープ池という小規模な水域が故に起こるリスクである。また、ビオトープ活動に熱心な教諭が転任すると、小学校ビオトープ池は放置される危険性がある。そのため、学校ビオトープは地域住民や保護者とながかり、地域住民が地域の庭の一部として、学校側も地域住民と維持管理をおこなう場所であると認識した上で、地域と学校と協力してビオトープの管理をおこなうことが望ましいと考えられる。

そして、希少魚を小学校ビオトープで保護するのみでなく、環境教育等で希少魚を扱うことでの、教育的側面や地域への啓発等側面での効果も期待できる。以下に実際に筆者が研究対象の小学校ビオトープ池でおこなった環境教育プログラムの概要と成果を述べる。

小学校ビオトープ池における カワバタモロコの保護と環境教育の実践

小学校ビオトープ池におけるカワバタモロコの保護と児童がふるさとの自然を見つめ直し、将来

のふるさとを考えることを目的に小学校で環境教育プログラムをおこなった。環境教育プログラムは6年生114名を対象とし、2011年1月～12月の計10時間（調べ学習の時間は除く）おこなった。また、環境教育プログラムの前後におこなった児童への質問紙調査より環境教育プログラム前後での児童の意識の変化を、学習発表会での保護者への質問紙調査より小学校での環境教育プログラムの地域への伝達の評価と保護者の意識についての把握をおこなった。環境教育プログラムは「1知る、2体感する、3考える、4発表」の流れでおこなった。「知る」ではカワバタモロコについて「体のつくり、くらし、すみか」の3つの観点から学習をおこなった。「体感する」では小学校ビオトープ池で先述の池干しをおこない、その後、放流式をおこなった。そして、昔の校区について校区住民への聞き取り、校区内の川や鎮守の森で野外体験学習をおこなった。以上の学習を踏まえ「考える」では「多くの生き物が共存できる未来の校区にするためにできること」をテーマに調べ学習をおこなった。調べ学習では児童が地域の人々に聞き取りやアンケート調査、小学校ビオトープ池のカワバタモロコ調査をおこなった。そして、最終的に学習発表会を開催して地域住民、保護者を招き、児童が発表する等地域住民との交流を積極的におこなった。発表会に参加した保護者への質問紙調査の結果、57名から回答があった。その結果、81%の保護者が子どもから本環境教育プログラムの内容について「ほぼ毎回・ときどき聞いていた」と答えた。そして、52%の保護者が本環境教育プログラムの内容を他者に「ほぼ毎回・ときどき伝えていた」と回答した。つまり、環境教育プログラムをおこなうことで、その内容が児童から保護者、保護者から地域へと伝わっていたのである。また、児童への質問紙調査より、授業後にカワバタモロコに対する関心が高まるだけでなく「周辺

にカワバタモロコの保全について知ってもらいたい」等の意見があり、積極的に周囲に働きかけようという意識も芽生えることが分かった。

石川流域のカワバタモロコ保全に 向けての展望と市民参加の意義

石川流域のカワバタモロコを保全するうえで、地域住民による継続的な活動は必須である。しかしながら、その活動も科学的・合理的な判断等が無ければ、保全目的と相反してしまい、結果として当該の魚に負荷がかかることがある（森、2005）。本報告のようにある程度、科学的な調査方法を知っている人間が地域に入り、モニタリング調査の方法を地域の人々に伝えることで生態学的知見を得ることができると考えられる。ただし、市民調査であるため市民の自立性が重要であり、プロの生態学者がおこなう研究とは異なり、個人の都合や気分でデータの欠損が生じることは往々にしてあり得る。しかしながら、市民のモニタリング調査で継続的に石川流域のカワバタモロコの現状が把握されることについて、保全的側面における価値は高い。

それに加え、保全活動に参加する市民が調査を通じて多様な自然の見方を学び、さらに発見を促すことも可能になる（NACS-Jふれあい調査委員会、2010）。つまり、地域の人々の自然環境保全活動への参加は、地域に存在しながら見過ごされてきた様々なことを再発見するきっかけになる等、社会教育的な側面があることを明記しておきたい。

本研究より、石川流域で唯一カワバタモロコが生息するため池には約700個体のカワバタモロコが生息していることや、石川流域におけるカワバタモロコの基礎的な生態が明らかになった。また、小学校ビオトープ池のような小規模な人工水域でもカワバタモロコの生息域外保全地として有効に

機能することが分かった。現在の南河内地域のカワバタモロコのため池は1カ所のみであり、絶滅の危険性が高いことが分かっている（吉村ほか，2012）ので，今後カワバタモロコ生息地と同一支流域にある小学校ビオトープ池や社寺の庭園池，公園内の池等の比較的管理しやすい人工水域を石川流域のカワバタモロコの生息域外保全地として活用し，絶滅のリスクを低減させる必要がある。そして，それらの生息域外保全地で地域の人々と協力した，継続的なモニタリング調査をおこなうことが望まれる。むろん，生息域外保全地への放流の際には慎重に検討し，実施する必要がある。また，そのような小規模水域では小集団で，遺伝的多様度が低い可能性が大きいため，放流後の追跡調査や記録がより重要となる（森，2005）。

引用文献

- Bhattacharya, C. G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23 : 115-135.
- 星野和夫. 1998. カワバタモロコ. 日本の希少な野生水生生物に関するデータブック（水産庁編），pp. 136-137. 日本水産資源保護協会，東京.
- 宮木廉夫・新山 洋・安元 進・池田義弘・多部田修. 1997. トラフグ *Takifugu rubripes* 幼魚におけるイラストマー蛍光標識の有効性について. 長崎県水産試験場報告，23 : 27-29.
- 森 誠一. 2005. 地域活動の意義と行方—トゲウオでのこと例から—。「希少淡水魚の現状と未来—積極的保全のシナリオ—」（森 誠一・片野修編），pp. 341-351. 信山社，東京.
- NACS-Jふれあい調査委員会. 2010. 人と自然のふれあい調査はんどぶっく. 64pp.（財）日本自然保護協会，東京.
- 中井克樹. 2001. 「バス釣りブーム」がもたらすわが国の淡水生態系の危機—何が問題で何をすべきか. 「淡水生物の保全生態学—復元生態学に向けて—」（森 誠一編著），pp. 154-168. 信山社サイテック，東京.
- Onikura, N., J. Nakajima, H. Kouno & J. Kaneto. 2010. Maturation and growth in the wild population of *Hemigrammocypira rasborella*. *Aquaculture Science*, 58 : 297-298.
- 大阪府水産林務課. 1974. 大阪府下の川と魚. pp. 170. 大阪府水産林務課，大阪.
- 佐藤裕美子・熊谷洋一. 2003. 鶴見川流域の地域環境保全における市民団体活動及びネットワーク組織に関する研究. 日本造園学会誌「ランドスケープ研究」，66（5）：815-818.
- 杉山恵一・赤尾整志（監修）. 1999. 学校ビオトープの展開—その理念と方法論的考察—. 214pp. 信山社サイテック，東京.
- 鈴木規慈. 2008. 滋賀県のため池における絶滅危惧種カワバタモロコの個体群動態に関する研究. 平成20年度TaKaRaハーモニストファンド研究助成報告，33-48.
- 高久宏祐・細谷和海. 2008. 絶滅危惧種カワバタモロコの人工繁殖. 水産増殖，56 : 13-18.
- 田中晶子・石原勝敏. 1981. 鱸の成長線数によるコイの年齢査定を試み. 動物学雑誌，90 : 69-75.
- 田中哲夫・山科ゆみ子・三浦康弘. 2001. ため池のカワバタモロコ個体群の変動. 関西自然保護機構会誌，23（2）：99-107.
- 鷺谷いづみ・矢原徹一. 1996. 保全生態学入門—遺伝子から景観まで—. 270pp. 文一総合出版，東京.
- 吉村元貴・浦部美佐子・鈴木規慈. 2012. 大阪府南河内地域におけるため池の現状と魚類相，およびカワバタモロコの生息状況. 地域自然史と保全，34（2）：137-143.

短 報

水田のナゴヤダルマガエル幼生は中干しまでにカエルになれるか？

広島県世羅町役場 上 瀧 七 美

滋賀県立琵琶湖博物館 大 塚 泰 介

In a paddy field, can tadpoles of *Pelophylax porosa brevipoda* become frogs in time to escape the mid-season drainage? Nanami Kamidaki (Sera town hall, Hiroshima Prefecture) and Taisuke Ohtsuka (Lake Biwa Museum)

We examined the duration of the tadpole stage of the Daruma pond frog *Pelophylax porosa brevipoda* in a paddy field near Lake Biwa in Japan in order to estimate the lethal impact of the mid-season drainage on this species. Mid-season drainage usually takes place 45 days after initial flooding in paddy fields around the study site, but the experimental paddy was not drained. In it, putative five cohorts of tadpoles representing different times of spawning were detected by approximations of size-frequency data to Gaussian mixture distributions. The earliest cohort developed anterior limbs by day 39 after flooding, and took to land by day 43 at the latest. The second cohort developed anterior limbs by day 46 and took to land by day 50, being suggested faster growth than the first cohort. If the mid-season drainage had been conducted as usual in this paddy field, the first cohort would have already safely taken to land, but cohorts later than the second would have perished.

Keywords: cohort analysis, conservation, mid-season drainage, paddy field, *Pelophylax porosa brevipoda*

要旨：ナゴヤダルマガエルの再生産に対する水田の中干しの影響を考察するために、幼生の出現と成長過程を調べた。琵琶湖周辺の水田では通常、湛水から45日程度で中干しが行なわれるが、本調査は中干しをしない水田で行なわれた。前肢出現以前の幼生の全長組成を混合正規分布に近似することで、産卵時期が異なる5つのコホートの存在が推定された。最初に産卵されたと推定される第1コホートでは、湛水開始から39日目に前肢の出現が、43日目に上陸がそれぞれ確認された。第2コホートでは、前肢出現と上陸はそれぞれ46日目、50日目と推定された。もしこの水田で通常通りの中干しが行なわれていたとしても、第1コホートはそれ以前に上陸できたと推測される。しかし第2コホート以降は上陸できずに死滅していた可能性が高い。

キーワード：コホート分析, 保全, 中干し, 水田, ダルマガエル

はじめに

ナゴヤダルマガエル *Pelophylax porosa brevipoda* は、中部地方南部、東海、近畿地方中部、瀬戸内海地方に分布し、主に水田とその周辺に生息している（内山ほか、2002）。近年、水田の減少や圃場

整備などにより個体数が減少していると考えられており（松井、2000；鈴木ほか、2002）、環境省レッドリストの絶滅危惧IB類に指定されている（環境省URL：<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=15619> 2013.5参照）。しかしその絶滅の危険性にもかかわらず、ナゴヤダルマガエルの生態情

報は、近縁種のトノサマガエル*Pelophylax nigromaculata*や原亜種のトウキョウダルマガエル*Pelophylax porosa porosa*に比べて不足している。従って本亜種に対する有効な保全対策に必要な生態を、早急に明らかにする必要がある (Naito, 2012)。

慣行農法水田では一般に中干しが行なわれる。中干しはイネの分けつが目標数に達する頃に、水田から排水をして土壌がひび割れる程度まで乾燥させるもので、琵琶湖周辺では一般に田植えの40日後、湛水開始の45日後くらいに実施される。ナゴヤダルマガエルは、この中干しの影響を強く受ける可能性がある (Naito, 2012)。なぜならばトノサマガエルやトウキョウダルマガエルと同様に、変態・上陸までに比較的長期間を要すると考えられるからである。トウキョウダルマガエルでは、飼育下で産卵から幼体まで79日を要したことが報告されている (岩沢・森田, 1980)。またトノサマガエルについては、変態が完了するまでの期間が長いこと、近年の慣行農法で広く行なわれている中干しによって、多くの幼生が死滅していることが報告されている (村上・大澤, 2008; 篠原, 2005)。また、ナゴヤダルマガエルの繁殖期はおおよそ2カ月にも及ぶ (下山, 2005) ため、繁殖期後半に産卵された個体では、中干しによる死滅がいつそう起こりやすいことが予想される。しかし、筆者らが知る限り本亜種の産卵から上陸までの日数は報告されていないだけでなく、農事暦との関係に焦点を当てた研究も見当たらない。

そこで本研究では中干しを行なわない水田で、ナゴヤダルマガエル幼生の産卵時期が異なる複数のコホートが、それぞれ湛水開始から上陸までに要した日数を調査した。そして慣行農法における農事暦との比較を行なうことで、中干しが本亜種に与える影響について考察した。

本研究を行なうにあたり、田淵竹男氏 (田淵農

場) には調査水田をご提供いただくとともに、研究遂行に様々なご便宜を賜った。細谷和海教授 (近畿大学農学部環境管理学科) には、上瀧の指導教官として本研究へのご指導を頂いた。そして山田奈都美氏 (近畿大学農学部環境管理学科卒業生) には、調査遂行にあたって大いにご協力を頂いた。Mark J. Grygier 博士 (琵琶湖博物館) には、要旨などの英文を校閲していただいた。以上の皆様に厚く御礼を申し上げる。本研究は環境研究総合推進費D-0906 およびJSPS科学研究費24241011の助成を受けた。

材料と方法

調査は、琵琶湖沿岸 (滋賀県草津市山田町; 35°02'N, 135°55'E) の、中干しを行なわない減農薬湿田1筆で行なった。調査水田がある地区は、すでに圃場整備が完了しており、土畦で排水路はコンクリート製である。調査水田の面積は2,620 m²、作付品種は滋賀旭で、減農薬・無化学肥料の環境こだわり農法によって栽培された。湛水は5月23日、田植えは5月27日に行なわれた。

滋賀県では、ナゴヤダルマガエルは「ふるさと滋賀の野生動植物との共生に関する条例」で「指定希少野生動植物種」に指定されており、捕獲が原則として禁止されているため、滋賀県知事より捕獲許可を得た。

2010年5月30日から7月17日まで概ね毎週1回、後肢が出現してから最初の上陸が確認されるまでの期間は3日に1回の頻度で調査を行なった。調査期間中、水田に記録式水温計Tinytag Plus 2 TGP-4017 (Gemini Data Logger Ltd., UK) を設置して水温を10分ごとに測定した。

各回の調査では、まず水田を一周して目視によりカエル幼生数をカウントし、その後同じ道順で採集を行なった。採集はおもに幼生がよく見られ

た場所で行なった。タモ網を用いてカエル幼生を30個体まで捕獲し、種同定をした後、電子ノギスを用いて全長を測定した。測定と写真撮影の後、カエル幼生を速やかに水田に放逐した。ただし1人・3時間の調査で30個体のカエル幼生を得られなかった場合には、その時点で調査を打ち切った。7月以降の調査では、水田を一周した際に、畔に上陸したカエル幼体の計数も行なった。また、カエル幼体が上陸間もないナゴヤダルマガエルであることを確認するために、一部の個体を捕獲して観察と写真撮影を行なった。

本研究におけるデータ解析の目的は、調査水田におけるナゴヤダルマガエル幼生を産卵時期が異なるコホートに分離し、それぞれのコホートの産卵時期、成長過程、そして上陸時期を推定することである。そのためにナゴヤダルマガエル幼生のうち、前肢が未形成の個体の全長データを、主としてExcel 2010 (Microsoft Corporation, USA) のソルバー機能を用いて解析した。手順を以下に示す。

調査日ごとの全長の分布を、最尤法によって山数1～3の混合正規分布にそれぞれ近似した。ただし、1個体からなるコホートがある場合にはパラメーター推定に支障をきたすため、各コホートの全長の標準偏差の最小値を0.5とする制約をつけた。続いてAIC (赤池情報量基準; Akaike, 1974) を用いて、最適な山数のモデルを選び出した。そして、それぞれの調査日に採集された各個体の全長が、上記で得られた混合正規分布のどの山に属するかを、それぞれの山の重み付き確率密度関数に基づいて判別した。

縦軸に全長、横軸に湛水後日数をとった際に、概ねなめらかな増加曲線に乗るグループを同一のコホートと見なした。そして、4回以上の調査日で個体が採集されたコホートについては、重みづけ最小二乗法による von Bertalanffy 成長曲線へ

の近似を行なった (赤嶺, 2007)。ただし当該コホートに属すると推定される個体が1個体だけの場合には重み (標準誤差平方の逆数) が算出されないため、前後の調査日における全長の分散を荷重平均して重みとした。

幼生の摂食開始時期を、トウキョウダルマガエルの発生に関する岩沢・森田 (1980) の報告に基づき、幼生が全長10mmの時点で摂食活動を開始したと仮定して、成長曲線の延長によって推定した。

前肢の出現および上陸の時期については、可能な限り直接観察によって明らかにした。直接観察ができなかったコホートについては、直接観察されたコホートの動向に基づいて推定した。

結果

調査期間中の水温は、15.4～38.9℃の範囲であった。水温の24時間移動平均値 (任意の区間における日平均水温) は、20.9～29.5℃の範囲であった。日最低水温は期間中明らかな上昇傾向を示したのに対して、日最高水温はイネの成長に伴いむしろ低下する傾向が見られた。日平均水温は調査期間の前半よりも後半に高い傾向が見られたものの、その差は顕著でなかった (図1)。

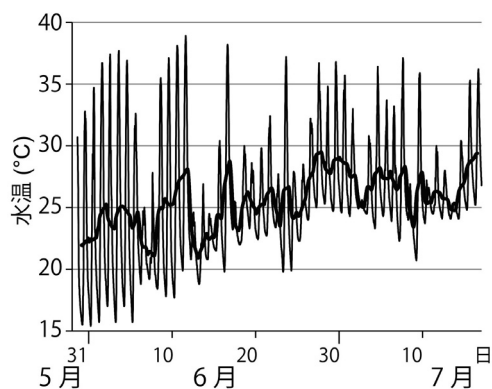


図1. 調査水田における水温の経時変動 (2010年). 細線は10分ごとの実測値、太線は24時間移動平均値を示す。

調査水田では、6月下旬から徐々に水位が低下し、部分的な干上がりが見られるようになった。そして7月10日には、畦際の一部と中央部を除く広範囲で干上がりが見られた。

最初の調査日である5月30日を除き、各回の調査でカエルの幼生が採集された。カエル幼生は、ニホンアマガエルとナゴヤダルマガエルの2種のみからなっていた。計9回の調査で捕獲されたナゴヤダルマガエル幼生は166個体で、そのうち前肢が未形成のものは117個体であった（表1）。最初にナゴヤダルマガエル幼生が捕獲されたのは6月6日であった。期間中に捕獲された個体の全長の最小値は8.9mm、最大値は64.1mmであった。6月6日および28日には30個体のカエル幼生を2時間以内で採集することができたのに対し、7月

10日および17日には3時間の調査でそれぞれ15個体、14個体の幼生しか採集することができなかった。また7月以降は、糸状藻類の繁茂もあって畦畔からカエル幼生を目視観察することが不可能になった。

前肢が形成されたナゴヤダルマガエル幼生が初めて確認されたのは7月1日であった（湛水の39日後；調査日以外の観察で確認）。前肢が形成されたナゴヤダルマガエル幼生は、7月2日に26個体、7月5日に22個体、7月17日に1個体採集され、他の調査日には採集されなかった（表1）。

変態を完了したナゴヤダルマガエル幼体は、7月5日（湛水の43日後）に初めて畦畔に上陸しているのが確認され、7月10日および17日にも畦畔上や水田内で多数確認された（表1）。

前肢が未形成のナゴヤダルマガエル幼生のうち、尾がわずかに切れていた1個体（6月19日、24.79mm）を除く計116個体について、調査日ごとの全長をヒストグラムに表したところ、6月6日には単峰の分布を示したが、6月13日以降には常に複数の山（コホート）が見られた。混合正規分布への近似とモデル選択の結果、6月6日には1つのコホート、6月19日には3つのコホート、他の採集日には全て2つのコホートが認められた（表2）。

それぞれのコホートの平均全長の推移から産卵時期が異なるコホートの数を推定したところ、合計5コホートが認められた。4回以上の調査日で採集された第1コホート、第2コホートにおける

表1. 2010年の各調査日に採集されたニホンアマガエルとナゴヤダルマガエル幼生、および目視観察されたナゴヤダルマガエル幼体の個体数。ナゴヤダルマガエル幼生については四肢未出現個体、後肢のみ出現個体、四肢出現個体に分けて記す。

調査日	ニホンアマガエル幼生	ナゴヤダルマガエル幼生				ナゴヤダルマガエル幼体
		四肢未出現	後肢のみ出現	四肢とも出現	小計	
5月30日	0	0	0	0	0	0
6月6日	7	23	0	0	23	0
6月13日	13	17	0	0	17	0
6月19日	12	18	0	0	18	0
6月28日	1	5	24	0	29	0
7月2日	2	1	1	26	28	0
7月5日	1	3	2	22	27	33
7月10日	3	9	3	0	12	15
7月17日	2	11	0	1	12	33

表2. 2010年の各調査日における全長分布を山数1～3の混合正規分布に近似した際のAIC。下線を付した山数のモデルを採用し、それぞれの山に属する個体を1つのコホートと見なした。

コホート数	調査日							
	6月6日	13日	19日	28日	7月2日	5日	10日	17日
1	<u>116.1</u>	127.7	128.4	192.3	21.9	41.9	102.2	84.7
2	117.8	<u>114.0</u>	125.9	<u>188.1</u>	<u>13.7</u>	<u>39.1</u>	<u>90.0</u>	<u>79.8</u>
3	123.4	—	<u>122.7</u>	190.8	—	39.3	94.8	92.2

成長曲線は、ともに理論的最大全長がきわめて大きな値をとり、一次式（von Bertalanffy 式で理論的最大全長 $\rightarrow\infty$ として導かれる）でよく近似された。そこで、3回の調査日で採集された第3、第4コホートについても、全長の成長曲線を一次式で近似した（図2）。

第1コホートの幼生が、摂食を開始する全長10mmに達したのは5月31日と推定された。このコホートは6月28日に平均全長の実測値が55mm、成長曲線によるモデル予測値が56mmとなり、概ね本種幼生の成長が停止するサイズに達した。一方、第2コホートが全長10mm、56mmに達したのはそれぞれ6月12日、7月5日と推定された。この2つのコホートの平均全長が10mmから56mmまで成長するのに要した日数はそれぞれ27日、23日と推定された。

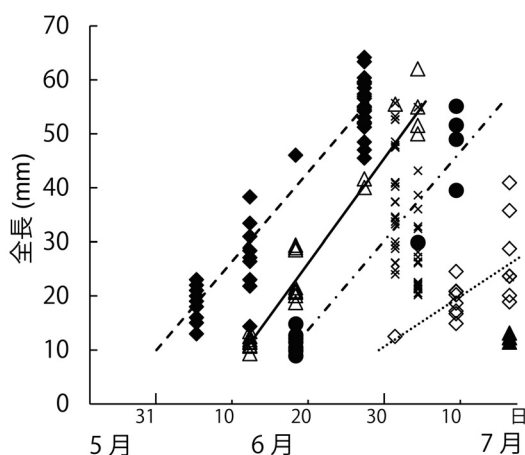


図2. ナゴヤダルマガエルにおける前肢未形成幼生の全長分布の推移（2010年）. 同一コホートに属すると推定される個体を同じマークで示し、それぞれの成長を重みづけ最小二乗法で直線に回帰した。◆：第1コホート（回帰直線は破線），△：第2コホート（回帰直線は実線），●：第3コホート（回帰直線は一点鎖線），◇：第4コホート（回帰直線は点線），▲：第5コホート（回帰直線なし），×：前肢のある幼生。

第2コホートについては前肢出現時期を直接観察できず、また上陸時期についても先に上陸した第1コホートとの区別が難しく決定できなかった。平均全長のモデル予測値が56mmに達してからの経過は第1コホートと同様に、3日で前肢が出現し、遅くとも7日で上陸したと仮定すると、前肢出現は7月8日、上陸は遅くとも7月12日と推定された。これはそれぞれ湛水の46日後と50日後である。

考察

本研究では、第1コホートの産卵を確認することができず、また5月30日の調査でも幼生を採集することができなかった。その原因として、第1コホートは水田の中央付近で産卵されたために、幼生が十分な遊泳能力を持つようになるまで畦畔付近に現れなかったことが考えられる。

仮に第1コホートが産卵から10mmに達するまでに、岩沢・森田（1980）のトウキョウダルマガエルと同様に10.6日を要したとすれば、産卵時期は湛水以前の5月21日あるいは22日ということになり、矛盾が生じる。しかし、カエルの胚発生に要する時間は明らかに温度依存である。北米産の4種の*Rana*属（広義）について Moor（1939）が示したグラフからは、胚発生に要する時間が摂氏温度の概ね -1.9 乗 ~ -2.7 乗に比例して短縮されることが読み取れる。そこで、本研究で水温測定を開始した5月30日15時から24時間分の水温を用い、胚発生に要する時間が摂氏温度の -1.9 乗および -2.7 乗に比例したと仮定すれば、それぞれ産卵から10mmに達するまでに7.5日および6.0日を要したことになる。この仮定に基づけば、産卵は5月23日から25日頃と推定され、湛水から数日の間に産卵が行なわれたことになる。同様に、12日正午以前の水温に基づいて第2コホートの産

卵時期を推定すると、6月5日から7日頃となった。

第1コホートの上陸時期は、湛水から43日後の7月5日に確認された。しかし7月2日の時点で尾が痕跡程度に縮小した個体を採集し、7月5日の時点では多くの上陸個体を確認していることから、個体によってはもう少し前に上陸していた可能性がある。また、7月5日の時点で尾が退縮途上にある幼生を水中で多数採集していることから、より上陸が遅い個体もあったと考えられる。また、第2コホートでは前肢出現は湛水から46日後の7月8日、上陸は湛水から50日後の7月12日と推定された。しかし、第2コホートが上陸する直前と考えられる7月10日の調査時には前肢のある幼生が水中で捕獲されなかった。これは前肢が形成された幼生が、水田の干上がりによって生じた畦畔付近以外の浅い場所に集まっていたためかもしれないが、すでに上陸していたため第1コホートと区別できなかった可能性もある。また7月5日に1個体だけ採集された、前肢をもち尾が退縮していない幼生は、第2コホートの中で発生が早く進んだ個体だった可能性がある。なお、7月17日にやはり1個体だけ採集された前肢をもつ幼生は、第3コホートに属する可能性が大きい。

各コホートが産卵から前肢出現および上陸までに要した日数については、産卵時期および上陸時期の推定値に幅があるため確実なことは言えない。しかし長めの推定値をとった場合でも、第1コホートでは前肢出現まで39日、上陸まで43日となった。また、第2コホートでは日数はより短く、それぞれ33日および37日と推定された。これは、岩沢・森田（1980）が報告したトウキョウダルマガエルにおける日数（前肢出現まで71日、上陸まで79日）よりもずっと短い。このような成長期間の大きな違いを生じた原因として、①ナゴヤダルマガエルの発生および幼生の成長が水温上昇とともに急激

に速くなること、②水田では餌条件がよいこと、③ナゴヤダルマガエルの方がトウキョウダルマガエルより成長が早く進むこと、などが考えられる。本研究で、第2コホートの成長が第1コホートよりも速かったと推定されたことは、①の仮説を支持する材料となる。

一般的にカエルは前肢が出てまもなく肺呼吸が可能となる（木下・渡辺, 1987）。本研究の第1コホートでは、湛水から前肢出現が確認されるまでの日数が39日であったため、たとえこの水田で慣行農法と同様に中干しを行っていたとしても、中干しまでに上陸可能になっていたと考えられる。しかし、第2コホート以降については、慣行農法であれば中干しが行なわれていた7月7日頃までにほとんどが肺を形成できず、死滅した可能性が高いと考えられる。

表3に、本研究におけるナゴヤダルマガエルの産卵時期、肺呼吸が可能になった前肢出現時期、および上陸時期に関する観察および推定結果をまとめた。少なくとも本研究の調査水田と水温や餌条件が似た水田では、湛水後まもなく産卵されたナゴヤダルマガエルは中干しまでに上陸できると考えられる。しかし一方で、本研究における第2コホート以降のように、田植え後しばらく経ってから産卵された個体は中干しまでに上陸できない可能性が高い。また、湛水および田植えがより早い時期に行なわれる場合には、水温がより低いために上陸までにより長期間を要する上に、4月末以前には水田が湛水されても繁殖を開始しない可能性が高い（芹沢, 1983）。そのため、ナゴヤダルマガエル幼生が中干しまでに上陸できない可能性が大きくなる。従って、田植えの時期を5月以降とした上で、兵庫県豊岡市の「コウノトリ育む農法」で行なわれているような水田の中干し延期（西村, 2006）をナゴヤダルマガエル生息域でも行なうことが、ナゴヤダルマガエルの個体群回復

表3. 第1コホートと第2コホートにおける産卵時期、前肢出現時期および上陸時期のまとめ(2010年).

イベント	第1コホート	第2コホート
産卵	5月23-25日	6月5-7日
	湛水後0-2日	湛水後13-15日
	推定	推定
四肢出現	7月1日	7月8日
	湛水後39日	湛水後46日
	観察	推定
上陸	7月5日	7月12日
	湛水後43日	湛水後50日
	観察	推定

に寄与すると考えられる。

なお、琵琶湖周辺の水田には、圃場整備後もなお排水が悪い湿田・半湿田が多く、中干し時にも排水の悪い場所や人の足跡などが水たまりとして残っていることが多い。こうした水たまりは、両生類幼生の避難場所となる(林, 2007)。調査水田周辺の中干しを行なう水田で、中干し時におけるナゴヤダルマガエル幼生の生死を観察したところ、水田内の水たまりで生存している例があることが確認された。このように中干し時に避難場所となる水たまりがしやすいことも、琵琶湖周辺の水田地帯でナゴヤダルマガエル個体群が維持されてきた一因であろう。

引用文献

- Akaike, K. 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE Transactions on Automatic Control AC-19: 716-723.
- 赤嶺達郎. 2007. 水産資源解析の基礎. 115pp. 恒星社厚生閣, 東京.
- 林 光武. 2007. 水田で産卵する両生類の生態. 「農村の生きものを大切にする水田生態工学入門」(水谷正一編), pp. 57-64. 農文協, 東京.
- 岩沢久彰・森田由美子. 1980. トウキョウダルマガエルの発生段階図表. 動物学雑誌, 89: 65-75.
- 木下 勉・渡辺強三. 1987. 採集と飼育. 「両生類の発生と変態—おたまじゃくしの電子顕微鏡的観察—」(渡辺強三編), pp. 185-199. 西村書店, 新潟.
- 松井正文. 2000. ダルマガエル. 「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—(爬虫類・両生類)」(環境庁編), pp. 88-89. 自然環境研究センター, 東京.
- Moore, J. A. 1939. Temperature tolerance and rates of development in the eggs of amphibia. Ecology, 20: 459-478.
- 村上 裕・大澤啓志. 2008. 水稻の栽培型がトノサマガエルとヌマガエルの分布に与える影響. 保全生態学研究, 13: 187-198.
- Naito, R. 2012. Perspectives of conservation of pond-breeding frogs (focusing on the Nagoya Daruma pond frog) in rice paddy areas in Japan. Landscape Ecology and Management, 17(2): 57-73.
- 西村いつき. 2006. コウノトリを育む農業. 「地域と環境が蘇る水田再生」(鷲谷いづみ編), pp. 125-146. 家の光協会, 東京.
- 芹沢孝子. 1983. トノサマガエル—ダルマガエル複合群の繁殖様式. I. 愛知県立田および佐屋における成長と産卵. 爬虫両棲類学雑誌, 10: 7-19.
- 下山良平. 2005. トノサマガエル—ダルマガエルの繁殖行動. 「これからの両棲類学」(松井正文編), pp. 104-114. 裳華房, 東京.
- 篠原 望. 2005. 香川県平野部におけるトノサマガエル激減の原因に関する一考察. 香川県自然科学館研究報告, 25: 5-12.
- 鈴木圭太・大窪久美子・澤昌拓夫. 2002. 長野県

伊那盆地におけるダルマガエルの生息状況とカ
エル類生息地としての水田の現状. ランドスケ
ープ研究, 65 : 517-522.

内山りゅう・沼田研児・前田憲男・関慎太郎.
2002. 決定版 日本の両生爬虫類. 114 pp. 平
凡社, 東京.

報 告

福井県中池見湿地に生息する淡水魚類

山野ひとみ¹⁾・増田 茂²⁾・北川 哲郎³⁾・武内 啓明¹⁾・川瀬 成吾³⁾
野口 亮太³⁾・小西 雅樹³⁾・田中 大喜³⁾・森下 匠³⁾・池田 昌史³⁾
井藤 大樹³⁾・乾 偉大³⁾・小田 優花³⁾・細谷 和海¹⁾

1) 近畿大学農学部環境管理学科

2) 特定非営利活動法人中池見ねっと

3) 近畿大学大学院農学研究科環境管理学専攻

Freshwater fishes from the Nakaikemi wetland. Hitomi Yamano (*Department of Environmental Management, Faculty of Agriculture, Kinki University*), Shigeru Masuda (*Nakaikemi Net incorporated nonprofit organization*), Tetsuro Kitagawa (*Program in Environmental Management, Graduate School of Agriculture, Kinki University*), Hiroaki Takeuchi (*Department of Environmental Management, Faculty of Agriculture, Kinki University*), Seigo Kawase, Ryota Noguchi, Masaki Konishi, Daiki Tanaka, Takumi Morishita, Masafumi Ikeda, Taiki Ito, Takehiro Inui, Yuka Oda (*Program in Environmental Management, Graduate School of Agriculture, Kinki University*) and Kazumi Hosoya (*Department of Environmental Management, Faculty of Agriculture, Kinki University*)

Freshwater fish fauna of the Nakaikemi wetland in Tsuruga City, Fukui Prefecture, Japan, which is inscribed as a registered wetlands under the Ramsar Convention were investigated. In total, 12 species, *Carassius* sp., *Tanakia limbata*, *Opsariichthys platypus*, *Candidia temminckii*, *Misgurnus anguillicaudatus*, *Cobitis* sp. BIWAE type A, *Lefua echigonia*, *Silurus asotus*, *Oryzias sakaizumii*, *Odontobutis obscura*, *Rhinogobius nagoyae*, and *Rhinogobius kurodai* were recorded, and the list contains five endangered species (four Red List species of Japan and four Red list species of Fukui Prefecture).

Keyword: biodiversity, endangered species, fish fauna, inland wetland, Ramsar convention wetland

要約：本研究では、ラムサール条約湿地である福井県敦賀市中池見湿地の魚類相を調査した。合計4目7科12種（フナ属の1種、アブラボテ、オイカワ、カワムツ、ドジョウ、オオシマドジョウ、ホトケドジョウ、ナマズ、キタノメダカ、ドンコ、シマヨシノボリ、トウヨシノボリ）の魚類が確認され、5種の絶滅危惧種（環境省レッドリスト掲載種4種、福井県版レッドリスト掲載種4種）が含まれていた。

キーワード：生物多様性、希少種、魚類相、内陸低湿地、ラムサール条約湿地

はじめに

福井県敦賀市に位置する中池見湿地は、周囲を

天筒山、中山、御山に囲まれた総面積約250,000 m²の内陸性低湿地である（図1）。本湿地は厚さ

40m以上の泥炭層の堆積によって形成された“袋

状埋積谷”というきわめて特異的な地形を呈することから、地形・地質学的に興味深い地域として注目を集めてきた (Okada, 1978; 坂巻, 2003)。さらに、近年は地形・地質学のみならず、生物多様性の観点からもその価値が再認識されつつある。中池見湿地は、約2,100種もの動植物種が生息し (河野, 2003)、生物多様性に富んだ低湿地であることが高く評価され、2012年7月にはラムサール条約の指定湿地として登録された。これまでに、植物や昆虫などさまざまな分類群を対象とした調査が実施され、本湿地に生息する動植物の基礎情報が蓄積されている。その一方で、魚類に関する調査は、1998年から2002年にかけて行われた中池見湿地総合学術調査 (鹿野, 2003) および北川は

か (2013) が実施した中池見湿地に生息するホトケドジョウの生息状況の調査のみである。中池見湿地総合学術調査では、ホトケドジョウ *Lefuechigonia*, アブラボテ *Tanakia limbata* およびキタノメダカ *Oryzias sakaizumii* など環境省版レッドリスト (環境省, 2013) および福井県版レッドリスト (福井県, 2002) で絶滅危惧種に指定されている種を含む計9種が確認され (鹿野, 2003)、北川ほか (2013) においてもホトケドジョウをはじめとする類計9種が報告されている。福井県内においてホトケドジョウやアブラボテの生息が確認されている水系はきわめて少なく、いずれの水系においても個体数の減少が懸念されている (福井県, 2002)。中池見湿地は1本の水路を介して笙の川水系に属する木の芽川と接続しているが、湿地内に生息する淡水魚類は周囲から半ば孤立した個体群であると考えられ (北川ほか, 2013)、各種ともに生物地理学的に興味深い集団であるといえる。また、福井県内でも数少ない希少淡水魚類の生息地である中池見湿地の淡水魚類の生息実態を知ることは、当地の生物多様性を保全するうえで非常に重要である。本報では、中池見湿地の淡水魚類に関する基礎的な情報の蓄積を目的とし、湿地全域において魚類採集を実施し、魚種数を把握するとともに、各種の分布を明らかにした。

調査方法

魚類の採集は、中池見湿地内の湿地帯、水路および湿地の下流に位置する木の芽川へと続く水路 (以下、後谷水路と表記) で行った (図1b)。調査期間は2010年10月から2012年7月で、1カ月もしくは2カ月に1回実施した。採集方法は、湿地帯および水路においては、タモ網 (目合い約3.5 mm, 底辺長約300 mm)、網モンドリ (目合い約5 mm, 餌: サナギ粉)、投網 (目合い約18 mm)

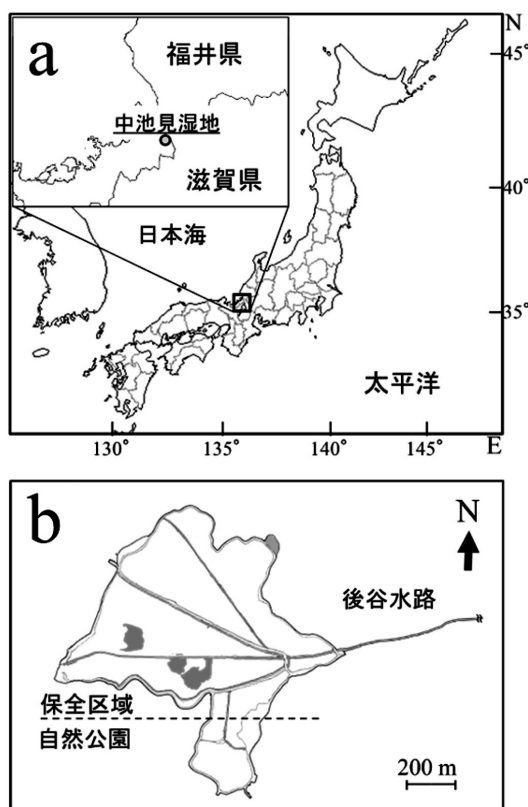


図1. a: 中池見湿地の位置, b: 湿地内の略図.

を使用し、後谷水路においてはタモ網およびモンドリ網を用いた。採集された魚類はその場で同定し、各種につき1－5個体を研究室へ持ち帰り、10%ホルマリン溶液で固定した。標本は近畿大学農学部の登録標本（KUN-P）として保管されている。

結果

中池見湿地の魚類相

本調査により確認された魚種は、4目7科11属12種であった（表1，図2）。以下に今回採集された種について述べる。また、標本作製した種に関しては、登録番号、個体数および標準体長を記載した。

フナ属の1種 *Carassius* sp.（図2 a）

KUN-P43562，3個体，標準体長101.0－120.0mm

日本産フナ属魚類は外部形態から正確に種同定することがきわめて困難であるため、本報においてはフナ属の1種として扱った。湿地内の水路で多く採集され、全調査日で確認された。しかし、同じ湿地内でも水深が浅い湿地帯および後谷水路では採集されなかった。

アブラボテ *Tanakia limbata*（図2 b）

KUN-P43565，2個体，標準体長39.7－48.1mm

福井県内では、中池見湿地を含む笙の川水系および北川水系で生息が確認されている（福井県，2002）。どちらの水系においても個体数が減少しており、福井県版レッドリストでは絶滅危惧II類に指定されている（福井県，2002）。中池見湿地で確認されたタナゴ類は本種のみであり、湿地内の水路および後谷水路で採集された。湿地内では水路全体で採集されたが、一部の区間で特に多く採集された。採集された場所は、幅約80cm，水

深約30cmの水路で、底質は砂泥であり、イシガイ科二枚貝の生息が確認された。後谷水路ではいずれの調査日においても多くの個体が採集され、8月および9月に実施した調査では体長約10mmの稚魚が多く採集されたことから、本種が後谷水路で繁殖していることが確認された。

オイカワ *Opsariichthys platypus*（図2 c）

KUN-P43564，1個体，標準体長98.8mm

本調査で初めて確認された。6月の調査において、後谷の水路で2個体が採集されたのみであった。その後の調査においては目視で数回観察された。主たる生息地は下流の木の芽川と思われる。

カワムツ *Candidia temminckii*（図2 d）

KUN-P43563，1個体，標準体長112.0mm

湿地内の水路および後谷水路で多数採集され、比較的流れの早い場所で確認された。

ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*（図2 e）

KUN-P43639，5個体，標準体長61.0－74.8mm

全ての地点で採集され、後谷水路よりも湿地内の水路、湿原中の湧水付近で多く確認された。

オオシマドジョウ *Cobitis* sp. BIWAE type A（図2 f）

KUN-P43566，5個体，標準体長75.2－107.6mm

従来、シマドジョウ *Cobitis biwae* の西日本グループ4倍体型（Kitagawa et al., 2003）とされていた種で、中島ほか（2012）によって標準和名が提唱された。後谷水路の流水域でのみ採集され、湿地内では確認されなかった。

ホトケドジョウ *Lefua echigonia*（図2 g）

KUN-P43661，2個体，標準体長21.1－27.0mm

本種は、中池見湿地内の特定の湧水付近でのみ

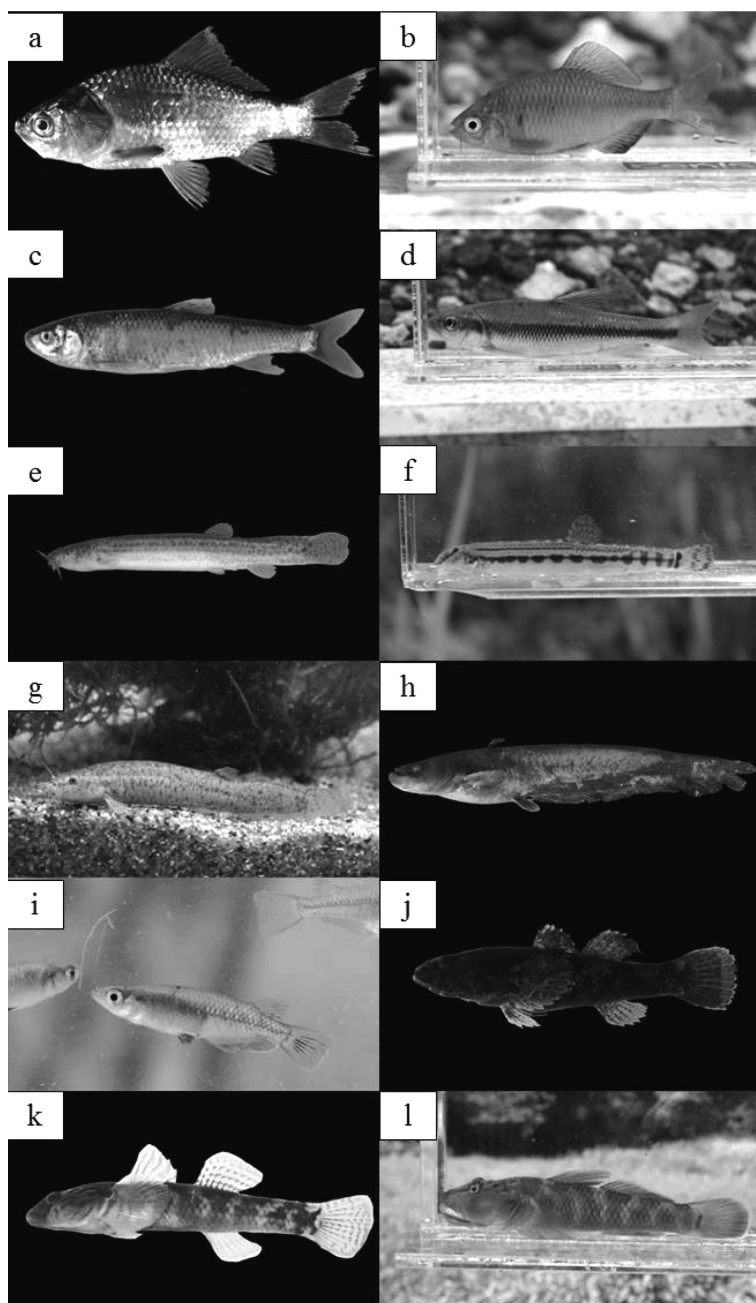


図 2. 2010年10月から2012年7月までに得られた魚類の生体写真ないし標本写真 (a) フナ属の1種 *Carassius* sp., (b) アブラボテ *Tanakia limbata*, (c) オイカワ *Opsariichthys platypus*, (d) カワムツ *Candidia temminckii*, (e) ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*, (f) オオシマドジョウ *Cobitis* sp. BIWAE type A, (g) ホトケドジョウ *Lefua echigonia*, (h) ナマズ *Silurus asotus*, (i) キタノメダカ *Oryzias sakaizumii*, (j) ドンコ *Odontobutis obscura*, (k) シマヨシノボリ *Rhinogobius nagoyae*, (l) トウヨシノボリ *Rhinogobius kurodai*.

採集された。採集された場所は湧水とそれに連なる放棄水田で、全体として水深は浅く、陸生植物の繁茂が目立った。本種の繁殖生態や採集地点の地形情報は、北川ほか（2013）に詳述されている。

ナマズ *Silurus asotus* (図 2 h)

KUN-P443640, 1 個体, 標準体長481.1mm

中池見湿地内の水路の比較的水深が深い場所で採集され、水深の浅い湿地帯および後谷水路では確認されなかった。生息個体数は少ないと推定される。

キタノメダカ *Oryzias sakaizumii* (図 2 i)

KUN-P42429-42431, 19 個体, 標準体長24.2－29.9mm

全ての地点において確認され、いずれの地点においても多数の個体が採集された。なお、中池見湿地はキタノメダカの模式産地に指定されている (Asai et al., 2011)。

ドンコ *Odontobutis obscura* (図 2 j)

KUN-P43568, 1 個体, 標準体長81.0mm

湿地内水路および後谷水路で採集され、個体数は多くないものの湿地内の広範囲に分布していると考えられる。ただし、確認された地点は流水環境ないし大型の用水路に限られ、本種は比較的溶存酸素の高い水域を選択して生息していると示唆された。

シマヨシノボリ *Rhinogobius nagoyae* (図 2 k)

KUN-P43569, 1 個体, 標準体長43.2mm

本調査期間中では1 個体のみが確認された。下流の木の芽川から遡上してきたものと思われる。

トウヨシノボリ *Rhinogobius kurodai* (図 2 l)

KUN-P43570, 4 個体, 標準体長37.6－49.3mm

表 1. 中池見湿地で採集された魚類.

目	科	種	採集地点		
			湿地帯	湿地内水路	後谷水路
コイ目					
	コイ科	フナ属の1種		●	
		アブラボテ		●	●
		オイカワ			●
		カワムツ		●	●
	ドジョウ科	ドジョウ	●	●	●
		オオシマドジョウ			●
	タニノボリ科	ホトケドジョウ	●		
ナマズ目					
	ナマズ科	ナマズ		●	
ダツ目					
	メダカ科	キタノメダカ	●	●	●
スズキ目					
	ドンコ科	ドンコ		●	●
	ハゼ科	シマヨシノボリ			●
		トウヨシノボリ			●

本種の採集場所は後谷水路のみであり、比較的流程の早い場所で確認された。本調査地に生息する個体群は、下流の木の芽川から遡上してきたものと思われる。

地点別に見た魚種の出現傾向

湿地帯 採集された種数は他の地点に比べて少なく、ホトケドジョウ、ドジョウおよびキタノメダカの3 種のみであった。このうち、ホトケドジョウは湿地帯のみで採集された。水深は約 5 cm と浅く、底質は軟泥であり、抽水植物であるヨシ *Phragmites australis* や多くの陸生植物が繁茂していた。ドジョウとキタノメダカは湿地帯全域で採集されたが、ホトケドジョウは林縁部におけるひとつの湧水を水源とする限られた範囲でのみ確認された。

湿地内の水路 採集された魚類は7 種で、そのうちフナ属の1 種およびナマズの2 種は湿地内の水路でのみ採集された。

後谷水路 採集された魚類は9 種で、中池見湿地

内においてもっとも多く種が確認された。そのうち、オイカワ、オオシマドジョウ、シマヨシノボリおよびトウヨシノボリは後谷水路でのみ採集された。本地点ではアブラボテも多数採集され、本種が産卵基質として利用するイシガイ科二枚貝も確認された。

考察

本調査において、4目7科12種の魚類が確認された。過去に行われた中池見湿地総合学術調査では4目5科9種が（鹿野，2003）、北川ほか（2013）においては4目7科9種が記録されており、今回の調査でオイカワ、オオシマドジョウの2種が新たに確認された。オイカワが採集されたのは調査期間を通じて1回のみで、その後目視で数回確認されたが、個体数は少なかった。後谷水路は、笙の川水系木の芽川と接続しており、木の芽川では目視調査によりオイカワの生息が確認されていることから、後谷水路において確認された個体は、木の芽川が増水した際に水路へ侵入したものと考えられる。同様に、鹿野（2003）が報告しているタカハヤ*Phoxinus oxycephalus jouyi*についても、北川ほか（2013）および本調査において確認されなかったことから、木の芽川に生息する個体が偶発的に水路へ侵入したと思われる。

採集された魚種を地点ごとにみると、もっとも種数が少なかったのは湿地帯で、ホトケドジョウ、キタノメダカ、ドジョウの3種のみが確認された。種数は少ないものの、絶滅危惧種であるホトケドジョウは本地点のみで確認された。北川ほか（2013）によると、本種が生息する環境は、身を隠すことができる陸生植物が繁茂していること、湧水からの水質に関わる影響を強く受ける場所であることが示唆されている。従って、本種の生息に適した場所は中池見湿地内でも限られていると

考えられる。中池見湿地内の水路においては、7種が確認され、キタノメダカおよびフナ属の1種が多数確認された。アブラボテも多く採集されたが、採集された場所は水路全体ではなく、一部の区間に限られた。その区間は湿地内を走る3本の水路の合流地点付近であり、水路の幅は約80cmで、底質は軟泥であり、本種の産卵基質として利用されるイシガイ科二枚貝が生息していた。本調査においてこの区画以外でイシガイ科二枚貝の生息が確認されていないことから、アブラボテの生息環境にはイシガイ科二枚貝の有無が強く影響していることが示唆された。後谷水路では9種が確認され、もっとも種数が多かった。後谷水路は湿地内の水路と比較して水深が浅く、流れが速いことが特徴であり、カワムツ、オイカワ、アブラボテおよびヨシノボリ類など、流水環境を好む種が多くみられた。本地点ではアブラボテが多数採集され、夏期には体長約10mmの稚魚が確認された。後谷水路ではイシガイ科二枚貝の生息が確認されており、調査期間中にアブラボテの卵が産み込まれていたことが確認された。以上のことから、中池見湿地におけるアブラボテの主要な生息場所は後谷水路であると考えられる。

中池見湿地に生息する淡水魚類の保全に向けて

これまでに報告されている福井県の淡水魚類は28科98種であり（加藤，1998，2000）、そのうち33種が福井県版レッドリストで絶滅危惧種に指定されている（福井県，2002）。中池見湿地の総面積は約250,000㎡であるが、そのうち水域面積はわずかであり、希少種を含む12種もの在来淡水魚が生息していることは生物多様性の観点から高く評価されるべきであるといえる。ホトケドジョウ、アブラボテおよびキタノメダカなど環境省版および福井県版レッドリストで絶滅危惧種に指定され

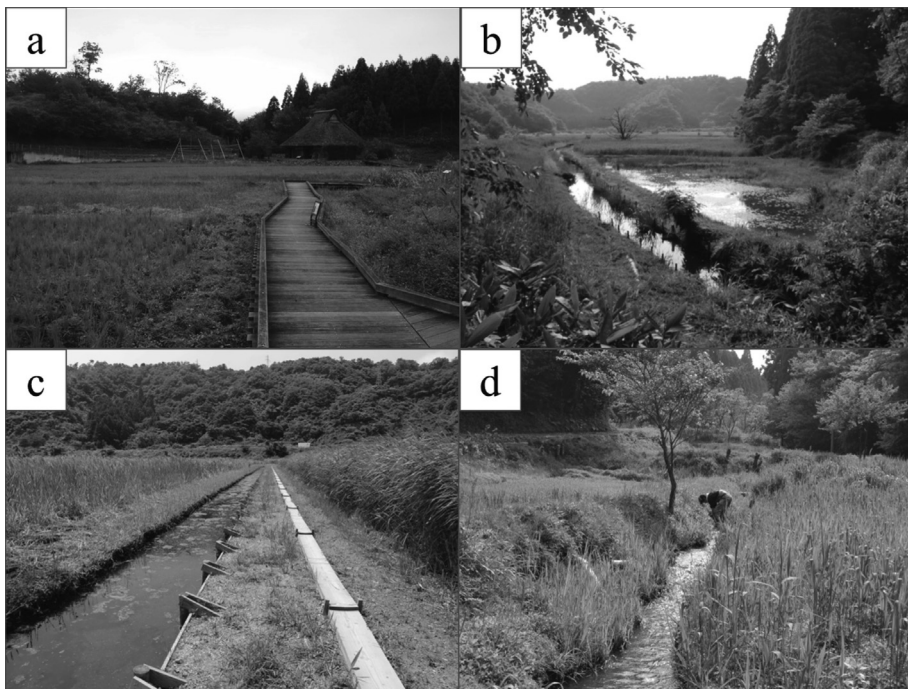


図3. 採集地の概観（撮影：2012年5－7月）。（a）自然公園区域，（b）林縁部の水路ならびに水田，（c）湿地帯水路，（d）後谷水路。

ている種に関しては、いずれの種も本調査において中池見湿地内での繁殖が確認されたことから、本湿地は希少種の繁殖場所としてきわめて重要な役割を担っているといえる。

中池見湿地内には、敦賀市および2つの特定非営利法人により整備された自然公園があり、水田や水田に繋がる用水路、沈下池など良好な里山環境が維持されている（図3 a－c）。一方で、後谷水路のような周囲を森林に囲まれた自然環境が維持されており（図3 d）、湿地内には多様な水辺の環境が形成されている。この多様な環境が豊かな魚類相を育んできたと考えられる。今後、中池見湿地に生息する淡水魚類を保全していくためには、現在の良好な里山環境全体を保全しなければならない。特に、ホトケドジョウの生息場所である湧水が湧き出る湿地帯やアブラボテの繁殖場所である後谷水路は重要視すべきである。

現在は淡水魚類にとって良好な環境が保たれている中池見湿地であるが、水域面積が小さいため、台風などの自然災害、大規模な圃場整備や土地開発などの人為的な活動の影響を受けやすく、生息場所の環境が容易に変化することが予想される。今後も定期的なモニタリングを継続し、各種の生息状況を把握するとともに、各種が成長段階に応じて湿地内の環境をどのように利用しているかなど、詳細な生態調査を実施することが望まれる。本報が中池見湿地の魚類相を保全するうえで重要な基礎資料となることを願う。

謝辞

本調査を実施するにあたり、NPO法人中池見ねっとの方々および中池見湿地の管理に参加される市民の方々には多大なご協力とご助言をいただ

いた。また、近畿大学農学部水圏生態学研究室の院生ならびに学生の方々には、魚類の採集にご協力いただいた。以上の方々に心よりお礼申し上げます。なお、本調査の一部は関西自然保護機構の研究助成事業ならびにNPO法人中池見ねっとに交付された地球環境基金からのご助成を受けて実施された。ここに記して感謝の意を表する。

引用文献

- Asai, T., H. Senou, K. Hosoya. 2011. *Oryzias sakaizumii*, a new ricefish from northern Japan (Teleostei: Adrianichthyidae). Ichthyological Exploration Freshwaters, 22: 289-299.
- 福井県. 2002. 淡水魚. 「福井県の絶滅のおそれのある野生動物－福井県レッドデータブック(動物編)」(福井県自然保護課編), pp. 95-114. 福井県自然保護課, 福井.
- 環境省. 2013. レッドリスト 汽水・淡水魚類. 7 pp. 環境省(報道資料).
- 鹿野雄一. 2003. 中池見湿地の魚類相. 「福井県敦賀市中池見湿地総合学術調査報告」(野原精一・河野昭一編), pp. 126-128. 国立環境研究所, 東京.
- 加藤文男. 1998. 福井県の淡水魚類. 福井県の陸水生物(みどりのデータバンク付属資料, 第2回), pp. 125-203. 福井県, 福井.
- . 2000. 福井県産ホトケドジョウ属魚類2種とチチブ属魚類2種, ウキゴリ属魚類3種の形態と分布. 福井市自然史博物館研究報告, 47: 33-45.
- 河野昭一. 2003. 中池見湿地総合学術調査の総括－内陸低湿地中池見湿地の特性と価値－. 「福井県敦賀市中池見湿地総合学術調査報告」(野原精一・河野昭一編), pp. 371-378. 国立環境研究所, 東京.
- Kitagawa, T., M. Watanabe, E. Kitagawa, M. Yoshioka, M. Kashiwagi & T. Okazaki. 2003. Phylogeography and the maternal origin of the tetraploid form of the Japanese spined loach, *Cobitis biwae*, revealed by mitochondria DNA analysis. Ichthyological Research, 50: 318-325.
- 北川哲郎・増田 茂・森下 匠・小田優花・細谷和海. 2013. 福井県中池見湿地におけるホトケドジョウの生息現況. 魚類学雑誌, 60: 27-33.
- 中島 淳・洲澤 譲・清水孝昭・斉藤憲治. 2012. 日本産シマドジョウ属魚類の標準和名の提唱. 魚類学雑誌, 59: 86-95.
- Okada, A. 1978. Structure of the waste-filled valleys and associated crustal movements at the eastern part of the Tsuruga Plain, north of Lake Biwa. Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene, 6: 66-80.
- 坂巻幸雄. 2003. 地質学・地形学的に見た中池見湿地の特徴. 「福井県敦賀市中池見湿地総合学術調査報告」(野原精一・河野昭一編), pp. 17-29. 国立環境研究所, 東京.

報 告

和泉市信太山丘陵の開発計画中止の経緯 — 自然環境の保全・活用への道のり —

信太山に里山自然公園を求める連絡会 花 田 茂 義

The cancellation of the development plan of Shinodayama Hills and its history.
Shigeyoshi Hanada (*Demand for nature park in Shinodayama Hills nature park on Liaison organization*)

信太山丘陵

大阪府和泉市の北部から堺市の北西部に位置する信太山丘陵は、海拔40～80mのなだらかな丘陵(台地)が約300haにわたって広がっている(図1)。この地は、古代より人々が住みつき、弥生遺跡や古墳群、須恵器の窯跡など生活の跡を数多く遺している。また、丘陵の山麓を南北に通過する熊野古道と関わり「信太の森」として文学や伝承文化を今に伝えている。

明治以降、丘陵の大部分を戦前は陸軍、戦後は自衛隊が演習場として利用してきた。このことにより、演習のため樹木を伐採することによる草地化や演習場内の民有耕作地の存在、加えて演習場

であるがために乱開発の歯止めとなって里山的自然環境をよく残すこととなった。現在では、近畿地方の低地から失われつつある里山的な動植物が多く温存されている「生物多様性ホットスポット」の一つと(石井, 2010) いわれている。

和泉市・市有地化と開発計画

陸上自衛隊信太山演習場は全体で約226haを占め、その中に約13haの農地やため池などの民有地・公有地が点在していた。そのため、自衛隊にとって管理や訓練の実施などに支障をきたしているとして防衛庁(当時)は「介入民有地解消事業」の取り組みを進めた。それに呼応して和泉市は演習場内の土地所有者と交渉を行い、1998年度より土地開発公社を介して民有地を買い取り、買い取った土地と演習場の一部の土地を交換する手法で、2004年大阪防衛施設局(当時)と土地の交換を行った。その交換で得た土地の実測面積が約16haである(和泉市, 2004)。

和泉市は、その土地の利用計画として「北部公共施設整備事業」という大型スポーツレクリエーション施設(野球場・サッカー場・テニスコート・駐車場など)を例示的に示めていた(図2)。ところで、和泉市が防衛庁(当時)の事業に積極



図1. 丘陵最高地点周辺の遠望(2011年)。

的に応えた背景には、和泉市北部地域の道路拡充や施設整備の用地確保と掲げているが、防衛庁（当時）の補助メニュー「民生安定施設の助成」の存在が大きかったと推察される。その適用を受ければ、用地費の1／2，施設費の2／3が助成されることになっていた。

さて、市有地（土地開発公社所有）を得たとはいえ、和泉市の当時の財政事情により、この事業計画は2006年度から5年間凍結されることとなった。

保全と活用を求める運動

和泉市有地（開発公社所有）となった16haは、鶴山台団地から蔭涼寺に至る信太5号線の両側で、信太山丘陵の特徴である代表的な湿地群と草地を含んでいた。なかでも丘陵の代表的な湧水湿地には、サギソウ（図3）、トキソウをはじめモウセンゴケ、コシンジュガヤなど絶滅危惧種が自生し、

草地にはウスバカマキリ、クルマバツタ、セグロイナゴなどが確認され、周辺の水辺では猛禽類のミサゴやノスリが観察され、隣接の林ではオオタカも営巣している。私たちは、当該地で絶滅危惧種など30種を確認していた。

私たちの調査を裏付けるように平成21年度と22年度にわたって実施された「和泉市自然環境調査」でも、当該地に植物16種、昆虫3種、両生類・は虫類・ほ乳類2種、鳥類14種（いずれも「大阪府における保護上重要な野生生物」掲載種）を確認している。

もし、開発計画が実行されるならこれら多様な生物の棲息環境は壊滅的に破壊されることは明らかであった。さらに、当該地は周辺の人々が古くからジョギングや散策を楽しみ、春には山菜を秋にはキノコ採りと親しんできたところであり、子どもたちは学習や体験の場として活用してきたところであった。「スポーツ施設」が本当に必要とされるなら他の場所に建設し、この自然環境は保全せよというのが大方の声であろうと思われたし私たちの主張であった。

2008年、私たちは、信太の森FANクラブを立

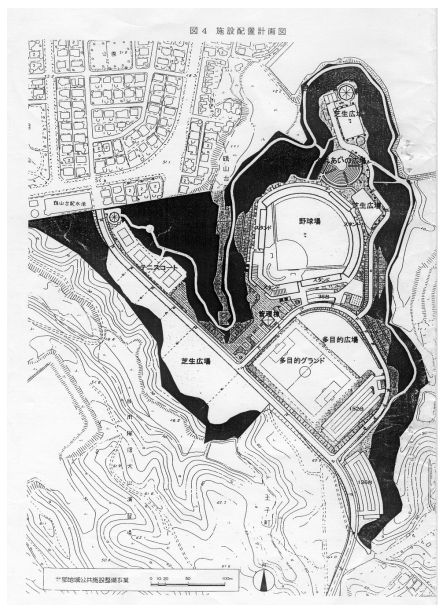


図2．北部公共施設整備事業（2004年）。



図3．湧水湿地のサギソウ（2011年）。

ち上げ、信太の森・信太山の自然、歴史、文化の活用と保全を目指す取り組みに着手した。特に、凍結期間がやがて切れる市有地の開発計画の変更、当該地の保全と活用を目指す取り組みに重点を置いた。以後の主な経過は以下の通りである。

2009年—シンポジウムが決起集会—

5月、任期満了に伴う市長選挙を迎え立候補が予定されている3名に凍結解除後について公開質問状を求めた。2名は事業を推進すると回答したが、一人辻 宏康のみ「里山として人間の適切な管理のもと保全していくことが大事」「大規模な人工施設はそぐわない」と述べていた。選挙は大方の予想に反して辻氏の当選となった。私たちは大きな期待を抱いた。

7月、「市有地を緑地保全地域に指定し里山自然公園として活用を図ってください」との要望署名を辻新市長に提出した（署名賛同団体61、個人4,526筆）。また、辻市長は、私たちの要請に応じて信太山丘陵（市有地）を視察した。

10月、シンポジウム「信太山丘陵の保全と活用」を開催（日：10月18日、場所：信太山丘陵の地元鶴山台南小学校、主催：関西自然保護機構 共催：日本生態学会近畿地区会・大阪自然環境保全協会・大阪みどりのトラスト協会他3団体、後援：和泉市・和泉市教育委員会）。参加者は約120名だったが、辻和泉市長も挨拶を行い、5名の話題提供に続いて石井 実（大阪府立大大学院教授）が司会をした総合討論では会場参加者と壇上とが一体となる熱い討論が行われ、さながら信太山丘陵の保全を求める決起集会の様相を呈した。このシンポジウムの成功が保全を求める運動へ大きな弾みを与えていった。シンポの報告は関西自然保護機構会誌「KONC」32巻1号に掲載されている。



図4. 信太山里山自然公園基本構想。

2010年—里山自然公園を求める連絡会の結成—

1月、FANクラブは信太山里山自然公園プロジェクトを発足し、私たちの公園計画を準備した。

5月、「信太山里山自然公園基本構想」（図4）として、泉文連と共に和泉市長に提言した。

10月、和泉市は「和泉再生プラン」を策定し、「北部公共施設整備事業」は整備費を抑制（当初計画の半減）して2013年度より5ヶ年計画で着手すると位置づけ、2011年度と2012年度をあり方の検討期間と定めた。市長選の際の公開質問状に期待を寄せていたが、実態はきびしい状況であった。

11月、関西自然保護機構が和泉市へ要望書を提出。要望書の要旨 ①2009年から2010年の調査を継続し、研究者などへヒアリングを行い、自然環境の保全に必要な施策について検討・協議をすすめよ ②中長期と今後数年内に行う事業を区分し、研究者らと保全方針を早急に策定すること ③惣ヶ池湿地、自衛隊、聖神社、野外活動センターなど周辺の地域生態系の保全を目指して関係機関と協議せよ ④市民並びに行政内部に、信太山の生物多様性保全上の価値や重要性を広報し、協力を呼びかけること、という内容であった。

12月、「信太山丘陵を守る市民の集い」を開催（日：12月5日，場所：信太小学校，参加者：約130名，講演：石井 実（大阪府立大学大学院教授））。同集会後「信太山に里山自然公園を求める連絡会」を発足した。

2011年－請願署名と請願採択－

4月、「和泉再生プラン」に対応して市議会への請願署名，市長への要望署名の取り組みを開始した。請願の中身は「生物多様性基本法」の精神，和泉市環境基本条例等にとり，信太山丘陵の市有地（16ha）の野生生物の生態系を保全し，里山的自然環境の保全を図ること。」であった。同時に市長への同主旨の要望署名も並行して行った。議会への請願は“両刃の剣”であり，ある意味では危険な賭の要素をはらんでいた。もし，請願が採択されなければ，開発計画を変更させることは確実に難しくなることが予測された。その意味で私たちは全力をあげて取り組んだ。17回に及ぶ駅頭での街頭署名，ショッピングセンターでの呼びかけ，ビラの各戸配布など思い浮かぶ様々な場面で署名を呼びかけた（図5）。こんなスタイルを「泥くさい」と笑いながら参加してくれた仲間もいた。署名は連絡会参加団体をはじめ全国各地から次々と寄せられた。

8月，請願署名（議会），要望署名（市長）を提出。請願署名（10,368筆）要望署名（10,763筆）となり，当初の目標を大幅に上回った。

9月，和泉市議会では請願が審議された。都市環境委員会での審議では制度上初めて請願者の主旨説明が与えられ，連絡会会長の山千代重榮が説明を行った。ただ，委員会では議員7名中3名の賛成となり少数否決された。望みは本会議に持ち越され，9月30日の本会議で22名の議員中12名の賛成を得て請願は採択された。請願署名10,368が議



図5．街頭署名（2011年）。

員の背中を大きく押した。この請願の採択は後に重要な意味をもってくることとなった。

12月、「信太山丘陵を守る市民の集い」を開催（日：12月4日，場所：於和泉図書館，参加者：78名，講演：森本幸裕（京都大学大学院教授））。市民の集いは，当初，請願審議される9月に予定していたが台風接近に伴い当日朝に中止せざるを得ず，12月に改めて開催した。

2012年－和泉市方針を転換－

6月，市議会総務安全委員会協議会の場で，市は信太山丘陵（市有地）について，「自然環境の保全と市民の財産としての活用を図る」「当該地に予定されていたスポーツ施設は他の場所で策定する」と自然環境の保全へ大きく方針を転換した。その理由として，①2011年，市議会が信太山丘陵の保全を求める請願を採択したこと。②市が委託した自然環境調査でも絶滅危惧種などが多数確認されたこと。などを挙げている。一方で，理由には挙げられなかったが，土地開発公社の解散や当初予定していた防衛省の助成金が困難になったという財政上の理由も考えられる。土地開発公社は，各自治体とも負債やいわゆる“塩漬けの土地”を抱え経営困難に陥っており，その救済として国が

特例措置をつくり解散を指導していた。この信太山丘陵についても介在民有地買い取りの費用やその後の利息は約20億円となっていた。3月、和泉市土地開発公社が解散となり、起債による弁財によって和泉市有地となった。

ただ、このことが、防衛省の「民生安定施設の助成」を受ける条件に抵触した可能性があり、助成が不可能となったことも方針転換の理由の一つとも考えられる。いずれにせよ、大阪の生物多様性を守る運動にとって、信太山丘陵の自然環境を保全する方向が見えてきたことはとても大きな一歩になったと云える。支援していただいた各種団体や署名に協力していただいた多くの方々のご支援とご協力の賜と深く感謝する。特に、シンポジウム開催や宣伝物印刷などで幾度も助成いただいた大阪自然環境保全協会には深く感謝を述べたい。

9月、審議会として、信太山丘陵市有地保全・活用委員会が発足。

11月、シンポジウム「信太山丘陵の保全と活用」を開催（日：11月23日、場所：和泉市コミュニティセンター、参加者：81名、話題提供：夏原由博（名古屋大学大学院教授）、藤原宣夫（大阪府立大学大学院教授）、畠佐代子（全国カヤネズミネットワーク代表））。

検討委員会と基本方針（案）の答申

検討委員会の発足

2012年9月7日、和泉市長の諮問機関として「信太山市有地保全・活用検討委員会」が発足した。学識経験者3名、市民公募3名で組織し、2013年の1月を目途に5回の審議会を開き、基本方針を市長に諮問する。市民公募3名は私たちの運動に関わった者が応募し、委員に任命された。諮問事項としては、和泉市信太山丘陵における市有地の保全活用に関する基本方針（案）とし、①

理念 ②事業の方向性 ③おおまかなゾーニング ④必要となる施設をあげている。

また、諮問理由として、以下のように述べている。「信太山丘陵における市有地は、市街地に隣接しながらも古くから陸上自衛隊信太山演習場であったことから、多様な野生生物が生息する場となっており、高い自然的価値を有しています。今、この地を市民の財産として有益に活用するため、豊かな自然環境の保全と市民活用の基本的な方針を示していただきたく諮問するものです」。

検討委員会は、増田 昇を委員長に選び、9月以降5回開催された。その間、市民の意見を聞く会、パブリックコメントなどを経て2013年2月13日、「基本方針」（案）を市長に答申した。

「基本方針」（案）の答申

2月13日に市長に答申された「基本方針」（案）では、信太山丘陵の特性を踏まえ今後の事業の拠り所となる基本認識として次のように示した。

【理念】

①信太山丘陵は人々の営みにより里山的環境が維持されてきた歴史を持ち、湧水湿地、草地には貴重な動植物が生息するなど、本丘陵は生物多様性に富んでおり、次の世代へ継承していくべき市民の財産、地域のシンボルである。

②史跡や文化財が豊富な和泉市北部に位置する信太山丘陵は、地域の人々に親しまれてきた経緯と住宅市街地に囲まれている自然という稀な特性を有する。

③この良き財産を守り、育てるため、公民協働により、自然と向かい合いながら息長く継続して里山的環境を保持し、市民の憩いの場、自然体験の場、環境学習の場として活用していく。

【コンセプト】

①自然と歴史を継承

②自然と人が織りなす里山的環境を再生

- ③多様な生物の生息・生育環境を守る
- ④公民協働により、保全・活用事業を支える

【事業の方向性】

信太山丘陵にふさわしい、人と自然の新たな関わり、公と民との新たな協働を順応的に実践するプログラムを持った公園として保全・活用をめざすとして、①自然保全活動を利用の一形態と位置づける ②計画段階から市民の参画と柔軟な事業展開 ③息の長い公園づくり。

【今後の進め方】

市、専門家、公募市民からなるワークショップを早期に立ち上げ、基本方針の更なる具体化の検討を進めるとともに保全活動を始める必要があるとしている。

今後の課題

以上の様な経緯をたどり、信太山丘陵の開発計画を中止させ、自然環境を守り生物多様性を保持しようとする取り組みは予想以上の大きな一歩を残そうとしている。こうした状況をつくりだす上で、多くの団体や人々の意思が示され、行動に立ち上がってきたことが何より大きな力となったということを改めて痛感する。また、それぞれが、ある人は智慧を、ある人は資金を、ある人は行動力をというように参加できるところで力を出し合ってきたことが大きな力に繋がったと云える。

改めてご支援いただいたすべてのみなさんに感謝を申し述べたい。だが、「基本方針」(案)は、正に基本の方針であって、この先具体化の中でいろいろと曲折も予測される。事業化に向けての行政の動きも十分注視していかなければならない。私たちの考える「里山自然公園」は一步近づいたとはいえ、実現までにはあと一山、ふた山を越える必

要があろう。さらなるみなさんのご支援をお願いしたい。

さしあたってはワークショップや保全作業に積極的に関わっていきたいと考えているが当面する課題としては以下のことが考えられる。

①基本方針で、公民協働による息の長い取り組みが示されている。私たちも主体的に参加していく責任を感じる。そのための知識や技量を高め、人を組織するという課題が切迫している。

②特に、どれだけ若い人々を惹きつけることができるかという、とても重要で難しい課題もある。

また、「生物多様性基本法」制定以降、国は「国家戦略」を示してきたが、地方の段階では進展していない。特に、大阪府は「生物多様性基本条例」「大阪の地域戦略」など未制定である。今回の和泉市の取り組みは、積極的に生物多様性を守る視点から決断したというよりも、他のさまざまな要因から踏み切ったといった方が正確かもしれない。しかし、進めようとしている事業はまさに大阪を代表する生物多様性を守る事業であり、和泉市の意図する以上の価値ある事業となるのではないかという予感がする。

大阪府下をはじめ、近畿一円の同様な生物多様性を守る取り組みへ波及することを期待すると共に大阪府が積極的に条例制定や地域戦略の制定をすすめる、その先頭に立つことを期待したい。

引用文献

- 石井 実. 2010. 信太山丘陵の保全と活用に向けて. 関西自然保護機構会誌KONC, 32 (1): 5.
- 和泉市. 2004. 北部公共施設事業事業計画書. 14 pp. 和泉市, 大阪.

■自然へのアプローチ — 今、若い研究者がとりくんでいること — 16

野生生物の保全のための多様なアプローチ

京都大学大学院農学研究科森林科学専攻 高 柳 敦

Multiple approach to conservation and restoration of wildlife. Atsushi Takayanagi
(Laboratory of Forest Biology, Division of Forest and Biomaterials Science,
Graduate School of Agriculture, Kyoto University)

はじめに

京都大学大学院農学研究科森林科学専攻森林生物学分野（正式名称は「分野」だが、以下では研究室とする）は、1996年4月に農学部の改組によって旧林学から森林生態学研究室が別の専攻に移るのに伴い、森林科学専攻内に森林の生物を扱う研究室として創設された。その研究課題は、その当初は、植物の種生態学、樹木の虫害、野生動物の保護管理の3つの分野であったが、2007年に井鷲裕司教授が来られてからは、遺伝解析を駆使した希少動植物種の保全生物学の分野が中心的研究分野となっている。

希少植物の生態と保全

希少植物の中には、残存個体が数えられるほどしか残っていない種がある。それらの種は、個体数が限られた特殊な状況にあることから、生態学の研究対象から除外されがちであったが、保全生態学はまさしくこういう集団を対象にした研究である。そして、井鷲教授は、そのような集団の保全にユビキタスジェノタイピングという新しい発想で、より適切な保全施策を展開できる科学的アプローチの構築を目指している（井鷲、2012）。

ユビキタスジェノタイピングとは、生育地に残存する種内の全個体の遺伝子型を決定することを指し、それにより、クローン構造、遺伝的多様性、集団内の遺伝構造、集団間の遺伝的分化などを明らかにし、希少生物を遺伝学的視点からも最適な形で進めようとする方法である。

その研究サイトの一つが、熊本県の阿蘇山系に広大な面積が残されている半自然草原である。ここは希少な固有種が何種も残存する生物多様性のホットスポットとなっている。

ハナシノブはそのような希少固有種で、現存個体数は400個体程度と推定されている。現在5つの野生集団があり、それ以外に栽培集団が残されている。これらの集団を対象にマイクロサテライトマーカーによる遺伝解析を行ったところ、集団間で遺伝的多様性に大きな違いは見られないものの、個体数の多い野生集団は、推定された祖先集団に最も近い集団構造を持っていたのに対し、個体数の少ない野生集団は、ボトルネックを経験していることが推定された。栽培集団の遺伝構造は野生集団のそれを反映しておらず、現在の栽培集団をそのまま野生個体群の復元に用いることは望ましくないことが明らかになった。遺伝構造が残存個体数と関係しているのは、個体数が少ない集団には送粉者が少なく、そのため繁殖が十分に行

われていないことにも一因があることまで推定できている。しかし、それら小集団の個体数を増やそうにも、その周囲が造林地になってしまったりして、研究成果を活かして保全を進めるのが難しいのが現状である (Yokogawa et al., 2010; 井鷲, 2012)。

阿蘇山系と同様に日本を代表する生物多様性のホットスポットとして小笠原諸島がある。その固有性は東洋のガラパゴスと呼ばれるほど高いが、一方で人間による開発と外来生物によって大きな影響を受けている。ムニンフトモモは小笠原の希少固有種の一つで、確認されている個体数は2008年時点で326個体と極めて少ない。その父島の集団のうち、北部2集団、中部1集団、南部3集団の計6集団に兄島の2個体をあわせた105個体を用いて、その遺伝的多様性と構造を調べたところ、AFLPマーカーで得られた123のフラグメントのうち、多型が認められたのはわずか16しかなかった。これは、近縁種や小さな島嶼の希少種と比較しても極めて小さく、遺伝的多様性が著しく低いと言える。一方、マイクロサテライトを用いて遺伝構造を調べた結果から、距離による隔離が起きていることが明らかになり、兄島、父島北部、中部、南部でそれぞれ分化が起きていることが認められた。この遺伝構造が人為的な影響によるものなのかどうかは検証できていないが、ムニンフトモモの保全には、これら4集団それぞれを域内保全すること、域外保全などを行うときには、出自の集団をできる限り正確に把握しておくことが必要ことが明らかになった (Kaneko et al., 2008; 井鷲, 2012)。

アカガシラカラスバト (図1) は、カラスバトの日本固有亜種とされ、小笠原諸島と火山列島にのみ分布し、個体数は100羽程度と推定されている。その遺伝的多様性を調べたところ、基亜種のカラスバトよりかなり低いことが明らかになった。



図1. アカガシラカラスバトは中国・韓国・日本に分布するカラスバトの日本固有亜種。小笠原諸島にのみ分布し、個体数は100羽程度と推定され、伐採による生息環境の減少、クマネズミとの餌を巡る競争、ノネコによる捕食などで絶滅の恐れが高いとされ、絶滅危惧IA類に指定されている (安藤温子氏撮影)。

一方で、小笠原諸島の集団と火山列島の集団間で遺伝的交流が認められ、各集団の遺伝的多様性を失わないように保全するだけでなく、集団間の交流が維持できるような保全施策が必要であることがわかった (Ando et al., 2011)。

当研究室ではこれらの種以外にも、多くの希少種を対象として研究が行われている。例えばスズカケソウでは徳島県の1集団約130個体が1クローンからなることを明らかにしたり、千葉県のスズカケソウが新種であることを確定するに至る発見をするなど、研究成果が保全の現場に直結している。現在は、半自然草原に見られるスズサイコ、伊豆諸島の御蔵島など限られた場所にしか分布していないニオイエビネなど、多くの希少種についても、遺伝解析などにより最適な保全施策を探る研究が進められている (井鷲, 2012)。

繁殖生態の解明

植物の繁殖では、受粉と種子散布に関して、動物に依存する種がある。それらの植物では、花粉媒介者や種子散布者が限定されることがあり、それらの種との間に種間関係が形成され、それが繁殖生態に大きな影響を及ぼすことがある。

シマクサギは、伊豆半島と三浦半島にも局所的に分布するものの、ほぼ伊豆諸島にのみ見られる準固有種である。一方、近縁種であるクサギは本土で普通に見られる広域分布種であり、伊豆諸島にも分布する。両者はよく似ており、花の形態の違いなどから1997年になってはじめて別種と認定されたほどである。

シマクサギが伊豆諸島周辺で分化したメカニズムについて、本州にいる送粉者が島嶼では欠落し、新しい送粉者に適応して種分化したとの仮説を立てて研究したところ、本州ではクロアゲハやカラスアゲハのような黒色系アゲハが主要な送粉者であるのに対し、伊豆諸島では、ホウジャク類が主な送粉者であることが明らかになった。花の形態を比較すると、シマクサギはクサギより雄蕊・花弁は共に短く、花筒はわずかに長かった。訪花試験を行ったところ、アゲハ類の送粉効率は両種で差はなかったが、ホウジャク類の送粉効率はシマクサギで著しく高く、花の形態の違いが、島嶼部での主要な送粉者であるホウジャク類への適応であることが示唆された (Mizusawa et al., 2012)。

受粉において重要なのは、健全な種子が生産されることである。自家不和合性を持つ植物では、自分の花粉で受粉しても繁殖には効果的でない。ホオノキは、初夏につける大きな花が目立つ樹木であるが、このような大きな花を持ち大量の花粉を生産する花は、甲虫媒に適した花形態とされるが、ホオノキの花にはハナムグリなどの大型の甲虫以外にもマルハナバチ類や小型甲虫も訪れてい

る。これらの花粉媒介者の受粉への貢献度を、体表に付着している花粉一粒の遺伝情報を花粉粒の直接遺伝解析法で調べたところ、ハナムグリ類は、体に付着している花粉量が多いだけでなく、そのうち他家花粉が占める割合が、マルハナバチ類や小型甲虫類に比べて圧倒的に高かった。マルハナバチ類は多くの花粉を身につけているものの、その大半が自家花粉であり、強い近交弱勢を示すホオノキにとっては決して効率的な花粉媒介者ではないことがわかった (Matsuki et al., 2008; 松木・井鷲, 2012)。

受粉も繁殖に大切なイベントであるが、できた種子をどう散布するかも、移動できない植物にとっては繁殖の重要なテーマである。できた種子が遠くに運ばれ、新たな生息適地を確保できれば、次世代の確保に有利になることが期待できる。しかし、ある母樹からの種子の散布距離を直接観察だけで明らかにすることは極めて困難である。その困難な課題に遺伝解析の手法を用いて取り組んでいる。茨城県の小川学術参考林でミズキの種子が鳥類によってどのくらい運ばれるかを、内果皮などの母樹由来の組織を対象にマイクロサテライト遺伝解析を行い、母樹と散布種子との距離を調べてみると、多くが母樹下に落とされる一方で中には100mを超える距離を移動したり、調査区外から持ち込まれる種子も見られた。結実ピーク時には、鳥に種子散布される種子が増え、種子散布量・距離ともに大きくなることが明らかになった (山崎ほか, 2013)。

鳥類では、このような種子散布がすぐ頭に浮かぶが、それだけではない。種子を食べてしまう種子食の種もある。その一つであるイカルについて、大学構内に生えているコバノチョウセンエノキとエノキの採食を比較したところ、同属近縁種であるにも拘わらず、コバノチョウセンエノキを強く選好し、その種子散布量を大きく減少させてしまっ

ていた。種子食鳥はどちらかというと狭食性の食性を持ち、特定の種に大きな影響を与えている可能性が示唆された（Yoshikawa et al., 2012）。

NGSを用いた遺伝学的研究の新たな展開

遺伝解析技術は、今、飛躍的に発展しようとしている。それは、2007年に開発された次世代シーケンサー（Next Generation Sequencer；NGS）の影響である。従来のシーケンサーがせいぜい100のDNA断片しか一度に処理できなかったのに対し、NGSは数千万から数億のDNA断片を処理することができ、1回の運転で数千億塩基の情報を得ることができる。それもただ量が多いだけでなく、一度に読む塩基（リード）の塩基数を指定できるため、小数の断片を丁寧に読むか、大量の断片を少しずつ読むかなどの操作も可能となる。このような桁違いの処理が可能になることで新たな解析が進められている。

希少種の保全において、その食性を明らかにすることは基本情報として不可欠である。先ほど述べたアカガシラカラスバトでも食性の詳細がわかっていない。希少種の場合、食性を調べるには非侵襲的な手法が必要であり、その代表に糞分析がある。しかし、糞に出てくる組織片による判別には限界があり、特にハトの仲間は砂嚢で食べ物を粉砕してしまうため糞分析では極めて断片的なことしかわからない。これに対し、DNAバーコーディングという短い遺伝マーカーによって種を判別する手法を用いて、食性を明らかにして、生息環境管理に関する情報を得るための研究が進められている。例えば、52のサンプルを解析にかけ、50のサンプルから37,197リードの解読に成功し、このうち32,291リードが予め用意したデータベースに一致し、44種の植物が検出された（安藤ほか、2013）。多量のDNA情報を解読することができる

ので、糞に含まれる食物のDNAを網羅的に検出することができる。この手法は多くの生物に応用でき、現在、糞分析によるシカの食性解析を種レベルで行うことができるかどうかの研究も進めている（中原ほか、2012）。

熱帯雨林は生物多様性が高く、菌類でも日本で見られないような多様な種が存在すると予想されるが、種の同定ができていないこともあって、菌類相の研究は困難である。植物の葉に生育する葉圏菌相について、メタゲノム解析という手法でその多様性の解明に取り組んでいる研究が行われている。メタゲノム解析は、微生物群集を培養などによって個別の微生物を特定することができなくても、その群集に含まれるDNAをそのまま全て抽出し、NGSで網羅的に解読することで、そこにある生物相の特徴を把握したり、その環境との相互作用について解明したりする手法である。フタバギ科の造林樹種と同所的に生育する他の植物種を対象に、その葉10枚を採取してメタゲノム解析を行ったところ、6,052,286リードが抽出され、そのうち708,056リードについて解析したところ、種同定できたのはわずか10%に過ぎず、未知の菌類が多数存在している可能性が示唆された（伊津野ほか、2013）。

遺伝解析と分布予測モデルを応用した

植物の分布変遷の解明

分子系統地理学は、生物のDNAに刻み込まれている遺伝構造に関する情報から、種の分布変遷に関する情報を推定する学問分野であり、近年では分布予測モデルなどを組み合わせた学際的な研究分野として発展してきている。

ハリギリ（図2）は、東アジアでもっとも広域分布する高木種の1種で、様々なタイプの森林で見られる。そこで、日本・中国・韓国の標本およ



図2. 中国広東省のハリギリ。ウコギ科の樹木で、高さ30m、直径1.5mにもなる落葉高木である。集団といっても成木の分布密度は非常に低く、単木間の距離が離れているため、分布適地でもまとまった数の個体を探し出すのはかなりの苦労が必要である（阪口翔太氏撮影）。

び研究者からの情報提供を受けて402地点の分布情報を得て、それらの分布情報から、気温・降水量などを基にハリギリの生態ニッチの特性を把握し、モデル化した。そして気候シミュレーションモデルから推定されている過去の気候データを組み合わせることで、分布域を推定する生態ニッチモデルによってハリギリのこれまでの歴史的な分布変遷を復元した。それにより、もともと温暖な間氷期には、ハリギリは中国、朝鮮半島、日本列島に分かれて分布していたものが、最終氷期最盛期には中国大陆から日本にかけて形成された東シナ海陸橋でつながり、その後、再び、現在のような隔離分布まで拡大したと予想された（阪口、2013）。

一方、3カ国の75集団2,205個体の葉のサンプルを基にした遺伝解析では、葉緑体のハプロタイプでは、中国東部から日本列島にかけての地域、中国の東経110度よりも西で長江より南の地域、長江より北の地域、の3つのグループに分けられた。このうち中国南西部の集団と中国東部から日

本列島にかけての集団は、過去に分布の拡大を経験していることが示された。核のマイクロサテライトマーカーを用いた分析でも同様の遺伝分化が見られたが、中国東部の集団と南日本の集団は別の系統に属することが明らかになり、温暖期に出現する東シナ海が障壁となって分化が起きたことが示唆された。また、葉緑体ハプロタイプ、核DNAともに集団間の地理的距離が増大すると遺伝距離も増大しており、種子や花粉の移動を介した遺伝子流動が地理的距離の制約を受けていることがわかった（Sakaguchi et al., 2012）。

ハリギリは花粉も化石に残りにくい植物であり、過去の分布情報を得ることはほぼ不可能に近い。その条件の中で、生態ニッチモデル、葉緑体のハプロタイプと核のマイクロサテライト遺伝構造の、それぞれの解析結果がよく対応したことで、各解析で独自に推定された分布変遷シナリオが正しいことの裏付けとなったとともに、それぞれの特徴から広域分布植物の分布変遷を引き起こしたより詳しいメカニズムを考察することができた（阪口、2013）。

カシノナガキクイムシの寄主木選択

ブナ科樹木萎凋病、いわゆるナラ枯れによる集団枯損被害は、近年、東日本で拡大しているだけでなく、近畿圏でも深刻さを増している。京都市でも、東山で毎年、多数の枯死木が発生する状況が終息してない。

京都府では、ナラ枯れの被害は1991年に丹後半島から始まり南東方向へ拡大しており、2002年には芦生研究林に、2008年には八丁平周辺の二次林にまで及んでいる。

ナラ枯れは、カシノナガキクイムシ（図3）が運ぶ病原菌により水分通導が阻害されることによって起こる。ただし、枯死に至るほどの阻害は、少

数のカシノナガキクイムシの加害だけでは発生せず、集中加害（マスアタック）があって初めて被害木は枯死に至る。体長 5 mm ほどの昆虫が、広い範囲にいくつも存在する加害可能な樹木個体から、どうやって加害する木を選択し、集中加害するのかがわかれば、被害の発生機構の解明に大きく寄与すると考えられる。当研究室の山崎理正助教が、この課題に学生達と共に長年取り組んでいる（山崎，2009）。毎年、4 回生や修士の学生が、山崎助教のアイデアを活かすべく地道に研究を続けてきた結果、その一端が明らかになってきている。

芦生研究林の長期固定調査区でのミズナラ枯死木の変遷を調べると、集中分布する太いミズナラほどカシノナガキクイムシの加害を受けやすいことが明らかになった。これからカシノナガキクイムシは、天然林内にあるミズナラの集中斑を何らかの方法で検出し、その中で繁殖により好適な樹木個体を選択しているらしいことが推測された

（Yamasaki & Sakimoto, 2009）。

集中加害の発生機構を確かめるため、八丁平の周囲を取り囲む二次林90haを対象に、前年の被害木を枯死していないものまで丁寧にピックアップする調査を、ここ数年続けてきている。その結果、枯死確率は、ミズナラとクリという樹種によっては異なっているが、同じ樹種の中では太さによる違いがないことがわかった。さらに、被害木は強い集中分布を示していることから、飛来時に加害に適した個体の集中斑を見つけることが寄主木選択において重要なプロセスであることまで明らかになった（Yamasaki & Futai, 2012）。

集中斑の検出過程についてはまだ明らかになっていないが、その機構が明らかになれば、そこを阻害することで被害を軽減できる道が見えるかもしれない。

ニホンジカによる植生改変と植生の回復試験

増加したニホンジカによる植生改変は、下層植生の喪失のみならず、中上層木の減少まで引き起こしている。生態系が変わってしまうだけでなく、土壌の流出など生態系の喪失にまでつながりかねない状況も発生している（図 4 左）。京都大学芦生研究林でも、シカの採食による下層植生の消失が著しい。豊かな天然林として知られる芦生の森を次世代にまで残すために、今、何が起きていて、これからどうすべきなのかについて明らかにすることが求められている。なお、筆者はシカの自然植生への影響について“被害”という人間の価値判断を含んだ用語でなく、改変という言葉をししば用いる。植物の立場だけでなく、影響を被る他の種の立場からも被害の方が適切な用語かもしれないが、広い視点で動物と植物の相互作用を考えたときに、被害を定義するのが難しく、植生改変と呼んでいるので、ご理解いただきたい。



図 3. カシノナガキクイムシの成虫。体長約 5 mm。左がオス、右がメス。元々は衰弱木に穿孔する二次性昆虫とされていたが、ナラ枯れ被害地では健全木に穿孔し、問題となっている。メスの胸部の背中中の丸い点が集中している場所がマイカンギアと呼ばれ、幼虫の餌となる酵母と樹木を枯死させる病原菌がここに付着している（山崎理正氏撮影）。



図 4. シカの採食圧と芦生の植生. 豊かな植物群集を誇っていた芦生の植生も2000年前後頃からのシカの採食とササ類の一齐開花・枯死によって下層植生がなくなり、今では土壌流出が心配されるほどである（左：2013年 5 月 6 日撮影）。2006年 6 月に大規模防鹿柵で囲って作った集水域防護試験区は、12月から翌 4 月まで雪による倒壊を避けるために柵を開放しているが、その中の植生は明るい谷筋を中心にかなり回復してきている（右：2013年 5 月 18日）。

芦生研究林では、下層植生の衰退などの変化について研究し、芦生の生物相を科学的に保全するための研究プロジェクト「芦生生物相保全プロジェクト」が、当研究室出身の研究者を中心に多数の人の協力のもとに実施されている。その中心的な研究サイトが、一つの谷をぐるりと防鹿柵で囲い、小集水域単位でシカの影響を評価する集水域防護試験区（図 4 右）である。2006年に13haの集水域防護区を設置し、隣接する19haの対照区と植生や水質の変化を比較してきた。すでにシカが高密度で生息することが土壌動物相や水生昆虫相、溪流水の水質へ及ぼす影響が他の研究室の研究者によって調べられている。大面積防鹿柵が森林の保全にもたらす効果として、低頻度でしか出現しない希少種を保全するのに有効であること（阪口ほか，2008）や強く攪乱を受けた状態を保護した時に発達する林床植生は、ササが優占していたかつての森林における下層植生の発達とは異なっていると推定されることが示されている（阪口ほか，2012）。

プロジェクトでは芦生研究林上谷地域における

シカの影響評価も行っており、下層植物の減少は、蜜源の減少となって訪花昆虫へ影響を及ぼすのではないかとという視点から、トラマルハナバチについて、過去に採取された標本と現在の個体の遺伝的多様性を測定したところ、有効対立遺伝子数、対立遺伝子多様度の推定値などの指標に違いは見られないという意外な結果が出て、広い生態系を対象として間接効果の影響を測定する困難さが示された（井上，2009；Inoue et al., 2010）。一方で、シカの生息しない地域との比較によって、林床植物の開花密度の減少が無報酬花をつけるナツエビネの繁殖成功度に負の影響を及ぼしている可能性が示唆されている（Sakata et al., 2013）。また、林内における車での移動時のシカ目撃頭数を個体数密度の相対指標として評価する研究も行われている（合田ほか，2008；Inoue et al., 2012）。

芦生研究林では、今年から初夏の有害捕獲も開始されている。現在、これまでの研究に加えて自動撮影などを用いながら、シカの生息地利用とその影響や保全のための効果的な施策の在り方など

について研究を進めているところである。

おわりに

手前味噌になってしまうが、当研究室は、現在の野生生物保全の3つのホットトピックを味わうことができる希有な環境にあるとも言えよう。この環境を活かして新たな保全の流れを担う人材が育ってゆくことを期待したい。最後に自分の専門外の分野については、ほとんど手探り状態で書き上げた。そのつたない文章を快く修正していただき、写真をご提供いただいた、研究室の山崎理正先生、安藤温子氏、並びに東京大学大学院総合文化研究科の阪口翔太氏に、心よりお礼申し上げたい。

引用文献

- Ando, H., S. Kaneko, H. Suzuki, K. Horikoshi, H. Takano, H. Ogawa & Y. Isagi. 2011. Genetic diversity of the Japanese wood pigeon, *Columba janthina*, endemic to islands of east Asia, estimated by newly developed microsatellite markers. *Zoological Science*, 28(12): 891-896.
- 安藤温子・鈴木節子・堀越和夫・鈴木 創・梅原祥子・村山美穂・井鷲裕司. 2013. DNAバーコーディングを用いた糞分析に基づく、絶滅危惧種アカガシラカラスバトの食物構成とその季節変化の解明（日本生態学会第60回全国大会ポスター発表資料. P1-308）.
- 合田 緑・井上みずき・高柳 敦. 2008. 芦生研究林における林道走行中のシカ目撃モニタリング. *森林研究*, 77: 89-94.
- 井上みずき. 2009. 案外したか？ 環境が激変した森でのトラマルハナバチの遺伝的多様性. 「昆虫科学が拓く未来」（藤崎憲治・西田律夫・佐久間正幸編），pp. 91-94. 京都大学学術出版会，京都.
- Inoue, M., S. Sakaguchi, K. Fukushima, M. Sakai, A. Takayanagi, D. Fujiki & M. Yamasaki. 2012. Among-year variation in deer population density index estimated from road count surveys. *Journal of Forest Research*, Online first.
- , M. Yamasaki, T. Kakutani & Y. Isagi. 2010. Negligible impact of deer-induced habitat degradation on the genetic diversity of extant *Bombus diversus* populations in comparison with museum specimens. *Journal of Insect Conservation*, 14: 191-198.
- 井鷲裕司. 2012. 絶滅危惧種の分子保全遺伝学. 「森の分子生態学 2」（津村義彦・陶山佳久編），pp. 137-158. 文一総合出版，東京.
- 伊津野彩子・山崎理正・田辺晶史・東樹宏和・Sapto Indrioko・井鷲裕司. 2013. メタゲノム解析による熱帯多雨林の葉圏菌類多様性の解明（日本生態学会第60回全国大会ポスター発表資料. P1-184）.
- Kaneko, S., Y. Isagi & F. Nobushima. 2008. Genetic differentiation among fragmented populations in an oceanic island: the case of *Metrosideros boninensis*, an endangered endemic tree species in the Bonin Islands. *Plant Species Biology*, 23: 119-128.
- Matsuki, Y., R. Tateno, M. Shibata & Y. Isagi. 2008. Pollination efficiencies of flower-visiting insects as determined by direct genetic analysis of pollen origin. *American Journal of Botany*, 95(8): 925-930.
- 松木 悠・井鷲裕司. 2012. 花粉粒の直接遺伝解

- 析法を用いたホオノキ訪花昆虫の送粉効率評価。
林木の育種, 242 : 3 – 9.
- Mizusawa, L., G. Takimoto, M. Yamasaki,
Y. Isagi & M. Hasegawa. 2012. Comparison
of pollination characteristics between the
insular shrub *Clerodendrum izuinsulare* and
its widespread congener *C. trichotomum*.
Plant Species Biology, Online first.
- 中原文子・安藤温子・塩田幸弘・津村義則・高
柳 敦. 2012. シカの食性解析におけるDNA
バーコーディングの有用性 (日本森林学会第
123回大会ポスター発表資料, Pa-166).
- 阪口翔太. 2013. 日華植物区系におけるハリギリ
の生物地理. 「系統地理学」(種生物学会編),
pp. 101–123. 文一総合出版, 東京
- ・藤木大介・井上みずき・高柳 敦. 2008.
芦生上谷流域の植物多様性と群集構造—トラン
セクトネットワークによる植物群集と希少植物
の検出—. 森林研究, 77 : 43–61.
- ・——・——・山崎理正・福島慶太郎・高柳
敦. 2012. ニホンジカが多雪地域の樹木個体群
の更新過程・種多様性に及ぼす影響. 森林研究,
78 : 57–69.
- Sakaguchi, S., Y. X. Qiu, Y. Liu, X. S. Qi, S.
H. Kim, J. Han, Y. Takeuchi, J. R. P.
Worth, M. Yamasaki, S. Sakurai & Y.
Isagi. 2012. Climate oscillation during the
Quaternary associated with landscape het-
erogeneity promoted allopatric lineage di-
vergence of a temperate tree *Kalopanax
septemlobus* (Araliaceae) in East Asia. Mo-
lecular Ecology, 21 : 3823–3838.
- Sakata, Y., S. Sakaguchi & M. Yamasaki.
2013. Does community-level floral abun-
dance affect the pollination success of a
rewardless orchid, *Calanthe reflexa* Maxim.?.
Plant Species Biology, Online first.
- 山崎理正. 2009. 環境変化がもたらす森林の衰退
ナラ枯れとカシノナガキクイムシ. 「昆虫科
学が拓く未来」(藤崎憲治・西田律夫・佐久間
正幸編), pp. 99–113. 京都大学学術出版会,
京都.
- Yamasaki, M. & K. Futai. 2012. Discrimina-
tion among host tree species by the ambro-
sia beetle *Platypus quercivorus*. Journal of
Forest Research, 17(2) : 149–155.
- & M. Sakimoto. 2009. Predicting oak
tree mortality caused by the ambrosia bee-
tle in a cool-temperate forest. Journal of
Applied Entomology, 133 : 673–681.
- 山崎良啓・直江将司・正木 隆・井鷲祐司. 2013.
鳥類のフンと含有種子双方の遺伝解析による果
実食鳥の種子散布パターン解析 (日本生態学会
第60回全国大会ポスター発表資料, P1-145).
- Yokogawa, M., S. Kaneko, Y. Takahashi &
Y. Isagi. 2010. Genetic consequences of
rapid population decline and restoration of
the critically endangered herb *Polemonium
kiushianum*. Biological conservation, 157 :
401–408.
- Yoshikawa, T., T. Masaki, Y. Isagi & K.
Kikuzawa. 2012. Interspecific and annual
variation in pre-dispersal seed predation by
a granivorous bird in two East Asian
hackberries, *Celtis biondii* and *Celtis sinensis*.
Plant Biology, 14(3) : 50–514.

「世界遺産春日山原始林－照葉樹林とシカをめぐる生態と文化－」

"World Cultural Heritage 'Kasugayama Primeval Forest' : Ecology and culture of the lucidophyllus forest - sika deer relations" written and edited by Yuri Maesako

前迫ゆり（編著），ナカニシヤ出版，255pp＋口絵カラー20pp，定価2,625円（本体2,500円＋税）（2013）

2013年3月に刊行された本書は，4部から構成されるちょっと欲張りな本である。春日山という縦糸に，全く色の違う4本の横糸を織り込んだ構成となっている。

第Ⅰ部では，森と山をキーワードにして，多川俊映氏，中東弘氏，和田萃氏の3氏が春日山の文化的側面を解説してくれる。日本人の精神世界の中で，春日山をはじめとした山とはどのような位置づけだったのだろうか？その世界観は歴史的にどんな変容をとげてきたのだろうか？最近はやりの言葉をつかえば，山と森をパワースポットとして考える日本人の奥底を再認識させてくれる。

第Ⅱ部は，春日山原始林の自然誌である。春日山を歩くときに一緒に持っていきたい，カラー版自然ガイドブックといった感じである。前迫ゆり氏は植物を，伊藤ふくお氏はルーミスジミをはじめとする昆虫を，鳥居春己氏は春日山とその周辺で生息確認された哺乳動物を紹介してくれる。コラムでは松井正文氏がタゴガエルなどを紹介している。高田将志氏と山田誠氏は，春日山を歩いていて感じる，地形と溪流の様子の違いが，地質の違いに結びついていることをわかりやすく教えてくれる。

第Ⅲ部では，春日山とその周辺の植生の劣化が，生態的に解説されている。シカの過剰な個体数密度による採食圧の増加，それにとまっておこる植生劣化と外来種の侵入によって生じる多様性や森林構造の変化が，この部分の主題となっている。

春日山照葉樹林や周辺地域での調査研究の先駆者ともいえる菅沼孝之氏と渡辺弘之氏による二つ

の章は，春日山が現在直面する植生劣化の問題が，1970年代からすでにさまざまな形で問題になっていたことを示してくれる。森林管理には長期的な変動の実態を記録し，それをもとに将来を予測することが必要なのだが，残念ながら春日山には森林に関する長期的なモニタリングデータが欠如している。しかし，さまざまな断片的な森林調査データをもとにして，前迫ゆり氏は過去に起こった種類構成の変動を明らかにし，山倉拓夫氏は大胆な森林動態予測を行っている。明らかに，春日山の樹種多様性は減少し，その将来予測にも楽観的な要素は全く無い。

小船武司氏と河瀬浩氏は，1977年から2008年に毎年行われた簡易センサスデータを活用して，鳥類の長期的変動を明らかにしている。ミゾゴイとアカショウビンの当該地域からの消失（森林内の環境の乾燥化が原因）を報告している。

シカによる照葉樹林の劣化には，照葉樹林の構成種自体が食べられていくことと，不嗜好性の植物に置き換えられることの二つの過程が関与している。名波氏は国内外来種ナギの雌雄異株性と，高密度下における雄株の相対的に高い生存率が，他の樹種との共存を可能にしているという，とてもユニークな視点からの研究を紹介している。

鈴木亮氏と前迫ゆり氏による林床植物のシカに対する適応戦略の解説は，視点を草地にまで広げて，この本の中ではユニークである。公園平たん部の草地の植物は，いずれもシカの採食を回避するような戦略を獲得しているのに，森林林床の植物はシカによる被食を回避できていない。林床へ

のシカの採食圧の浸透は、ごく最近急速に広がったために、植物が集団遺伝的にあるいは進化的に対応するにはまだ時間が短すぎるという考え方は、この問題を考える上で唆深い。

草加伸吾氏によるコラムでは、春日山原始林内を流れる小河川での水質変化が報告されている。春日山から流れ出る小河川の水質が30年の間に変化して、森林を皆伐した時と同じ程度の硝酸濃度が大雨時に記録されるようになってしまった。植生劣化によって余剰な土壤養分が水とともに流れ出している可能性を示唆していて、植生劣化がドミノ的に引き起こす現象の一端を教えてくれる。

第IV部では、春日山の森林とシカの保全管理についての考察と提言が扱われている。立澤史郎氏は、ここでシカと植生の双方がじり貧状態にあるという構図を描き出している。人間の給餌活動などがシカの過剰な個体数密度と貧栄養状態をつくりだすとともに、植生への過度の採食圧をつくりだす。そして植生のほうは、シカの選択的な採食圧によって多様性や健全な個体群構造を維持できなくなっていく。こうして劣化した植物資源はシカをさらに追いつめ、追いつめられたシカは不嗜好植物にまで口にするようになり、植生のさらなる劣化を招く。化学防衛された植物をも餌資源にすることで、シカはさらに消耗していく。この悪循環を断ち切る統合的管理、シカと植生双方が立ちなおる道を探ることが重要だという主張には説得力がある。広大なシカ柵設置も、シカを完全に柵内から排除するのは難しく、逆に、山側に閉じ込められたシカはさらに森林の現状を悪化させ、平坦な公園部に閉じ込められたシカは資源の多様性を失い、さらに追い詰められてしまうかもしれないとも指摘している。

鳥居春己氏は、シカに関する知見を整理し、神鹿としてのイメージを壊すことになったとしても、

春日山の森とシカの双方を生かしていくには現状のままのシカの管理方法ではなく、直接的な個体数管理にも踏み込むべきだと主張している。

前迫ゆり氏は、シカと照葉樹林の保全に関するポイントを整理し、適応的管理の必要性和緊急性を強調している。研究者の間ではシカと森林に対する積極的な管理の必要性はコンセンサスとして定着しているが、なにか対策を実行に移していくには、市民の認識が十分ではなく、合意形成の場そのものの設定が難しい。そのため、行政も積極的に動くモチベーションを持ちえていないように見える。とはいえ、このようなシカによる植生劣化の問題に対する認識は、市民の間にも徐々にひろがりつつある。本書の3つ目のコラムは、登山を通じてシカの問題にコミットするようになった、由良行基周氏と高橋円氏による寄稿である。

前迫氏は、この本自体を、特に第II部とIII部を、一般の人々をこの議論に誘い込むための読み物として企画している。この2つのパートに、第I部の文化的側面とIV部の保全をめぐる考察と提言を加えたために、統一観に欠けたものになってしまったのが残念である。しかし、前迫氏の意欲的な構成意図は高く評価したいし、事態の緊急性を考えれば、このような無理は通すべきものかもしれない。体裁的には、縦書きの本文と横書きの参考文献とが遠く離れてしまい、はなはだ読みにくいものになってしまっているのがもったいない。さらに、縦書きで数字を記載するために、小数点と桁区切点が混乱して、誤植を誘発している。本書は絶対に横書きにすべきであったと思う。また、カラスザンショウをシカの不嗜好植物とする記載が何か所かあるが、パイオニア樹種で窒素分の多いカラスザンショウの葉は、刺があってもシカの大好きな植物のひとつであること（少なくとも春日山では）を指摘しておきたい。（神崎 護）

平成24年度四手井綱英記念賞 選考理由

受賞対象論文

秋田耕佑・平井規央・石井 実, 2011, 大阪府南部におけるコガタブチサンショウウオ *Hynobius yatsui* Oyamaの分布と生息環境. 関西自然保護機構会誌, 33 (1) : 15-23.

選考理由

大阪府のコガタブチサンショウウオは、金剛山地から和泉山脈に生息することが知られていたが、詳しい分布までは明らかにされていなかった。1978年の第2回自然環境保全基礎調査では、大阪府内のコガタブチサンショウウオ（当時はブチサンショウウオ）の産地として、千早赤阪村、和泉市、貝塚市が、「南部の金剛和泉山地」としてあげられている。これが大阪府におけるコガタブチサンショウウオの分布に関する知見のほぼすべてであった。

「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」（2000年）においても、コガタブチサンショウウオ（当時はブチサンショウウオ）を準絶滅危惧種に選定しているが、その生息状況については「府内では南部の山地に分布しているが、個体数は少ない」と記述するにとどまっている。本論文は、従来生息地とされていた金剛山地から和泉山脈において、これまで知られていなかった新たな生息地を確認し、大阪府内におけるコガタブチサンショウウオの分布に大きな知見を与えた。これはレッドデータブックの改訂において、きわめて重要な情報となる。さらに、コガタブチサンショウウオの生息環境条件を考える上でも貴重な情報を提供し、本種の保全に貢献するものである。

以上のことから、本誌第33巻1号に掲載された論文「大阪府南部におけるコガタブチサンショウウオ *Hynobius yatsui* Oyamaの分布と生息環境」を高く評価し、平成24年度四手井綱英記念賞を授与することとした。

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

2013年 3 月12日

亀岡市長 栗山 正隆 様

関西自然保護機構会長 石井 実
大阪市東住吉区長居公園 1-23
大阪自然史センター気付

亀岡市保津町上中島における専用競技場の建設に関し アユモドキをはじめとする淡水生物群集の保全への配慮の要請

平素よりアユモドキの保全活動をはじめとする市域の生物多様性の保全活動にご参画・ご協力に敬意を表します。私たち関西自然保護機構は自然環境保全に関する各分野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、近畿地方における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図している専門家集団です。

今般、新聞報道により、亀岡市が計画している大規模スポーツ施設（亀岡市ホームページ、2013年 1 月30日閲覧）が京都府により採択された、との報に接しました。

ご承知のように、当該地域は、国の天然記念物であり、種の保存法により「国内希少野生動植物種」に指定されているアユモドキの生息地です。さらに、同種は京都府「絶滅のおそれのある野生生物の保全に関する条例」の指定希少野生生物であり、当該地域では地域住民との協働による「アユモドキ保全回復事業」が実施されています。同種は過去には城北ワンドなど、淀川水系の多くの場所で確認されていましたが、近年はこれらのすべての生息地において絶滅し、亀岡市保津町地域が淀川水系唯一の同種の生息地となっています。この地域には付近の河川・用水路・水田が一体となった湿地生態系が維持されており、カワモズクなど多くの希少生物が生息する生物多様性の保全上重要なホットスポットになっています。

当該地域において、アユモドキをはじめとする淡水生物群集が将来にわたって健全に維持され、「京都が誇る自然との共生スタジアム」を実現し、市民や水や緑が真に共生できるものとなるためには、現在計画されている競技場周辺3.6haの環境共生ゾーンの設置等の保全策によって、アユモドキの地域個体群の保全が保証される必要があります。そのために、本会は以下のような配慮を要請します。

1. 生活域、産卵場所、水の流入や流出を含め、アユモドキの生息場所への影響を最大限回避した形でのスポーツ施設の用地計画における再検討・再検証を要請します。また、現在の保全対策では、当地域のアユモドキ個体群が保全されるという保証はないと思われますが、共存が可能という現時点での判断根拠を示して下さい。

アユモドキの産卵条件は非常にデリケートな条件に左右されており、土木工事や営農の停止によって簡単に損なわれてしまいます。したがって、現在の生息域を保全することから検討すべきであると考えます。開発にともなう生物多様性への悪影響を代償生息場所の確保によって補うノー・ネットロスの考え方でも、まずは影響の回避から入るべきです。

2. 関係省庁との十分な連携・調整を要請します。

アユモドキは単に絶滅危惧種ではなく、文化財保護法や種の保存法、京都府条例などにより位置づけられた存在であり、文化財保護法では生息地の改変も許可可事項となっています。京都府や亀岡市をはじめとする関係機関の連携や調整は本種の保全にとって必須と考えています。

3. 専門家委員会の設置を要請します。

アユモドキをはじめとする淡水生物群集の保全のためにどのような配慮が必要か、専門家の意見を十分に反映して計画策定を行い、さらにモニタリングと順応的管理をしながら保全施策を推進するためにも、専門家委員会の設置を要請します。なお、関西自然保護機構としても協働する覚悟があることをお伝えします。

「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、それを超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

<編集後記>

氾濫原湿地生態系の保全に関連して

梅雨入り宣言以来、近畿地方ではまったく雨が降らない。むしろ真夏日が続き、人間も動植物もぐったりしていたが、6月15日に16日ぶりとなる雨が降った。イネの苗つけが終わった田んぼからもカエルの鳴き声がきこえ、ほっとする。

さて今号ははからずも、氾濫原湿地生態系に関連するふたつの特集を掲載することとなった。ひとつはラムサール条約に登録されている福井県中池見湿地“Nakaikemi-shicchi”に大きなダメージを及ぼすことが懸念される北陸新幹線敷設計画に関する問題、もうひとつは京都府亀岡市の絶滅危惧種、天然記念物アユモドキの生息地に建設が予定されている専用球技場の問題である。

2012年8月に発表された北陸新幹線敷設計画が、「日本列島の氾濫原湿地を代表し、今では絶滅危惧種となっているミズトラノオ、ミズアオイ、ミズタガラシ、デンジソウ、サンショウモなどが生育する(2013年2月に日本生態学会が国土交通大臣など関係機関に提出した要望書より抜粋)」中池見湿地の一部を横切るにもかかわらず、詳細な環境影響評価の調査が実施されないことはきわめて大きな問題である。これを受けて2013年3月3日に大阪市立自然史博物館で緊急シンポジウム「中池見湿地の保全と新幹線建設問題」が開催され、約80名が参加、活発な議論が展開された(KONC主催・日本生態学会近畿地区会と共催)。このときのシンポジウムをもとにした記事を掲載している。表紙の写真は現地で中池見の保全に尽力されている笹木 進氏に提供頂いた。現地でのフィールドシンポジウムも秋に予定されている。会員のみなさまにはふるってご参加いただきたい。

もうひとつの特集である「国内希少野生動植物種」アユモドキは、桂川が亀岡盆地に形成した大きな氾濫原に生息している。KONCは建設予定地に生息する本種および生物群集の保全を目的として、科学的調査の必要性、関係機関との連携、専門家委員会の設置要望をもとめて3月12日に亀岡市・京都府に対し要望書(本誌に掲載)を提出した。これに関連して琵琶湖淀川水系と岡山県旭川水系・吉井川水系のアユモドキの保全と生態に関する記事を掲載している。これら特集にあたってKONC会員外の笹木氏や阿部氏にご寄稿いただいた。深くお礼申し上げる。

生態学会近畿地区保護専門委員会委員長岩崎氏による巻頭言、興味深い研究テーマに取り組まれた3編の投稿原稿、信太山丘陵開発計画中止の報告、拙書に対する忌憚ない書評など多彩である。1年ぶりの掲載となるシリーズ「自然へのアプローチ」は、京都大学大学院農学研究科森林科学専攻森林生物学分野で展開されている野生生物保全の多様なアプローチを高柳氏に紹介いただいた。本誌に投稿・寄稿頂いた著者のみなさまに厚くお礼申し上げる。

日本において氾濫原湿地生態系が維持されている地域は限られている。KONCの活動がこの希少な生態系に依存している生物群集の保全につながることを願ってやまない。

(前迫ゆり)

正誤表

関西自然保護機構第33巻第1号に掲載した下記の論文に誤記がありました。
深くお詫び申し上げますとともに、ここに訂正させていただきます。

大阪府立大学大学院生命環境科学研究科
(現) 一般財団法人 自然環境研究センター 秋田耕佑

掲載論文：「大阪府南部におけるコガタブチサンショウウオ *Hynobius yatsui* Oyamaの分布と生息環境」
P.18 Fig. 1 のキャプション

【正】

Fig. 1 Distribution of sites where the salamander, *H. yatsui*, was found (○) or not found (●) in the Izumi and Kongo-Ikoma Mountain Range between March and December in 2008. Records from literature (▲) are also plotted (See Table 2). The numbers shown in the map refer to Table 1. White part indicates the area lower than 250m in altitude and shaded part the area of 250m and higher.

【誤】

Fig. 1 Distribution of sites where the salamander, *H. yatsui*, was found (●) or not found (○) in the Izumi and Kongo-Ikoma Mountain Range between March and December in 2008. Records from literature (▲) are also plotted (See Table 2). The numbers shown in the map refer to Table 1. White part indicates the area lower than 250m in altitude and shaded part the area of 250m and higher.

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。

地 域 自 然 史 と 保 全 35巻 1号 (通算65号) 2013年 6月30日発行

編集発行人 関西自然保護機構

事 務 局 〒546-0034 大阪市東住吉区長居公園 1-23 大阪自然史センター気付
TEL 06-6697-6262 FAX 06-6697-6306 振替口座 00990-2-16679

編集事務局 〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1
大阪産業大学大学院人間環境学研究科 (前迫研究室) 気付
TEL 072-875-3001 FAX 072-871-1259

印 刷 所 光栄堂印刷株式会社

目 次

表紙の言葉 中池見湿地のミストラノオ	笹木 進
巻頭言	
海洋生物の保護：その現状と課題	岩崎敬二 1
特集1 中池見湿地の保全と新幹線建設問題	
シンポジウム「中池見湿地の保全と新幹線建設問題」を開催して	村上興正 3
北陸新幹線中池見ルートアセスメントの内容並びに今回計画の概要と問題点	笹木智恵子 5
中池見湿地における水生動物の多様性とその変化	平井規央・森岡賢史・石井 実 11
特集2 国内希少野生動植物種「アユモドキ」の保全：亀岡市の競技場建設に関連して	
琵琶湖淀川水系のアユモドキの現状と保全	上原一彦 17
アユモドキ (<i>Parabotia curta</i>) を保全することの難しさ	
一岡山県における保全活動とその課題解決に向けて	阿部 司 23
原著	
石川流域におけるカワバタモロコの生活史—市民によるモニタリング調査の成果—	
吉村元貴・細沼美穂・柴田園江・吉村宏弘・堀井宏行・林 紀子・北井美喜子・林 武彦・升方拓郎・石田真隆	33
短報	
水田のナゴヤダルマガエル幼生は中干しまでにカエルになれるか？	上瀧七美・大塚泰介 45
報告	
福井県中池見湿地に生息する淡水魚類	山野ひとみ・増田 茂・北川哲郎・武内啓明・川瀬成吾・野口亮太・小西雅樹・田中大喜・森下 匠・池田昌史・井藤大樹・乾 偉大・小田優花・細谷和海 53
和泉市信太山丘陵の開発計画中止の経緯—自然環境の保全・活用への道のり—	花田茂義 61
自然へのアプローチ—今、若い研究者がとっていること—16	
野生生物の保全のための多様なアプローチ	高柳 敦 67
書評	
「世界遺産春日山原始林—照葉樹林とシカをめぐる生態と文化—」	神崎 護 77
四手井賞	
平成24年度四手井綱英記念賞 選考理由	79
要望書	
亀岡市保津町上中島における専用競技場の建設に関しアユモドキをはじめとする淡水生物群集の保全への配慮の要請	81
投稿規定	82
執筆要領	83
編集後記	87

CONTENTS

COVER PICTURE	
Sasaki, S.: <i>Pogostemon yatabeensis</i> of "Nakaikemi".	
KONC SAYS	
Iwasaki, K.: Marine nature conservation, administrative management and natural history.	1
FEATURES: Environmental impact of the Shinkansen construction on the biodiversity conservation of Nakaikemi Wetland.	
Murakami, O.: Comment on the Symposium "Environmental impact of the Shinkansen construction on the biodiversity conservation of Nakaikemi Wetland".	3
Sasaki, C.: Construction plan of the Shinkansen and conservation of the Nakaikemi Wetland : The problems of environmental assessment of construction plan of the Shinkansen in 'Nakaikemi'.	5
Hirai, N., Morioka, T. & Ishi, M.: Species diversity of aquatic animals in the Nakaikemi marsh, Fukui Prefecture, Japan.	11
FEATURES: Conservation of the endangered kissing loach : Against the plan to construct a large scale ball game stadium at Kameoka, Kyoto.	
Uehara, K.: Status and conservation of the kissing loach distributed in the Lake Biwa - Yodo River system.	17
Abe, T.: The difficulty of the conservation of Japanese kissing loach (<i>Parabotia curta</i>).	23
ORIGINAL ARTICLES	
Yoshimura, M., Hosonuma, M., Shibata, S., Yoshimura, M., Horii, H., Hayashi, N., Kitai, M., Hayashi, T., Masukata, T. & Ishida, M.: Life history of the golden venus chub <i>Hemigrammocypsis rasborella</i> in the Ishi River basin, Osaka Prefecture. : Results of investigation monitored by the citizen.	33
SHORT COMMUNICATIONS	
Kamidaki, N. & Ohtsuka, T.: In a paddy field, can tadpoles of <i>Pelophylax porosa brevipoda</i> become frogs in time to escape the mid-season drainage?	45
REPORTS	
Yamano, H., Masuda, S., Kitagawa, T., Takeuchi, H., Kawase, S., Noguchi, R., Konishi, M., Tanaka, D., Morishita, T., Ikeda, M., Ito, T., Inui, T., Oda, Y. & Hosoya, K.: Freshwater fishes from the Nakaikemi wetland.	53
Hanada, S.: The cancellation of the development plan of Shinodayama Hills and its history.	61
Takayanagi, A.: Approach to Nature -The ambition and reality of young researchers- 16.	
Multiple approaches to conservation and restoration of wildlife.	67
BOOK REVIEWS	
Kanzaki, M.: World Cultural Heritage 'Kasugayama Primeval Forest' : Ecology and culture of the lucidophyllus forest - sika deer relations.	77
THE SHIDEI PRIZE	
Editorial committee of KONC : The selection reason for the Shidei Tsunahide Prize in 2013.	79
PETITION	
Submission of a request for conservation of fresh water wildlife including an endangered loach, <i>Leptobotia curta</i> , at a candidate site for a soccer field in Kameoka City, Kyoto Prefecture to Governor of Kyoto Prefecture and Mayor of Kameoka City.	81
CONTRIBUTION RULES	82
STYLE SEAT	83
EDITORIAL NOTES	87