

新琵琶湖学を拓く情報誌



滋賀県立
琵琶湖博物館
〒525-0001 滋賀県草津市下物町1091
TEL.077-568-4811 / FAX.077-568-4850

びわはく

A Journal exploring new Lake Biwa studies

特集 ビワマス

第3号

2019 June

CONTENTS

- P.1 《研究最前線》..... 海を忘れたサケ - ビワマスの謎に迫る -
P.5 《トピック》..... テレメトリー - 超音波発信機によるビワマスの行動追跡 -
P.7 《琵琶湖からの新発見》.. 琵琶湖は進化の実験場 - 湖が大きくなりカワニナが多様化した -
P.9 《はしかけ探訪》..... 里山の会
P.10 《私たちとびわ博》..... 「びわますを琵琶湖のシンボルに育てる会」の活動
《とっておきの収蔵資料》.. 新種「タニガワナマス」の液浸標本
裏表紙 《展示室から》..... 「おとなのディスカバリー」であなたも発見！

Biwahaku

Vol. 3



海を忘れたサケ

— ビワマスの謎に迫る —

桑原 雅之

ビワマスとサツキマス・サクラマスの違い

琵琶湖には、ビワマス (*Oncorhynchus masou* subsp.) と呼ばれるサケの仲間がすんでいられることをご存知でしょうか(図1)。琵琶湖の固有亜種とされ、大きなものでは全長70 cmあまりに達し、ふだんは琵琶湖(北湖)の沖合を回遊しながらコアユやスジエビなどを捕食しています。10月下旬から12月上旬にかけて産卵期を迎え、琵琶湖の流入河川で産卵します。味の良いことでもよく知られており、刺身や塩焼きなどいろいろな料理で美味しくいただくことができます。



図1. 琵琶湖で獲れたビワマス

ビワマスは、互いに亜種*の関係にあるとされるサクラマス (*O. m. masou*)、サツキマス (*O. m. ishikawae*) とあわせてサクラマス群と呼ばれることがあります。ビワマスでは、河川生活期の幼魚は体側に朱点を有するものの、琵琶湖へ降湖したあとこの朱点は消失してしまうのに対し、サツキマスでは生涯体側に朱点を有すること、サクラマスでは生涯を通じて体側に朱点を持たないことから区別されるとされています。とはいえ、サクラマス群3亜種の幼魚は形態的にたいへんよく似ており、一見して区別することはきわめて困難です。

一方、ビワマスの降湖型とサツキマス・サクラマスの降湖型とを比較すると、ビワマスの方が他2亜種に比べて吻部が丸くて眼が大きく、体高が低いなど、形態的に異なっていることがわかります。実際、江戸時代に著された『湖中産物圖證』をみると、琵琶湖のマスが北國の川マス(現在でいうサクラマス)と形態的に区別されていたことがわかります。

* 亜種：形態などで区別されるものの、であつと自由に交配し混じり合ってしまう関係

このように、昔からビワマスは海から遡上する他のマスとは形態的に区別されていたにもかかわらず、サクラマス群の研究を行っていた大島正満博士は、幼魚期の朱点の有無を重要な遺伝的形質と考へてビワマスとサツキマスを同種とみなし、サクラマスだけを別種としました¹⁾。1970年代になると、ヘモグロビンの電気泳動分析により、ビワマスが他の2亜種とは異なることが明らかにされ、ビワマスをサツキマスとは別の亜種とすることが提唱されました²⁾。また、ビワマスはサツキマスとは生態的にも形態的にも異なることが科学的に明らかにされました³⁾。これらの研究結果を総合して、サクラマス群3者は相互に亜種の間にあると考えられるようになったのです。現在ではDNAを用いた研究が進み、ビワマスは他2亜種と遺伝的に大きく異なっていることが明らかとなっています。

琵琶湖水系に生息するビワマスとアマゴ

琵琶湖水系には、ビワマスのほかにサツキマスの河川型であるアマゴが流入河川の上流に生息するとされています。このことは『湖魚考』や『湖中産物圖證』にも記述されており、昔からよく知られていました。ただ、『湖魚考』では「形の似たるもて鮭苗といふは誤な季」(形が似ているからといってアメノウオの幼魚とするのは誤りである)という記述があるのに対し、『湖中産物圖證』では「アマゴハ即アメノウヲノ兒ナリアマゴハアメゴノ音轉也ト云説アリ」(アマゴはアメノウオの幼魚であり、アマゴはアメゴの転音だという説がある)という記述があります。加えて、元滋賀県水産試験場長の川端重五郎も「あまごはますノ幼魚ヲモ併セ稱ス」と述べています⁴⁾。ちなみに、「アメノウヲ」というのは産卵期婚姻色を現したビワマスのことを指します。これらの記述を総合すると、昔からビワマスとアマゴの関係については混乱していたことがわかります。このことは、先にも述べたようにビワマスの河川生活期の幼魚とアマゴはどちらも体側に朱点があり、一見して両者を区別するのがきわめて困難なことに由来するものと考えられます(図2)。

一方、湖中で獲れるマスと他地域で獲れる川マスとは、形態的に区別されていたにもかかわらず、『湖中産物圖證』や『湖魚考』など古い文献の中には琵琶湖内に生息するマスについて、ビワマス以外の記述は見られません。また、1937年には農林水産局が、1927～1931年の5年間の平均として、淀川では年当たり約74トンの鱒の漁獲があったことを報告しています。しかし、川端は「海ヨリ溯上スル本来ノますハ勢田川ニ入ルモノハ極メテ稀ナルカ如ク古老ノ言ニ聞クモ、從來勢田川筋ニテ漁獲シタルコトナク片影ヲ認メタルモノ亦少ナシト云フ。」と述べています⁴⁾。つまり、かつて淀川にたくさん遡上していた川マス(現在でいうサツキマス)は、瀬田川から琵琶湖へは遡上しておらず、昔からビワマス以外のマスは、琵琶湖内には生息していなかったようです。

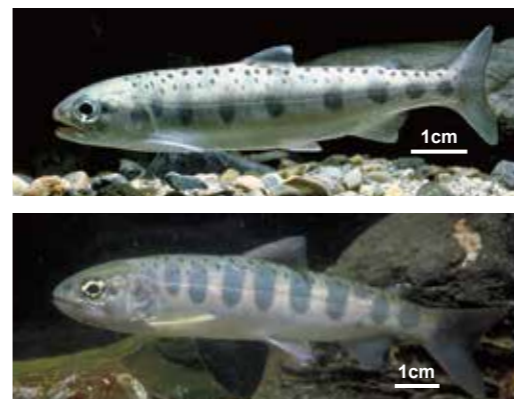


図2. 河川生活期のビワマス(上)とアマゴ(下)

それでは、ビワマスと元々流入河川の上流に生息するとされるアマゴとの関係はどうなのでしょう。両者は亜種の間にあるとされています。そうであれば生殖的隔離が成立していないので、同じ場所で生息・繁殖すると混ざり合ってしまうことになってしまいます。これまでの見解では、ビワマスは全て降湖し河川残留型は存在せず、河川への遡上も産卵直前の秋であり、アマゴの生息する上流までは遡上しないことから両者は出会うことがなく、すみ分けていると考えられてきました。しかし、『湖魚考』には「川ます奥山にあり湖の魚より肥大にして短く脂多し五六月頃あり」という記述があるほか、かつて梅雨の時期に河川に遡上するマスの存在を示唆する文献が多数存在します。このことは、筆者が行った聞き取り調査からも明らかで、安曇川流域ではこれらを「梅雨マス」と呼んでいたそうです。

実は、現在でもわずかながら梅雨の時期に河川に遡上してくるマスが、築などで漁獲されることがあります。そこで筆者らは、これらの早期遡上マス17個体を集め、形態とミトコンドリアDNAを用いて分析を行いました。その結果、17個体中12個体はビワマス、3個体はアマゴと判断されました。そして、残りの2個体は交雑魚の可能性が示唆されました。つまり、昔から知られていた梅雨の時期に河川に遡上してくるマスは、ビワマスの早期遡上個体だった可能性がきわめて高いと考えられます。また、これらの個体は繁殖のために遡上してきたことも明らかになりました⁵⁾。以前に筆者らは、ビワマス降湖型の産卵場所付近で採集されたマスのパー*がビワマスであることを示し、そのなかには成熟した雄のほかに未成熟の雄と雌が存在していたことも報告しています⁶⁾(図3)。こうなると、琵琶湖水系において河川と湖内で両者がすみ分けているという説は怪しくなってきました。



図3. ビワマスの産卵場付近で採集されたパー

そこで筆者らは、琵琶湖流入河川の上流に生息する「アマゴ」について、DNAを用いて調査を行いました。その結果、広範囲に在来するアマゴ由来と考えられるDNAが検出され、しかもビワマスとの交雑も確認されました(図4)。しかし、湖内で漁獲されるビワマスは純粋なもののばかりで、在来とされるアマゴとの交雑魚は確認されませんでした⁷⁾。

以上のことを総合すると、流入河川には元々アマゴが生息しており、ビワマスはアマゴの生息域まで遡上して同所的に繁殖し、一部では交雑を起していたものの、このアマゴも交雑魚も琵琶湖には降湖していなかった可能性の高いことが明らかとなりました。

* パー：サケ科魚類の幼魚。幼魚型のまま成熟した河川残留型も含む

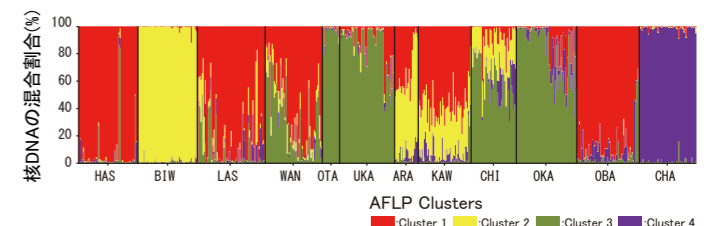


図4. 左から、醒井養鰯場産アマゴ、ビワマス、降湖型アマゴそして各調査河川の核DNAの検出状況を示しています。全体で、Cluster 1～4の4タイプの核DNAが検出されました。河川からは広範囲に在来アマゴ由来と考えられるCluster 3が検出されました。

ビワマスの進化

ビワマスが祖先種から分化した年代については、おおよそ50万年前と推定されています⁸⁾。

琵琶湖、特にビワマスの主な生息地となっている北湖については、琵琶湖の西側にある断層帯の活動の影響などもあり、43万年前から北方に広がっていったと考えられています⁹⁾。この年代は、先に述べたビワマスの分岐年代と概ね一致します。また、この時代の琵琶湖周辺の気温は年平均約4℃と推定されており¹⁰⁾、現在の北海道北部から樺太付近の気候に相当すると考えられることから、低水温を好むビワマスの祖先が当時多数遡上してきていたことが推察されます。

ところで、サケ科魚類の場合、河川よりも海域で栄養分がより豊富になる高緯度地方ほど、海域への依存度を高めていることが知られています。実際、ビワマスとごく近縁で分布域の広いサクラマスについても、同様の傾向が認められます。そこで、琵琶湖北湖とサツキマスが多数生息する伊勢湾について、栄養分の豊富さを比較してみたところ、ほぼ同緯度にあるにもかかわらず、琵琶湖北湖の方が圧倒的に栄養分の豊富さがわかりました。

つまり、ビワマスは北湖の形成に伴って、河川残留型や早期遡上といった生活史多型を残しながら、栄養の豊富な北湖への依存度を高める方向へ急速に進化したと考えられます。おそらく、その過程でアマゴが周辺の水系から琵琶湖水系へ進入し、流入河川の中・上流域で一部ビワマスと交雑を起したものの、陸封傾向が強かったために琵琶湖へは降らなかったのでしょうか。一方、ビワマスはすでに降湖型の秋遡上群が主流となっており、これらは流入河川の下流域でも産卵できることから、主に河川中・上流域で産卵するアマゴとの交雑は限られていたために、琵琶湖内では純粋なビワマスが残されてきたものと考えられます。

琵琶湖内で漁獲されるアマゴ

先にも書きましたが、もともと琵琶湖内にはビワマス以外のマスは生息していなかったようです。ところが、1970年代以降、吻部がとがり目が小さく、体高が高く体側に朱点のある、ビワマスとは形の異なるマスが獲れるようになり、いつとき大きな話題になりました(図5)。現在、このマスは「とんがり」「キツネ」「三角マス」などと漁師からは呼ばれています。



図5. 琵琶湖で獲れた降湖型アマゴ(上)とビワマス(下)

実は、1970年に岐阜県産のアマゴの種苗を用いた放流試験が、愛知川源流の茶屋川で実施され、その後県内各地の河川で同じ系統の種苗を用いたアマゴの放流が行われるようになりました。このマスはそれとほぼ同時期に獲れるようになったことから、放流アマゴが琵琶湖に降ったものだと考えられます。ただ、ビワマスとアマゴは亜種の間にあるとされており、亜種同士が同じ場所に生息するようになったことから、交雑が生じている可能性が高いと考えられます。

そこで筆者らは、湖内で獲れるビワマスと降湖型アマゴ、それに主要な放流種苗となっている醒井養鱒場産のアマゴを加えて、DNAを用いて分析を行いました。その結果、ミトコンドリアDNAと核DNAの両方から、やはり降湖型アマゴは醒井養鱒場産の放流アマゴ由来であることがわかりました。また、分析を行った降湖型アマゴのうち約半数の個体は、様々な割合でビワマスのDNAを持っていることがわかりました¹¹⁾(図6)。やはり交雑が起こっていたのです。しかし、ビワマスからはアマゴのDNAはほとんど検出されませんでした。つまり、交雑個体は外見上アマゴと判断されやすいと考えられます。

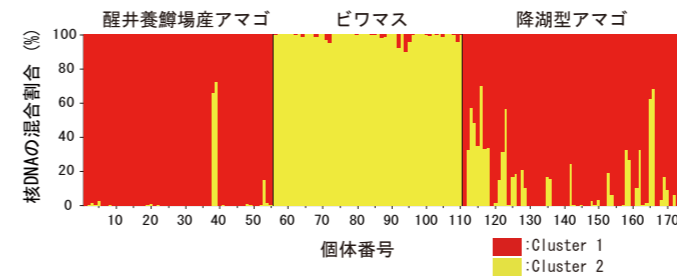


図6. 醒井養鱒場産アマゴ、ビワマスおよび降湖型アマゴの核DNAの検出状況を示しています。Cluster 1、2は図4で示したものと同一。

ビワマスの保全と継続的な利用に向けて

ビワマスは、平安時代中期に編纂された『延喜式』にも記述が見られるように、昔から私たち人の生活と関わりが深い魚です。近年では、レイクトローリングによるビワマス釣りが確立され、レジャーフィッシングの対象魚としても注目されるようになりました。また、これまでビワマス漁は、小糸網と呼ばれる刺し網で6~9月の夏期に漁獲されていました。そのため、獲れたビワマスの鮮度がまちまちでその後の鮮度管理も難しく、なかなか思うように販路を広げることができませんでした。それに比べて、釣ったビワマスは鮮度管理が容易で活魚販売も可能なことから、漁師の中にはレイクトローリングによるビワマス漁を行う人も出てきました。

ただ、先にも述べたように、岐阜県産種苗を用いたアマゴの放流が行われるようになってから降湖型アマゴが出現し、ビワマスとの交雑も確認されました。この状況が続くとやがて純粋なビワマスはいなくなり、「琵琶湖に泳いでいるマスをビワマスと言う」というような状況になりかねません。これを防ぐためには、岐阜県産のアマゴの放流をやめ、在来のアマゴを用いた種苗を作り、それを放流するようになっていく必要があります。

PROFILE



【桑原 雅之／くわはらまさゆき】

滋賀県立琵琶湖博物館・研究部・生態系研究領域・総括学芸員
専門は魚類生態学

前職である滋賀県立琵琶湖文化館時代から、琵琶湖と集水域に生息する魚類の生態について研究を行ってきた。特に、ビワマスとアマゴについては同一水系に2つの異なる亜種が共存するということに疑問を持ち、そのメカニズムの解明を中心に研究を進めてきた。

ビワマスには、もう一つ大きな問題があります。それは産卵期の密漁です。10~11月の産卵期、採卵のために特別採捕許可を持った漁師がビワマス親魚を捕獲します。ただ、目標採卵数に達すると特別採捕は終了し、全面禁漁になります。その後もたくさんのビワマスが河川に遡上し産卵するのですが、これを密漁する人が後を絶ちません。その量は決して無視できるものではありません。

漁師が美味しいビワマスをたくさん獲ることができ、それを私たちが美味しく食べ続けることができる。また、多くの人が実際にビワマスを釣ってその素晴らしさを体験できる。そんなビワマスと人との良い関係を将来にわたって継続していくために、私たちは今ビワマスに何ができるのか、しっかり考えなければならぬ時期に来ているのではないのでしょうか。

【引用文献】

- 1) 大島正満 (1957) 桜鱒と琵琶鱒. 楡書房, 札幌, 79 pp.
- 2) Yoshiyasu K (1973) Starch-gel electrophoresis of hemoglobins of freshwater salmonid fishes in southwestern Japan - II Genus *Oncorhynchus* (Salmon). Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 39: 97-114.
- 3) 加藤文男 (1978) 琵琶湖水系に生息するアマゴとビワマスについて. 魚類学雑誌, 25: 197-204.
- 4) 川端重二郎 (1931) 琵琶湖産魚貝類. 故川端重二郎氏遺稿集頒布会, 東京, 198 pp.
- 5) 桑原雅之・井口恵一郎 (2007) ビワマスにおける早期遡上群の存在. 魚類学雑誌, 54: 15-20.
- 6) 桑原雅之・井口恵一郎 (1994) ビワマスにおける河川残留型成熟雄の存在. 魚類学雑誌, 40: 495-497.
- 7) Kuwahara M, Takahashi H, Kikko T, Kurumi S, Iguchi K (2019) Trace of outbreeding between Biwa salmon (*Oncorhynchus masou* subsp.) and amago (*O. m. ishikawae*) detected from the upper reaches of inlet streams within Lake Biwa water system, Japan. Ichthyological Research, 66: 67-78.
- 8) Oohara I, Okazaki T (1996) Genetic relationship among three subspecies of *Oncorhynchus masou* determined by mitochondrial DNA sequence analysis. Zoological Science, 13: 189-198.
- 9) 里口保文 (2010) 琵琶湖堆積物の長時間スケール層序と構造運動の復元. 第四紀研究, 49: 85-99.
- 10) 中川 毅・奥田昌明・米延仁志・三好教夫・竹村恵二 (2009) 琵琶湖の堆積物を用いたモンスーン変動の復元- ミランコビッチ=クズバハ仮説の矛盾と克服-. 第四紀研究, 48: 207-225.
- 11) Kuwahara M, Takahashi H, Kikko T, Kurumi S, Iguchi K (2012) Introgression of *Oncorhynchus masou* subsp. (Biwa salmon) genome into lake-run *O. m. ishikawae* (Amago salmon) introduced into Lake Biwa, Japan. Ichthyological Research, 59: 195-201.



テレメトリー

—超音波発信機によるビワマスの行動追跡— **光永 靖**

おいしいビワマスを食べ続けるために

琵琶湖博物館の2019年度企画展のタイトルは「海を忘れたサケ」とされています。琵琶湖に流れ込む河川で生まれたビワマスは、しばらくすると琵琶湖に降り、数年間かけて大きくなってから、再び河川に遡って卵を産みます。まさに琵琶湖を海と勘違いしたサケですね。

しかしビワマスの「うみ」のなかでの行動は、ほとんどわかっていませんでした。ビワマスはとても美味しい魚です。その一方で数が減っていくことが心配されています。美味しいビワマスをいつまでも食べ続けるためには、ビワマスのことをもっとよく知る必要があります。広くて深い琵琶湖のなかで、ビワマスがいつ・どこで・何をしているのか調べるにはどうしたらいいでしょう。一般的なGPSなどは、水中では電波が届かないので使えません。そこで、水中をよく伝わる超音波を用いた発信機を、ビワマスに取り付けて追跡することにしました^{2,3)}。



図1. 発信機を埋め込んだビワマス（背中には目印の黄色いタグ）

まずは発信機を取り付けるビワマスを捕まえることから始めます。調査船で沖に出て、「引縄釣」と呼ばれる漁法で活きのいいビワマスを釣り上げます（図1）。発信機の取り付けは人間の手術さながらに、麻酔をかけてお腹を切り、発信機を埋め込んで縫い合わせました。のちのち泳ぎに影響がでないように、あらかじめ滋賀県東井養鱒場で実験をして、準備しました。手術後、泳ぎ方に異常がないことを確認してから琵琶湖に放流し、発信機の信号を頼りに調査船で追跡します。発信機の信号には個体識別番号の他に水圧・温度の情報が暗号化されて組み込まれており、どのビワマスが、何mの深さを泳いで、周りの温度が何℃だったのかがわかります。

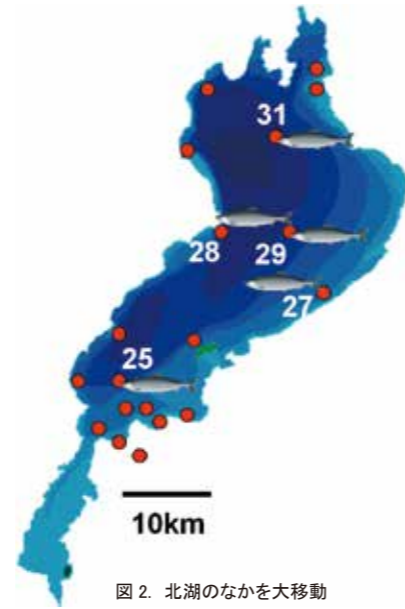


図2. 北湖のなかを大移動

どこまでもビワマスを追いかけて

放流後、ビワマスはたまに進路を変えながらも、止まることなく泳ぎ続けました。そのスピードは時速2 kmほど、人間が歩くよりも遅いスピードです。ずっと同じ深さを泳いでいたかという、そうではありません。浅い時には1 m、深い時には45 mと、常に深さを変化させながら泳ぎ続けました。お昼前に追跡を開始してから6時間、そろそろ陽も傾きかけたころ、我々の行く手にブイと旗が見えてきました。漁師さんがビワマスを捕まえるため、「刺し網」を水中に張り巡らせているしるしです。このまま行くとビワマスも調査船も網にからまってしまいます。おそろおそろビワマスについていくと、見事、刺し網をくぐり抜けることができました。

研究室の同僚の先生に調べてもらったところ、ビワマスは大きくなるにつれて斜め上が良く見えるように、視力も0.1以上まで良くなり、20 m離れた先からでも、餌となる5 cmのコアユを発見することができるようです。しかし夜になって暗くなると、さすがのビワマスも網に気づきません。そのため月のない暗い夜には、ビワマスが刺し網でたくさん獲れるようです。我々も夜にはブイと旗に気づくのが遅れて危険です。日没と同時に追跡を終了しました。

いつまでもビワマスを待ち続けて

いつまでも調査船で、ビワマスを追いつけるわけにもいきません。そこで今度は、琵琶湖の各所に超音波受信機を設置して、ビワマスが通るのを待ち伏せすることにしました。各地の漁師さんやお役所さんをお願いして、定置網や観測塔などに受信機を取り付けさせてもらいました。その数、琵琶湖大橋を境に北湖に19台、南湖に17台の計36台。それでも広い琵琶湖をすべてカバーすることはできませんが、待ち続けていればきっとデータが得られるはず

です。その結果、ある1匹は6月の放流から10月まで115日間の記録に成功し、調査船で追いかけていただけでは分からなかった行動がみえてきました。このビワマスは図2に示す受信機で、28→29→31→29→31→28→31→28→25→31→27→29→27→29→27→29と北湖のなかを大移動していました。最期の27と29の受信機間の往復は、産卵する河川を探す行動だったと思われます。別のビワマスは28から31の受信機の間を2時間たらずで泳いでいました。そのスピードは時速5 km以上、人間の速歩きほどのスピードです。また別のビワマスは、最大で73 mまで潜っていて、温度は8℃と低いものでした。

昼と夜でどの深さをよく泳いでいたか調べてみたところ（図3）、夜はもっぱら20～30 mの深さを泳いでいました。やはり暗くてよく見えないので、同じような深さを泳ぎ続けたのだと思われます。

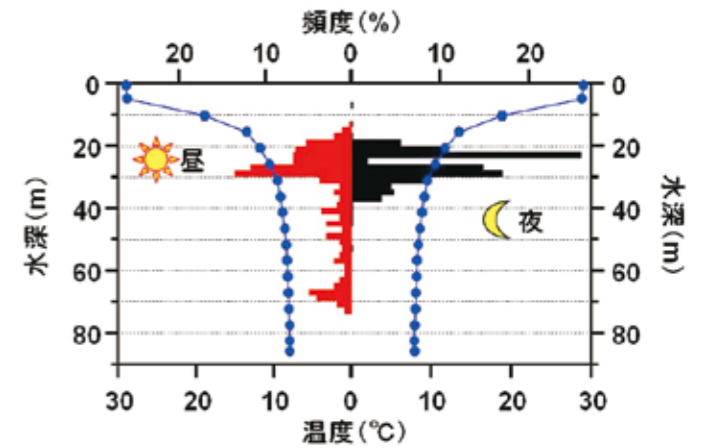


図3. 昼と夜に泳いだ深さと水温躍層

一方、昼はそれよりも浅いところや深いところも積極的に泳いでいました。この時期、琵琶湖の水は浅いところは温かく、深いところは冷たくなっており、10 m前後に急に温度が下がる「水温躍層」ができています。ビワマスはもともと冷たい水を好みます。昼、いつもは冷たい水温躍層の下を泳ぎながら、浅いところを通りかかるコアユを待ち伏せていたと思われる。また、昼には小さいながらも70 mあたりの深さにもピークがみられます。これはもう一つの餌であるアナンデルヨコエビを湖底で探していたと思われる。

今後も、貴重なビワマスを「獲りながら護る」ため、発信機による追跡調査を通じて、ビワマスの行動をもっともっと明らかにしていきたいです。

PROFILE



【光永 靖／みつながやすし】

近畿大学農学部・水産学科・漁業生産システム研究室・准教授
専門分野は漁業情報学
大津漁業協同組合・准組合員、琵琶湖湖区漁業調整委員
ビワマスの他にも琵琶湖でニゴロブナ、オオクチバス、ビワコオオナマズなど追跡。

【引用文献】

- 1) 藤岡康弘 (2009) 川と湖の回遊魚ビワマスの謎を探る。サンライズ出版、彦根、216 pp.
- 2) 神村裕之 (2016) ビワマスが2種類の行動パターンをとるわけ。『バイオロギング2』（日本バイオロギング研究会編）、pp. 81-86. 京都通信社、京都。
- 3) Kamimura H, Mitsunaga Y (2014) Temporal and spatial distributions of Biwa salmon *Oncorhynchus masou* subsp. by ultrasonic telemetry in Lake Biwa, Japan. Fisheries Science, 80: 951-961.

琵琶湖は進化の実験場

—湖が大きくなりカワニナが多様化した—

三浦 収

生息場所ごとに種が異なるカワニナ

琵琶湖は日本で一番大きい湖です。でも昔は意外と小さい湖だったことを皆さんは知っていますか？長い時間の中で、河川の流れの向きが変わったり、周辺の地形が変わったりすると、湖はその姿を時には急激に変化させます。琵琶湖周辺の地質の研究により、昔の琵琶湖は比較的小さく浅い湖だったことが分かっています¹⁾。

小さい湖が拡大して大きく深い湖になると、湖にすむ生物の生息環境は大きく変化します。岩場・砂浜・転石・波の強い所や弱い場所そして水深のある場所など、小さい湖にはなかった様々な環境が生まれ、湖に生息する生物に新しい生息場所を与えます。そして競争相手の少ない新しい環境に進出した生物は、急速な多様化を遂げることがあります²⁾。

それでは、琵琶湖でも生物の急速な多様化が起こったのでしょうか？私が注目したのはカワニナという巻貝の仲間です。琵琶湖の湖畔を歩くと、2～3 cm くらいの長細い鉄砲玉のような黒い塊がゴロゴロと転がっています。この黒く滑らかな物体こそがカワニナの仲間です（図1, 2）。カワニナの仲間を琵琶湖の色々な場所で集めると、興味深いことが分かります。場所ごとに殻の形が異なるのです。琵琶湖の湖畔を歩いていて最もよく見かけるのはハベカワニナや



図1. 岩に張り付くヤマトカワニナ。ゴツゴツとつつも滑らかな殻が特徴的



図2. 琵琶湖に生息するカワニナの仲間

ヤマトカワニナ・タテヒダカワニナですが、東岸の砂浜に行くと、箸の先のように細長いホソマキカワニナが現れます。また、北湖の北側の転石地帯には黒い光沢を持つクロカワニナが生息しています。船に乗って多景島や沖の白石まで足を延ばせば、タケシマカワニナやシライシカワニナという希少なカワニナに出会えます。そして船から飛び込んで5～10 mくらい潜ったところにはモリカワニナやカゴメカワニナが生息しています。そうです！琵琶湖に生息するカワニナは生息場所ごとに多様化しているのです。

今の琵琶湖とは異なる古琵琶湖のカワニナ

これまで、琵琶湖のカワニナの進化の歴史を解き明かすべく沢山の研究が行われてきました。その中でも、カワニナの仲間の化石を調べた研究は、現在の琵琶湖に住んでいるカワニナの進化を考える上でとても重要な知見をもたらしました。古い時代の琵琶湖があった地層からは、時代ごとに様々な種類のカワニナの化石が出土します。瘤のある種・筋のある種・細長い種から寸胴な種まで様々です。しかし、不思議なことに現在の琵琶湖に住んでいるカワニナの仲間は、まだ琵琶湖が小さかった頃の化石記録にはほとんど現れません。このことから、現在の琵琶湖にいるカワニナの仲間は湖の拡大後に急速に多様化したと考えられるようになりました³⁾。しかし、調査がまだ不十分で化石が見つかっていないだけかもしれないと、結論を出すことはできませんでした。

DNAに刻まれた琵琶湖のカワニナの進化

「琵琶湖のカワニナの仲間はいつ頃に多様化したのか？」この疑問に答えるために私が調べたのは、全ての生物が先祖から脈々と受け継いでいるDNAという遺伝物質です。親から子へ受け継がれるときに、DNAには時々コピーミスが起こります。一部の有害なコピーミスは子孫の生存を脅かすため、後世には残りません。しかしあまり有害ではない大多数のコピーミスは時間と共にほぼ一定の確率でDNAに蓄積していきます。したがって、コピーミスが起こる確率が分かれば、DNAに蓄積したコピーミスの量から、新しい種が生まれてからどれくらいの時間が経ったのかを推定することができるのです。

琵琶湖や周辺地域で集めたカワニナの仲間のDNAを調べたところ、半分は予想通り、そして半分は予想外の結果が得られました⁴⁾。まず始めに、予想外だった部分から説明します。琵琶湖に生息するカワニナの仲間は同じ祖先種から進化したと考えられていましたが、DNAを調べた結果、これは間違いであることが分かりました。琵琶湖に生息するカワニナの仲間には、琵琶湖が誕生した頃からずっと琵琶湖で生活してきたハベカワニナグループと、それから200万年くらい後になって琵琶湖に入ってきたタテヒダカワニナグループの2つのグループがあることが分かりました（図3）。逆に予想通りだったのは、多様化の時期です。やはり、琵琶湖のカワニナの仲間が多様化した時期は、約40万年前の琵琶湖の拡大後であることが明らかになりました（図3）。昔からいた

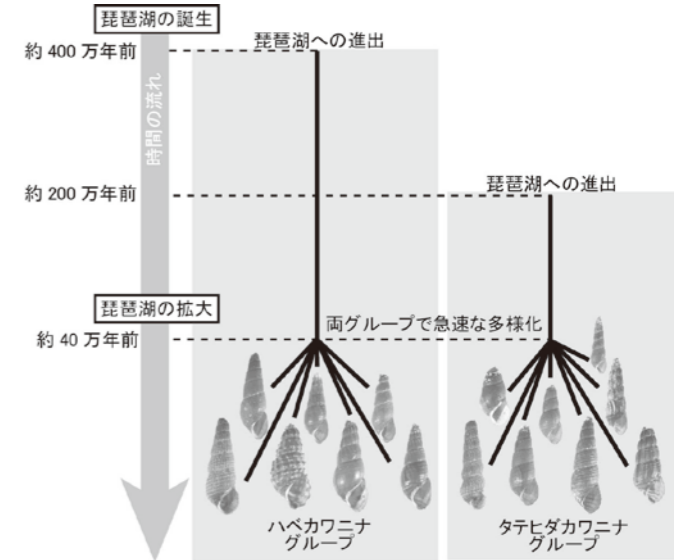


図3. DNA解析によって明らかとなった琵琶湖に生息するカワニナの仲間の多様化の歴史（模式図）

カワニナ、そして後から入ってきたカワニナの両方のグループが、琵琶湖の拡大と呼応して急速に多様化したという進化の歴史が、彼らのDNAの中にはしっかりと刻まれていたのです。

世界には「進化の実験場」と呼ばれる場所がいくつかあります。琵琶湖は、これまでの沢山の研究の蓄積により、長い歴史の中でどのように形を変え、そして生息する生物がどのように変遷してきたのかが分かっている世界でも数少ない場所です。琵琶湖の世界的な知名度はまだそれほど高くはありませんが、進化の実験場の一つとして世界中の進化学者が琵琶湖に注目する日が来ることを私は確信します。

【引用文献】

- 1) Satoguchi Y (2012) Geological History of Lake Biwa. In: Lake Biwa: Interactions between Nature and People (Kawanabe H, Nishino M, Maehata M eds), pp. 9–16. Springer, Berlin・Heidelberg.
- 2) Seehausen O (2006) African cichlid fish: a model system in adaptive radiation research. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 273: 1987–1998.
- 3) Nishino M, Watanabe N (2000) Evolution and endemism in Lake Biwa, with special reference to its gastropod mollusc fauna. Advances in Ecological Research, 31: 151–180.
- 4) Miura O, Urabe M, Nishimura T, Nakai K, Chiba S (2019) Recent lake expansion triggered the adaptive radiation of freshwater snails in the ancient Lake Biwa. Evolution Letters, 3: 43–54.

PROFILE



【三浦 収/みうらおさむ】

高知大学・農林海洋科学部准教授
専門は進化生態学と寄生虫生態学
南国土佐の温かい気候と豊かな生物多様性
の中で自然科学の研究に勤しむ



里山の会では、私たち会員が楽しむための行事と、博物館と共催の里山体験教室との二本柱で活動しています。年4回行う里山体験教室は、安全のため、必ず一週間前に現地地下見をしています。野洲市内の里山で、季節ならではの楽しみを味わおうとアイデアを出しながら活動しています。2018年度の季節ごとの活動内容について一部紹介します。古川



春



4月20日、里山体験教室をしました。一般参加者と会員で合計65人という大人数での活動でした。安全ガイダンスをしてから里山散策に出発です。摘んだ野草をその場で天ぷらに揚げました。揚げたては子ども達にも大好評でした。午後は、里山の整備と木の名札作りをしました。4月30日には違う場所で、会員の山菜パーティーをしました。タラノメ、ウド、ミツバ、カキドオシ、ヨモギ、クズのつるなど様々な季節限定の味を堪能できたのも、森を維持整備してくださる方々がられるからこそと感謝しつつ、一日ゆったりと過ごしました。古川

夏



夏の里山の会は流しソーメン！8月19日、工房に集合です。竹を切り出し流せるまで細工する人、湯を沸かして麺をゆでる人、薬味を切る人、おかずをつくる人、手分けして12時に食べられるよう頑張ります！流れてくるソーメンをキャッチするのはなかなか難しい！子ども達は上手に食べて、楽しい声が工房に響きます♪もうひとつの作業は、ハンモックの虫干しです！はさがけ用の横木に青赤緑の布とロープをかけると、夏の日差しを浴びて揺れるカーテンみたい！取込む時にお日さまの匂いがしてうれしい！軽くなった布とロープをたたんでしまいました。柳原

秋



山での活動は我々が「はしかけの森」と名付けた周辺で行っていますが、秋のテーマは「秋色を探そう」です。10月14日、この時期はアケビや野生のクリ、赤いガマズミ、紫のナツハゼの実等が熟す頃で、毎年それらを子ども達に取らせて味わってもらいます。昔の子どもには当たり前のことでしたが、今の子には新鮮に楽しめるようです。はしかけの森では、整理も兼ねて焚火もしています。簡単な汁物等を楽しむこともメニューに入っていて、秋はキノコ汁が定番です。市販キノコと野生キノコで別々の鍋を作って食べ比べします。野生キノコ汁に恐る恐る手を出すも、後で「野生キノコの方がおいしかった」という評判を頂きます。その主役はハツタケで、いい出汁のでるキノコなのです。昨年は、はしかけの森の周辺でもハツタケが出て、キノコ汁に加えることができました。宮本

冬



1月20日、体験教室本番は朝から雨で、一般参加者には直前の中止連絡となりました。準備で里山に集合していた会員は、そのまま自主活動に移行です。降雨と寒さの中、白い息を吐きながら焚火を起こし、暖を取りながら大鍋でたっぷりの野菜鍋と焼きチョコバナナ、焼きマッシュマロ、焼き干し芋等を堪能しつつ大いに盛り上がったひと時でした。子ども達は周辺を遊び場に変えて元気に遊び回り、降雨の中での活動もまた良しでした。岡田



「びわますを琵琶湖のシンボルに育てる会」の活動

代表：西岡信夫（元琵琶湖博物館副館長）

「びわマスが60年振りに南湖に戻る」の大きな活字が躍ったのは、2011年1月5日の京都新聞。私たちのこの会は、2005年おうみ未来塾のメンバー数人で立ち上げました。私は「昔から大宮川にはびわマスが遡上していた」との情報を、琵琶湖博物館準備室時代の聞き取り調査で確認していました。そこで2006年から滋賀県漁業協同組合連合会の協力のもと、高島市で育った5センチほどのびわマスの稚魚3000尾を譲り受け、毎年3月に大津市坂本の大宮川に放流しました。県水産技師、魚類学者、地元自治会、老人会、子ども会、地元漁協の方々が活動に参加しました。これを5年間継続、6年目の秋に見事遡上に成功しました。関係者一同興奮のつぼでした。大宮川の河口から900メートルの上流で、へい死した状態のびわマスの成魚を地元の方が発見、水産課職員も確認しました。残念ながら、高さ1メートル余の堰堤に阻まれてい

ました。育てる会の活動は10年ほど続きましたが、今は休止状態です。しかし河口部のえりでは、時々びわマスの成魚が捕れると仄聞しています。

びわマスは、琵琶湖の固有種でサケの仲間、真に美味です。川で生まれ琵琶湖で成長し、4年後に生まれた川で産卵します。びわマスは、滋賀県の山・川・里・湖の環境そのものを映す鏡です。流域全体の環境が守られなければ、びわマスは生きていきませんし、ひいては私たちの生活にも影響することになります。

皆さま！これからもびわマスに関心を持っていただきながら、滋賀の自然・私たちの琵琶湖を大事に保全していきましょう。



大宮川でのびわマス稚魚の放流

とっておきの収蔵資料



新種「タニガワナマス」の液浸標本

資料整理委託職員：出口武洋



琵琶湖博物館に収蔵されているタニガワナマスの液浸標本

標本を後世の研究に役立ててもらえるよう大切に保存していくことは、博物館の重要な仕事の一つです。琵琶湖博物館の収蔵庫には様々な形態の資料や標本が保管されていますが、そのうちのひとつに「液浸標本」と呼ばれるものがあります。これはホルマリンやアルコールなどの液体状の薬品に浸けてある標本のことです。いわゆる「ホルマリン漬」も液浸標本の一つです。

最近、当館の田畑諒一学芸員が白比野友亮氏（北九州市立自然史・歴史博物館）とともに「タニガワナマス（*Silurus tomodai*）」という新種のナマズ

を発見し、話題となりました。一口に新種の発見といっても、例えば未踏のジャングルでまったく未知の生物と遭遇するような場合と、これまでも知られていた生き物が研究の結果別種（新種）だと判明した、という場合があります。

今回は後者にあたり、これまで「ナマズ（*Silurus asotus*）」として一くりにされていたものの一部が、研究の結果DNAの塩基配列や形態に違いが見つかり、「ナマズ」とは違う新種だと認められたものです。これまで琵琶湖博物館で「ナマズ」として登録されていた標本を調べなおしてみると、その中にも「タニガワナマス」が含まれていることが分かりました。この中には、約50年～20年前にかけて同一地点で継続的におこなわれた調査で採集された標本群もあり、今後の研究にとって貴重な資料になると期待されています。

「おとなのディスカバリー」であなたも発見！

琵琶湖博物館では展示のリニューアルを3期に分けて進めているところです。

その第2期目に、新しい展示室として2018年7月に誕生したものが「おとなのディスカバリー」です。



この展示室のねらいは、大人が博物館は楽しいところと心から思えること、自ら何かを調べ発見すること、そして博物館活動に興味をもち、さらには参加することです。そのために、まず展示室の雰囲気作りに心を配りました。落ち着いた感じの色の壁紙にしたり、展示している標本や剥製が美しく見えるような配置にしたりしています。解説パネルもできる限り無くし、実物資料の質感、美しさ、格好良さを直感的に感じられるようにしました。資料を見て「これ見たことある」、「きれいだなあ」などと、思わずそばにいる人と会話がはずむ展示物が盛りだくさんです。

展示室内にあるタッチパネルでは、動物の剥製がどのように作られているのかがわかる制作過程を撮影した映像を見ることができます。展示室で立ったままで見られる映像は長くても3分程度なのですが、このビデオは10分もある本気モードの内容です。これまで展示室を見て「これ本物かなあ？」とか、「どうやって作るの？」という質問がよくあり、百聞は一見に如かずということで映像を見てもらうことを思いつきました。動物の種類によりその毛並みが異なることを体感できる触れられる毛皮もあります。

このほかにも体験できるコーナーがあり、その一つにスケッチテーブルがあります。私たち学芸員は研究の過程でスケッチすることがあります。写真ですむのではないかと思われるかもしれませんが、スケッチすることで対象物をじっくりと観察して、重要な部分を明確に記録できます。そのことが体験できるこのテーブルでは、観察するものが鏡を通して紙に映った像をなぞることで絵が描ける描画装置や、方眼が書かれたアクリル板を通して対象物を見て方眼用紙にスケッチするもの、生き物の輪郭を鉛筆でなぞるだけで絵が描ける塗り絵プレートが設置されています。ぜひスケッチに挑戦して、あなたの傑作を展示室に掲示してください。

おとなのディスカバリーには、ここで紹介しきれない体験できることや、映像、資料などがまだまだあります。あなたの琴線に触れるものは何でしょうか？それをあなた自身が展示室で確かめて、発見してみてください。

専門学芸員 榎永一宏



体験コーナーのスケッチテーブル

編集後記

■琵琶湖の魚に惹かれて関東から近畿にやってきた私にとって、ビワマスは憧れの魚でした。それからはや三十余年。研究の進展によって、当時とはずいぶん違ったビワマス像が見えてきたのだなあ、という感慨に浸りながら編集をしていました。(T.O.)

■令和となって心機一転、誌面のデザインも大幅に見直してみましたが、いかがでしょうか？今号の色帯の赤はビワマスの婚姻色をイメージしました。これからも読みやすい誌面作りを目指してがんばります。(T.D.)

■びわはく 第3号 Biwahaku 2019 Vol.3

【発行日】令和元年（2019年）6月15日

【発行所】滋賀県立琵琶湖博物館

滋賀県草津市下物町1091

TEL) 077-568-4811・FAX) 077-568-4850

<https://www.biwahaku.jp/>

【編集】大塚泰介 【デザイン】出口武洋

【印刷所】株式会社 デジ・プリント滋賀 表紙の写真：廣田利之氏撮影