

# 絶滅の危機にあるメダカの保全に関する研究

— 沖縄県立総合教育センターに生息するメダカの調査研究を通して —

林 尚美 \*

## キーワード

ミナミメダカ「琉球型」、教育センターメダカ、メダカの教材化  
適切な活用（混ぜない・放さない・ゆずらない）、生物多様性の保全



## I はじめに

日本産メダカは、以前は北海道以外のどこでも確認され、流れの緩やかな小川や水路に生息する日本人にとって身近で親しみやすい淡水魚である。日本のメダカは、アロザイム分析、ミトコンドリアDNA分析（DNA鑑定法の一つ）の結果に基づき、キタノメダカ (*Oryzias sakaizumii*) とミナミメダカ (*Oryzias latipes*) の二つの種に大別された（酒泉 1992 ; asai et al., 2011）。さらに、ミナミメダカは地域ごとに9種類の型に区分され、沖縄県のメダカは、ミナミメダカ「琉球型」とされている（竹花・酒泉, 2002）。また、ミナミメダカ「琉球型」の由来については、元来沖縄に生息していたものではなく、古い時代に九州から持ち込まれたという説もあったが、近年のDNA解析により、沖縄固有のハプロタイプをもつ個体群であることが確認され、沖縄在来の固有の個体群であることが判明した（立原, 2015）

近年、「キタノメダカ」と「ミナミメダカ」の生息地は都市開発、河川改修、水田の圃場整備などによりコンクリートの水路の増加、繁殖力の強い外来種による影響などにより、急速に消失し、自然界でメダカが生息している場所を見つけることが難しくなっている。特に、一部地域においては、絶滅した場所もあり、全国的に絶滅の危機にさらされている。そのため、2種は絶滅危惧種Ⅱ類に指定されている（財団法人自然環境研究センター2015）。また、日本各地では、絶滅危惧種であるメダカを守ろうとする保護活動が、メダカの遺伝的な多様性を減少させる遺伝子汚染という新たな問題を引き起こしている。

沖縄県立総合教育センター（以下、「教育センター」と略称表記する）には、教材園に大小二つの教材池がある。この教材池は、平成13年12月から平成14年1月にかけて、教育センターの所員や研修員によって、大がかりな作業が行われ、同時に教科研修棟側の大きな教材池においては、淡水魚の飼育ができるようになった。この教材池の整備によって淡水魚の飼育や増殖の環境が保全され、メダカ・タイワンキンギョ・フナ等が生息できるようになった。特に、メダカについては、今日まで順調に生存しつづけ、県内の小・中・高校において教材として活用されてきた（「相思樹の木陰から」平成18年発行）。また、現在も教育センターではメダカの保護・増殖と教材としての活用促進のために、要請のある小・中・高・特別支援学校に対して「教育センターメダカ」（※教育センターに生息するメダカの愛称）を幾つかの条件を付して提供してきた。

しかし、今後もこれまで同様に「教育センターメダカ」を、ミナミメダカ「琉球型」として学校に提供することには、大きな課題が残されている。国内では人為的に育種された「ヒメダカ」や、野生型体色のメダカが大量に販売されており、その遺棄や逸出、放流により、本来の地域個体群とは異なるタイプのメダカが存在する可能性がある。特に野生型体色のメダカはミナミメダカ「琉球型」と外見による識別が難しいため、「教育センターメダカ」が本当にミナミメダカ「琉球型」であるか確証が持てない状況にある。さらには、沖縄県内で、ミナミメダカ（琉球型）と外来性のメダカとの交雑の事例も報告されており（今井ら, 2017）、「教育センターメダカ」が外来の集団との交雑を介して遺伝的に汚染されている可能性もある。仮に、「教育センターメダカ」が外来性のメダカ、あるいは部分的にその遺伝子を持った雑種であった場合は、提供先の学校からの遺棄や逸出を通してさらなる遺伝的汚染を助長してしまうことにもなりかねない。このことから、これまで存続してきた「教育センターメダカ」が、他種と交わったことのないミナミメダカ「琉球型」であるか否かの判定を行うことは急務である。

\* 沖縄県立総合教育センター 理科研修班 研究主事

そこで本研究では、「教育センターメダカ」のDNA鑑定を行い、ミナミメダカ「琉球型」個体群のDNA分析資料（今井ら, 2017）と比較することによって、その純系性の検証を行い、その結果を踏まえた上で、今後の「教育センターメダカ」の学校教材としての適切な活用法について考察を行った。

## II 研究内容

### 1 日本のメダカの種類と分布

メダカの仲間は、ダツ目メダカ科に属する淡水魚の一群で、日本には、種メダカ一種が生息するとされていたが、竹花・酒泉(2002)は日本の野生メダカについてアロザイムやミトコンドリアDNA解析を行い、青森県東部から日本海沿いに丹後半島の東側に分布する集団と関東から西日本琉球列島に分布する集団は遺伝子的に異なっていることを明らかにした。その後、前者はキタノメダカ (*Oryzias sakaizumii*)、後者はミナミメダカ (*Oryzias latipes*) と大別された(酒泉 1992 ; asai et al., 2011) (図1)。キタノメダカとミナミメダカの形態的特徴の差異は、キタノメダカは黒い染みや網目ができ、背びれの切れ込みが浅い。一方、ミナミメダカは黒い染みや網目ができず、背びれの切れ込みが深いとされている。(子供の科学 2017)

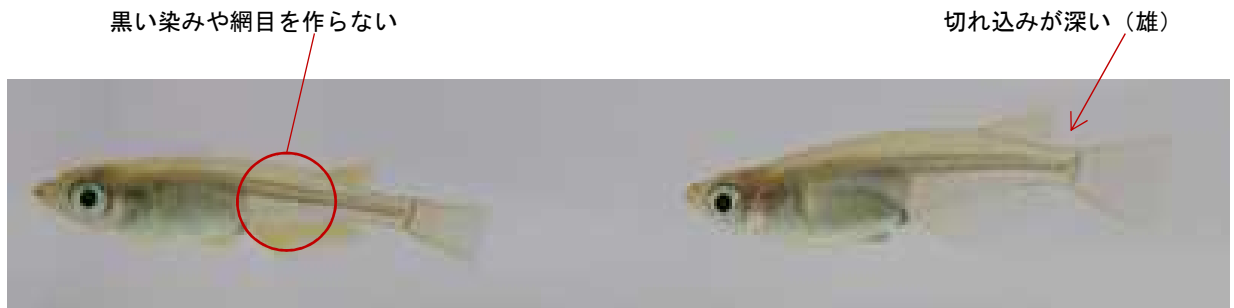


図1 ミナミメダカ「琉球型」

さらに、遺伝的多様性が高いミナミメダカは「東日本型」、「東瀬戸内型」、「西瀬戸内型」、「山陰型」、「北部九州型」、「大隅型」、「有明海型」、「薩摩型」と「琉球型」の9つの地域型に区分している(酒泉 1992 ; asai et al., 2011) (図2)

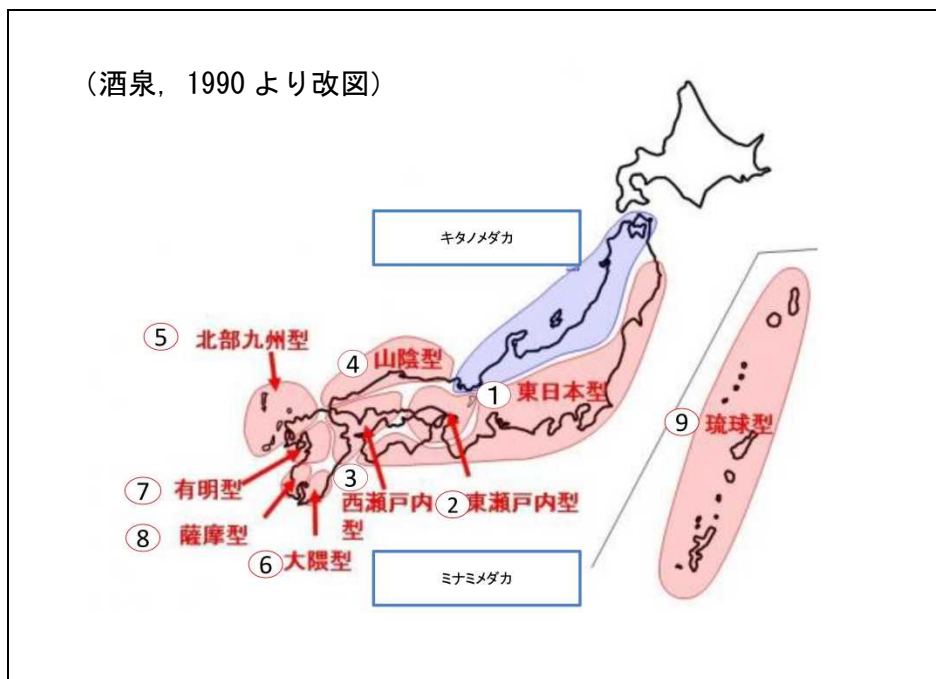


図2 キタノメダカとミナミメダカの分布図

また、ミナミメダカ「琉球型」は大隅諸島から沖縄まで含まれていたが、奄美大島、与論島を除く、沖縄県に限定されることが確認された(今井ら 2017)(図3)。

このような地域個体群の分化は、メダカが淡水魚であるため、海水を經由して他の川に移動することができないからである。また、他地域に広がるのは、生息している地域で洪水などの川が氾濫したときに流水と一緒に近くの水系(河川や沼など)に流される。そして、流された後に水が引くと、そのグループは元の水系とは切り離される。切り離された状態が何十万年も続くと、移った先で世代が受け継がれ、元の集団とは違った固有の遺伝子をもつ集団になっていくため個体群の分化が生じると考えられる。

ミナミメダカ「琉球型」は沖縄県に固有の地域集団とされ、島嶼としては、沖縄島、渡嘉敷島、久米島、伊平屋島、南大東島からの報告がある。ただし、南大東島のメダカは人為的な持ち込みによると考えられている(沖縄県環境部自然保護課 2017)。メダカの生息地は、1960代までは南部にも生息していたが、1970代に生息場所・個体数ともに急速に減少し、現在は限られた一部の地域に生息していると思われる。

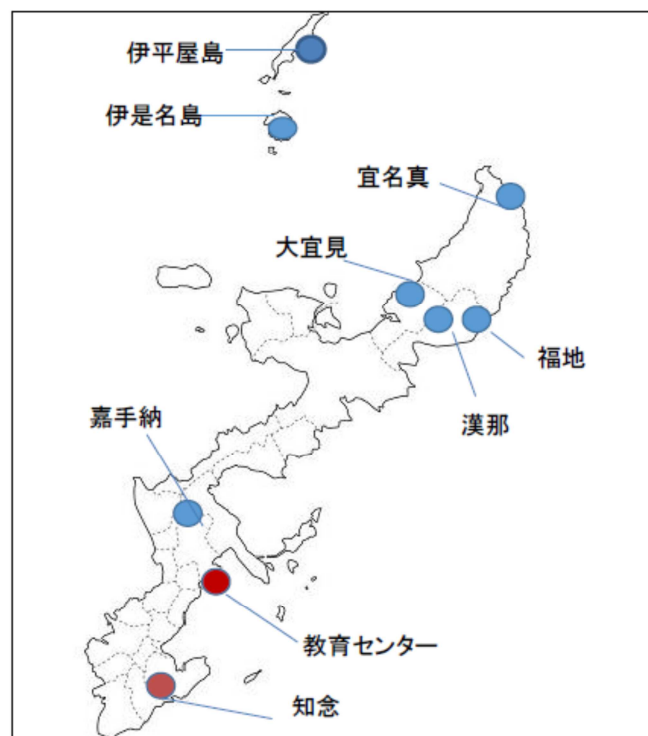


図3 沖縄県のミナミメダカ「琉球型」の分布

## 2 メダカの絶滅の危機および他種との交雑による遺伝子汚染

メダカは、環境省のレッドデータブックで絶滅の危険が増大している種として絶滅危惧種Ⅱ類に指定されている。特に、沖縄県では、その生息地が限られていることから、「沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物(レッドデータおきなわ)2017」において、イリオモテヤマネコやヤンバルクイナとならび、絶滅危惧種ⅠAに指定されている。

メダカは環境省レッドデータブックで絶滅危惧Ⅱ類とされて以降、一般的にも保全が必要な種という認識が高まった。一方で、メダカの減少を防止するための保護活動の一環としてメダカを異なる地域に放流したりするなど、全国各地で保護活動が行われているが、異なる型が混ざることによって遺伝子の交雑が起こり、本来の型が失われる遺伝子汚染という新たな問題が起こっている。

竹原・酒泉(2002)はキタノメダカとミナミメダカ9型については生殖的隔離が認められず、容易に交雑することを報告している。つまり、遺伝的な差異は地理的隔離により生息地が分断され、遺伝的交流が遮断された結果、地理的隔離により何十万年、年百万年を経て形成されたと考えられる(竹花・酒泉 2002)。よって、保全活動の放流は自然状態では、決して、出会うことのないメダカが出会うことになり、交雑し、遺伝子汚染を引き起こしてしまうのである。

沖縄県のミナミメダカ(琉球型)について見てみると、久米島では、1970年代に絶滅した可能性が

高いとされている（幸知 2003）。渡嘉敷島は、近年、生息の事例がないことから絶滅した可能性が高いとされる（今井ら 2017）。また、名護市内の 48 地点で調査した結果、ミナミメダカを 1 地点だけで発見したが、放流の可能性があるので、分子レベルでの検証が必要であるとの報告がある。（大隅、他 2014）。

沖縄県外から沖縄へ持ち込まれたメダカが池などに放流された結果、沖縄県固有の「琉球型」と交雑し、遺伝子の固有性が失われている。すなわち、遺伝子汚染が進んでいることが、今井ら（2017）の調査で分かった（図 3 知念村）。また、かつて沖縄本島を中心に幅広い地域に分布していたメダカの生息地が 10 か所程度に減少していることも分かった（図 3）。

### 3 教育センターメダカの DNA 鑑定

#### (1) DNA 鑑定の期間、場所等

- ①期 間 平成 29 年 7 月 11 日、13 日、14 日（3 日間）
- ②場 所 琉球大学（理学部海洋自然科学科生物系）今井研究室
- ③サンプル 沖縄県立総合教育センターメダカ 20 個体、ヒメダカ 2 個体

#### (2) DNA 鑑定・・・下記の 2 つの方法で鑑定を実施した。

- ア．アロザイムマーカーによる鑑定
- イ．ミトコンドリア DNA マーカーによる鑑定

#### 〈アロザイムマーカーによる鑑定結果〉

今井准教授が先行研究にて示している、ミナミメダカ「琉球型」個体群のバンドと教育センターのメダカのバンドは、すべての検体で一致する結果となった。従って教育センター内で放流飼育しているメダカは、ミナミメダカ「琉球型」であることが確認された。

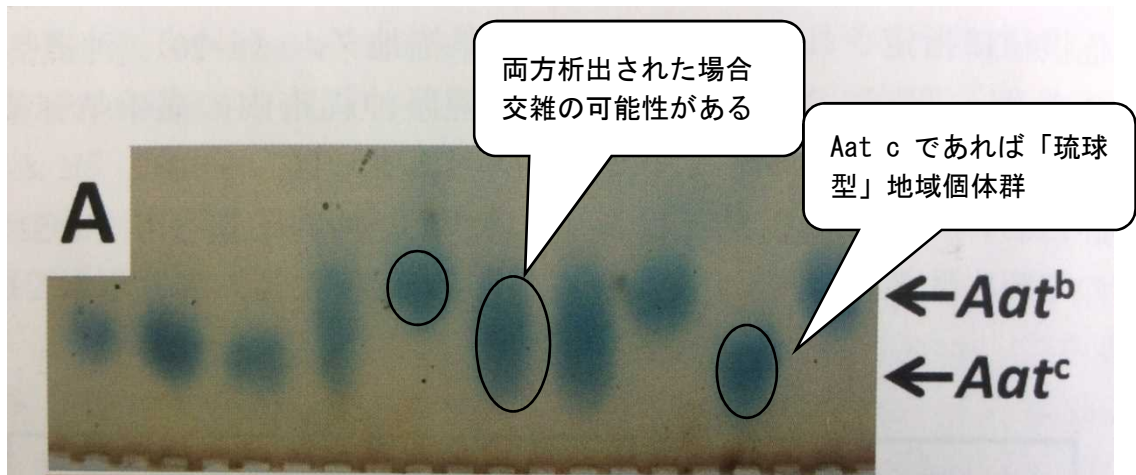


図 4 今井准教授が示した「琉球型」のバンド

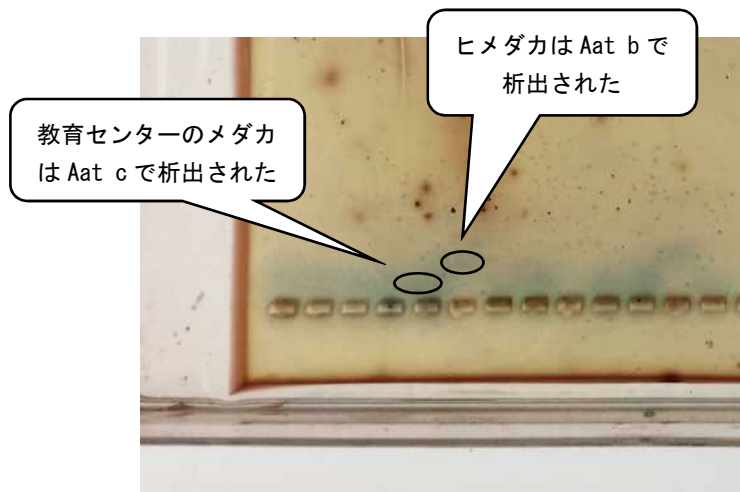


図 5 教育センターメダカのバンド



〈ミトコンドリア DNA マーカーの結果〉

今井准教授が先行研究にて示している、ミナミメダカ沖縄諸島産のタイプと教育センターメダカのタイプは、すべての検体で一致する結果となった。従って教育センター内で放流飼育しているメダカは、奄美大島と与論島を除く、ミナミメダカ「琉球型」であると確認された。

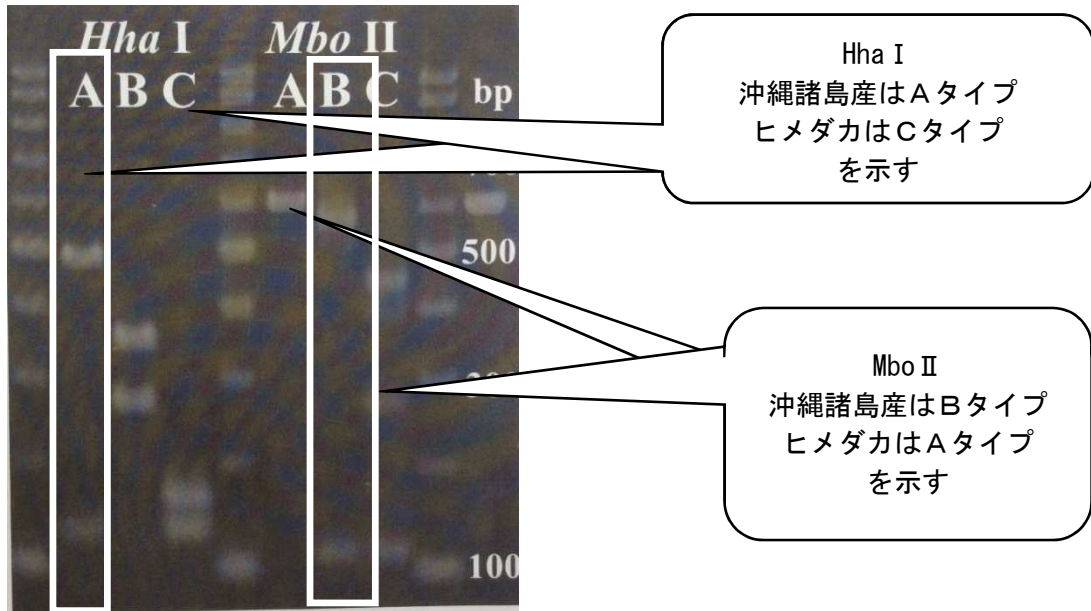


図6 今井准教授が示した沖縄諸島産のタイプ

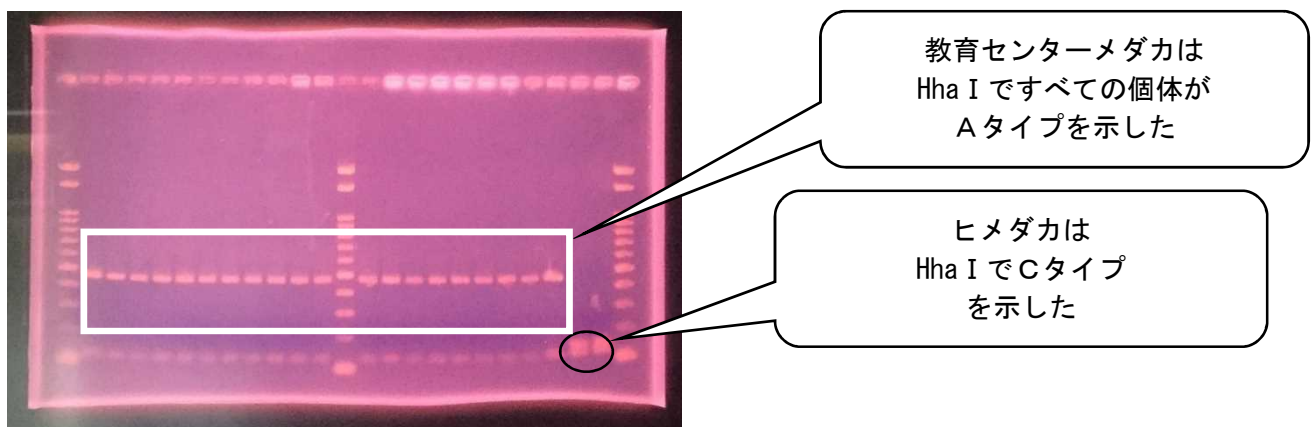


図7 制限酵素 Hha I での教育センターメダカの結果

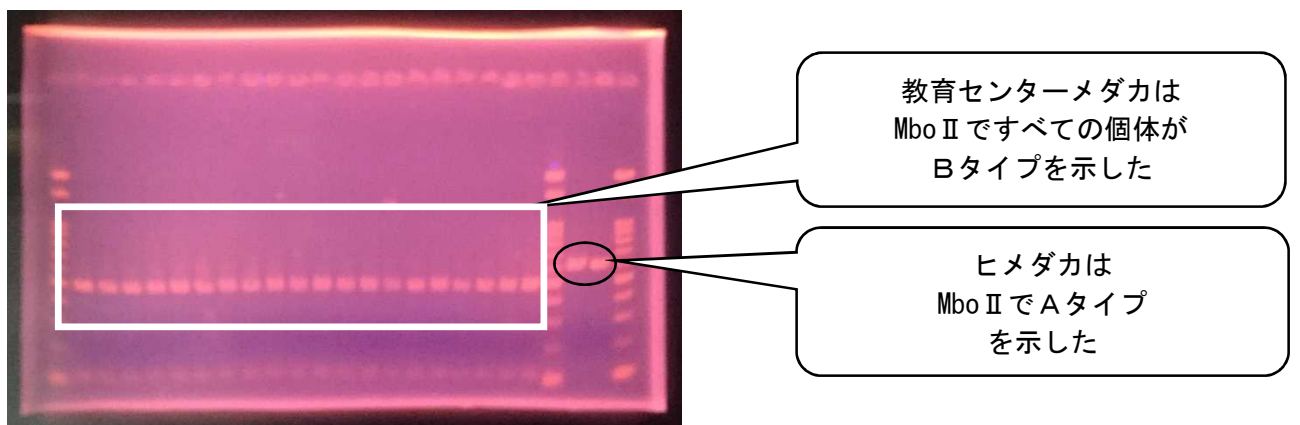


図8 制限酵素 Mbo II での教育センターメダカの結果

## (3) DNA鑑定結果

今回、教育センターメダカ 20 個体のサンプルを実験検証し、すべての個体がミナミメダカ「琉球型」であることが確認できた。特に、ミトコンドリアDNAマーカーによる鑑定の結果、奄美大島、与論島、知念村を除いた沖縄諸島に限定されたミナミメダカ「琉球型」であることが確認できた。

## 4 今後の取組

「教育センターメダカ」のDNA分析により、遺伝子汚染の懸念が解消され、希少種であるミナミメダカ「琉球型」であることが確認された。今後は、下記の点に留意して取り組んでいくことが大切である。

## (1) 「教育センターメダカ」の保全（保護・増殖）

「琉球型」の純系性を保全し存続していくためには、以下のことを厳守する必要がある。

- ① ミナミメダカ「琉球型」の遺伝子確認のための教育センターメダカの定期的なモニタリングを行うこと。
- ② 教材池のメダカへの投餌行為をせず、水質汚染をしないこと。
- ③ 教材池周辺の樹木に害虫駆除の薬剤を散布する際は、教材池に混入しないこと。
- ④ グッピーやカダヤシ等の外来種や、外部からのメダカを教材池に放流しないこと。
- ⑤ 一部の「教育センターメダカ」を理科棟の水槽に移し、純系性の保全を確保すること（危険分散）。

## (2) 「教育センターメダカ」の各学校への提供及び教材化についての留意点

北川（2017）によると、メダカは、教育教材、実験モデル生物として、小学校5年生における理科教材として全国的に利用されている。さらに、ゲノム研究、遺伝学、発生学、生理学、行動学のモデル生物としてメダカが用いられ、世界的にも「Medaka」として知られている。これらの教育や研究使用の多くは飼育品種のヒメダカやそれをもとにした系統である。ヒメダカに代表される飼育品種に関わる人たちは（小学生も含めて）、野生のメダカとの違いをどれほど認識しているかが疑問であると述べている。また、野生のメダカに起こっている遺伝子汚染の問題は、それぞれの地域で守るべきメダカが正しく認識されていないこと、野生と有用生産物としてのメダカが明確に識別されていないことに原因があると述べている。さらに、竹原・北川（2010）は、野生のメダカの保全については、その地域個体群の保全が重要であると述べている。

沖縄県内においても、ミナミメダカ「琉球型」とヒメダカ（教科書で扱われている飼育品種）との違いをどれほど認識しているかが疑問である。正しく認識してもらえるように「教育センターメダカ」の教材化を提言する。

しかし、飼えなくなったメダカを川へ放流したり、水槽で他種のメダカと混ぜて飼育したり、他者へゆずったりすると、上記の遺伝子汚染と同様の問題が起こる可能性がある。遺伝子汚染を未然に防止するためには、メダカのもつ遺伝的な地域型の形成過程を理解する必要がある。このようなことから、「教育センターメダカ」は遺伝子汚染の未然防止を踏まえて教材化することで、メダカの各地域個体群の保全についての正しい知識を伝える機会としたい。

「教育センターメダカ」の教材化の有用性については、①児童生徒がなかなか見ることのできない絶滅危惧種であるミナミメダカ「琉球型」を身近に観察することで、他の絶滅の危機にある生物の保全、即ち生物多様性の保全についての興味関心を高めることができる。また、②「教育センターメダカ」をミナミメダカ「琉球型」鑑定の基準標本とすることができる。さらに、③他種のメダカとの比較研究など、新たな発見や探求意欲の向上を推進することができる（地域教材の活用推進）。

「教育センターメダカ」の学校への提供、教材化にあたっては、その留意点を以下に示した。

ア. 各学校からのメダカ提供の要請については、適切な手続きをとること。

（※手続きについては、教育センターメダカ 譲渡申請書を提出すること）

イ. 提供を受けた学校は、教育センター発行の活用ガイドラインを順守し、パンフレット等により、メダカの地域個体群の保全について理解を深めること。

ウ. 「教育センターメダカ」は単独に飼育し、他地域のメダカやヒメダカなどと混ぜて飼育しないこと。

エ. 飼育が困難になった場合は、教育センターに相談・返還すること。

オ. 「教育センターメダカ」を第三者へ譲渡する場合は、教育センターの許可を受けること。

カ. 適切な活用（混ぜない・放さない・ゆずらない）について、順守すること。

(3) 学校で教材として活用する場合の授業実践例

① 小学校・・・小学校理科 5年「魚のたんじょう」

6年「生き物のくらしと環境」、「地球に生きる」

② 中学校以上・・・ミナミメダカ「琉球型」と生物多様性の保全について

自然環境の保全について、環境教育（E S D）の普及啓発等

※ 他教科におけるミナミメダカ「琉球型」の保全のための啓発活動例

国語（詩、俳句）、家庭（メダカの絵本）、音楽（メダカの歌）など

## 5 生物多様性の保全について

絶滅の危機にある「教育センターメダカ」の保全に関する本研究は、沖縄 21 世紀ビジョンにおける自然環境の保全や「生物多様性おきなわ戦略」、「沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物」と深い関わりがある。また、沖縄の豊かな自然環境やメダカ以外の絶滅の危機のおそれのある生物の保全についても考察する必要がある。

(1) 沖縄 21 世紀ビジョン

県民が望む将来の沖縄の姿と、その実現に向けた取組の方向性を明らかにした基本構想です。

将来像 I～V（将来像 I：沖縄らしい自然と歴史、伝統、文化を大切にす島－自然環境の保全・再生・適正利用等）

(2) 「生物多様性おきなわ戦略」より（抜粋）

沖縄の豊かな生物多様性は何十万年、何百万年という長い歴史の中で隔離・進化した生物相互のつながりの上に立っている。

沖縄の先人達、そして現代の沖縄においても、生物多様性が織りなす豊かな自然環境は私たち県民のよりどころであるとともに、国内外から多くの人達を魅了するかけがえのない財産となっています。私たちもまた、生物相互のつながりの中にあり、そのつながりの一員として多くの恵みを受けてきているのです。

このような中、豊かな自然環境を育みながら持続的に発展できる沖縄の実現に向け、沖縄の豊かな自然環境の基本的要素である生物多様性を保全し、持続可能な方法で利用していくことが重要なテーマとなっている。私たちが住む沖縄が持つ生物多様性の豊かさと、自然からの恵みを見つめ直すとともに、この恵みを将来にわたって享受できるように考え行動していかなければなりません。

生物多様性に対する県民の認知度は必ずしも高くありません。多くの県民が生物多様性に関する知識を深め、教育機関、産業界、行政などの様々な主体とともに協働していくことで、沖縄の豊かな生物多様性の保全をしつつ、その中で暮らし、その恵みを得て成長する未来を築くことができないでしょうか。

### 第5章 行動計画（3）希少野生生物の保全

沖縄の希少種については、これらの種が生態系を構成する要素の欠かせない一員であり、その多くが世界や日本の中でも、特定の島や、地域にのみ生息・生育している大切な生命であり資源であることを意識し、保護を図っていく必要があります。

(3) 「沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物」（動物）より（抜粋）

私たちが住む沖縄県は、亜熱帯気候かつ 160 もの島々からなる島嶼県である。沖縄県の野生生物（動物）は、沖縄島北部に生息するヤンバルクイナやノグチゲラ、西表島に生息するイリオモテヤマネコのように、それぞれの島で独自に進化した固有種や固有亜種の多いことが、他の都道府県とは異なる特徴の一つとなっており、生物多様性の豊かさは世界でも有数といわれている。

その反面、島で生活の場を奪われた野生生物は、他の島々へ移動することができないために減少したり、絶滅するおそれがある。一度失われた自然環境を回復させることは容易ではない。

## III まとめ

「教育センターメダカ」は、平成 14 年に放流されて以来、15 年の歳月を経ているが、他種のメダカと混ざることなく、ミナミメダカ「琉球型」の遺伝子が存続されてきたことは奇跡である。

また、個体数や生息地の減少から、絶滅危惧種となっているミナミメダカ「琉球型」個体群については、現状を維持し外来性のメダカとの交雑を防ぐことが大切である

今後は、小学校理科の生物教材、また、生物多様性や自然環境の保全を考える際の地域教材として、「教育センターメダカ」を活用していただけるよう尽力したい。

ただし、教材活用にあたっては、明確な教育目的、指導目標をもって、「混ぜない・放さない・ゆずらない」の「3ない運動」を合い言葉に、適切な活用の順守が望まれる。

おわりに、本研究にあたり、DNA解析に関する指導助言をしていただいた琉球大学理学部今井秀行准教授、DNA解析に関する実験補助をしていただいた琉球大学理学部今井研究室4年畑中ひらり氏と沖縄県立教育センターH29年度前期長期研修員服部章吾先生、絶滅危惧種であるミナミメダカの取り扱いに関する助言をしていただいた琉球大学熱帯生物圏研究センター戸田守准教授、皆様方には大変お世話になりました。深く感謝申し上げます。

## 〈参考文献〉

- Asai, T., Senou, H. & Hosoya, K. 2011. *Oryzias sakaizumii*, a new ricefish from northern Japan (Teleostei: Adrianichthyidae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 22:289-299.
- Imai, H., Yonezawa, & Tachihana, K. 2017. 日本生物地理学会会報. 第71巻. 平成29年発行
- 大隅大・津波幹樹・樺澤七海・手登根真子, 2014. 沖縄県名護市におけるミナミメダカおよびメダカ様魚類の分布. 南紀生物, 56:56-61.
- 沖縄県環境部自然保護課. 2017. 改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物レッドデータおきなわ. 239-240.
- 北川忠生. 2017. 日本の野生メダカが抱える諸問題 日本水産学会誌 83(2)-233.
- 幸知良仁, 2003, メダカ及びグッピー類, 琉球列島の陸水生物, 東海大学出版会, 492-495
- 子供の科学第 2017 (株) 誠文堂新光社 80 巻 8 号. pp. 40-43
- 財団法人自然環境研究センター. 2015. 環境庁自然保護局野生生物課編、改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物 ⑤汽水・淡水魚編. 660pp. 東京.
- 生物多様性おきなわ戦略. 2013. 沖縄県環境生活部自然保護課. 那覇.
- 竹花祐介・酒泉 満. 2002. メダカの遺伝的多様性の危機. 遺伝 56 巻第 6 号. pp. 66-71. 東京.
- 立原一憲・北川忠夫. 2010. メダカ:人為的な放流による遺伝的攪乱. 魚類学雑誌. 57:76-79
- 立原一憲. 2015. 沖縄県史, 各編論第 1 巻自然環境, 第 5 章 (第 3 節): 375-392. 沖縄県教育委員会.
- 日本魚類学会誌. 2010. シリーズ・日本の希少魚類の現状と課題. 57(1)-75-76.
- 日本魚類学会. 2005. 生物多様性の保全をめざした魚類の放流ガイドライン
- 沖縄県立教育センター発行 「環境整備のあゆみ 相思樹の木陰から」. 平成 18 年. 沖縄市.
- みんなが知りたい! 日本の「絶滅危惧」動物 が分かる本. 2017. メイツ出版株式会社.