

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月31日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21580219

研究課題名（和文）アオメエソ属魚類をモデル分類群とした、小型底魚類の生活史に関する研究

研究課題名（英文）Study on life history of small demersal fishes using *Chlorophthalmus* spp. as model taxa

研究代表者

猿渡 敏郎（SARUWATARI TOSHIRO）

東京大学・大気海洋研究所・助教

研究者番号：00215899

研究成果の概要（和文）：近年、小型底魚類が未利用水産資源として注目されている。メヒカリ（アオメエソ属魚類）をモデル分類群とし、小型底魚類の生活史の解明を図った。マルアオメエソがアオメエソの異名であることが判明した。世界で初めてアオメエソの発光観察と撮影に成功した。アオメエソは、仔稚魚が黒潮に乗り南方海域から輸送され、10-11月ごろ駿河湾内に参加・着底し、翌年湾外へと移動する。本種が、大回遊を行う小型底魚であることが判明した。

研究成果の概要（英文）：Recently, small demersal fishes are regarded as potential fisheries resources. The present study focused on Mehikari, *Chlorophthalmus* spp. as a model taxa to elucidate life history of small demersal fishes. *C. borealis* is a junior synonym of *C. albatrossis*. Bioluminescence of *C. albatrossis* was observed and recorded on tape for the first time. Larvae of *C. albatrossis* are transported via Kuroshio current from southern Pacific Ocean to Suruga Bay in October to November, and begin demersal life. They leave Suruga Bay after a year. *C. albatrossis* is a small demersal fish which conduct a major oceanic migration.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,900,000	1,170,000	5,070,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：魚類生態学、底魚、生活史、水産資源、メヒカリ、発光生物

1. 研究開始当初の背景

近年、沖合底曳き網漁業において投棄魚として扱われ、有効利用されなかった小型底魚類が、地域的な有用水産資源として注目されるようになった。しかし小型底魚類の生態、生

活史に関する情報の欠如から、有効な資源管理策が取られていないのが実情である。地域的に重要な水産有用魚種の代表例が、本研究でモデル分類群として扱うアオメエソ属（*Chlorophthalmus*）魚類、通称メヒカリで

ある。アオメエソ属魚類は、日本列島太平洋岸に広く分布し、沖合底曳き網漁業で大量に漁獲されている。福島県いわき市はマルアオメエソ (*C. borealis*) を市の魚とし水産振興に活用している。このように、小型底魚類を対象とした水産資源学的研究に対する社会的要求は高まりを見せている。しかし、アオメエソ類のような小型底魚類の初期生活史や生態に関する研究は、生物調査の基礎である種レベルの分類が混乱していることも要因となり、殆ど行われていない。

このような状況下で、研究代表者が中心となって組織したメヒカリ研究会は、アオメエソ属魚類が黒潮を介したウナギ並みの大回遊を行うことを示唆する研究成果を得ている。この研究業績が認められ、医学系研究者が過半数を占める学際的な日本 DNA 多型学会より、第七回優秀研究賞を受賞している。研究活動にとどまらず、メヒカリ、ひいては小型底魚類に対する社会認識を向上させるために、2005年と2007年にふくしま海洋科学館主催の社会教育イベント、「めひかりサミット」において研究代表者は招待講演を行っている。メヒカリ研究会が中心となり、今までの研究成果を広く普及させるために編纂したのが、月刊誌「海洋と生物」のメヒカリ特集号(2008年12月出版)である。

以上紹介したとおり、小型底魚類の生態・生活史に関する研究に対する社会的需要と期待は非常に高い。

2. 研究の目的

本研究では、地域的な有用水産資源として注目されているアオメエソ属魚類をモデル分類群として、大陸棚縁部から斜面にかけて生息する小型底魚類の生活史の解明を目的とする。本科研費交付期間中に、本属魚類の分類の整理、仔稚魚の分類の確立、生活史を通しての回遊経路の解明、着底機構の解明を行う。

3. 研究の方法

【アオメエソ属魚類の分類学的再検討】

小型底魚類の研究を妨げている要因の一つが、分類の混乱である。なかでもアオメエソ属魚類は、その分類が混乱を極めていることで知られる。そのために、資源管理を行うための基本単位である種も特定できずにいた。地域的な有用水産資源として注目されている“メヒカリ”類には、アオメエソ (*C. albatrossi*) とマルアオメエソ (*C. borealis*)、トモメヒカリ (*C. acutifrons*) の三種が含まれる。アオメエソとマルアオメエソが別種であるのか、あるいは同種であるのか、研究者間で議論されてきた。まずこれら二種の分類の整理に着手した。標本は、福島沖、茨城沖、駿河湾、大分沖にて操業している底引き

網漁船と協力体制を整備し、入手した。形態学的手法を用いて、日本産アオメエソ属魚類の分類を整理する。

【アオメエソ属魚類仔稚魚の分類の確立】

アオメエソ属魚類の仔稚魚に関しては、断片的な情報しか存在しない。そこで、既存の標本、博物館所蔵標本、新規採集調査によって得られた標本をもとに、本属仔稚魚の記載を行う。国立科学博物館に所蔵されている照洋丸採集仔稚魚標本の中から本属魚類仔稚魚を選別し、研究材料とする。同時に、他研究機関へ標本提供の依頼を行う。新規に採集された仔稚魚標本については、DNA分析により、確実な種の同定を行う。以上の研究を通して、アオメエソ属仔稚魚の分類を確立する。

【アオメエソ属魚類の発光に関する研究】

アオメエソ属魚類は、肛門に発光器を有することが知られている。しかし、海底で発光が観察された報告例は存在しない。そこで、世界で唯一マルアオメエソを飼育展示しているふくしま海洋科学館(アクアマリンふくしま)と、岩手県立博物館の藤井千春学芸員と共同して、水槽飼育下におけるマルアオメエソの発光観察を、高感度 CCD カメラを用いて行う。ふくしま海洋科学館からは、展示中のマルアオメエソを本研究のために使用する了解を得ている。

【アオメエソ属魚類の生活史に関する研究】

駿河湾内にて操業している底曳き網漁船に定期的に乗船し、アオメエソ属魚類の採集を行い、生息海域、生息水深、成長、成熟など、生活史の解明に向けた基礎的情報を収集する。学術研究船淡青丸を用いた研究航海を実施し、成魚と仔稚魚の採集を試み、生息環境に関する詳細なデータを収集する。

4. 研究成果

【アオメエソ属魚類の分類学的再検討】

全国から採集された標本を基に、アオメエソ属魚類の形態を精査した。さらに、スミソニアン博物館に所蔵されているアオメエソ (*C. albatrossis*) 完模式標本の撮影並びに精密計測を行い、そのデータを比較に用いた。その結果、形態学的にきわめて類似しているアオメエソとマルアオメエソ (*C. borealis*) の二種を分ける唯一の分類学的形質である眼窩径に、高緯度の個体ほど体長に対する眼窩径の割合が小型化する、明瞭な地理的クラインが認められた。そのため、アオメエソとマルアオメエソが同種であることが判明した。国際動物命名規約上、学名の先取権から、アオメエソ (*C. albatrossis*) が有効種で、マルアオメエソ (*C. borealis*) は異名 (synonym) となる。現在、他のアオメエソ属魚類の分類の整理に着手している。



図1. アオメエソ (*Chlorophthalmus albatrossis*) の完模式標本 USNM 051446 143.0 mm SL

【アオメエソ属魚類仔稚魚の分類の確立】

過去に実施された学術研究船淡青丸の研究航海にて採集された標本と、国立科学博物館から借用した照洋丸採集仔稚魚標本の中に、複数種のアオメエソ属魚類仔稚魚が含まれていることが判明した。黒色素胞の分布と形態に明瞭な差が認められた。DNA 分析の結果、アオメエソ、マルアオメエソ、トモメヒカリ、不明種1種が含まれていることが判明した。アオメエソとマルアオメエソの塩基配列(16S)に差が認められないことから、この二種が同種であることが分子生物学的研究からも支持された。アオメエソ属魚類仔稚魚の分類は、継続中である。

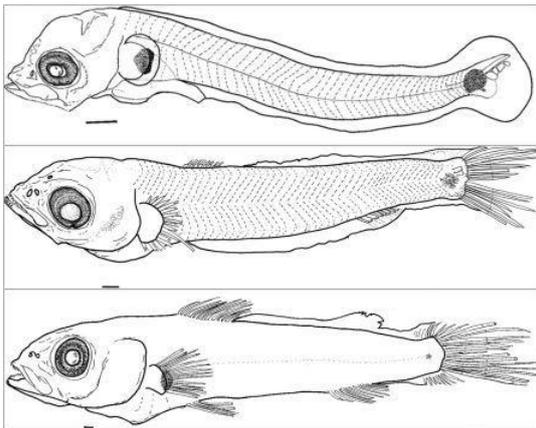


図2. アオメエソ (*Chlorophthalmus albatrossis*) の仔稚魚。上から、7.9 mm SL, 13.3 mm SL, 24.5 mm SL。バーは0.5 mm。

2011年7月4-8日に実施した学術研究船淡青丸のKT-11-14次航海(研究代表者主席)において、黒潮横断観測を行い、アオメエソ属魚類仔稚魚の輸送加入機構の解明を試みた。しかし、天候不順のため航海期間の大幅な短縮により、観測点の削減を余儀なくされた。このため、新たなアオメエソ仔稚魚の標本は採集されなかった。

【アオメエソ属魚類の発光に関する研究】

高感度 CCD カメラと HDD 記録装置等の既製品を組み合わせたメヒカリ発光撮影装置を作製した。2010年3月、2011年1月、2012年3月に、ふくしま海洋科学館にて展示飼育中のマルアオメエソの発光観察を行った。その結果、水槽底にいるマルアオメエソの発光

を確認し、撮影することに成功した。アオメエソ属魚類の発光を映像記録として残したのは、これが世界初である。研究成果を2010、2011年度日本魚類学会年会において報告した。



図3. 発光撮影用水槽内のマルアオメエソ。

【アオメエソ属魚類の生活史に関する研究】

2010年1月から2012年3月まで、禁漁期の5-9月を除いた毎月一回、駿河湾内で底曳き網漁船日之出丸に乗船し、アオメエソ属魚類をはじめとした小型底魚類の採集調査を実施した。トロール網に自記式深度計(JFE Alec 電子 MDS-Mk V/D)と自記式水温計(JFE Alec 電子 MDS-Mk V/T)を装着し、生息水深と生息水温データを収集した。駿河湾内において、アオメエソ属魚類は、水深200-450 m帯に生息し、生息水温は、8-11°Cであった。体長組成の月別変化(図4)をみると、小型個体が10-11月ごろ出現する。ほぼ同時に大型個体が採集されなくなることから、アオメエソは、駿河湾内では、秋口に加齢・着底後、一年ほど湾内にとどまった後、湾外またはより深い海域へと移動することが示唆された。

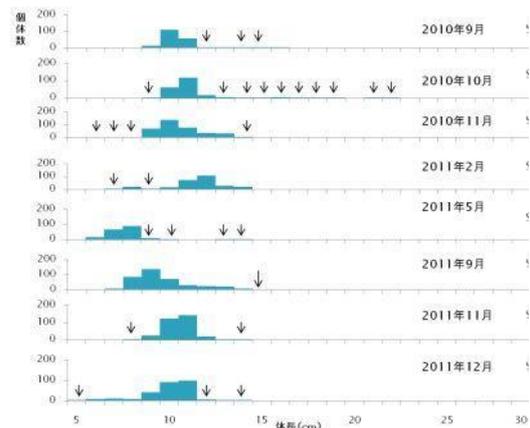


図4. 駿河湾におけるアオメエソの体調組成の月別変化。

生殖線指数(GSI)の月別変化(図5)をみると、調査期間を通してGSI値は1.0に満たない。肉眼的にも生殖線が成熟しているようには認められなかった。採集個体すべてが未成熟であったと考えられる。

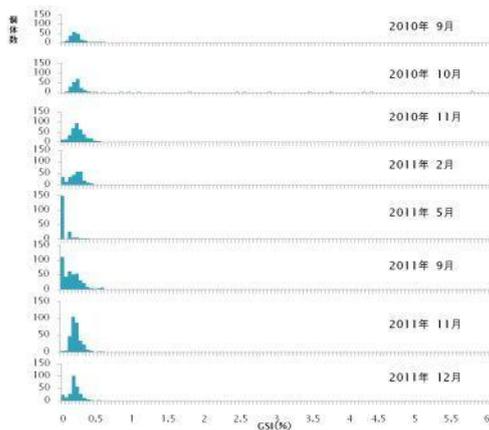


図 5. GSI の月別変化。

アオメエソの餌生物探索の一環として行った、マンジュウガニ類の幼生の分類に関する研究論文 (Tanaka, Saruwatari and Minami, 2010) が、2011 年度日本甲殻類学会 学会賞を受賞した。

以上の研究成果と、既往研究の成果から、駿河湾においてアオメエソは以下のような生活史を営んでいると推定される (図 6)。

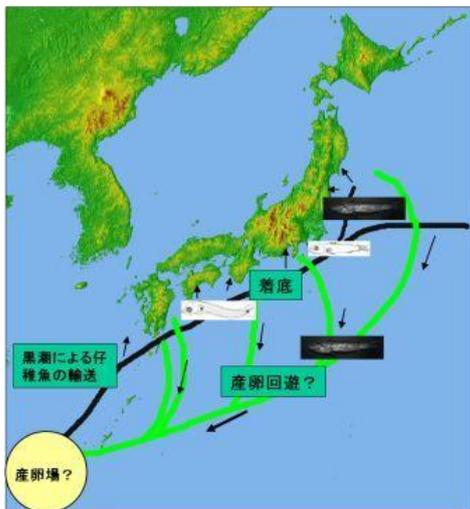


図 6. アオメエソの生活史模式図。

日本列島南方海域に存在すると推定される産卵場で孵化したアオメエソ仔稚魚は、黒潮に乗り日本列島へと輸送される。九州から本州太平洋岸に到達した仔稚魚は、25 mm SL 前後で変態を完了し、着底する。駿河湾では 10-11 月ごろである。以後一年ほど水深 200-450m 帯に生息し、他の水域へと移動する。この移動は、産卵場への南下回遊であると推定される。このように、アオメエソは、その生活史において、ウナギ (*Anguilla japonica*) のように、黒潮を介した大回遊を行う小型底魚である。

この研究成果が今後の小型底魚類に関する研究と資源管理に与えるインパクトは大きい。なぜなら、小型底魚類が大回遊を行うこと自体知られておらず、今後、小型底魚類の資源管理策を決定する上で、生活史を通しての回遊生態の解明の必要性を強く示唆するからである。すなわち、漁獲対象となっている個体が未成魚か成熟親魚であるか、産卵場はどこか、産卵期はいつか、仔稚魚の輸送・加入経路、分散する海域の範囲などの情報が不可欠となるからである。また、現在公海上の漁業資源管理をめぐる問題となっている天皇海山域など、海山に生息する底魚資源の持続的管理を行なう上でも、資源の加入機構を解明する手がかりを提供することとなる。産業的にも価値のある研究である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 10 件)

1, 大原一郎、星野浩一、高嶋康晴、小林敬典、2009, *Cytb* を利用したハマトビウオ属 6 種の種判別について、査読あり, DNA 多型 Vol. 17 : 121-125.

2, Hironori Tanaka, Toshiro Saruwatari & Takashi Minami 2009, Redescription of the first zoea of *Zosimus aeneus* (Linnaeus, 1758) (Decapoda, Xanthidae), 査読あり, Crustacean Research, 38:64-69.

3, 猿渡敏郎, 2009, 水族館との共同研究—魅力、実績、注意点— p13-34 猿渡敏郎・西源二郎 編著 研究する水族館—水槽展示だけではない知的な世界—, 査読なし, 東海大学出版会 vi+238pp.

4, 田中宏典、猿渡敏郎 2009, カニ類幼生研究の実際—スベスベマンジュウガニとアカマンジュウガニの個体発生を例に—, p119-134 猿渡敏郎・西源二郎 編著 研究する水族館—水槽展示だけではない知的な世界—, 査読なし, 東海大学出版会 vi+238pp.

5, 猿渡敏郎 2009, 新刊書紹介 動物分類学, 査読なし、日本水産学会誌 75 (5) : 934

6, 大原一郎、星野浩一、高嶋康晴、小林敬典、斎藤憲治、重信裕弥、猿渡敏郎、2010, Site-Specific PCR を用いたムロアジ属 6 種の種判別, 査読あり, DNA 多型 Vol. 18 : 98-101

7, 星野浩一、岡本誠、猿渡敏郎、大原一郎、柳本卓, 2010, 水産総合研究センターの魚類標本コレクション—DNA 研究への活用と課題, 査読あり, DNA 多型 Vol. 18 : 131-134

8, Hironori Tanaka, Toshiro Saruwatari and Takashi Minami 2010, Larval development of two *Artegatis* species (Decapoda,

Xanthidae) described from laboratory reared material. 査読あり, Crustacean Research 39:11-35. 2011年度日本甲殻類学会 学会賞受賞論文

9, Toshiro Saruwatari 2010, Debunking an urban legend of the Deep Sea: The Queen of the Abyss and her contribution to Ceratioid Anglerfish biology. pp. 128-136. in Uchida, S. ed. Proceedings of an International Symposium. 査読なし, Into the Unknown Researching Mysterious Deep-sea Animals. 2007, Okinawa, Japan. 179pp.

10, S. Itoh, T. Saruwatari, H. Nishikawa, I. Yasuda, K. Komatsu, A. Tsuda, T. Setou, and M. Shimizu, 2011, Environmental variability and growth histories of larval Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*) and Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) near the frontal area of the Kuroshio. 査読あり, Fisheries Oceanography, 20:114-124.

11, 大原一郎、星野浩一、高嶋康晴、小林敬典、斉藤憲治、重信裕弥、猿渡敏郎、米沢純爾 2011, Site-Specific PCR を用いたハマトビウオ属 6 種の種判別, 査読あり, DNA 多型 Vol. 19 : 110-114

12, 長谷川真理子、猿渡敏郎 2011, こんなに違う雌雄の姿 オスとメスの差から性の進化を探る, 査読なし, Newton 2012 年 2 月号 86-97.

13, 猿渡敏郎 2011, 新刊書紹介 東海大学自然科学叢書 4 新版 水族館学 水族館の発展に期待を込めて, 査読なし, 日本水産学会誌 77 (5) : 947

[学会発表] (計 16 件)

1, 猿渡敏郎 2009, 招待講演 アオメエソの分類・個体発生および生活史 西海区水産研究所 標本管理室お披露目式 ミニシンポジウム. 西海区水産研究所 2009 年 1 月 21 日

2, 田中宏典、猿渡敏郎、南卓志 2009, マンジュウガニ類の個体発生の比較 東京大学海洋研究所 共同利用シンポジウム「水生生物の異時性に関する研究。現状の把握と今後の展望。」東京大学海洋研究所 2009 年 11 月 9 日

3, 猿渡敏郎、山本聡 2009, サケ目に見られる異時性-サケ科の特異性 東京大学海洋研究所 共同利用シンポジウム「水生生物の異時性に関する研究。現状の把握と今後の展望。」東京大学海洋研究所 2009 年 11 月 10 日

4, 星野浩一、岡本 誠、猿渡敏郎、大原一郎、柳本卓 2009, 水産総合研究センターの魚類標本コレクション-DNA 研究への活用と課

題 日本 DNA 多型学会第 18 回学術集会 久留米大学医学部 2009 年 11 月 19-20 日

5, 大原一郎、星野浩一、高嶋康晴、小林敬典、斉藤憲治、重信裕弥、猿渡敏郎 2009, Site-Specific PCR を用いたムロアジ属 6 種の種判別 日本 DNA 多型学会第 18 回学術集会 久留米大学医学部 2009 年 11 月 19-20 日

6, 藤井千春、山内信弥、猿渡敏郎 2010, 飼育下におけるマルアオメエソの発光観察, 2010 年度日本魚類学会年会, 三重県文化会館 2010 年 9 月 25 日

7, 猿渡敏郎 2010, チョウチンアンコウ類の繁殖様式 寄生後の矮小雄の生態, 東京大学 大気海洋研究所共同利用シンポジウム「水生生物の性的二型 適応と進化」, 東京大学 大気海洋研究所 2010 年 10 月 19 日

8, 松崎浩二、藤井芳、猿渡敏郎 2010, クレイゼル水槽を使用したシシヤモ (*Spirinchus lanceolatus*) 仔稚魚の育成, 日本水産増殖学会第 9 回大会 唐津市民会館 2010 年 10 月 30 日

9, 大原一郎、星野浩一、高嶋康晴、小林敬典、斉藤憲治、重信裕弥、猿渡敏郎、米沢純爾 2010, Site-Specific PCR を用いたハマトビウオ属 6 種の種判別, 日本 DNA 多型学会第 18 回学術集会 2010 年 11 月 19 日

10, 田中宏典、猿渡敏郎 2010 ホシマンジュウガニ *Atergatis integerrimus* (Lamarck, 1818) の幼生の発生過程について, 日本甲殻類学会第 48 回大会 琉球大学千原キャンパス 2010 年 11 月 13-14 日

11, 猿渡敏郎、小藤一弥、増子勝男 2011 博物館所蔵標本が明かす、絶滅の恐れのある地域個体群「涸沼ニシン」の生態, 平成 23 年度日本水産学会春季大会 東京海洋大学 2011 年 3 月 27-31 日

12, 猿渡敏郎、小藤一弥、増子勝男 2011, 忘れられた、絶滅の危機に瀕する地域個体群「涸沼ニシン」-現存する情報のレビュー, 2011 年日本魚類学会年会 弘前大学 2011 年 9 月 29 日-10 月 2 日

13, 藤井千春、山内信弥、猿渡敏郎 2011, 飼育下における底生魚の発光観察 -エゾイソアイナメ, マルアオメエソの例-, 2011 年日本魚類学会年会 弘前大学 2011 年 10 月 1 日

14, 田中宏典、猿渡敏郎 2011, 飼育下 (水槽内) におけるマンジュウガニ類二種の抱卵行動について, 東京大学 大気海洋研究所共同利用シンポジウム「生物多様性と水族館研究・展示・啓発活動」, 東京大学 大気海洋研究所 2011 年 12 月 12-13 日

15, 猿渡敏郎、小藤一弥、増子勝男 2011, 絶滅しそうなのに忘れられている地域個体群「涸沼ニシン」, 東京大学 大気海洋研究所共同利用シンポジウム「生物多様性と水族館 研究・展示・啓発活動」, 東京大学

大気海洋研究所 2011年12月12-13日
16, 猿渡敏郎 2012, 水族館の魅力：研究と啓発活動, 日本水圏環境教育研究会第一回記念大会 2012年03月25日

〔図書〕(計2件)

- 1, 猿渡敏郎・西源二郎 編著 2009
研究する水族館 ―水槽展示だけではない知的な世界―
東海大学出版会 vi+238pp.
- 2, 猿渡敏郎 2010 シラウオ類 p621-623
野生動物保全の事典 朝倉書店

〔その他〕

ホームページ等

新聞による研究活動の紹介

- 1, 日刊水産経済新聞 2009年1月23日
「標本管理室」を開設 水研センター 西海区水研でお披露目式
- 2, 東海新報 2009年12月18日
研究機関と連携を 新・水族館像 猿渡氏(東大海洋研)ら提言
- 3, 岩手日報 2009年12月18日
科学館と研究機関連携を 大船渡で討論会 海洋資源の活用探る

ラジオによる研究紹介

- 1, 猿渡敏郎 2010, 2010年4月17日 17:00～
Tokyo-FM『Suntory Saturday Waiting Bar』, URL: http://www.avanti-web.com/pas_tdata/20100417.html

アウトリーチ活動

- 1, 猿渡敏郎 2009, 水族館と研究機関の連携・共同研究について、いわて海洋資源活用釜石・大船渡地域ワークショップ、「地域科学館と研究機関の連携」大船渡市 カメリアホール 2009年12月17日
- 2, 猿渡敏郎 2010, メスに寄生するオス、チョウチンアンコウのユニークな性とは？ 中高校生のための深海展 日本財団ビル 2010年11月13日
- 3, 猿渡敏郎 2010, 涸沼は魚のゆりかご、クリーンアップひぬまネットワーク 第10回環境フォーラム、いこいの村涸沼 2010年11月26日
- 4, 猿渡敏郎 2010, 水族館との連携：研究と啓発活動、平成22年度自然史学会連合講演会 岩手県立博物館 2010年11月28日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

猿渡敏郎 (SARUWATARI TOSHIRO)
東京大学・大気海洋研究所・助教
研究者番号：00215899

(2) 研究協力者

山内信弥 (YAMAUCHI SHINYA)
ふくしま海洋科学館(アクアマリンふくしま)・副主任
研究者番号：なし

藤井千春 (FUJII CHIHARU)
岩手県立博物館・学芸員
研究者番号：なし