

## 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 25 年 6 月 10 日現在

機関番号：32525

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22510034

研究課題名（和文） 遊泳能力の低い冷水性底生魚を用いた、温暖化にともなう水温上昇の影響評価手法の確立

研究課題名（英文） Establishment of the impact assessment method for elevated water temperature related to warming on benthic cold-water fish with poor swimming ability

研究代表者 棗田 孝晴（NATSUMEDA TAKAHARU）

千葉科学大学・危機管理学部・講師

研究者番号：00468993

研究成果の概要（和文）：遊泳能力の乏しい冷水性底生魚カジカ種群をモデル生物とし、水温上昇による生理生態的ストレス因子が彼らの生残，移動，生殖生理に及ぼす影響について野外調査と室内実験の双方のアプローチから検証した。河川工作物は両側回遊型（中卵型）および河川陸封型（大卵型）の遡上を実質的に妨げていた。低水温群で頻繁に見られた小卵型の雄の営巣行動は、高水温群（河川水よりも 4～5℃高温）で殆ど確認できなかった。中卵型仔魚の生残率が高温飼育条件（15℃）で最も低かったことを併せると、水温上昇がカジカ種群の繁殖活性や初期生活期の生残へ及ぼす影響が示唆された。これらの成果は、水温上昇に伴うカジカ種群の生態・生理両側面へ及ぼす負の影響を評価するうえで、有効な指標として役立つと期待される。

研究成果の概要（英文）：

We examined the effects of eco-physiological stress due to elevated water temperature on survival, movements, and reproductive physiology of benthic cold-water fish (*Cottus pollux* spp.) with poor swimming ability both by field observations and experimental procedures. Instream obstructions substantially precluded going upstream of amphidromous (middle-egg type) and fluvial land-locked sculpins (large-egg types). Nesting behavior of small-egg type males were rarely observed under high water temperature condition (i. e., 4-5°C warmer than river water). Together with the finding of lowest survival rates of the larvae of middle-egg type under highest water temperature condition (15°C), suggesting negative impacts on their reproductive activity and survival in early life stage. These findings are useful to estimate the negative impacts of elevated water temperature on eco-physiological aspects of *Cottus pollux* spp.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1800,000	540,000	2340,000
2011 年度	800,000	240,000	1040,000
2012 年度	800,000	240,000	1040,000
年度			
年度			
総計	3400,000	1020,000	4420,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：環境評価手法

### 1. 研究開始当初の背景

地球温暖化の進行に伴う河川や湖沼域の水温上昇は、水域内に生息する冷水性魚類にとって、摂餌や繁殖などに関与する生理上の不適応の累積を通じて、生息分布域の減少や集団の絶滅を伴う深刻な事態をもたらすことが指摘されている。特に遊泳能力の低い底生魚類にとって、河川工作物が上流方向へ移動を妨げ、個体群の分断・孤立させる恐れが大いに懸念されるにもかかわらず、この問題を生態学や生殖生理学などの複数領域から総合的に検証した研究は殆どなかった。

### 2. 研究の目的

本研究では、遊泳能力が乏しく、かつ冷水環境を好む底生の淡水魚類であるカジカ種群をモデル生物とし、水温上昇によるストレス因子が彼らの生残、分布、移動、生殖生理に及ぼす影響について野外調査と室内実験の双方のアプローチによって検証し、温暖化にともなう冷水性底生魚類の簡便な影響評価手法を確立することを目的とした。

### 3. 研究の方法

野外調査は長野県千曲川水系（大卵型）、茨城県那珂川水系（大卵型）、福井県南川・北川水系（中卵型・大卵型）で実施した。

(1) 福井県南川においてカジカ大卵型と中卵型の流程分布を調査した。また、南川と北川の河口から1つ目の堰堤の上下区間において、除去法を用いてカジカ中卵型の生息密度を2または3年間にわたり調査した。いずれの調査も電気ショッカーを用いて行った。

(2) 茨城県那珂川水系の支流において、落差が異なるふたつの河川工作物（堰、カルバート）の上下区間において、標識再捕法を用いてカジカ大卵型の個体の移動を2年間にわたって追跡した。また、調査区間外でカジカ大卵型個体を各月数個体ずつ1年間以上にわたって採取して10%ホルマリン溶液で固定し、生殖腺の組織学的観察の研究に供した。

また河川工作物が連続的に設置されている千曲川水系の支流の流程に沿った9地点でカジカ大卵型個体を採集し、各個体の左右の胸鰭条数と腹鰭条数を計数し、各個体の対鰭条数における非相称性（FA）の程度をAsymmetric Score（AS：Iguchi et al. 2005）を用いて総合評価した。ASは以下の数+|（腹鰭条数左-右）|／（腹鰭条数左+右）}。

### (3) 産卵行動観察

両側回遊型の生活様式を持つカジカ小卵型の産卵行動の観察と産卵直後の雄の生理状態を調べた。実験には、産卵期（1-3月）に岐阜大学教育学部の室内に設置した観察用水槽を用いた。水温をクーラーで7°Cに設定し、水槽の正面にはブロックで営巣用の空間を作り、部屋全体を暗くして赤外線カメラで巣内を撮影できるようにした。雄を1尾入れて営巣を確認後、排卵した雌を1尾入れ、産卵するまでの行動を録画・解析した。産卵終了後、雄を取り出し、解剖して尿量を測定した。巣石に産みつけられた卵塊をホルマリン固定し、卵塊表面の粘液を採取してヘマトキシリンで染色し、光学顕微鏡で観察した。

### (4) 水温操作実験

岐阜県河川環境研究所下呂支所において、カジカ小卵型を11月下旬から水温の異なる2系統の水[河川水と同程度の水温変化を示す水（低温群）と、河川水より4-5°C高い水温変化を示す水（高温群）]で飼育した。翌年1月中旬から各飼育水で5日間雄を5個体ずつ営巣させ、尿量指数[尿量（g）／体重（g）×100]を調べた。水温の違いによる営巣行動（胸鰭と腹鰭を動かす行動および巣から顔を出す行動）の差を調べる実験として、まず水温7°C（低温群）の水槽内での営巣行動を観察し、次に水温を14°C（高温群）に上げて行動を観察した。

### (5) 孵化仔魚飼育試験

河川で採集したカジカ中卵型の卵塊から同日に孵化したカジカ中卵型ふ化仔魚を用いて、異なる水温（5、10、15°C）と塩分（淡水、汽水、海水）を組み合わせた9つの条件で仔魚の生残を調査した。なお、飼育は無給餌条件下で行い、毎日死魚数を計数した。

### 4. 研究成果

#### (1) 流程生息分布状況

福井県南川において、河川陸封型のカジカ大卵型は本流の中上流部に、両側回遊型のカジカ小卵型は河口から約8 km上流まで、降海回遊型のアユカケは河口約5 kmの堰堤まで分布していた。採集個体数は少ないが、中流部では大卵型と中卵型が同所的に採集できる地点が存在した。

福井県北川・南川の最下流の堰堤上下において、南川の堰堤上流ではカジカ中卵型の当歳魚は採集されたが、北川の堰堤上流では採集されなかった。また、両河川とも中卵型の

成魚および当歳魚共に堰堤上流の生息密度は、堰堤下流に比べて半減していた。これより、カジカ中卵型の遡上および生息分布には第1堰堤およびその魚道の構造が影響することが示唆された。

### (2) 河川工作物が個体の移動に及ぼす影響

茨城県那珂川水系支流における河川陸封型カジカ大卵型を対象として、標識再捕法を用いて河川工作物の上下区間における個体の河川内移動を追跡した。その結果、80 cmを超える落差がある区間では上流から下流への一方向的な移動のみが生じている一方で、水面までの落差 6 cm の小規模カルバートでは、下流から上流方向への複数個体の移動が観察された。

また遊泳や定位などと関連する胸鰭・腹鰭条数の左右の非相称性 (AS) を指標として、河川工作物がカジカ個体群の細分化に及ぼす影響を調べた結果、AS は堰が累積する上流域で高い傾向を見出した (図 1)。

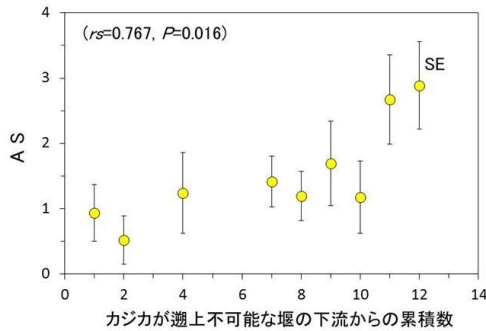


図1 カジカが遡上不可能な堰の下流からの累積数と胸鰭・腹鰭条数の Asymmetric score (AS) との関係

### (3) 産卵行動観察

カジカ小卵型の産卵行動を解析した結果、雄は雌を化学的および視覚的に巣に誘引していると考えられた。産卵直後の雄個体と卵塊を調べた結果、雄は多量に有している尿を放精時に放出することはなく、異型精子も放出されないことが示唆された。これらの知見より、雄の尿は産卵前に雌を巣に誘引するフェロモンを含んでおり、尿中に見られた異型精子はこのフェロモンの産生に関与している可能性が考えられた。

### (4) 水温操作実験

尿量指数には飼育水温の違いによる有意な差は見られなかったが、尿量が増加した個体数は低温群で5個体中3個体であったのに対し、高温群では1個体のみであった。営巣時の行動を観察したところ、低温群では胸鰭と臀鰭を動かす行動が見られたが、高温群ではそのような行動が確認できなかった。また低温群では高温群に比べ長時間、巣から顔を出す行動を行った (図 2)。通常の営巣時には、雄は鰭を動かして尿に含まれるフェロモ

ンを撒き散らし、更には巣から顔を出すことで雌を誘引すると考えると、地球温暖化に伴う河川水温の上昇は、カジカの繁殖活性を低下させることで繁殖を妨げる可能性がある。

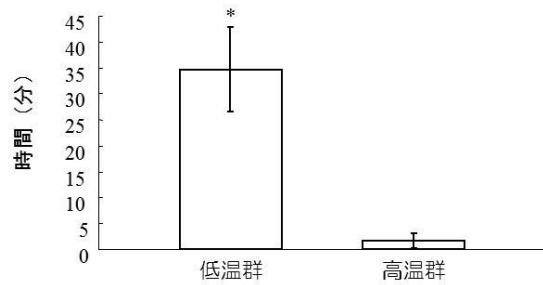


図2 低温群と高温群におけるカジカ小卵型の営巣雄が雌不在時に巣から顔を出す行動時間の比較 (\*;  $p < 0.05$ )

### (5) 孵化仔魚飼育実験

異なる水温 (5, 10, 15°C) と塩分 (淡水, 汽水, 海水) で両側回遊性のカジカ中卵型の孵化仔魚を飼育した結果、海水および淡水のいずれにおいても 15°C で生残率が最も悪かった (図 3)。この知見から、温暖化により河川水温が上昇すると、河川流下時の卵黄消費が早くなることが示唆された。

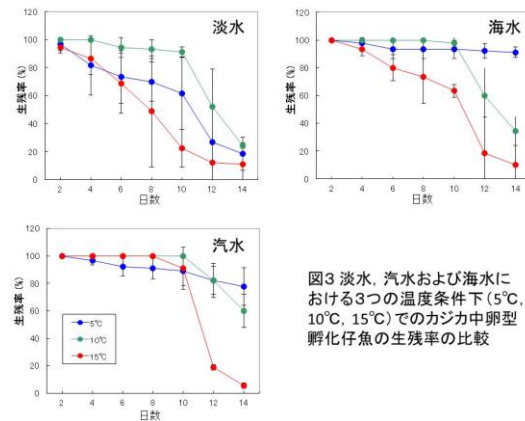


図3 淡水、汽水および海水における3つの温度条件下 (5°C, 10°C, 15°C) でのカジカ中卵型孵化仔魚の生残率の比較

### (6) カジカ大卵型野外個体群の生殖年周期

那珂川水系支流のカジカ大卵型個体群を用いて、周年にわたって生殖腺の発達状態を組織学的に調べた。雌魚では 9-10 月に卵黄胞形成、11-1 月に卵黄形成を行い、2-3 月にかけて繁殖が行われ、3-5 月の間に繁殖を終了することが示唆された。2-3 月の繁殖期には発達途上の卵母細胞とともに排卵後濾胞を持つ個体が確認され、本種が 1 度の繁殖期に複数回の産卵を行っていることが示唆された。また雄魚では、10 月に精子形成を開始し、12 月には繁殖が可能となり、その状態を 3 月まで維持し、3 月から 5 月の間に繁殖を終了することが示唆された。

以上の知見から、河川工作物が両側回遊型（中卵型）の遡上や分布を制限しているだけでなく、河川陸封型（大卵型）でも落差 80 cm を越える河川工作物が、上流方向への移動を妨げていることが明らかとなった。遡上を妨げる河川工作物の下流域に生息する集団にとって、温暖化にともなう顕著な水温上昇が生じた場合、高温に対する隠れ家（thermal refugia）として本来機能するはずの上流域への避難が出来ず、摂餌や繁殖などに関与する生理上の不適応の累積を通じて、生息分布域の減少や集団の絶滅を伴う深刻な事態をもたらす可能性が示唆される。打開策として、カジカ類でも遡上可能となるような河川工作物の落差軽減措置が有効と考えられる。

また低水温群で頻繁に見られた小卵型の雄の営巣行動は、高水温群で殆ど確認できなかった。中卵型仔魚の生残率が高温飼育条件（15℃）で最も低かったことを併せると、水温上昇がカジカ種群の繁殖活性や初期生活期の生残へ及ぼす影響が示唆された。

これらの成果は、水温上昇にともなうカジカ種群の分布や初期生活史へ及ぼす負の影響を評価するうえで、有効な指標として役立つと期待される。

#### 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 20 件）

- ① 藪田孝晴・鶴田哲也・井口恵一朗. 2010. 絶滅のおそれのある日本産淡水魚の生態的特性の解明、日本水産学会誌 76 : 169-184. 査読有.
- ② Takaharu Natsumeda, Seiichi Mori, Masahide Yuma. 2012. Size-mediated dominance and aggressive behavior of male Japanese fluvial sculpin *Cottus pollux* (Pisces: Cottidae) reduce nest-site abundance and mating success of conspecific rivals. *Journal of Ethology* 30: 239-245. 査読有.
- ③ Takaharu Natsumeda, Tetsuya Tsuruta, Hirohiko Takeshima, Kei'ichiro Iguchi. 2012. Diet and food selectivity of Japanese fluvial sculpin *Cottus pollux* (large-egg type) in the upper regions of the Chikuma River. *Ichthyological Research* 59: 354-364. 査読有.
- ④ 藪田孝晴・瀬谷政貴. 2012. 利根川最下流域に流入する感潮河川最下流部の堰が魚類相に及ぼす影響. *応用生態工学* 15(2) : 187-195. 査読有.
- ⑤ Naotaka Omoto, Yasunori Koya, Byungsun Chin, Yoh Yamashita, Masakiro Nakagawa, Tsutomu Noda. 2010. Gonadal sex differentiation and effect of rearing temperature on sex ratio in black rockfish (*Sebastes schlegelii*). *Ichthyological Research* 57: 133-138. 査読有.
- ⑥ 木村敦子・古屋康則. 2011. 岐阜県産のドジョウ野生個体群の生殖年周期. *魚類学雑誌* 58 : 1-12. 査読有.
- ⑦ Yasunori Koya, Youichi Hayakawa, Alexander Markevich, Hiroyuki Minehara. 2011. Comparative studies of testicular asructure and sperm morphology among copulatory and non-copulatory sculpins (Cottidae: Scorpaeniformes: Teleostei). *Ichthyological Research* 58:109-125. 査読有.
- ⑧ Yasunori Koya, Yukari Koike, Rie Onchi, Hiroyuki Munehara. 2013. Two patterns of parasitic male mating behaviors and their reproductive success in Japanese medaka, *Oryzias latipes*. *Zoological Science* 30: 76-82. 査読有.
- ⑨ 古屋康則・加藤理恵. 2012. 掲示物接着用シールを用いたメダカ卵の観察法. *理科教育学研究* 53 : 163-168. 査読有.
- ⑩ 古屋康則・木村敦子. 2013. ドジョウの野生個体にみられた雌雄同体現象. *魚類学雑誌* 60 : 73-76. 査読有.
- ⑪ Daisuke Tahara, Ryo Hayano, Hozu Iwatani, Yasunori Koya, Youichi Hayakawa. 2010. Annual changes in testicular development and occurrence of parasperm in the male reproductive organs of fourspine sculpin, *Cottus kazika*. *Ichthyological Research* 57: 62-70. 査読有.
- ⑫ 田原大輔・竹下直彦. 2013. 瀬戸内海流入河川で採集されたカマキリ. *魚類学雑誌* 60 : 70-73. 査読有.
- ⑬ 藤本泰文・高橋清孝・進東健太郎・山家秀信. 2010. 群れ形成の習性を利用したブルーギルの捕獲. *日本水産学会誌* 76 : 913-919. 査読有.
- ⑭ 安房田智司・武島弘彦・鶴田哲也・矢田崇・井口恵一朗. 2010. 短時間、長時間の濁りに対するアユのストレス応答. *水産増殖* 58: 425-427. 査読有.
- ⑮ 井口恵一朗・坂野博之・武島弘彦. 2010. 異なる塩水条件下におけるアユ孵化仔魚の餓餓プロセス. *水産増殖*, 58:459-463. 査読有.
- ⑯ Iguchi K, Takeshima H. 2011. Effects of saline water on early success of amphidromous fish. *Ichthyological Research*, 58(1): 33-37. 査読有.
- ⑰ Awata S, Tsuruta T, Yada T, Iguchi K.

2011. Effects of sediment on cortisol levels in wild and cultured strains of ayu *Plecoglossus altivelis*. *Aquaculture*, 314: 115-121. 査読有.
- ⑱ Tsuruta T, Yamaguchi M, Abe S, Iguchi K. 2011. Effects of fish in rice-fish culture on the rice yield, *Fisheries Science*, 77: 95-106. 査読有.
- ⑲ Iguchi K. 2012. Larger eggs at lower water temperature as a measure to assure effective hatchling size in the landlocked form of Ayu, *Plecoglossus altivelis*. *Ichthyological Research* 59: 20-25. 査読有.
- ⑳ Iguchi K. 2012. Egg size plasticity corresponding to maternal food conditions in an annual fish, Ayu, *Plecoglossus altivelis*. *Ichthyological Research* 59: 14-19. 査読有.

[学会発表] (計 26 件)

- ① 藁田孝晴・鶴田哲也・武島弘彦・安房田智司・井口恵一朗. 2010 (9/24). カジカ大卵型の餌料選択性における水系内変異. 第 43 回日本魚類学会年会 (三重県文化会館, 津).
- ② 藁田孝晴・鶴田哲也・武島弘彦・安房田智司・井口恵一朗. 2011 (10/1). 生息域を共有する希少な底生魚二種の食性比較. 第 44 回日本魚類学会年会 (弘前大学, 弘前)
- ③ 藁田孝晴・鶴田哲也・武島弘彦・安房田智司・宮本北斗・井口恵一朗. 2012 (3/29). 河川工作物による枝沢の細分化がカジカ個体群に及ぼす影響—胸鰭・腹鰭の非相称性 (FA) を指標として—. 平成 24 年度日本水産学会春季大会 (東京海洋大学, 東京).
- ④ Takaharu Natsumeda, Tetsuya Tsuruta, Hirohiko Takeshima, Satoshi Awata, Kei' ichiro Iguchi. 2012 (5/29). Local adaptation in morphological characteristics of Japanese fluvial sculpin related to different environmental conditions in a single river system, eastern Japan. *International Conference on Ecology & Conservation of Freshwater Fish (Vila Nova de Cerveira, Portugal)*.
- ⑤ 藁田孝晴・井口恵一朗. 2012 (9/22). 岩盤河川におけるカジカ大卵型の移動個体と定住個体とを分ける要因. 第 45 回日本魚類学会年会 (水産大学校, 下関).
- ⑥ 古屋康則・早川洋一・阿部拓三・Alexander Markevich・矢部 衛・宗原弘幸. 2010 (9/24). カジカ科魚類における雄の生殖形質と生殖様式の関係. 第 43 回日本魚類学会年会 (三重県文化会館, 津).
- ⑦ 北野 忠・大仲知樹・古屋康則. 2011 (9/30). 冬期の水温がウシモツゴの生殖腺発達に及ぼす影響. 第 44 回日本魚類学会年会 (弘前大学, 弘前).
- ⑧ 古屋康則・樋口拓真・藤井亮吏・田原大輔・山家秀信・藁田孝晴. 2012 (3/27). カジカ (小卵型) の産卵行動. —異型精子は放出されるのか—. 平成 24 年度日本水産学会春季大会 (東京海洋大学, 東京).
- ⑨ 古屋康則・脇田泰教. 2013 (3/28). コイ科魚類における配偶子形成過程の多様性. 平成 25 年度日本水産学会春季大会 (東京海洋大学, 東京).
- ⑩ 田原大輔・谷口 怜・伊藤史章・太田博巳. 2010 (9/22). アユカケ凍結精子による人工授精. 平成 23 年度日本水産学会秋季大会 (京都大学, 京都).
- ⑪ 河田新平・田原大輔・丸山 敦. 2010 (9/24). 安定同位体による琵琶湖内のウツセミカジカの移動解析. 第 43 回日本魚類学会年会 (三重県文化会館, 津).
- ⑫ 石黒直哉・水野剛志・田原大輔. 2010 (9/25). ミトコンドリアゲノム調節領域からみた全国のカマキリの遺伝的多様性と集団構造. 第 43 回日本魚類学会年会 (三重県文化会館, 津).
- ⑬ 田原大輔・橋本有加・村上亮介・荒木 晶・鬼倉徳雄・竹下直彦. 2010 (10/30). 江の川水系におけるカマキリの生殖周期. 日本水産増殖学会 (唐津市).
- ⑭ 岩崎雄介・田原大輔. 2011 (9/30). アユカケおよびカジカ中卵型の稚魚遡上経路と遊泳速度. 第 44 回日本魚類学会年会 (弘前大学, 弘前).
- ⑮ 田原大輔・岩瀬美和子. 2011 (9/30). 琵琶湖深部で採集されたウツセミカジカの外部形態と生殖周期. 第 44 回日本魚類学会年会 (弘前大学, 弘前).
- ⑯ 岩崎雄介・田原大輔. 2012 (9/8). 河川構造物が回遊性カジカ類の分布に及ぼす影響. 応用生態工学会第 16 回研究発表会 (東京農業大学, 東京).
- ⑰ 田原大輔・岩崎雄介. 2013 (3/28). 河川構造物が両側回遊性カジカ中卵型の分布・生息密度に与える影響. 平成 25 年度日本水産学会春季大会 (東京海洋大学, 東京).
- ⑱ 山家秀信. 2010 (12/7). 魚類の性としてのキヌレニン「トリプトファンとその誘導体が持つスーパーパワーとダークパワー」. 日本生化学分子生物学会ワークショップ (招待講演, 神戸国際展示場).
- ⑲ 山家秀信. 2012 (3/30). 魚類の行動とフェロモン. 平成 24 年度日本水産学会春季大会ミニシンポジウム「水産資源管理に向けた魚類の行動研究」 (東京海洋大学,

- 東京).
- ⑳ 福井 翔・豊福康彦・山家秀信. 2012(3/29). サクラマスの成熟雄は雌型のトリプトファン代謝物混合液に強い行動反応を示す. 平成 24 年度日本水産学会春季大会 (東京海洋大学, 東京).
- 21 豊福康彦・山家秀信. 2012 (3/28). サクラマスの成熟雄の生理に影響する性フェロモンはトリプトファン代謝物か?. 平成 24 年度日本水産学会春季大会 (東京海洋大学, 東京).
- 22 豊福康彦・山家秀信. 2013 (3/27). サクラマスの成熟雄の生理に影響する性フェロモンとしてのトリプトファン代謝物. 平成 25 年度日本水産学会春季大会 (東京海洋大学, 東京).
- 23 藤田健吾・福井 翔・山家秀信. 2013 (3/29). サクラマスの成熟雄は雌型のトリプトファン代謝物混合液に強い行動反応を示す. 平成 25 年度日本水産学会春季大会 (東京海洋大学, 東京).
- 24 福井 翔・山家秀信. 2013 (3/29). サクラマスの尿中トリプトファン代謝物混合液に対する成熟雄の選択行動. 平成 25 年度日本水産学会春季大会 (東京海洋大学, 東京).
- 25 井口恵一朗・武島弘彦・西田 睦. 2010 (9/24). 奄美リュウキュウアユの遺伝的ステータス. 第 43 回日本魚類学会年会 (三重県文化会館, 津).
- 26 井口恵一朗・宮原寿恵・森田健太郎・藁田孝晴・稲葉 修・河村功一. 2012 (9/22). 阿武隈山地に生息する短鰭イワナの隔離個体群. 第 45 回日本魚類学会年会 (水産大学校, 下関).

[図書] (計 8 件)

- ① 藁田孝晴. 2011. 河川性カジカにおける繁殖・生態多様性と保全. pp.158-175. 宗原弘幸・後藤 晃・矢部 衛 (編). カジカ類の多様性 適応と進化. 東海大学出版会, 秦野.
- ② Takaharu Natsumeda. 2013. Chapter 3: Plasticity in mating patterns of a benthic nest-Holding fish related to the effects of nest-site abundance and social interactions. pp.55-73. M. Nakamura, T. Ito, eds. Human and Animal Mating: Strategies, Gender Differences and Environmental Influences. NOVA Science Publishers, Inc., New York.
- ③ 古屋康則. 2011. カジカ科魚類における生殖関連形質の多様性. pp.122-132. 宗原弘幸・後藤 晃・矢部 衛 (編). カジカ類の多様性 適応と進化. 東海大学出版会, 秦野.

- ④ 古屋康則. 2012. 河川生態系の保全を考えるー汽水生態系が消失した長良川下流を例にー. pp.97-107. 小見山 章・荒井聡・加藤正吾 (編). 岐阜から生物多様性を考える. 岐阜新聞社, 岐阜.
- ⑤ 田原大輔. 2011. 淡水カジカ類の異型精子の機能とは?. pp.144-155. 宗原弘幸・後藤 晃・矢部 衛 (編). カジカ類の多様性 適応と進化. 東海大学出版会, 秦野.
- ⑥ 田原大輔. 2012. 九頭竜川のアレガコ. pp.37-42. ようこそ県大研究室. 福井県立大学, 福井.
- ⑦ 山家秀信. 2012. Part5 科学感覚と行動・生理 第 18 章 魚類・両生類における化学感覚と行動. pp.202-212. 東原和成 (編). DOJIN BIOSCIENCE シリーズ 化学受容の科学. 化学同人, 京都.
- ⑧ 山家秀信. 2013. 第 2 章 繁殖行動におけるフェロモンの役割. pp.28-45. 棟方有宗・小林牧人・有本貴文 (編). 水産学シリーズ 176 巻. 恒星社厚生閣, 東京.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藁田 孝晴 (NATSUMEDA TAKAHARU)  
千葉科学大学・危機管理学部・講師  
研究者番号: 00468993

(2) 研究分担者

古屋 康則 (KOYA YASUNORI)  
岐阜大学・教育学部・教授  
研究者番号: 30273113

田原 大輔 (TAHARA DAISUKE)  
福井県立大学・海洋生物資源学部・講師  
研究者番号: 20295538

山家 秀信 (YANBE HIDENOBU)  
東京農業大学・生物産業学部・講師  
研究者番号: 40423743

(3) 連携研究者

井口 恵一朗 (IGUCHI KEI'ICHIRO)  
独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所・内水面研究部・生態系保全研究室・室長  
研究者番号: 00371865