

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 10 月 24 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009 年度～2011 年度

課題番号：21405001

研究課題名（和文）魚類の繁殖に及ぼす海洋温暖化の影響解明：東アジア地域における国際共同調査

研究課題名（英文）Influence of ocean warming on fish reproduction: international joint survey in East Asian region

研究代表者

征矢野 清（SOYANO KIYOSHI）

長崎大学・大学院水産・環境科学総合研究科・教授

研究者番号：80260735

研究成果の概要（和文）：

本研究は、日中韓と共同で海洋温暖化と人工化学物質が魚類の繁殖に及ぼす影響を、生理学的手法を用いて調べることを目的として実施した。研究開始当初は沿岸域に生息する海産魚類のみを対象としていたが、調査を進めるうちに河川河口域とその上流域においても温暖化および人工化学物質の影響を調査する必要があると判断し、ボラ・マハゼ・ハタ科魚類などの海産魚類に加え、ドジョウも対象生物として、水温と化学物質の次世代生産に及ぼす影響を調査した。その結果、水温の上昇は、生殖内分泌系に影響を与え、生殖腺発達の促進あるいは阻害を誘導することが分かった。また、環境水の温度が変化することで、水温依存性が強い魚類は、産卵時期を大きく変える可能性が高いことも明らかとなった。加えて、温暖化のホットスポットとされる東シナ海沿岸域では依然として化学物質による魚類の生殖かく乱が続いていることが分かった。

研究成果の概要（英文）：

We planned to investigate effects of endocrine disrupting chemicals (EDCs) and grovel warming on fish reproduction and next generation production in East Asia. In this experiment including oversea research, we used endocrine, physiological, and histological methods for obtaining the information about EDCs and water temperature effects. The grey mullet, Japanese common goby, groupers, dojo loach were selected as a suitable wildlife for these experiments and survey. In this project, EDCs contamination was observed in coastal waters in East Asia, and influence of grovel warming on fish reproduction, such as a changes in spawning period, an induction of abnormality in early development, a reduction of ovulated eggs, were indicated. In addition, fish reproduction was inhibited by the combined effect of high temperature and EDCs.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 21 年度	5,500,000	1,650,000	7,150,000
平成 22 年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
平成 23 年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
年度			
年度			
総計	14,900,000	4,470,000	19,370,000

研究分野：環境学

科研費の分科・細目：環境解析学・環境変動解析

キーワード：海洋温暖化・繁殖・配偶子形成・ホルモン遺伝子・東シナ海

1. 研究開始当初の背景

東アジア諸国が共有する東シナ海では、近年、急速な環境変化が進み、この海域に生息する魚類の安定的繁殖と次世代維持が揺らぎつつある。これまで我々は、この海域において魚類繁殖に及ぼす人工化学物質、環境ホルモンの影響を日中韓の研究者と共同で調べてきたが、この問題は単に化学物質汚染に注目しているだけでは解決しないことが分かった（平成18～20年度、盤研究B海外学術：東アジアにおける魚類の環境ホルモン国際共同調査と研究者ネットワークの構築、代表者：征矢野、#18405003）。この研究に参加した各国の研究者から寄せられた意見は、亜熱帯～温帯海域において地球温暖化が確実に進行しつつあり、繁殖及び次世代生産に及ぼす海水温上昇の影響を無視して、化学物質による生殖異常発生の問題を理解することは出来ないという内容であった。

魚類の繁殖に及ぼす水温の影響は、国内外を問わず、これまで多くの研究者が取り組んできたテーマである。その多くは、水温を調節した人為的飼育環境下で配偶子形成や受精及びその後の胚発生に対する影響を調べたものである。これらの研究により、1) 生殖周期、2) 産卵のタイミング、3) 受精率、4) 胚発生、などが温度に強く依存していることが明らかとなり、魚類繁殖における水温の重要性が示された。しかし、天然環境における水温変化とそこに生息する魚類の繁殖との関係を追求した研究はほとんど無く、生殖腺の発達と繁殖の成功、ならびに次世代生産に及ぼす直接的検証は行われていない。我々は、有明海の泥干潟に生息するトビハゼをモデルとして、水温変化がその繁殖にどのような影響を及ぼすのかを、飼育実験とフィールド調査により検証した。その結果、水温上昇が進行すると、これら魚類の繁殖期にずれが生じる可能性を見出した（Shiota et al., Fish Physiol. Biochem. 2003）。また、環境ホルモン汚染による魚類繁殖への影響を韓国・中国と共同で実施したところ、化学物質の影響発現にも水温が深くかかわることを見出した。このように海洋温暖化は、わが国沿岸域に生息する魚類の正常な繁殖を混乱させる重要な問題である。しかし、これは我が国一国で解決できる課題ではなく、東アジアの研究者が協力して解決すべき問題として注目されていた。

2. 研究の目的

東アジア諸国が共有する東シナ海の急速な環境変化、特に海水温の上昇（海洋温暖化）と化学物質汚染は、この海域に生息する魚類

の安定的繁殖と次世代維持を脅かしている。そこで、これまでに我々が共同研究を通して構築した「東アジアにおける魚類の生殖研究ネットワーク」を活用し、東シナ海沿岸域において、「魚類繁殖に及ぼす地球温暖化に伴う海水温上昇（海洋温暖化）の影響」に関する国際共同調査を韓国・中国・台湾の研究者とともに急遽行うこととした。本研究では、東アジア地区を代表するこれらの国の研究者が、東シナ海の環境変動と生物資源の維持に対して、共通した認識と同じ科学的手法に基づいた環境評価を行うことを目指した。

本研究では、沿岸域とそれに隣接する河川域にも調査範囲を広げ、広域の沿岸環境という考え方に基づき環境変動調査を行うこととした。この調査では、これまで環境影響指標生物として用いられてきたボラ・マハゼ・ドジョウに加え、生態系のキースpeciesとなるトビハゼとハタ類を用いて、温度と化学物質の影響評価を実施した。真の環境評価を行うためには、フィールド調査により調査対象生物の生態学的変動を解明するとともに、その理由を理解する必要がある。そこで、生態学的調査に生理学的マーカー（生殖現象を統御する生殖腺刺激ホルモンおよび卵形成の指標タンパク質である卵黄タンパク質前駆物質：ピテロジェニンの遺伝子）を導入し、生理生態学的視点に立った研究を推進した。

3. 研究の方法

1) フィールド：調査本研究では、ボラ・トビハゼ・マハゼ調査対象生物として、日本・韓国・中国・台湾の沿岸域において、同一の手法による国際調査を実施した。調査は、1) 生殖周期、2) 成熟状態、3) 生殖現象における異常の有無に焦点を当て実施した。

ボラは日本（長崎・大牟田・福岡）と韓国（済州島・釜山）・中国（上海近郊）において、トビハゼは、日本（佐賀県鹿島、岡山県玉野、広島県福山）、台湾（台中）において、マハゼは長崎他九州各地において採集を行なった。また、淡水域の影響を見るために、日本（長崎）と中国（上海近郊）において採集を行なった。アカハタは沖縄県石垣島、長崎県五島において採集した。

中国における魚類の採集は、上海海洋大学の Zhong, Junsheng 教授、韓国における採集は、済州大学の Lee, Young-Don 教授、台湾における採集は、国立台湾海洋大学の Chang, Ching-Fong 教授の協力を得て、実施した。

採集した生物より、血液、生殖腺、肝臓を摘出し、血液は、血中性ステロイドとピテロジェニンの測定に、肝臓はピテロジェニン遺

伝子の測定に、生殖腺は組織学的観察に供した。ステロイドの測定は酵素免疫測定法を用いて、また、ビテロジェニン遺伝子の発現はリアルタイム PCR 法を用いて行なった。(方法の詳細は Aoki et al., *Sci. Total Environ.*, 408, 660-665, 2010 参照)

2) 水温調節飼育実験および化学物質暴露試験

上記魚種を対象に、人為的水温調整による飼育実験を実施し、水温上昇に伴う生殖腺発達・繁殖能力の変化を調べるとともに、生理学的手法により繁殖に及ぼす水温影響のメカニズムを検討した。ドジョウを用いた実験では、異なる温度 (10°C~30°C) で長期および短期飼育し、生殖腺発達に及ぼす影響を生殖腺の組織学的観察と血中ホルモン濃度の変動から明らかにすることを試みた。アカハタでは、天然海域での産卵時期と水温変動を調べるとともに、未熟な卵母細胞のみを持つ非産卵期の個体を 20°C~28°C に水温を上昇させた環境下で飼育し、水温上昇に伴い成熟が誘導されるか否かを観察した。また、水温と化学物質の影響を評価するため、小型の魚類であるマングロープフィッシュを用い、水温と化学物質の複合影響試験を実施した。本来はフィールド調査対象生物で行うべきであるが、飼育設備の制限のため本種を用いた。この試験では、10°C~30°C の各水温区で飼育した魚に合成女性ホルモンであるエストラジオール 17β (E2) あるいはエチニルエストラジオール (EE2) を暴露させ、その影響を生殖腺の組織学的観察とビテロジェニンおよび生殖腺刺激ホルモン遺伝子の発現により解析した。(方法の詳細は Park et al., *Aquat. Toxicol.*, 96, 273-279, 2010 参照)

4. 研究成果

1) フィールド調査

ボラ：日本および中国においてボラを採集し、その生殖現象における異常の有無を観察するとともに、過去の調査結果と比較した (図 1)。その結果、長崎および大牟田で 2007 年に実施した調査では、血中ビテロジェニン濃度に異常値が認められたものの、本研究で実施した 2009 年の調査では減少し、異常個体は認められなかった。しかし、福岡 (博多港) では、依然異常値が観察された。この傾向は、2011 年まで同様であった。一方、中国上海近郊では 2007 年に血中ビテロジェニン濃度が異常を示す個体が観察されたが、2009 年の調査では異常個体は観察されなかった。しかし、生殖腺の組織学的観察を行なったところ、ビテロジェニン濃度が正常であっても、精巢中に卵母細胞が出現する精巢卵を持つ個体が確認された。これは大都市部周辺で多く確認された。以上の結果は、ビテロジェニンおよび精巢卵を誘導する原因と考えられる女性

ホルモン作用を持つ化学物質が、未だ大都市部沿岸域に存在し、生物の生殖現象に影響を与えていること示している。

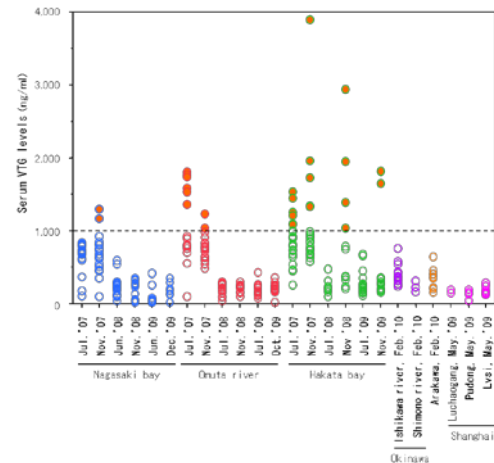


図 1. 日本および中国に置いて捕獲したボラのビテロジェニン濃度 (1000ng/ml 以上は異常値)

トビハゼ：ボラと同様にトビハゼを各地で採集し、肝臓におけるビテロジェニン遺伝子の発現を調べた (図 2)。また、成熟した雌個体の値をポジティブコントロールとして、清浄海水で飼育した個体をネガティブコントロールとして評価を行なった。その結果、2010 年に鹿島 (有明海)、玉野 (岡山)、福山 (広島) で採集したトビハゼからはビテロジェニンの異常発現は認められなかった。その後調査した 2012 年に捕獲した個体でも同様の結果であった。また、台中 (台湾) で捕獲したトビハゼでも、異常発現を示す個体は確認されなかった。トビハゼが生息する泥干潟は、底質中に酸素を持ち込む生物などの影響で、浄化能力が非常に高い海域とされる。しかし一旦化学物質による汚染が進行すると、長期的汚染源となる。過去の研究では、有明海湾奥の一部では高濃度のビテロジェニンを持つ個体が確認されている。泥干潟における化学物質汚染は減少の傾向にあると考えられるが、アジア地区には多数の泥干潟が存在することから、今後も継続長が必要である。

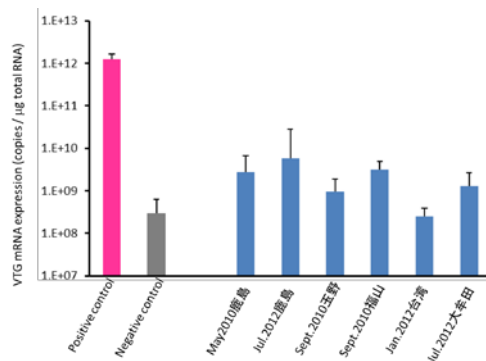


図 2. 日本および台湾で捕獲したトビハゼの

テロジェニン遺伝子の発現

マハゼ：トビハゼ同様に九州各地においてマハゼを採集し、ビテロジェニンを指標とした調査を実施した。その結果、以前トビハゼで異常値を示した大牟田川河口において、高い値を示す個体が確認された。この地域の環境水及び底質の化学分析を実施したところ、ノニルフェノールをはじめとする女性ホルモン様化学物質が九州の他の地域より高いことが分かっており、大牟田は化学物質に由来する女性ホルモン活性が高い地域であると考えられる。マハゼの結果は、このような化学物質の影響であろう。

2) 水温調節飼育実験および化学物質暴露試験

ドジョウ：生殖腺発達及び次世代生産に及ぼす水温の影響を調べるため、その基礎となる生殖周期の確認を行なった (Solomon Kiros et al., *Aquacult. Sci.*, 59, 19-28, 2011; *Ichthyol Res.*, 58, 217-2224, 2011)。その結果、春先より生殖腺が発達し、水温が 26℃を超える夏場に産卵することが分かった。しかし、雌では高水温となる 8 月下旬には成熟が抑制され、雄の配偶子形成は比較的水温の影響を受けにくく、周年に亘り精巢は精子を有していた。このことより、水温影響は雌に強く現れると思われる。

この知見をもとに、未熟なドジョウを 10℃、18℃および 26℃で飼育したところ、高水温ほど成熟が促進される結果となった (図 3)。

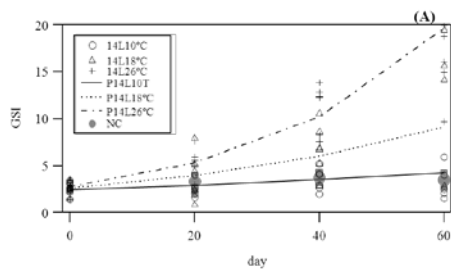


図 3.異なる水温で飼育したドジョウの生殖腺発達。GSI は生殖腺体指数で体重に占める生殖腺重量の割合。

また、さらに高水温である 30℃でドジョウを飼育し生殖腺発達組織学的に観察したところ、この温度では生殖腺が退行することが分かった (図 4)。これは温暖化の影響により水温上昇が起これば、生殖腺の退行が引き起こされ、それによって産卵時期や産卵期間が変動する可能性を強く示している。

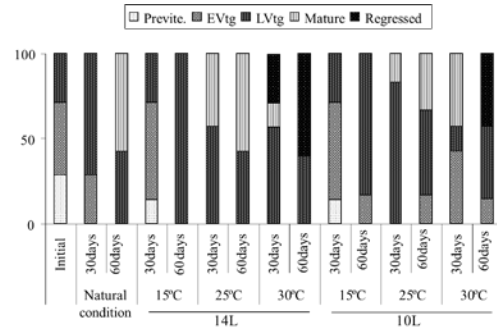


図 4.異なる水温飼育による生殖腺の発達状態。30℃飼育群の黒枠の Regressed は退行を示す。

アカハタ：アカハタは中国・台湾から琉球列島、九州南部に広く生息する魚種であるが、近年九州北部沿岸での捕獲が増えている。そこで、石垣と長崎五島で捕獲したアカハタの生殖腺発達を比較したところ。石垣では 4 月から 5 月の水温が 25℃～27℃となる時期に産卵することが分かった。また、この情報を元に台湾での産卵を調べたところ、全く同様の時期に産卵することが分かった。一方、五島で捕獲したアカハタの産卵期は 7 月であった。韓国済州大学で飼育したアカハタの産卵もやはりこの時期であった。五島および済州島での産卵時期の水温を確認したところ、25℃～27℃であり、本種の成熟産卵が強く水温に依存することが分かった。

そこで産卵期後の本種を 20℃から 28℃に水温を上昇されて飼育したところ、生殖腺の発達が見られた。現在の天然海域におけるアカハタの捕獲状況とこれら実験の結果を総合的に考察すると、温暖化が進行すれば、今後ますますアカハタの生息場所及び産卵場が北上する可能性が高くなると考えられる。

マングローブキリフィッシュ：マングローブキリフィッシュは、中米のマングローブ域に生息する雌雄同体および自家受精魚である。体内には卵巣と精巢を同時に有することから、両生殖腺に及ぼす環境影響を見る上で都合の良い生物である。本種の親魚及び受精卵を 18℃、25℃、30℃の異なる水温で飼育し、その影響を調べたところ、天然において本種の好適水温と考えられる 25℃では正常に発生するものの、18℃と 30℃では、骨形成をはじめとする異常発生が起こることが分かった (図 5)。産卵数も高水温では減少すると共に、親魚のビテロジェニン遺伝子の発現も減少することが分かった。以上の結果は、高水温が親魚の成熟課程に影響を与えると共に、孵化仔魚の胚発生にも多大な影響を及ぼすこと示している。

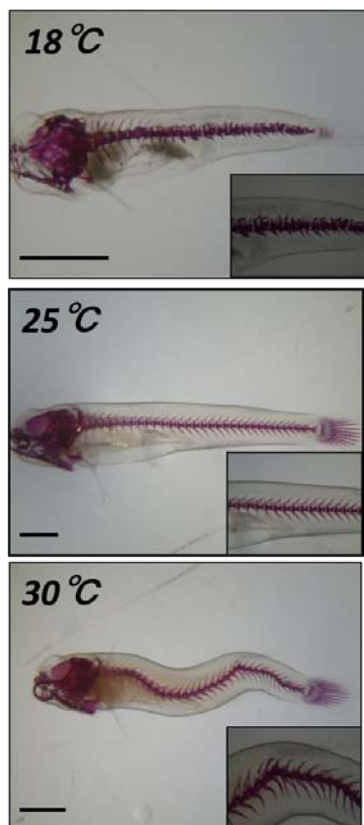


図 5.異なる温度で飼育したマングローブキリフィッシュの仔魚

これまでの知見をもとに、25°Cで飼育した親に女性ホルモンである E2 を添加して飼育したところ、E2 は低濃度では成熟を促進し産卵数を上げるものの、高濃度では産卵数を減少させることが分かった (図 6)。また、30°Cでは、高濃度の E2 とともに飼育すると死亡する個体があられた。これは、正常発生をする水温でも高濃度の化学物質に曝されると異常が引き起こされること、また高温化ではその影響が顕著に現れることを示している。

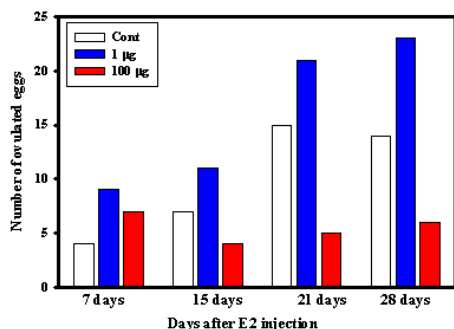


図 6.女性ホルモン存在下で飼育した雌の産卵数

まとめ
本研究の結果、魚類の生殖現象は水温変動の

影響を強くうけ、高温環境下では次世代生産が危ぶまれることが分かった。また、東シナ海沿岸において環境ホルモンによる汚染は未だ続いていること、また、水温上昇の影響と思われる生物の移動が起きている可能性があることが分かった。飼育実験の結果では、高水温化では化学物質の影響が助長されることから、天然でも温暖化による水温上昇は化学物質の影響を促進する可能性が高い。これは、東シナ海の生物の次世代生産を維持し、資源を持続的に利用するためには、温暖化の防止と化学物質の排出規制が必要であることを示している。

本研究では、国際共同研究を通して次世代を担う大学院生の教育も目指している。これからは、共通の認識をもって環境研究に取り組むことのできる人材を東シナ海沿岸国全体で育てる必要がある。そのために本研究では大学院生の交流を目的に含む国際会議を以下の3回実施した。

The 6th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals of the East China Sea. Nagasaki, 24-27 September, 2009

The 7th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals of the East China Sea. Jeju, Korea, Nov. 17-19, 2010

The 8th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals of the East China Sea. Nagasaki, Oct. 28, 2011

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 6 件)

1. Aoki, J., Hatsuyama, A., Hiramatsu, N., Soyano, K. Effects of ethynylestradiol on vitellogenin synthesis and sex differentiation in juvenile grey mullet (*Mugil cephalus*) persist after long-term exposure to a clean environment. *Comp. Physiol. Biochem.*, 154C, 346-352, 2011
2. Solomon Kiro, Aoki, J., Soyano, K. Annual changes in ovarian development and sex steroid levels in cultured female dojo loach *Misgurnus anguillicaudatus*. *Aquacult. Sci.*, 59, 19-28, 2011
3. Wu, M. Q., Hong, L., Luo, W., Hiramatsu, N., Aoki, J., Soyano, K., Itashiki, Y., Zhong, J., Hara, A. Evaluation of environmental estrogenic activity in the Yangtze River estuary: utilization of vitellogenin production in red lip mullet. *Aquacult. Sci.*, 59, 2011
4. Solomon Kiro, Aoki, J., Park, C. B., Soyano, K. Annual changes in testicular development and plasma sex steroids in the captive male

- dojo loach *Misgurnus anguillicaudatus*. *Ichthyol Res.*, 58, 217-2224, 2011
5. Aoki, J., Nagae, M., Takao, Y., Hara, A., Lee, Y.D., Yeo, I.K., Lim, B.S., Park, C.B., Soyano, K. Survey of contamination of estrogenic chemicals in Japanese and Korean coastal waters using the wild grey mullet (*Mugil cephalus*). *Sci. Total Environ.*, 408, 660-665, 2010
 6. Park, C.B., Aoki, J., Lee, J.S., Nagae, M., Lee Y.D., Sakakura, Y., Hagiwara, A. Soyano, K. The Effects of 17 β -estradiol on various reproductive parameters in the hermaphrodite fish, *Kryptolebias marmoratus*. *Aquat. Toxicol.*, 96, 273-279, 2010

[学会発表] (計 25 件)

1. Soyano, K., Nagae, M.: Reproductive disruption in aquatic wildlife exposed to EDCs: past, present, and future. 13th Annual Scientific Workshop UK-Janapn Co-operation for Research on Endocrine Disrupters in the Aquatic Environment. Northumberland, Matfen Hall, UK, Dec.5-6, 2011
2. Suzuki, A., Nagae, M., Soyano, K. The evaluation of estrogenic activity in the tidal flat using VTG gene expression of the mudskipper. The 8th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals of the East China Sea. Nagasaki, Oct. 28, 2011
3. Katayama, S., Izumida, D., Lee, Y.D., Soyano, K.: Seasonal changes in oocyte development of the blacktip grouper, *Epinephelus fasciatus*. The 8th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals of the East China Sea. Nagasaki, Oct. 28, 2011
4. 鈴木絢子・長江真樹・征矢野清. トビハゼを用いた干潟における環境ホルモン汚染の影響評価. 第 14 回環境ホルモン学会研究発表会. 東京, 2011 年 12 月
5. 山中潤二, 郭雪松, Yu Tao, 山城詩織, 久保隆, 長江真樹, 西山雅也, 岡田二郎, 河本和明, 高辻俊宏, 武政剛弘, Yeo In-Kyu, Lee Ki-Ho, Lee Young-Don, 高尾雄二. 環東シナ海地域における大気中多環芳香族炭化水素類の動態と年間変動. 第 20 回環境化学討論会, 熊本, 2011 年 7 月
6. Soyano, K.: International survey of the environmental pollution by endocrine disrupting chemicals in the East China Sea. 日本水産学会シンポジウム, 長崎, 2011 年 10 月
7. Soyano, K. Combined effects of endocrine disrupting chemicals and global warming in aquatic environment on fish reproduction. 12th Annual Scientific Workshop UK-Janapn Co-operation for Research on Endocrine Disrupters in the Aquatic Environment. Northumberland, Matfen Hall, UK, Nov. 2-4, 2010 (招待講演)
8. Itashiki, Y., Aoki, J., Park, C.B., Wu, M., Zhong, J., Soyano, K.: Environmental contamination by estrogenic chemicals in Japanese and Chinese coastal waters. The 7th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals of the East China Sea. Jeju, Korea, Nov. 17-19, 2010
9. Ura, T., Park, C.B., Soyano, K.: Effect of temperature on growth and gonadal development in the mangrove killifish. The 7th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals of the East China Sea. Jeju, Korea, Nov. 17-19, 2010
10. Seto, S., Koyanagi, Y., Hata, T., Araki, I., Nasu, K., Takao, Y., Nagae, M.: Analysis of estrogenic activity of water and sediment samples collected in estuaries around Northern part of Kyushu. The 7th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals of the East China Sea. Jeju, Korea, Nov. 17-19, 2010
11. Solomon Kiros, Aoki, J., Park, C.B., Soyano, K.: Effects of long term exposure to constant temperature-photoperiod regimes on the reproductive activity in female dojo loach, *Misgurnus anguillicaudatus*. 平成 22 年度日本水産学会秋季大会, 京都, 2011 年 9 月
12. 板敷祥昌・Wu Meiqin・Zhong Junsheng・青木純哉・平松尚志・原彰彦・征矢野清: ボラを調査対象生物とした東シナ海沿岸域における環境ホルモン汚染の実態調査. 平成 22 年度日本水産学会秋季大会, 京都, 2011 年 9 月
13. 築山陽介, 征矢野清: ホシガレイの性分化に与える水温の影響. 平成 22 年度日本水産学会春季大会, 藤沢, 2010 年 3 月
14. Aoki, J., Lee, Y.D., Zhong, J., Soyano, K.: Survey of estrogenic contamination in coastal areas of East Asia using *Mugilidae*. The 6th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals of the East China Sea. Nagasaki, 24-27 September, 2009
15. Wu, M., Aoki, J., Hiramatsu, N., Hara, A., Soyano, K., Zhong, J.: Estrogenic activity of coastal aquatic environments in China: evaluation using a model species, the red lip mullet (*Chelon haematocheilus*). The 6th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals of the East China Sea. Nagasaki, 24-27 September, 2009
16. Nagae, M., Hata, T., Takemura, Y., Shiroyama, K., Nasu, K., Takao, Y., Ohkubo, N., Matsubara, T., Soyano, K.: Estrogenic activity

- in coastal areas around Kyusyu by measuring male serum vitellogenin in Japanese common goby. The 6th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals of the East China Sea. Nagasaki, 24-27 September, 2009
17. Itashiki, Y., Aoki, J., Park, C.B., Soyano, K.: Effects of soybean-derived phytoestrogens on vitellogenin gene expression in the grey mullet, *Mugil cephalus*. The 6th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals of the East China Sea. Nagasaki, 24-27 September, 2009
18. Matsuo, S., Ohkubo, N., Matsubara, T., Soyano, K., Katsiadaki, I., Scott, A.P., Nagae, M.: Changes in gene expression of specific biomarker (spiggin) and androgen receptors in kidney of stickleback treated with exogenous androgen. The 6th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals of the East China Sea. Nagasaki, 24-27 September, 2009
19. Sobue, M., Aoki, J., Soyano, K.: Effect of environmental factors on gonadal development of the mudskipper, *Periophthalmus modestus*. The 6th International Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals of the East China Sea. Nagasaki, 24-27 September, 2009
20. Solomon Kiros, Aoki, J., Park, C.B., Soyano, K.: Effects of temperature and photoperiod on ovarian development in female dojo loach, *Misgurnus anguillicaudatus*. 2009年度日本水産学会秋期大会, 盛岡, 2009年9月
21. 祖父江勝, 長江真樹, 青木純哉, 征矢野清: トビハゼの生殖腺発達に与える日長及び温度の影響. 2009年度日本水産学会秋期大会, 盛岡, 2009年9月
22. 長江真樹, 秦拓朗, 武村幸紀, 城山健一郎, 奈須一晃, 高尾雄二, 大久保伸幸, 松原孝博, 征矢野清: マハゼビテロゲンinを指標とした九州北西部河口域における環境エストロゲン汚染評価. 第12回環境ホルモン学会, 東京, 2009年12月
23. 青木純哉, 板敷祥昌, Meiqin Wu, Junsheng Zhong, Young-Don Lee, 征矢野清: ボラ科魚類を用いた東アジア沿岸域における環境ホルモン汚染の実態調査. 第12回環境ホルモン学会, 東京, 2009年12月
24. 朴昶範, 征矢野清, 李榮敦: 自家受精魚マングローブキリフィッシュの生殖関連遺伝子の発現に及ぼすエストロジェンの影響. 第12回環境ホルモン学会, 東京, 2009年12月
25. 板敷祥昌, 青木純哉, Chang-Beom Park, 征矢野清: ボラのビテロジェン遺伝子発現に及ぼす植物エストロジェンの影響. 第

12回環境ホルモン学会, 東京, 2009年12月

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

征矢野 清 (SOYANO KIYOSHI)
長崎大学・大学院水産・環境科学総合研究科・教授
研究者番号: 80260735

(2) 研究分担者

長江 真樹 (NAGAE MASAKI)
長崎大学・大学院水産・環境科学総合研究科・准教授
研究者番号: 00315227

(3) 連携研究者

中村 将 (MAKAMURA MASARU)
琉球大学熱帯生物圏研究センター・教授
研究者番号: 10101734

(4) 連携研究者

青木 純哉 (AOKI JYUNYA)
長崎大学・プロジェクト研究員
研究者番号: 20432990