

平成21年5月26日現在

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2006～2008

課題番号：18208019

研究課題名（和文）有明海湾奥部に存続する“大陸沿岸遺存生態系”の起原と特性

研究課題名（英文）Origin and unique characteristics of “Continental relict ecosystem” existed in the bottom of Ariake Bay, Japan

研究代表者

田中 克 (TANAKA MASARU)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・名誉教授

研究者番号：20155170

研究成果の概要：有明海特産稚魚の存続に不可欠な筑後川の低塩分高濁度汽水域に存在する大陸沿岸遺存生態系の実体解明を、主として炭素窒素安定同位体比を用いて試みた。その特異な生態系の起源が現存すると推定された韓国西岸群山に流入する錦江河口域において筑後川と同様の調査を行い、両者を比較した。いずれの河口域においても河川からの淡水流入量や流入パターンが極めて重要な役割を果たしていることが明らかになった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	14,200,000	4,260,000	18,460,000
2007年度	10,700,000	3,210,000	13,910,000
2008年度	8,500,000	2,550,000	11,050,000
年度			
年度			
総計	33,400,000	10,020,000	43,420,000

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：有明海，河口域，特産魚，仔稚魚，大陸沿岸遺存生態系，筑後川，韓国西岸浅海域，錦江

1. 研究開始当初の背景

(1) 二つの意味での宝の海，有明海

九州西部に位置する有明海は、日本最大の干満差をもつわが国では他に例を見ない特異な内湾である。かつては“宝の海”と言われていたが、それは類い希な漁業生産に恵まれると共に、わが国ではそこだけにしか生息

しない多くの特産種や準特産種が棲んでいるからである。しかし、近年開発の波に有明海は翻弄され続け、その漁業生産は30年前の7分の1以下に激減した。そして、特産種や準特産種の存続にも濃い黄色信号が点滅し始めた。

(2) 氷河期の遺産特産種に迫る存続危機

2000年から2001年の冬に生じた養殖海苔の史上空前の大不作が大きな社会問題となり、諫早湾締めきりとの関係が争点となっている。この間にも有明海は“瀕死の海”へと急速に転落している。有明海異変が表面化して以来、多くの研究費が投じられ有明海の基礎知見は豊かになった。しかし、宝の海有明海のもう一つのかげがえのない財産である特産種については殆ど注目されず、彼らにはそのままでは近い将来絶滅の日を迎える危機が迫りつつあった。

(3) 大陸沿岸遺存生態系説の起源を求めて

研究代表者らは、1980年以來毎年少なくとも3月の大潮時には有明海に流れ込む最大の河川、筑後川河口域に7定点（近年では10定点）を設けて、稚魚網による定期調査を継続し、特産魚の仔稚魚期の生理生態を研究してきた。その結果、有明海特産魚は筑後川河口域を主要な成育場とし、そこには特異な氷河期の遺産と言える「大陸沿岸遺存生態系」が存在するとの考えに至った。この生態系の特徴をより詳しく解明することが特産種の存続にとって不可欠であり、その起源を求めて韓国西岸においてその原型を調べる必要性に辿り着いた。

2. 研究の目的

(1) 有明海筑後川河口域における大陸沿岸遺存生態系の実体解明

有明海湾奥部に注ぐ筑後川河口域において、特産稚魚を育む餌生物の生態、その基盤となる浮泥（懸濁有機物：デトリタス）の動態を明らかにする。

(2) 韓国西岸群山に流れ込む錦江河口域生態系の骨格の解明

韓国西岸のほぼ中央部に位置する群山に注ぐ、筑後川とほぼ同規模の河川、錦江河口域において筑後川河口域と同じ調査を行い、

有明海において見出されたのと同様な河口域生態系が存在するかを検証する。

(3) 大陸沿岸遺存生態系の起源の検討

錦江河口域をはじめとする韓国西岸浅海干潟域において採集された有明海特産種と同種あるいは極めて近縁な種について、分子遺伝学的分析を行い、有明海に存在する大陸沿岸遺存生態系が大陸沿岸に起源をもつことの検証を試みる。

3. 研究の方法

(1) 筑後川ならびに錦江河口域に設けた定点において、四季別の調査（仔稚魚と動物性プランクトンの採集、水温・塩分・濁度・有機懸濁物・クロロフィル a・フェオフィチンの測定）を行い、両者を比較した。

(2) 両者の比較の主要な手法として、炭素窒素安定同位体比分析を用いた。

(3) 両調査海域において採取されたエツヤスズキについて、ミトコンドリアDNAや核DNAを分析し、相同性や異質性を調べるとともに、韓国西岸において採集されたスズキについては交雑個体の存在を調べた。

4. 研究成果

(1) 筑後川高濁度汽水域における粒状有機物の動態

高頻度観測の結果、高濁度域の粒状有機物の動態は、主に潮差と河川流量の変動に支配されることが解明された。春季（流量変動小）の小潮期には植物プランクトンが増殖するのに対し、大潮期には濁度が上昇し、大量のデトリタスを含む高濁度域が形成された。大規模な出水の生じる夏季には、出水後徐々に高濁度域が発達しながら上流に移動した。C/N比と有機炭素の安定同位体比より、春季にはデトリタスの起源は植物プランクトンと陸上植物に由来するが、夏季にはほぼ植物

プランクトンに由来すると考えられた。

(2) 河口汽水域におけるスズキ当歳魚の回遊

炭素と窒素の安定同位体比では、前者がよく餌の値を反映することが明らかとなった。スズキ当歳魚は成長とともにカイアシ類シノカラヌス・シネンシス、アミ類ツノナガハマアミ、エビ類アキアミへと食性を転換し、前2者は低塩分汽水域に生息し、一方最後の種は中塩分汽水域に生息する。成長に伴う筋肉と肝臓の炭素安定同位体比は主食とする餌生物の塩分環境をよく反映し、春季に中塩分汽水域に出現したスズキ稚魚は、成長と共に次第に低塩分汽水域に移動するが、夏季には再び中塩分汽水域に戻ることを実証された(図1)。

(3) 筑後川河口域におけるツノナガハマアミの個体群動態

有明海特産アミ類であるツノナガハマアミの分布、季節的消長、生活史などを、河口沖10kmから上流23km(筑後大堰直下)までの間に設定した10定点において得た20ヶ月にわたる試料を分析し、検討した。その結果、本種は塩分0近くから10前後までの低塩分汽水域に周年分布し、盛夏を除く春から秋まで(水温10~25℃)高密度に、冬季には低密度になる季節変化を示すこと、成熟個体は淡水に近い低塩分汽水域において幼生を放出し、幼生は降下しながら成長して成熟が始まると共に上流に遡上する生活史パターン等が明らかになった。

(4) 筑後川におけるエツの初期生残と河川流量の関係

エツの産卵期に当たる5~8月に淡水感潮域を中心に、卵仔魚採集を行った結果、渇水時と顕著な増水時には産卵量は少ないことが判明した。既存の体長と日齢の関係より、初期の仔魚について孵化日を推定し、孵化後

15日間の日平均河川流量との関係の解析により、毎秒100~300トンの平水時に生まれた仔魚の生き残りが良いことが示された。エツ仔魚は高塩分下では生存できないことが飼育実験により確かめられ、産卵のタイミングと適正な河川流量がうまく合い、仔魚が海域に流されないことが、重要な生き残り条件と考えられた。

(5) 筑後川における特産シラウオ科2種の対称的な初期生態

アリアケヒメシラウオとアリアケシラウオは筑後川淡水感潮域において産卵するが、前者は終生淡水感潮域に生息するのに対し、後者は初期には河口域沖まで降下し、その後徐々に河川汽水域に遡上する。仔魚の形態やサイズはほぼ同じであるのに、一方は直ぐに川を下るに対して、他方はそのまま淡水域に止まる。詳しい現場調査の結果、前者は孵化後流れの緩やかな場所に分布するのに対し、後者にはその様な傾向は認められなかった。また、両種の初期仔魚の高塩分耐性に関してもそのことを裏付ける飼育実験結果が得られた。

(6) 韓国錦江河口域の物理・生物的環境

河口沖から大堰(河口から8km)直下までに4定点を設け、筑後川河口域と同じ方法により四季別調査を行った。物理環境はその時の放水状態によって大きく異なり、通常の水時には最上流点(堰の直下)でも塩分は10以上とかなり高く、濁度も低い値(100NTU以下)であった。一方、6月の放水時には河口域は淡水化すると共に濁度は1000NTUを超えた。周年にわたって仔魚量は筑後川河口域より著しく少なく、有明海特産魚に相応する仔稚魚はほとんど採集されなかった。これらの事実は、淡水放水量の長期にわたる制限が河口域生態系に深刻な影響を与え、結果として、錦江河口域では大陸沿岸遺存生態系(図2)

の起源と考えられるような原型の存在を確認するには至らなかった。

(7) 有明海特産種と韓国西岸該当種との遺伝的差異

韓国西岸北部、韓国西岸中部および有明海のエツについてミトコンドリア DNA 調節領域前半を用いた遺伝分析を行った。その結果、両地域の個体群では遺伝的多様度や遺伝子型頻度が大きく異なり、有明海の個体群は大陸沿岸からは独立していることが示された。両群の分化の程度は大きく、有明海個体群の創出は最終氷期以前に遡ることが推定され、ムツゴロウ等で示されている結果も併せると、有明海の遺存生態系が確立されるに至る経過と地史的背景について再検討する必要があると考えられた。スズキについては、韓国で採集されたサンプルからは交雑に由来する個体は見つからず、交雑現象には海域の閉鎖性など、有明海固有の環境が強く関わっている可能性が考えられた。

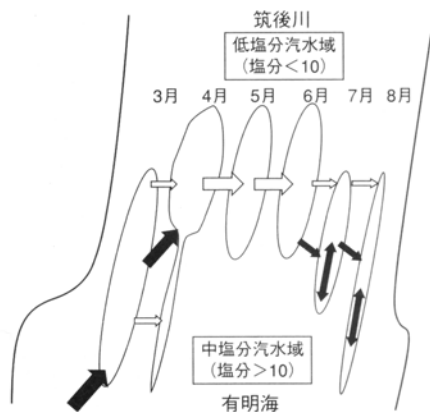


図 1：筑後川河口域におけるスズキ当歳魚の回遊の模式図

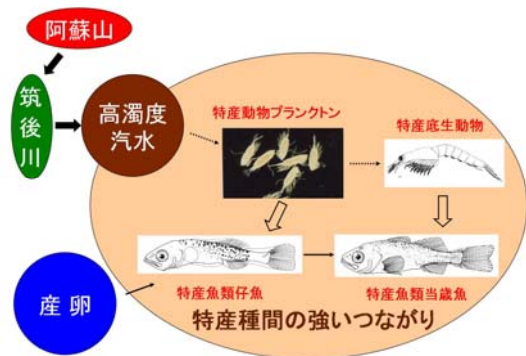


図 2：有明海筑後川河口域に存在が確認された“大陸沿岸遺存生態系説”を表す模式図

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)鈴木啓太・杉本 亮・笠井亮秀・中山耕至・田中 克：夏季の有明海筑後川の高濁度汽水域における粒状有機物の動態－河川流量の変動にともなう変化. 水産海洋研究, 印刷中, 査読有.

2)Suzuki W.K., Nakayama K., Tanaka M.: Horizontal distribution and population dynamics of the dominant mysid *Hyperacanthomysis longirostris* along a temperate macrotidal estuary (Chikugo River estuary, Japan). *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, in press, 査読有.

3)Islam Md.S., Tanaka M.: Diet and prey selection in larval and juvenile Japanese anchovy *Engraulis japonicus* in Ariake Bay, Japan. *Aquatic Ecology*, 43: 549-558, 2009, 査読有.

4)Ueda H., Nagai H.: Three new species of the brackish-water copepod *Halicyclops* (Crustacea, Cyclopoida) from Ariake Bay, Japan. *J. Nat. Hist.*, 43: 287-307, 2009, 査読有.

5)Suzuki W.K., Kasai A., Ohta T., Nakayama K., Tanaka M.: Migration of Japanese temperate bass *Lateolabrax japonicus* juveniles within the Chikugo River estuary revealed by $\delta^{13}\text{C}$ analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 358: 245-256, 2008, 査読有.

6)Suzuki W. K., Kasai A., Isoda T., Nakayama K., Tanaka M.: Distinctive stable isotope ratios in important zooplankton species in relation to

estuarine salinity gradients: Potential tracer of fish migration. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 78: 541-550, 2008, 査読有.

7)Shoji J, Tanaka M.: Growth and mortality of larval and juvenile Japanese seaperch *Lateolabrax japonicus* in relation to seasonal changes in temperature and prey abundance in the Chikugo estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Sci.*, 73: 423-430, 2007, 査読有.

8)Shoji J, Tanaka M.: Density-dependence in post-recruit Japanese seaperch *Lateolabrax japonicus* in the Chikugo River, Japan. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 334: 255-262, 2007, 査読有.

9)Islam Md. S., Hibino M., Tanaka M.: Distribution and diet of the roughskin sculpin, *Trachidermus fasciatus*, larvae and juveniles in the Chikugo River estuary, Ariake Bay, Japan. *Ichthyological Research*, 54: 160-167, 2007, 査読有.

10)Hibino M., Ohta T., Isoda T., Nakayama K., Tanaka M.: Distribution of Japanese temperate bass, *Lateolabrax japonicus*, eggs and pelagic larvae in Ariake Bay. *Ichthyological Research*, 54: 367-373, 2007, 査読有.

〔学会発表〕(計 5件)

1) 鈴木啓太・笠井亮秀・杉本 亮・中山耕至・田中 克: 森と里と海のつながり 3. 夏季の有明海筑後川の高濁度汽水域における粒状有機物の動態—流動変動の影響—, 2009年度日本水産学会春季大会, 東京, 2009年3月28日.

2) 鈴木啓太・中山耕至・田中 克: 森と里と海のつながり 4. 有明海特産ツノナガハマアミ *Hyperacanthomysis longirostris* の水平分布と個体群動態, 2009年度日本水産学会春季大会, 東京, 2009年3月28日.

3) Suzuki W.K., Nakayama K., Tanaka M.: Timing of upstream migration of Japanese temperate bass (*Lateolabrax japonicus*) juveniles assessed at the level of individual specimens using stable carbon isotope ratios. 5th World Fisheries Congress, Yokohama, 23-24 October, 2008.

4) 中山耕至・郭 又哲・鄭 忠勲・鈴木啓太・田中 克: ミトコンドリア DNA 分析による有明海産と韓国産エツの遺伝的比較, 2008年度日本魚類学会年会, 松山, 2008年9月21日.

5) Tanaka M., Islam Md. S., Suzuki K.W., Nakayama K.: Endangered endemic fish fauna sustained by a unique continental

relict ecosystem in the Ariake Bay, Japan. 7th WESTPAC, Kota Kinabalu, Malaysia, 21 May, 2008.

〔図書〕(計 2件)

1) 田中 克・田川正朋・中山耕至 編: 「稚魚学—多様な生理生態を語る」, 生物研究社, 東京, 376頁, 2008.

2) 日本魚類学会自然保護委員会編(田北徹・山口敦子責任編集): 干潟の海に生きる魚たち—有明海の豊かさと危機(田中 克 2つの章(計34頁)を分担執筆), 東海大学出版会, 秦野市, 243頁, 2009.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中 克(TANAKA MASARU)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・名誉教授

研究者番号: 20155170

(2) 研究分担者

山下 洋(YAMASHITA YOH)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・教授

研究者番号: 60346038

笠井 亮秀(KASAI AKIHIDE)

京都大学・農学研究科・准教授

研究者番号: 80263127

中山 耕至(NAKAYAMA KOUJI)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・助教

研究者番号: 50324661

白山 義久(SHIRAYAMA YOSHIHISA)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・教授

研究者番号: 60170055

深見 裕伸(FUKAMI HIRONOBU)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・助教

研究者番号: 50402756

大塚 攻(OHTSUKA SUSUMU)

広島大学・大学院生物圏科学研究科・教授

研究者番号: 00176934

上田 拓史(UEDA HIROSHI)

高知大学・総合研究センター・教授

研究者番号: 00128472

原口 昭(HARAGUCHI AKIRA)

北九州市立大学・国際環境工学研究科・教授

研究者番号: 50271630

(3) 連携研究者

なし