

筑後川におけるエツ卵稚仔魚密度の推移及び調査定点の環境

松本 昌大・金澤 孝弘
 (有明海研究所)

福岡県では1986年よりエツ卵稚仔魚に関する調査を、同定点、同時期、同手法で長年行っており、併せて河川環境の調査も行ってきた。今回、これまでの卵稚仔魚及び水質に関するデータを漁獲量の変化に応じて3つの期間に区分して集計し、その動向や特徴について検討を行った。その結果、卵密度は河口から12.6kmの地点で高く、稚仔魚は河口から16.1kmから4.3kmまで広く分布し、そのピークは年によって異なった。また、表層水温、表層塩分は上流ほど低くなる傾向があった。また、近年、卵密度、稚仔魚密度、漁獲量が減少したのに対し、筑後川の河川流量は増加しており、流量の増減がエツ資源に影響していると推測された。

キーワード：エツ、水温、塩分、卵稚仔魚、河川流量

エツ *Coilia nasu* は有明海と筑後川などの有明海湾奥部に流入する河川の河口域にのみ生息¹⁾ し、5月から8月にかけて河川を遡上し、感潮域の淡水域で産卵する。²⁻⁵⁾ この遡上群が流しさし網の漁獲対象となっている。

福岡県ではエツ流しさし網による漁獲量（以下、漁獲量という。）は、かつては100トン以上あったが、1985年以降減少し、2008年には16トンと最低となった（図1；水産振興課調べ）。また、環境省の汽水・淡水魚類のレッドリストにおいて、絶滅危惧Ⅱ類のカテゴリーに、水産庁の日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料⁶⁾ では危急種のカテゴリーに位置づけられているなど、その資源状況が危惧されている。

このような状況の中、福岡県では、1981年から1985年まで遡上群の生態や卵の人工孵化、漁業の実態等に関して基礎的な調査や研究が行われた。⁷⁻¹¹⁾ さらに、1986年

からは筑後川の下流から河口にかけて定点を設定し、卵稚仔調査を行っている。¹²⁻³⁰⁾ これまでの当県の研究から、遡上や産卵における河川流量の影響³¹⁾ や筑後川における産卵場や産卵時刻³²⁾ 種苗生産を行うにあたっての塩分条件³³⁾ 魚市場におけるエツの取扱状況³⁴⁾ 刺網の目合とエツの漁獲サイズの関係³⁵⁾ 0歳魚の移動³⁶⁾ エツ遡上期において筑後川で貧酸素が観測されたこと³⁷⁾ などが分かっている。

このように、福岡県では長年、調査・研究を行ってきたが、2009年から有明海漁業振興技術開発事業において内水面研究所でエツの種苗生産の改善試験に取り組む^{38, 39)} など、ますますエツに関心が高まっている。1986年から卵稚仔魚調査を行ってきたが、今後調査を継続し、新たに試験研究を行うにあたり、過去のデータを検証し、エツ産卵場の現状の把握、問題点の抽出などを行う必要が

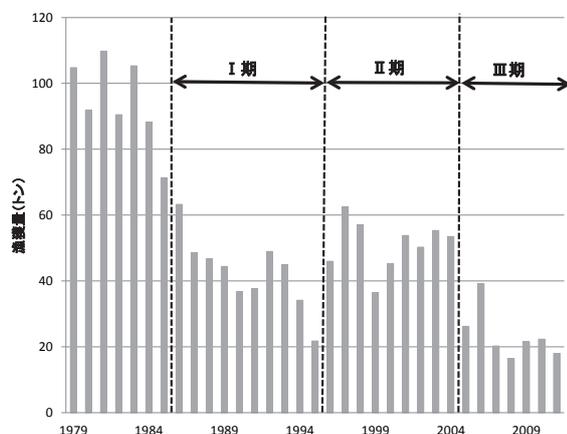


図1 福岡県におけるエツ流しさし網によるエツ漁獲量の推移



図2 卵稚仔魚調査定点

表1 卵稚仔調査の実績

	4月		5月		6月		7月		8月		9月	
	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
1986												
1987												
1988												
1989												
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000												
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												

■ 水質調査+卵稚仔調査

▨ 卵稚仔調査のみ

ある。

今回、これまで行ってきた卵稚仔調査の定点がどのような特徴を持っているか、どのように変化したかを整理した。また、河川流量や漁獲量との関係から、エツの資源に対する影響について、いくつかの可能性と今後の課題を見いだしたので、報告する。

方 法

1. 卵稚仔魚密度及び水質の解析

当研究所では、1986年より卵稚仔魚調査を行っている。筑後川に久留米市下田大橋から河口まで7つの定点が設定されているが、最上流地点における調査は1998年からである。各定点で稚魚ネットを曳航速度85m/minで5分間表層びきを行った。得られた卵及び稚仔魚はホルマリンで固定し、研究室に持ち帰り計数した。これをろ水量から単位体積あたりの卵数及び稚仔魚数（以下、卵密度及び稚仔魚密度という。）を算出した。また、各定点で同時に表層水温及び表層塩分（卵密度、稚仔魚密度、表層水温、表層塩分を総じて、以下、解析項目という。）を観測した。¹²⁻³⁰⁾

調査は、4月から9月までの原則として小潮の満潮時

前2時間以内に行っているが、年によって行った期間や頻度が異なっている（表1）。エツの産卵期は5月から8月とされている²⁾ことから、今回はこの期間だけを抽出し、解析を行った（以下、5月から8月までの期間を解析期間という。）。

(1) 総平均値の解析

1986年から2011年までの解析期間に含まれる、定点ごとに観測された総ての値の平均値を総平均値とした。各定点が相対的にどのような特徴を持っているか把握するため、各解析項目について、河口からの距離との関連性について解析を行った。

(2) 年代平均値の解析

1986年から2011年までを3つの年代に区分けし、解析を行った。3つの年代は、漁獲量の推移（図1）から特徴的な変化を示した期間を定義した。すなわち、漁獲量が減少していった1986年から1995年までをⅠ期（減少期）、やや回復した1996年から2004年までをⅡ期（回復期）、大きく減少したまま安定した2005年から2011年までをⅢ期（低迷期）とした。各定点の解析項目が、どのような変化をしていったかを解析した。

(3) 月別年代平均値の解析

前述の(2)で用いた年代平均値を月別に算出し(以下、月別年代平均値という。), 月ごとにどのような変化をしていったかを解析した。

2. 河川流量及び漁獲量と卵密度及び稚仔魚密度の関係

解析期間に観測された筑後川大堰直下における平均河川流量(筑後川河川事務所調べ。以下、流量という。)及び漁獲量を用いて、卵密度との関連性を検証した。検証にあたって、流量及び漁獲量は年代平均値と月別年代平均値を示した。また、河川流量と各解析項目について、

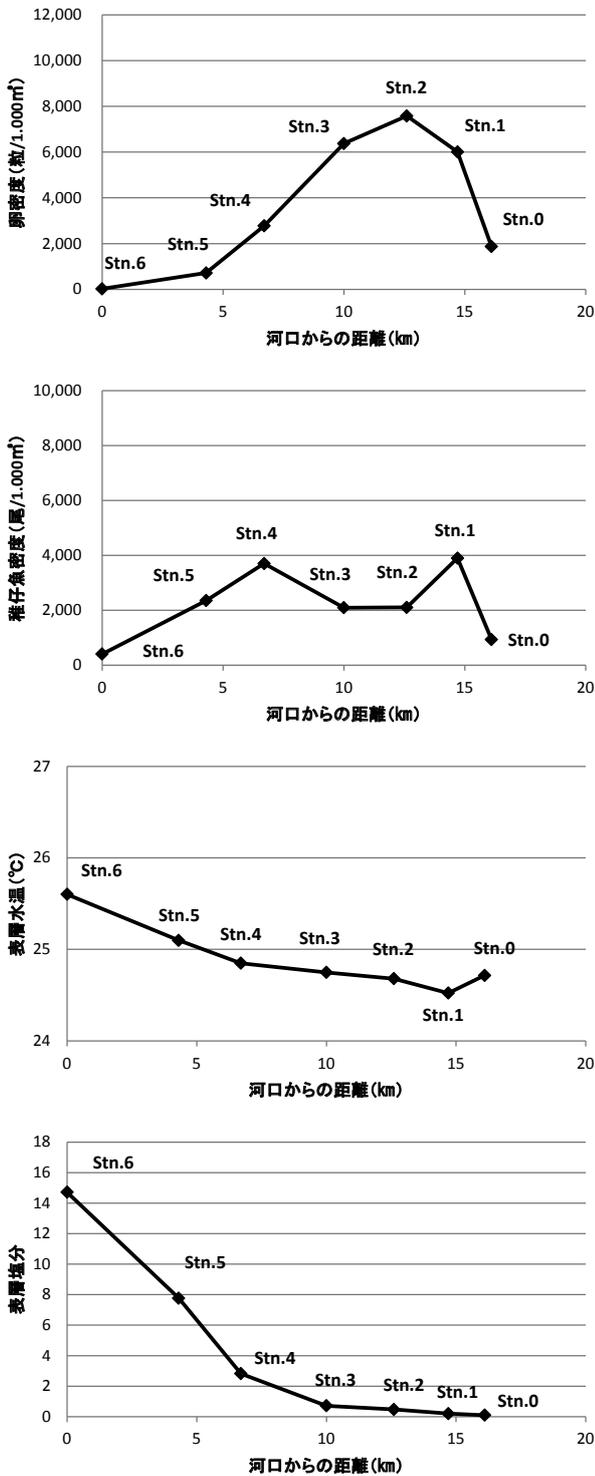


図3 河口からの距離と総平均値の関係

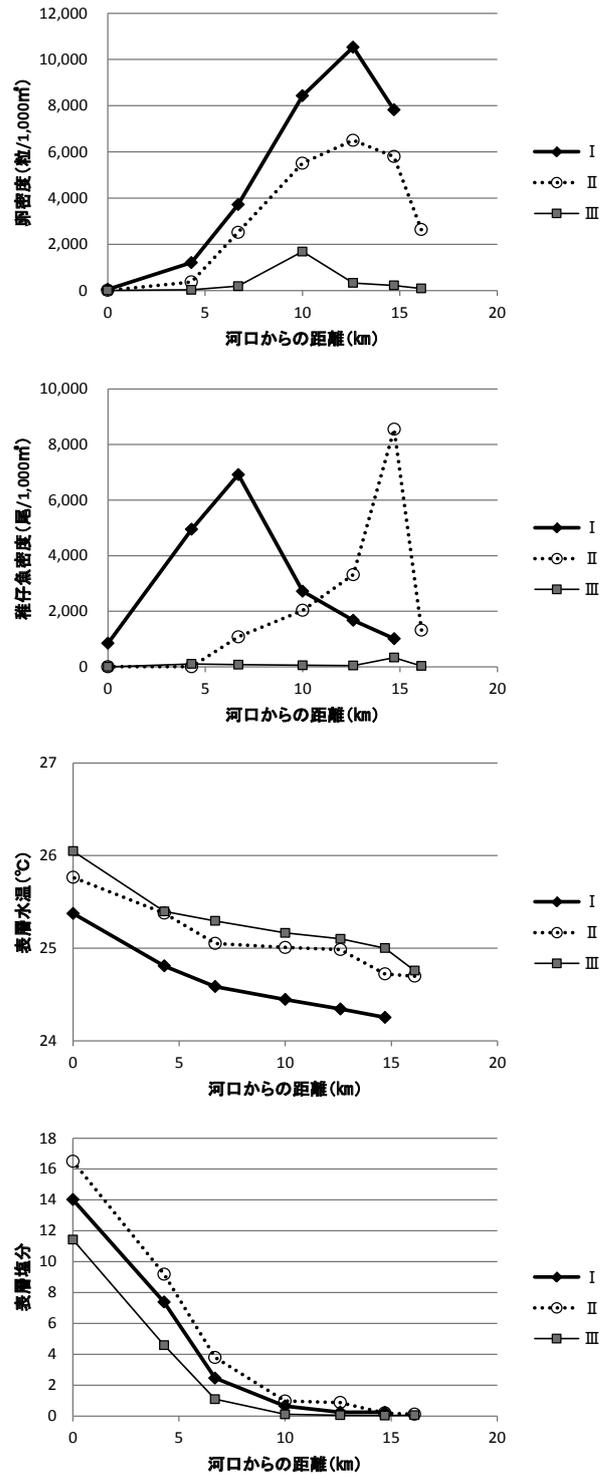


図4 河口からの距離と年代平均値の関係

年ごとの解析期間中の平均値（以下、年平均値という。）を算出し、これらの関係性を検証した。さらに、漁獲量と卵密度の年平均値の関係性を検証した。

結 果

1. 卵稚仔魚密度及び水質の解析

(1) 総平均値の解析

河口からの距離と各解析項目の総平均値の関係を図3

に示した。

卵密度は Stn. 2 を最大値とする一峰型のグラフを示した。Stn. 1, 2, 3 の3点が高く、これらより上流の Stn. 0 と下流の Stn. 4 は1/2以下であった。Stn. 5 は Stn. 4 の約1/4, Stn. 6 はほとんど出現しなかった。

稚仔魚密度は Stn. 1 と Stn. 4 を頂点とした二峰型を示した。Stn. 2, 3, 5 はこれらの1/2程度であった。St. 0 はこれら3点の1/2以下で、Stn. 6 は Stn. 0 のさらに1/2以下であった。

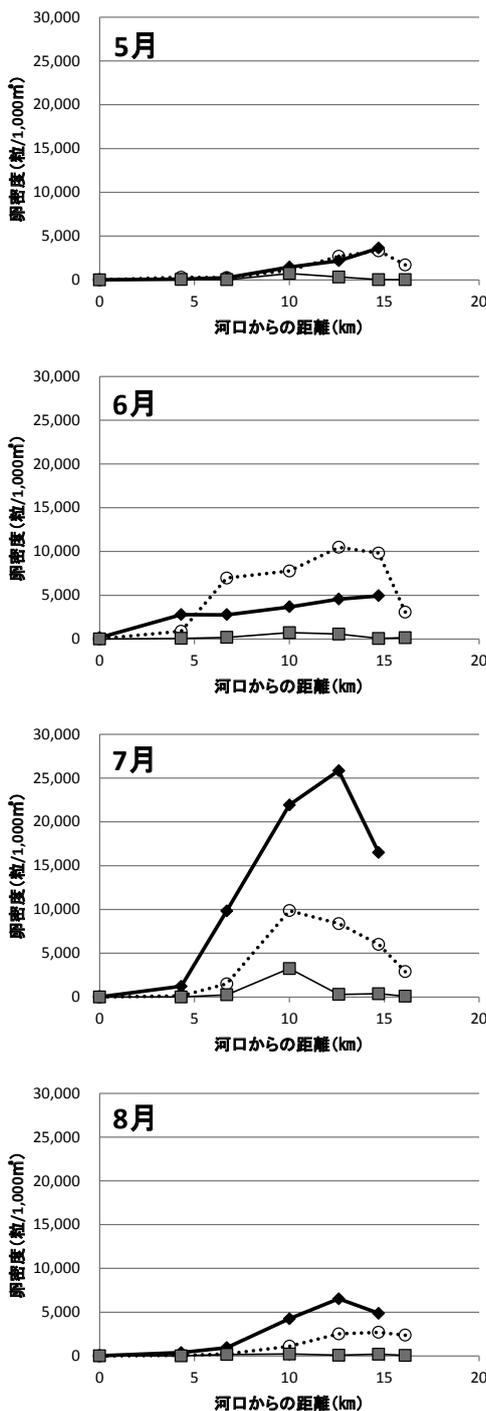


図5 河口からの距離と卵密度の月別年平均値

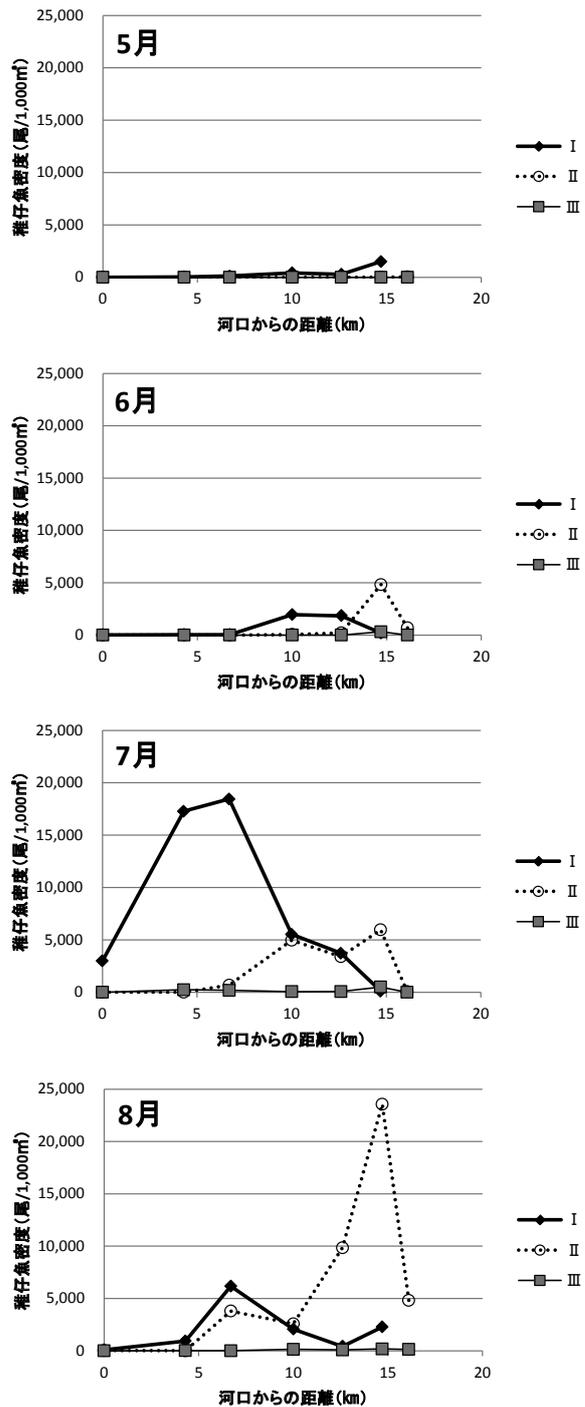


図6 河口からの距離と稚仔魚密度の月別年平均値

表層水温と河口からの距離との間には、負の相関関係があり ($r = -0.91, p < 0.05$), 下流から上流になるに従い、水温が下がる傾向が示された。ただし、最も高い Stn. 6 と最も低い Stn. 1 との差は 1°C 程度であった。

表層塩分は、表層塩分と同様に、河口からの距離との間に、負の相関関係があった ($r = -0.91, p < 0.05$)。Stn. 3 より上流は塩分 1 以下であった。

(2) 年代平均値の解析

河口からの距離と各解析項目の年代平均値の関係を図 4 に示した。

卵密度は、I 期が最も高く、II 期、III 期の順に低く、I 期から III 期にかけての密度の低下はかなり大きかった。また、いずれも一峰型を示したが、その頂点は I、II 期が Stn. 2、III 期は Stn. 3 となった。

稚仔魚密度は、いずれも一峰型を示し、I 期は Stn. 4、II 期及び III 期は、Stn. 1 が頂点となった。I、II 期の密

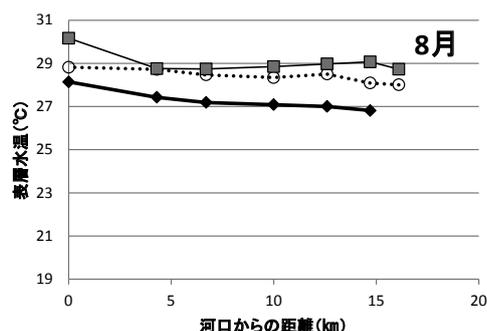
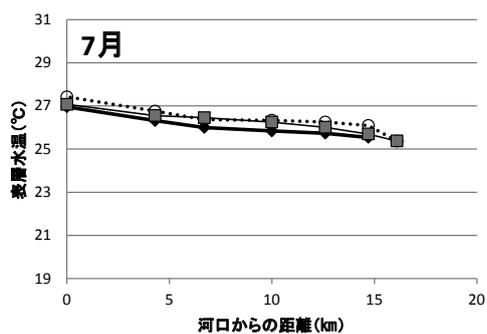
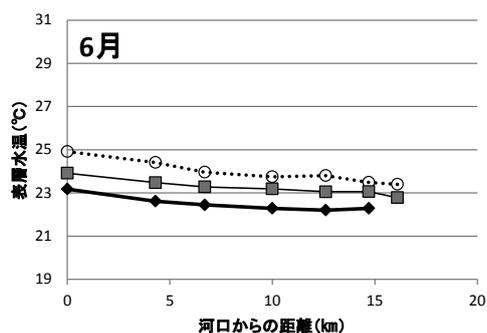
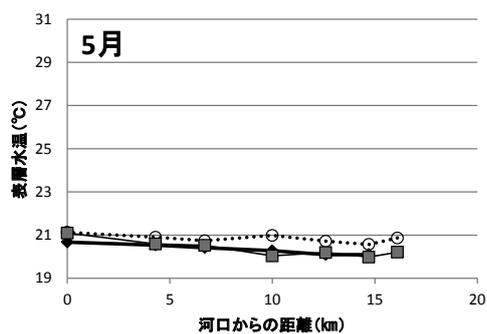


図7 河口からの距離と表層水温の月別年代平均値

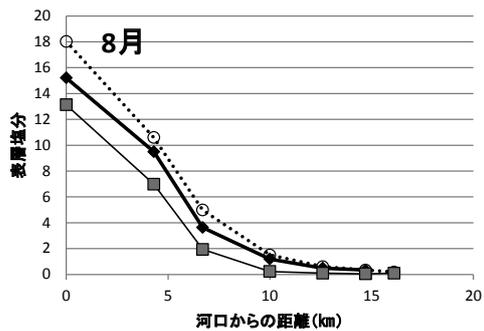
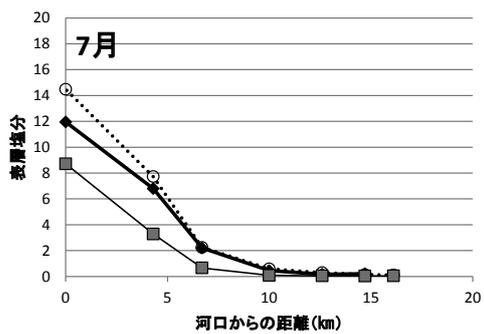
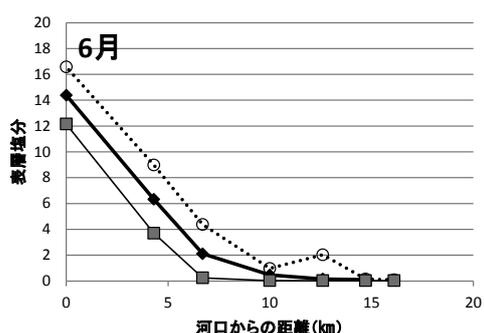
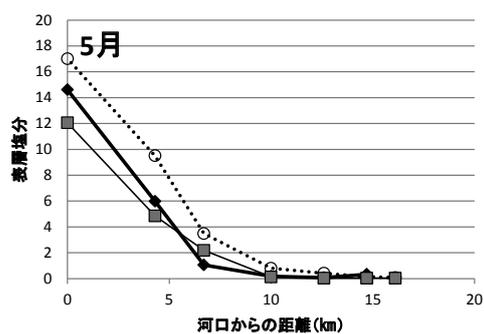


図8 河口からの距離と表層塩分の月別年代平均値

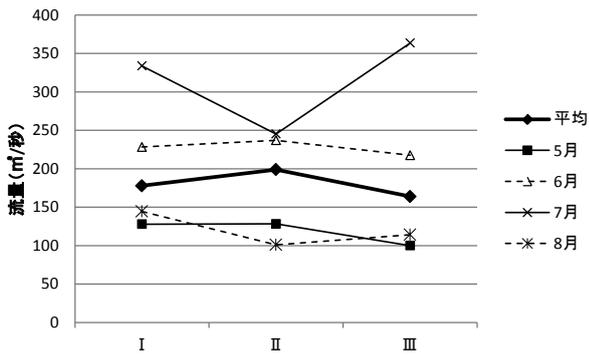


図9 河川流量の推移

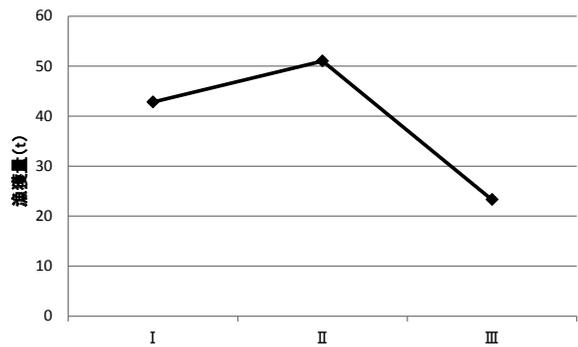


図11 漁獲量の推移

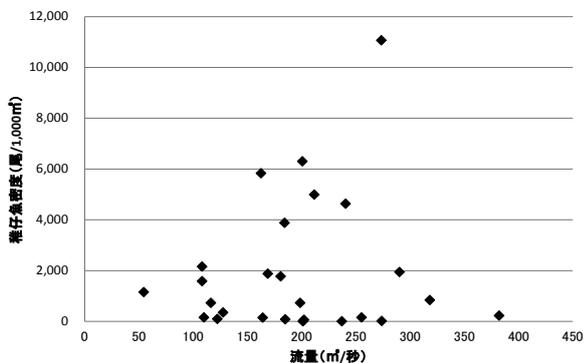
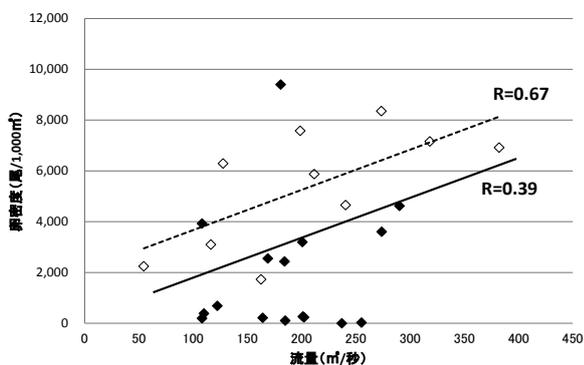


図10 流量と卵密度及び稚仔魚密度との関係 (白抜きはI期)

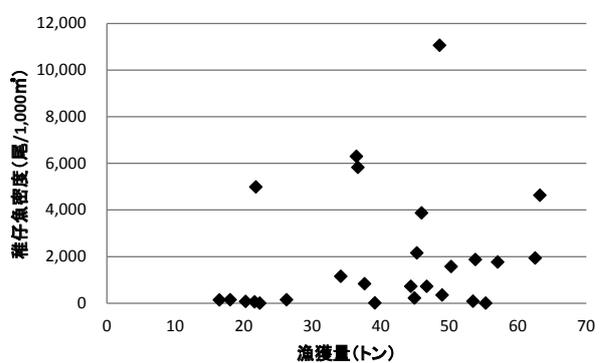
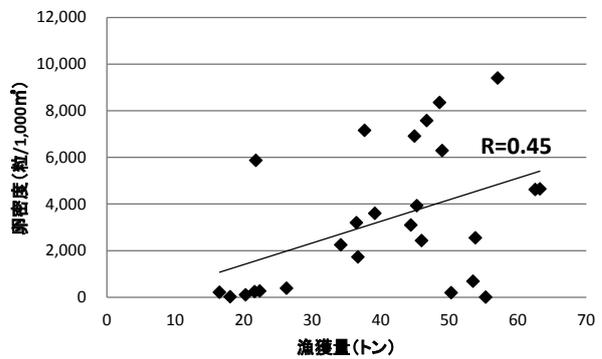


図12 漁獲量と卵密度及び稚仔魚密度との関係

度は大差なかったが、Ⅲ期は極めて密度が低かった。

表層水温は、Ⅰ期からⅢ期にかけて上昇傾向が認められ、特にⅠ期からⅡ期にかけて大きく上昇した。また、河口から上流になるに従い、水温が上昇する傾向はどの年代でも認められた。

表層塩分は、Ⅱ期が最も高く、Ⅰ期、Ⅲ期の順に低かった。また、河口から上流になるに従い、塩分が低くなる傾向はどの年代でも認められた。

(3) 月別年代平均値の解析

卵密度の月別年代平均値の変化を図5に示した。卵密度は、5月はかなり低く、6月から7月にかけて高くな

り、8月に減少した。6月のⅠ期はStn.1、Ⅱ期はStn.2、Ⅲ期はStn.3を頂点とし、Ⅱ期、Ⅰ期、Ⅲ期の順に密度が高かった。7月のⅠ期はStn.2、Ⅱ期及びⅢ期はStn.3を頂点とし、Ⅰ期、Ⅱ期、Ⅲ期の順に密度が高かった。8月のⅠ期はStn.2、Ⅱ期はStn.1、Ⅲ期は密度が低いもののStn.1及びStn.4を頂点とし、7月と同様に、Ⅰ期、Ⅱ期、Ⅲ期の順に密度が高かった。

稚仔魚密度の月別年代平均値の変化を図6に示した。稚仔魚密度は、5月及び6月はかなり低く、7月から8月にかけて高くなった。7月のⅠ期はStn.4、Ⅱ期はStn.1とStn.3が高く、Ⅲ期は全定点で密度が極めて低かった。8月のⅠ期はStn.4、Ⅱ期はStn.1を頂点とし、

Ⅲ期は全定点で密度が極めて低かった。

表層水温の月別年代平均値の変化を図7に示した。5月から8月にかけて、また、上流から下流にかけて水温が高くなる傾向がみられた。5月は年代による差異は認められなかった。6月はⅡ期、Ⅲ期、Ⅰ期の順に高く、Ⅱ期とⅠ期の間は最大で2℃程度の差があった。7月は5月と同様に、年代による差異がほとんど認められなかった。8月はⅢ期、Ⅱ期、Ⅰ期の順に高く、Ⅲ期とⅠ期の間は、最大で2℃程度の差があった。

表層塩分の月別年代平均値の変化を図8に示した。いずれの月もⅡ期、Ⅰ期、Ⅲ期の順に塩分が高かった。Ⅱ期とⅢ期の間の差は、上流よりも下流で大きく、Stn.6では、4以上の差があった。

2. 河川流量及び漁獲量と卵密度及び稚仔魚密度の関係

河川流量の年代平均値及び月別年代平均値の推移を図9に示した。年代平均値はⅠ期からⅡ期に減少し、Ⅲ期に増加した。年代平均値の推移をさらに月別に分解すると、年代平均値の推移と同様の傾向を示したのが、7月と8月であり、特に7月の変動は大きかった。5月と6月は逆にⅡ期が増加し、Ⅲ期が減少した。

河川流量と卵密度との間には弱い正の相関関係があった ($r=0.39$, $p<0.05$)。これをⅠ期に限ると、正の相関関係が強くなった ($r=0.67$, $p<0.05$)。一方、稚仔魚密度との間には相関関係が認められなかった (図10)。

漁獲量の年代平均値の推移を図11に示した。これによると、漁獲量はⅠ期からⅡ期に増加し、Ⅲ期に激減し、Ⅰ期を大きく下回った。

また、漁獲量と卵密度との間には、中程度の正の相関 ($r=0.45$, $p<0.05$) があったが、稚仔魚密度との間には相関が認められなかった (図12)。

考 察

調査点の特徴

筑後川は、河口から23kmの地点にある筑後大堰までが感潮域となっており、⁴⁰⁾ これまで実施した卵稚仔魚調査は、全定点がこの感潮域の範囲内である。今回、検証した結果、全期間を通じて水温と塩分は上流に向かうほど、低くなる傾向がみられた。一般に陸水が海水に比べ、水温、塩分とも低いことから、上流に行くほど海水の影響が少なくなると考えられた。

卵密度は河口から12.6kmの地点 (Stn.2) を中心に高い分布が見られた。

稚仔魚密度は河口から16.1km (Stn.0) から4.3km (Stn.

5) の間に分布し、年により分布のピークは異なった。以上のことを考慮して、エツ卵稚仔魚の発生状況について水温や塩分などの環境条件に主眼をおいた調査を今後とも継続、発展するために、定点の相対的な特徴を以下のとおり整理した。

Stn. 0 : 最も上流に位置するため、海水の影響は少ない。水温は低く、塩分はほとんど検出されない。卵、稚仔魚の密度は中程度である。前者はStn.4と同程度、後者はStn.5とStn.6の中間ほどである。

Stn. 1 : 上流に位置するため、海水の影響は少ない。水温は低く、塩分はStn.0と同様ほとんど検出されない。卵密度、稚仔魚密度とも高い。

Stn. 2 : 上流に位置するため、海水の影響は少ない。水温は低く、塩分はStn.0や1と同様ほとんど検出されない。卵密度は特に高いが、稚仔魚は中程度である。

Stn. 3 : 上流に位置するため、海水の影響は少ない。水温、塩分とも低い。卵密度は高いが、稚仔魚密度は中程度である。

Stn. 4 : 下流に位置するため、海水の影響を受ける。水温は低い。塩分はその検出されるが、下流のStn.6やStn.5よりは低い。卵密度は中程度である。稚仔魚密度は時期により高かった (Ⅰ期は高かった)。

Stn. 5 : 河口に近く、海水の影響を受ける。水温及び塩分はStn.4とStn.6の中間くらいである。卵密度は低く、稚仔魚密度は時期により高い (Ⅰ期は高かった)。

Stn. 6 : 河口であるため、海水の影響を強く受け、水温、塩分とも高い。卵、稚仔魚とも密度が低い。

年代による変化

年代によって各解析項目と漁獲量、流量は異なる傾向を示したが、中でもⅠ期及びⅡ期とⅢ期の違いが顕著であった。Ⅲ期に特に減少したのものとして、卵密度、稚仔魚密度、漁獲量、増加したものとして流量があげられる。

解析期間中の許可隻数は水産振興課の調べによると、ほぼ一定である。Ⅲ期の漁獲量の減少は、漁獲努力量も一定と考えられるため、漁獲量が減少し、CPUEの低下、すなわちエツの資源水準が低下していることが原因と考えられる。漁獲量と卵密度の間には正の相関があることから、漁獲量が減少すると、産卵量が減少することが推定できた。産卵量が減少すると、資源量の低下を引き起こすことは容易に推定できるので、エツ資源は負の連鎖を起こしていると考えられた。

今回の解析の結果、卵密度及び稚仔魚密度はⅠ期では7月と8月に高く、Ⅱ期では6月以降高かったのに対し、Ⅲ期は全ての月で極めて密度が低かったことから7月以

降の産卵がエツの再生産につながっていた可能性が高いと考えられた。

一方、これまでの知見で流量の増加は、親魚の遡上量、卵や稚仔魚の生残への影響が指摘されている。親魚の遡上については筑後川への遡上が困難になる³¹⁾ ことに加え、資源水準の低下もあいまって産卵親魚量が減少し、必然的に産卵量も減少すると考えられる。また、卵や稚仔魚の生残については、卵内の発生は1/4海水の塩分濃度以下が好ましく⁵⁾、卵の孵化は淡水から1/5海水（塩分濃度7相当）の範囲で行われ、受精から孵化仔魚は塩分0～8の低塩分が適しているが、³³⁾ 孵化後15日齢の上屈前期以降では海域に流出しても致命的なダメージを受けない。⁴¹⁾ これらのことから塩分耐性を持たない卵や一定の大きさ以下の稚魚が流量増により海域へ流出¹¹⁾ することで、Ⅲ期は産卵量が少ないことに加え、産み出された卵も生残が困難となる可能性がある。これらの推測は、今回行った長期的な解析結果と矛盾しておらず、Ⅲ期に入ってから特に重要と考えられる7月以降の筑後川におけるエツの再生産機能の低下が懸念された。

今後の課題

本報告では平均値から長期的な傾向について検討した結果、流量の増減がエツ資源に対して影響している可能性が指摘された。しかしながら、Ⅰ期は河川流量が多かったにもかかわらず、卵密度が多かった。Ⅰ期に限ってみれば、河川流量と卵密度の間には比較的強い正の相関があった。これらのことから、ある程度の流量の増加は、エツの産卵に好影響を与えている可能性を示唆している。流量が多くなると、エツ親魚の遡上も多くなるという報告⁴¹⁾ もあることから、エツの遡上、産卵、生残と流量の関係には、再検証が必要である。また、Ⅲ期に入ってから再生産機能の低下も懸念されており、流量の増減に注視しながら、今後も卵稚仔調査を継続し、卵稚仔の減耗動向を明らかにする必要がある他、稚魚のサイズ別分布傾向など、より細かな分析も必要である。一方、近年、集中豪雨が増加傾向にあり、これに起因する一時的な流量の急増が、エツの再生産に及ぼす影響についても検討する必要がある。

文 献

- 1) 田北徹：有明海産エツについて。長大水研報 1967；22：45-56.
- 2) 田北徹：有明海産エツ *Coilia* sp. の産卵及び初期生活史について。長大水研報 1967；23：107-122.
- 3) 石田宏一，塚原博：有明海及び筑後川下流域におけるエツの生態について。九大農学芸誌 1972；26（1-4）：217-221.
- 4) 田北徹，増谷英雄：エツ *Coilia nasus* の産卵域。長大水研報 1979；46：7-10.
- 5) 松井誠一，富重信一，塚原博：エツ *Coilia nasus* Temminck et Schlegel の生態学的研究Ⅱ - 卵発生及び仔魚に及ぼす塩分濃度の影響。九州大学農学部学芸雑誌 1986；40（4）：229-234.
- 6) 水産庁：日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料。1994；160-168.
- 7) 富重信一，今給黎悟：エツの増殖に関する研究 - Ⅰ。福岡県有明水産試験場研究業務報告 1983；昭和56年度：167-170.
- 8) 富重信一：エツの増殖に関する研究 - Ⅱ。福岡県有明水産試験場研究業務報告 1984；昭和57年度：147-150.
- 9) 富重信一：エツの増殖に関する研究 - Ⅲ 幼魚調査。福岡県有明水産試験場研究業務報告 1985；昭和58年度：85-98.
- 10) 富重信一：エツの増殖に関する研究 - Ⅳ 漁業実態調査。福岡県有明水産試験場研究業務報告 1986；昭和59年度：87-92.
- 11) 福岡県有明水産試験場：指定調査研究総合助成事業研究報告書 有明海産エツの生物的特性に関する研究。1986.
- 12) 山下輝昌：エツ初期資源量の年変動調査。福岡県有明水産試験場研究業務報告 1988；昭和61年度：39-45.
- 13) 浜崎稔洋，山下輝昌，小原博義：エツの増殖に関する研究 - 初期資源量の年変動調査 -。福岡県有明水産試験場研究業務報告 1989；昭和62年度：49-53.
- 14) 林宗徳，浜崎稔洋：漁船漁業に関する調査研究 - エツの産卵量に関する調査 -。福岡県有明水産試験場研究業務報告 1991；昭和63年度：29-31.
- 15) 林宗徳，池田伸義：エツの卵稚仔調査と増殖について。福岡県有明水産試験場研究業務報告 1991；平成元年度：61-67.
- 16) 林宗徳，秋本恒基：エツの産卵量推定について。福岡県有明水産試験場研究業務報告 1992；平成2年度：105-107.
- 17) 林宗徳，秋本恒基：漁船漁業に関する調査 - エツ産卵量調査 -。福岡県有明水産試験場研究業務報告 1992；平成3年度：有9.

- 18) 秋本恒基, 林宗徳: 漁船漁業に関する調査-エツ資源生態調査-. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 1993; 平成4年度: 213-215.
- 19) 佐野二郎, 秋本恒基: 漁船漁業に関する調査-エツ資源生態調査-. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 1994; 平成5年度: 225-227.
- 20) 佐野二郎, 上田拓: 漁船漁業に関する調査-エツ資源生態調査-. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 1995; 平成6年度: 201-204.
- 21) 松田正彦, 上田拓, 石田祐幸: 漁船漁業に関する調査-エツ資源生態調査-. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 1996; 平成7年度: 201-204.
- 22) 松田正彦, 石田祐幸, 上田拓, 林宗徳: エツ資源増殖技術開発事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 1998; 平成8年度: 194-195.
- 23) 林宗徳, 石田祐幸, 上田拓: エツ資源増殖技術開発事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 1999; 平成9年度: 258-261.
- 24) 林宗徳: 有明海地域特産種増殖事業(2)エツ資源調査. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2000; 平成10年度: 182-185.
- 25) 林宗徳: 有明海地域特産種増殖事業(2)エツ. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2001; 平成11年度: 192-194.
- 26) 林宗徳, 金澤孝弘: 有明海地域特産種増殖事業(2)エツ増殖手法の開発. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2002; 平成12年度: 155-161.
- 27) 筑紫康博, 金澤孝弘: 有明海地域特産種増殖事業-エツ増殖手法の開発-. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2003; 平成13年度: 183-186.
- 28) 筑紫康博, 金澤孝弘: 有明海地域特産種増殖事業-エツ増殖手法の開発-. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2004; 平成14年度: 177-181.
- 29) 金澤孝弘, 筑紫康博: 漁船漁業に関する研究-エツ-. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2005; 平成15年度: 171-174.
- 30) 松本昌大, 金澤孝弘: 水産資源調査(3)魚介類調査(エツ). 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2012; 平成22年度: 146-150.
- 31) 林宗徳, 秋本恒基: 筑後川の河川流量がエツの遡上, 産卵に及ぼす影響. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 1993; 1: 89-93.
- 32) 林宗徳, 松井誠一, 竹下直彦: 筑後川におけるエツの産卵場と産卵時刻. 水産増殖 1994; 42(1): 15-23.
- 33) 福永剛, 濱崎稔洋: エツの受精, 孵化及び初期飼育と塩分濃度. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 1998; 8: 67-71.
- 34) 林宗徳: 魚市場におけるエツの取扱状況. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2000; 10: 105-109.
- 35) 林宗徳, 金澤孝弘: 刺網の目合とエツの漁獲サイズの関係. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2001; 11: 59-64.
- 36) 林宗徳, 三浦慎一, 松井誠一, 金澤孝弘: 有明海湾奥部におけるエツ0歳魚の移動. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2002; 12: 1-6.
- 37) 筑紫康博, 金澤孝弘: エツ遡上期における筑後川の環境. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2004; 14: 17-20.
- 38) 篠原直哉, 牛嶋敏夫: 有明海漁業振興技術開発事業-エツ-. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2011; 平成21年度: 317.
- 39) 篠原直哉, 牛嶋敏夫: 有明海漁業振興技術開発事業-エツ-. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2012; 平成22年度: 323.
- 40) 佐藤正典, 田北徹: 有明海の生物相と環境, 「有明海の生きものたち-干潟・河口域の生物多様性」(佐藤正典編), 海游舎, 東京. 2000; 10-36.
- 41) 兼松陽太: 柳川の初夏を飾る風物詩-エツの生き残り, 「稚魚学」(田中克, 田川正朋, 中山耕至編), 生物研究社, 東京. 2008; 188-194.

