

魚類は干潟域のタイドプールをどのように利用しているか？

内田和嘉¹⁾, 横尾俊博^{1)*}, 河野 博¹⁾, 加納光樹²⁾

How do fishes utilize tidal pools on the mudflat?

Kazuyoshi UCHIDA, Toshihiro YOKOO, Hiroshi KOHNO AND Kouki KANOU

Abstract : Fishes occurring at small tidal pools ($n = 48, 0.4-14.4 \text{ m}^2$) were examined in the period from April to July 2007 at three sites on the tidal mudflat in the Tama River estuary, central Honshu, Japan. A total of 1,454 individuals represented by eight species belonging to the family gobiidae were collected with the dominant species of *Pseudogobius masago*, *Acanthogobius flavimanus* and *Gymnogobius macrognathos*. Among the three dominant species, *P. masago* was solely represented by juvenile to adult stages, although the juvenile and young specimens were collected in the other two species. These gobies collected at tidal pools were not pelagic but benthic stages. *Pseudogobius masago* and *A. flavimanus* occurred mainly at the upper- and middle-reach sampling sites, although most individuals of *G. macrognathos* were collected at the lower-reach one.

Keywords : Tama River estuary, tidal flat, tide pool, fish fauna, Gobiidae

1. はじめに

東京湾内湾（富津岬と観音崎を結ぶ線以北の海域）には、かつては広大な干潟域が形成されていたが、1960年代から急激に進行した埋め立てによりそのほとんどが失われ、現在では流入河川の河口付近にわずかに残された天然の干潟域と人工的に造成された小さな干潟域のみである（小倉, 1993）。近年、これらの小規模な干潟域にも、水産有用種や絶滅危惧種を含むさまざまな魚種の仔稚魚が出現することが示されており（那須ら, 1996; 加納ら, 2000; 桑原ら, 2003; 山根ら, 2004）、漁業資源の持続的利用や生物多様性保

全などの観点から干潟域の保全・再生を図ることが急務となっている [環境省 (編), 2008]。

干潟域は潮の干満にともなって冠水と干出を繰り返す平坦な砂泥地の干潟（潮間帯）とその前縁に広がる浅瀬（潮下帯）から構成される（加納, 2006）。これまでの干潟域における魚類群集の研究によって、浅瀬には仔稚魚や小型魚類が大量に出現し、この場所が水産有用種を含む内湾性魚類の成育の場として重要な役割を担っていると考えられてきた（那須ら, 1996; 本多ら, 1997; 加納ら, 2000; 日比野ら, 2002）。また、上げ潮とともに冠水した干潟には仔稚魚や小型魚類が来遊するもの（MORRISON *et al.*, 2002; KANOU *et al.*, 2005）、下げ潮とともに干出した干潟は陸上生活に適応したトビハゼ類などの一部の魚種の生息場所に過ぎないと認識されてきた。しかしながら、最近の研究によって、干潮時に干潟上に形成される小さなタイドプールが、いくつかの魚種にとって主要な生息場所の一つであることが指摘されるようになってきた（MEAGER *et al.*, 2005; 加納, 2006）。ただし、干潟のタイドプールを利用する魚類が、浅瀬に生息する魚類とどのように違うのかについては具体的に検討した事例はほとんどない。

本研究では、東京湾内湾に流入する河川のひとつである多摩川の河口干潟域において、干潮時のタイドプールに生息する魚類の種組成や体長組成などを調査する

¹⁾ 東京海洋大学海洋科学部魚類学研究室 〒108-8477 東京都港区港南 4-5-7

Laboratory of Ichthyology, Faculty of Marine Science, Tokyo University of Marine Science and Technology, 4-5-7 Konan, Minato, Tokyo 108-8477, Japan

²⁾ 茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター 〒311-2402 茨城県潮来市大生 1375

Center of Water Environment Studies, Ibaraki University, 1375 Ohu, Itako, Ibaraki 311-2402, Japan

* Corresponding author. Email: tyokoo@kaiyodai.ac.jp; TEL 81-3-5463-0523, FAX 81-3-5463-0523

とともに、その結果を当地で同時期に行なわれた浅瀬の魚類相調査のデータと比較することによって、魚類が干潟のタイドプールをどのように利用しているのかについて検討する。

2. 材料と方法

調査地 本研究では、東京湾内湾に流入する多摩川の左岸側に沿って東西約4kmに広がる河口干潟域を調査地とした。本調査地の干潟には、干潮時に上流側から河口付近まで多数のタイドプールが形成されるが、海域に向かうほど干潟の底質が粗く、塩分が高くなる傾向にある(加納, 2003)。さまざまなタイドプール環境での採集データを得るために、上流側から海側に向かってA~Cの3定点(Fig. 1)を設定した。

採集方法 東京湾の干潟域では年間を通して魚類の全採集個体数の8割以上が春季から初夏に集中して出現することが知られているため(那須ら, 1996; 加納ら, 2000)、本研究での魚類の採集期間は2007年の4月から7月までの4か月とした。採集調査の直前に各定点を踏査し、任意に13~18個のタイドプールを選定した[定点Aに17個(水深1.5~7.0cm, 表面積0.4~5.2 m²), 定点Bに18個(水深0.5~6.0cm, 表面積0.5~14.4 m²), 定点Cに13個(水深1.5~6.5cm, 表面積0.7~2.3 m²)]。定点AとBでは毎月1回、また、定点Cでは5月と6月に1回ずつ、大潮の昼の干潮時にそれぞれのタイドプールで採集を実施した。採集には手網(幅14cm, 高さ12cm, 目合1~2mm)を用い、MEAGER *et al.* (2005)に従ってタイドプール全体を掃きとるようすべての魚類を採集した。採集の終了時に、水温と塩分をハンディ電導度メーター Model EC-300 (YSI/Nanotech Inc.)を用いて測定した。採集物は現場でただちに10%ホルマリンで固定し、研究室に持ち帰った後、魚類のみを選別し、種の同定、個体数の計数、標準体長の計測、発育段階の区分を行った。和名と学名は主にNAKABO (ed.) (2002)に、発育段階の区分は加納ら(2000)に従った。本研究の標本は70%エタノール中に保存し、東京海洋大学海洋科学部水

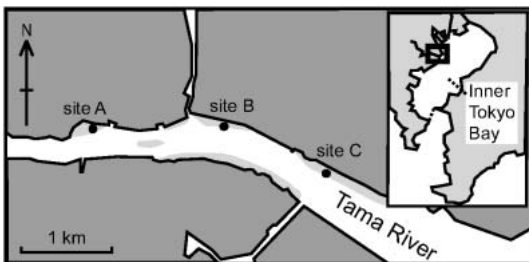


Fig. 1. Map showing the sampling sites (A-C) on the tidal mudflat in the Tama River estuary, central Japan. Shaded area indicate intertidal flats.

産資料館仔稚魚コレクション MTUF-P (L) に以下の番号で登録・保管されている: MTUF-P (L) 16152~16239。

なお、希少性が指摘されているマサゴハゼやエドハゼについては、多摩川河口干潟左岸の3km以上の区間に生息することを確認し、そのごく一部のみで採集を行うことによって個体群への影響が小さくなるように配慮した。また、調査後の2008年6月にも現地での生息状況を観察し、本研究による個体群への影響がほとんど生じていないことを確認した。

解析方法 各タイドプールに出現した魚類の種数と個体数は1m²当たりの密度に換算し、定点間または月間で比較した。また、魚類がタイドプールをどのように利用しているのかを調べるために、定点Bのタイドプールにおける魚類の種組成や体長組成のデータを、同日に定点Bの浅瀬(潮下帯)で山本(2008)により行われた魚類相調査のデータと比較した。なお、山本(2008)の魚類相調査では、小型地曳網(KANOUE *et al.*, 2002)を使用し、昼間の干潮時に水深1m以浅の砂泥底表面を汀線に対して平行に約100m曳網して魚類を採集している。

3. 結果

3.1 水温と塩分

定点AとBのタイドプールの水温は4月には約15°Cであったが、季節を経るに従って徐々に上昇し、7月には34°Cに達した(Fig. 2)。両定点と比べると、定点Cのタイドプールの水温は、5月に若干高くなる傾向がみられた。

タイドプールの塩分は、定点Aで6.2~12.1, 定点Bで10.8~15.7, 定点Cで17.1~19.9の範囲で変動した

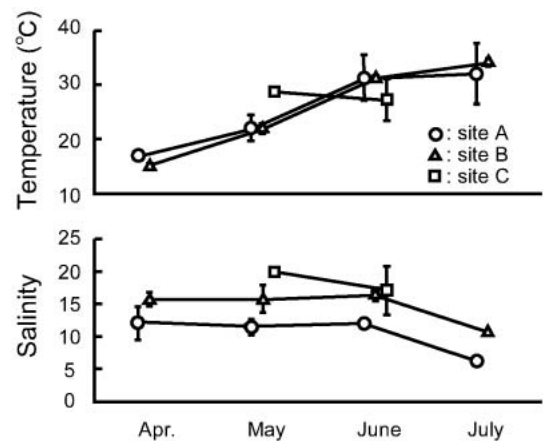


Fig. 2. Water temperature and salinity at the tidal pools on the mudflat in the the Tama River estuary from April to July 2007. Error bars indicate standard deviation.

Table 1. Fishes collected at the tidal pools on the tidal mudflat in the Tama River estuary from April to July 2007

Species	No. of individuals	Size range (SL, mm)	Developmental stages	Sampling sites	Occurrence months
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	546	12.2-46.8	J-Y	A,B,C	4-7
<i>A. lactipes</i>	1	54.7	A	A	5
<i>Gymnogobius breunigii</i>	2	29.2-35.5	Y	C	6
<i>G. macrognathos</i>	238	17.8-28.0	J-Y	A,B,C	5-6
<i>Luciogobius</i> spp.	13	11.6-57.4	J-A	B	4-6
<i>Mugilogobius abei</i>	1	25.8	A	B	7
<i>Pseudogobius masago</i>	648	7.1-24.7	J-A	A,B,C	4-7
<i>Tridentiger obscurus</i>	5	38.8-80.0	Y-A	B	5

Developmental stage: A, adult; J, juvenile; Y, young.

が、いずれの月でも上流側の定点ほど塩分が低い傾向がみられた (Fig. 2)。また、前日までの降雨が激しかった7月には、他の月よりも定点 A, B で塩分が低かった。

3.2 タイドプールの魚類相

種数と個体数 本研究で採集された魚類は8種以上の1,454個体で、すべてハゼ科魚類であった (Table 1)。各定点の平均種数は5月の定点Bで4.0種/m²、6月の定点Aで4.5種/m²と高く、それ以外では0.4~2.4/m²の範囲で変動した (Fig. 3)。個体数密度は4~6月に高く、7月に低かった。とくに5月と6月には、定点AとBで33~46個体/m²の高密度が確認されたが、同時期の定点Cでは14~22個体/m²と密度がやや低くなる傾向が認められた。

優占種の出現状況 最も優占したのはマサゴハゼ *Pseudogobius masago* で全採集個体数の44.6%を占め、次いでマハゼ *Acanthogobius flavimanus* (37.6%)、エドハゼ *Gymnogobius macrognathos* (16.4%) であった。これら個体数上位3種で全採集個体数の98.6%を

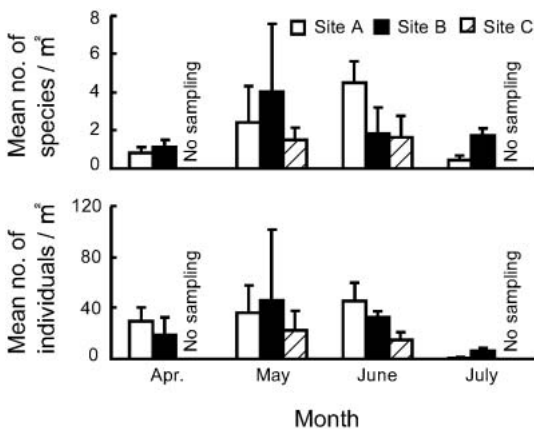


Fig. 3. Mean numbers of species and individuals / m², shown by sampling sites and months, at the tidal pools in the Tama River estuary from April to July 2007. Error bars indicate standard deviation.

占めた (Table 1)。優占種の発育段階は、マサゴハゼでは稚魚から成魚、マハゼとエドハゼでは稚魚から若魚であった。

優占種について定点間で個体数密度を比較すると、マサゴハゼは上流側の定点AとBで、海側の定点Cよりも多い傾向がみられた (Fig. 4)。マハゼは上流側から海側に向かうほど少なくなる傾向がみられた。一方、エドハゼは、上流側の定点AとBよりも海側の定点Cで多くなる傾向が認められた。これら3種の体長には、定点間で明瞭な相違は認められなかった。

3.3 浅瀬の魚類相との比較

本研究のタイドプールで採集された魚類と山本 (2008) によって浅瀬で採集された魚類 (11科29種41,285個体) を比較すると、タイドプールのみで出現する種 (アベハゼ *Mugilogobius abei*, チチブ *Tridenti-*

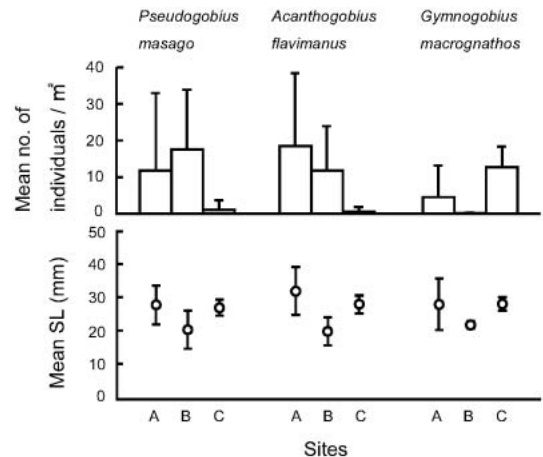


Fig. 4. Number of individuals / m² and mean body size of three dominant species of fishes collected at tidal pools on the tidal flat in the Tama River estuary, shown by three sampling sites from April to July 2007. Note that no tidal pool samplings were done at the site C in April and July. Error bars indicate standard deviation.

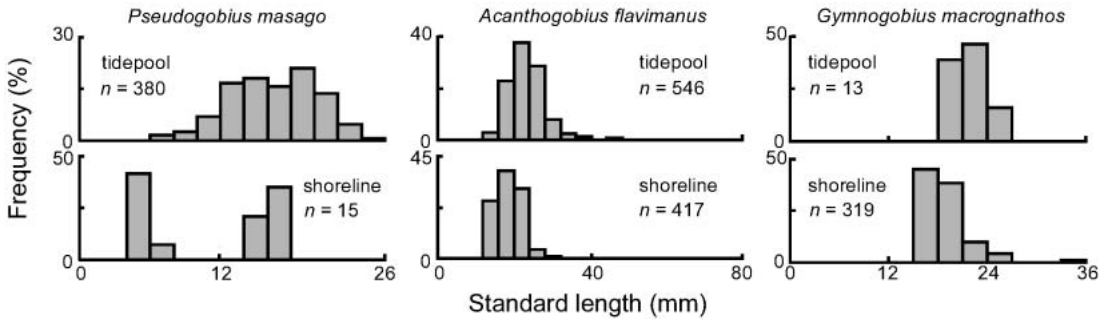


Fig. 5. Size-frequency distribution of *Pseudogobius masago*, *Acanthogobius flavimanus* and *Gymnogobius macrognathos* collected at the tidal pools (present study) and subtidal zones (data from YAMAMOTO, 2008) of site B in the Tama River estuary from April to July 2007. For detailed explanation, see text.

ger obscurus, ミミズハゼ属不明複数種 *Luciogobius* spp. の3種), 浅瀬のみで出現する種 (コノシロ *Konosirus punctatus*, サッパ *Sardinella zunasi*, スズキ *Lateorabrax japonicus*, クロダイ *Acanthopagrus schlegelii*, ボラ *Mugil cephalus cephalus*, マルタ *Tribolodon brandtii*, カタクチイワシ *Engraulis japonicus*, ウキゴリ *Gymnogobius urotaenia*, マゴチ *Platycephalus* sp. など 24 種), タイドプールと浅瀬の両方に出現する種 (マハゼ, アシシロハゼ *Acanthogobius lactipes*, エドハゼ, ビリンゴ *Gymnogobius breunigii*, マサゴハゼの5種) に分けられた。

次に、タイドプールの優占種3種 (マサゴハゼ, エドハゼ, マハゼ) について、タイドプールと浅瀬での出現状況を比較し、2つの環境をどのように利用しているのかについて検討した。タイドプールからマサゴハゼとマハゼは4月から7月にかけて出現し、エドハゼは5月と6月に出現した (Table 1)。一方、浅瀬からはマサゴハゼは4, 6, 7月に、マハゼは4月から7月に、エドハゼは4月と5月に出現していた。マサゴハゼはタイドプールからは稚魚から成魚までの幅広い体長 (7.1~24.7mm) の個体が出現し、体長組成の頻度分布はモードが18~20mmにみられる単峰型を示した (Fig. 5)。浅瀬で採集された個体はわずかであったが、それらの体長組成の頻度分布は、体長4.9~6.5mmの仔稚魚と、体長14.4~17.9mmの若魚から構成される二峰型を示した。マハゼは、タイドプールからは稚魚と若魚が、浅瀬からは仔魚から若魚が得られ、体長組成の頻度分布はそれぞれ体長20~24mmと16~20mmにモードをもつ単峰型を示した (Fig. 5)。エドハゼは、タイドプールでは稚魚と若魚、浅瀬では仔魚から若魚が出現し、体長組成の頻度分布はそれぞれ体長21~24mmと15~18mmにモードをもつ単峰型を示した (Fig. 5)。以上に示したように、優占種3種についてみると、仔魚は浅瀬では採集されるがタイドプールでは採集されないこと、体長組成の頻度分布のモードはタイドプールでやや大きい傾向がみられることが明

らかとなった。

4. 考察

多摩川河口干潟の浅瀬で干潮時にふつうにみられるマハゼ, エドハゼ, ビリンゴ, ウキゴリ, コノシロ, スズキ, ボラ, マルタなどの仔稚魚 (山本, 2008) は、上げ潮とともに干潟上にも来遊することが知られている (KANOU *et al.*, 2005)。しかしながら、本研究によって、干潮時の干潟上のタイドプールにはそれらのほとんどの種類は出現せず、ごく一部の底生性のハゼ科魚類だけが生息することが明らかとなった。ハゼ科魚類のなかでは、とくにマサゴハゼ, マハゼ, エドハゼの3種が極端に優占する傾向がみられた。これら3種の体長組成をタイドプールと浅瀬で比較したところ、いずれの種でも着底期稚魚 [マサゴハゼで体長約6~8mm (道津, 1958), マハゼで約14mm (KANOU *et al.*, 2004a), エドハゼで約17mm (KANOU *et al.*, 2004b)] よりも小さな個体はほぼ浅瀬のみで採集され、それよりも大きくなるとタイドプールでも採集されるようになることがわかった。これらのことから、東京湾の干潟上のタイドプールは、主に着底期以降のハゼ類によって底生生活の場として利用されているといえる。オーストラリア東部のモレトン湾の干潟において、本研究と同様の手法によって魚類群集の研究を実施した MEAGER *et al.* (2005) も、タイドプールでは底生性のハゼ科やキス科の稚魚が優占することを示している。

本研究で優占したハゼ類3種は、生活史のどの時期にタイドプールを利用しているのだろうか。まず、マサゴハゼについてみると、着底期以降の稚魚から成魚はタイドプールでふつうに生息していたが、浅瀬ではまれに採集されるのみであった。三重県の揖斐川下流域の干潟のタイドプールでも、周年にわたってマサゴハゼが生息し、稚魚から成魚へと成長する傾向が確認されており (伊藤・向井, 2007)、本種は生活史のほとんどすべてをタイドプールに依存しているものと考えられる。一方、エドハゼとマハゼは、稚魚と若魚が

タイドプールで出現したが、浅瀬でも同様のサイズがふつうに生息していた。エドハゼの生活史は未解明な部分も少なくないが、干潟域のタイドプールから浅瀬で産卵し、孵化した仔魚は干潟近くの浅海域で浮遊生活を送ったのちに干潟域で着底し、タイドプールや浅瀬で成長すると考えられている(加納, 2003; EGUCHI *et al.*, 2007)。また、マハゼは河口付近の水深5~10 mの泥地で産卵し(東京都水産試験場, 1985)、孵化した仔魚は湾奥の底層で浮遊生活を送ったのちに干潟域で着底し、成長とともに徐々に深い場所へと移動する(加納, 2003)。これらのことから、エドハゼとマハゼは生活史の一時期にタイドプールを利用するが、タイドプールだけに生活史を依存しているわけではないと考えられる。MEAGER *et al.* (2005)も、干潟のタイドプールを利用する魚類には、1) タイドプール上で生活史のほぼすべてを完結する種(ヒメハゼ属の一種 *Favonigobius lateralis* や *F. exquisites* など)と2) 稚魚のみが出現する種(キス属不明複数種 *Sillago* spp. など)が存在することを示している。

本調査地のタイドプールは小規模で水深が1~7 cmと浅く、夏季には水温が34℃に達し、いつ干上がるとも知れない過酷な環境である。このような場所に、なげハゼ類は生息するのであろうか。GIBSON *et al.* (2002)は、カレイ科の *Pleuronectes platessa* が体サイズの小さな時期に捕食リスク軽減のためにタイドプールを利用し、捕食を避け得るサイズに成長した後に深場へ移動することを示唆している。マハゼは最大で全長25cmを超えるが(座間, 1999)、本調査地のタイドプールでは主に2~3 cmほどの稚魚が多く出現した。このサイズのマハゼ稚魚の捕食者となるアシシロハゼの成魚などは、干潮時に浅瀬に多く出現するが、上げ潮時にも浅瀬に留まり干潟には移動しないことが知られている(KANO *et al.*, 2005)。したがって、マハゼ稚魚は干潮時のタイドプールに滞留することで、浅瀬に生息する捕食者を回避できるという利点があるかもしれない。エドハゼについては、着底後からタイドプールや浅瀬に多数存在するアナジャコ類などの甲殻類が掘った巣孔に潜む習性があり(加納, 2003; 加納・横尾, 2006)、捕食者が近づくとこれらの巣孔に逃げ込んで回避する(加納, 未発表)。これらのことから、タイドプールはハゼ類にとって捕食者からの避難所の一つとして機能しているものと推測できるが、その程度について言及するためには、さらなる実験的な研究が必要である。なお、これらの種がタイドプールで生息できるのは、幅広い塩分や水温への耐性(伊藤・向井, 2007)、干潟上の底生小型甲殻類や多毛類を餌とする習性(KANO *et al.*, 2004c)、体背面への隠蔽色の発達(KANO *et al.*, 2004a)などがあってのことであり、そういった生物学的特性を備えていない魚種では干潮時のタイドプールへの滞留は困難であろう。

優占種3種について河口汽水域の上流側と海側で生息密度を比較すると、エドハゼは海側のタイドプールで多いのに対し、マサゴハゼやマハゼは上流側のタイドプールで多い傾向がみられた(加納, 2006; 本研究)。このような種ごとの分布様式の差異には、上流側と海側のタイドプールの環境要因(塩分、底質、甲殻類の巣孔などの隠れ家の有無など)の違いが関わっている可能性があるが、どの要因が分布の決定に最も大きく関わっているかを明らかにするためには複数の環境勾配に沿って多数のタイドプールで調査を行う必要がある。

本研究によって、干潟域のタイドプールが魚類の生息場所として果たす役割は、浅瀬とはかなり異なることが示された。また、マサゴハゼとエドハゼは、近年、内湾や河口汽水域の環境悪化のために生息地が激減し、絶滅のおそれが指摘されている種であるが(環境省, 2007)、干潟域のタイドプールはこの両種の主要な生息場所であることも示された。しかしながら、これまでのわが国の干潟域の保全・再生事業において、干潟域内のタイドプールが魚類の生息場所として機能していることを示した例はわずかに過ぎない(柵瀬ら, 2002)。早急に、各地の自然干潟や人工干潟においてタイドプール環境とそこに生息する生物の現状についてモニタリング調査を開始することが望まれる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、適切な指導とご助言をいただいた東京海洋大学魚類学研究室の茂木正人博士に厚くお礼申し上げます。採集に協力していただいた山本桂子氏をはじめとする同研究室の学生諸氏に感謝の意を表す。

文献

- 道津喜衛(1958): マサゴハゼの生活史. 九州大学農学部学藝雑誌, 16, 359-370.
- EGUCHI K., R. INUI, J. NAKAJIMA, T. NISHIDA, N. ONIKURA and S. OIKAWA (2007): Geographical Distribution of Two Endangered Goby Species, *Gymnogobius uchidai* and *G. macrogathos* (Perciformes, Gobiidae), in the Kyushu Islands, Japan. Biogeography, 9, 41-47.
- GIBSON R. N., L. ROBB, H. WENNHAGE and M. T. BURROWS (2002): Ontogenetic changes in depth distribution of juvenile flatfishes in relation to predation risk and temperature on a shallow-water nursery ground. Mar. Ecol. Prog. Ser., 229, 233-244.
- 日比野 学・太田 太郎・木下 泉・田中 克(2002): 有明海湾奥部の干潟汀線域に出現する仔稚魚. 魚類学雑誌, 49, 109-120.
- 本多 仁・片山知史・伊藤 絹子・千田良雄・大森迪夫・大方昭弘(1997): 河口汽水域における魚類集団の

- 生産構造と機能. 沿岸海洋研究, 35, 57-68.
- 伊藤 亮・向井貴彦 (2007): 三重県揖斐川下流域におけるマサゴハゼの生活史. 南紀生物, 49, 103-107.
- 環境省 (2007): レッドリスト, 汽水・淡水魚類. 環境省ホームページ: http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=9944&hou_id=8648
- 環境省 (編) (2008): 第3次生物多様性国家戦略 人と自然が共生する「いきものにぎわいの国づくり」を目指して. ビオシティ, 東京, 323 pp.
- 加納光樹 (2003): 東京湾の干潟域におけるマハゼ仔稚魚の生態. 東京大学博士学位論文, 226 pp.
- 加納光樹 (2006): 干潟域の魚類. 東京湾魚の自然誌 (河野 博監修・東京海洋大学魚類学研究室編), 平凡社, 東京, pp. 73-81.
- 加納光樹・小池 哲・河野 博 (2000): 東京湾の干潟域の魚類相とその多様性. 魚類学雑誌, 47, 115-129.
- KANO K., H. KOHNO, P. TONGNUNUI and H. KUROKURA (2002): Larvae and juveniles of two engraulid species, *Thryssa setirostris* and *Thryssa hamiltonii*, occurring in the surf zone at Trang, southern Thailand. Ichthyol. Res., 49, 401-405.
- KANO K., H. KOHNO and M. SANO (2004a): Morphological and functional development of characters associated with settlement in the yellow fin goby, *Acanthogobius flavimanus*. Ichthyol. Res., 51, 213-221.
- KANO K., M. SANO and H. KOHNO (2004b): A net design for estimating the vertical distribution of larval and juvenile fishes on a tidal mudflat. Fish. Sci., 70, 713-715.
- KANO K., M. SANO and H. KOHNO (2004c): Food habits of fishes on unvegetated tidal mudflats in Tokyo Bay, central Japan. Fish. Sci., 70, 978-987.
- KANO K., M. SANO and H. KOHNO (2005): Larval and juvenile fishes occurring with flood tides on an intertidal mudflat in the Tama River estuary, central Japan. Ichthyol. Res., 52, 158-164.
- 加納光樹・横尾俊博 (2006): 魚類多様性の世界を垣間見る - マハゼ類. 東京湾魚の自然誌 (河野 博監修・東京海洋大学魚類学研究室編), 平凡社, 東京, pp. 199-206.
- 桑原悠宇・土田奈々・元山 崇・河野 博・加納光樹・島田裕至・三森亮介 (2003): 葛西人工渚西浜 (東京湾湾奥部) の魚類相. La mer, 41, 28-36.
- MEAGER J. J., I. WILLIAMSON and C. R. KING (2005): Factors affecting the distribution, abundance and diversity of fishes of small, soft-substrata tidal pools within Moreton Bay, Australia. Hydrobiologia, 537, 71-80.
- MORRISON M. A., M. P. FRANCIS, B. W. HARTILL and D. M. PARKINSON (2002): Diurnal and tidal variation in the abundance of the fish fauna of temperate tidal mudflat. Estuar. Coast Shelf Sci., 54, 793-807.
- NAKABO T. (ed) (2002): Fishes of Japan with pictorial keys to the species, English edition. Tokai University Press, Tokyo, 1749 pp.
- 那須賢二・甲原道子・洪川浩一・河野 博 (1996): 東京湾湾奥部京浜島の干潟に出現する魚類. 東京水産大学研究報告, 82, 125-133.
- 小倉紀雄 (1993): 東京湾 100 年の環境変遷. 恒星社厚生閣, 東京, 193 pp.
- 柵瀬信夫・金子謙一・佐野郷美・坂本和雄・佐々木春喜 (2002): 江戸川放水路トビハゼ人工干潟の 10 年. 海洋開発論文集, 18, 7-12.
- 東京都水産試験場 (1985): 東京湾奥部におけるマハゼの産卵生態について. 昭和 55-58 年度 東京湾内湾生息環境調査報告書, 東京都水産試験場, 65 pp.
- 山本桂子 (2008): 多摩川河口周辺水域に出現する仔稚魚とその食性. 東京海洋大学修士論文, 75 pp.
- 山根武士・岸田宗範・原口 泉・阿部 礼・大藤三矢子・河野 博・加納光樹 (2004): 東京湾内湾の人工海浜 2 地点 (葛西臨海公園と八景島海の公園) の仔稚魚相. La mer, 42, 35-42.
- 座間 彰 (1998): 万石浦に出現する魚類の生態学的研究. 東京水産大学博士学位論文, 595 pp.

2008年6月20日受付

2008年8月8日受理