

# *La mer*

Back number DVD of La mer is enclosed.



**Tome 46 Numéro 4 Mars 2009**

**La Société franco-japonaise**

**d'océanographie**

**Tokyo, Japon**

# SOCIÉTÉ FRANCO-JAPONAISE D'OCÉANOGRAPHIE

## Comité de Rédaction

(de l'exercice des années de 2008 et 2009)

*Directeur et rédacteur:* J. YOSHIDA

*Comité de lecture:* M. OCHIAI, Y. TANAKA, H. NAGASHIMA, S. MONTANI, T. YANAGI, S. WATANABE

*Rédacteurs étrangers:* H. J. CECCALDI (France), E. D. GOLDBERG (Etats-Unis), L. SEURONT (France),  
T. R. PARSONS (Canada)

*Services de rédaction et d'édition:* Y. TANAKA, Y. KITADE

### Note pour la présentation des manuscrits

La mer, organe de la Société franco-japonaise d'océanographie, publie des articles et notes originaux, des articles de synthèse, des analyses d'ouvrages et des informations intéressant les membres de la société. Les sujets traités doivent avoir un rapport direct avec l'océanographie générale, ainsi qu'avec les sciences halieutiques.

Les manuscrits doivent être présentés avec un double, et dactylographiés, en *double interligne*, et au recto exclusivement, sur du papier blanc de format A4 (21×29.7 cm). Les tableaux et les légendes des figures seront regroupés respectivement sur des feuilles séparées à la fin du manuscrit.

Le manuscrit devra être présenté sous la forme suivante:

1° Il sera écrit en japonais, français ou anglais. Dans le cadre des articles originaux, il comprendra toujours le résumé en anglais ou français de *200 mots* environs. Pour les textes en langues européennes, il faudra joindre en plus le résumé en japonais de *500 letters* environs. Si le manuscrit est envoyé par un non-japonophone, le comité sera responsable de la rédaction de ce résumé.

2° La présentation des articles devra être la même que dans les numéros récents; le nom de l'auteur précédé du prénom *en entier*, en minuscules; les symboles et abréviations standards autorisés par le comité; les citations bibliographiques seront faites selon le mode de publication: article dans une revue, partie d'un livre, livre entier, etc.

3° Les figures ou dessins originaux devront être parfaitement nettes en vue de la réduction nécessaire. La réduction sera faite dans le format 14.5×20.0 cm.

La première épreuve seule sera envoyée à l'auteur pour la correction.

Les membres de la Société peuvent publier 7 pages imprimées sans frais d'impression dans la mesure à leur manuscrit qui ne demande pas de frais d'impression excessifs (pour des photos couleurs, par exemple). Dans les autres cas, y compris la présentation d'un non-membre, tous les frais seront à la charge de l'auteur.

Cinquante tirés-à-part peuvent être fournis par article aux auteurs à titre gratuit. On peut en fournir aussi un plus grand nombre sur demande, par 50 exemplaires.

Les manuscrits devront être adressés directement au directeur de publication de la Société: J. YOSHIDA, Université des Pêches de Tokyo, Konan 4-5-7, Minato-ku, Tokyo, 108 Japon; ou bien au rédacteur étranger le plus proche: H. J. CECCALDI, EPHE, Station marine d'Endoume, rue Batterie-des-Lions, 13007 Marseille, France; E. D. GOLDBERG, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California 92093, Etats-Unis; L. SEURONT, ECRG, Station marine de Wimereux, CNRS UMR 8013 ELICO, Université des Sciences et Technologies de Lille, 28 avenue Foch, F-62930 Wimereux, France. ou T. R. PARSONS, Institute of Ocean Sciences, P.O.Box 6000, 9860W, Saanich Rd., Sidney, B. C., V8L 4B2, Canada.

# Predation pressure for a juvenile fish on an exposed sandy beach : comparison among beach types using tethering experiments

Yukinori NAKANE<sup>1)</sup>, Yusuke SUDA<sup>2)</sup>, Yasuhiro HAYAKAWA<sup>3)</sup>,

Jun OHTOMI<sup>4)</sup> and Mitsuhiko SANO<sup>1)</sup>

**Abstract:** To determine whether or not predation pressure differed among beach types characterized by exposed sandy conditions for juvenile *Sillago japonica*, tethering experiments were conducted at three sites (reflective type, dissipative type, and a runnel of intermediate type) at Fukiagehama Beach, southern Japan, in August 2007. Predation pressure was considered to be lowest at the runnel site, since large piscivorous fishes may be unable to move across offshore, shallow sand ridges into runnels. The species and individual densities of piscivorous fishes were examined at each site plus an offshore site below the runnel by visual census. The mean survival rate of tethered prey per replicate did not differ significantly among the three sites. In addition, no significant differences in species or individual densities of piscivorous fishes were apparent among the three tethering experimental sites, although both densities were significantly lower at the offshore site than the runnel site. These results suggested that predation pressure was similar among the beach types, runnel habitats not providing small juvenile fishes with the level of protection from predators as previously believed.

**Keywords:** *tethering experiment, beach type, juvenile fish, predation refuge*

## 1. Introduction

Sandy beaches have been widely recognized as an important habitat type for juveniles of many fish species (*e.g.* MODDE and ROSS, 1981; LAYMAN, 2000; GIBSON *et al.*, 1993; SUDA *et al.*, 2002; McLACHLAN and BROWN, 2006; INOUE *et al.*, 2008). Although they have long been considered as structurally monotonous environments, recent studies have demonstrated that

sandy beaches are dynamic and complex environments, physically determined by the totality of water and sediment movements (KOMAR, 1998; SHORT, 1999). The resulting complexity, therefore, may enhance the value of sandy beaches as habitats providing food and refuge from predators for juvenile fishes.

Ridge-runnel systems are common topographic features of sandy beaches worldwide (KOMAR, 1998; SHORT, 1999). Ridges are elevated, elongated areas of sand that extend along the beach roughly parallel to the shore. Ebbing tides expose the ridges, and water is trapped behind them in troughs (runnels) (HARVEY, 1998). HARVEY (1998) and LAYMAN (2000) found that small and juvenile fishes were more abundant in runnel areas than in outer areas, suggesting that runnels serve as refuges from predation for small juvenile fishes, since large piscivorous fishes are probably less able to move across the shallow ridges into runnels. Other factors, such as increased

<sup>1)</sup> Department of Global Agricultural Sciences, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan.

<sup>2)</sup> Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University, Nagata-honmachi, Shimonoseki-shi, Yamaguchi 759-6595, Japan.

<sup>3)</sup> Graduate School of Fishery Technology and Management, National Fisheries University, Nagata-honmachi, Shimonoseki-shi, Yamaguchi 759-6595, Japan.

<sup>4)</sup> Department of Aquatic Resource Science, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Shimoarata, Kagoshima-shi, Kagoshima 890-0056, Japan.

food availability, may also contribute to heightened concentrations of juvenile fishes in runnels (HARVEY, 1998).

According to a morphodynamic scheme considering the spatial and temporal variability of coasts, sandy beaches can be classified into three major types: dissipative, reflective, and intermediate (WRIGHT and SHORT, 1984; SHORT, 1999). Dissipative beaches are characterized by wide, low gradient surf zones across which breaking waves gradually dissipate their force. In contrast, reflective beaches have relatively steep slopes and no surf zone, waves breaking abruptly near the shoreline. Intermediate beaches (intermediate between the dissipative and reflective types) exhibit a wide range of morphodynamic characteristics, accordingly being subdivided into several states, including ridge-runnel systems. Because dissipative and reflective beaches lack the ridge-runnel systems, it seemed likely that predation pressure on juvenile fishes in runnels on intermediate beaches may be lower than in the other two beach types. However, no studies have attempted to compare predation pressures among the three beach types.

A number of studies have indicated shortcomings of tethering experiments. Changes in the behavior or escape responses of tethered fish, for example, may result in increased vulnerability to predators (CURRAN and ABLE, 1998). Notwithstanding such artifacts, however, "tethering" has been recognized as useful for evaluating relative predation pressures between habitats (ARONSON and HECK, 1995; PETERSON *et al.*, 2001; BAKER and SHEAVES, 2007; HORINOUCI, 2007). To date, tethering has been used on a wide variety of organisms, including invertebrates (*e.g.* PETERSON and BLACK, 1994; KNEIB and SCHEELE, 2000) and fishes (*e.g.* CURRAN and ABLE, 1998; LAEGDSGAARD and JOHNSON, 2001; MANDERSON *et al.*, 2004; NAKAMURA and SANO, 2004; BAKER and SHEAVES, 2007).

The aim of the present study was to determine whether or not predation pressure on juvenile (bottom dwelling) *Sillago japonica* differed among the three beach types (reflective, dissipative, and intermediate with a ridge-runnel system) on an exposed sandy beach in

southern Japan, using tethering experiments. Species richness and total abundance of piscivorous fishes were also investigated by visual census and compared among the three beach types.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Study site

The study was carried out at Fukiagehama Beach ( $31^{\circ}28'N$ ,  $130^{\circ}18'E$ ), situated on the southern coast of Kyushu Island, Japan, and opening broadly to the northern part of the East China Sea (Fig. 1). The beach was approximately 45 km long, with three distinct coastal segments represented by different beach types. The northernmost segment was dominated by a reflective beach, and the middle and southernmost segments, by an intermediate beach with ridges and runnels, and a

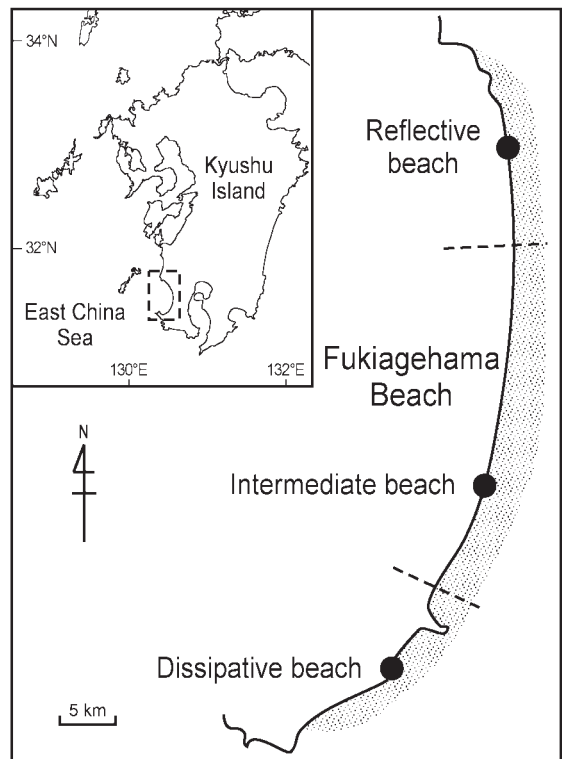


Fig. 1. Map of the study area at Fukiagehama Beach, Kyushu Island, southern Japan, showing experimental sites (●) in three coastal segments representing different beach types (reflective, intermediate with ridge-runnel systems, and dissipative).

Table 1. Beach profiles (dimensionless fall velocity, and intertidal slope and width) and wave height of each segment at Fukiagehama Beach. Definition and measuring methods of the dimensionless fall velocity ( $\Omega$ ) followed WRIGHT and SHORT (1984).  $\Omega$  values  $< 2$  and  $> 5$  indicate reflective and dissipative beach states, respectively, and  $\Omega$  values between 2 and 5 an intermediate beach state (MCLACHLAN and BROWN, 2006). The intertidal slope and width were examined by levelling, and wave height by visual observations. Three replicate measurements were conducted at each segment in August 2007. Values indicate mean  $\pm$  standard error ( $n=3$ ).

Segment	Beach type	$\Omega$	Intertidal slope	Intertidal width (m)	Wave height (m)
Northern	Reflective	$1.3 \pm 0.2$	$1/7.1 \pm 0.1$	$15.5 \pm 0.1$	$0.9 \pm 0.1$
Southern	Dissipative	$9.6 \pm 0.3$	$1/83.8 \pm 1.1$	$272.0 \pm 0.1$	$0.8 \pm 0.1$
Central	Intermediate with ridges and runnels	$4.3 \pm 0.4$	$1/41.7 \pm 2.2$	$140.3 \pm 1.5$	$0.9 \pm 0.1$

dissipative beach, respectively (Fig. 1). Fukiagehama Beach is meso-tidal, with an average range of approximately 2 m. Some beach profiles and the wave heights of each segment are given in Table 1.

## 2.2. Tethering experiments

Tethering experiments were conducted at each of the three beach types in August 2007, when the wave conditions along Fukiagehama Beach were relatively calm. Similar experimentation was not possible in other seasons due to heavy wave action.

Newly-recruited juvenile sillaginids (*Sillago japonica*) were chosen as prey, since they were the most abundant component of the fish assemblage at the study beach during the summer season (NAKANE *et al.*, 2005), swimming actively over the bottom during the daytime, and feeding mainly on calanoid copepods and mysids (INOUE *et al.*, 2005). Juveniles of this species were captured at each experimental site with a 16 m pocket beach seine net and maintained in a tank for less than one hour prior to each experimental trial. Before tethering, the total lengths of the collected juveniles were measured to the nearest 0.1 mm. Similarly-sized juveniles were tethered to minimize the effects of prey size on predation (mean  $\pm$  standard error =  $34.1 \pm 0.1$  mm). A transparent monofilament line was attached to the muscle tissue of the anal fin base with a small fishing hook (5 mm long). The other end of the line was tied to a small lead weight (0.5 kg). Each tether was 1.0 m in length (0.128 mm in diameter), which allowed the fish sufficient mobility to avoid predators.

Five tethering stations (four replicates plus

one control), parallel to the shore and separated from each other by more than 20 m, were established randomly at each site within the reflective and dissipative beaches, and in a runnel on the intermediate beach (Fig. 1). Within each station, four tethered fish were deployed on the sandy substratum at a (low tide) depth of ca. 0.5 m (between 10:00 and 13:00 h). Individual fish of each station were placed at least 15 m apart to ensure the independence of each predation event. Controls were carried out to determine whether or not prey fish could tear loose from hooks due to factors other than predator attacks. All control tethers were surrounded by a 4 mm mesh net to exclude predators. These experiments were performed at one site per day on three consecutive days. In the present study, an offshore tethering experiment below the intermediate beach runnels was not conducted because of relatively high wave action.

Immediately after all tethered juveniles had been observed swimming normally, each experiment trial was run over a 10 min period, the presence or absence of tethered juveniles being recorded at the end of each. The percentage of juveniles present was used as the survival rate for each station at each beach site. A one-way analysis of variance (ANOVA) was used to examine differences in survival rates among the three beach sites. Prior to the analysis, the homogeneity of variances was improved by arcsine transformation for proportional data.

## 2.3. Visual censuses

On completion of the tethering experiments, visual censuses were made at each experimental site (0.5 m deep), in order to estimate local

species and individual densities of piscivorous fishes. In addition, a similar census was conducted at the offshore site (1.5 m deep) below the runnel on the intermediate beach. At each site, five  $50 \times 2$  m belt transects, parallel to the shore and separated from each other by at least 25 m, were established randomly using a scaled rope. The rope was laid 5 min prior to census taking to reduce biases due to disturbance. After the recovery period, each transect was approached slowly by a diver using a snorkel and all fishes within the transect area counted for 10 min. Each census was made at low tide between 11:00 and 14:00 h, and each transect was censused once. Identification of fishes as piscivorous was based on dietary data from a preliminary study conducted at the study beach (unpublished). Species richness and abundance of piscivores at each site are expressed as the mean numbers of species and individuals per transect ( $100 \text{ m}^2$ , five replicates per site), respectively. Fish classification follows NAKABO (2002).

In the present study, it was considered that avian and large invertebrate predators, such as herons (CROWDER *et al.*, 1997; MANDERSON *et al.*, 2004) and crabs (HAYWOOD *et al.*, 2003), respectively, contributed little to measured predation events in the tethering experiment, because such predators were not observed at each study site.

A one-way ANOVA was used to examine differences in species and individual densities of piscivorous fishes among the four sites. Tukey's honestly significant difference (HSD) test was performed when significant differences appeared in ANOVA. Before the analyses, data were log transformed to standardize variances.

### 3. Results

#### 3.1. Tethering experiments

The mean survival rate of tethered prey per replicate did not differ significantly among the three beach sites (one-way ANOVA,  $F_{2,11}=2.08$ ,  $P=0.181$ ) (Fig. 2). At the end of the experimental period, the control trials included all of the tethered fish at each site, none having broken free from their hooks.

#### 3.2. Visual censuses

A total of 39 piscivorous fishes, representing 7 species, were observed at the four beach sites during the study period (Table 2). There were significant differences in the species and individual densities of piscivores among the four sites (one-way ANOVA, species density,  $F_{3,19} = 3.71$ ,  $P=0.034$ ; individual density,  $F_{3,19} = 4.29$ ,  $P = 0.021$ ). Tukey's HSD tests showed that the species number was significantly lower at the offshore site compared with the runnel site on the intermediate beach ( $P=0.034$ ), although no significant differences were found among the three sites on the reflective beach, dissipative beach, and intermediate beach (runnel) ( $P > 0.10$ ). Similarly, no significant differences in individual numbers were apparent among the above three inshore sites ( $P > 0.05$ ), whereas a significantly lower number was obtained at the offshore site compared with the intermediate (runnel) and reflective beach sites ( $P < 0.05$ ) (Table 2).

### 4. Discussion

The most serious problem of tethering experiments lies in the potential artifacts that may vary among treatments (*e.g.* across habitats) (PETERSON and BLACK, 1994; KNEIB and SCHEELE, 2000; HAYWOOD *et al.*, 2003; BAKER and SHEAVES, 2007). If the physical structure of the habitats or composition of the predator assemblages differs considerably among experimental habitats, the effects of tethering on

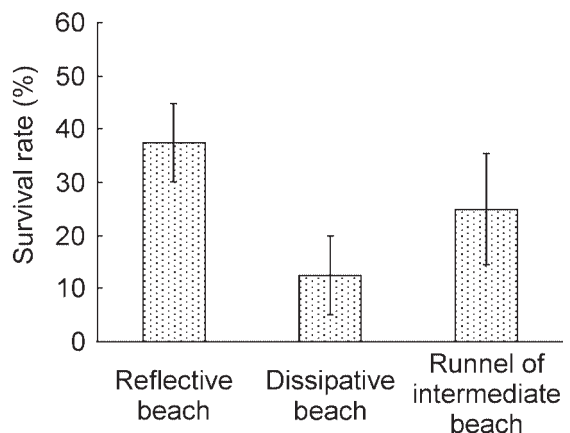


Fig. 2. Mean survival rates ( $\pm$  standard error) of tethered prey per replicate ( $n = 4$ ) at each beach site.

Table 2. Mean number of individuals ( $\pm$  standard error) of each piscivorous fish species per transect (100m<sup>2</sup>, n = 5) observed at each site.

Family	Species	Reflective	Dissipative	Intermediate	
				Runnel	Offshore
Belontiidae	<i>Strongylura anastomella</i>	0	0	0.2 $\pm$ 0.2	0
Platycephalidae	<i>Platycephalus</i> sp.	0.2 $\pm$ 0.2	0.4 $\pm$ 0.2	0.8 $\pm$ 0.4	0
Moronidae	<i>Lateolabrax japonicus</i>	1.6 $\pm$ 0.8	0	1.2 $\pm$ 0.8	0.2 $\pm$ 0.2
Carangidae	<i>Caranx sexfasciatus</i>	0.8 $\pm$ 0.5	0	0	0
Sparidae	<i>Acanthopagrus latus</i>	0	0.2 $\pm$ 0.2	0	0
Terapontidae	<i>Terapon jarbua</i>	0	1.4 $\pm$ 1.0	0	0
Paralichthyidae	<i>Paralichthys olivaceus</i>	0	0.4 $\pm$ 0.4	0.4 $\pm$ 0.4	0
Mean number of species		1.2 $\pm$ 0.4	1.2 $\pm$ 0.4	1.4 $\pm$ 0.2	0.2 $\pm$ 0.2
Mean number of individuals		2.6 $\pm$ 0.7	2.4 $\pm$ 0.9	2.6 $\pm$ 0.5	0.2 $\pm$ 0.2

prey behavior and vulnerability may vary substantially among those habitats, leading to meaningless interpretations. In spite of this, the potential for significant interactions was minimal in the present study. The dominant habitat characteristic in each of the three experimental beach sites was the featureless sandy bottom, and the predator assemblage composition was similar among the sites (Table 2). We consider, therefore, that tethering in this study was a valid approach for quantifying relative predation pressures at the different beach sites.

In the control trials, none of the prey fish broke free from their tethers, demonstrating that consumption by predators most likely accounted for all prey missing from the experimental sites.

The results provided little evidence that the survival rate of juvenile *Sillago japonica* in the runnel on the intermediate beach was significantly lower than those on the reflective and dissipative beaches. Furthermore, no significant differences in the species and individual densities of piscivorous fishes were apparent among the three beach types, suggesting that the similar survival rates among the beach types reflected the similar densities of piscivorous fishes at each (ARONSON, 1989; KNEIB and SCHEELE, 2000; NILSSON, 2001).

Although the tethering experiment was not conducted at the deeper offshore site on the intermediate beach, the species and individual numbers of piscivorous fishes were significantly lower at that site than at the runnel site, evidence contrary to the hypothesis that

runnels serve as refuges from predation for small juvenile fishes due to the low abundance of piscivores and hence reduced predation mortality, compared with adjacent deeper areas (LAYMAN, 2000; HARVEY, 1998). Furthermore, many piscivorous fishes may be able to move over shallow ridges into runnels and remain there during the ebb tide to feed. Some recent studies have similarly suggested that shallow estuarine sandy habitats in tropical Australia do not provide juvenile fishes with the level of protection from predators as previously assumed (ROUNTREE and ABLE, 1997; BAKER and SHEAVES, 2006, 2007), although opposite findings have been reported from studies of temperate shallow sandy beaches in Scotland and North America (LINEHAN *et al.*, 2001; GIBSON *et al.*, 2002; MANDERSON *et al.*, 2004). This indicates that the relative importance of shallow sandy habitats, including runnels, as predator refuges may vary among geographical locations. Further studies are therefore required to determine whether or not runnel habitats in other locations serve as refuges.

In this study, *S. japonica* was used as prey in tethering experiments. However, the escape behavior of tethered fish from predators may vary among fish species, resulting in different predation pressure among fishes. Further tethering experiments using other species are therefore necessary to understand the predation pressure for fishes on sandy beaches.

#### Acknowledgements

We are grateful to students of the Laboratory of Coastal Ecosystem Conservation,

National Fisheries University, for assistance in the fieldwork. Constructive comments on the manuscript from Graham Hardy and anonymous reviewers were much appreciated. This study was founded by the 21st Century COE Program 'Biodiversity and Ecosystem Restoration Research Project' of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan.

### References

- ARONSON, R. B. (1989): Brittlestar beds: low-predation anachronisms in the British Isles. *Ecology*, **70**, 856–865.
- ARONSON, R. B. and HECK, K. L., Jr. (1995): Tethering experiments and hypothesis testing in ecology. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **121**, 307–309.
- BAKER, R. and SHEAVES, M. (2006): Visual surveys reveal high densities of large piscivores in shallow estuarine nurseries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **323**, 75–82.
- BAKER, R. and SHEAVES, M. (2007): Shallow-water refuge paradigm: conflicting evidence from tethering experiments in a tropical estuary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **349**, 13–22.
- CROWDER, L. B., SQUIRES, D. D. and RICE, J. A. (1997): Nonadditive effects of terrestrial and aquatic predators on juvenile estuarine fish. *Ecology*, **78**, 1796–1804.
- CURRAN, M. C. and ABLE, K. W. (1998): The value of tethering fishes (winter flounder and tautog) as a tool for assessing predation rates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **163**, 45–51.
- GIBSON, R. N., ANSELL, A. D. and ROBB, L. (1993): Seasonal and annual variations in abundance and species composition of fish and macrocrustacean communities on a Scottish sandy beach. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **98**, 89–105.
- GIBSON, R. N., ROBB, L., WENNHAGE, H. and BURROWS, M. T. (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.
- HARVEY, C. J. (1998): Use of sand beach habitat by *Fundulus majalis*, a surf-zone fish. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **164**, 307–310.
- HAYWOOD, M. D. E., MANSON, F. J., LONERAGAN, N. R. and TOSCAS, P. J. (2003): Investigation of artifacts from chronographic tethering experiments—interactions between tethers and predators. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **290**, 271–292.
- HORINOCHI, M. (2007): Distribution patterns of benthic juvenile gobies in and around seagrass habitats: effectiveness of seagrass shelter against predators. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **72**, 757–764.
- INOUE, T., SUDA, Y. and SANO, M. (2005): Food habits of fishes in the surf zone of a sandy beach at Sanrimatsubara, Fukuoka Prefecture, Japan. *Ichthyol. Res.*, **52**, 9–14.
- INOUE, T., SUDA, Y. and SANO, M. (2008): Surf zone fishes in an exposed sandy beach at Sanrimatsubara, Japan: does fish assemblage structure differ among microhabitats? *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **77**, 1–11.
- KNEIB, R. T. and SCHEELE, C. E. H. (2000): Does tethering of mobile prey measure relative predation potential? An empirical test using mummichogs and grass shrimp. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **198**, 181–190.
- KOMAR, P. D. (1998): *Beach Processes and Sedimentation*, second ed., Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. 544pp.
- LAEGDSGAARD, P. and JOHNSON, C. (2001): Why do juvenile fish utilize mangrove habitats? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **257**, 229–253.
- LAYMAN, C. A. (2000): Fish assemblage structure of the shallow ocean surf-zone on the eastern shore of Virginia barrier islands. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **51**, 201–213.
- LINEHAN, J. E., GREGORY, R. S. and SCHNEIDER, D. C. (2001): Predation risk of age-0 cod (*Gadus*) relative to depth and substrate in coastal waters. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **263**, 25–44.
- MANDERSON, J. P., PESSUTTI, J., HILBERT, J. G. and JUANES, F. (2004): Shallow water predation risk for a juvenile flatfish (winter flounder; *Pseudopleuronectes americanus*, Walbaum) in a northwest Atlantic estuary. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **304**, 137–157.
- McLACHLAN, A. and BROWN, A. C. (2006): *The Ecology of Sandy Shore*, second ed., Burlington, MA: Academic Press. 340pp.
- MODDE, T. and ROSS, S. T. (1981): Seasonality of fishes occupying a surf zone habitat in the northern Gulf of Mexico. *Fish. Bull.*, **78**, 911–922.
- NAKABO, T., (Ed.) (2002): *Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species*, English ed., Shibuyaku, Tokyo: Tokai University Press. 1800pp.
- NAKAMURA, Y. and SANO, M. (2004): Is there really lower predation risk for juvenile fishes in a seagrass bed compared with an adjacent coral area? *Bull. Mar. Sci.*, **74**, 477–482.
- NAKANE, Y., SUDA, Y., OHTOMI, J., HAYAKAWA, Y. and MURAI, T. (2005): Nearshore ichthyofauna in the intermediate sandy beach, Fukiagehama Beach, Kagoshima Prefecture, Japan. *J. Natl. Fish. Univ.*, **53**, 57–70 (in Japanese with English abstract).
- NILSSON, P. A. (2001): Predator behaviour and prey density: evaluating density-dependent intraspecific interactions on predator functional



- responses. *J. Anim. Ecol.*, **70**, 14–19.
- PETERSON, C. H. and BLACK, R. (1994): An experimentalist's challenge: when artifacts of intervention interact with treatments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **111**, 289–297.
- PETERSON, B. J., THOMPSON, K. R., COWAN, J. H., Jr. and HECK, K. L., Jr. (2001): Comparison of predation pressure in temperate and subtropical seagrass habitats based on chronographic tethering. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **224**, 77–85.
- ROUNTREE, R. A. and ABLE, K. W. (1997): Nocturnal fish use of New Jersey marsh creek and adjacent bay shoal habitats. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **44**, 703–711.
- SHORT, A. D. (1999): *Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics*, Chichester, UK: John Wiley and Sons. 392pp.
- SUDA, Y., INOUE, T. and UCHIDA, H. (2002): Fish communities in the surf zone of a protected sandy beach at Doigahama, Yamaguchi Prefecture, Japan. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **55**, 81–96.
- WRIGHT, L. D. and SHORT, A. D. (1984): Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Mar. Geol.*, **56**, 93–118.

Received: October 29, 2008  
Accepted: December 8, 2008



## Domoic acid in small-sized plankton in Nha Phu Bay, Khanh Hoa Province, Vietnam

DAO Viet Ha<sup>1\*</sup>, Yoshinobu TAKATA<sup>2)</sup>, Takuo OMURA<sup>3)</sup>, NGUYEN Tien Dung<sup>1)</sup>,  
NGUYEN Thu Hong<sup>1)</sup>, Shigeru SATO<sup>2)</sup>, Yasuwo FUKUYO<sup>3)</sup> and Masaaki KODAMA<sup>2)</sup>

**Abstract:** Recently, we observed that a significant level of domoic acid was detected in the plankton net samples (mesh size 20  $\mu$ m) when a bivalve *Spondylus versicolor* accumulated high amount of domoic acid in Nha Phu Bay, Khanh Hoa Province, Vietnam. In order to know the domoic acid-producing plankton species in the bay, plankton cells in the plankton net sample were fractionated by successive filtration through sieves with different mesh sizes (100, 20, 10, 0.6  $\mu$ m). More than 90% of domoic acid in the net sample was detected in the small-sized cell fraction which passed through 10  $\mu$ m sieve. About 7% of total cells of phytoplankton was trapped in the fraction, around half of which was consisted of species belonging to *Nitzschia* and *Pseudo-nitzschia*. These results suggest that small-sized plankton species which is hardly collected by normal plankton net are involved in accumulation of domoic acid of tropical bivalves.

**Keywords:** Domoic acid, *Pseudo-nitzschia*, *Nitzschia*, Vietnam

### 1. Introduction

Domoic acid is an excitatory amino acid responsible for amnesic shellfish poisoning (ASP) which was first found in Prince Edward Island, Canada in 1987 (BATES *et al.*, 1989). Since the incident in Canada, accumulation of domoic acid in bivalve was reported from several areas in the world (AMZIL *et al.*, 2001; HONER and POSTEL, 1993). However, these areas are limited in temperate waters. There is few knowledge on domoic acid accumulation in bivalves in tropical waters. Recently, we ob-

served that a significant level of domoic acid was detected in the plankton net samples (mesh size 20  $\mu$ m) when a bivalve *Spondylus versicolor* accumulated high amount of domoic acid in Nha Phu Bay, Khanh Hoa Province, Vietnam (DAO *et al.*, 2009). These findings indicate that domoic acid-producing plankton species occur in the bay during the period when domoic acid level of *S. versicolor* is increasing. We report here that small-sized plankton species which are hardly trapped by plankton net with 20  $\mu$ m mesh size are possibly involved in accumulation of domoic acid of *S. versicolor* in Vietnamese water.

### 2. Materials and Methods

#### 2.1 Sample collection

Specimens of *S. versicolor* were collected by diving in Nha Phu Bay, Khanh Hoa Province, Vietnam biweekly from March to April, 2007. When domoic acid level of *S. versicolor* started to increase, sampling frequency was increased to twice a week. Plankton samples were collected by repeated vertical net hauling (0–2 m depth, 20 times) using a plankton net (mesh

<sup>1)</sup> National Institute of Oceanography, 01 Cau Da, Nha Trang, Vietnam

<sup>2)</sup> School of Marine Biosciences, Kitasato University, Sanriku, Ofunato, Iwate 022-0101, Japan

<sup>3)</sup> Asian Natural Environmental Science Center, The University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan

\* Corresponding author : DAO Viet Ha  
National Institute of Oceanography, 01 Cau Da Street, Nha Trang City, Khanh Hoa Province, Vietnam

Tel. : +84 58 590218 ; Fax : +84 58 590034,  
E-mail : tmmp\_vnocean@dng.vnn.vn

size : 20  $\mu\text{m}$ , diameter : 30 cm) from the bay when bivalves were sampled. On April 17, two sets of plankton samples were collected.

## 2.2 Analysis of domoic acid in *S. versicolor* and plankton samples

The soft tissue of 5 specimens was homogenized individually with 4 volumes of 50% methanol and centrifuged (1,000 g, 20 min) to obtain the extract according to QUILLIAM *et al.*, (1989). One mL of the crude extract thus obtained is equivalent to 0.2 g of the soft tissue. After ultrafiltration through a membrane (NMWL 5,000, Millipore), the extract was analyzed for domoic acid by HPLC according to KODAMA and KOTAKI (2005).

The plankton samples collected by the net hauling were further condensed by centrifugation (1,000 g, 15 min). Cell pellets were extracted with equal volume of water under boiling water for 5 min. After centrifugation, domoic acid in the supernatant was analyzed by HPLC as described above. Domoic acid level of the plankton samples was expressed as  $\text{ng L}^{-1}$  of seawater.

Plankton cells in one plankton sample out of two samples collected on April 17 were fractionated to four subsamples with different cell sizes. The plankton net sample on April 17 was successively filtered through sieves with opening size of 200, 100, 10, and 0.6  $\mu\text{m}$ . Cells on each sieve were washed with filtered seawater through GF/F filter (Whatman). For this process, plankton net cloth with opening size of 200, 100, and 10  $\mu\text{m}$  and GF/F filter with opening size of 0.6  $\mu\text{m}$  were used as sieves. A portion (1/10 to 1/20) of each fraction was fixed with formalin for the quantitative observation of phytoplankton species under a light microscope. The rest of plankton cells in larger than 200  $\mu\text{m}$ , 100–200  $\mu\text{m}$  and 10–100  $\mu\text{m}$  fractions were centrifuged (1,000 g, 15 min) to obtain the cell pellets. Domoic acid in these pellets was extracted with equal volume of water under heating for 5 min. After centrifugation (1,000 g, 15 min), the supernatant was analyzed for domoic acid by HPLC as described above. Cells in the 0.6–10  $\mu\text{m}$  fraction were harvested by filtration through GF/F filter (Whatman). The plankton cells in the 0.6–10  $\mu\text{m}$  fraction

retained on the filter were extracted together with the filter by 5 mL of water under heating for 5 min. After heating, the tube was centrifuged (1,000 g, 15 min) to obtain the extract. The supernatant was then ultrafiltered through a membrane (NMWL 5,000, Millipore), and then analyzed for domoic acid by HPLC as described above.

The minimum detectable concentration of domoic acid in the test solution required for  $S/N=3$  at 20  $\mu\text{L}$  injection was 9  $\text{ng mL}^{-1}$  in HPLC applied in the present study. However, it is affected by chemical background which can vary between samples. In the present study, 90  $\text{ng mL}^{-1}$  of the test solution was applied as practical quantitation limit at 20  $\mu\text{L}$  injection.

## 3. Results and Discussion

Domoic acid level in *S. versicolor* increased from  $8 \pm 2 \mu\text{g g}^{-1}$  (March 29) to  $11 \pm 3 \mu\text{g g}^{-1}$  (April 13), and then to  $17 \pm 9 \mu\text{g g}^{-1}$  (April 17), showing that domoic acid in *S. versicolor* was increasing during this period. These findings indicate that domoic acid-producing plankton occur in the environmental water during the period.

In the analysis of the plankton sample of March 29, no domoic acid was detected. The sample on April 13 showed a low level of domoic acid in HPLC analysis ( $0.2 \text{ ng L}^{-1}$  of seawater), showing that the domoic acid-producing plankton species were increasing. However, no domoic acid was detected in the sample on April 17, the cells of which were collected by centrifugation. These results indicated that domoic acid-producing plankton appeared and showed maximum growth on April 13, and decreased or disappeared on April 17.

In contrast, a significant amount of domoic acid was detected in the 0.6–10  $\mu\text{m}$  fraction of the plankton net sample on April 17 as shown in Fig. 1. A small amount of domoic acid was also detected in the 10–100  $\mu\text{m}$  fraction. In Table 1, the results of domoic acid analysis of all the particle fractions are summarized. The 0.06 and 0.6  $\text{ng L}^{-1}$  concentrations of domoic acid were found to be contained in the 10–100  $\mu\text{m}$  and the 0.6–10  $\mu\text{m}$  fractions, respectively. These results indicate that most of the

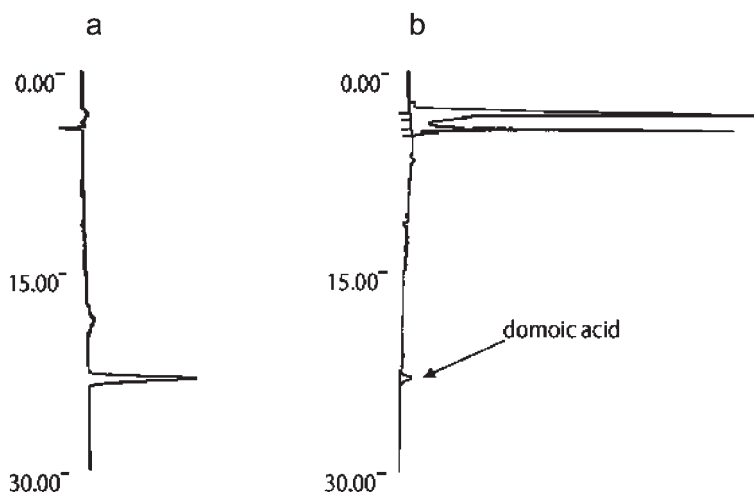


Fig. 1. HPLC chromatogram of domoic acid in the 0.6–10  $\mu\text{m}$  fraction sample. (a) Domoic acid standard ( $1\ \mu\ \text{mL}^{-1}$ ); (b) 0.6–10  $\mu\text{m}$  fraction sample.

Table 1. Domoic acid level in the different-sized fractions of the plankton net sample.

Particle size fraction	Volume of the extract (mL)	Level of domoic acid ( $\text{ng L}^{-1}$ )
> 200 $\mu\text{m}$	1.2 <sup>*1</sup>	< 0.04
100–200 $\mu\text{m}$	0.5 <sup>*1</sup>	< 0.02
10–100 $\mu\text{m}$	0.6 <sup>*1</sup>	0.06
0.6–10 $\mu\text{m}$	5.0 <sup>*2</sup>	0.6

\*<sup>1</sup> Plankton cells harvested by centrifugation were extracted with equal volume of water.

\*<sup>2</sup> Plankton cells harvested by filtration through GF/F filter were extracted with 5 mL of water.

plankton species containing domoic acid were trapped in the 0.6–10  $\mu\text{m}$  fraction. In other words, the size of the toxic plankton species was small enough to pass through the sieve with 10  $\mu\text{m}$  pore.

These results show that most of domoic acid-producing plankton cells can not be collected by hauling nets with mesh size of 20  $\mu\text{m}$ . Only a small number of the cells could be collected probably due to the clogging of plankton net caused by repeated hauling. In the present survey, domoic acid was not detected in most of the plankton net samples while domoic acid level of *S. versicolor* was increasing. Possibly, the degree of clogging depends on the abundance and cell size of other plankton species in the seawater. The plankton cells of the sample on April 17 harvested by centrifugation showed no toxin, while those collected from the same sample by GF/F filter showed a significant level of toxin. These finding suggest that centrifugation process applied in the present study

was not effective in separating small-sized domoic acid-producing plankton from other cells in the sample.

Since *P. multiseriis* was identified as a causative species of amnesic shellfish poisoning (ASP) in Prince Edward Island, Canada (BATES *et al.*, 1989), several species of *Pseudo-nitzschia* have been reported to produce domoic acid (BATES, 2000; BATES and TRAINER, 2006). *Pseudo-nitzschia* species are cosmopolitan species and often observed in plankton samples in tropical waters. However, little is known on the production of domoic acid of these species in tropical waters. On the other hand, a benthic diatom species *Nitzschia navis-varingica* isolated from Vietnamese water has been found to produce domoic acid (KOTAKI *et al.*, 2000; LUNDHOLM and MOESTRUP, 2000).

Table 2 shows the composition of *Pseudo-nitzschia* spp. and *Nitzschia* spp. in each size fraction. Cells belonging to both genera were observed in all the fractions. However, they are

Table 2. Cell number of total plankton, *Pseudo-nitzschia* and *Nitzschia* species in the different-sized fractions of the plankton net sample.

Particle size fraction	Cell density of total plankton (cells L <sup>-1</sup> )	Cell density of <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. (cells L <sup>-1</sup> )	Cell density of <i>Nitzschia</i> spp. (cells L <sup>-1</sup> )
>200 $\mu$ m	1798	71	71
100–200 $\mu$ m	1335	149	7
10–100 $\mu$ m	1451	170	71
0.6–10 $\mu$ m	354	71	131

dominant in the 0.6–10  $\mu$  m fraction in which most of domoic acid was concentrated, though at least 15 species of phytoplankton mostly consisting of small-sized diatom species were observed in the fraction (data not shown). These strongly suggest that small sized species belonging to *Pseudo-nitzschia* and/or *Nitzschia* observed in the 0.6–10  $\mu$  m fraction are causative for domoic acid production in the bay. Studies on domoic acid production of small-sized plankton species, especially focused on the species of *Pseudo-nitzschia* and *Nitzschia*, is required to identify the species causative for domoic acid accumulation of *S. versicolor* in the bay.

#### Acknowledgements

This work was partially supported by a grant-in-aid for Scientific Research to Y. FUKUYO (18255012) from Japan Society for the Promotion of Science (JSPS).

#### References

- AMZIL, Z., J. FRESNEL, D. LE GAL and C. BILLARD (2001) : Domoic acid accumulation in French shellfish in relation to toxic species of *Pseudo-nitzschia multiseriata* and *P. pseudodelicatissima*. *Toxicon*, **39**, 1245–1251.
- BATES, S. S. (2000) : Domoic-acid-producing diatoms : another genus added ! *J. Phycol.*, **36**, 978–983.
- BATES, S. S., C. J. BIRD, A. S. W. FREITAS, R. FOXALL, M. GILGAN, L. A. HANIC, G. R. JOHNSON, A. W. McCULLOCH, P. ODENSE, R. POCKLINGTON, M. A. QUILLIAM, P. G. SIM, J. C. SMITH, D. V. SUBBA RAO, E. C. D. TODD, J. A. WALTER and J. L. C. WRIGHT (1989) : Pennate diatom *Nitzschia pungens* as the primary source of domoic acid, a toxin in shellfish from eastern Prince Edward Island, Canada. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **46**, 1203–1215.
- BATES, S. S. and V. L. TRAINER (2006) : The ecology of harmful diatoms. *In Ecology of harmful algae*, Ecological studies. GRANIELI, E. and J. T. TURNER (eds.), Springer, Berlin Heidelberg Netherlands, **189**, p. 81–94.
- DAO, V. H., Y. TAKATA, T. OMURA, S. SATO, Y. FUKUYO and M. KODAMA (2009) : Seasonal variation of domoic acid in *Spondylus versicolor* in association with that in plankton samples in Nha Phu Bay, Khanh Hoa, Vietnam. *Fish. Sci.*, **75**, (in press)
- HORNER, R. A. and J. R. POSTEL (1993) : Toxic diatoms in western Washington waters (U.S. West Coast). *Hydrobiologia*, **269/270**, 197–205.
- KODAMA, M. and Y. KOTAKI (2005) : Domoic acid. *In The Manual for the Method of Food Sanitation Test*. Ministry of Health, Labour and Welfare (ed.), Japan Food Hygienic Association, Tokyo, p. 666–673. (in Japanese)
- KOTAKI, Y., K. KOIKE, M. YOSHIDA, C. V. THUOC, N. T. M. HUYEN, N. C. HOI, Y. FUKUYO and M. KODAMA (2000) : Domoic acid production in *Nitzschia* sp. (Bacillariophyceae) isolated from a shrimp-culture pond in Do Son, Vietnam. *J. Phycol.*, **36**, 1057–1060.
- LUNDHOLM, N. and Ø. MOESTRUP (2000) : Morphology of the marine diatom *Nitzschia navis-varingica*, sp. nov. (Bacillariophyceae), another producer of the neurotoxin domoic acid. *J. Phycol.*, **36**, 1162–1174.
- QUILLIAM, M. A., P. G. SIM, A. W. McCULLOCH and A. G. McINNES (1989) : High-performance liquid-chromatography of domoic acid, a marine neurotoxin, with application to shellfish and plankton. *Intern. J. Environ. Anal. Chem.*, **36**, 139–154.

Received : September 9, 2008

Accepted : December 12, 2008

## 東京湾京浜島の魚類相の季節変化と長期生物モニタリングの必要性

茂木正人<sup>1)</sup>, 安田健吾<sup>1)</sup>, 山本桂子<sup>1)</sup>, 横尾俊博<sup>1)</sup>, 河野 博<sup>1\*)</sup>,

諸星一信<sup>2)</sup>, 鈴木信昭<sup>2)</sup>, 松坂省一<sup>2)</sup>, 有路隆一<sup>2)</sup>

### Seasonal changes of fish fauna at the Keihin-jima artificial tidal flat in the inner Tokyo Bay, with special reference to the necessity of long-term biological monitoring

Masato MOTEKI<sup>1)</sup>, Kengo YASUDA<sup>1)</sup>, Keiko YAMAMOTO<sup>1)</sup>, Toshihiro YOKOO<sup>1)</sup>,  
Hiroshi KOHNO<sup>1\*)</sup>, Kazunobu MOROHOSHI<sup>2)</sup>, Nobuaki SUZUKI<sup>2)</sup>,  
Syouichi MATSUZAKA<sup>2)</sup> and Ryuichi ARIZI<sup>2)</sup>

**Abstract** : Monthly seine-net samplings were carried out from May 2006 to April 2007 at the Keihin-jima artificial tidal flat near a new runway construction site of Haneda International Airport in the inner Tokyo Bay, and the results were compared with those obtained from the same sampling site from March 1994 to February 1995. A total of 9,067 fish specimens representing > 35 species of 18 families were collected. Comparisons between the present and past results show such similar and different characteristics as follows: similarities - 1) species and individual numbers increase from late winter to early summer, 2) gobiids occur abundantly for a long time, 3) various marine species occur in summer; differences - 1) the gobiid occurrence peak is April vs May in the present and past studies, 2) the composition of the summer marine species is different, summer-occurrence species observed solely in the present study being *Sillago japonica*, *Omobranchus fasciolatoceps*, etc. and those in the past one *Chelon macrolepis*, *Rhyncopelates oxyrhynchus*, etc. These results would suggest an importance of continuous, long-term biological monitoring not only for checking changes of environmental condition caused by the runway construction but for accumulating information about environmental preservation in the inner Tokyo Bay.

**Keywords** : Tokyo Bay, tidal flat, fish fauna, juveniles

### 1. はじめに

かつては遠浅の海岸が広がる豊かな漁場であった東京湾内湾（東京湾の富津と観音崎を結んだ線よりも北の海域）も、1960年代の高度経済成長期における工業

用地の需要増加ともなって浚渫や埋め立てが相次ぎ、戦前に136km<sup>2</sup>あった干潟は現在では約10km<sup>2</sup>にまで減少している（鎌谷, 1993）。このような開発ともなう環境、とくに魚類群集への影響を知るために、1970年代から東京都水産試験場によって（東京都水産試験場

<sup>1)</sup> 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

<sup>\*)</sup> Corresponding author.

Email: hirokun@kaiyodai.ac.jp; TEL 81-3-5463-0529, FAX 81-3-5463-0523

<sup>2)</sup> 国土交通省関東地方整備局横浜空港技術調査事務所 221-0053 神奈川県横浜市神奈川区橋本町2-1-4  
Yokohama Research and Engineering Office for Port and Airport, Kanto Regional Development Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, 2-1-4 Hashimoto, Kanagawa Ward, Yokohama City, Kanagawa Prefecture 221-0053, Japan

生物資源部, 1996) あるいは1980年代から東京都環境局によって(東京都環境局環境評価部, 2003; 東京都環境局自然環境部, 2006) 小型底曳網や小型地曳網を用いた魚類相調査が行われてきた。また, 東京海洋大学魚類学研究室でも, 東京湾の内湾を中心とした仔稚魚相調査を1993年から開始した。とくに, 内湾7か所(多摩川, 荒川, 新浜湖, 江戸川, 養老川, 小櫃川, 小糸川)の干潟域で小型地曳網による魚類相調査を行った研究(加納ら, 2000)をはじめ, 京浜島(那須ら, 1996)や葛西人工渚(桑原ら, 2003; 山根ら, 2004), 新浜湖(河野ら, 2008), 小櫃川河口域(山本, 2007)などの調査によって, 東京湾内湾各地の干潟域に出現する魚類の種類や大きさ, あるいは発育段階などが明らかにされている(東京海洋大学魚類学研究室(編), 2006)。

一方, 最近の東京湾内湾の環境状況については, 清水(2003)が指摘しているように, 栄養塩などの湾内への流入の規制が数次にわたって行われてきたにも関わらず, いまだに赤潮が頻繁に起こり, 夏には底層に貧酸素水塊が出現する「健康とは言えない海」である。こうした中, 羽田空港の南側の多摩川河口部に約97 haの公用水面を埋め立てて2,500mの滑走路を新設する「羽田空港再拡張事業」の実施が決定された。海域の大規模な構造物の影響として, 例えば鍋島ら(2006)は, 関西国際空港の空港島の造成にともなう流れの変化が浮魚類に少なからぬ影響を与えているとしている。

そこで本研究の目的は, 羽田空港再拡張事業にともなう干潟域の仔稚魚を中心とした魚類群集の変化を知るために, 羽田空港の北西部に位置する京浜島の事業前の状態を把握することである。具体的には, 本研究の結果(調査年は2006~2007年)と約10年前の結果(那須ら, 1996: 調査年は1994~1995年)を比較するとともに, 東京湾内湾の他の水域, すなわち新浜湖(加納ら, 2000; 河野ら, 2008)と小櫃川(加納ら, 2000; 山本, 2007), 葛西人工渚西浜(桑原ら, 2003)の結果と比較することで, 現在の京浜島干潟域の仔稚魚群集の特徴を明らかにしようとするものである。さらに, 長期の生物モニタリングの必要性についても検討した。

## 2. 材料と方法

採集場所は, 東京都大田区京浜島の南東部に位置するつばさ公園にある砂泥底の干潟である(Fig. 1)。採集は, 2006年5月から2007年4月の毎月一回, 各月の下旬の干潮時に行った。採集前にポータブル水質計(YSI/Nanotech, EC-300)で水温と塩分を記録した。採集はKANOU *et al.* (2002)を参考にして製作した小型地曳網(袖網部: 長さ4.5m, 高さ1m, 網目2mm; 胴網部: 網口, 幅2m×高さ1m, 長さ5.5m, 目合0.8mm)を用い, 汀線に平行に約25mを4回曳網した。

採集物はすぐに10%ホルマリンで固定し, 研究室に持ち帰った。採集された魚類については, 選別後, 種同定と個体数の計数, 標準体長の測定をした後, それぞれの種の生活史型(海水魚, 河口魚, 両側回遊魚, 遡河回遊魚), 発育段階(仔魚, 稚魚, 若魚, 成魚), および干潟の利用様式(滞在型, 一時滞在型, 通過・偶来型)を, 主に加納ら(2000)にしたがって決定した。なお, 本研究で使用した標本は, 70%エタノールに移した後, 東京海洋大学海洋科学部付属水産資料館に登録・保管している(MTUF-P(L) 24105~24205)。

隣り合う月間の群集組成を比較するためにJaccard(1901; 小林(1995)から引用)の群集係数を求めた。また, 場所・調査年間の群集組成の比較をするためにShannon-Wienerの多様度指数 $H'$ とPielouの均衡度 $J'$ を求めた(ともに, 木元(1993)から引用)。さらに, 加納ら(2000)の「多様度決定要因の個体数順位」を単純にした「簡易多様度判定グラフ」, すなわち横軸に出現個体数の第1位種から順に第 $n$ 位種をとり, 縦軸に総個体数に占める各種の割合を優占順に積算してプロットしたものを作成することで, 多様度を比較した。なお, 学名と和名, および目と科, 種の配列は中坊(編)(2000)にしたがった。ただし, ウキゴリ属魚類の学名はSTEEVENSON(2002)にしたがった。

## 3. 結果

### 3.1 水温と塩分

水温は5月から8月にかけて上昇し, 9月から12月にかけて下降した(Fig. 2)。12月から4月までの水温は低く, 13.6~14.9°Cであった。また, 最高水温は8月の28.1°Cであった。塩分は月によって変動が大きく, 最低は11月の9, 次いで6月の10, 最高は3月の22, 次いで5月の21であった(Fig. 2)。

### 3.2 出現種の概要

合計9目18科35種以上, 9,067個体が採集された(Table 1)。科別で最も種数が多かったのはハゼ科Gobiidaeの16種以上で, 次いでニシン科Clupeidaeとイソギンポ科Blenniidaeの2種, 残りの科では1種であった。一方, 科別で個体数が最も多かったのはハゼ科の5,151個体(全体の56.8%)で, 次いでニシン科の3,223個体(35.5%)であった。種別では, 最も個体数が多いのはマハゼ*Acanthogobius flavimanus*の3,443個体(全体の38.0%)で, 次いでサッパ*Sardinella zunasi*の3,172個体(35.0%), ピリンゴ*Gymnogobius breunigii*の647個体(7.1%), アシシロハゼ*Acanthogobius lactipes*の416個体(4.6%), ボラ*Mugil cephalus cephalus*の279個体(3.1%)であった。一方, 16種では5個体以下しか出現しなかった。



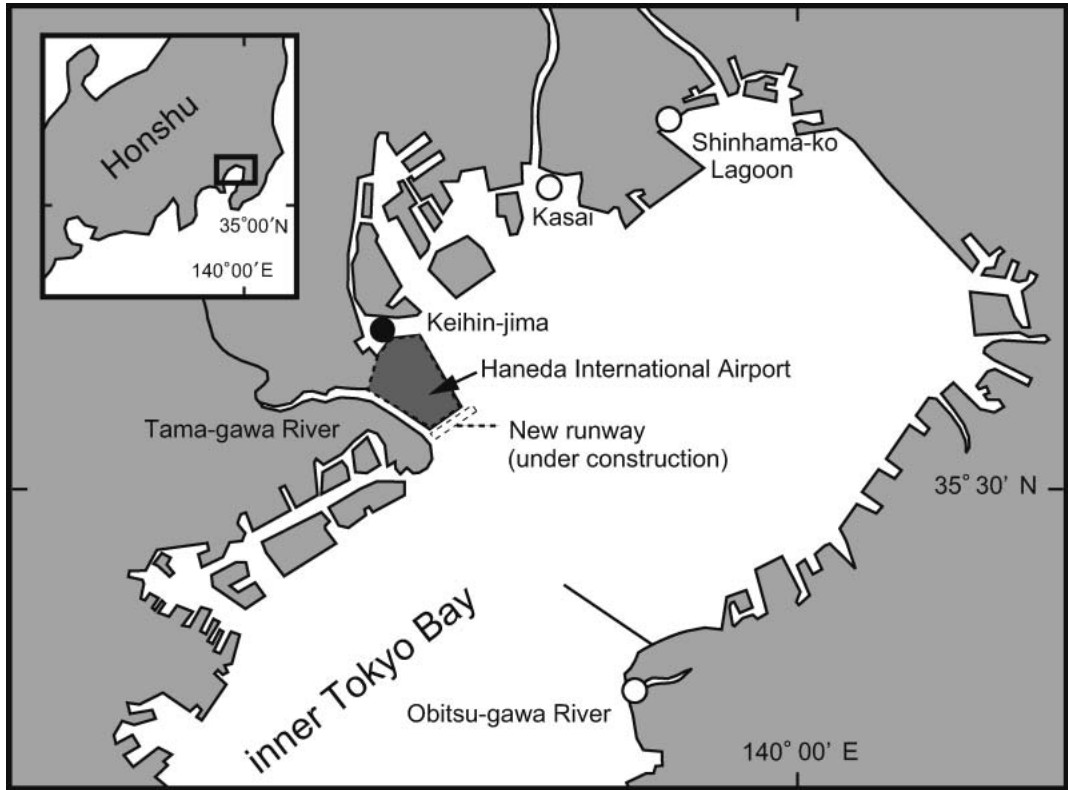


Fig. 1. Map showing the sampling site, Keihin-jima, and other comparative study sites in the inner Tokyo Bay, central Japan.

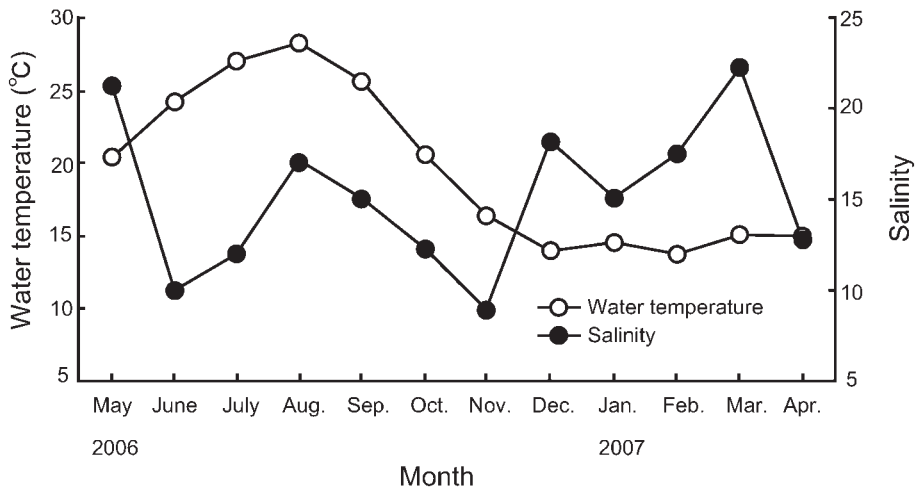


Fig. 2. Monthly changes of water temperature and salinity from May 2006 to April 2007 at the intertidal area of Keihin-jima tidal flat in the inner Tokyo Bay.

Table 1. Fishes collected at the Keihin-jima tidal flat in the inner Tokyo Bay from May 2006 to April 2007

	Number of individuals	Standard length (mm)	Develop. stage	Rank	Life-history category	Life-style category	MCO/MO
Clupeidae							
<i>Sardinella zunasi</i>	3172	7.8–18.7	L-J	2	M	T	2/2
<i>Konosirus punctatus</i>	51	8.4–13.8	L-J	10	M	T	1/2
Engraulidae							
<i>Engraulis japonicus</i>	1	31.2	J		M	P&S	1/1
Cyprinidae							
<i>Tribolodon brandti</i>	1	85.0	Y		An	P&S	1/1
Plecoglossidae							
<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	173	8.5–46.0	L-J	8	Am	T	4/6
Mugilidae							
<i>Mugil cephalus cephalus</i>	279	20.8–39.5	J-Y	5	M	T	5/5
Atherinidae							
<i>Hypoatherina valenciennei</i>	101	9.4–23.5	L-J	9	M	T	2/2
Platycephalidae							
<i>Platycephalus</i> sp. 2	4	9.4–10.8, 59.4	J-Y		M	T	2/2
Moronidae							
<i>Lateolabrax japonicus</i>	39	13.3–59.6	J-Y	14	M	T	5/5
Leiognathidae							
<i>Leiognathus nuchalis</i>	1	17.5	J		M	P&S	1/1
Sparidae							
<i>Acanthopagrus latus</i>	1	17.4	J		M	P&S	1/1
Sillaginidae							
<i>Sillago japonica</i>	4	12.0–18.0	J		M	P&S	1/1
Teraponidae							
<i>Terapon jarbua</i>	3	14.8–31.8	Y		M	P&S	1/2
Stichaeidae							
<i>Dictyosoma burgeri</i>	50	7.2–18.7	L-J	11	M	T	2/2
Blenniidae							
<i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	2	7.5–8.9	L		M	P&S	1/1
<i>Omobranchus</i> sp.	1	7.2	L		M	P&S	1/1
Callionymidae							
<i>Repomucenus valenciennei</i>	3	47.3–56.6	Y		M	P&S	2/2
Gobiidae							
<i>Luciogobius guttatus</i>	42	5.4–17.1	L-Y	13	E	T	3/3
<i>Chaenogobius gulosus</i>	207	4.2–11.8	L-J	7	M	T	3/3
<i>Gymnogobius breunigii</i>	647	5.2–53.2	L-A	3	E	R	6/6
<i>G. heptacanthus</i>	3	30.8–36.0	Y		E	P&S	2/2
<i>G. macrognathos</i>	33	8.5–44.4	L-A	15	E	R	3/3
<i>G. urotaenia</i>	24	6.0–29.3	L-Y		Am	T	5/5
<i>G. sp.</i>	1	7.3	L		Am	P&S	1/1
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	3443	10.6–74.7	L-A	1	E	R	6/6
<i>A. lactipes</i>	416	7.7–49.7	L-A	4	E	R	6/7
<i>Pseudogobius masago</i>	4	10.8–17.1	J-Y		E	T	1/2
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	243	14.7–55.1	Y-A	6	E	T	6/10
<i>Redigobius bikolanus</i>	2	5.3–5.4	J		E	P&S	1/1
<i>Acentrogobius pflaumii</i>	4	23.0–40.9	Y-A		E	T	1/1
<i>Tridentiger obscurus</i>	1	40.8	Y		E	P&S	1/1
<i>T. spp.</i>	50	4.6–10.5	L-J	11	-	T	2/2
Gobiidae spp.	31	3.8–6.9	L		-	P&S	1/3
Pleuronectidae							
<i>Kareius bicoloratus</i>	23	10.8–63.1	L-Y		M	T	4/4
Triacanthidae							
<i>Triacanthus biaculeatus</i>	7	14.8–28.8	Y		M	P&S	1/1

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

Life-history category: Am, amphidromous fish; An, anadromous fish; E, estuarine fish; M, marine fish.

Life-style category: P&S, passersby and strays; R, resident; T, transient.

MCO, months of continuous occurrence; MO, months of occurrence.

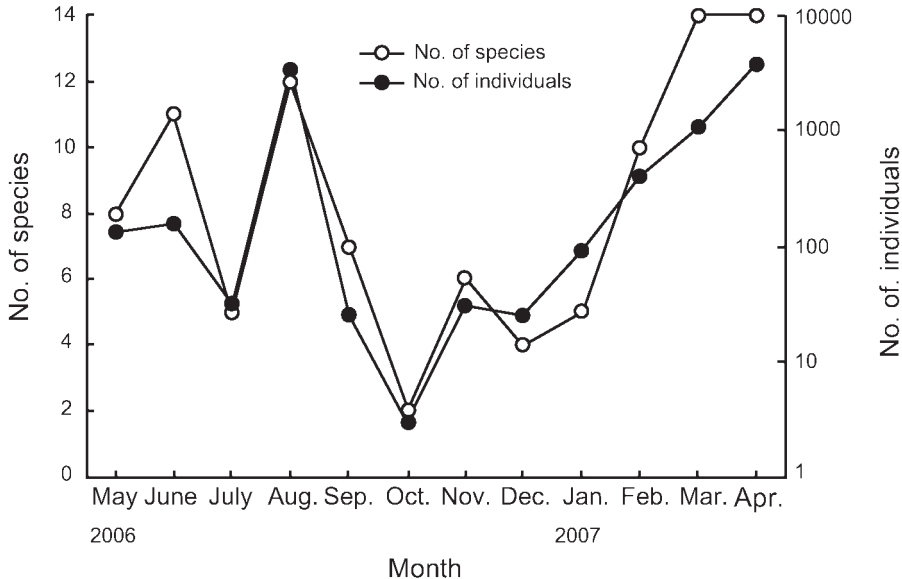


Fig. 3. Monthly changes of species and individual numbers of fishes collected at the Keihin-jima tidal flat in the inner Tokyo Bay from May 2006 to April 2007. The number of individuals is expressed by (number + 1).

### 3.3 種数と個体数の経月変化

種数は2月(10種)から9月(7種)に多かった(ただし7月は少なく、5種)(Fig. 3)。一方、10月から1月までは2~6種で少なかった。個体数では、2月の398個体から3月の1,060個体、4月の3,792個体と急激に増加する。これはハゼ科によるもので、各月に占めるハゼ科魚類は、各々357個体(89.7%)、706個体(66.6%)、3,748個体(98.8%)であった(Table 2)。一方、5月から1月にかけての出現個体数は、8月を除いて、3個体(10月)から154個体(6月)と少なかった。なお、8月には3,326個体を記録したが、そのうちの3,171個体(95.3%)がサッパである(Table 2)。

### 3.4 各種の出現期間

調査期間の12か月のうち、1か月だけ出現したのはカタクチイワシ *Engraulis japonicus* やマルタ *Tribolodon brandti*、キチヌ *Acanthopagrus latus* などの12種であった(Table 1のMO(出現月数, months of occurrence)およびTable 2)。また、2か月だけに出現した10種のうち、続けて出現したのはサッパやトウゴロウイワシ *Hypoatherina valencienni*、マゴチ *Platycephalus* sp. 2などの7種であった(Table 1のMCO(連続出現月数, months of continuous occurrence)およびTable 2)。逆に、最も長い期間にわたって出現したのはヒメハゼ *Favonigobius gymnauchen* の10か月で、次いでアシシロハゼの7か月、アユ *Plecoglossus altivelis altivelis*、ピリンゴ、マハゼの6か月、ボラ、スズキ *Lateolabrax japonicus*、ウキゴリ

*Gymnogobius urotaenia* の5か月が続く。また、最も長く連続して出現したのはピリンゴとマハゼ、アシシロハゼ、ヒメハゼの6か月で、次いでボラ、スズキ、ウキゴリの5か月、アユ、イシガレイ *Kareius bicoloratus* の4か月であった。

### 3.5 生活史型と干潟利用様式の概要

出現した35種の生活史型(Table 1のLife-history category)は既往の報告によって判断することができたが、干潟の利用様式(Table 1のLife-style category)が明らかになったのは、チブ属不明複数種とハゼ科不明複数種を除いた33種であった(Table 1: ウキゴリ属不明種の1個体については、ウキゴリかスミウキゴリかの判断ができなかったため、ここでは不明種 *Gymnogobius* sp. とし、生活史型は両側回遊型とした)。以下では、これら33種についての結果を示す。

生活史型では、海水魚が18種3,949個体を占め、河口魚は11種4,838個体、両側回遊魚は3種198個体、遡河回遊魚は1種1個体であった(Table 1)。また、干潟利用様式では、滞在型が4種4,539個体、一時滞在型が15種4,416個体、通過・偶来型が14種31個体であった。

海水魚で滞在型は0種であった(Fig. 4)。また、一時滞在型は9種3,926個体、通過・偶来型は9種23個体であった。河口魚では、滞在型が4種4,539個体出現し、一時滞在型と通過・偶来型は4種293個体と3種6個体であった。両側回遊魚でも滞在型は0種で、一時滞在型と通過・偶来型は2種197個体と1種1個

Table 2. Monthly changes of individual numbers, shown by each species collected at the Keihin-jima tidal flat in the inner Tokyo Bay from May 2006 to April 2007

Species	2006 May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	2007 Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
<i>Konosirus punctatus</i>	49 (31.8)			2 (-)								
<i>Sardinella zunasi</i>				3171 (95.3)	1 (4.0)							
<i>Engraulis japonicus</i>				1 (-)								
<i>Tribolodon brandtii</i>							1 (3.3)					
<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	5 (3.8)					2 (66.7)	1 (3.3)	9 (36.0)	3 (3.3)		153 (14.4)	
<i>Mugil cephalus cephalus</i>	92 (69.7)	1 (0.6)								28 (7.0)	142 (13.4)	16 (0.4)
<i>Hypoatherina valencienni</i>												
<i>Platycephalus</i> sp. 2												
<i>Lateolabrax japonicus</i>	2 (1.5)	1 (0.6)		94 (2.8)	7 (28.0)							
<i>Acanthopagrus latus</i>				3 (-)	1 (4.0)							
<i>Leiognathus nuchalis</i>				1 (-)								
<i>Sillago japonica</i>				4 (0.1)								
<i>Terapon jarbua</i>			1 (3.2)									
<i>Dictyosoma burgeri</i>					2 (8.0)							
<i>Omobranchus fasciolatoiceps</i>				2 (-)								
<i>Omobranchus</i> sp.		1 (0.6)										
<i>Repomucenus valencienni</i>								2 (8.0)	1 (1.1)			
<i>Luciogobius guttatus</i>										11 (2.8)	12 (1.1)	19 (0.5)
<i>Chaenogobius gulosus</i>										19 (4.8)	172 (16.2)	16 (0.4)
<i>Gymnogobius breunigii</i>	14 (10.6)	66 (42.9)	6 (19.4)							142 (35.7)	206 (19.4)	213 (5.6)
<i>G. heptacanthus</i>		2 (1.3)	1 (3.2)									
<i>G. macrognathos</i>	2 (1.5)											
<i>G. urotaenia</i>	6 (4.5)											
<i>G.</i> sp.		1 (0.6)										
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	3 (2.3)	20 (13.0)	18 (58.1)									
<i>A. lactipes</i>				1 (-)								
<i>Pseudogobius masago</i>												
<i>Favonigobius gymnauchen</i>												
<i>Redigobius bikolanus</i>												
<i>Acentrogobius pflaumi</i> .												
<i>Tridentiger obscurus</i>												
<i>T.</i> spp.												
Gobiidae spp.		2 (1.3)										
<i>Kareius bicoloratus</i>	8 (6.1)	1 (0.6)										
<i>Triacanthus biaculeatus</i>												

Numerals in parentheses indicate percentages of each species to total individual numbers of each month. (-), &lt;0.1%.

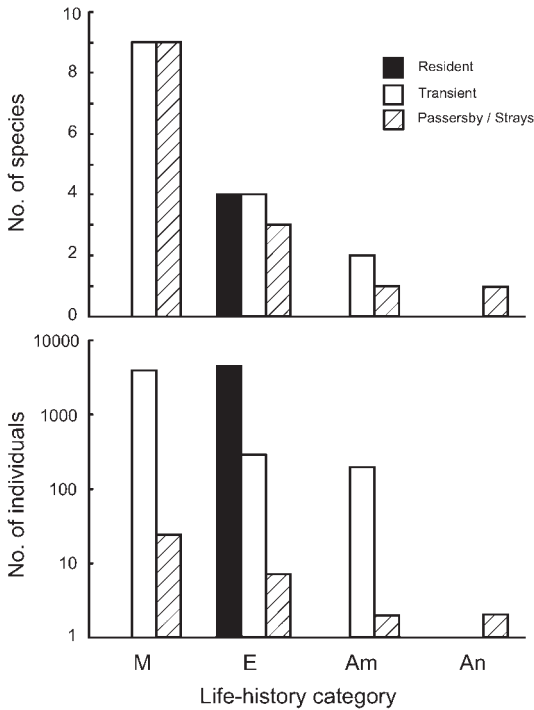


Fig. 4. Species and individual numbers of fishes collected at the Keihin-jima tidal flat in the inner Tokyo Bay from May 2006 to April 2007, shown by the life-style category such as resident (occurring from larval/juvenile to adult developmental stages), transient (multiple stages being found, but no adult occurring) and passersby and strays (one developmental stage or discontinuous multiple stages occurring) and by the life-history category such as marine (M), estuarine (E), amphidromous (Am) and anadromous (An) fishes. The number of individuals is expressed by (number + 1).

体であった。遡河回遊魚は、通過・偶来型の1種1個体だけであった。

### 3.6 生活史型と干潟利用様式の経月変化

生活史型のうち、海水魚の種数は2~6月(3~5種)と8月(8種)および9月(5種)に多かった(Fig. 5)が、2~6月に出現した種と8・9月に出現した種では共通種が少なく、コノシロだけが6月と8月に出現した(Table 2)。その他の月では、海水魚は1種あるいは0種と少なかった。海水魚の個体数も、上述した8月のサッパを除くと、種数とほぼおなじ傾向を示した。一方、河口魚はすべてがハゼ科魚類で、種数では2月(5種)から4月(9種)に多く、また5月から8月にも3~4種が出現した(Fig. 5)。個体数では、1月から4

月にかけて増加し、6月も多かった。さらに、アユとウキゴリとからなる両側回遊魚は、冬と春に多く出現した(Fig. 5, Table 2)。

干潟利用様式では、滞在型の種数(3種以上)も個体数も2月から5月に多かった(Fig. 6)。一時滞在型は周年を通して出現するが、種数は2月から4月にかけては7~9種で、とくに多かった。また、5月と6月、8月と9月も4~5種で多かった。個体数は、8月を除けば、1月から6月にかけて多かった。その一方で、通過・偶来型の種数は8月が5種で最も多く、2種以上出現したのは6~9月と11月であった。個体数は他の様式に比べて少ないが、6月から9月にかけてはやや多かった。

### 3.7 隣り合う月間の類似度

隣り合う月間の類似度が最も高かったのは12-1月の0.80、次いで2-3月の0.71、3-4月の0.65であった(Fig. 7)。最も低いのは9-10月の0.00、次いで7-8月の0.06、10-11月の0.14であった。11月から4月までの冬から春には高く、春から秋には低かった。また、平均は0.380であった。

## 4. 考察

### 4.1 ハゼ科魚類の優占と京浜島の特徴

本研究の結果、京浜島の干潟域では、ハゼ科魚類が種数(16種以上, 45.7%)でも個体数(5,151個体, 56.8%)でも優占することが明らかとなった。内湾や河口域の魚類群集の特徴の一つとして、加納ら(2000)も述べているように、ハゼ科魚類が優占的に出現することはよく知られている事象である。

ハゼ科魚類は出現期間が長く、調査期間(12か月)中ヒメハゼが10か月、アシシロハゼが7か月、ビリンゴとマハゼが6か月、ウキゴリが5か月にわたって出現し、前4種は6か月間連続して出現した(Table 2)。また、ハゼ科不明複数種とチチブ属不明複数種を除いた14種のハゼ科魚類のうち、ドロメ *Chaenogobius gulosus* とウキゴリ、ウキゴリ属不明種以外の11種の生活史型は河口魚であった。さらに、それら河口魚のうち4種は滞在型で(本調査地に出現した魚類の滞在型はこれら4種のみ)、個体数は全体の50.1%(4,539個体)を占めた。

このようなハゼ科魚類の出現によって、2月から5月の隣りあう月間の類似度は高く、2-3月の0.71から3-4月の0.65、4-5月の0.47を示した(Fig. 7)。なお、4月と5月はやや低い値となっているが、採集年が違うため一概に比較することはできない。また6月と7月のやや高い類似度もハゼ科魚類の出現に因っている。12-1月も0.80と最も高い類似度を示したが、両月に出現した種は合わせてわずか5種で、そのうち共通して出現した種はアユ(両側回遊魚)とハタタテスメリ *Repomucenus valenciennei* (海水魚)、アシシロハゼ、

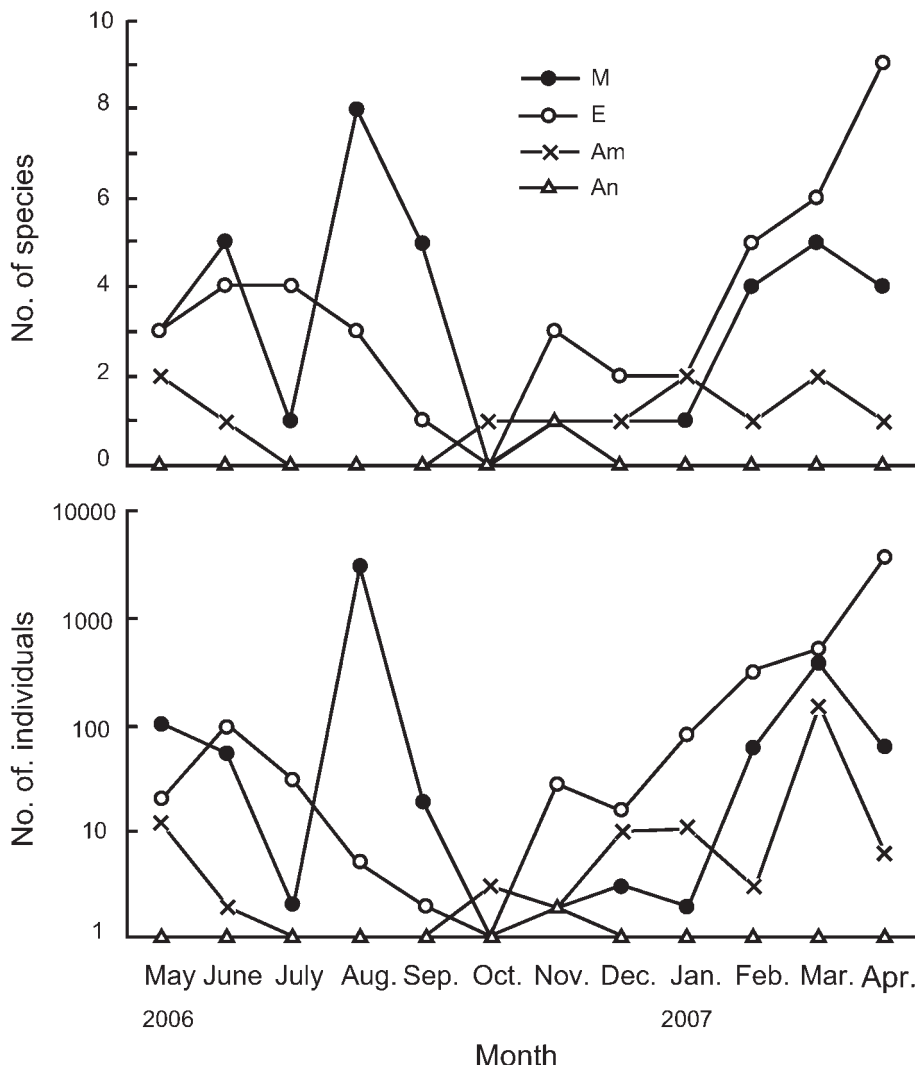


Fig. 5. Monthly changes of species and individual numbers of fishes collected at the Keihin-jima tidal flat in the inner Tokyo Bay from May 2006 to April 2007, shown by the life-history category. For the life-history category, see Fig. 4. The number of individuals is expressed by (number + 1).

ヒメハゼの4種であった。

海水魚に注目すると、比較的長期間にわたって出現するボラ（5か月）やスズキ（5か月）、イシガレイ（4か月）は2月あるいは3月から6月にかけて出現した（Table 2）。これらは、とくに2月から6月にかけてのやや高い月間の類似度に貢献している。その一方で、海水魚の中には夏季（8月と9月）にのみ出現する種が多かった（18種の海水魚のうち6種）ため、7月から10月にかけては類似度がやや不安定となった。また、これら海水魚の個体数は少なかった。ただし、8月には総個体数が3,326個体を記録したが、そのうちの95.3

%にあたる3,171個体はサప్పである。したがって、夏季の特徴として個体数の少ないいろいろな種類の海水魚が出現することがあげられる。

以上のことから、京浜島の干潟域は、1) 冬にはアユなどによって、また晩冬から初夏にかけては長期間にわたって大量に出現するハゼ科魚類とやや長期間出現するボラやスズキによって魚類群集が形成され、2) 初夏から秋にかけては、夏季を中心にいろいろな海水魚が短期間に出現する、といった特徴をもつと考えられる。これは、すでに加納ら（2000）や桑原ら（2003）によって指摘されているように、東京湾内湾の干潟域

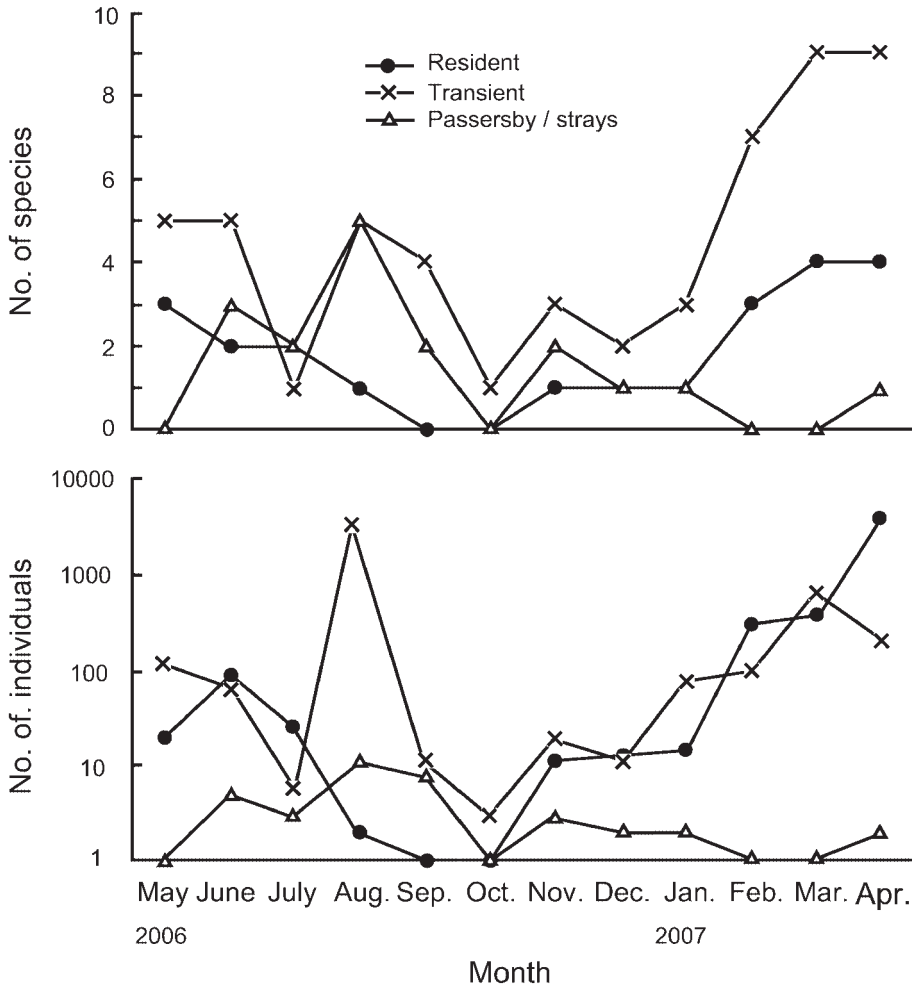


Fig. 6. Monthly changes of species and individual numbers of fishes collected at the Keihin-jima tidal flat in the inner Tokyo Bay from May 2006 to April 2007, shown by the life-style category. For the life-style category, see Fig. 4. The number of individuals is expressed by (number + 1).

が滞在型や一時滞在型魚類の定住の場あるいは一時的な成長の場として利用されている可能性を示すものである。

#### 4.2 過去の京浜島との出現魚種の比較

本研究と、1994年3月から1995年2月に同じ地点でほぼ同じ方法で行われた那須ら(1996)の調査結果(以下、前調査とする)とを比較した。その結果、採集された種数は両調査とも35種以上であった。ただし、本研究ではハゼ科不明複数種とチブ属不明複数種を、また前調査ではハゼ科不明種1と2を含む。1回の曳網あたりの採集個体数は、本研究で189個体(48回の曳網で9067個体)、前調査では301個体(50回の曳網で18052個体)で、前調査の方が1.5倍ほど多く採集され

た。

塩分については、前調査に比べて本研究の方が低かった。すなわち、前調査では9月の10以外ほぼ20前後で推移し平均±SDが $18.9 \pm 3.6$ であったのに対し、本研究では11月の9から3月の22までの変動が大きく、平均も $15.2 \pm 4.2$ であった。一方、水温については、本研究の方が冬で高く、夏で低かった。すなわち、本研究での12~2月にかけてと7月・8月の水温は $13.6 \sim 14.4^\circ\text{C}$ と $26.9 \sim 28.1^\circ\text{C}$ であったのに対し、前調査では $10.5 \sim 11.0^\circ\text{C}$ と $30.0 \sim 30.0^\circ\text{C}$ であった。2006-2007年の冬季はいわゆる暖冬といわれ、その影響が水温に反映されたものと考えられる。

前述した京浜島仔稚魚相の特徴に注目すると、前調査と本研究とは次のような同じ傾向が認められた: ①

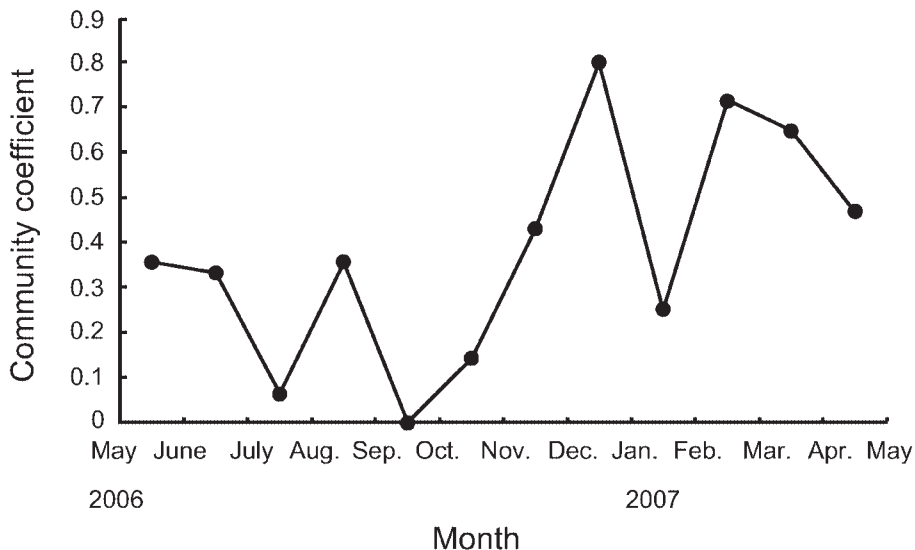


Fig. 7. Jaccard's community coefficient between consecutive months for the fishes collected at the Keihin-jima tidal flat in the inner Tokyo Bay from May 2006 to April 2007.

種類数も個体数も晩冬から初夏にかけて増加すること；②ハゼ科魚類が大量に長期間出現すること；③その他の長期出現魚種としてボラやスズキがあげられること；④夏季には海水魚を中心としていろいろな魚種が出現すること。しかし一方、前調査と本研究とは次のような相違点も認められた：①大量に出現するハゼ科魚類については、本研究のピークが種数（ハゼ科の総種数 16 種のうちの 11 種）も個体数（ハゼ科の総個体数 5151 個体のうち 3748 個体，72.8%）も 4 月であったのに対して、前調査でのピークは 5 月で、総種数 13 種のうち 6 種が、また総個体数 14,788 個体のうち 13,796 個体（93.3%）が出現した；②前調査では 7 月から 9 月にかけて、種数も個体数も緩やかに増加、減少したのに対して、本研究では種数は 7 月で極端に少なく（5 種）8 月には急増（12 種）し、また個体数でも 8 月のサッパの優占度が極端に高かった；③夏季にはいろいろな魚種が出現したが、その種には違いが見られ、本研究だけで採集されたのはシロギス *Sillago japonica* やトサカギンボ *Omobranchus fasciolatoiceps*、ギマ *Triacanthus biaculeatus* で、前調査だけで採集されたのはコボラ *Chelon macrolepis* やナンヨウボラ *Moorgarda perusii*、シマイサキ *Rhyncopelates oxyrhynchus*、クロサギ *Gerres equulus* であった。

両調査で採集されたのはコノシロやサッパなどの 24 種、本研究のみで採集されたのはアユやヒナハゼ *Redigobius bikolanus*、ギマなどの 9 種、前調査のみで採集されたのはメナダ *Chelon haematochelis* やナンヨウボラなどの 9 種であった。

前調査で採集されなかったアユは、本研究では 8 番

目に多く、173 個体が採集された。アユは、前調査とほぼ同じ時期に多摩川河口（河野ら，1994）や葛西人工渚とお台場海浜公園、城南大橋で行われた調査（東京都環境局自然環境部，2006）によっても、個体数は少ないものの採集されている。また、桑原ら（2003）は、アユが冬季の葛西人工渚の優占種であることを示すとともに、アユの出現量は調査地によってかなり変化することを指摘している。したがって、今回の両年の比較によって、「京浜島の干潟域が 1990 年代から現在にかけてアユの生息場として改善された」という判断はできなかった。

ギマとヒナハゼは、東京湾では近年になって記録が多くなった種である。ギマは、1970 年代後半から 3 年に 1 回の調査を行っている横浜市沿岸調査では 1999–2000 年と 2002–2003 年の最近の 2 回の調査で採集されているが、それ以前には採集記録がない（岩下ら，2005）。さらに、東京都水産試験場の 1984 年から 1995 年の調査（東京都水産試験場生物資源部，1996）では 1994 年だけで、また東京都環境局の 1982 年から 2005 年までの調査（東京都環境局自然環境部，2006）では 1988 年と 1992 年，1994 年，1995 年，1997 年，1998 年，および 2000 年から 2005 年までの毎年で、ギマが採集されている。ヒナハゼについても、ごく最近，2003 年以降に東京湾の湾奥で増加している種で（村瀬ら，2007），それまでの湾奥の調査では記録がない（加納ら，2000；桑原ら，2003；山根ら，2004）。

メナダとナンヨウボラは、逆に近年になって記録がほとんどなくなった種で、本研究でも採集されなかった。横浜市の沿岸域調査では 1988 年以前にメナダが採



Table 3. Four dominant species of fishes collected at the Keihin-jima, Shinhama-ko Lagoon, Obitsu-gawa River and Kasai tidal flats in the inner Tokyo Bay, shown by sampling years, with several characteristics of each study site

Sites	Keihin-jima		Shinhama-ko L.		Obitsu-gawa R.		Kasai
	1994-1995 <sup>1</sup>	2006-2007 <sup>2</sup>	1997-1998 <sup>3</sup>	2004 <sup>4</sup>	1997-1998 <sup>5</sup>	2005-2006 <sup>6</sup>	2000-2001 <sup>7</sup>
Environmental conditions							
Location of tidal flat*	a	a	b	b	c	c	a
Artificial (A) or natural (N) tidal flat	A	A	A	A	N	N	A
Mean salinity (SD)	16.3 (5.5)	15.2 (4.2)	24.3 (5.5)	27.4 (1.8)	21.0 (5.8)	13.1 (7.1)	24.7 (5.5)
Total no. of individuals/25m tow	300.1	188.9	563.8	814.7	198.8	238.9	1117.3
Total no. of species	35	35	20	35	32	25	31
Mean monthly no. of species (SD)	7.4 (3.1)	8.2 (4.0)	4.9 (3.8)	10.7 (4.2)	10.7 (5.4)	6.8 (2.7)	7.5 (3.2)
Species diversity (H')	1.865	1.724	0.910	1.409	2.051	2.238	1.905
Evenness (J)	0.525	0.485	0.304	0.396	0.592	0.695	0.555
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	3	1	1	2	1	4	2
<i>Sardinella zunasi</i>	+	2	+	+	—	+	+
<i>Gymnogobius breunigii</i>	2	3	3	4	4	1	4
<i>Acanthogobius lactipes</i>	+	4	+	+	+	+	+
<i>Mugil cephalus cephalus</i>	+	+	4	+	+	—	+
<i>Gymnogobius macrognathos</i>	1	+	2	1	+	+	1
<i>Gymnogobius heptacanthus</i>	4	+	+	3	+	+	+
<i>Lateolabrax japonicus</i>	+	+	+	+	2	2	+
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	+	+	—	+	3	+	+
<i>Gymnogobius uchidai</i>	—	—	—	—	+	3	—
<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	—	+	—	—	+	+	3

1 NASU *et al.* (1996), 2 Present study, 3 KANOU *et al.* (2000), 4 KOHNO *et al.* (2008), 5 KANOU *et al.* (2000), 6 YAMAMOTO (2007), 7 KUWABARA *et al.* (2003).

\* a, outside river mouth; b, lagoon; c, inside river.

H', Shannon-Wiener's index of species diversity; J, Pielou's evenness.

+, < fourth; —, not collected.

集されている(岩下ら, 2005)。東京都環境局自然環境部(2006)によると, メナダは1997年までのほぼ毎年と2001年, 2005年に, ナンヨウボラは2001年まではほぼ毎年採集されているが, その後は出現していない。さらに内湾の小櫃川(加納ら, 2000)や新浜湖(重田ら, 1980), 多摩川河口(河野ら, 1994)などでも, メナダあるいはナンヨウボラが1998年くらいまでは採集されているが, それ以降は出現していない(桑原ら, 2003; 山根ら, 2004)。

#### 4.3 東京湾内湾の他の地点との比較

ここでは, 東京湾の内湾における京浜島仔稚魚相の特徴をさらに明らかにするために, 京浜島(那須ら, 1996: 調査年は1994~1995年; 本研究: 2006~2007年)と新浜湖(加納ら, 2000: 1997~1998年; 河野ら, 2008: 2004年), 小櫃川(加納ら, 2000: 1997年; 山本, 2007: 2005~2006年), および葛西人工渚西浜(桑原ら, 2003: 2000~2001年)の比較を行った。新浜湖は塩水の内陸湖であり, 小櫃川は河口から約500m河川に入った河口干潟, 葛西人工渚西浜は自然の浅場である三枚洲に面した前浜干潟で, 京浜島も人工の前浜干潟であるが羽田空港の内側に位置しており東京湾に直接は面していない(Table 3)。底質の詳しい分析はしていない

が, いずれも砂泥底であると判断される。塩分は京浜島と小櫃川でやや低い傾向があった。

出現した種数は京浜島で最も多く(35種), 次いで新浜湖(20種と35種), 小櫃川(25種と32種), 葛西人工渚(31種)の順であった(Table 3)。京浜島では調査年による差はなかったものの, 新浜湖では増加, 小櫃川では減少した。一方, 個体数では葛西人工渚で最も多く(1曳網あたり1,117個体), 次いで新浜湖(564・815個体), 京浜島(189・300個体), 小櫃川(199・239個体)の順であった。経年変化では, 京浜島で減少したものの, 新浜湖と小櫃川では増加した。

多様度H'は小櫃川で高く(2.05~2.24), 次いで葛西人工渚(1.91), 京浜島(1.72~1.87), 新浜湖(0.91~1.41)の順であった。均衡度J'を場所ごと, 年ごとにプロットすると(Fig. 8), 小櫃川と新浜湖ではやや増加傾向にあったが, 京浜島ではやや減少した。

「簡易多様度判定グラフ」(Fig. 9)では(グラフにもとづく各種の値はTable 4にまとめた), 採集場所ごとにまとまりを示した。これは, 採集場所が内陸湖, 河口干潟, 前浜干潟であるといった採集場所の特性を表わしているものと考えられる。これらの間の比較では, 第1位種の占める割合(低い方が多様度は高いと考えられる)が新浜湖, 葛西人工渚, 京浜島, 小櫃川

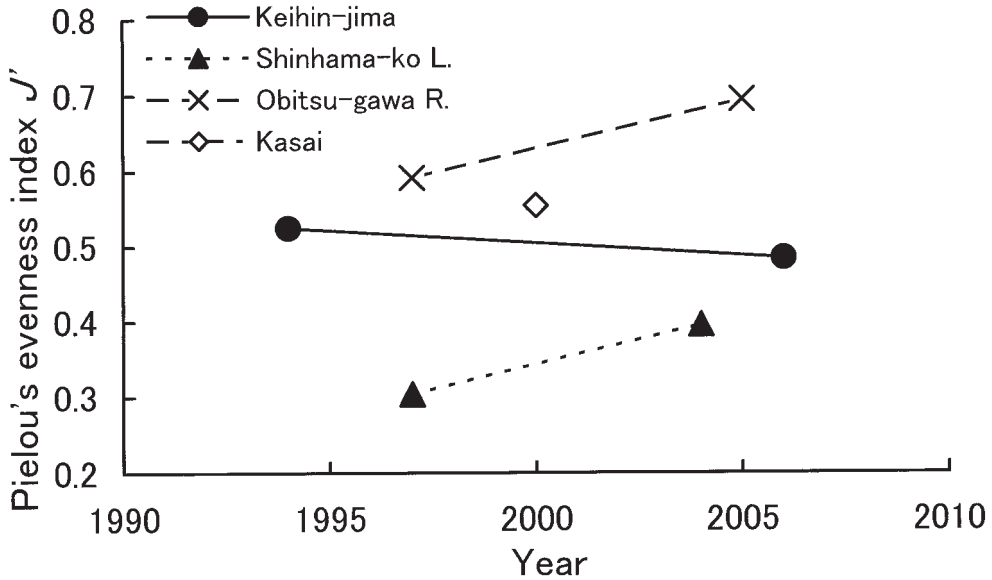


Fig. 8. Pielou's evenness index  $J'$  for fishes collected at the Keihin-jima, Shinhama-ko Lagoon, Obitsu-gawa River and Kasai tidal flats in the inner Tokyo Bay, shown by sampling years.

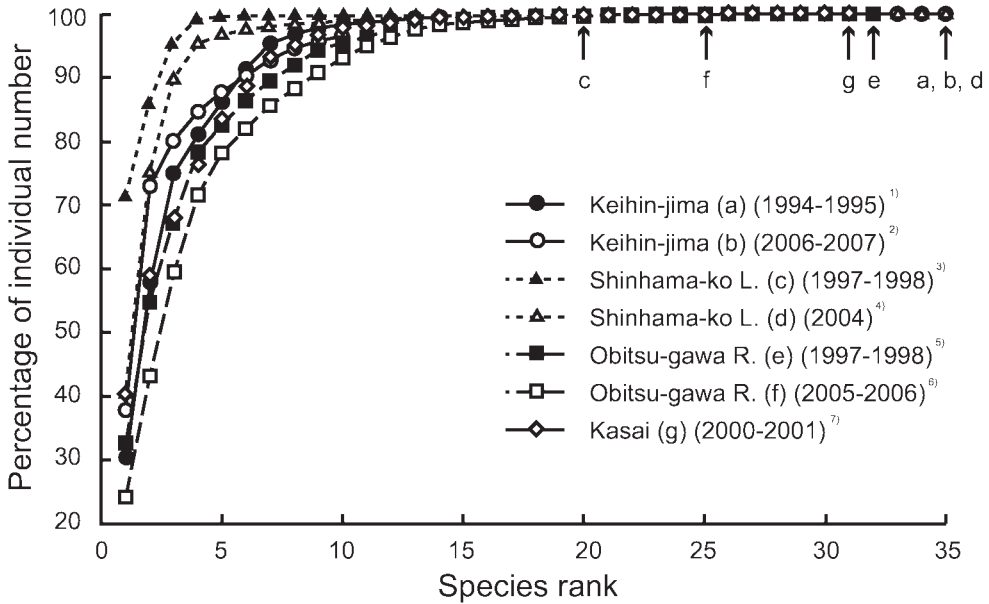


Fig. 9. Relationships between accumulated percentages of individual numbers and species rank of fishes collected at the Keihin-jima, Shinhama-ko Lagoon, Obitsu-gawa River and Kasai tidal flats in the inner Tokyo Bay, shown by sampling years. For references shown by numerals with semi-parentheses, see Table 3. Arrows with letters a-g indicate the number of species in each sampling.

Table 4. Comparisons of species diversities represented by the percentage of first ranked species, species rank over 80% and 95% and species number of fishes collected at the Keihin-jima, Shinhama-ko Lagoon, Obitsu-gawa River and Kasai tidal flats in the inner Tokyo Bay, shown by sampling years

Place	Study year	Percentage of 1st ranked species	Rank of species over 80%	Rank of species over 95%	No. of species
Keihin-jima	1994-1995 <sup>1)</sup>	30.7	4	7	35
	2006-2007 <sup>2)</sup>	38.0	3	9	35
Shinhama-ko L.	1997-1998 <sup>3)</sup>	71.5	2	3	20
	2004 <sup>4)</sup>	41.0	3	4	35
Obitsu-gawa R.	1997-1998 <sup>5)</sup>	32.7	5	10	32
	2005-2006 <sup>6)</sup>	24.2	6	11	25
Kasai	2000-2001 <sup>7)</sup>	41.0	5	7	31

1) Nasu et al. (1996), 2) Present study, 3) Kanou et al. (2000), 4) Kohno et al. (2008), 5) Kanou et al. (2000), 6) Yamamoto (2007), 7) Kuwabara et al. (2003).

の順に高い (Table 4)。さらに、全体の 80% に達する種順位と 95% に達する種順位 (これらは遅い方が多様度は高い) では、新浜湖、京浜島あるいは葛西人工渚、小櫃川の順に遅くなっている。すなわち、「簡易多様度判定グラフ」に基づく、多様度は高い順に小櫃川、京浜島あるいは葛西人工渚、新浜湖であると判断された。各地点内での年による変化に着目すると、新浜湖と小櫃川では 1990 年代よりも 2000 年代の方が第 1 位種の占める割合が低く、80% と 95% に達する順位が遅くなっている。すなわち、近年の方が、多様度が高くなっていると考えられる。それに対して京浜島では、年による変化があまりないことが判明した。

#### 4.4 他の水域をふくめた継続モニタリングの重要性

本研究は「羽田空港再拡張事業」にともなう「羽田周辺水域環境調査研究会」の調査研究の一環として行われた。1994~1995 年 (那須ら, 1996) と 2006~2007 年 (本研究) の仔稚魚群集の比較に基づく、季節的な出現傾向やハゼ科魚類の優占、ボラなどの長期にわたって出現する種などについては年を経てもあまり変化していないことが明らかとなった。したがって、これら両調査で示された結果が、同事業の実施前の京浜島干潟域の仔稚魚群集の状態であるといえる。しかしその一方で、上述したように、年によって出現ピークが季節的に異なることや、とくに夏季に出現する海水魚の魚種には違いのあることなどが判明した。したがって、今後、「羽田空港再拡張事業」の仔稚魚相への影響を明らかにするためには、一年間といった短期間ではなく、数年にわたる仔稚魚相調査が必要であると考えられる。さらに、外湾をもふくめた東京湾の仔稚魚相についてはかなり情報が蓄積されている (東京海洋大学魚類学研究室 (編), 2006) が、「羽田空港再拡張事業」の影響評価をするためには、京浜島だけではなく羽田周辺海域、さらには東京湾内湾での仔稚魚群集調査を行う必要がある。

このような長期の生物モニタリングは、本稿の目的である「羽田空港再拡張事業」の影響という観点からだけではなく、広く東京湾の環境保全や環境修復のためにも有用である。それは、沿岸環境関連学会連絡協議会が 2006 年 (沿岸環境モニタリング, その必要性, 可能性, 緊急性一関連学会からの提言に向けて) と 2007 年 (沿岸環境モニタリングの継続性を支える制度・資金・人の現状と課題—今, “学” ができることは何か?—) にたて続けにジョイントシンポジウムを開催したことからも、沿岸域での環境モニタリングの重要性が示されている (これら二つのシンポジウムに基づいた『提言』は、沿岸環境関連学会連絡協議会の HP: <http://www.wv.mei.titech.ac.jp/coast-env/index.html> に公表されている)。

#### 謝辞

本研究をすすめるにあたり、採集調査の許可を快諾された大田区漁業協同組合の方々にお礼申しあげる。採集に協力していただいた東京海洋大学魚類学研究室の学生諸氏に感謝する。なお、本研究は羽田周辺水域環境調査研究委員会の調査研究の一環として行った。研究を行うにあたってご指導とご助言をいただいた同委員会委員の方々と国土交通省関東地方整備局をはじめとした関係各機関の方々にお礼申しあげる。

#### 文献

- 岩下 誠・長坂 裕・今泉和樹・今福智仁・井本昌臣 (2005): 横浜市沿岸域の魚類相調査 (2002 年度) 魚類相及び漁獲情報の経年変化. 横浜の川と海の生物 (第 10 報・海域編), 横浜市環境保全局, 17-52.
- 鎌谷明善 (1993): 東京湾の姿 過去と現在. 小倉紀雄 (編) 東京湾—100 年の環境変遷, 恒星社厚生閣, 東京, 11-27.
- KANOU, K., H. KOHNO, T. PRASERT and H. KUROKURA (2002): Larvae and juveniles of two engraulid

- species, *Thryssa setirostris* and *Thryssa hamiltonii*, occurring in the surf zone at Trang, south Thailand. *Ichthyol. Res.*, **49**, 401-405.
- 加納光樹・小池哲・河野 博 (2000): 東京湾内湾の干潟域の魚類相とその多様性. *魚類学雑誌*, **47**, 115-129.
- 小林四郎 (1995): 生物群集の多変量解析. 蒼樹書房, 東京, 194 pp.
- 河野 博・渋川浩一・多紀保彦 (1994): 多摩川下流域の魚類相—I. 河口域. 水生生物調査結果報告書, 東京都大田区環境部環境保全課, 19-45.
- 河野 博・横尾俊博・茂木正人・加納光樹 (2008): 東京湾岸に位置する人工潟湖(新浜湖)の魚類相. *日本生物地理学会会報*, **63**, 133-142.
- 木元新作 (1993): 集団生物学概説. 共立出版, 東京, 188 pp.
- 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.
- 村瀬敦宣・根本雄太・前田 玄 (2007): 東京湾の浜離宮恩賜庭園潮入の池と高浜運河に出現するハゼ科魚類. *神奈川自然誌資料*, (28), 75-83.
- 鍋島靖信・仲嶋昌紀・山本圭吾 (2006): 関西国際空港周辺域における浮魚類現存量調査. 大阪府立水産試験場事業報告, 117-165.
- 中坊徹次(編) (2000): 日本産魚類検索 全種の同定 第2版. 東海大学出版会, 東京, 1474 pp.
- 那須賢二・甲原道子・渋川浩一・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.
- 重田勝義・加藤 隆・児玉仁美・鈴木仁美 (1980): 新浜湖の魚類調査:—ウラギク湿地とセイゴ水道について—. 千葉県新浜研究会, 千葉県新浜水鳥保護区生物調査報告, (5), 28-56.
- 清水 誠 (2003): 漁業資源から見た回復目標. 東京湾の環境回復—目標と課題—, *月刊海洋*, **35**, 476-482.
- STEEVENSON, D.E. (2002): Systematics and distribution of fishes of the Asian goby genera *Chaenogobius* and *Gymnogobius* (Osteichthys: Perciformes: Gobiidae), with the description of a new species. *Species Diversity*, **7**, 251-312.
- 東京海洋大学魚類学研究室(編) (2006): 東京湾 魚の自然誌. 平凡社, 東京, 253 pp.
- 東京都環境局環境評価部 (2003): IV魚類 平成13年度水生生物調査結果報告書. 環境資料第14055号, 東京都環境局環境評価部, 170-181.
- 東京都環境局自然環境部 (2006): III稚魚等 平成16年度東京湾調査結果報告書. 環境資料第17046号, 東京都環境局自然環境部, 65-73.
- 東京都水産試験場生物資源部 (1996): 最近の東京都内湾浅海域における魚類稚仔の発生状況について. 平成7年度東京都水試成果速報, 165-166.
- 山本彩人 (2007): 小櫃川河口域の魚類相と優占するハゼ科魚類4種の生態学的研究. 東京海洋大学大学院修士学位論文, 41 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.

受付 2008年4月11日

受理 2008年12月16日

## 根室周辺海域の海況の季節変化

永田 豊

### Seasonal variation of the oceanic state in the sea near Nemuro, Hokkaido

Yutaka NAGATA

**Abstract :** Seasonal variation of the oceanic state in the sea near Nemuro, Hokkaido was investigated by using the data set MODS2000 compiled by the Marine Information Research Center. Number of observational data is very small, especially in winter season. However, reasonable seasonal variations of temperature and salinity were obtained for several sub-regions of 30° square, because deviations of temperature and salinity are significantly small in winter season. Water temperature tends to decrease with depth in the period from May to October, while tends to increase in the period from January to March. Salinity has a tendency to increase with depth in the period from January to October (the data numbers in November and December are too small to get any conclusion). Month of the maximum temperature tends to shift later with depth. Both of temperature and salinity tends to increase as analyzed sub-domain moves eastward. Month of the maximum temperature shifts later as analyzed sub-domain moves eastward.

**Keywords :** *the sea around Nemuro City, seasonal variation of sea state, historical data, statistics of temperature and salinity*

#### 1. はじめに

根室周辺海域はハナサキガニが生息するなど特異な海域である。根室市水産研究所は、ハナサキガニの試験操業地点で水温の定期的観測を行ったことがあるが、その観測は漁期に限られており、周年にわたる観測は、沿岸定置観測に限られている。道東沿岸には沿岸親潮が流れており、それについては多くの研究がある（例えば、小笠原, 1990, 磯田ら, 2003, KONO *et al.*, 2004）。しかし、小笠原（1990）が、春先に現れる沿岸親潮と、夏から晩秋にかけて現れる高温・高塩分の道東暖流とを合わせ、道東沿岸流として、その周年にわたる季節変動を、概念的に述べている他は、ほとんど周年の季節変化は議論されていない。この海域には、北海道立釧路水産試験場が定期観測を年6回実施しており、特に1990以降はFig. 1に示すように充実した海況観測がおこなわれている。現在、このデータの解析を実行中である。この論文では、その前段階として、それ以前にどの程度の観測データがあるのか、その限られたデー

タからどの程度の結論が引き出せるかについて検討する。ここでは、日本水路協会海洋情報研究センターがまとめたデータセットMODS2000を利用して根室周辺の海況の季節変化特性を検討する。海洋情報研究センターではMODS2005等、順次データセットの改定・充実を図っているが、北海道水産試験場関係のデータの収集が遅れがちなこと、上記のように2000年以降に北海道釧路水産試験場の観測ネットワークが格段に充実され、それ以降の観測データの大部分がその観測結果に依存することになることから、ここではMODS2000のデータベースを使用する。

#### 2. データソースと解析方法

海洋情報研究センターでは、日本海洋データセンター（JODC）や世界データセンターA（WDC-A）のデータベースを利用し、それに独自の品質管理を施して、西部太平洋域のデータベースを構築している。本論文では2000年に編集されたMODS2000を利用し、42.75°Nから44.25°N、144.75°Eから147.25°Eの水温・塩分資料を用いた。密度逆転等の品質管理フラッグの付いたデータ等疑問のあるデータを削除し、重複データを取り除いた後、測定値を必要に応じて標準層（0、

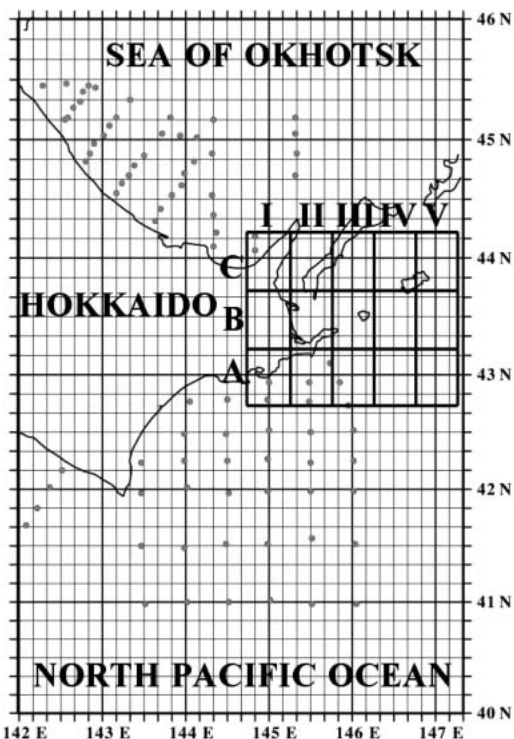


Fig. 1. The analyzed area in this paper. The area is divided into sub-domains of  $30^\circ$  square Alphabets A, B, and C attached on the left side of sub-domains and Roman numbers. I through V show sub-domain names such as AI, BII and so on. Routine observation stations by the Hokkaido Fisheries Experiment Station (open circles indicate those covered by the Hokkaido Kushiro Fisheries Experiment Station) after 1990 are also shown in this figure.

10.20.30.50, 75, 100, 125, 150, 200m) に内挿し、標準層データベースを作成した。この海域では 200m 以深でのデータ数が非常に少なくなるので、主として 150m 以浅のデータを解析の対象とした。全部で観測点数は 2,612 で、1933 年から 1993 年までのデータが含まれている。

解析区間を Fig. 1 に示す様に 15 の海区に分割した。各海区の一辺は 30 分であり、各海区の西および南の境界線上のデータは、その海区に含めた。AII の海区が根室沖であり、BI および BII が根室水道に当たる。

AII 海区を例にとって、1930 年代 (1930–1939: 表では 30 と記す)、1940 年代 (1940–1949: 表では 40、以下同様) というように期間を 10 年ごとに分け、水温の観測点数を月ごとに示したのが Table 1 である。15 海区の中で、比較的観測数が多いのは AI と AII 海区であり、その他の海区では、月別の合計の観測数が 0 の月が存在するため、完全な年周変化を求めることができなかった。全般に冬季の観測数が少ない。

### 3. 根室周辺海域の水温・塩分の季節変化

#### 3-1. 水温塩分の季節変化と分散

各海区について、各標準層の水温と塩分の平均と分散を月ごとに計算した。その結果から、AI 海区の 0m 層における水温 (上段)・塩分 (下段) の季節変化の様子を示したのが Fig. 2 であり、同様に AII 海区について示したのが Fig. 3 である。これらの図には平均値 (m)、最大値 (max)、最小値 (min)、平均に標準偏差 ( $\sigma$ ) の三倍を加えたものと、引いたものとを示している。測定値が  $m-3\sigma \sim m+3\sigma$  の範囲の外にあるとき、品質管理の際にそのデータを疑問視することが、よくおこなわれるが、最大値・最小値はその範囲に収まっている。

冬季のデータ数が極めて少ないにもかかわらず、

Table 1. Number of observation in sub-domain AII for each month and for each decade (30, 40 and so on indicate the decade from 1930 to 1939, that from 1940 to 1949 and so on).

	30	40	50	60	70	80	90	Total
January	4	1	0	0	1	0	0	6
February	5	1	5	2	12	8	0	33
March	4	0	5	0	0	36	0	45
April	0	1	0	1	6	18	5	31
May	0	5	3	4	0	33	7	52
June	0	2	2	0	0	33	10	47
July	2	3	0	9	6	34	2	56
August	5	3	8	14	25	36	2	93
September	6	2	5	2	12	72	12	111
October	0	1	0	3	7	53	0	64
November	2	2	3	2	0	4	0	13
December	0	0	0	0	0	2	0	2
Total	28	21	31	37	69	329	38	553

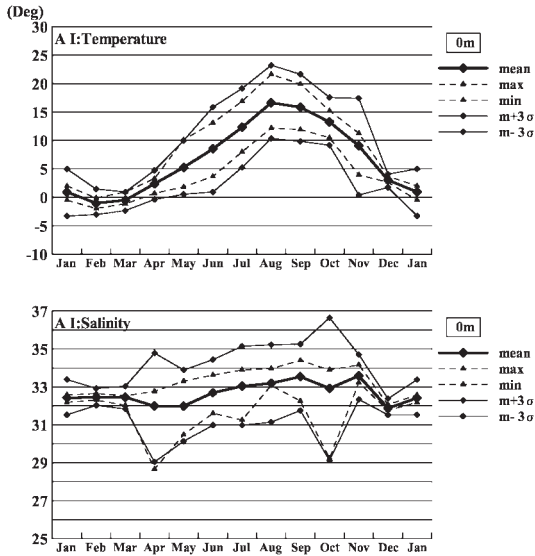


Fig. 2. Seasonal variations of temperature (upper figure: °C) and salinity (lower figure) in 0m depth of sub-domain AI. Mean (m), maximum (max), minimum (min), and  $m+3\sigma$  and  $m-3\sigma$  ( $\sigma$  is the standard variation) are shown.

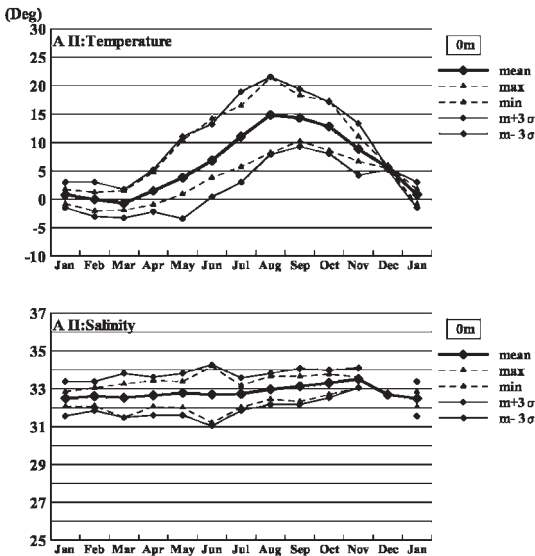


Fig. 3. Same as in Fig. 2 except for of sub-domain AII.

平均値についてはスムーズな季節変化曲線が得られている。面白いことにデータ数が少ないにも関わらず、冬季（1月～3月）の標準偏差の値が他の季節に比べ有意に小さくなっている。このことが、冬季の観測数が少ないのに、スムーズな季節変化を得ることができた一因と考えられる。

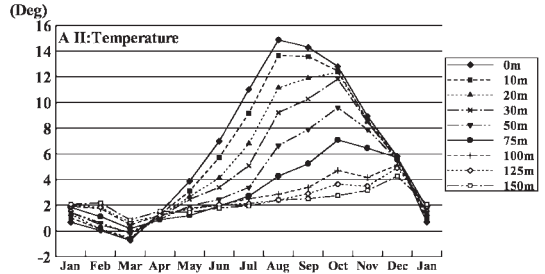


Fig. 4. Seasonal temperature variations (in °C) at variable standard depths in sub-domain AII. Identification of each standard depth is shown in right side of the figure.

### 3-2. 季節変化の深度依存性

AII 海区について、各標準層における平均水温の季節変化を示したものが Fig. 4 である。5月から11月にかけては、水温は深さとともに明らかに低下する傾向を示す。水温の最大値を示す月は0mと10m深では8月であるが、深さとともに遅れる傾向を示す。しかし、1ヶ月間隔の値では、遅れの進行は明確ではなく、20mから70mまでは10月に最大値がみられる。10月以降の降温期では、各深度の変化曲線は、0mないし10mの水温変化曲線に順次吸収される形になる。これは秋季から冬季にかけて、表面混合層の深度が増加していくにしたがい、各標準層が順次、混合層に含まれていくためと考えられる。100m以深では混合層に吸収される12月が最高水温を示す。

これに対して、冬季（1～3月）においては、水温は深さとともに上昇する。後に述べるように塩分は一般に深さとともに増大するから、密度成層は塩分勾配によって維持されていることになる。Fig. 5に平均水温が深さとともにどのように変化しているかを示す。上段に1～4月の各月について、中段に5～8月の各月について、下段に9～12月の各月について示す。これらの図において、Fig. 4と対比し易いように水温を縦軸にとっている。これらの図から12月～4月の期間において、表面混合層が発達し、150m以浅までほとんど一様になっていることがわかる。しかし、先に述べたように1～5月（5月では100m以深で）水温が深さとともに上昇する傾向がみられる。

対応する塩分についての鉛直構造を Fig. 6 および Fig. 7 に示す。Fig. 6 で11月、12月、の値は、0m層を除けば、観測数が非常に少なく、信頼度が低いと考えられる。Fig. 6 に示されるように、有意な観測数のある1月～10月まで、各層とも塩分値は深さとともに増加する傾向を示す。Fig. 7の塩分分布をみると、1～4月において50～100m深に塩分躍層が見られ、9～10月では塩分の鉛直勾配は小さい。冬季の塩分資料が少ないが、この結果は冬季の水温の逆転傾向は、密度的に

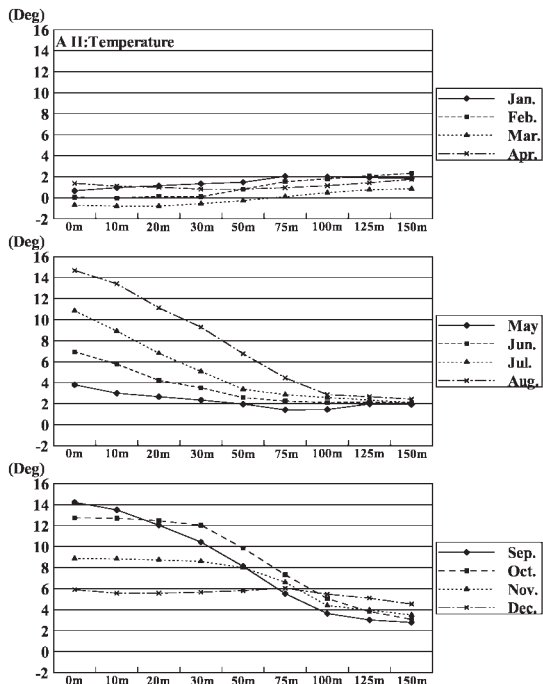


Fig. 5. Seasonal variations of vertical temperature profiles in sub-domain AII: profiles in January through April are shown in upper figure, those in May through August in middle figure and those from September to December in lower figure, respectively.

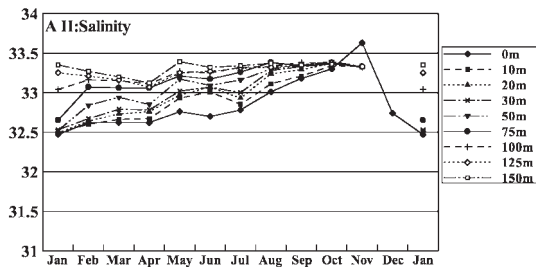


Fig. 6. Same as in Fig. 4 except for salinity variations.

は塩分分布によって安定化されていることを示している。

### 3-3. 季節変化特性の東西方向の変化

15 海区の中で、AI から AV の東西に並ぶ海域が、B, C の並びに比較して観測数が多い。そこで AI~AV について季節変化の特性を比較してみよう。AI から AV の 0m および 50m 層における平均水温の季節変化を重ねて示したものが、それぞれ Fig. 8 の上図と下図である。海区が東に移るにつれて観測数が減少し、月によっては観測数が 0 という海区も存在するため、明確な結

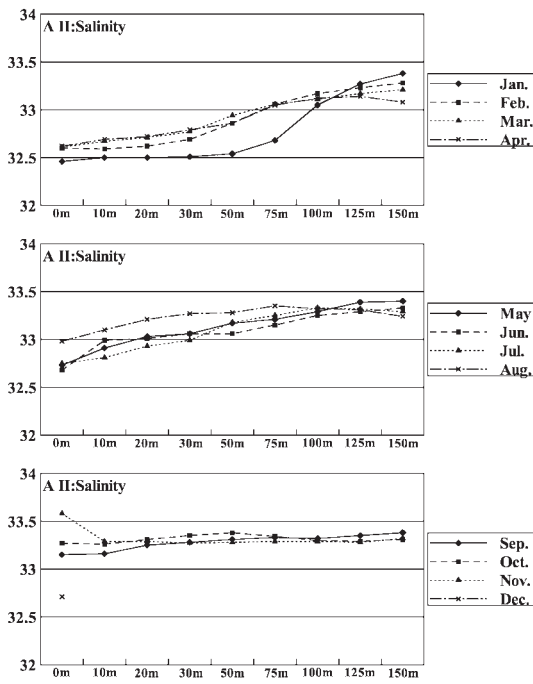


Fig. 7. Same as in Fig. 5 except for vertical salinity profiles.

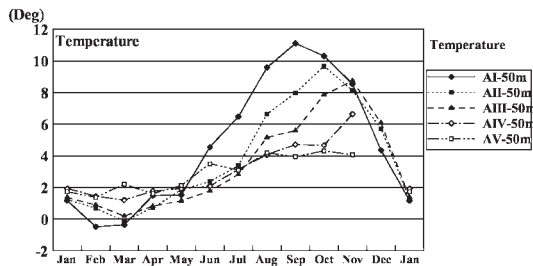
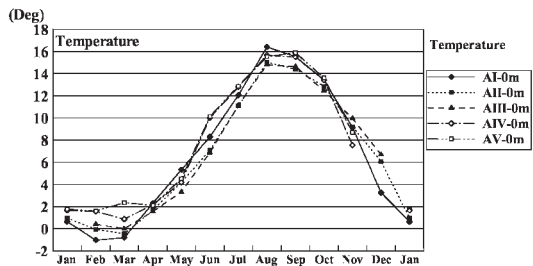


Fig. 8. Comparison of seasonal temperature variations at sub-domains from AI through AV: upper figure is for 0m depth, and lower figure for 50m depth.

論を出すことができるかどうか若干問題がある。しかし、東西方向に変化特性に若干の系統的な差異が見られる。

0m での水温の変化曲線 (Fig. 8 上図) においては海



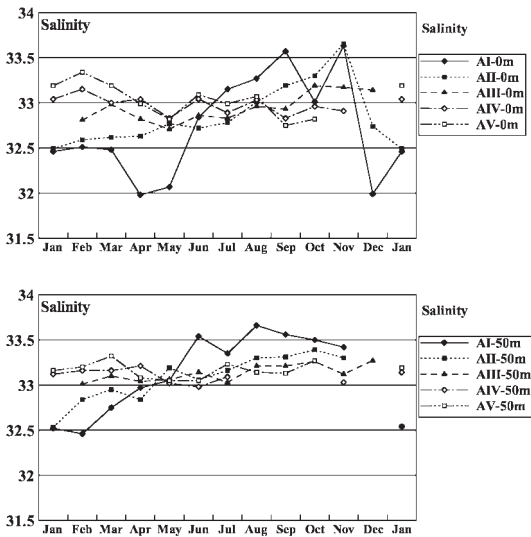


Fig. 9. Same as in Fig. 8 except for seasonal salinity variations.

区間の差は顕著でないが、1月～3月の冬季には水温は東の海区に移るに従って増加する傾向が見られる。この傾向は、50m層 (Fig. 8 下図) ではより顕著に表れている。この期間は道東沖沿岸近くに沿岸親潮が現れる時期 (例えば小笠原, 1990) で、これに関連している可能性がある。50m層では、変化曲線の東西の差異は顕著になり、水温の最大値が東によるほど低くなる傾向が明確に見られ、また最大値が現れる時期も遅れる傾向が見られる。この様子は、Fig. 4 の AII 海域での深さの増大に伴う季節変化の変化に似ていることは興味があり、今後の検討課題である。

同様に、0m層と50m層の平均塩分の季節変化を AI から AV 海区について比較したものが Fig. 9 の上図と下図である。0m層の塩分が AI 海区で4, 5月に著しく低下しているのは、融雪等による陸水の影響と考えられるが、この海区に特に現れた原因を見るには詳しい塩分の分布を調べる必要がある。この点を除くと0mと50mの変化特性は似ている。より明確に変化が現れる50mに注目すると、1～3月にかけて塩分は海区が東に移るほど高くなる傾向が見られる。この傾向は5月に逆転し、5月以降11月までは海区が東に移るほど塩分が低くなる。12, 1月については観測数が少なく明確な結論は下せないが、1～3月と同じ様な傾向を示している。これらの塩分の季節変化特性は水温のそれによく対応している。

### 3-4. 根室水道の海況

BI, BII の根室水道内の観測資料は非常に少なく、

1～3月の冬季のデータはなく、9月の観測もなかった。他の季節でも観測は20m以浅の表層に限られている。4～7月にかけて、水道内の塩分はAII等の太平洋側に比べて非常に低い。この期間には水温・塩分層が発達しており、その値は0mから20mまで低下している。水温は4から7月まで上昇を続けるが塩分は7月に弱いピークを示して、8月には若干低下している。10月から11月では成層が見られず、水温・塩分は表層で同様である。水温はこの期間内で低下するが、塩分は逆に増加する。観測数が限られていて確言できないが、太平洋側の変化特性とは異なっており、オホーツク水の根室水道を通しての流入が、根室周辺の海況に大きな影響を与えているとは考え難い。

### 3-5. 季節変化の経年変化

観測数の比較的多い AII 海区について、1～3月の10年間ずつの冬季の水温・塩分の平均をとって経年変化を調べてみたが1930年代から1980年代の期間について有意な変化は見出せなかった。

## 4. おわりに

根室周辺海域での歴史的データの数は非常に限られており、特に冬季のデータは非常に少ない。しかし、データの少ない冬季では、水温・塩分の値の分散が小さく、そのため一年を通して、ある程度信頼が置ける季節変化を示すことができ、その特性が深度に対して、また東西の位置に対して、どのように変化するかについての知見を得ることができた。

もちろん、さらに新しいデータを加えて、統計の信頼度を上げていく必要があり、また得られた結果の解釈や理解を進めるためには、観測時期を限ったケース・スタディを行う必要がある。そのため、1990年から格段に改善された北海道釧路水産試験場の定期観測資料 (Fig. 1) の解析を始めている。ここで述べた結果は、そのような研究に対して、ある種の指針を与えるとともに、研究成果の解釈を助けるものと考えられる。

## 謝辞

本研究を行うにあたって、種々のご援助をいただいた北海道区水産研究所の小熊幸子博士、根室市水産研究所博多功、相川公洋、長瀬桂一の諸氏に感謝の意を表します。また、この研究は根室市水産研究所とサハリン漁業・水産研究所の共同プロジェクトのハナサキ・プログラムの一環として行われたものであることを付記します。

## 引用文献

磯田豊・黒田寛・明正達也・本田総 (2003): 沿岸親潮の海洋構造とその季節変化。沿岸海洋研究, 41, 5-12.

- 小笠原惇六 (1990): 北海道東部・南部沿岸海域 II。続  
日本全国沿岸海洋誌, 473-483.
- KONO, T., P. FOREMAN., P. CHANDLER., and M.  
KASHIWAI (2004): Coastal Oyashio south of Hok-  
kaido, Japan. *J. Phys. Oceanogr.*, **34**, 1477-1494.

受付 2008年11月21日

受理 2009年1月19日

資 料

## 第 46 卷第 4 号掲載欧文論文の和文要旨

中根幸則<sup>1)</sup>・須田有輔<sup>2)</sup>・早川康博<sup>3)</sup>・大富 潤<sup>4)</sup>・佐野光彦<sup>1)</sup>：開放的な砂浜域の稚魚に対する捕食圧：糸つなぎ実験を用いた砂浜タイプ間での比較

2007年8月に鹿児島県吹上浜の反射型、逸散型、および中間型（ラネル内）の各砂浜タイプにおいて、シロギス *Sillago japonica* の稚魚を用いて糸つなぎ実験を行い、小型魚の生残率を調べた。これまで、大型の魚食魚は中間型にみられる沿岸州の浅い水域を移動できないと考えられてきた。このため、沿岸州の陸側に位置するラネルでは、反射型や逸散型と比べ、小型魚の生残率が高いことが予想された。さらに本研究では、各砂浜タイプと中間型のラネル沖において、魚食魚の種数と個体数をシュノーケリング潜水によって計数した。その結果、糸つなぎ実験では、砂浜タイプ間で生残率に有意な差は認められなかった。また、魚食魚の種数や個体数は、ラネル内の方がその沖側よりも多く、さらに砂浜タイプ間で有意に異ならなかった。したがって、捕食圧はどの砂浜タイプでも同程度であり、ラネルはこれまで考えられてきたような捕食者からの避難場となっていない可能性が示唆された。

<sup>1)</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科 〒113-8657 東京都文京区弥生1-1-1, <sup>2)</sup> 水産大学校生物生産学科 〒759-6595 山口県下関市永田本町2-7-1, <sup>3)</sup> 水産大学校水産技術管理学専攻 〒759-6595 山口県下関市永田本町2-7-1,

<sup>4)</sup> 鹿児島大学水産学部 〒890-0056 鹿児島県鹿児島市下荒田4-50-20。

著者連絡先: 〒113-8657 東京都文京区弥生1-1-1 東京大学大学院農学生命科学研究科, 中根幸則, TEL: 03-5841-8115, FAX: 03-5841-5189, Email: aa67109@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp)

Dao Viet Ha<sup>1)\*</sup>, 高田義宜<sup>2)</sup>, 大村卓朗<sup>3)</sup>, Nguyen Tien Dung<sup>1)</sup>, Nguyen Thu Hong<sup>1)</sup>, 佐藤 繁<sup>2)</sup>, 福代康夫<sup>3)</sup>, 児玉正昭<sup>2)</sup> : ベトナム カンフォア県 ニャフー湾における小型プランクトン中のドウモイ酸

我々は先にベトナム、カンフォア県、ニャフー湾で行った現場調査において、*Spondylus versicolor* のドウモイ酸量が増加する時期の20  $\mu\text{m}$  の目合いのネットを用いて採集したプランクトン試料にドウモイ酸を認めた。同湾におけるドウモイ酸生産プランクトン種を明らかにするため、プランクトンネット試料を200, 100, 10および0.6  $\mu\text{m}$  のメッシュサイズのネットまたは膜で順次ろ過してサイズ別に分画し各画分中のドウモイ酸を測定したところ、90%以上のドウモイ酸が10  $\mu\text{m}$  のメッシュを通り抜けるサイズの粒子画分に認められた。本画分には植物プランクトン総細胞数の7%程度が捕集され、これらの半数以上は小型の *Nitzschia* および *Pseudo-nitzschia* 属で占められていた。以上の結果は、熱帯域では通常のネット採集では捕集が困難な小型プランクトンが熱帯産の貝のドウモイ酸蓄積に関与していること示唆する。

(Dao Viet Ha National Institute of Oceanography, 01 Cau Da Street, Nha Trang City, Khanh Hoa Province, Vietnam Tel.: +84 58 590218; Fax: +84 58 590034, E-mail: tmmp\_vnocean@dng.vnn.vn 1 National Institute of Oceanography, <sup>1)</sup> Cau Da, Nha Trang, Vietnam, <sup>2)</sup> 北里大学 海洋生命科学部 〒022-0101 岩手県大船渡市三陸町越喜来烏頭 160-4, <sup>3)</sup> 東京大学 アジア生物資源環境研究センター 〒113-8657 東京都文京区弥生1-1-1)

## 学 会 記 事

1. 2008年12月2日(火)日仏会館会議室において、第3回幹事会が開かれた。

### 報告事項

- 1) 第13回日仏海洋学シンポジウム(マルセイユ+パリ; 9月8-12日)について、今協会長から報告があった。日本からの参加者数が多く、非常に盛況であった。
- 2) 日仏交流150周年記念日仏関連学会総合シンポジウム「日仏学術交流のルネッサンス」(9月28日、日仏会館於)について、本会からは八木副会長が講演した旨、会長から報告された。
- 3) 学会賞委員半数(4名)改選の結果は以下のとおりであったことが荒川(庶務)から報告された。  
選出: 今脇資郎、山口征矢、前田昌調、野村英明  
次点: 土屋光太郎  
今協会長の辞退に伴い、次点の土屋氏を繰り上げて選出した。  
非改選: 石丸隆、磯田豊、神田穰太、長島秀樹、吉田次郎
- 4) バックナンバーのDVD化状況について、森永副会長から報告があった。吉田編集委員長の協力によってバックナンバーのDVD化が完成した。会計および会員への配布準備を引き続き行うことが報告された。
- 5) 日仏関連学会連絡協議会が6月23日に開催された。今協会長と荒川が出席した。
- 6) 2009年1月30日に日仏会館の新年会が開催される。今協会長が出席予定。

### 審議事項

- 1) 学会創立50周年記念事業について、今協会長から提案がなされ、議論した。記念事業として、第14回日仏海洋学シンポジウム(「Kobe 2010」)を、Techno Oceanとの共催で、2010年10月に神戸で開催することと、学会の記録「50年の歩み(仮称)」を編集することが了承された。「Kobe 2010」については、会長を委員長とする実行委員会を組織して準備・開催することとした。委員会の詳細は次回幹事会までに森永副会長を中心に検討する。2010年の総会は「Kobe 2010」の会期中に行い、学術発表会は「Kobe 2010」が兼ねることとした。東京での記念式典・シンポジウムは開催しない。また「創立50周年記念特別編集委員会」を設置し、「50年の歩み(仮称)」を編集し出版する。La

merの特別号とする。

- 2) HPを積極的に使って、学会の活動を宣伝することとした。広報を担当する新たな幹事を任命することとした。

2. 2009年2月14日(火)東京海洋大学会議室において、第4回幹事会が開かれた。

### 報告事項

- 1) 第14回日仏海洋学シンポジウム(略称「Kobe 2010」)について経過報告:「Techno-Ocean 2010」第2回組織委員会の報告が会長と河野幹事からなされた。  
日仏海洋学会は「Techno-Ocean 2010」の共催団体となり、今協会長が諮問委員となる。「Techno-Ocean 2010」の開催場所は神戸国際展示場で、開催時期は2010年10月14-16日。「Kobe 2010」は、その一部を構成する。参加費は現在検討中。前回幹事会での決定事項として、(a)「Kobe 2010」は学会創立50周年記念事業の一環として位置づけ、2010年度の総会・学術発表会を兼ねることとし、6月の総会は開かない、(b)東京での記念式典・シンポジウムなどは実施しない、の2点を確認した。
- 2) 日仏関連学会シンポジウム「日仏学術交流のルネッサンス」報告書の原稿の進捗状況について、小池幹事より報告された。
- 3) 学会誌バックナンバーのDVD化が終了し、学会誌次号に添付し会員へ配布する。海外会員には英語版完成後に発送の予定。
- 4) 学会誌の編集状況について、吉田委員長から報告された。本年度内にVol. 46, No. 3およびNo. 4を出版の予定。
- 5) 平成20年度研究発表会DVDが完成した(荒川幹事)。1組4000円で販売する。
- 6) 2008年度第2回日仏関連学会連絡協議会が12月15日に開催された(出席者:小松幹事、荒川幹事)。日仏学者交換の募集、新フランス学長 Marc Humbert 氏について報告した。

### 審議事項

- 1) 「Kobe 2010」実行委員会の設置について:実行委員会の設置について議論し、その体制を以下の通りとする。  
委員長:今脇

副委員長：八木、森永

総 務：河野\*、八木、吉田、小松(輝)、田中(祐)、小林

募 金：森永\*、木谷、寺崎、和泉、中田

業務支援：小池(康)\*、井上(敏)、山崎(秀)、神田

事 務 局：河野\*、茂木、堀本、荒川

\*は責任者。

これに伴い、「Techno-Ocean 2010」実行委員会の「Technical Program Committee」のCo-Chair（日仏海洋学会関係）には、河野幹事を推薦する。

- 2) 「50年の歩み（仮称）」編集・出版：前回幹事会で設置が認められた「創立50周年記念特別編集委員会」のメンバーは以下の通りとする。  
吉田（委員長）、山根、瀬川、神田、北出、田中(祐)、堀本
- 3) 広報担当幹事を設置し、担当幹事として、野村英明会員に委嘱する。
- 4) 東大海洋研の共同利用・共同研究拠点の認定について、本学会から会長名で要請書を提出することとした。
- 5) 平成21年度総会および研究発表会は、6月20日（土）（第1候補）もしくは27日（土）（第2候補）に行う。
- 6) 本学会規則に退会および除名に関する規定を設けるよう、改定の検討を行う。
- 7) 日本水産学会水産教育推進委員会 鈴木委員からの本学会への報告方法について、報告書を幹事会へ提出してもらうこととした。

### 3. 新入会員

氏名	所属	紹介者
永田 豊	日本水路協会 〒144-0041 東京都大田区羽田空港1-6-6 第一統合ビル 6階	吉田次郎
一見 和彦	香川大学農学部付属浅海域環境実験実習施設 〒761-0130 香川県高松市庵治町鎌野 4511-15	多田邦尚
安倍 大介	水産総合研究センター中央水産研究所 〒236-8648 神奈川県横浜市金沢区福浦 2-12-4	今脇資郎
橋濱 史典	東京海洋大学 〒108-8477 東京都港区港南4-5-7	神田穰太

### 4. 退会

小池義夫 館岡篤志 前田明夫 青木三郎 高橋正征  
川村有二 宮崎龍雄 奥田邦明

La mer (Bulletin de la  
Société franco-japonaise  
d'océanographie)  
Tome 46 (2008)

Sommaire

Numéro 1,2

Notes originals

- Long term variation of Secchi depth in  
Kesenuma Bay (In Japanese)  
.....Kazue HISAMATSU,  
Hisayuki ARAKAWA, Tetsuo SEKI and  
Tsutomu MORINAGA 1-11
- Food resource partitioning among fishes  
in an estuarine nursery as revealed by  
stable isotope analysis  
.....Koetsu KON, Kouki KANOU,  
Takashi INOUE, Atsushi KOBAYASHI,  
Ken-ichi HAYASHIZAKI and  
Hisashi KUROKURA 13-17
- Elemental composition of suspended par-  
ticulate matter in Bangpakong River  
Estuary, Thailand  
.....Nattapong LOASSACHAN,  
Shettapong MEKSUMPUN, Kazuhiko  
ICHIMI and Kuninao TADA 19-27
- Dinophysis* (Dinophyceae) in the pelagic  
waters of central and western Pacific  
.....Nguyen Van NGUYEN, Takuo  
OMURA, Ken FURUYA and  
Yasuwo FUKUYO 29-36
- Diurnal Tidal Current on the Eastern  
Shelf of Hidaka Bay -Can juvenile  
walleye pollock, *Theragra  
chalcogramma*, move southeastward  
with the diurnal tidal current?  
.....Hiroshi KURODA, Yutaka ISODA,  
Satoshi HONDA, Hidetaka TAKEOKA  
and Manabu SHIMIZU 37-47
- How do fishes utilize tidal pools on the  
mudflat? (In Japanese)  
.....Kazuyoshi UCHIDA, Toshihiro  
YOKOO, Hiroshi KOHNO and  
Kouki KANOU 49-54

うみ (日仏海洋学会誌)

第46巻 (2008年)

総目次

第1, 2号

原 著

- 気仙沼湾における透明度の長期変動  
.....久松和恵・荒川久幸・關 哲夫  
・森永 勤 1-11
- 安定同位体比分析を用いた河口成育場にお  
ける魚類の餌資源分割の解明 (英文)  
.....今 孝悦・加納光樹・井上 隆・  
小林 敦・林崎健一・黒倉 壽 13-17
- タイ国バンパコン川河口域における浮遊懸  
濁物の化学組成 (英文)  
.....Nattapong LOASSACHAN・  
Shettapong MEKSUMPUN・  
一見和彦・多田邦尚 19-27
- 中部および西部太平洋外洋域で採取された  
*Dinophysis*属 (英文)  
.....Nguyen Van NGUYEN・大村卓朗  
・古谷 研・福代康夫 29-36
- 日高湾東部陸棚上の日周潮流ースケトウダ  
ラ (*Theragra chalcogramma*) 0歳魚  
の南東移動は日周潮流に起因するのか?—  
(英文)  
.....黒田 寛・磯田 豊・本田 聡  
・武岡英隆・清水 学 37-47
- 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・横尾俊博・河野 博  
・加納光樹 49-54

Faites divers	56	資料	56
Procés-verbaux	57	学会記事	57

### Numéro 3

#### Notes originals

Seasonal variation in fresh water residence time and its impact on the water quality at Hurun Bay, South Sumatera, Indonesia  
 .....Suhendar I. SACHOEMAR,  
 Tetsuo YANAGI and MUAWANAH 65-75

Describing Cetacean Habitat in Australian Waters  
 .....Cara MILLER and Nardi CRIBB 77-84

Cephalic Appendage Motion during Swimming of a Calanoid Copepod, *Subeucalanus crassus* (Giesbrecht, 1888)  
 .....Erin WITTKÉ, Takashi ISHIMARU and Yuji TANAKA 85-96

Evaluation of stock status of *Channa micropeltes* in Tonle Sap Lake, Cambodia, by means of CPUE analysis  
 .....Kazuhiro ENOMOTO, Satoshi ISHIKAWA, Mina HORI, Saroeung LIENG, Sitha HORT, Lim Song SRUN, Nao THUOK and Hisashi KUROKURA 97-104

Faites divers	105
Procés-verbaux	107

### Numéro 4

#### Notes originals

Predation pressure for a juvenile fish on an exposed sandy beach: Comparison among beach types using tethering experiments  
 .....Yukinori NAKANE, Yusuke SUDA, Yasuhiro HAYAKAWA, Jun OHTOMI and Mitsuhiro SANO 109-115

Domoic acid in small-sized plankton in Nha Phu Bay, Khanh Hoa Province, Vietnam  
 ...DAO Viet Ha, Yoshinobu TAKATA, Takuo OMURA, NGUYEN Tien Dung,

### 第3号

#### 原 著

インドネシア・南スマトラ・ハラン湾における淡水平均滞留時間の季節変動と水質への影響 (英文)  
 ...I.S.スヘンダル・柳 哲雄・ムアワナ 65-75

オーストラリア水域における鯨類の生息環境に関する解説 (英文)  
 .....Cara MILLER and Nardi CRIBB 77-84

ラヌス目カイアシ類 *Subeucalanus crassus* (Giesbrecht, 1888) の遊泳にともなう頭部付属肢の挙動 (英文)  
 .....Erin Wittke・石丸 隆・田中祐志 85-96

カンボジア王国トンレサップ湖周辺における *Channa micropeltes* の CPUE を用いた資源動向の分析 (英文)  
 ...榎本 憲泰・石川 智士・堀 美菜・LIENG Saroeung・HORT Sitha・SRUM Lim Song・THUOK Nao・黒倉 寿 97-104

資料	105
学会記事	107

### 第4号

#### 原 著

開放的な砂浜域の稚魚に対する捕食圧一糸つなぎ実験を用いた砂浜タイプ間での比較— (英文)  
 .....中根幸則・須田有輔・早川康博・大富 潤・佐野光彦 109-115

ベトナム カンフォア県 ニャフー湾における小型プランクトン中のドゥモイ酸 (英文)  
 .....DAO Viet Ha・高田義直・大村卓朗・ NGUYEN Tien Dung

NGUYEN Thu Hong, Shigeru SATO, Yasuwo FUKUYO and Masaaki KODAMA	117-120	• NGUYEN Thu Hong • 佐藤 繁 • 福代康夫 • 児玉正昭	117-120
Seasonal changes of fish fauna at the Keihin-jima artificial tidal flat in the inner Tokyo Bay, with special refer- ence to the necessity of long-term bio- logical monitoring (In Japanese) ……Masato MOTEKI, Kengo YASUDA, Keiko YAMAMOTO, Toshihiro YOKOO, Hiroshi KOHNO, Kazunobu MOROHOSHI, Nobuaki SUZUKI, Syouichi MATSUZAKA and Ryyuichi ARIZI	121-134	東京湾京浜島の魚類相の季節変化と長期生 物モニタリングの必要性  ……………茂木正人・安田健吾・山本桂子 • 横尾俊博・河野 博・諸星一信 • 鈴木信昭, 松坂省一, 有路隆一	121-134
Seasonal variation of the oceanic state in the sea near Nemuro, Hokkaido (In Japanese) ……………Yutaka NAGATA	135-140	根室周辺海域の海況の季節変化  ……………永田 豊	135-140
<b>Faites divers</b>	141	資料	141
<b>Procès-verbaux</b>	142	学会記事	142



## 賛 助 会 員

J F E ア レ ッ ク 株 式 会 社	神戸市西区井吹台東町7-2-3
株式会社 イ ー エ ム エ ス	神戸市中央区東川崎町1-3-3
	神戸ハーバーランドセンタービル 13F
有限会社 英 和 出 版 印 刷 社	北区中里2-14-8 シャンボール駒込101
財団法人 海 洋 生 物 環 境 研 究 所	千代田区神田神保町3-29 帝国書院ビル5F
ケー・エンジニアリング株式会社	台東区浅草橋5-14-10
い で あ 株 式 会 社	世田谷区駒沢3-15-1
テ ラ 株 式 会 社	文京区湯島4-1-13-402

# 日仏海洋学会入会申込書

(正会員・学生会員)

	年度より入会	年	月	日申込
氏名				
ローマ字		年	月	日生
住所 〒				
勤務先 機関名				
電話	E-mail:			
自宅住所 〒				
電話	E-mail:			
紹介会員氏名				
送付金額	円	送金方法		
会誌の送り先 (希望する方に○をつける)		勤務先          自宅		

(以下は学会事務局用)

受付	名簿	会費	あて名	学会
	原簿	原簿	カード	記事

入会申込書送付先：〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿 3-9-25

(財) 日仏会館内

日 仏 海 洋 学 会

郵便振替番号：00150-7-96503

## 日仏海洋学会編集委員会（2008-2009年度）

委員長：吉田次郎

委員：落合正宏，田中祐志，長島秀樹，門谷 茂，柳 哲雄，渡邊精一

海外委員：H. J. CECCALDI（フランス），E. D. GOLDBERG（アメリカ），L. SEURONT（フランス），  
T. R. PARSONS（カナダ）

幹事：田中祐志，北出裕二郎

## 日仏海洋学会役員・評議員（2008-2009年度）

顧問：ユベール・プロシェ ジャック・ロベール アレクシス・ドランドール ミシェル・ルサージュ  
ロベール・ゲルムール ジャック・マゴー レオン・ヴァンデルメルシュ オーギュスタン・ベルク  
ユベール・セカルディ オリビア・アンサール ピエール・カプラン

名誉会長：ピエール・スイリ

会長：今協資郎

副会長：八木宏樹 森永 勤

幹事：（庶務）河野 博 荒川久幸  
（会計）神田讓太 山崎秀勝  
（編集）田中祐志 北出裕二郎  
（研究）石丸 隆 和泉 充  
（渉外）小松輝久 小池康之

監事：長島秀樹 小池 隆

編集委員長：吉田次郎

評議員：荒川久幸	有元貴文	石丸 隆	和泉 充	磯田 豊	今協資郎	神田讓太
北出裕二郎	小池勲夫	小松輝久	小池康之	河野 博	斎藤誠一	関根義彦
千手智晴	田中祐志	寺崎 誠	中田英昭	長島秀樹	森永 勤	門谷 茂
柳 哲雄	八木宏樹	山口征矢	山崎秀勝	吉田次郎		

---

2009年3月25日印刷  
2009年3月28日発行

う み

第46巻  
第4号

定価 ¥ 2,500

編集者 吉 田 次 郎

発行所 日 仏 海 洋 学 会

財団法人 日仏会館内

東京都渋谷区恵比寿 3-9-25

郵便番号：150-0013

電話：03 (5421) 7 6 4 1

振替番号：00150-7-96503

印刷者 佐 藤 一 二

印刷所 (有)英和出版印刷社

東京都北区中里 2-14-8

シャンボール駒込101

郵便番号：114-0015

電話：03 (3940) 8 2 0 1

---

本雑誌に関する問い合わせ 電話番号 03(5463)0467

# う み

## 第 46 卷 第 4 号

### Notes originales

Predation pressure for a juvenile fish on an exposed sandy beach : comparison among beach types using tethering experiments .....Yukinori NAKANE, Yusuke SUDA, Yasuhiro HAYAKAWA, Jun OHTOMI and Mitsuhiko SANO 109

Domoic acid in small-sized plankton in Nha Phu Bay, Khanh Hoa Province, Vietnam .....DAO Viet Ha, Yoshinobu TAKATA, Takuo OMURA, NGUYEN Tien Dung, NGUYEN Thu Hong, Shigeru SATO, Yasuwo FUKUYO and Masaaki KODAMA 117

Seasonal changes of fish fauna at the Keihin-jima artificial tidal flat in the inner Tokyo Bay, with special reference to the necessity of long-term biological monitoring (In Japanese) .....Masato MOTEKI, Kengo YASUDA, Keiko YAMAMOTO, Toshihiro YOKOO, Hiroshi KOHNO, Kazunobu MOROHOSHI, Nobuaki SUZUKI, Syouichi MATSUZAKA and Ryouichi ARIZI 121

Seasonal variation of the oceanic state in the sea near Nemuro, Hokkaido (In Japanese) .....Yutaka NAGATA 135

Faits divers ..... 141

Procès-verbaux ..... 142

Sommaire ..... (1)

### 原 著

開放的な砂浜域の稚魚に対する捕食圧: 糸つなぎ実験を用いた砂浜タイプ間での比較 (英文) .....中根幸則・須田有輔・早川康博・大富潤・佐野光彦 109

ベトナム カンフォア県 ニャフー湾における小型プランクトン中のドウモイ酸 (英文) .....DAO Viet Ha・高田義宜・大村卓朗・NGUYEN Tien Dung・NGUYEN Thu Hong・佐藤繁・福代康夫・児玉正昭 117

東京湾京浜島の魚類相の季節変化と長期生物モニタリングの必要性 .....茂木正人・安田健吾・山本桂子・横尾俊博・河野博・諸星一信・鈴木信昭・松坂省一・有路隆一 121

根室周辺海域の海況の季節変化 .....永田豊 135

### 資 料

第 46 卷第 4 号掲載欧文論文の和文要旨 ..... 141

学会記事 ..... 142

総目次 ..... (1)

2009年 3 月

日 仏 海 洋 学 会