

# 東京湾内湾の干潟域の魚類相とその多様性

加納光樹<sup>1,2</sup>・小池 哲<sup>1,3</sup>・河野 博<sup>1</sup>

<sup>1</sup>〒108-8477 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学魚類学研究室

<sup>2</sup>現住所：〒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農学国際専攻  
(電子メール：[kokikano@sk9.so-net.ne.jp](mailto:kokikano@sk9.so-net.ne.jp))

<sup>3</sup>現住所：〒142-0041 東京都品川区戸越3-4-18 (株) フィスコ

(1999年12月3日受付；2000年4月24日改訂；2000年5月12日受理)

キーワード：東京湾内湾，干潟域，魚類，群集構造，多様性

---

魚類学雑誌  
Japanese Journal of  
Ichthyology  
© The Ichthyological Society of Japan 2000

Kouki Kanou\*, Tetsu Koike and Hiroshi Kohno. 2000. Ichthyofauna of tidelands in the inner Tokyo Bay, and its diversity. *Japan. J. Ichthyol.*, 47(2): 115–129.

**Abstract** A total of 61,388 fish specimens, representing about 60 species, were collected by monthly seine-net (mesh size 0.8 mm) samplings at the seven tide-lands in the inner Tokyo Bay, Pacific coast of central Japan, from April 1997 to March 1998. Two gobiid species, *Acanthogobius flavimanus* and *Chaenogobius macrognathos*, were the most abundant species, contributing 52.6 and 20.7% of the total number of fishes, followed by *Chaenogobius castaneus* (7.7%), *Lateolabrax japonicus* (6.3%) and *Mugil cephalus cephalus* (6.0%). Eight “estuarine” and 19 “marine” species, which occupying 99.4% of total number of fishes, were highly possibly considered to depend on tidelands for their considerable part of life history, because of the occurrence of some developmental stages. The diversity of fish community was higher in Obitsu River and Edo River than in other five sites, in the first two rivers, large tidelands having remained in spite of coastal construction since 1950’s. The results of this study would indicate that the diversity of fish community at tidelands reflect more or less an impact of environmental changes by the reclamation of the inner Tokyo Bay.

\*Corresponding author: Department of Global Agricultural Sciences, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan (e-mail: [kokikano@sk9.so-net.ne.jp](mailto:kokikano@sk9.so-net.ne.jp))

**東**京湾内湾（富津と観音崎を結んだ線より北の海域）は、かつては遠浅の海岸が全域に広がる国内でも有数の豊かな水域で、いわゆる「江戸前」の魚介類を豊富に産出していたが、1950年代後半から進行した有機汚濁や1960年頃から急速に進んだ埋め立てなどの環境変化の影響で、その魚類相は著しく変貌してきた（岩田ほか, 1979; 清水, 1984a, b, c, 1987, 1990, 1999; 風呂田, 1985; 工藤, 1997; 時村・清水, 1998）。とくに、埋め立てによる干潟域の減少は著しく、戦前に136 km<sup>2</sup>あった干潟域が現在では10 km<sup>2</sup>しか残っていない（小倉, 1993）。このような状況下で、東京湾内湾

の河口や塩水湖では、1970年代後半から、魚類の成育場としての干潟域の役割を明らかにする研究が、張網と投網（重田ほか, 1980）、手網（辻, 1980）、プランクトンネット（竹内・安田, 1980）、小型底曳網（東京都水産試験場, 1990）、および小型地曳網（東京都環境保全局水質保全部, 1985, 1988–1999; 那須ほか, 1996）による採集や潜水観察（東京都水産試験場, 1985）などのさまざまな方法によって行なわれてきた。その結果、東京湾内湾の干潟域については、出現する魚類の種組成や出現時期、出現サイズ、食性、棲み場所の利用などの基礎的な知見が集積されるとともに、

人為的な環境変化が魚類群集に与える影響についても推察されるなど、国内では最も情報量の多い水域となっている。しかし、これらの情報は、調査方法が統一されていないために定量的な資料として扱うことができず、干潟間で魚類の群集構造を比較するのには不都合である。

そこで本研究では、年間にわたって東京湾内湾の7つの干潟域において小型地曳網により魚類を採集し、出現魚種の生活史型や発育段階の特徴に基づく干潟の利用様式を検討することで、干潟域における魚類の群集構造の特徴を明らかにした。さらに、地点間での魚類群集の比較から、東京湾内湾の環境変化と干潟域における魚類群集の多様性との関係について考察した。そして、これらのことから、現在の東京湾内湾において干潟域が魚類の成育場としてどのような役割を果たしているのかを検討した。

### 材料と方法

**標本の採集と発育段階の区分** 採集は、東京湾内湾に流入する主要な河川（多摩川、荒川、江戸川、養老川、小櫃川、小糸川）の河口域と塩水湖（新浜湖）の計7地点で行った（Fig. 1）。採集地点はすべて砂泥底の干潟域である。採集期間は1997年4月から1998年3月で、各地点ともに1か月から1か月半に1回、大潮の昼の干潮時に採集を行った。ただし、1日の干潮時にすべての地点の採集を行うことはできないので、各月の採集は連続した数日間を費やして以下の9つの期間に行った：1997年4月24日–29日、5月24日–30日、6月28日–7月4日、8月1日–4日、9月14日–20日、10月14日–16日、11月26日–28日、1998年1月30日–2月2日、3月3日–6日。採集には小型地曳網（袖網部の長さ4m、深さ1m、網目2mm；胴網部の長さ3.5m、網目0.8mm）を用い、水深1m以浅の潮間帯から潮下帯にかけての砂泥底表面を、汀線に対してほぼ平行に約50m、1地点につき3回曳網した。採集の終了時に表層水の水温と塩分を測定した。塩分の測定にはアタゴ社製の海水濃度屈折計を用いた。採集物は現場でただちに10%ホルマリンで固定し、研究室に持ち帰った後、魚類のみを選別し、種の同定、個体数の計数、体長の測定を行い、70%エチルアルコール中で保存した。

採集された魚類の発育段階は、以下の4つに区分した：仔魚、鰓条が定数に達していない時期のもの；稚魚、鰓条が定数に達し鱗も出始めているが、体形や模様が成魚と異なる時期のもの；若魚、

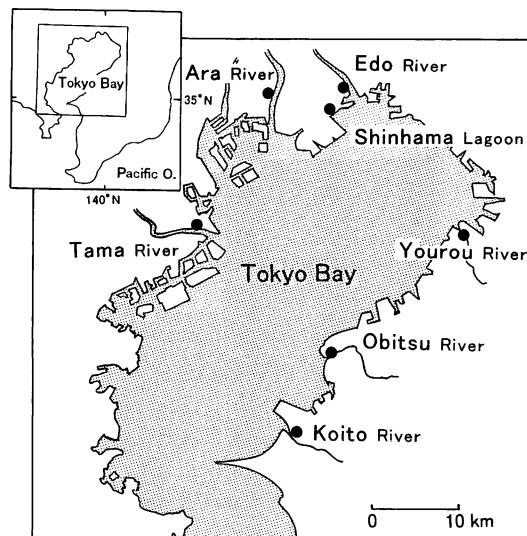


Fig. 1. Map of sampling sites in the inner Tokyo Bay.

鱗の分布や模様がほぼ完成し体形も成魚に近いが未成熟のもの；成魚、性的に成熟しているもの。

リストの科の配列はNelson (1994)に、和名と学名は中坊（編）(1993)に従った。本研究の標本は、東京水産大学水産資料館の仔稚魚コレクションMTUF-P(L)に以下の番号で登録・保管されている：MTUF-P(L) 4911–4991, 5004–5259, 5285–5357, 5609–5615, 5637–5669, 5756–5778。

**生活史型と砂泥干潟の利用様式の区分** 魚類の生活史型は、Claridge et al. (1986), Lenanton and Potter (1987), およびNeira et al. (1992)などを参考にして、以下の6つに区分した：河口魚、海水魚、淡水魚、遡河回遊魚、降河回遊魚、両側回遊魚。河口魚は河口域もしくは河口域と海域の境界で産卵を行い、河口域で全生活史をほぼ完結する種である（仔魚期に海域へ分散することもある）。海水魚は海域で産卵を行う種であり、基本的には河川淡水域では成長しない。淡水魚は河川淡水域で産卵を行い、生活史を淡水域で完結する種である。遡河回遊魚は産卵のために河川を遡り、淡水域で産卵を行う種である。降河回遊魚は産卵のために河川を降り、海域で産卵する種である。両側回遊魚は産卵を河川淡水域で行い、仔魚は流下して海域で多少成長した後に河川へと戻り、河川で成長し、成熟する種である。各魚種の各生活史型への決定は、東京湾内湾とその流入河川における既往の魚類相研究の知見（岩田ほか, 1979; 竹内・安田, 1980; 辻, 1980; 東京都環境保全局水質保全

部, 1985, 1988–1999) により決定した。

さらに、出現した魚類の発育段階の特徴に基づいて各魚種の干潟の利用様式を以下の3つの型に区分した：滞在型、一時的滞在型、通過・偶来型。このうち、滞在型は、干潟域には仔魚または稚魚から出現し、以後、成魚まで出現して、生活史を干潟上でほぼ完結する種である。一時的滞在型は、仔魚から稚魚、稚魚から若魚、仔魚から若魚と複数の発育段階にわたって出現するが、成魚までは滞在しない種である。通過・偶来型は1つの発育段階だけ、もしくは不連続の発育段階に出現する種である。

**解析方法** 地点間での群集の比較を行うために Schoener (1968) の類似度指数を、地点間および月間での種組成の比較を行うために Jaccard (1901) の群集係数を求めた。これらに基づく地点間のクラスター分析は、群平均法で行った。さらに、各地点での群集の多様度を計量するために、森下 (1967) の多様度指数  $\beta$  を求めた。多様度指数  $\beta$  は種  $i$  の個体数  $n_i$  と総個体数  $N$  によって

$$\beta = \frac{N(N-1)}{\sum_i n_i(n_i-1)}$$

と表される。また、群集の多様度を決定する要因を明確に示すために、個体数上位1番目から  $k$  番

目の種までの多様度（個体数順位の多様度： $\beta_k$ ）を求めた。 $\beta_k$  は個体数上位  $k$  番目の種の個体数  $n_k$  によって

$$\beta_k = \frac{\sum_k n_k \left( \sum_k n_k - 1 \right)}{\sum_k n_k (n_k - 1)}$$

と表される。 $\beta_k/\beta$  は0から1の範囲で変化し、個体数順位 ( $k$ ) が低くなるほど1に近づく。なお、 $\beta_k/\beta$  が最初に0.95以上になる種の順位を、とくに、多様度決定要因の個体数順位とした。この多様度決定要因の個体数順位が高い地点ほど、上位を占める種の個体数のバランスが悪く、また、低い地点ほど上位を占める種の個体数のバランスが良いことを示している。

## 結果

### 水温と塩分

各地点の水温は、4月から8月にかけて上昇し、その後低下した。最低は1–2月の江戸川の9.0°C、最高は8月の小櫃川の31.7°Cであった (Table 1)。

年平均塩分土標準誤差は、江戸川で  $26.5 \pm 0.47$  psu と最も高く、次いで新浜湖 ( $24.3 \pm 1.19$  psu)、小櫃川 ( $21.0 \pm 1.27$  psu)、小糸川 ( $18.3 \pm 1.66$  psu)、養

**Table 1.** Monthly changes of water temperature (°C) and salinity (psu) at the seven tidelands in the inner Tokyo Bay from April 1997 to March 1998

| Sites                    | 1997 |      |           |      |      |      |      |           | 1998 |                 |
|--------------------------|------|------|-----------|------|------|------|------|-----------|------|-----------------|
|                          | Apr. | May  | June–July | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Jan.–Feb. | Mar. | mean ± SE       |
| <b>Water temperature</b> |      |      |           |      |      |      |      |           |      |                 |
| Obitsu River             | 21.8 | 19.6 | 28.7      | 31.7 | 22.5 | 21.8 | 13.1 | 10.8      | 13.9 | —               |
| Yourou River             | 17.9 | 18.5 | 30.9      | 34.0 | 23.8 | 20.8 | 13.8 | 11.4      | 13.0 | —               |
| Koito River              | 18.6 | 22.3 | 29.5      | 30.4 | 23.0 | 19.8 | 12.7 | 11.4      | 14.8 | —               |
| Ara River                | 16.1 | 18.5 | 29.6      | 28.0 | 22.5 | 19.8 | 14.2 | 11.0      | 15.8 | —               |
| Edo River                | 18.4 | 18.5 | 29.6      | 30.3 | 25.0 | 20.0 | 13.0 | 9.0       | 12.3 | —               |
| Tama River               | 20.0 | 17.9 | 28.5      | 29.7 | 23.0 | 19.8 | 14.1 | 10.9      | 12.8 | —               |
| Shinhamada Lagoon        | 17.4 | 18.5 | 29.1      | 27.3 | 24.9 | 19.8 | 13.7 | 9.2       | 12.8 | —               |
| <b>Salinity</b>          |      |      |           |      |      |      |      |           |      |                 |
| Obitsu River             | 17.9 | 14.4 | 25.9      | 20.0 | 29.0 | 24.5 | 13.6 | 27.3      | 16.4 | $21.0 \pm 1.27$ |
| Yourou River             | 15.9 | 15.5 | 23.6      | 24.0 | 17.8 | 18.0 | 6.3  | 15.2      | 2.4  | $15.4 \pm 1.55$ |
| Koito River              | 17.9 | 22.5 | 26.5      | 19.0 | 17.5 | 28.0 | 17.6 | 13.5      | 2.1  | $18.3 \pm 1.66$ |
| Ara River                | 12.4 | 7.9  | 14.8      | 6.5  | 9.8  | 15.4 | 20.8 | 17.6      | 17.4 | $13.6 \pm 1.05$ |
| Edo River                | 24.3 | 23.5 | 27.0      | 24.5 | 27.8 | 29.5 | 28.6 | 27.8      | 25.4 | $26.5 \pm 0.47$ |
| Tama River               | 13.5 | 17.0 | 20.0      | 5.7  | 9.7  | 15.8 | 8.5  | 8.2       | 3.4  | $11.3 \pm 1.21$ |
| Shinhamada Lagoon        | 19.6 | 24.5 | 25.0      | 24.5 | 17.4 | 33.0 | 29.7 | 27.8      | 17.2 | $24.3 \pm 1.19$ |

老川 ( $15.4 \pm 1.55$  psu), 荒川 ( $13.6 \pm 1.05$  psu), 多摩川 ( $11.3 \pm 1.21$  psu) であった (Table 1).

#### 干潟域で採集された魚類

**種数と個体数** 本研究で採集された魚類は 11 目 31 科 60 種 (2 未同定種を含む), 計 61,388 個体であった (Tables 2, 3). 科別の種数はハゼ科が最も多く (20 種), 次いでボラ科 (5 種) で, 残り 29 科では 1 種もしくは 2 種だけが出現した. 採集個体数でも, ハゼ科が最も多く (51,759 個体) 全体の 84.3% を占め, 次いでボラ科 (3,958 個体, 6.5%), スズキ科 (3,867 個体, 6.3%) であった.

**種数と個体数の経月変化** 種数は 4 月から 10 月にかけて多く, 最多は 9 月の 34 種で, 次いで 4 月の 27 種であった (Table 2). 10 月以降は減少して 1~2 月には最少 (8 種) となり, 3 月には再び多くなる傾向を示した. 採集個体数は 4 月に最も多く (46,771 個体), その後 11 月 (44 個体) まで減少し, 3 月には再び多くなる傾向を示した (Table 2).

**月間の種組成の比較と出現魚種の季節変化** 月間の種組成の類似度に基づくクラスター分析の結果, 採集期間は類似度 0.4 で以下の 4 つのグループに大別された (Fig. 2): 1997 年 4 月, 5 月, 1998 年

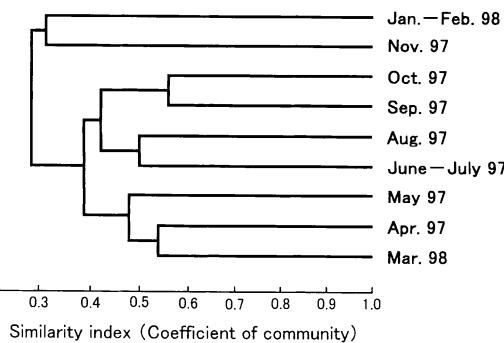


Fig. 2. Dendrogram of sampling months, based on similarity index of Jaccard's (1901) coefficient of community, for the species compositions of fishes collected at the seven tidelands in the inner Tokyo Bay from April 1997 to March 1998.

3 月の 3 期間 (以下では春季とする); 1997 年 6~7 月から 10 月の 4 期間 (夏季から秋季); 1997 年 11 月 (冬季); 1998 年 1~2 月 (冬季).

春季だけに出現した種は, カタクチイワシ, ワカサギ, クルメサヨリ, メバル, サラサカジカ, ベニツケギンポ, ミミズハゼ, ウキゴリ, アカオビシマハゼの 9 種であった. 夏季から秋季だけに出現した種は, サッパ, トウゴロウイワシ, イネゴ

Table 2. Monthly changes of species and individual numbers of fishes collected at the seven tidelands in the inner Tokyo Bay from April 1997 to March 1998

| Sites                        | 1997  |      |           |      |      |      |      | 1998      |      |                 | mean $\pm$ SE | Total |
|------------------------------|-------|------|-----------|------|------|------|------|-----------|------|-----------------|---------------|-------|
|                              | Apr.  | May  | June-July | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Jan.-Feb. | Mar. |                 |               |       |
| <b>Number of species</b>     |       |      |           |      |      |      |      |           |      |                 |               |       |
| Obitsu River                 | 18    | 13   | 11        | 11   | 18   | 7    | 10   | 1         | 7    | $10.7 \pm 1.80$ | 31            |       |
| Yourou River                 | 8     | 7    | 5         | 5    | 5    | 1    | 2    | 1         | 2    | $4.0 \pm 0.87$  | 14            |       |
| Koito River                  | 12    | 9    | 11        | 6    | 7    | 6    | 0    | 2         | 3    | $6.2 \pm 1.35$  | 26            |       |
| Ara River                    | 8     | 7    | 9         | 12   | 6    | 14   | 2    | 4         | 8    | $7.8 \pm 1.23$  | 23            |       |
| Edo River                    | 6     | 12   | 7         | 9    | 20   | 7    | 0    | 0         | 3    | $7.1 \pm 2.08$  | 32            |       |
| Tama River                   | 11    | 11   | 7         | 5    | 9    | 4    | 5    | 2         | 8    | $6.9 \pm 1.05$  | 26            |       |
| Shinhama Lagoon              | 7     | 8    | 6         | 11   | 7    | 1    | 0    | 1         | 3    | $4.9 \pm 1.26$  | 20            |       |
| Total                        | 26    | 24   | 24        | 26   | 34   | 23   | 13   | 8         | 17   | $21.7 \pm 2.60$ | 60            |       |
| <b>Number of individuals</b> |       |      |           |      |      |      |      |           |      |                 |               |       |
| Obitsu River                 | 3781  | 904  | 121       | 120  | 271  | 26   | 20   | 33        | 92   | —               | 5368          |       |
| Yourou River                 | 1487  | 178  | 102       | 12   | 10   | 4    | 11   | 1         | 3    | —               | 1808          |       |
| Koito River                  | 6700  | 1887 | 927       | 79   | 35   | 17   | 0    | 72        | 298  | —               | 10015         |       |
| Ara River                    | 6240  | 1760 | 62        | 195  | 12   | 92   | 8    | 8         | 141  | —               | 8518          |       |
| Edo River                    | 4835  | 1421 | 42        | 55   | 949  | 34   | 0    | 0         | 24   | —               | 7360          |       |
| Tama River                   | 10838 | 1260 | 107       | 67   | 49   | 41   | 5    | 14        | 716  | —               | 13097         |       |
| Shinhama Lagoon              | 12890 | 1663 | 73        | 55   | 29   | 6    | 0    | 2         | 504  | —               | 15222         |       |
| Total                        | 46771 | 9073 | 1434      | 583  | 1355 | 220  | 44   | 130       | 1778 | —               | 61388         |       |

**Table 3.** Fishes collected at the seven tidelands in the inner Tokyo Bay from April 1997 to March 1998

| Family and Species                                       | Individual No. | Rank | %    | Month   | Sites               | Size range (SL, mm) | Developmental stage | Life style category | Life cycle category |
|--|----------------|------|------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Elopidae<br><i>Elops hawaiensis</i>                      |                | 1    |      | 7       | K                   | 27.3                | L                   | P&S                 | M                   |
| Anguillidae<br><i>Anguilla japonica</i>                  |                | 2    |      | 4, 7    | K, O                | 50.8, 692.3         | J-Y                 | T                   | C                   |
| Engraulidae<br><i>Engraulis japonicus</i>                |                | 8    | 0.01 | 5-8     | E, T                | 15.2-19.8           | L-J                 | T                   | M                   |
| Clupeidae<br><i>Konosirus punctatus</i>                  | 630            | 7    | 1.03 | 5-8     | E, K, O, S, T       | 8.2-39              | L-J                 | T                   | M                   |
|  | 556            | 8    | 0.91 | 8-10    | A, E, S, T          | 6.8-20.6            | L-J                 | T                   | M                   |
| Cyprinidae<br><i>Tribolodon brandti</i>                  | 87             |      | 0.14 | 5-11    | A, E, S, T          | 12.8-131.3          | J-Y                 | T                   | An                  |
|  |                |      |      | 5       | T                   | 17.7                | J                   | P&S                 | F                   |
| Osmeridae<br><i>Hypomesus transpacificus nipponensis</i> | 4              |      | 0.01 | 4-5     | E, Y                | 13.5-37.4           | L-J                 | T                   | An                  |
|  | 40             |      | 0.07 | 3-5, 11 | A, E, O, T, Y       | 12.2-64.8           | L-J                 | T                   | Am                  |
| Salangidae<br><i>Salangichthys ishikawae</i>             | 3              |      |      | 5       | E                   | 21.7-29.3           | L-J                 | T                   | M                   |
| Mugilidae<br><i>Chelon haematochilus</i>                 | 2              |      |      | 8       | E, S                | 23.2, 44.9          | J-Y                 | T                   | M                   |
|  | 248            |      | 0.40 | 4-10    | A, E, K, O, S, T, Y | 13.5-125.3          | J-Y                 | T                   | M                   |
|  | 2              |      |      | 8       | S, Y                | 23.5-28.7           | J-Y                 | T                   | M                   |
|  | 41             |      | 0.07 | 10-11   | E, T, Y             | 26.6-39.4           | J-Y                 | T                   | M                   |
|  | 3665           | 5    | 5.97 | 1-11    | A, E, K, O, S, T, Y | 21.1-152.2          | J-Y                 | T                   | M                   |
| Atherinidae<br><i>Hypoatherina valenciennei</i>          | 18             |      | 0.03 | 8-9     | E, S                | 5.2-13.2            | L-J                 | T                   | M                   |
| Hemiramphidae<br><i>Hyporhamphus intermedius</i>         | 1              |      |      | 5       | S                   | 13.1                | J                   | P&S                 | M                   |
| Scorpaenidae<br><i>Sebastes inermis</i>                  | 1              |      |      | 4       | O                   | 23.9                | J                   | P&S                 | M                   |
| Platycephalidae<br><i>Platycephalus</i> sp.              | 26             |      | 0.04 | 4, 8-11 | A, E, K, O, T       | 9.8-59.8            | J-Y                 | T                   | M                   |
|  | 1              |      |      | 9       | O                   | 50.7                | Y                   | P&S                 | M                   |

Table 3. Continued

| Family and Species                | Individual No. | Rank | %    | Month      | Sites               | Size range (SL, mm) | Developmental stage | Life style category | Life cycle category |
|-----------------------------------|----------------|------|------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Cottidae                          |                |      |      |            |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Furcina ishikawai</i>          | 1              |      |      | 4          | K                   | 14.8                | J                   | P&S                 | M                   |
| Percichthyidae                    |                |      |      |            |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Lateolabrax japonicus</i>      | 3867           | 4    | 6.30 | 5–10       | A, E, K, O, S, T, Y | 12.1–215.0          | J–Y                 | T                   | M                   |
| Sillaginidae                      |                |      |      |            |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Sillago japonica</i>           | 1              |      |      | 9          | K                   | 13.9                | J                   | P&S                 | M                   |
| Carangidae                        |                |      |      |            |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Caranx ignobilis</i>           | 1              |      |      | 9          | E                   | 37.2                | Y                   | P&S                 | M                   |
| Leiognathidae                     |                |      |      |            |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Leiognathus nuchalis</i>       | 93             |      | 0.15 | 9–10       | A, E, K, O, Y       | 6.1–37              | L–Y                 | T                   | M                   |
| Haemulidae                        |                |      |      |            |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Plectrohinchus cinctus</i>     | 1              |      |      | 9          | K                   | 35.3                | Y                   | P&S                 | M                   |
| Sparidae                          |                |      |      |            |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Acanthopagrus schlegeli</i>    | 4              |      | 0.01 | 6–8        | O, K                | 9.4–26.3            | J–Y                 | T                   | M                   |
| Sciaenidae                        |                |      |      |            |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Argyrosomus argentatus</i>     | 1              |      |      | 9          | E                   | 40.3                | Y                   | P&S                 | M                   |
| Teraponidae                       |                |      |      |            |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>  | 64             |      | 0.10 | 9, 11      | K, O                | 8.3–44.2            | J–Y                 | T                   | M                   |
| <i>Terapon jarbua</i>             | 38             |      | 0.06 | 8–10       | A, E, O, S, T       | 10.7–58.5           | J–Y                 | T                   | M                   |
| Pholididae                        |                |      |      |            |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Pholis nebulosa</i>            | 138            |      | 0.22 | 1–4, 10–12 | A, K, O, S          | 13.4–107.7          | L–Y                 | T                   | M                   |
| Stichaeidae                       |                |      |      |            |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Dictyosoma rubrimaculatum</i>  | 2              |      |      | 4          | O                   | 9.9–10.3            | L                   | P&S                 | M                   |
| Blenniidae                        |                |      |      |            |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Omobranchus fasciolatoceps</i> | 1              |      |      | 7          | T                   | 7.6                 | L                   | P&S                 | E(M)                |
| <i>O. punctatus</i>               | 14             |      | 0.02 | 5–7, 9–10  | K                   | 62.4–79.1           | Y                   | P&S                 | M                   |
| Callionymidae                     |                |      |      |            |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Repomucenus</i> sp.            | 1              |      |      | 9          | E                   | 4.2                 | J                   | P&S                 | M                   |

Table 3. Continued

| Family and Species              | Individual No. | Rank | %     | Month        | Sites               | Size range (SL, mm) | Developmental stage | Life style category | Life cycle category |
|---------------------------------|----------------|------|-------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Gobiidae</b>                 |                |      |       |              |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Acanthogobius flavimanus</i> | 32313          | 1    | 52.64 | 3–10         | A, E, K, O, S, T, Y | 8.3–143.3           | L–A                 | R                   | E                   |
| <i>A. lactipes</i>              | 295            | 9    | 0.48  | 1–12         | A, E, K, O, S, T, Y | 6.5–57.4            | L–A                 | R                   | E                   |
| <i>Acentrogobius pflaumii</i>   | 177            |      | 0.29  | 3–4, 7, 9–10 | A, E, K, O, S, T    | 4.7–37.5            | L–Y                 | T                   | E(M)                |
| <i>Chaenogobius castaneus</i>   | 4744           | 3    | 7.73  | 3–11         | A, E, K, O, S, T, Y | 6.3–52.8            | L–A                 | R                   | E                   |
| <i>C. heptacanthus</i>          | 87             |      | 0.14  | 1–9, 11–12   | E, K, O, S, T       | 7.2–40.8            | L–A                 | R                   | E(M)                |
| <i>C. macrognathos</i>          | 12677          | 2    | 20.65 | 1–5, 8–9     | A, E, O, S, T       | 7.7–41.2            | L–A                 | R                   | E                   |
| <i>C. uchidai</i>               | 228            | 10   | 0.04  | 1–6          | O                   | 8.7–30.4            | L–A                 | R                   | E                   |
| <i>C. urotaenia</i>             | 34             |      | 0.06  | 4–5          | A, S, T             | 10.4–24.3           | L–J                 | T                   | Am                  |
| <i>Eutaeniichthys gilli</i>     | 14             |      | 0.02  | 3–5, 8, 11   | A, O                | 15.2–32.4           | J–A                 | R                   | E                   |
| <i>Favonigobius gymnauchen</i>  | 921            | 6    | 1.50  | 1–11         | A, E, K, O, S, T, Y | 6.7–67.1            | L–A                 | R                   | E                   |
| <i>Glossogobius olivaceus</i>   | 1              |      |       | 9            | E                   | 13.7                | J                   | P&S                 | E                   |
| <i>Luciogobius guttatus</i>     | 3              |      |       | 4            | K, T                | 11.0–13.6           | L–J                 | T                   | E                   |
| <i>Mugilogobius abei</i>        | 29             |      | 0.05  | 7, 9–11      | A, E, S             | 5.2–6.2             | L                   | P&S                 | E                   |
| <i>Periophthalmus modestus</i>  | 1              |      |       | 9            | E                   | 43.2                | Y                   | P&S                 | E                   |
| <i>Pseudogobius masago</i>      | 33             |      | 0.05  | 7–10         | A, E, T             | 5.7–7.7             | L                   | P&S                 | E                   |
| <i>Tridentiger bifasciatus</i>  | 3              |      |       | 8            | A                   | 10.1–24.9           | J–Y                 | T                   | E                   |
| <i>T. obscurus</i>              | 27             |      | 0.04  | 3–4, 6–11    | O                   | 10.3–55             | L–Y                 | T                   | E                   |
| <i>T. trigonocephalus</i>       | 1              |      |       | 5            | K                   | 56.8                | Y                   | P&S                 | E(M)                |
| <i>Tridentiger</i> spp.         | 11             |      | 0.02  | 6–8          | A                   | 11.9–13.3           | L                   | —                   | —                   |
| Gobiidae sp.                    | 160            |      | 0.26  | 7–9          | A, E, O             | 6.7–9.3             | L                   | —                   | —                   |
| <b>Siganidae</b>                |                |      |       |              |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Siganus fuscescens</i>       | 1              |      |       | 9            | O                   | 18.2                | J                   | P&S                 | M                   |
| <b>Pleuronectidae</b>           |                |      |       |              |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Kareius bicoloratus</i>      | 46             |      | 0.07  | 3–10         | A, E, K, O, T, Y    | 15.4–95.4           | L–Y                 | T                   | M                   |
| <b>Triacanthidae</b>            |                |      |       |              |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Triacanthus biaculeatus</i>  | 14             |      | 0.02  | 9–10         | E, K, O, T, Y       | 22.7–56.1           | J–Y                 | T                   | M                   |
| <b>Monacanthidae</b>            |                |      |       |              |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Rudarius ercodes</i>         | 1              |      |       | 9            | O                   | 26.5                | Y                   | P&S                 | M                   |
| <b>Tetraodontidae</b>           |                |      |       |              |                     |                     |                     |                     |                     |
| <i>Takifugu niphobles</i>       | 2              |      |       | 5–6          | K, O                | 7.2, 135.2          | J, A                | P&S                 | M                   |

Sites (A, Ara River; E, Edo River; K, Koito River; O, Obitsu River; S, Shinhama Lagoon; T, Tama River; Y, Yourou River), developmental stage (A, adult; L, larva; J, juvenile; Y, young), life style category (P&S, passersby and strays; R, resident; T, transient), life cycle category (Am, amphidromous fishes; An, anadromous fishes; C, catadromous fishes; E, estuarine fishes; F, freshwater fishes; M, marine fishes). Percentages in individuals of each species to total fishes are only given when they exceed 0.01%.

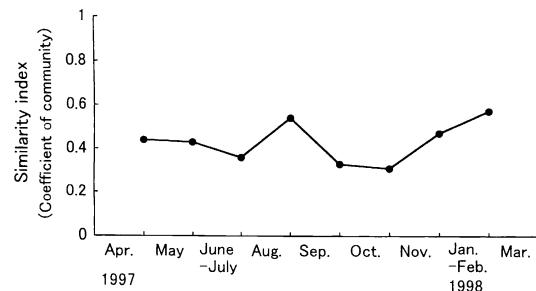


Fig. 3. Similarity index between consecutive months, based on similarity index of Jaccard's (1901) coefficient of community, for the species compositions of fishes collected at the seven tidelands in the inner Tokyo Bay from April 1997 to March 1998.

チ、シロギス、ロウニンアジ、クロダイ、ヒイラギ、コショウダイ、コトヒキ、シログチ、メナダ、コボラ、トサカギンポ、アベハゼ、ウロハゼ、シモフリシマハゼ、チヂブ属不明種、ハゼ科不明種、トビハゼ、アイゴ、アミメハギ、ギマの22種であった。冬季だけに出現した種はなかった。これら以外の29種のうち、ボラ、ヒメハゼ、アシシロハゼの3種は年間を通して、スズキ、イシガレイ、ビリングゴ、エドハゼ、マハゼ、チクゼンハゼ、ニクハゼ、セスジボラ、マルタの9種は半年以上にわたって出現した。

連続月間の種組成の比較 連続する月間の種組成の類似度では、1998年1-2月と3月で0.57と最も高く、次いで1997年8月と9月(0.54)が高かった(Fig. 3)。一方、最も低かったのは1997年10月と11月の0.31で、次いで1997年9月と10月(0.33)であった。

優占種の発育段階別個体数の経月変化 上位10種の個体数の合計は、全個体数の98.0% (60,144個体)を占めた(Table 3)。以下に、個体数の多い順に、これら10種の発育段階別の出現様式を記す(Table 4)。

マハゼでは、仔魚は3月から6-7月に、稚魚は3月から8月に、若魚は5月から10月に、成魚は3月と4月に出現した。とくに、仔稚魚は4月に26,879個体と多かった。エドハゼでは、仔稚魚は4月と5月に、若魚は8月から10月に、成魚は1-2月から5月に出現した。とくに、仔稚魚は4月に11,269個体、5月に1,336個体と多かった。

ビリングゴでは、仔魚は3月から5月に、稚魚は3月から6-7月に、若魚は5月から11月に、成魚は3月と4月に出現した。とくに、仔稚魚は4月に

Table 4. Monthly changes of individual numbers and developmental stages in ten dominant species collected at the seven tidelands in the inner Tokyo Bay from April 1997 to March 1998

| Rank | Species                         | 1997       |           |           | 1998    |         |         | Jan.-Feb. | Mar.    |
|------|---------------------------------|------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|-----------|---------|
|      |                                 | Apr.       | May       | June-July | Aug.    | Sep.    | Oct.    |           |         |
| 1    | <i>Acanthogobius flavimanus</i> | 26882, LJY | 4028, LJY | 934, LJY  | 165, Y  | 268, Y  | 31, Y   | -         | -       |
| 2    | <i>Chænogobius macrognathos</i> | 11315, LJA | 1338, LJA | -         | 1, Y    | 2, Y    | 6, Y    | -         | 5, A    |
| 3    | <i>C. castaneus</i>             | 3529, LJA  | 1088, LJY | 48, JY    | 40, Y   | 10, Y   | 15, Y   | 1, Y      | 10, A   |
| 4    | <i>Lateolabrax japonicus</i>    | 3570, J    | 1119, JY  | 65, Y     | 37, Y   | 9, Y    | 12, Y   | -         | 13, LJ  |
| 5    | <i>Mugil cephalus cephalus</i>  | 650, J     | 1139, JY  | 110, JY   | 27, Y   | 2, Y    | 3, Y    | 2, Y      | 55, J   |
| 6    | <i>Favonigobius gymnauchen</i>  | 215, YA    | 504, YA   | 96, LJYA  | 53, JYA | 17, Y   | 13, LJY | 16, JY    | 1652, J |
| 7    | <i>Konosirus punctatus</i>      | -          | 560, LJ   | 63, LJ    | 7, J    | -       | -       | -         | 6, Y    |
| 8    | <i>Sardinella zunasi</i>        | -          | -         | -         | 22, L   | 523, LJ | 11, LJ  | -         | -       |
| 9    | <i>Acanthogobius lactipes</i>   | 223, Y     | 29, Y     | 5, Y      | 7, JY   | 8, LJYA | 6, LJYA | 4, Y      | 12, Y   |
| 10   | <i>Chelon affinis</i>           | 40, J      | 90, JY    | 79, JY    | 21, JY  | 7, Y    | 10, Y   | -         | 1, Y    |

A, adult; J, juvenile; L, larva; Y, young; -, absent.

3,518個体と多かった。スズキでは、稚魚は3月から5月に、若魚は5月から10月に出現した。とくに、稚魚は4月に3,570個体と多かった。

ボラでは、稚魚は1-2月から6-7月に、若魚は5月から11月に出現し、3月から5月には2,302個体と多かった。ヒメハゼでは、仔魚は6-7月と10月に、稚魚は6月から8月と10月から11月に、若魚は年間を通して、成魚は1997年4月から8月に出現した。とくに、若魚と成魚は4月に215個体、5月に504個体と多く出現した。

コノシロでは、仔魚は5月から6-7月に、稚魚は5月から8月に出現し、とくに5月には560個体と多かった。サッパでは、仔魚は8月から10月に、稚魚は9月から10月に出現し、とくに9月には523個体と多かった。

アシシロハゼでは、仔魚は9月から10月に、稚魚は8月から10月に、若魚は年間を通して、成魚は9月と10月に出現した。とくに、若魚は4月に223個体と多かった。セスジボラでは、稚魚は4月から8月に、若魚は1-2月から3月と5月から10月とに出現し、とくに、5月に90個体、6-7月に79個体と多かった。

**出現種の生活史型と干潟の利用様式** 採集された60種のうち、河口魚は19種51,569個体で、全個体数の84.0%を占めた(Tables 3, 5)。河口魚のうち、滯在型はエドハゼ、チクゼンハゼ、ニクハゼ、ビリング、マハゼ、アシシロハゼとヒメハゼ(仔魚

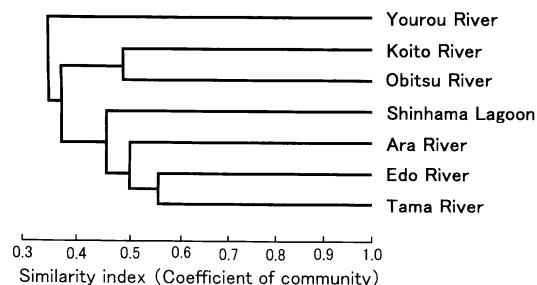
から成魚が出現)、ヒモハゼ(稚魚から成魚)の8種で、個体数では河口魚の99.4%を占めた。一時的滯在型はミミズハゼ(仔魚と稚魚)、スジハゼ(仔魚から若魚)、チチブとシモフリシマハゼ(稚魚と若魚)の4種で、個体数では河口魚の0.4%を占めた。通過・偶来型はトサカギンポとアベハゼ(仔魚)、ウロハゼ(稚魚)、イダテンギンポ、アカオビシマハゼとトビハゼ(若魚)、マサゴハゼ(仔魚と若魚)の7種で、個体数では河口魚の0.2%を占めた。

海水魚は33種9,480個体で、全個体数の15.4%を占めた(Tables 3, 5)。海水魚のうち一時的滯在型はコノシロ、サッパ、カタクチイワシ、イシカワシラウオとトウゴロウイワシ(仔魚と稚魚が出現)、ヒイラギ、ギンポとイシガレイ(仔魚から若魚)、マゴチ、スズキ、クロダイ、シマイサキ、コトヒキ、ボラ、メナダ、セスジボラ、コボラ、ナンヨウボラとギマ(稚魚と若魚)の19種で、個体数では海水魚の99.8%を占めた。通過・偶来型はカライワシとベニツケギンポ(仔魚)、クルメサヨリ、メバル、サラサカジカ、シロギス、ネズッポ属不明種とアイゴ(稚魚)、イネゴチ、ロウニンアジ、コショウダイ、シログチ、アミメハギ(若魚)、クサフグ(稚魚と成魚)の14種が出現し、個体数では海水魚の0.2%を占めた。

両側回遊魚はアユとウキゴリ(仔魚と稚魚)が、遡河回遊魚はワカサギ(仔魚と稚魚)とマルタ(稚

**Table 5.** Species and individual numbers, and percentage contribution of each life cycle category and each life style category to total numbers collected at the seven tidelands in the inner Tokyo Bay

|                              | Anadromous fishes |       | Amphidromous fishes |       | Catadromous fishes |       | Estuarine fishes |      | Freshwater fishes |       | Marine fishes |      |
|------------------------------|-------------------|-------|---------------------|-------|--------------------|-------|------------------|------|-------------------|-------|---------------|------|
|                              | N                 | %     | N                   | %     | N                  | %     | N                | %    | N                 | %     | N             | %    |
| <b>Number of species</b>     |                   |       |                     |       |                    |       |                  |      |                   |       |               |      |
| Residents                    | 0                 | 0.0   | 0                   | 0.0   | 0                  | 0.0   | 8                | 42.1 | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Transients                   | 2                 | 100.0 | 2                   | 100.0 | 1                  | 100.0 | 4                | 21.1 | 0                 | 0.0   | 19            | 57.6 |
| Passersby & Strays           | 0                 | 0.0   | 0                   | 0.0   | 0                  | 0.0   | 7                | 36.8 | 1                 | 100.0 | 14            | 42.4 |
| Total                        | 2                 |       | 2                   |       | 1                  |       | 19               |      | 1                 |       | 33            |      |
| <b>Number of individuals</b> |                   |       |                     |       |                    |       |                  |      |                   |       |               |      |
| Residents                    | 0                 | 0.0   | 0                   | 0.0   | 0                  | 0.0   | 51,279           | 99.4 | 0                 | 0.0   | 0             | 0.0  |
| Transients                   | 91                | 100.0 | 74                  | 100.0 | 2                  | 100.0 | 210              | 0.4  | 0                 | 0.0   | 9,463         | 99.8 |
| Passersby & Strays           | 0                 | 0.0   | 0                   | 0.0   | 0                  | 0.0   | 80               | 0.2  | 1                 | 100.0 | 17            | 0.2  |
| Total                        | 91                |       | 74                  |       | 2                  |       | 51,569           |      | 1                 |       | 9,480         |      |



**Fig. 4.** Dendrogram of sampling sites, based on similarity index of Jaccard's (1901) coefficient of community, for the species compositions of fishes collected at the seven tidalands in the inner Tokyo Bay from April 1997 to March 1998.

魚と若魚)が、それぞれ全個体数の0.1%を占めた (Tables 3, 5). その他、降河回遊魚のウナギ(稚魚と若魚)が一時的滞在型として、淡水魚のオイカワ(稚魚)が通過・偶来型として出現した。

#### 採集地点間の比較

**種数と個体数** 各地点の種数は江戸川(18科32種), 小櫃川(17科31種), 多摩川(12科26種), 小糸川(18科26種), 荒川(11科23種), 新浜湖(9科20種), 養老川(8科14種)の順で多かった (Table 2, 3). また、年平均種数±標準誤差は、小櫃川で $10.7 \pm 1.80$ 種と最も高く、次いで荒川( $7.8 \pm 1.23$ 種), 江戸川( $7.1 \pm 2.08$ 種), 多摩川( $6.9 \pm 1.05$ 種), 小糸川( $6.2 \pm 1.35$ 種), 新浜湖( $4.9 \pm 1.26$ 種), 養老川( $4.0 \pm 0.87$ 種)の順に高かった。

採集個体数は新浜湖(15,222個体), 多摩川(13,097個体), 小糸川(10,015個体), 荒川(8,518個体), 江戸川(7,360個体), 小櫃川(5,368個体), 養老川(1,808個体)の順で多かった。

**種組成による地点の分類** 地点間での種組成の類似度に基づくクラスター分析の結果、7地点は類似度0.40で以下の3つのグループに大きく分かれた (Fig. 4): 多摩川、江戸川、荒川、新浜湖の4地点(以下では東京湾内湾の湾奥部とする); 小櫃川と小糸川の2地点(東京湾内湾の湾口側); 養老川(前2グループの中間)。

湾奥部のみで出現した種はサッパ、カタクチイワシ、マルタ、オイカワ、イシカワシラウオ、トウゴロウイワシ、クルメサヨリ、ロウニンアジ、シログチ、メナダ、コボラ、トサカギンポ、ネ

ズッポ属不明種、ミミズハゼ、ウキゴリ、マサゴハゼ、アベハゼ、ウロハゼ、シモフリシマハゼ、トビハゼの20種であった。これらのうち、とくに個体数が多いのはウキゴリとマルタであった。一方、湾口側のみで出現した種はウナギ、メバル、イネゴチ、サラサカジカ、シロギス、クロダイ、コショウダイ、シマイサキ、ベニツケギンポ、イダテンギンポ、チクゼンハゼ、アカオビシマハゼ、アイゴ、クサフグ、アミメハギの15種であった。これらのうち、とくに個体数が多いのはチクゼンハゼとシマイサキであった。なお、中間的な位置の養老川のみで出現した種はなかった。

さらに、2つもしくは3つのグループに共通して出現した種は、マゴチ、コノシロ、コトヒキ、ギンポ、アユ、スズキ、ヒイラギ、ボラ、セスジボラ、ナンヨウボラ、ミミズハゼ、エドハゼ、ニクハゼ、スジハゼ、ハゼ科不明種、ヒモハゼ、ビリングゴ、マハゼ、ヒメハゼ、イシガレイ、ギマの20種であった。これらのうち、とくにエドハゼとナンヨウボラは湾奥部に、ヒメハゼとギンポは湾口側に個体数が偏っていた。

**優占種の比較** 各地点で、個体数で上位を占めた種の組成とその個体数の割合を比較した (Table 6)。いずれかの地点で上位5種を占めたのは、コノシロ、スズキ、ボラ、セスジボラ、エドハゼ、チクゼンハゼ、ビリングゴ、マハゼ、アシシロハゼ、ヒメハゼ、ハゼ科不明種の11種であった。これらの11種が地点ごとの総個体数に占める割合は、コノシロで0–7.45%, スズキで0.01–22.1%, ボラで1.43–16.9%, セスジボラで0.04–3.15%, マハゼで15.6–87.0%, エドハゼで0–68.7%, ビリングゴで0.08–22.7%, ヒメハゼで0–12.3%, ハゼ科不明種で0–1.71%, チクゼンハゼで0–4.25%, アシシロハゼで0.01–3.82%であり、地点間で顕著な差異がみられた。

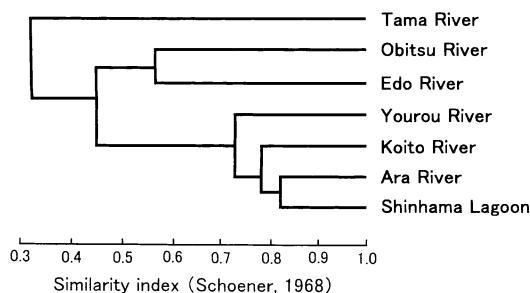
**群集の類似度に基づく地点の分類と多様性** 地点間の群集の類似度に基づくクラスター分析の結果、7地点は類似度0.50で、以下の3つのグループに大きく分かれた (Fig. 5): 新浜湖、荒川、小糸川、養老川の4地点のグループ; 小櫃川と江戸川の2地点のグループ; 多摩川。

多様度指数は江戸川で5.70と最も高く、次いで小櫃川(5.29), 養老川(2.58), 荒川(1.99), 多摩川(1.98), 新浜湖(1.84), 小糸川(1.31)の順であった (Table 7)。個体数順位( $k$ )と個体数順位の多様度/全体の多様度( $\beta_k/\beta$ )との関係を Figure 6 に示す。多摩川と荒川、江戸川、新浜湖、養老川、小糸川

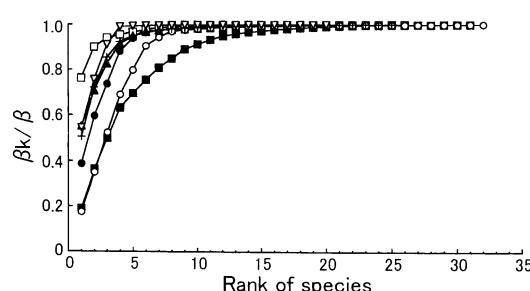
**Table 6.** Dominant species of fishes collected at the seven tidelands in the inner Tokyo Bay

| Sites  | Ara River     |      | Edo River     |      | Koito River    |      | Obitsu River  |      | Shinhama Lagoon |      | Tama River     |      | Yourou River  |      |
|--|---------------|------|---------------|------|----------------|------|---------------|------|-----------------|------|----------------|------|---------------|------|
| Number of species<br>(Total number of individuals) | 23<br>(8,518) |      | 32<br>(7,360) |      | 26<br>(10,015) |      | 31<br>(5,368) |      | 20<br>(15,222)  |      | 26<br>(13,097) |      | 14<br>(1,808) |      |
| Species  | Rank          | %    | Rank          | %    | Rank           | %    | Rank          | %    | Rank            | %    | Rank           | %    | Rank          | %    |
| <i>Acanthogobius flavimanus</i>                    | 1             | 72.9 | 2             | 22.6 | 1              | 87.0 | 1             | 32.7 | 1               | 71.5 | 2              | 15.6 | 1             | 58.5 |
| <i>Lateolabrax japonicus</i>                       | 2             | 10.6 | 3             | 18.4 | 4              | 0.73 | 2             | 22.1 | 14              | +    | 5              | 1.34 | 3             | 9.46 |
| <i>Mugil cephalus cephalus</i>                     | 3             | 7.11 | 8             | 1.43 | 2              | 7.85 | 7             | 3.19 | 4               | 4.24 | 3              | 7.99 | 2             | 16.9 |
| <i>Chaenogobius castaneus</i>                      | 4             | 4.94 | 1             | 22.7 | 9              | 0.08 | 4             | 11.2 | 3               | 9.09 | 4              | 3.83 | 4             | 8.85 |
| Gobiidae sp.                                       | 5             | 1.71 | 13            | 0.12 | —              | —    | 20            | 0.09 | —               | —    | —              | —    | —             | —    |
| <i>Chaenogobius macrognathos</i>                   | 6             | 1.06 | 4             | 16.7 | —              | —    | 8             | 2.33 | 2               | 14.7 | 1              | 68.7 | —             | —    |
| <i>Konosirus punctatus</i>                         | —             | 5    | 7.45          | 6    | 0.53           | 22   | 0.07          | 10   | 0.02            | 9    | 0.17           | —    | —             | —    |
| <i>Favonigobius gymnauchen</i>                     | 23            | 0.01 | 22            | 0.01 | 3              | 2.18 | 3             | 12.3 | —               | 18   | 0.02           | 5    | 2.1           | —    |
| <i>Acanthogobius lactipes</i>                      | 8             | 0.21 | 21            | 0.03 | 5              | 0.58 | 6             | 3.82 | 12              | 0.01 | 13             | 0.07 | 11            | 0.06 |
| <i>Chaenogobius uchidai</i>                        | —             | —    | —             | —    | —              | 5    | 4.25          | —    | —               | —    | —              | —    | —             | —    |
| <i>Chelon affinis</i>                              | 20            | 0.04 | 11            | 0.19 | 7              | 0.41 | 14            | 0.28 | 5               | 0.13 | 6              | 0.72 | 6             | 3.15 |

+&lt;0.01%; -, absent.



**Fig. 5.** Dendrogram of sampling sites, based on similarity index of Schoener (1968), for fish communities at the seven tidelands in the inner Tokyo Bay from April 1997 to March 1998.



**Fig. 6.** Relationships between the rank ( $k$ ) of species and  $\beta_k/\beta$  ( $\beta$ , Morishita's (1967) index of diversity;  $\beta_k$ , integrated Morishita's index of diversity from 1st to  $k$ ) at the seven tidelands in the inner Tokyo Bay. (▲) Ara River; (○) Edo River; (□) Koito River; (■) Obitsu River; (▽) Shinhma Lagoon; (+) Tama River; (●) Yourou River.

の6地点における $\beta_k/\beta$ 曲線は、急激に平衡点( $\beta_k/\beta=1$ )に達しているのに対して、小櫃川では、緩やかな傾斜で平衡点に達していた。多様度決定要因の個体数順位は新浜湖と小糸川で4位と最も高く、次いで多摩川と荒川および養老川(6位)、江戸川(8位)、小櫃川(13位)の順であった(Table 7)。

### 考 察

ハゼ科魚類の優占 採集された魚類のうち、種数と個体数はともにハゼ科魚類が最も多かった。ハゼ科魚類の優占的な出現は、世界の多くの内湾や河口域における魚類群集で共通する特徴である(Melville-Smith and Baird, 1980; 林・伊藤, 1980; Miller, 1984; Potter et al., 1990; Neira et al., 1992; 藤田, 1998; 座間, 1999)。ハゼ科魚類ではマハゼ、エドハゼ、ビリンゴの3種が優占的に出現し

た。東京湾内湾の湾奥部の浅海域(水深10–15 m)における表層から中層での昼間の稚魚ネット採集では、採集された仔稚魚のうち92.1%をニシン目5種の仔稚魚が占めたのに対して、ハゼ科仔稚魚は0.8%を占めるのみで、マハゼの前期仔魚1個体、エドハゼの稚魚1個体、ハゼ科不明種の前期仔魚4個体が採集されたにすぎない(甲原・河野, 1999)。これに対して、干潟域前縁の水深5 m地点における卵稚仔採集用ネットによる昼夜の表層曳採集では、マハゼとエドハゼの孵化後間もない仔魚が夜間にのみ多数採集されている(竹内・安田, 1980)。マハゼの産卵場は湾奥部河口付近の水深5–10 mに多く(東京都水産試験場, 1985)、エドハゼとビリングゴの産卵場は干潟の潮間帯から潮下帯にかけて多い(加納, 未発表)。これらを考慮に入れると、本研究で優占的に出現した河口域を主な生息場所にするハゼ科魚類は、孵化後、干潟に近い浅海域で昼間は底層のみ、夜間は表層にも出現するという鉛直分布を示しながら浮遊生活を送った後に、干潟へ来遊と考えられる。

干潟域の成育場としての意義 採集された魚類のうち、河口魚と海水魚が全個体数の99.4%を占めていた。河口魚では滞在型8種の個体数の割合が99.8%を占め、一時的滞在型4種や通過・偶来型7種のそれと比較して非常に高かった。海水魚では一時的滞在型19種の個体数の割合が99.8%を占め、通過・偶来型14種のそれと比較して非常に高かった。以上のことから、東京湾内湾の砂泥干潟域は、主に河口魚の滞在型8種と海水魚の一時

**Table 7.** Morishita's (1967) index of diversity ( $\beta$  index) and the diversity-determination rank at the seven tidelands in the inner Tokyo Bay

| Sites          | $\beta$ index | Diversity-determination rank |
|----------------|---------------|------------------------------|
| Ara River      | 1.99          | 6                            |
| Edo River      | 5.70          | 8                            |
| Koito River    | 1.31          | 4                            |
| Obitsu River   | 5.29          | 13                           |
| Shinhma Lagoon | 1.84          | 4                            |
| Tama River     | 1.98          | 6                            |
| Yourou River   | 2.58          | 6                            |

Diversity-determination rank: the rank ( $k$ ) of species when  $\beta_k/\beta$  exceeds 0.95 ( $\beta$ , Morishita's (1967) index of diversity;  $\beta_k$ , integrated Morishita's index of diversity from 1st to  $k$ ).

的滞在型19種の一時的な成長の場あるいは定住の場として利用されていると考えられる。

隣り合う2期間の群集係数は、0.31–0.57の範囲で推移しており(平均0.42)，年間を通して群集の種組成は比較的安定していた。これに対して、東京湾内湾の湾奥部の浅海域(水深10–15m)における表層から中層での稚魚ネット採集では、群集係数は0–0.67の範囲で変動し(平均0.24)，群集の種組成には不安定な時期がある(甲原・河野, 1999)。とくに4月と5月, 10月と11月, 11月と12月, 12月と1月には群集係数が0–0.11で種組成に劇的な変化が起こる。この両者は採集方法が異なるために厳密な意味で比較することはできないが、干潟域の群集がボラ, ヒメハゼ, アシシロハゼなど年間を通して出現する種や、スズキ, イシガレイ, ビリング, エドハゼ, マハゼ, チクゼンハゼ, ニクハゼ, セスジボラ, マルタなど半年以上にわたって出現する種により構成されているのに対して、東京湾内湾の湾奥部の浅海域における表層から中層の仔稚魚群集ではカタクチイワシのみが半年以上にわたって出現する(甲原・河野, 1999)という事象をよく反映している。東京湾内湾の湾奥部の浅海域が、さまざまな環境の産卵場から孵化した仔魚および稚魚の短期的な初期成長と浮遊生活の場としての意義が大きいのに対して、干潟域はより長期の成長と滞在の場として重要な役割を担っているものと考えられる。なお、土佐湾では河口域浅所が砂浜海岸汀線域よりも長期間の成育場として重要であることが示唆されているが(藤田, 1998), 東京湾内湾での河口干潟域と東京湾外湾(東京湾の洲崎–剣崎を結んだ線と観音崎–富津を結んだ線で囲まれた海域)での砂浜海岸汀線域(荒山ほか, 東京水産大学魚類学研究室, 未発表)との比較でも、同様の傾向が確認されている。

**魚類群集の多様性と干潟環境の豊かさ** 地点間の群集の類似度指数に基づくクラスター分析では、採集地点の湾内における位置とは無関係に、次の3つのグループに分けられた: 新浜湖, 荒川, 小糸川および養老川; 小櫃川と江戸川; 多摩川。これらのグループの特徴は、個体数第1位の種類の占める割合と種数から、以下のように整理される。新浜湖, 荒川, 小糸川, 養老川のグループは個体数第1位のマハゼが全個体数の58.5–87.0%を占め、種数は15–27種と少ない。多摩川は個体数第1位のエドハゼが全個体数の72.9%を占め、種数は26種と少ない。このように、新浜湖, 荒川, 小糸川,

養老川のグループと多摩川では、個体数第1位の種がマハゼとエドハゼで異なってはいるものの、それらが独占的に出現すること、および種数が少ないことでは共通していた。このことを裏付けるように、これら5地点では多様度が1.31–2.58と低く、多様度決定要因の個体数順位は4位(小糸川と新浜湖)もしくは6位(養老川と荒川および多摩川)と高かった。これに対して、小櫃川と江戸川のグループは、個体数第1位の種が小櫃川でマハゼ、江戸川ではビリングと異なるものの、それぞれの全個体数に占める割合は32.7%および22.7%と小さく、種数は32種および34種が多い。したがって、これら2地点では多様度が5.29および5.70と高く、多様度決定要因の個体数順位は8位(江戸川)および13位(小櫃川)と低いという結果が生じた。

多様度が高く、かつ多様度決定要因の個体数順位が最も低かった小櫃川は、東京湾内湾で唯一、自然の状態で干潟域が残されているところであり、河口干潟の周囲の環境は後背湿地やクリーク、前浜干潟(盤州)などのさまざまな環境から構成されている(風呂田, 1985)。さらに、小櫃川は出現種の生息状況が他の干潟域よりも良いことから東京湾内湾で最も自然度の高い魚類相をもつこと(岩田ら, 1979)や、干潟のさまざまな環境がハゼ科魚類の高度な棲み場所利用に関わっていること(辻, 1980)も、報告されている。また、小櫃川と同様に多様度が高く、多様度決定要因の個体数順位が2番目に低かった江戸川は、周囲の埋め立てによりやや縮小してしまってはいるものの、前浜干潟の一部として広大な干潟と浅瀬からなる環境(三番瀬)が前縁に広がっている。これらの2地点に対して、多様度が低く、多様度決定要因の個体数順位が高かった多摩川、荒川、養老川、小糸川の4地点は、かつては河口部に広大な干潟域をもっていたが、1950年代から続く埋め立てによって前浜干潟がなくなった地点であり、また、新浜湖は埋め立てにより市街地の中に取り残された干潟域で、海とは一本の水門のみで通じている。以上のことから、干潟域における魚類群集の多様性は、各々の地点における干潟環境の豊かさを反映している可能性がある。また、小櫃川にみられる $\beta_1/\beta$ 曲線のパターンや年平均種数の高さは、東京湾内湾における自然度の高い干潟域の魚類群集の理想型を表しているものと考えられる。

東京湾内湾では、近年の埋め立てや浚渫、汚濁などの影響で、浅瀬や干潟が減少し、また、貧酸

素水塊が形成されるなどの環境変化が著しく、そのことが魚類相に如実に反映されてきた(岩田ほか, 1979; 風呂田, 1985; 工藤, 1997; 池島・清水, 1997; 清水, 1999)。例えば、生活史の一定期間を河口域に依存して過ごすシラウオやクロダイ(Saruwatari and Okiyama, 1992; 藤田, 1998)は、東京湾内湾では1950年代に急減した(清水, 1987)。1970年代のイシガレイの減少、さらに、イシガレイとマコガレイの魚種交代は、イシガレイが稚魚期から若魚期にごく浅い砂質の海底に生息するのに対しマコガレイは稚魚期以降より深い場所に生息するという両種の生活史の違い(南, 1984)に、埋め立てによる浅瀬・干潟の減少が直接的に作用したために生じたのではないかとの指摘もある(風呂田, 1985; 工藤, 1997)。また、チクゼンハゼの局所的な分布(小櫃川)には、東京湾内湾における砂質干潟の減少が影響している可能性も示唆されている(加納ほか, 1999)。さらに、東京湾内湾では埋め立てにより干潟域周辺のアマモ場が激減したが(宮田, 1997)、アマモ場の存在はクロダイやスズキ、アミメハギ、ササノハベラなどの特定の魚種の成育に重要な役割を果すことが指摘されている(東, 1980; 藤田, 1998; Horinouchi et al., 1998a, b)。これらのことから、現在の東京湾内湾における干潟域の魚類群集は、近年の人為的な環境変化の影響を受けて変遷してきたものであると結論される。しかし、現在の東京湾内湾の魚類群集は、決して安定している状態ではない。本研究で優占的に出現したマハゼとエドハゼは東京湾内湾の干潟域において1980年代後半から1990年代前半にかけて急増した種である(加藤, 1995; 江川, 1995; 東京都環境保全局, 1985, 1988-1999)。江川(1995)は、1990年代に入り、マハゼとエドハゼを含むさまざまな種の仔稚魚が大量出現するようになったことから、東京湾内湾の生物の生息環境が改善されつつあることを示唆した。一方、本研究では、マハゼとエドハゼの大量出現が魚類群集の多様性を低くする要因の一つになっていることが示された。この両種の大量出現は、人為的な環境変化によって一度は崩壊した群集構造が再び新たなものに変わりつつある過程として捉えられる可能性はあるものの、現時点では、それが豊かな魚類群集の復元に結びつくかどうかを判断するのは難しい。

#### 謝 辞

本研究を行うに当たり、採集調査の許可を快諾

していただいた東京東部漁業共同組合、東京都漁業共同組合連合会の方々ならびに千葉県新浜水鳥保護区の蓮尾嘉彪・蓮尾純子夫妻に厚くお礼申し上げる。ハゼ科魚類仔稚魚の同定に関するご指導していただいた松戸市立博物館の渋川浩一博士に感謝の意を表する。本研究を進めるに際し適切なご指導と助言をいただいた東京水産大学教授の藤田清博士、論文を校閲していただき多くの有益なご助言を賜った横須賀市博物館の林 公義氏、三重大学の木村清志博士、高知大学の木下 泉博士に厚くお礼申し上げる。最後に、本研究の採集調査に協力していただいた研究室の学生諸氏に感謝する。

#### 引 用 文 献

- 東 幹夫. 1980. 稚魚生育場としてのアマモ場の役割. 日本水産学会(編), pp. 34-56. 水産学シリーズ38, 藻場・海中林. 恒星社厚生閣, 東京.
- Claridge, P. N., I. C. Potter and M. W. Hardisty. 1986. Seasonal changes in movements, abundance, size composition and diversity of the fish fauna of the Severn Estuary. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 66: 229-258.
- 江川紳一郎. 1995. 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年東京都水産試験場成果速報. pp. 165-166.
- 藤田真二. 1998. 砂浜海岸と河口域浅所との比較. 千田哲資・木下 泉(編), pp. 42-51. 水産学シリーズ116, 砂浜海岸における仔稚魚の生物学. 恒星社厚生閣, 東京.
- 風呂田利夫. 1985. 東京湾, 生物. 日本全国沿岸海洋誌. 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編, pp. 373-387. 東海大学出版会, 東京.
- 林 公義・伊藤 孝. 1980. 諫早湾河口干潟の魚類について. 横須賀市博物館館報, (26): 9-14.
- Horinouchi, M., M. Sano, T. Taniuchi and M. Shimizu. 1998a. Food and microhabitat resource use by *Rudarius ercodes* and *Ditrema temmincki* coexisting in a *Zostera* bed at Aburatsubo, central Japan. Fish. Sci., 64: 563-568.
- Horinouchi, M., M. Sano, T. Taniuchi and M. Shimizu. 1998b. Effects of changes in leaf height and shoot density on the abundance of two fishes, *Rudarius ercodes* and *Acentrogobius pflaumii*, in a *Zostera* bed. Ichthyol. Res., 46: 49-56.
- 池島 耕・清水 誠. 1997. 東京湾におけるハタタヌメリの分布とその季節変化. 魚類学雑誌, 44: 43-49.
- 岩田明久・酒井敬一・細谷誠一. 1979. 横浜市沿岸域における環境変化と魚類相. 横浜市公害対策局公害資料, (82): 1-246.
- Jaccard, P. 1901. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques régions voisines. Bull. Soc. Vaud. Sci. nat., 37: 241-272. (In French.)
- 加納光樹・小池 哲・渋川浩一・河野 博. 1999. 東京湾の河口干潟で採集されたチクゼンハゼとエドハゼ

- の仔稚魚. うみ, 37: 59–68.
- 加藤憲司. 1995. 東京内湾マハゼ資源生態調査. 平成7年東京都水産試験場成果速報. pp. 163–164.
- 甲原道子・河野 博. 1999. 稚魚ネットで採集された東京湾奥部の仔稚魚. うみ, 37: 121–130.
- 工藤孝浩. 1997. 海域の生物, 魚類. 沼田 真・風呂田利夫(編), pp. 115–142. 東京湾の生物誌. 築地書館, 東京.
- Lenanton, R. C. J. and I. C. Potter. 1987. Contribution of estuaries to commercial fisheries in temperate western Australia and the concept of estuarine dependence. *Estuaries*, 10: 28–35.
- Melville-Smith, R. and D. Baird. 1980. Abundance, distribution and species composition of fish larvae in the Swarkops estuary. *S. Afr. J. Zool.*, 15: 72–78.
- Miller, D. J. 1984. The tokology of the gobioid fishes. Pages 119–154 in *Fish reproduction: strategies and tactics*. G. W. Potts and R. J. Wootton, eds. Academic Press, London.
- 南 卓志. 1984. イシガレイの初期生活史. 日本水産学会誌, 50: 551–560.
- 宮田昌彦. 1997. 海域の生物, 海藻と海草, アマモ類. 沼田 真・風呂田利夫(編), pp. 184–193. 東京湾の生物誌. 築地書館, 東京.
- 森下正明. 1967. 京都付近における蝶の季節分布. 森下正明・吉良竜夫(編), pp. 95–132. 自然生態学的研究, 中央公論社.
- 中坊徹次(編). 1993. 日本産魚類検索—全種の同定. 東海大学出版会, 東京. xxxiv+1476 pp.
- 那須賢二・甲原道子・渋川浩一・河野博. 1996. 東京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.
- Neira, F. J., I. C. Potter and J. S. Bradley. 1992. Seasonal and spatial changes in the larval fish fauna within a large temperate Australian estuary. *Mar. Biol.*, 112: 1–16.
- Nelson, J. S. 1994. Fishes of the world. 3rd ed. John Wiley & Sons, New York. 600 pp.
- 小倉紀雄. 1993. 東京湾 100年の環境変遷. 恒星社厚生閣, 東京. 193 pp.
- Potter, I. C., L. E. Beckley, A. K. Whitfield and R. C. J. Lenanton. 1990. Comparisons between the roles played by estuaries in the life cycles of fishes in temperate Western Australia and southern Africa. *Env. Biol. Fishes*, 28: 143–178.
- Saruwatari, T. and M. Okiyama. 1992. Life history of shiraouo *Salangichthys microdon*; Salangidae in a brackish lake, Lake Hinuma, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58: 235–248.
- 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. 1984a. 東京湾の魚介類(1)昭和30年代の生物相. 海洋と生物, 30: 9–13.
- 清水 誠. 1984b. 東京湾の魚介類(2)昭和40年代の生物相. 海洋と生物, 31: 135–139.
- 清水 誠. 1984c. 東京湾の魚介類(3)昭和50年代の生物相. 海洋と生物, 32: 168–172.
- 清水 誠. 1987. 東京湾の魚介類(5)マコガレイの個体群生態. 海洋と生物, 53: 434–439.
- 清水 誠. 1990. 東京湾の魚介類(6)昭和60年代の生物相. 海洋と生物, 68: 183–189.
- 清水 誠. 1999. 沿岸開発による生物環境への影響. 沿岸海洋研究, 36: 121–130.
- Schoener, T. W. 1968. The *Anolis* lizards of Bimini: resource partitioning in a complex fauna. *Ecology*, 49: 704–726.
- 竹内博治・安田秀司. 1980. 魚卵・稚仔魚および幼魚の垂直分布と季節的変遷. 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): 57–90.
- 時村宗春・清水 誠. 1998. 東京湾内湾部の底魚群集の変遷と環境変化. 月刊海洋, 30: 347–359.
- 東京都環境保全局水質保全部. 1985. 昭和57–58年度 東京都内湾生物調査結果報告書. 東京都環境保全局水質保全部, 東京. 135 pp.
- 東京都環境保全局水質保全部. 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999. 昭和61年度, 昭和62年度, 昭和63年度, 平成元年度, 平成2年度, 平成3年度, 平成4年度, 平成5年度, 平成6年度, 平成7年度, 平成8年度, 平成9年度 水生生物調査結果報告書. 東京都環境保全局水質保全部, 東京. 483 pp., 537 pp., 523 pp., 486 pp., 551 pp., 521 pp., 553 pp., 532 pp., 544 pp., 574 pp., 579 pp., 554 pp.
- 東京都水産試験場. 1985. 東京湾奥部におけるマハゼの産卵生態について. 昭和55–58年度 東京都内湾生息環境調査報告書. 東京都水産試験場, 東京. 65 pp.
- 東京都水産試験場. 1990. 都内湾における底生性稚魚の出現と生息環境. 昭和59–63年度 東京都内湾生息環境調査報告書. 東京都水産試験場, 東京. 102 pp.
- 辻 幸一. 1980. 小櫃川河口干潟の魚類 特に河口干潟の利用と生活について. 千葉県木更津市小櫃川河口干潟の生態学的研究I. 東邦大学理学部海洋生物学研究室・千葉県生物学会(編). pp. 1–42.
- 座間 彰. 1999. 万石浦に出現する魚類の生態学的研究. 東京水産大学博士論文(自費出版). 505 pp., pl. 1–88.