

東京湾外湾の砕波帯の魚類相

荒山和則*・今井 仁**・加納光樹***・河野 博*

Ichthyofauna of surf zones in the outer Tokyo Bay

Kazunori ARAYAMA*, Hitoshi IMAI**, Kouki KANOU*** and Hiroshi KOHNO*

Abstract: A total of 43,880 fish specimens, representing about 119 species, were collected by monthly seine net (mesh size 0.8 mm) samplings from four surf zones in the outer Tokyo Bay, Pacific coast of central Japan, from April 1998 to March 1999. The Ishikawa icefish, *Salangichthys ishikawae*, was the most abundant species, contributing 53.1% of the total number of fishes, followed by *Konosirus punctatus* (11.4%), *Pholis* spp. (10.2%), Gobiidae sp.1 (4.9%) and *Rhinogobius* spp. (4.1%). Based on the life style and life cycle categories of each species, the dominant, except for the Ishikawa icefish, was 30 transient marine species accounting 26.6% of the total individual number, suggesting the outer bay surf zones providing a nursery ground for marine fish species. The larval and juvenile fish assemblages were compared between sampling sites, and it was concluded that the differences of the assemblages would be caused by the geographic positions, surf zone types and/or abiotic surroundings of each sampling site.

Key words : Tokyo Bay, surf zone, ichthyofauna, life cycle category, abiotic surroundings, nursery area

1. はじめに

東京湾は内湾（富津岬と観音崎を結ぶ線以北の海域）と外湾（富津岬と観音崎を結ぶ線と洲崎と鵜崎を結ぶ線で囲まれた海域）に大きく分けられる。内湾の砂泥域浅所は、1970年代までに埋め立てや浚渫によって激減し、河口周辺の干潟域や人工海浜が現存するのみである。一方、外湾には砂浜海岸が多く残っている。したがって、魚類の生息場としてみた東京湾の砂泥域浅所は、内湾の干潟域と外湾の砂浜海岸砕波帯という2つの環境によって代表されているといえる。このうち、内湾の干潟域では魚類の成育場としての役割を明らかにするために多くの魚類相研究が行われてきた（岩田ら、1979；那須ら、1996；東京都環境保全局水質保全部、1999；加納ら、2000）。

しかし、外湾の砕波帯ではそのような研究は行われていない。

砕波帯は、仔稚魚の成育場として重要な役割を担っていることが指摘され、ヒラメ（AMARULLAH *et al.*, 1991）やサバヒー（SENTA and HIRAI, 1981；MORIOKA *et al.*, 1993）、ヘダイ亜科（木下、1993）などの水産上重要種についてはすでに多くの詳細な研究が行われている。一方、砕波帯の魚類群集について包括的に扱った研究は数少ないが、海域によって、または同一の海域内でも海岸によって種組成や優占種が異なることが明らかにされている（赤崎・木本、1989；赤崎・瀧、1989；木下、1993；須田、1996；内田ら、1998）。そのような違いの要因としては、周辺環境（木下、1993）や海岸性状（海岸タイプ）

*東京水産大学魚類学研究室 〒108-8477 東京都港区港南4-5-7

Laboratory of Ichthyology, Tokyo University of Fisheries, 4-5-7 Konan, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan

**（現住所）財団法人 自然環境研究センター 〒110-8676 東京都台東区下谷3-10-10

Japan Wildlife Research Center, 3-10-10 Shitaya, Taito-ku, Tokyo 110-8676, Japan

***（現住所）東京大学大学院農学生命科学研究科農学国際専攻 〒113-8657 東京都文京区弥生1-1-1

Department of Global Agricultural Sciences, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan

(須田, 1996) が関わっている可能性が示唆されているものの、いまだに明確な結論は得られていない。

そこで本研究では、年間にわたって東京湾外湾の4か所の砕波帯で小型地曳網を用いて魚類の採集を行い、出現魚種の生活史型や発育段階に基づく砕波帯の利用様式などを検討することで、東京湾外湾の砕波帯における魚類の群集構造の特徴について明らかにした。さらに、東京湾の内湾や外湾における地点間での魚類群集の比較から、それぞれの砕波帯の魚類相を特徴付ける要因についても検討した。

2. 材料および方法

採集場所 採集は東京湾外湾に位置する4か所の砕波帯(上総湊, 富山, 北条, 大賀)で行った (Fig. 1)。各地の海岸タイプは SHORT and WRIGHT (1983) に従うと、全て反射型の海岸に分類される。各地点の底質は

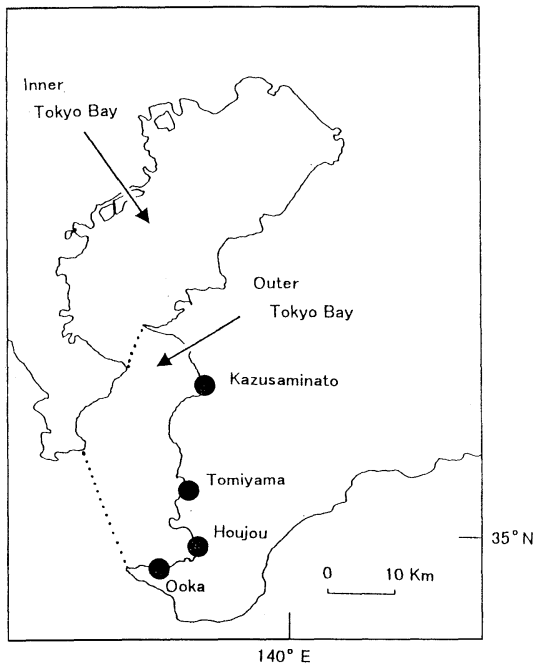


Fig. 1. Sampling sites in the outer Tokyo Bay.

すべて砂から砂礫であるが、大賀ではやや大型の礫や石も混在している。採集時における汀線から砕波点までの距離の平均±標準偏差は、上総湊が 7.8 ± 3.1 mで汀線から最も遠く、大賀 (0.8 ± 0.3 m) が最も近かった。砕波高は、全地点で1m以下であった (Table 1)。水温は $8.8 \sim 27.5^\circ\text{C}$ であり、各月において地点間での違いはあまりみられなかった。

採集方法 採集は各地点ともに1998年4月から1999年3月にかけて毎月1回、大潮の昼間に行った (富山では7月の採集を行っていない)。採集には小型地曳網 (袖網部の長さ4m, 深さ1m, 目合2mm; 胴網部の長さ3.5m, 目合0.8mm) を用い、水深1m以浅の潮間帯から潮下帯にかけてを汀線とほぼ平行に約50m, 4回ずつ曳網した。採集物は現場でただちに10%海水ホルマリンで固定し研究室に持ち帰った。

解析方法 研究室では、採集物から魚類のみを選別し、種の同定、個体数の計数、標準体長 (以下、体長) の測定を行った。種の同定は、主に沖山編 (1988) と中坊編 (2000) に従った。また、魚種リストの科の配列は NELSON (1994) に、標準和名と学名は中坊編 (2000) に従った。海水魚 (Marine)、河口魚 (Estuarine)、両側回遊魚 (Amphidromous)、降河回遊魚 (Catadromous)、遡河回遊魚 (Anadromous) といった生活史型 (Life cycle category)、および発育段階に基づく砕波帯の利用様式 (Life style category) は、加納ら (2000) に従った。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、鰭条が定数に達していない時期のもの; 稚魚、鰭条が定数に達し鱗も始めているが、体形や模様が成魚と異なる時期のもの; 若魚、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 (加納ら, 2000)。生活史型が海水魚に区分された種では、成魚が主に生息する場所によって砂泥域種 (sm, sandy muddy)、岩礁域種 (r, rocky)、砂泥域および岩礁域種 (sm & r, sandy muddy and rocky)、表層域種 (s, surface) に細分した。各魚種の生活史型の決定は、中坊編 (2000) と川那部・水野編 (1995) および岡村・尼岡編 (1997) を参考にして行った。

地点間および月間での種組成の比較を行うために、

Table 1. Physical environmental characters of four surf zones in the outer Tokyo Bay

	Kazusaminato	Tomiyama	Houjou	Ooka
Beach type	reflective	reflective	reflective	reflective
Bottom sediment	sand to gravel	sand to gravel	sand to gravel	sand to gravel+stone
Distance from shoreline to wave break point(m)	7.8 ± 3.1	6.6 ± 2.2	3.3 ± 1.5	0.8 ± 0.3
Wave height at wave break point(m)	0.7 ± 0.3	0.5 ± 0.2	0.3 ± 0.3	0.2 ± 0.2

Numerals indicate mean ± SD.

JACCARD (1901) の群集係数を求め、それに基づくクラスタ分析を群平均法で行った。地点間の比較には、本研究の4地点の他に、ほぼ同様の手法で行われた東京湾内湾11地点の調査結果(那須ら, 1996; 東京都環境保全局水質保全部, 1999; 加納ら, 2000) も用いた。

本研究で用いた標本は、70%エチルアルコール中で保存し、東京水産大学水産資料館の仔稚魚コレクションに以下の番号で登録・保管されている: MTUF-P(L) 5281-5284, 5408-5423, 5616-5636, 6181-6210, 6212-6315, 9336-9662。

3. 結果

3.1 採集された魚類

種数と個体数 採集された魚類は13目48科119種以上、計43,880個体であった (Tables 2, 3)。科別の種数ではハゼ科が最も多く (38種)、次いでニシン科 (5種) で、残りの46科では1種から4種が出現した。採集個体数では、シラウオ科が最も多く (23,296個体) 全体の53.1%を占め、次いでハゼ科(5,524個体, 12.6%)、ニシン科(5,039個体, 11.5%) であった。一方、5個体以下しか出現しなかったのは、カライワシ科などの23科であった。

種数と個体数の経月変化 種数は、5月から10月にかけて多く、最も多かったのは7月の38種で、次いで6月の37種であった (Table 3)。また、2月を除くと、4月と11月から3月にかけては12種から17種で少なかった。個体数は5月から8月と11月および2月に多く、最も多かったのは6月の14,984個体で、次いで5月の8,223個体であった。また、最も少なかったのは3月の218個体で、次いで4月の310個体であった。

各月の種組成の比較と出現魚種の季節変化 各月の種組成の類似度に基づくクラスタ分析の結果、各月は類

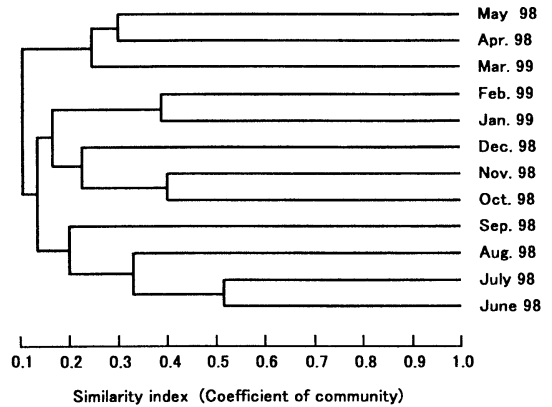


Fig. 2. Dendrogram of sampling months, based on similarity index of Jaccard's (1901) coefficient of community for the species compositions of fishes collected from the four surf zones in the outer Tokyo Bay from April 1998 to March 1999.

似度0.17で以下の4つのグループに大きく分かれた (Fig. 2) : 1998年4月と5月および1999年3月 (以下では春季とする)、1998年6月から9月 (夏季)、1998年10月から12月 (秋季)、1999年1月と2月 (冬季)。

春季だけに出現した種は、クジメ、カズナギ、トビイトギンボ、オオミズハゼ、チクゼンハゼ、ニクハゼ、チチブなど12種であった (Table 2)。夏季だけに出現した種は、カライワシ、ウルメイワシ、ゴンズイ、オキエソ、ムギイワシ、ギンイソイワシ、タツノオトシゴ、オオスジイシモチ、コスジイシモチ、ロウニンアジ、ヒイラギ、クロホシフエダイ、ニベ、ヨメヒメジ、テンジ

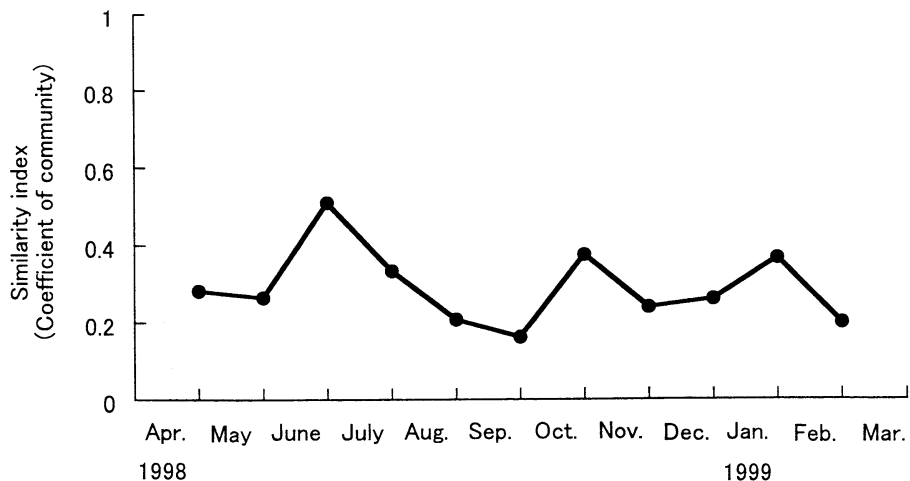


Fig. 3. Similarity index between consecutive months, based on similarity index of Jaccard's (1901) coefficient of community for the species compositions of fishes collected from the four surf zones in the outer Tokyo Bay from April 1998 to March 1999.

Table 2. List of fishes collected from the four surf zones in the outer Tokyo Bay from April 1998 to March 1999

Family and Species	No. of individual	%	Size range (SL, mm)	Month	Sites	Developmental stage	Life style category	Life cycle category	Adult habitat
Elopidae									
<i>Elops hawaiiensis</i>	1		25.0	9	To	L	P&S	M	sm
Megalopidae									
<i>Megalops cyprinoides</i>	5		18.8-24.3	7-10	Ka, To, Ho	L	P&S	M	sm
Albulidae									
<i>Albula neoguinaica</i>	2		31.6-49.7	10-11	Ka, Ho	L	P&S	M	sm
Anguillidae									
<i>Anguilla japonica</i>	1		50.9	2	Ka	J	P&S	Ca	
Engraulidae									
<i>Engraulis japonicus</i>	1430	3.3	3.3-59.1	5-6, 8-12, 3	Ka, To, Ho	L-Y	T	M	s
Clupeidae									
<i>Etrumeus teres</i>	3		11.2-11.5	9	To, Ho	L	P&S	M	s
<i>Spratelloides gracilis</i>	2		13.6-13.7	5, 7	Oo, Ho	L-J	T	M	s
<i>Sardinops melanostictus</i>	20		10.0-22.4	11-2	Ka, To, Ho, Oo	L	P&S	M	s
<i>Sardinella zunasi</i>	18		7.5-15.3, 59.1	5-8, 10	Ka	L, Y	P&S	M	sm
<i>Konosirus punctatus</i>	4996	11.4	7.0-34.5	5-7	Ka, To, Ho, Oo	L-J	T	M	sm
Plotosidae									
<i>Plotosus lineatus</i>	1		64.5	9	Ho	Y	P&S	M	sm&r
Osmeridae									
<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	478	1.1	8.4-40.6	10-2	Ka, To, Ho, Oo	L-J	T	Am	
Salangidae									
<i>Salangichthys ishikawae</i>	23296	53.1	7.4-59.2	4-3	Ka, To, Ho, Oo	L-A	R	M	sm
Synodontidae									
<i>Trachinocephalus myops</i>	19		30.7-90.0	7	Ho	J-Y	T	M	s
Mugilidae									
<i>Mugil cephalus cephalus</i>	60	0.1	16.1-37.8	4-5, 10, 12-3	Ka, To, Ho, Oo	J	P&S	M	sm&r
<i>Chelon</i> spp.	10		9.4-14.1	4-5, 2-3	To, Ho	L-J	T	M	sm&r
Atherinidae									
<i>Atherion elymus</i>	33	0.1	6.5-10.4, 28.8-39.5	7, 11	To, Ho, Oo	L, Y	P&S	M	r
<i>Hypoatherina tsurugae</i>	1		20.7	9	Ka	J	P&S	M	sm&r
<i>Hypoatherina valenciennei</i>	22	0.1	11.7-62.5	6-8, 10-11	Ka, To, Ho	L-Y	T	M	sm&r
<i>Hypoatherina</i> spp.	445	1.0	4.0-19.1	6-8	Oo, Ho	L-J	T	M	sm&r
Notocheiridae									
<i>Iso flosmaris</i>	1		12.5	11	Ho	L	P&S	M	r
Belonidae									
<i>Strongylura</i> sp.	1		10.6	6	Oo	L	P&S	M	s

Sites(Ka, Kazusaminato; To, Tomiyama; Ho, Houjou; Oo, Ooka), 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; An, anadromous; Ca, catadromous; E, estuarine; M, marine), adult habitat(sm, sandy muddy area; r, rocky area; s, surface area). Percentages in individuals of each species to total fishes are only given when they exceed 0.1%.

クイサキ, ダイナンギンボ, ナベカ, ネズミゴチ, ヒモハゼ, ドロメ, アシシロハゼ, クモハゼ, ヒナハゼ, カワハギ, ウミスズメなど38種であった。秋季だけに出現した種は, ソトイワシ, ナミノハナ, ヨウジウオ, イケカツオ, シログチ, ツマグロハタンボ, アカカマスなど11種であった。冬季だけに出現した種は, ウナギ, ホウボウ, キヌカジカ, ヒラスズキ, ムツ, タカノハダイ, ギンボ, クロウシノシタなど9種であった。これら以外の49種のうち, イシカワシラウオは年間を通して, シロギスとコトヒキ, ボラ, クサフグの4種は6か月以上連続して出現した。

連続する月間の種組成の比較 連続する月間の種組成の類似度は, 1998年6月と7月で0.51と最も高く, 次いで1998年10月と11月(0.38), 1999年1月と2月(0.37)が高かった(Fig. 3)。逆に, 最も低かったのは1998年9月と10月(0.16)で, 次いで1999年2月と3月(0.20)であった。それ以外の月間では, 0.21から0.33の間で変

動した。

優占種の出現の経月変化 上位10種の個体数の合計は40,693個体で, 全個体数の92.7%を占めた(Table 2)。以下に, 個体数の多い順に, これら10種の出現の経月変化を記す(Fig. 4)。

イシカワシラウオは, 仔魚(体長7.4-36.2mm)が2月から12月に, 稚魚と若魚(体長35.0-41.9mm)が10月から12月に, 成魚(体長41.6-59.2mm)が5月と12月から3月に出現した。とくに, 仔魚は6月に7,068個体と多かった。コノシロは, 仔稚魚(体長7.0-34.5mm)が5月から7月に出現し, とくに6月には3,458個体と多かった。

ギンボ属不明種は, 仔魚(体長5.4-26.0mm)が1月から3月に出現し, とくに2月には4,396個体と多かった。ハゼ科不明種1は, 仔稚魚(体長4.0-13.4mm)が5月から9月に出現し, とくに6月には875個体と多かった。ヨシノボリ属不明種は, 仔稚魚(体長5.7-13.7mm)

Table 2. Continued

Syngnathidae									
<i>Syngnathus schlegelii</i>	4		147.5-230.0	10-11	To, Ka	Y-A	P&S	M	sm
<i>Hippocampus coronatus</i>	2		15.1-15.5	6	Oo	J	P&S	M	sm
Triglidae									
<i>Chelidonichthys spinosus</i>	3		13.5-16.6	1-2	To, Ho	J	P&S	M	sm
Platycephalidae									
<i>Platycephalus</i> sp.	12		6.7-11.0	5-6, 9	Ka, To, Ho	L-J	T	M	sm
Hexagrammidae									
<i>Hexagrammos agrammus</i>	2		32.4-35.2	3	Ka	J	P&S	M	r
Cottidae									
<i>Ocynectes maschalii</i>	7		12.3-16.9	2-3	Ho, Oo	J	P&S	M	r
<i>Ocynectes</i> spp.	20		4.4-10.7	1-3	Ka, Ho, Oo	L	P&S	M	r
<i>Furcina osimae</i>	137	0.3	5.0-11.3	1-2	Ka, Ho	L	P&S	M	r
Percichthyidae									
<i>Lateolabrax japonicus</i>	42	0.1	8.8-17.0, 168.2	8, 2	Ka	L, Y	P&S	M	sm&r
<i>Lateolabrax latus</i>	9		11.0-19.4	1-2	Oo, Ho	L-J	T	M	r
Apogonidae									
<i>Apogon doederleini</i>	1		8.0	8	To	L	P&S	M	r
<i>Apogon endekataenia</i>	1		8.4	6	Oo	J	P&S	M	r
Sillaginidae									
<i>Sillago japonica</i>	948	2.2	5.9-87.0	5-10, 1	Ka, To, Ho, Oo	L-Y	T	M	sm
Pomatomidae									
<i>Scombrops boops</i>	1		14.7	2	Ho	L	P&S	M	r
Carangidae									
<i>Scomberoides lysan</i>	1		24.1	10	Ho	J	P&S	M	s
<i>Trachinotus bailloni</i>	3		41.2-62.3	9, 12	To	Y	P&S	M	s
<i>Caranx sexfasciatus</i>	2		40.8-57.7	5, 8	Ka, Ho	Y	P&S	M	s
<i>Caranx ignobilis</i>	3		40.0-45.6	8	Ho	Y	P&S	M	s
Leiognathidae									
<i>Leiognathus nuchalis</i>	83	0.2	5.5-7.4	6-8	Ka, To, Ho	L-J	T	M	sm
Lutjanidae									
<i>Lutjanus russellii</i>	1		17.6	8	Oo	J	P&S	M	r
Gerreidae									
<i>Gerres equulus</i>	427	1.0	7.3-22.7	6-10	Ka, To, Ho, Oo	L-J	T	M	sm
<i>Gerres filamentosus</i>	8		8.9-11.2	8-10	Ka, Ho	L	P&S	M	sm
Sparidae									
<i>Sparus sarba</i>	6		9.4-10.2, 39.5	6, 12-2	Ka, To, Ho, Oo	L, Y	P&S	M	r
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	446	1.0	5.5-31.3	5-7, 3	Ka, To, Ho, Oo	L-Y	T	M	r
<i>Acanthopagrus latus</i>	482	1.1	8.8-11.2	10-1	Ka, To, Ho, Oo	L-J	T	M	r
Sciaenidae									
<i>Nibea mitsukurii</i>	13		4.2-28.6	6-9	Ka, To	L-J	T	M	sm
<i>Pennahia argentata</i>	1		48.8	12	Ka	Y	P&S	M	sm

が6月から8月に出現し、とくに6月には1,518個体と多かった。

カタクチイワシは、仔魚から若魚(体長3.3-59.1mm)が5月から6月と8月から12月および3月に出現し、とくに仔稚魚が6月に1,173個体と多かった。シロギスは、仔稚魚(体長5.9-33.5mm)が5月から10月に、若魚(体長87.0mm)が1月に出現した。とくに仔稚魚は9月に561個体と多かった。ピリンゴは、仔魚(体長5.9-15.3mm)が2月と5月に、稚魚と若魚(体長18.1-29.3mm)が5月と7月に出現した。とくに5月には390個体と多かった。

アゴハゼ属不明種は、仔稚魚(体長4.0-22.2mm)が4月から6月と3月に出現し、とくに5月には214個体と多かった。キチヌは、仔稚魚(体長8.8-11.2mm)が10月から1月に出現し、とくに11月には451個体と多かった。

これら10種のうち、イシカワシラウオでは5月から翌年1月にかけて平均体長が連続的に増加し、仔魚から成

魚へと成長する傾向がみられたが、他の9種では平均体長の連続的な増加はみられなかった。

出現した魚種の生活史型 採集された魚類のうち、生活史型が明らかなのは、103種41,622個体であった(Table 2)。このうち、海水魚は89種38,513個体で個体数の92.5%を占めた。河口魚は13種774個体(1.9%)、両側回遊魚は4種2,389個体(5.7%)であった。降河回遊魚は1種1個体、遡河回遊魚は1種44個体のみであった。

碎波帯の利用様式 碎波帯の利用様式としては、滞在型、一時的滞在型、通過・偶来型がみとめられた(Table 2)。以下では生活史型ごとにこれらの利用様式を記す。

海水魚のうち、滞在型はイシカワシラウオ1種のみであったが、個体数では海水魚の60.5%を占めた。一時的滞在型は30種で、個体数では海水魚の26.6%を占めた。このうち、キビナゴやコノシロなど17種では仔魚から稚魚が、カタクチイワシやシロギスなど6種では仔魚から若魚が、オキエソやナベカなど7種では稚魚から若魚が

Table 2. Continued

Mullidae									
<i>Upeneus tragula</i>	1		24.9	9	Oo	J	P&S	M	sm
<i>Parupeneus</i> sp.	1		41.9	5	Oo	Y	P&S	M	sm&r
Mullidae sp.	1		25.9	8	To	J	P&S	M	sm&r
Pemppheridae									
<i>Pempheris japonica</i>	2		5.9-6.3	10-11	Oo	L	P&S	M	r
Kyphosidae									
<i>Girella</i> spp.	19		12.3-20.8	5, 3	Oo	J	P&S	M	r
<i>Kyphosus cinerascens</i>	1		28.2	8	To	J	P&S	M	r
Terapontidae									
<i>Terapon jarbua</i>	144	0.3	8.4-60.0	4-11	Ka, To, Ho, Oo	L-Y	T	M	sm&r
<i>Rhyncopelatus oxyrhynchus</i>	5		8.4-10.2	7-8	To, Oo	J	P&S	M	sm&r
Cheilodactylidae									
<i>Goniistius zonatus</i>	1		32.8	1	Oo	J	P&S	M	r
Zoarcidae									
<i>Zoarchias veneficus</i>	3		34.3-61.7	3	Oo	Y	P&S	M	r
<i>Zoarchias glaber</i>	2		45.9-59.9	3	Oo	Y	P&S	M	r
Stichaeidae									
<i>Dictyosoma burgeri</i>	1		225.0	7	Oo	Y	P&S	M	r
<i>Dictyosoma</i> sp.	1		9.0	3	Ho	L	P&S	M	r
Pholididae									
<i>Pholis nebulosa</i>	1		91.7	1	Ho	Y	P&S	M	r
<i>Pholis</i> sp.	4454	10.2	5.4-26.0	1-3	Ka, To, Ho	L	P&S	M	r
Chaenopsidae									
<i>Neoclinus bryope</i>	2		15.2-17.2	6, 3	Ho, Oo	J	P&S	M	r
Blenniidae									
<i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	2		6.7-12.5	7, 10	Ka, Ho	L-J	T	M,E	r
<i>Omobranchus elegans</i>	2		13.2-27.7	7-8	Ho, Oo	J-Y	T	M	r
<i>Petroscirtes breviceps</i>	5		11.7-28.8	8, 11	To, Oo	J-Y	T	M	r
Callionymidae									
<i>Repomucenus curvicornis</i>	3		36.7-72.9	6-7	Ho	Y	P&S	M	sm
Eleotridae									
<i>Eleotris</i> sp.	1		11.8	11	Ho	L	P&S	E	
Gobiidae									
<i>Leucopsarion petersii</i>	44	0.1	6.8-36.4	5-8, 12, 2	Ka	L-A	R	An	
<i>Luciogobius guttatus</i>	14		9.5-15.4	4-5, 2	Ka, To, Ho	L-J	T	M,E	r
<i>Luciogobius grandis</i>	2		10.2-12.6	4	Ho	L	P&S	M	r
<i>Luciogobius</i> spp.	5		10.4-14.0	4-5	Ka, Ho, Oo	L-J	T	M	r
<i>Eutaenichthys gilli</i>	24	0.1	5.2-10.1	6-7	Ka	L-J	T	E	
<i>Parioglossus</i> spp.	5		8.8-10.9	7, 9	Ho	L	P&S	M,E	sm&r
<i>Chaenogobius annularis</i>	20		16.5-37.1	6-7, 12	Oo	J-Y	T	M	r
<i>Chaenogobius gulosus</i>	1		29.5	7	Oo	Y	P&S	M	r
<i>Chaenogobius</i> spp.	502	1.1	4.0-22.2	4-6, 3	Ka, To, Ho, Oo	L-J	T	M	r
<i>Gymnogobius uchidai</i>	3		9.8-11.4	5	Ka	L	P&S	E	
<i>Gymnogobius heptacanthus</i>	16		12.3-21.6	5	Ka	L-J	T	M,E	sm

出現した。通過・偶来型は58種で、個体数では海水魚の12.9%を占めた。このうち、カライワシやソトイワシなど18種では仔魚が、サッパなど4種では仔魚と若魚が、コスジイシモチやイケカツオなど18種では稚魚が、コバンアジやロウニンアジなど15種では若魚が、ヨウジウオとアラメガレイでは若魚と成魚が、ウミスズメでは成魚が出現した。

河口魚のうち、一時的滞在型は8種で個体数では河口魚の98.6%を占めた。このうち、ヒモハゼやニクハゼなど5種では仔魚から稚魚が、ビリンゴやマハゼなど3種では仔魚から若魚が出現した。通過・偶来型は5種で個体数では河口魚の1.4%を占めた。このうちチクゼンハゼやヒナハゼなど4種では仔魚が、チブでは若魚が出現した。

両側回遊魚のうち、一時的滞在型はアユとウキゴリ種群(スミウキゴリまたはウキゴリ)およびヨシノボリ属

不明種の3種が仔魚から稚魚にかけて出現し、個体数では両側回遊魚の99.8%を占めた。通過・偶来型はボウズハゼの稚魚が出現した。そのほか、降河回遊魚のウナギの稚魚が通過・偶来型として、遡河回遊魚のシロウオが滞在型として出現した。

3.2 外湾4地点の比較

種数と個体数 出現種数が多い地点から順に北条(35科67種以上), 上総湊(27科62種以上), 大賀(26科52種以上), 富山(27科43種以上)であった(Tables 2, 3)。出現個体数が多い地点から順に上総湊(33,248個体), 富山(5,239個体), 大賀(2,761個体), 北条(2,632個体)であった(Table 3)。

生活史型と成魚の生息場所区分ごとの種数 採集された119種のうち、生活史型が明らかな103種について各地点での出現種数を比較した(Table 4)。海水岩礁域種

Table 2. Continued

<i>Gymnogobius castaneus</i>	623	1.4	5.9-29.3	5, 7, 2	Ka	L-Y	T	E	
<i>Gymnogobius urotaenia</i> complex	107	0.2	6.1-23.6	4-5, 8, 1-2	Ka, Ho, Oo	L-J	T	Am	
<i>Sagamia geneionema</i>	3		27.1-130.0	4, 6, 10	To, Ho, Oo	J-Y	T	M	sm
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	62	0.1	10.4-41.0	4-5, 12, 2-3	Ka, Ho	L-Y	T	M,E	sm
<i>Acanthogobius lactipes</i>	6		8.6-10.7	6-8	Ka, To	L-J	T	E	
<i>Sicyopterus japonicus</i>	4		24.7-28.7	5-6	Ka, To	J	P&S	Am	
<i>Bathygobius fuscus</i>	1		6.0	9	Oo	L	P&S	M	r
<i>Bathygobius</i> sp.	1		6.5	8	Ka	L	P&S		
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	16		5.7-28.0	6-8, 10	Ka, To, Ho, Oo	L-Y	T	E	
<i>Redigobius bikolanus</i>	1		5.1	9	Ho	L	P&S	E	
<i>Rhinogobius</i> spp.	1800	4.1	5.7-13.9	6-8	Ka, To, Ho, Oo	L-J	T	Am	
<i>Tridentiger trignocephalus</i>	8		10.2-19.2	5-7	Ho	J	P&S	M	r
<i>Tridentiger obscurus</i>	1		30.5	3	Ka	Y	P&S	E	
Gobiidae sp. 1	2162	4.9	4.0-13.4	5-9	Ka, To, Ho, Oo	L-J			
Gobiidae sp. 2	53	0.1	4.9-10.1	6, 8	Ka, Ho	L			
Gobiidae sp. 3	4		4.2-5.4	5-6	Oo	L			
Gobiidae sp. 4	1		3.8	6	Ka	L			
Gobiidae sp. 5	13		5.9-7.5	8-9	Ka, To	L			
Gobiidae sp. 6	1		6.9	5	Ka	L			
Gobiidae sp. 7	1		9.8	9	Ka	J			
Gobiidae sp. 8	8		5.3-11.8	5, 7	Oo	L			
Gobiidae sp. 9	1		5.4	10	Ka	L			
Gobiidae sp. 10	7		7.0-9.6	10-11	Ka	L			
Gobiidae sp. 11	1		10.5	10	Ka	L			
Gobiidae sp. 12	1		11.6	2	Oo	L			
Gobiidae sp. 13	1		6.6	9	Oo	L			
Gobiidae sp. 14	1		6.5	6	Ka	L			
Sphyracnidae									
<i>Sphyaena pinguis</i>	1		74.0	10	Ho	Y	P&S	M	s
Paralichthyidae									
<i>Paralichthys olivaceus</i>	3		10.3-230.0	7, 10, 12	Ho, Oo	J-Y	T	M	sm
<i>Tarphops oligolepis</i>	10		47.1-80.9	6-7, 10-11, 2	Ka, To, Ho	Y-A	P&S	M	sm
Soleidae									
<i>Heteromycteris japonica</i>	45	0.1	42.2-97.6	6-7, 2	To, Ho	Y	P&S	M	sm
Cynoglossidae									
<i>Paraplagusia japonica</i>	1		82.4	2	Ka	Y	P&S	M	sm
Monacanthidae									
<i>Rudarius ercodes</i>	11		4.2-7.0	8, 10	To, Ho	L-J	T	M	sm&r
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	7		10.7-23.3	8	To	J	P&S	M	sm&r
Ostraciidae									
<i>Lactoria diaphana</i>	1		180.0	9	Oo	A	P&S	M	sm&r
Tetraodontidae									
<i>Takifugu niphobles</i>	87	0.2	17.8-96.3	4-12, 2	Ka, To, Ho, Oo	J-Y	T	M	sm
<i>Takifugu</i> spp.	26	0.1	2.6-13.7	6-7	Ka, Ho, Oo	L-J	T	M	sm&r
Tetraodontidae spp.	2		3.1-5.6	5, 8	Ka, Ho	L	P&S	M	

が最も多かったのは大賀（23種）で、最も少なかったのは富山（10種）であった。海水砂泥域種が最も多かったのは上総湊と北条（それぞれ18種）で、最も少なかったのは大賀（8種）であった。海水砂泥域および岩礁域種が最も多かったのは北条（9種）で、最も少なかったのは上総湊（6種）であった。海水表層域種が最も多かったのは北条（8種）で、最も少なかったのは上総湊と大賀（3種）であった。河口魚が最も多かったのは上総湊（10種）で、最も少なかったのは大賀（1種）であった。両側回遊魚は上総湊で4種、他の3地点で3種が出現した。遡河回遊魚と降河回遊魚は上総湊だけでそれぞれ1種が出現した。

優占種の出現個体数 採集された魚種のうち100個体以上出現し、生活史型が明らかな16種について、各地点での出現割合を比較した（Table 5）。

採集個体数の75%以上が1地点で出現したのは、上総

湊では、河口魚のピリンゴ、海水表層域種のカタクチイワシ、海水砂泥域種のイシカワシラウオ、海水岩礁域種のキヌカジカとギンボ属不明種であった。富山では、両側回遊魚のアユと海水砂泥域種のコノシロであった。北条では、海水砂泥域種のシロギスと海水岩礁域種のキチヌであった。大賀では、海水砂泥域種のクロサギ、海水岩礁域種のアゴハゼ属不明種、海水砂泥域および岩礁域種のギンイソイワシ属不明種であった。また、両側回遊魚のウキゴリ種群とヨシノボリ属不明種、海水岩礁域種のクロダイ、海水砂泥域および岩礁域種のコトヒキの4種は、いずれかの地点のみに偏った出現ではなかった。

3.3 東京湾内湾の干潟域との比較

外湾4地点と内湾11地点における種組成の類似度に基づくクラスター分析の結果、これら15地点は、類似度0.22で内湾と外湾に大きく分かれた（Fig. 5）。そこで、

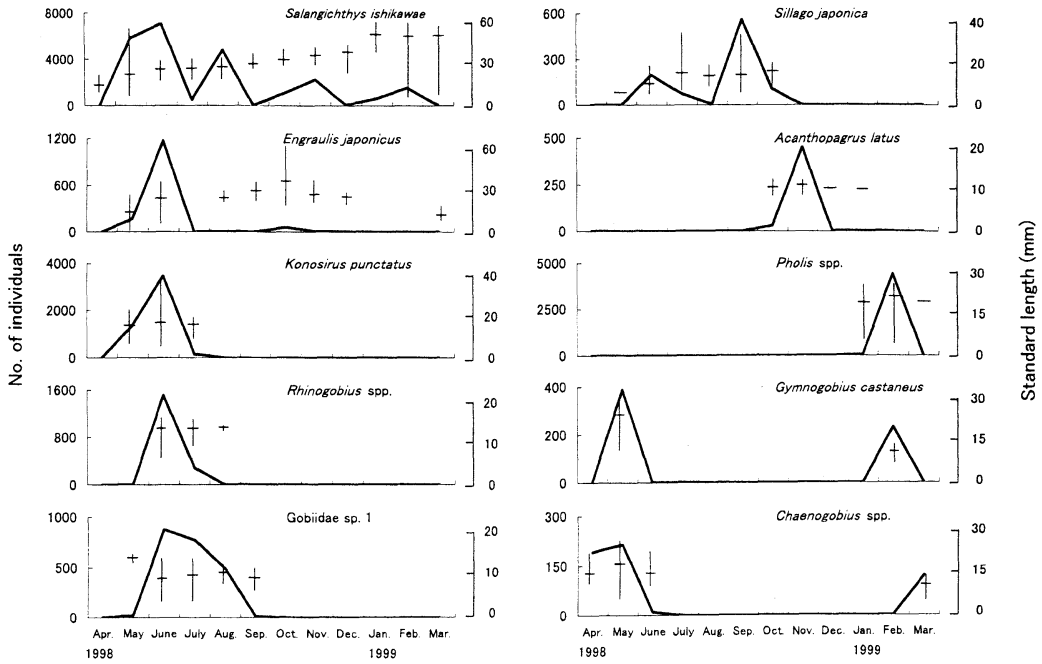


Fig. 4. Seasonal occurrences and sizes of ten dominant species in surf zones in the outer Tokyo Bay from April 1998 to March 1999. Horizontal and vertical bars indicate mean and range of standard length, respectively.

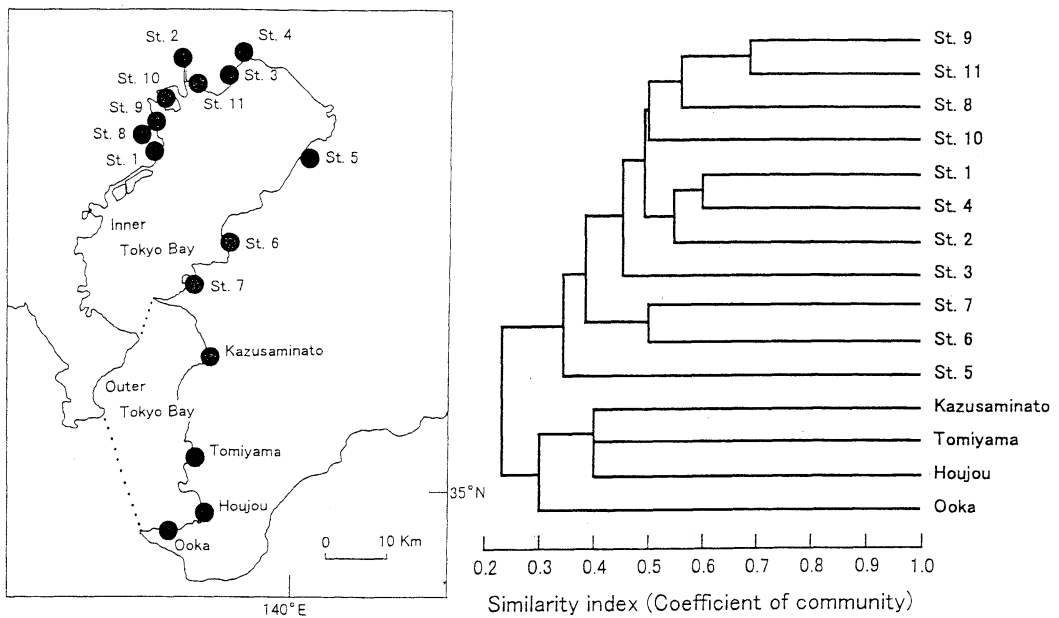


Fig. 5. Dendrogram of sampling sites, based on similarity index of Jaccard's (1901) coefficient of community for the species compositions of fishes collected from the fifteen sites in Tokyo Bay. St. 1-7, from KANOU *et al.* (2000); St. 8, from NASU *et al.* (1996); St. 9-11, from Bureau of Environment, Tokyo Metropolitan Government (1999).

Table 3. Monthly record of species and individual numbers of fishes collected from the four surf zones in the outer Tokyo Bay from April 1998 to March 1999

Sites	1998										1999			Total
	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.		
Number of species														
Kazusaminato	5	22	18	19	18	4	14	8	6	6	15	4	62	
Tomiyama	3	9	16	-	14	9	8	5	5	6	4	4	43	
Houjou	7	15	12	17	7	12	13	10	5	7	9	8	67	
Ooka	5	8	18	12	5	6	6	3	2	6	4	8	52	
Total	12	32	37	38	34	24	27	17	14	15	26	17	119	
Number of individuals														
Kazusaminato	46	6616	9796	1509	5290	11	1137	2333	26	638	5840	6	33248	
Tomiyama	6	958	3406	-	122	39	105	64	377	118	8	36	5239	
Houjou	47	433	411	495	40	570	55	460	5	16	32	68	2632	
Ooka	211	216	1371	323	42	155	289	8	15	18	5	108	2761	
Total	310	8223	14984	2327	5494	775	1586	2865	423	790	5885	218	43880	

Table 4. Species numbers of fishes collected from the four surf zones in the outer Tokyo Bay from April 1998 to March 1999

Life cycle category and adult habitat	Sites			
	Kazusaminato	Tomiyama	Houjou	Ooka
Amphidromous	4	3	3	3
Anadromous	1	0	0	0
Catadromous	1	0	0	0
Estuarine	10	3	6	1
Marine-rocky area	11	10	21	23
Marine-sandy muddy area	18	14	18	8
Marine-sandy muddy/rocky area	6	8	9	7
Marine-surface area	3	4	8	3
Total	54	42	65	45

外湾と内湾の各地点で出現種を比較すると、外湾と内湾の両方に出現する種（コノシロなど37種、ただし不明種は除く）と外湾だけに出現する種（キチヌなど49種）および内湾だけに出現する種（エドハゼなど17種）に分けられた。さらに、外湾と内湾で優占種を比較すると、外湾で多かったイシカワシラウオやカタクチイワシなどは内湾では少なく、逆に、外湾では少ないスズキやサッパ、ニクハゼ、アシシロハゼなどや、外湾では全く出現しないマルタやエドハゼなどが内湾では多く出現していた。

次に、外湾の砕波帯と加納ら（2000）によって行われた内湾の干潟域の両方で、20個体以上出現した魚種（8種）の体長組成を比較した（Fig. 6）。

ボラやマハゼ、スズキ、ヒイラギ、アユの5種では、出現し始める個体の大きさが砕波帯では干潟域よりも小さかった。また、ボラやマハゼ、スズキ、ヒイラギ、ピリング、アユの6種では、出現しなくなる個体の大きさが砕波帯では干潟域よりも小さかった。さらに、これら

6種では、出現した個体の体長範囲が砕波帯では狭く、干潟域では広がった。

コトヒキとコノシロでは、砕波帯と干潟域で出現した個体の大きさはほぼ同じであった。

4. 論議

4.1 イシカワシラウオの優占的な出現

東京湾外湾の砕波帯では、イシカワシラウオが全個体数の半数以上を占めるほど多数出現し、年間を通して採集された。また、5月から翌年1月にかけては仔魚から成魚へと成長する傾向もみられた。

イシカワシラウオは日本固有種で、青森県から和歌山県の太平洋岸に分布する（細谷, 2000）。本種の生活史については断片的な知見があるのみだが、水深5m前後の岩礁間の砂底で産卵し（秋元ら, 1990）、仔魚から成魚が外海に面した砕波帯（SENTA *et al.*, 1986; GOMYOH *et al.*, 1994）や水深4~15mの沿岸に生息すること（平本,

Table 5. Percentages in dominant species of fishes collected from the four surf zones in the outer Tokyo Bay from April 1998 to March 1999

Life cycle category, adult habitat and species	No. of individual	Percentage in:			
		Kazusaminato	Tomiyama	Houjou	Ooka
Amphidromous					
<i>Chaenogobius urotaenia</i> complex	107	67.3	-	24.3	8.4
<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	478	17.4	75.9	5.2	1.5
<i>Rhinogobius</i> spp.	1800	31.2	3.2	9.3	56.3
Estuarine					
<i>Gymnogobius castaneus</i>	623	100.0	-	-	-
Marine-surface area					
<i>Engraulis japonicus</i>	1430	88.7	6.4	5.0	-
Marine-sandy muddy area					
<i>Gerres equulus</i>	427	0.7	0.5	4.0	94.8
<i>Konosirus punctatus</i>	4996	18.9	79.0	2.1	+
<i>Salangichthys ishikawae</i>	23296	97.0	1.5	1.5	+
<i>Sillago japonica</i>	948	0.6	1.9	81.1	16.4
Marine-rocky area					
<i>Acanthopagrus latus</i>	482	7.1	3.3	89.4	0.2
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	446	44.2	15.0	31.8	9.0
<i>Chaenogobius</i> spp.	502	3.6	1.2	1.4	93.8
<i>Furcina osimae</i>	137	99.3	-	0.7	-
<i>Pholis</i> spp.	4454	99.7	+	0.2	-
Marine-sandy muddy/rocky area					
<i>Hypoatherina</i> spp.	445	-	-	5.6	94.4
<i>Terapon jarbua</i>	144	67.4	24.3	4.9	3.5

+ < 0.1%; -, absent.

1973), および年魚であること (堀, 1969) などから, 沿岸浅海域で生活史を完結する種であると考えられている (猿渡, 1994)。一方, これまでに本種が碎波帯で周年にわたって生息し, 成長するという報告はないが, 本研究や SENTA *et al.* (1986) および GOMYOH *et al.* (1994) の結果から判断する限り, 本種が生活史を通して砂浜海岸碎波帯を主な生息場所のひとつとして利用している可能性は高い。

碎波帯は国内だけでも250種以上の仔稚魚の出現が報告され, 仔稚魚の成育場としての重要性が強調されている (木下, 1998) が, 本種のように碎波帯でほぼ周年出現し, 成熟する種の報告はない。生活史を通じて碎波帯に生息するという特異的な出現パターンは, 本種の幼形成熟的な体構造と約60mmという小型の繁殖サイズ (猿渡, 1994) によって可能なのかもしれない。

4. 2 魚類の成育場としての外湾碎波帯の意義 (内湾干潟域との比較)

連続する月間の種組成の類似性は, 東京湾外湾の碎波帯では0.16~0.51 (平均0.34) であるのに対し, 内湾の干潟域では0.31~0.54 (平均0.42) であった。したがって, 群集の種組成は, 外湾碎波帯の方が内湾干潟域より

も不安定であると結論できる。これは, 総出現種数が外湾碎波帯では内湾干潟域の約2倍であること (119種以上対60種以上), および半年以上の長期間にわたって出現する種が外湾では少ないこと (イシカワシラウオやシロギス, コトヒキ, ボラ, クサフグの5種に対して, 内湾干潟ではスズキやハゼの仲間など11種) などに起因するものと考えられる。

外湾碎波帯と内湾干潟域の両者で20個体以上出現した8種の体長組成を比較したところ, そのうち6種の体長範囲は, 外湾碎波帯よりも内湾干潟域の方が広いことが判明した。同様の傾向は, 四万十川の河口域浅所と近傍の砂浜海岸との比較でも確認されている (藤田, 1998)。

さらに, 外湾碎波帯と内湾干潟域における出現魚種の利用様式を比較した。外湾碎波帯では海水魚が全個体数の92.5%を占めた。このうち, 滞在型のイシカワシラウオ1種が60.5%を占め, 次いでシロギスやカタクチイワシなどの一時滞在型30種が26.6%を, 通過・偶来型58種が12.9%を占めた。一方, 内湾干潟域では, 海水魚の一時滞在型19種は全個体数の15.4%を占めるのに対して, 河口魚の滞在型8種が83.5%を占めていた (加納ら, 2000)。したがって, イシカワシラウオを例外とすれば, 外湾碎波帯は主に海水魚の一時的な成育場であると考えられる。

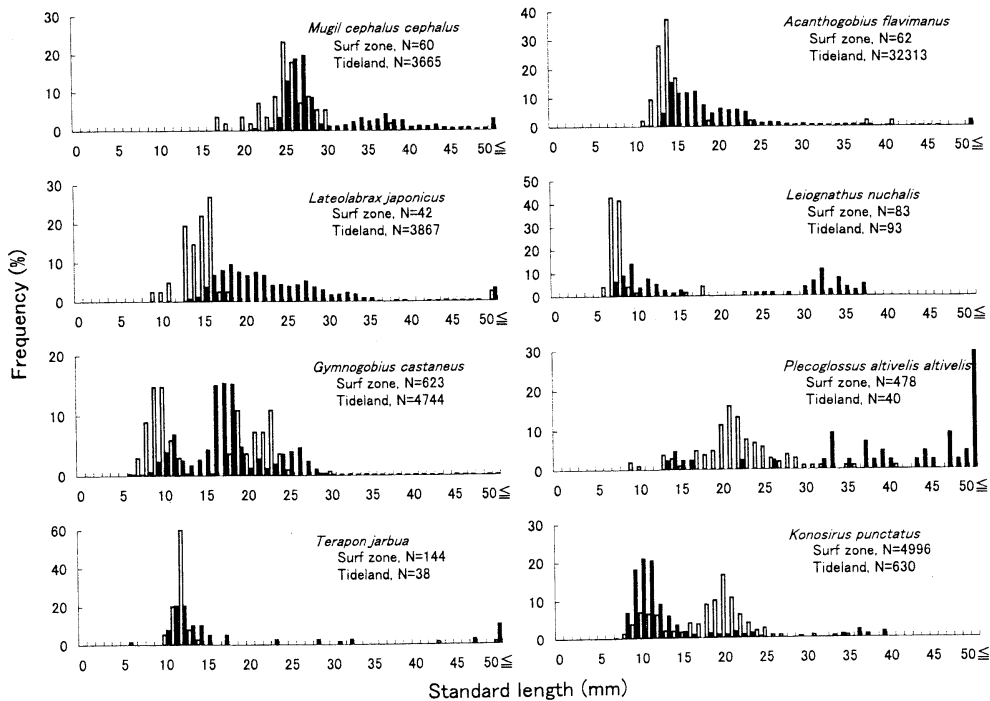


Fig. 6. Comparisons of length frequencies (%) in dominant species of surf zones (open bars) and tidelands (solid bars) in Tokyo Bay.

以上のことから、東京湾の外湾碎波帯は短期間の、内湾干潟域はより長期間の魚類の育成場としての役割をもっていると結論することができる。

4. 3 碎波帯によって魚類相が異なるのはなぜか？

東京湾の外湾碎波帯4地点間で、出現魚種の生活史型ごとの種数を比較した。湾口部に最も近い大賀では、海水岩礁域種が多かりに、海水砂泥域種や河口域種が少なかった。大賀の周囲には岩礁域があり、流入河川は川幅2mほどの小さなもので、底質は砂にやや大型の礫や石が混じっている。一方、湾奥部に最も近い上総湊では、大賀の逆で、海水岩礁域種は少ないが、海水砂泥域種や河口域種が多かった。上総湊では、河口干潟のある湊川が流入し、底質は砂泥で、周囲に岩礁域は発達していない。さらに、富山と北条は地理的には大賀と上総湊の間に位置するが、北条にはやや規模の大きな河川が流入し、また周囲に岩礁域もある。そのため、北条では、海水岩礁域種も海水砂泥域種も、また河口域種も出現したのに対し、富山では海水砂泥域種だけがよく出現したと考えられる。

国内のいくつかの砂浜海岸の仔稚魚相を比較した須田(1996)や内田ら(1998)は、出現種や優占種に地点間での相違を認めているが、須田(1996)はこれらの相違の要因を海岸タイプに求めた。しかし、本研究で調査し

た外湾碎波帯の海岸タイプはすべて反射型であり、また東京湾外湾という同一海域に位置する。したがって、東京湾外湾碎波帯の各地点の出現魚種は、流入河川や周囲に発達する岩礁域の規模、あるいはそれらに影響を受けた底質などの周辺環境によって決定されたものと考えられる。これは、同一海域に位置する碎波帯間で仔稚魚の種組成に違いがあることを指摘し、その要因として近傍環境の差異をあげた赤崎・瀧(1989)と木下(1993)の意見と一致する。

本研究と土佐湾の碎波帯(木下, 1993)(海岸タイプは両者とも反射型)とで、出現種の比較を行った。その結果、両者に共通して出現する種として、コノシロやクロダイなどがあげられた。しかし、イシカワシラウオやイダテンカジカなどの北方種は本研究ではみられたが、土佐湾では出現しないことが判明した。逆に、サバヒーなどの南方種は土佐湾では出現するが、本研究ではみられなかった。このような東京湾と土佐湾での出現魚種の違いは、各海域における各々の魚種の分布状況によって生じるものと考えられる。

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天羽漁業協同組合、富山町漁業協同組合、館山船形漁業協同組合の方々に厚くお礼申し上げます。ハゼ科

魚類仔稚魚の同定に関してご助言をいただいた国立科学博物館の渋川浩一博士に感謝の意を表す。また、本研究を進める際に適切なお指導と助言をいただいた東京水産大学魚類学研究室教授の藤田 清博士に厚くお礼申し上げます。最後に、採集調査に協力して頂いた東京水産大学魚類学研究室の由澤アイ氏（現：カンノ・クリエイティブ）、標本整理に協力して頂いた式田絵美氏をはじめ、研究室の学生諸氏に感謝の意を表す。

文 献

- 赤崎正人・木本匡彦（1989）：宮崎県の砂浜砕波帯に出現する仔稚魚の周年変動。宮崎大学農学部研究報告, **36**, 315-327.
- 赤崎正人・瀧 芳朗（1989）：宮崎県の砂浜汀線に出現する仔稚魚-I 汀線仔稚魚の種類と個体数の月別変動。宮崎大学農学部研究報告, **36**, 119-134.
- 秋元義正・鈴木 馨・遠藤克彦（1990）：福島県太平洋岸におけるイシカワシラウオの産卵。水産増殖, **38**, 337-342.
- AMARULLAH, M. H., SUBIYANTO, T. NOICHI, K. SHIGEMITSU, Y. TAMAMOTO and T. SENTA (1991): Settlement of larval Japanese flounder along Yanagihama Beach, Nagasaki Prefecture. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., **70**, 7-12.
- 藤田真二（1998）：砂浜海岸と河口域浅所との比較。水産学シリーズ116, 砂浜海岸における仔稚魚の生物学（千田哲資・木下 泉編）。恒星社厚生閣, 東京, pp. 42-51.
- GOMYOH, M., Y. SUDA, M. NAKAGAWA, T. OTSUCHI, J. HIGANO, K. ADACHI and K. KIMOTO (1994): A study of sandy beach surf zone as nursery grounds for marine organisms. Proceedings of the International Conference on Hydro-Technical Engineering for Port and Harbor Construction, 'HYDRO-PORT94, pp. 977-986.
- 平本紀久雄（1973）：九十九里沿岸域のシラウオ分布調査。千葉県水産試験場調査報告, **32**, 1-16.
- 堀 義彦（1969）：イシカワシラウオ *Salangichthys ishikawai* WAKIYA et TAKAHASHIの生活について I 成長・二次性徴・卵巣・抱卵数について。昭和43年度茨城県水産試験場試験報告, pp. 41-46.
- 細谷和海（2000）：シラウオ科。日本産魚類検索-全種の同定, 第2版（中坊徹次編）。東海大学出版会, 東京, p. 298.
- 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 regions voisines. Bull. Soc. Vand. Sci. nat., **37**, 241-272 (In French).
- 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.
- 川那部浩哉・水野信彦編（1995）：山溪カラー名鑑 日本の淡水魚, 第2版。山と溪谷社, 東京, 719 pp.
- 木下 泉（1993）：砂浜海岸砕波帯に出現するヘダイ亜科仔稚魚の生態学的研究。高知大学海洋生物教育センター研究報告, **13**, 21-99.
- 木下 泉（1998）：砂浜海岸の成育場としての意義。水産学シリーズ116, 砂浜海岸における仔稚魚の生物学（千田哲資・木下 泉編）。恒星社厚生閣, 東京, pp. 122-133.
- MORIOKA, S., A. OHNO, H. KOHNO and Y. TAKI (1993): Recruitment and survival of milkfish *Chanos chanos* larvae in the surf zone. Japan. J. Ichthyol., **40**, 247-260.
- 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, lvi + 1748 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.
- NELSON, J. S. (1994): Fishes of the world, 3rd ed. John Wiley & Sons, New York, 600 pp.
- 岡村 収・尼岡邦夫編（1997）：山溪カラー名鑑 日本の海水魚。山と溪谷社, 東京, 783 pp.
- 沖山宗雄編（1988）：日本産稚魚図鑑。東海大学出版会, 東京, xii+1154 pp.
- 猿渡敏郎（1994）：シラウオ-汽水域のしたたかな放浪者。川と海を回遊する淡水魚-生活史と進化（後藤晃・塚本勝巳・前川光司編）。東海大学出版会, 東京, pp. 74-85.
- SENTA, T. and A. HIRAI (1981): Seasonal occurrence of milkfish fry at Tanegashima and Yakushima in southern Japan. Japan. J. Ichthyol., **28**, 45-51.
- SENTA, T., I. KINOSHITA and T. KITAMURA (1986): Larval Ishikawa icefish, *Salangichthys ishikawai* from surf zones of central Honshu, Japan. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., **59**, 29-34.
- SHORT, A. D. and L. D. WRIGHT (1983): Physical variability of sandy beaches. In: A. McLachlan and T. Erasmus (eds.) Sandy beaches as ecosystems. W. Junk, pp. 133-144.
- 須田有輔（1996）：特集 I 海洋生態系 砕波帯生態系。遺伝, **50**, 30-35.
- 東京都環境保全局水質保全部（1999）：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, 554 pp.
- 内田 肇・須田有輔・町井紀之（1998）：土井ヶ浜海岸の砕波帯に出現する魚類。水産大学校研究報告, **46**, 163-173.

2001年8月10日受付

2002年2月20日受理