

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¹⁾, 安田健吾¹⁾, 山本桂子¹⁾, 横尾俊博¹⁾, 河野 博^{1*)},

諸星一信²⁾, 鈴木信昭²⁾, 松坂省一²⁾, 有路隆一²⁾

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 MOTEKI¹⁾, Kengo YASUDA¹⁾, Keiko YAMAMOTO¹⁾, Toshihiro YOKOO¹⁾,
Hiroshi KOHNO^{1*)}, Kazunobu MOROHOSHI²⁾, Nobuaki SUZUKI²⁾,
Syouichi MATSUZAKA²⁾ and Ryuichi ARIZI²⁾

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136km²あった干潟は現在では約10km²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

¹⁾ 東京海洋大学海洋科学部魚類学研究室 108-8477 東京都港区港南4-5-7
Laboratory of Ichthyology, Faculty of Marine Science, Tokyo University of Marine Science and Technology,
4-5-7 Konan, Minato, Tokyo 108-8477, Japan

*¹⁾ Corresponding author.

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

²⁾ 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。

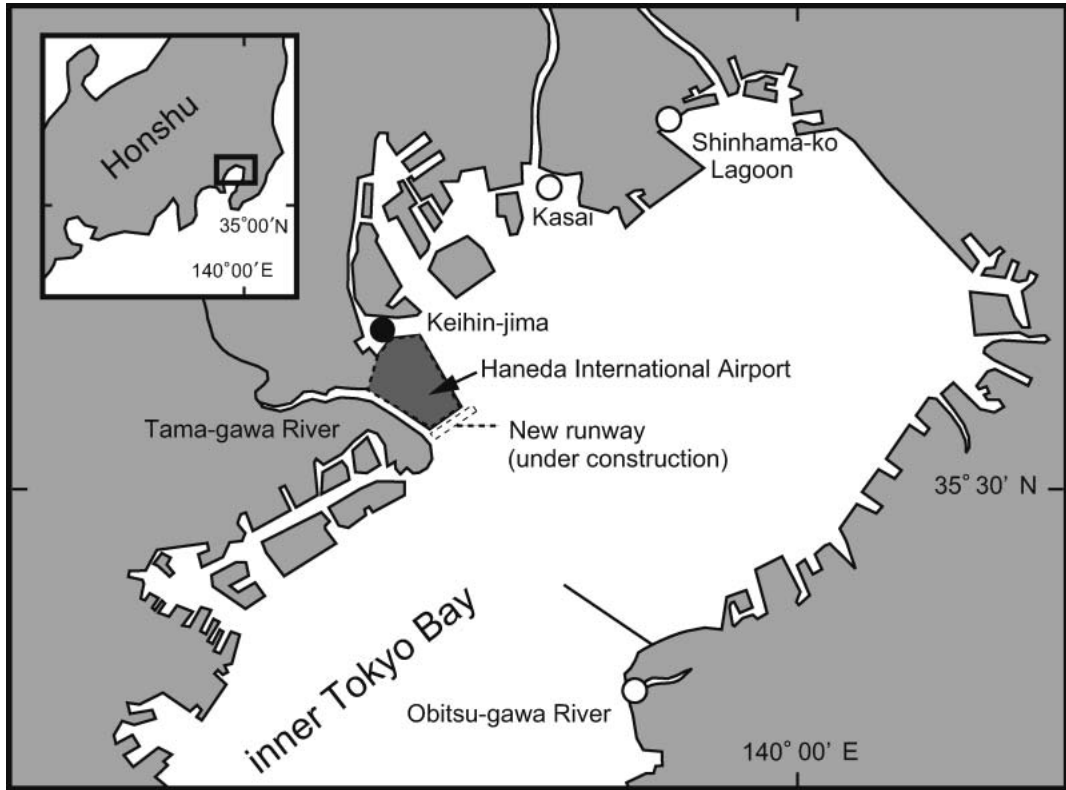


Fig. 1. Map showing the sampling site, Keihin-jima, and other comparative study sites in the inner Tokyo Bay, central Japan.

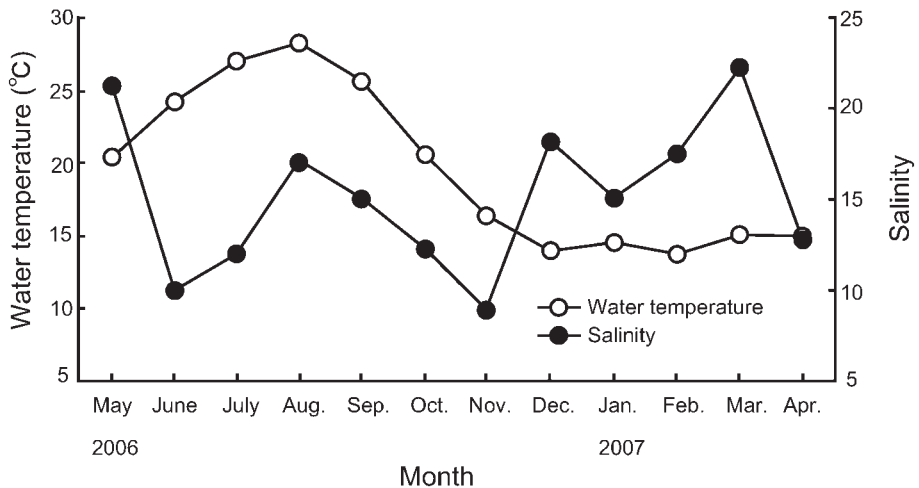


Fig. 2. Monthly changes of water temperature and salinity from May 2006 to April 2007 at the intertidal area of Keihin-jima tidal flat in the inner Tokyo Bay.

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.

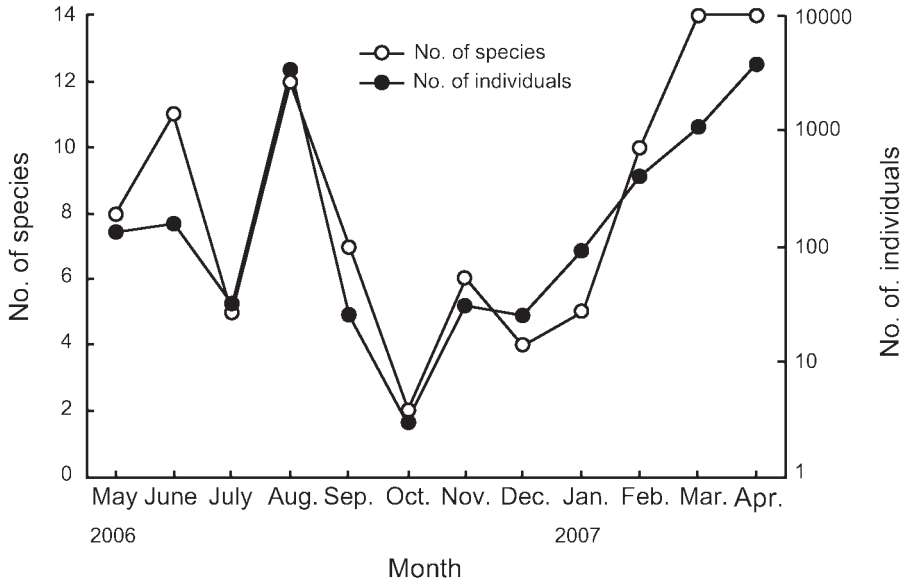


Fig. 3. Monthly changes of species and individual numbers of fishes collected at the Keihin-jima tidal flat in the inner Tokyo Bay from May 2006 to April 2007. The number of individuals is expressed by (number + 1).

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 valenciennesi*、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)		2 (8.0)							
<i>Dictyosoma burgeri</i>												
<i>Omobranchius fasciolatoiceps</i>				2 (-)								
<i>Omobranchius</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. (-), <0.1%.

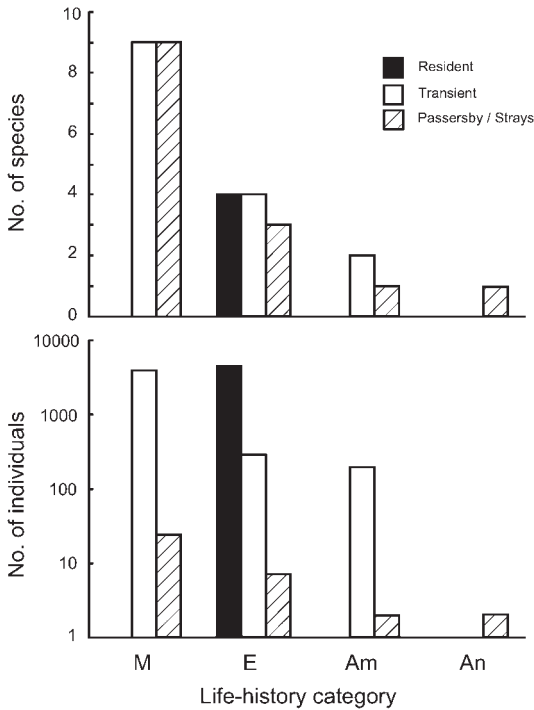


Fig. 4. Species and individual numbers of fishes collected at the Keihin-jima tidal flat in the inner Tokyo Bay from May 2006 to April 2007, shown by the life-style category such as resident (occurring from larval/juvenile to adult developmental stages), transient (multiple stages being found, but no 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、ピリンゴとマハゼが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、

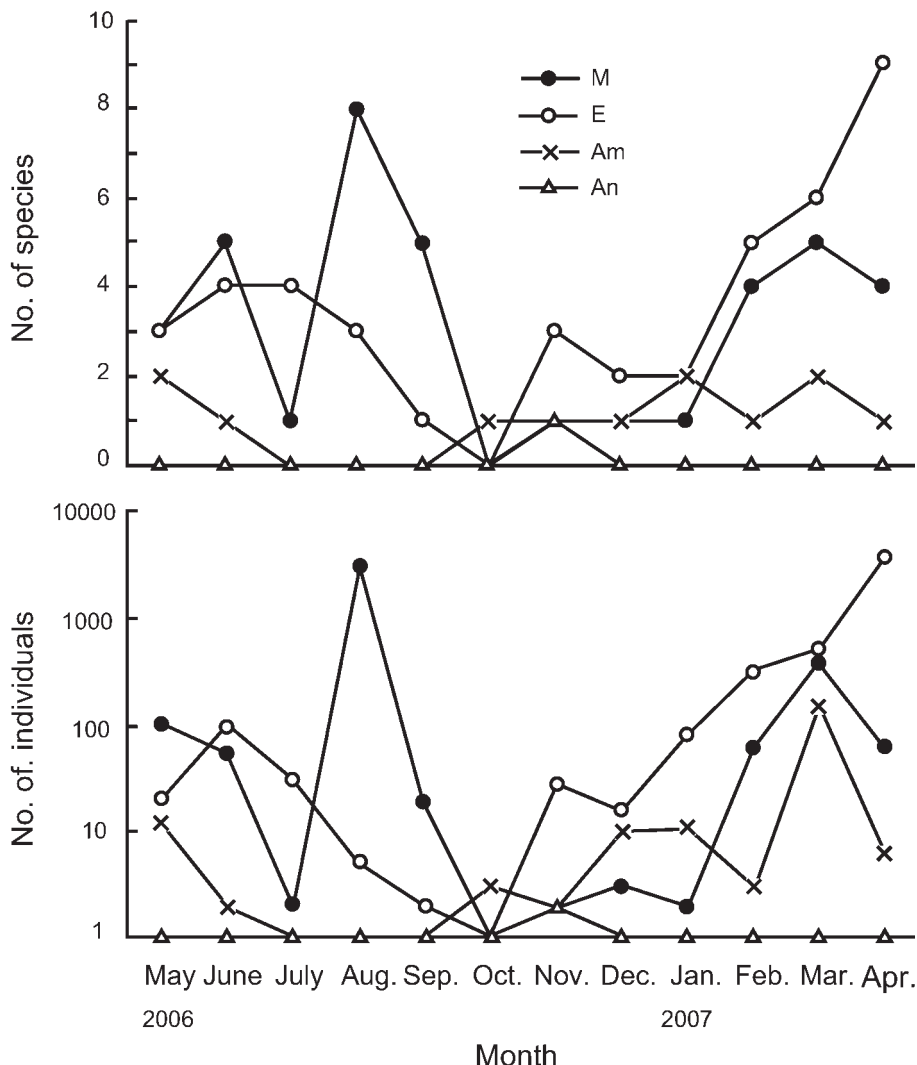


Fig. 5. Monthly changes of species and individual numbers of fishes collected at the Keihin-jima tidal flat in the inner Tokyo Bay from May 2006 to April 2007, shown by the life-history category. For the life-history category, see Fig. 4. The number of individuals is expressed by (number + 1).

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

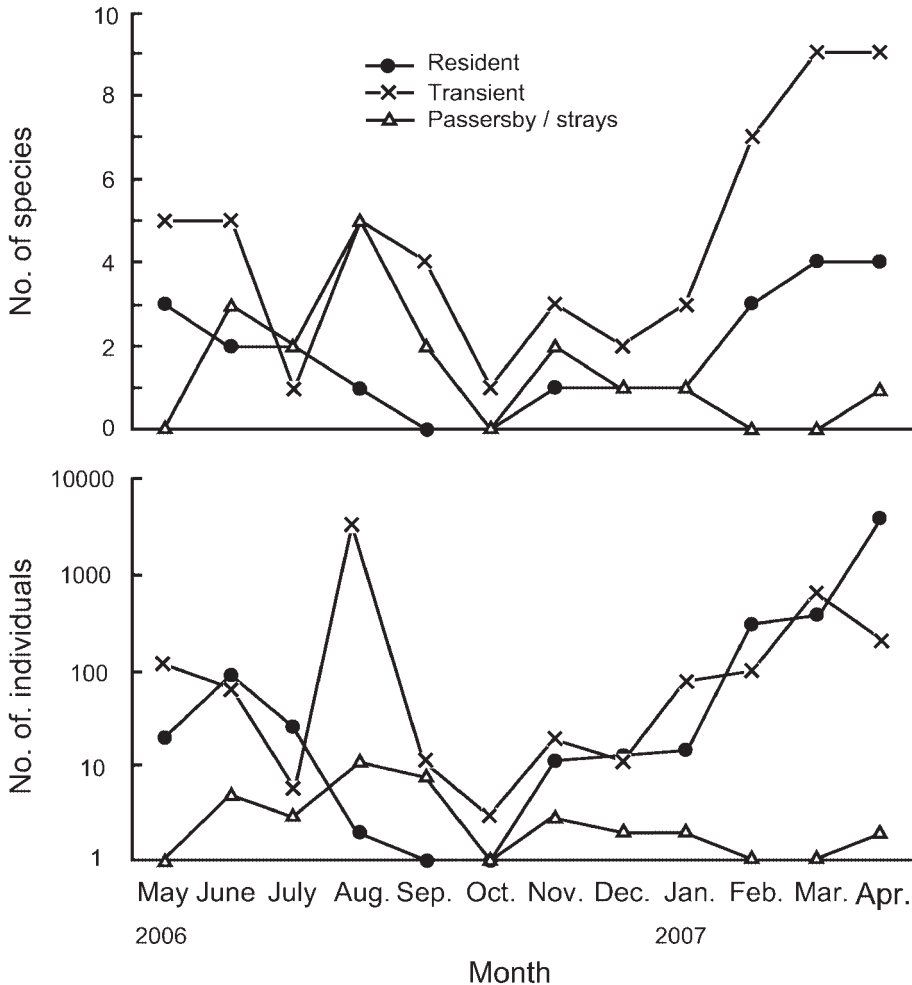


Fig. 6. Monthly changes of species and individual numbers of fishes collected at the Keihin-jima tidal flat in the inner Tokyo Bay from May 2006 to April 2007, shown by the life-style category. For the life-style category, see Fig. 4. The number of individuals is expressed by (number + 1).

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 ± 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 ± 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

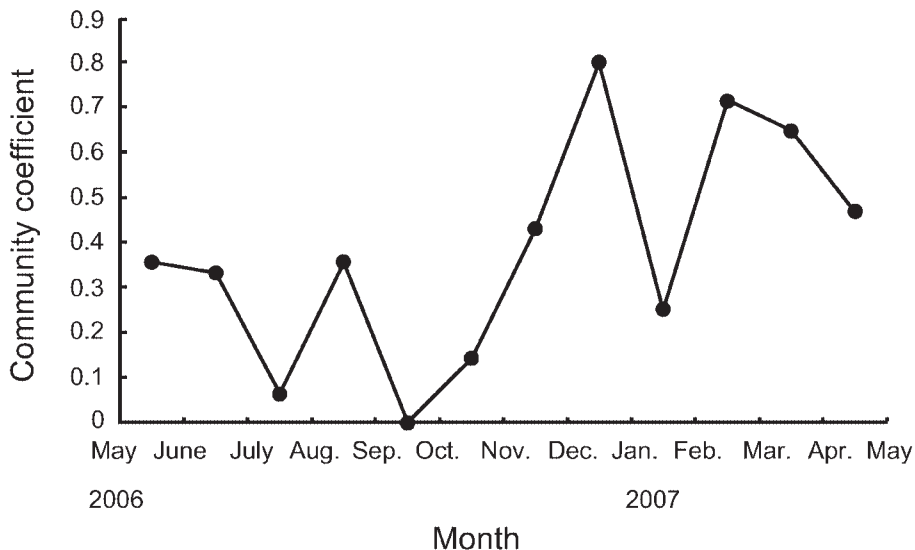


Fig. 7. Jaccard's community coefficient between consecutive months for the fishes collected at the Keihin-jima tidal flat in the inner Tokyo Bay from May 2006 to April 2007.

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 haematocheilus* 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 ¹	2006-2007 ²	1997-1998 ³	2004 ⁴	1997-1998 ⁵	2005-2006 ⁶	2000-2001 ⁷
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

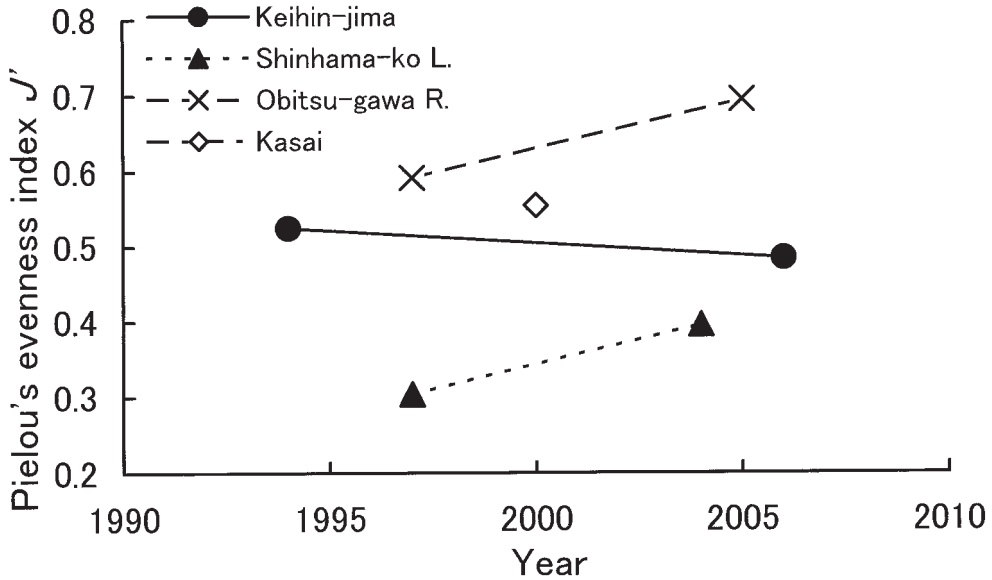


Fig. 8. Pielou's evenness index J' for fishes collected at the Keihin-jima, Shinhama-ko Lagoon, Obitsu-gawa River and Kasai tidal flats in the inner Tokyo Bay, shown by sampling years.

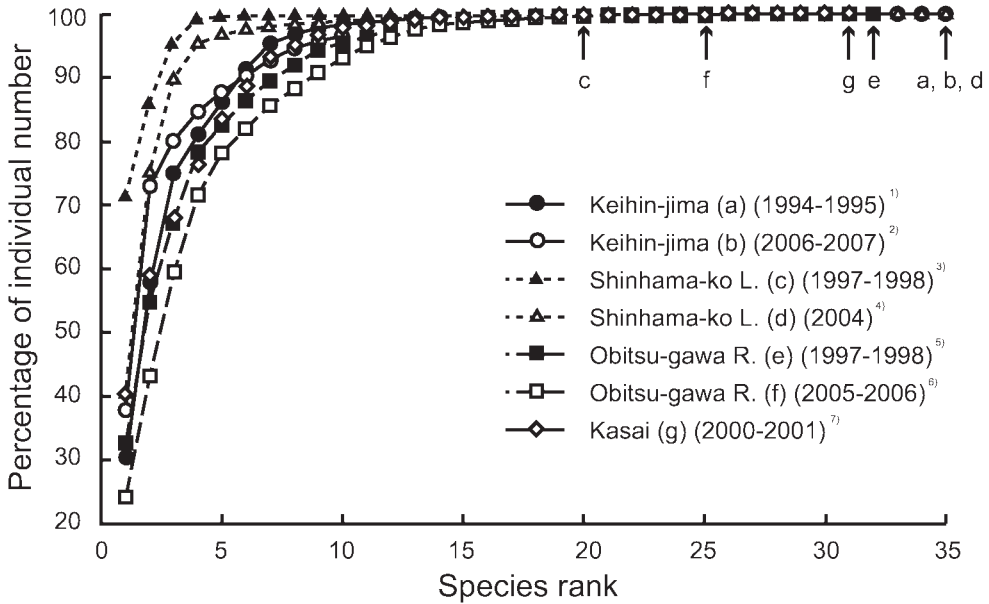


Fig. 9. Relationships between accumulated percentages of individual numbers and species rank of fishes collected at the Keihin-jima, Shinhama-ko Lagoon, Obitsu-gawa River and Kasai tidal flats in the inner Tokyo Bay, shown by sampling years. For references shown by numerals with semi-parentheses, see 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 ¹⁾	30.7	4	7	35
	2006-2007 ²⁾	38.0	3	9	35
Shinhama-ko L.	1997-1998 ³⁾	71.5	2	3	20
	2004 ⁴⁾	41.0	3	4	35
Obitsu-gawa R.	1997-1998 ⁵⁾	32.7	5	10	32
	2005-2006 ⁶⁾	24.2	6	11	25
Kasai	2000-2001 ⁷⁾	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