

櫛田川河口域における魚類の出現特性*¹

山田 浩且

Variations in Species Composition of Fishes in Kushida River Estuary in Ise Bay

Hirokatsu YAMADA

キーワード：伊勢湾，櫛田川河口，干潟，アマモ場，魚類相

目 的

河口域に形成される干潟や藻場は、優れた水質浄化の場であるとともに、有用海産魚類や遡河回遊性魚類が生活史の初期を過ごす成育場としても重要な海域であると考えられている（大森・齋田 1988・本多ほか, 1997）。しかし、伊勢湾沿岸の河口域においてはこうした視点からの調査事例は少なく、長良川河口域を対象としたKimura *et al.* (1999) や沿岸域の大規模開発に伴う環境アセスメントの調査報告（日本水産資源保護協会, 1997, 1998）などの断片的な報告があるのみで、当海域をどのような魚種がどのような発育段階で利用しているかについては詳細が明らかにされていない。

伊勢湾の三重県側沿岸のほぼ中央部に位置する櫛田川河口は、沿岸開発が比較的進行せず、自然の状態で干潟や藻場が残る伊勢湾内でも数少ない海域である。河口には約179ha（水野, 未発表）に及ぶ干潟が形成され、また、隣接して湾内でも最大規模のアマモ場（約16ha, 水野, 未発表）が分布している。本調査では、当海域において周年にわたり魚類の採集を行い、出現種の組成および季節別、発育段階別の出現様式を調べた。さらにこれらの知見をもとに、当海域が魚類の生活史においてどのような役割を果たしているのかについて考察した。

方 法

1. 魚類の採集

1999年12月から2000年12月に、三重県松阪市の櫛田川河口周辺海域において魚類の採集調査を行った。調査地点として、河川水の影響の大きい河口干潟（St.1）、そ

れに隣接する前浜干潟（St.2）、アマモ場（St.3）の3点を設定し（Fig.1）、各定点において毎月1～2回の頻度で調査した。調査は原則として大潮となる日の日中の下げ潮時に行った。魚類の採集には仔魚期から成魚期に至るすべての発育段階の個体が採集できるように、規模や袋網部の目合が異なる2種類の網漁具、すなわち、地曳網（袖網部の長さ30m、目合23mm、袋網部の長さ7m、幅1.6m、高さ5m、目合10mm、魚獲り部の長さ2m、目合2.8mm）と碎波帯ネット（袖網部の長さ2.3m、高さ1.5m、目合0.5mm、袋網部の長さ3m、高さ1.5m、幅0.9m、目合0.33mm）を用い、毎回各測点において両

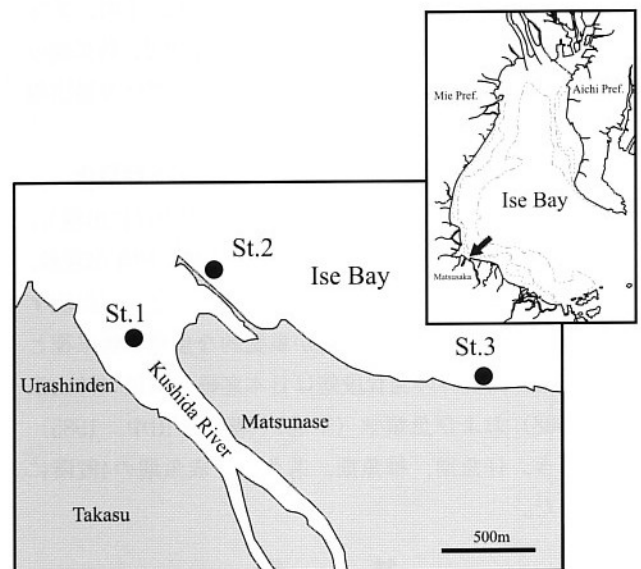


Figure 1. Fish sampling locations in Kushida River estuary in Ise Bay

*1 本研究は三重県科学技術振興センター共同研究事業「伊勢湾の生態系の回復に関する研究」の一環として実施された。

漁具を1~2回曳網した。地曳き網は距岸約30mの地点で船上から袖網部および袋網部を投入した後、岸方向に曳網した。碎波帯ネットは水深1m以浅の潮間帯から潮下帯において、汀線に対しほぼ平行に100m曳網した。調査時には同時に海面下0.5m層の水温、塩分を測定した。調査時における各定点の水深はSt.1で0.5~3.0m, St.2で0.5~1.5m, St.3で0.5~2.0mであり、いずれも底質は砂であった。採集された魚類は10%ホルマリン溶液で固定後実験室に持ち帰り、分類群(taxa)毎に個体数を計数するとともに、標準体長(一部の分類群は全長)の測定を行った。

2. 出現様式の類型化

種まで同定できた魚類のうち、調査期間中の総採集個体数が20個体以上に達した24種を上位出現種と仮定し、これらについて以下の指標に基づき出現様式の類型化を試みた。

1) 出現海域による類型化

後述するように、St.1の河口干潟とSt.2の前浜干潟は隣接し、底質や水温、塩分の変動様式など環境要因も類似していたことから、ここでは両測点を一括して干潟とし、St.3のアマモ場と対比して取り扱った。

全測点の総採集個体数に占める干潟(St.1およびSt.2)での採集個体数割合が80%以上に達した魚種を干潟出現種、同様にアマモ場(St.3)での採集個体数割合が80%以上に達した魚種をアマモ場出現種、干潟、アマモ場での採集個体数割合がいずれも80%未満で、特に偏った採集傾向が見出せなかった魚種を干潟・アマモ場出現種と区分した。

2) 出現時期および出現時の発育段階による類型化

本多ほか(1997)に従って、1年の大半の月に出現し、発育段階が仔稚魚期から成魚期に及ぶ魚種を周年出現種、特定の季節に特定の発育段階で比較的まとまって出現する魚種を季節的出現種、出現が単発的な魚種を偶来種と区分した。出現時の発育段階は日本産稚魚図鑑(沖山宗雄, 1988)および魚類学(下巻)(落合・田中, 1985)に基づき、仔魚期、稚魚期、若魚期、成魚期の4段階に区分した。

結 果

1. 水温・塩分の季節変化

各測点の0.5m層における水温、塩分の季節変化をFig. 2およびFig. 3に示した。水温はSt.1で5.2℃(2月)~29.6℃(8月)、St.2で6.5℃(2月)~28.9℃(8月)、

St.3で5.2℃(2月)~29.0℃(8月)の範囲で推移し、各測点間で類似した変動を示した。塩分はSt.1で2.9(7月)~31.7(12月)、St.2で9.6(9月)~31.7(2月)、St.3で11.5(7月)~31.5(1月)の範囲で推移し、水温同様、各測点間で類似した変動を示した。2000年6月末には梅雨前線が活発化し、伊勢志摩地方を中心に大雨となった。同年9月11~12日には東海地方全域で記録的な大雨(東海豪雨)となった。これらの直後となる7月1日および9月19日の調査時には全測点とも塩分が大きく低下した。

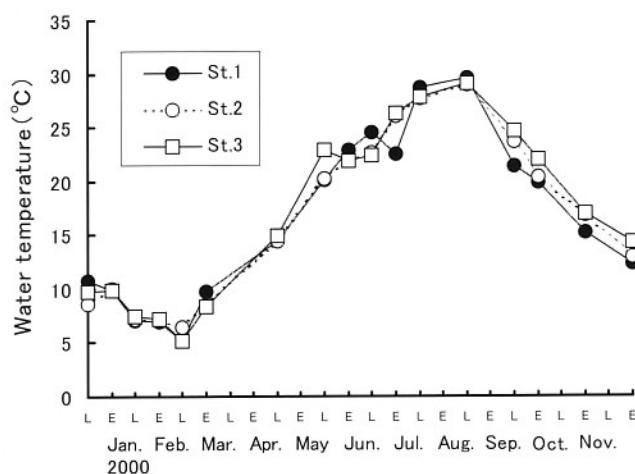


Figure 2. Changes in water temperature (depth 0.5m) during December 1999-December 2000 at the sampling stations 1-3 of Fig. 1.

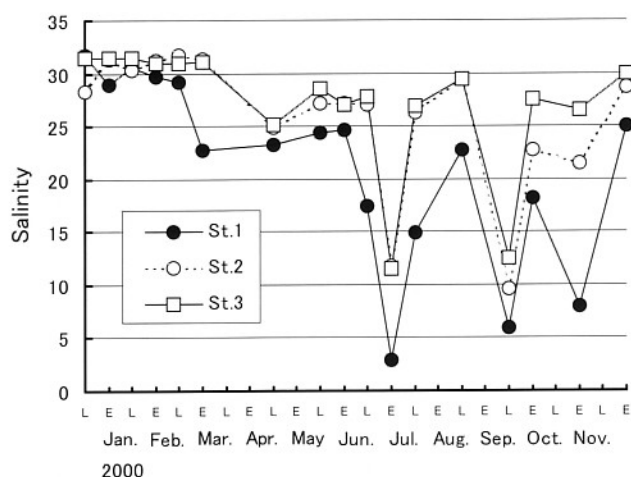


Figure 3. Changes in salinity (depth 0.5m) during December 1999-December 2000 at the sampling stations 1-3 of Fig. 1.

2. 出現魚種

調査期間中に地曳網および砕波帯ネットで採集された魚類は、St. 1で12目30科44種以上、計3,610個体、St. 2で12目31科43種以上、計8,753個体、St. 3で10目28科46種以上、計11,346個体、全測点で14目40科69種以上、計23,709個体であった (Table 1)。各測点ともアユ *Plecoglossus altivelis* が最も多く採集され、全測点の総採集個体数に占める割合は55.1%に達した。次いでハゼ科 Gobiidae spp. (25.3%)、スズキ *Lateolabrax japonicus* (6.1%)、ボラ科 Mugilidae sp. (3.4%)、ギンボ *Pholis nebulosa* (1.4%)、ギマ *Triacanthus biaculeatus* (0.9%)、トウゴロウイワシ *Hypoatherina valenciennei* (0.9%)、マコガレイ *Pleuronectes yokohamae* (0.8%)、シラウオ *Salangichthys microdon* (0.8%)、ヨウジウオ *Syngnathus schlegeli* (0.6%) が多かった (Table 1)。これら上位10分類群で総採集個体数の95.3%を占めた。

小型の仔稚魚が中心に採集されたアナハゼ属 *Pseudoblennius* sp.、クロダイ *Acanthopagrus schlegeli*、シマイサキ *Rhyncopelates oxyrhynchus*、タケギンボ *Pholis crassispinna*、ヒモハゼ *Eutaeniichthys gilli*、ニクハゼ *Gymnogobius heptacanthus*、ヒメハゼ *Favonigobius gymnauchen*、チチブ *Tridentiger obscurus* の8分類群については主に砕波帯ネットで採集されたが、これら以外の大半の分類群については主に地曳網で採集された。

3. 上位出現種の出現様式

1) アユ

2～4月に体長30mm前後の稚魚が採集され、この間、体長組成の明瞭な変化は認められなかった (Figs. 4, 5)。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は54.6%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は45.4%であった。本種は時間的変化に伴う出現海域の偏りがみられず、期間を通して両海域で採集された。

2) ニクハゼ

7～8月に集中して体長30mm前後の稚魚が採集された。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は0.8%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は99.2%とアマモ場で偏って採集された。

3) スズキ

4～9月までの間、継続して採集された (Fig. 6)。4月には体長20mm前後の稚魚がまとまって採集された

(Figs. 6, 7)。5月以降、採集個体の体長は徐々に大きくなり、9月には100～150mmの若魚にまで成長し (Fig. 7)、その後採集されなくなった (Fig. 6)。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は31.9%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は68.1%であった。本種は時間的変化に伴う出現海域の偏りがみられず、期間を通して両海域で採集された。

4) ギンボ

2～7月までの間、継続して採集された。2月に採集された個体はすべて体長30mm前後の仔稚魚であった。3月以降、採集個体の体長は徐々に大きくなり、7月には85～100mmにまで成長し、その後採集されなくなった。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は18.2%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は81.8%とアマモ場で偏って採集された。

5) ギマ

7～10月の間にまとまって採集された。7月には体長15mm前後の稚魚が主に採集された。8月以降、採集個体の体長は徐々に大きくなり、10月には45mm前後にまで成長し、その後採集されなくなった。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は28.2%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は71.8%であった。本種は7～8月には干潟、アマモ場の両海域で採集され、9月以降は成長とともにアマモ場で偏って採集された。

6) トウゴロウイワシ

4～8月までの間、継続して採集された。4～7月までは体長80～100mmの成魚が主に採集された。8月には成魚の採集個体数が急減し、代わって体長15mm前後の仔稚魚が主体で採集された。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は90.8%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は9.2%と干潟で偏って採集された。

7) マコガレイ

2～3月に集中して採集された (Fig. 8)。2月に採集された個体は、すべて体長15mm前後の着底直後の稚魚であった (Fig. 9)。3月には体長20mm前後に成長し (Fig. 9)、その後採集されなくなった (Fig. 8)。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は77.5%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は22.5%であった。本種は着底直後の2月には主に干潟で採集され、3月には干潟、アマモ場の両海域において採集された。

Table 1. Species composition of fishes collected with seine net and beach seine net during December 1999-December 2000 in Kushida River estuary at the sampling stations 1-3.

Order	Family	Species (Japanese name)	Number of individuals												Range of standard length (mm)			
			St. 1			St. 2			St. 3			All stations						
			Seine net	Total	Beach Seine net	Seine net	Total	Beach Seine net	Seine net	Total	Beach Seine net	Seine net	Total	Beach Seine net		Total		
Rajiformes	Dasyatidae	<i>Dasyatis akabei</i> (Akabei)			3			3						3			3	98-128
Anguilliformes	Congridae	<i>Conger myriaster</i> (Maanago)									1		1				1	256(TL)
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Sardinella zunasi</i> (Sappa)			3			3						3			3	96-105
		<i>Konosirus punctatus</i> (Konoshiro)	2	2	1			1						3			3	64-74
Engraulidae	Engraulidae	<i>Engraulis japonicus</i> (Katakuchiwashi)	25	1	26	40	11	51	59	1	60	124	13	137			137	9-124
		<i>Tribolodon hakonensis</i> (Ugui)	2	2	2			2				4		4			4	112-182
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Hemibarbus barbus</i> (Nigoi)			1			1									1	49
Salmoniformes	Plecoglossidae	<i>Plecoglossus altivelis</i> (Ayu)	445	29	474	6,455	209	6,664	5,101	830	5,931	12,001	1,068	13,069			13,069	11-96
		<i>Salangichthys microdon</i> (Shirao)	172		172	11	1	12	4		4	187		188			188	23-87
Gadiformes	Moridae	<i>Moridae</i> sp. Chigodara-ka)			1			1									1	4
Gasterosteiformes	Syngnathidae	<i>Syngnathus schlegelii</i> (Youjio)	3	2	5	2	1	3	103	29	132	108	32	140			140	65-226
		<i>Hippocampus mohitkei</i> (Sangodatsu)			1			1		1	2			3			3	25-77
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i> (Bora)	1		1	20		20	38		38	59		59			59	24-153
		<i>Mugilidae</i> sp. (Bora-ka)	100		100	259	3	262	370	13	383	729	16	745			745	10-42
Atheriniformes	Atherinidae	<i>Hyporhamphus valencianaei</i> (Tougorouiwashi)	136		136	53	9	62	17	3	20	206	12	218			218	13-108
		<i>Hyporhamphus intermedius</i> (Kurumesayori)	1		1	2		2			3			3			3	54-154
Belontiiformes	Belontiidae	<i>Strongylura anastomella</i> (datsu)	1		1	2		2		2				3			3	628-634
		<i>Sebastiscus marmoratus</i> (Kasago)							7	1	8	7	1	8			8	36-66
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Sebastes inermis</i> (Mebaru)	6	2	8	2	2	2	79	31	110	87	33	120			120	6-69
		<i>Sebastes schlegelii</i> (Kurosoi)				2		2	11	1	12	13	1	14			14	48-69
Belontiiformes	Belontiidae	<i>Sebastes vulpes</i> (Kitsunemebaru)	1		1			1						1			1	68
		<i>Sebastes zonatus</i> (Tanukimebaru)							3		3	3		3			3	59-78
Trigliformes	Triglidae	<i>Sebastes pachycephalus</i> (Murasoi)			1			1		1			1				1	5-46
		<i>Sebastes</i> sp. (Mebaru-zoku)			4	1	5	28	18	46	32	19	51	20-33			51	20-33
Trigliformes	Triglidae	<i>Triglidae</i> sp. (Houbou-ka)			2			2		2			2				2	14-15

Table 1 (Continued-1). Species composition of fishes collected with seine net and beach seine net during December 1999-December 2000 in Kushida River estuary at the sampling stations 1-3.

Order	Family	Species (Japanese name)	Number of individuals												Range of standard length (mm)		
			St. 1			St. 2			St. 3			All stations					
			Seine net	Beach Seine net	Total	Seine net	Beach Seine net	Total	Seine net	Beach Seine net	Total	Seine net	Beach Seine net	Total			
Scorpaeniformes	Platycephalidae	<i>Platycephalus</i> sp. (Kochi-zoku)		1	1										1	1	73
	Hexagrammidae	<i>Hexagrammos agrannus</i> (Kuzime)				4	4	4								4	35-113
		<i>Hexagrammos otakii</i> (Ainame)				11	11	11								11	44-54
Cottidae	<i>Cottus kazika</i> (Kamakiri)		2	1	4	5	4	7	11	7	11	18	14-19				
	<i>Pseudoblennius</i> sp. (Anahaze-zoku)						5	16	21	5	16	21	35-68				
	<i>Lateolabrax japonicus</i> (Suzuki)		14	14	435	10	445	927	54	981	1,376	64	1,440	14-165			
Perciformes	<i>Lateolabrax latus</i> (Hirasuzuki)						1	1	2	1	1	2	13-20				
	<i>Scorpaenoides</i> sp. (Ikekatsu-zoku)				2	2	2				2	2	26-27				
	<i>Leiognathus nichalis</i> (Hiragi)		24	24	32	32	12	12	12	68	68	68	30-79				
Haemulidae	<i>Plectorhynchus cinctus</i> (Kosyoudai)						1	1	1				1	1	1	10	
	<i>Sparus sarba</i> (Hedai)						3	3	3	3	3	3	23-35				
	<i>Acanthopagrus schlegelii</i> (Kurodai)		3	3	6	6	4	23	27	7	26	33	7-100				
Sillaginidae	<i>Sillago japonica</i> (Shirogusu)		1	4	5	8	11	19	8	8	17	15	32	9-110			
	<i>Upeneus japonicus</i> (Himeji)								1	1	1	1	69				
Terapomidae	<i>Terapon jarbua</i> (Kotohiki)						1	1	2				1	1	2	53-63	
	<i>Rhyncopelates oxyrynchus</i> (Shimaisaki)		4	5	9	2	1	3	2	28	30	8	34	42	16-58		
	<i>Terapomidae</i> sp. (Shimaisaki-ka)				5	5						5	5	11-14			
Girellidae	<i>Girella</i> sp. (Mejima-zoku)						1	1	11	13	24	11	14	25	21-66		
	<i>Dietyosoma rubrimaculatum</i> (Benitsukegimpo)						1	1					1	1	19		
Pholidae	<i>Pholis nebulosa</i> (Gimpo)		30	4	34	7	18	25	185	81	266	222	103	325	27-119		
	<i>Pholis crassispina</i> (Takegimpo)				42	42							42	42	7-25(TL)		
	<i>Ammodytes personatus</i> (Ikanago)				6	6			64	64	64	6	70	8-113			
Blenniidae	<i>Parablennius yatabei</i> (Isogimpo)								1	1	1	1	1	1	61		
	<i>Blenniidae</i> sp. (Isogimpo-ka)														7(TL)		
Callionymidae	<i>Repomacentrus curvicornis</i> (Nezumigochi)		1	1	1	3	3	3	8	1	9	9	4	13	40-108		

Table 1 (Continued-2). Species composition of fishes collected with seine net and beach seine net during December 1999-December 2000 in Kushida River estuary at the sampling stations 1-3.

Order	Family	Species (Japanese name)	Number of individuals												Range of standard length (mm)			
			St. 1			St. 2			St. 3			All stations						
			Seine net	Total	Beach Seine net	Seine net	Total	Beach Seine net	Seine net	Total	Beach Seine net	Seine net	Total					
Perciformes	Gobiidae	<i>Leucopsarion petersi</i> (Shirouo)			1		1								1	43		
		<i>Eutaenichthys gilli</i> (Himohaze)		6	6		1		1						7	7	25-37	
		<i>Gymnogobius heptacanthus</i> (Nikuhaze)	13	13	2		2	596	1,172	1,768	611	1,172	1,783	23-62				
		<i>Gymnogobius scrobiculatus</i> (Kubohaze)	1	1											1	1	32	
		<i>Gymnogobius uchiidai</i> (Chikuzenhaze)	2	4	6										2	4	6	21-36
		<i>Gymnogobius castaneus</i> (Biringo)	6	3	9						2	8	3	11	44-56			
		<i>Gymnogobius</i> sp. (Ukigori-zoku)	2	2	4		4	11	3	14	17	3	20	17-25				
		<i>Acanthogobius flavimanus</i> (Mahaze)	37	19	56	6	1	7	52	6	58	95	26	121	13-153			
		<i>Acanthogobius lactipes</i> (Ashihirohaze)	7	2	9							7	2	9	33-42			
		<i>Favonigobius gymnauchen</i> (Himehaze)	8	87	95	10	31	41	3	10	13	21	128	149	16-64			
		<i>Rhinogobius</i> sp. (Yoshinobori-zoku)							2	1	3	2	1	3	124-144			
		<i>Tridentiger obscurus</i> (Chichibu)	1	13	14				1		1	2	13	15	24-55			
		Gobiidae spp. (Haze-ka)	2,033	201	2,234	561	321	882	383	370	753	2,977	892	3,869	5-33			
		Sigamidae	<i>Siganus fuscescens</i> (Aigo)	2	2	14		14	56	6	62	72	6	78	36-99			
			<i>Siganus</i> sp. (Aigo-zoku)						35	2	37	35	2	37	18-53			
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Paralichthys olivaceus</i> (Hirame)	1	1	1	1	2	3					2	2	4	42-150		
Pleuronectidae	<i>Kareius bicoloratus</i> (Ishigarei)	2	2	3	2	5	2	1	3	7	3	10	13-74					
	<i>Pleuronectes yokohamae</i> (Makogarei)	30	24	54	60	41	101	35	10	45	125	75	200	8-37				
	<i>Paraplagusia japonica</i> (Kuroshinoshita)									1	1	1	1	25				
Tetraodontiformes	Triacanthidae	<i>Triacanthus biaculeatus</i> (Gima)	16	3	19	39	4	43	130	28	158	185	35	220	6-82			
Monacanthidae	<i>Ruidarius ercodes</i> (Amimehagi)	2	1	3		3	102	21	123	104	25	129	5-50					
	<i>Stephanolepis cirrhifer</i> (Kawahagi)				5	5	50	3	53	55	3	58	39-56					
Tetraodontidae	<i>Takifugu pardalis</i> (Higanfugu)	1	1	1	1	1	18	5	23	20	5	25	14-124					
	<i>Takifugu poecilonotus</i> (Komonfugu)						2	2	2	2	2	2	63-84					
	<i>Takifugu niphobes</i> (Kusufugu)	1	1	1	1	1	2		2	1	3	23-72						
	<i>Arothron hispidus</i> (Sazanamifugu)						1	1	1	1	1	1	68					
Total no. of indiv.			3,138	467	2,528	8,060	693	1,115	8,554	2,792	3,120	4,353	2,410	6,763				
No. of haul			34	24	58	24	24	48	24	48	82	72	154					
No. of indiv. per haul			92	19	44	336	29	23	356	116	65	53	33	44				

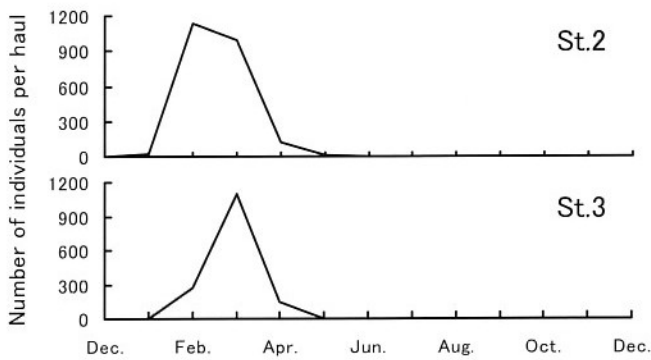


Figure 4. Changes in number of ayu *Plecoglossus altivelis* collected with seine net at the sampling stations 2 and 3 during December 1999-December 2000.

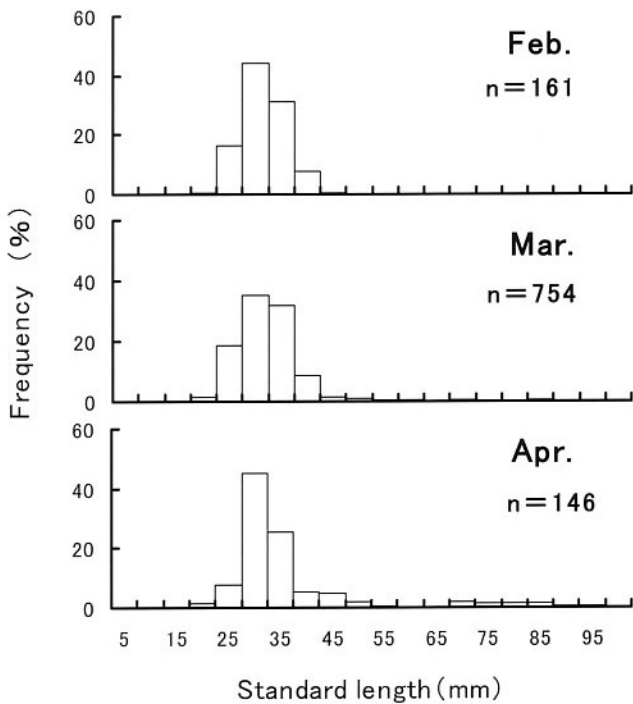


Figure 5. Shift in frequency of standard length composition of ayu *Plecoglossus altivelis* collected with seine net and beach seine net at all sampling stations from February to April, 2000.

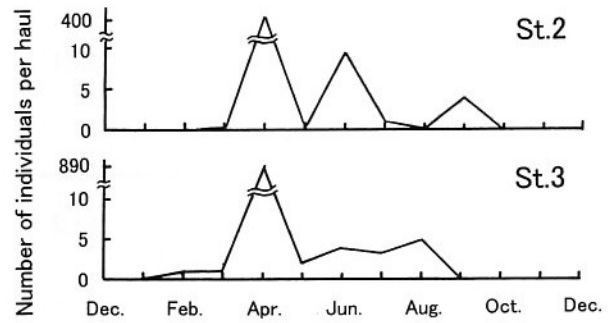


Figure 6. Changes in number of sea bass *Lateolabrax japonicus* collected with seine net at the sampling stations 2 and 3 during December 1999-December 2000.

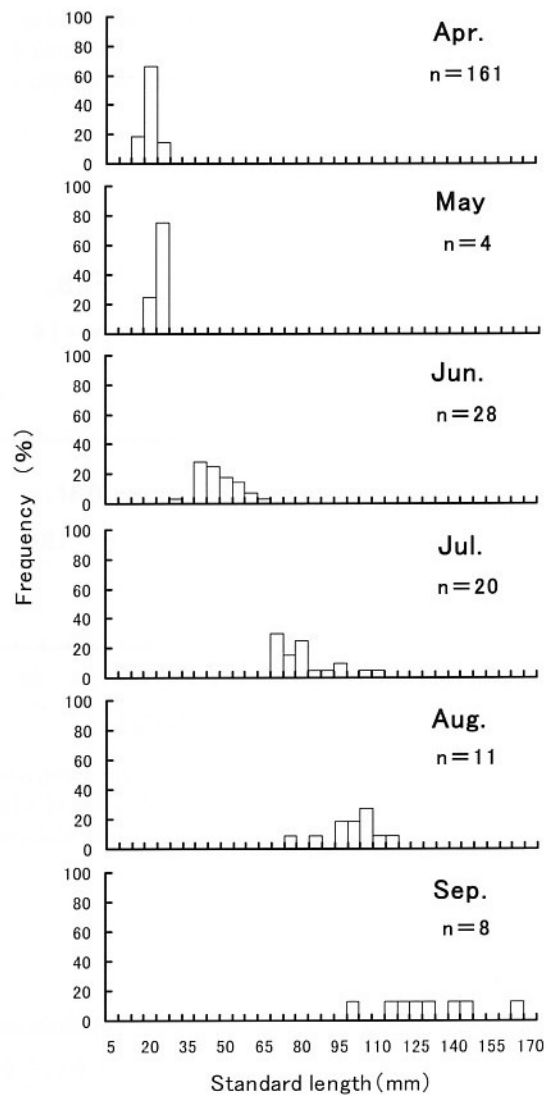


Figure 7. Shift in frequency of standard length composition of sea bass *Lateolabrax japonicus* collected with seine net and beach seine net at all sampling stations from April to September, 2000.

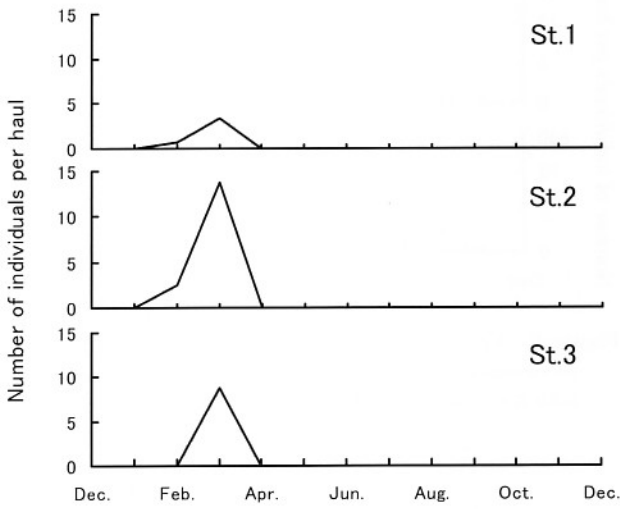


Figure 8. Changes in number of flounder *Pleuronectes yokohamae* collected with seine net at the sampling stations 1-3 during December 1999-December 2000.

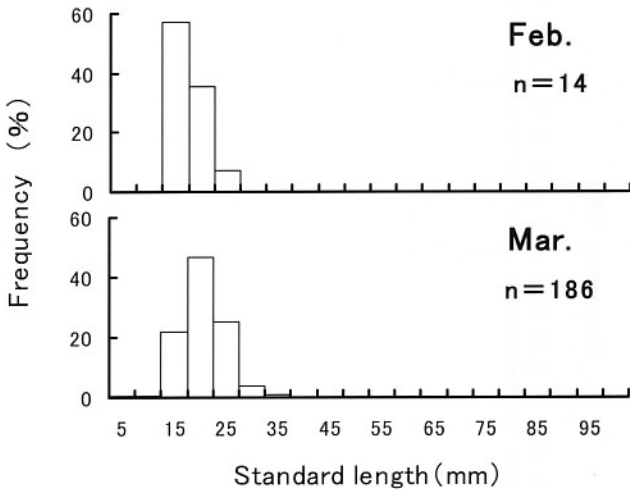


Figure 9. Shift in frequency of standard length composition of flounder *Pleuronectes yokohamae* collected with seine net and beach seine net at all sampling stations from February to March, 2000.

8) シラウオ

12~1月に集中して採集された。12月には体長60mm前後の若魚~成魚が大量に採集され、1月にはそれらが70mm前後の成魚に成長した。2月以降はほとんど採集されなくなった。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は97.9%, アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は2.1%と干潟で偏って

採集された。

9) ヒメハゼ

ほぼ周年にわたって採集された (Fig. 10)。採集個体は体長10mm台の仔魚から60mm台の成魚まで発育段階全般に及んだ (Fig. 11)。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は91.3%, アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は8.7%と干潟で偏って採集された。

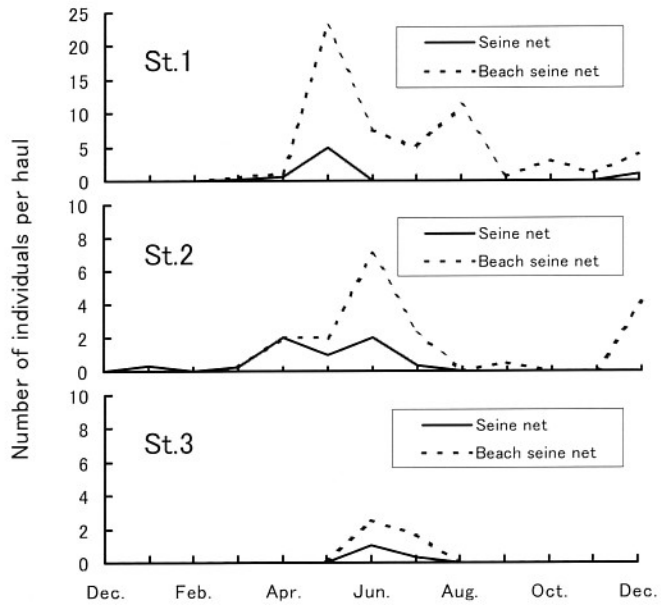


Figure 10. Changes in number of goby *Favonigobius gymnauchen* collected with seine net and beach seine net at the sampling stations 1-3 during December 1999-December 2000.

10) ヨウジウオ

7~9月に集中して採集された。7月には体長140mm前後の若魚が採集され、8月にはそれらが150mm前後に、9月には160~180mmに成長した。10月以降は採集個体数が急激に減少した。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は5.7%, アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は94.3%とアマモ場で偏って採集された。

11) カタクチイワシ *Engraulis japonicus*

9月に単発的に採集された (Fig. 12)。この際、体長25mm前後の稚魚 (シラス) を主体に体長110mm前後の成魚も混じって採集された (Fig. 13)。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体

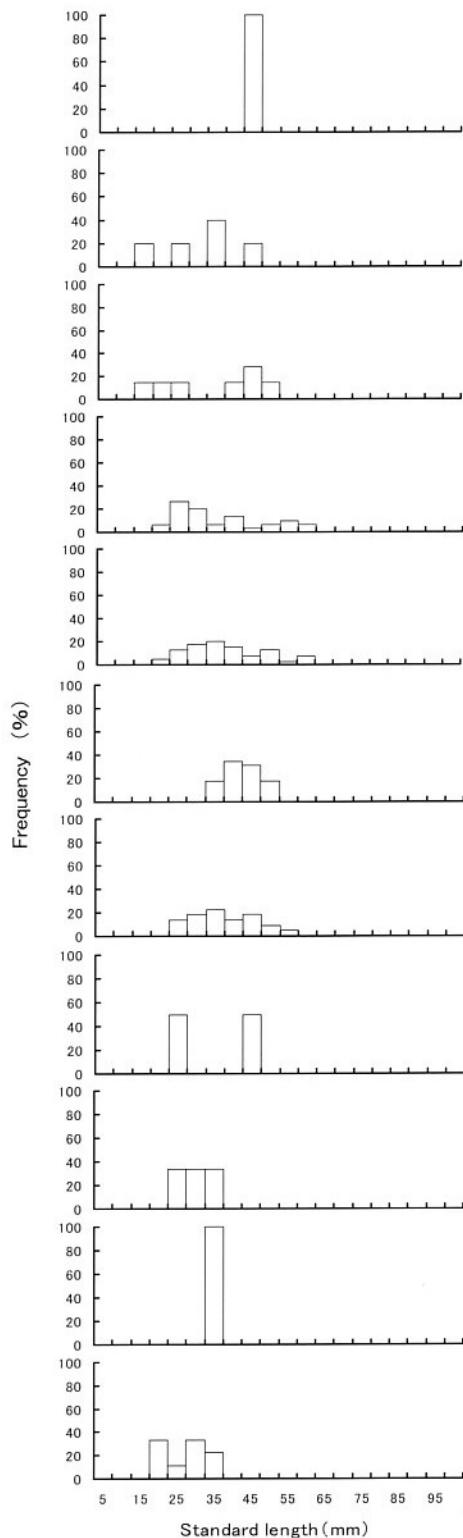


Figure 11. Shift in frequency of standard length composition of goby *Favonigobius gymnauchen* collected with seine net and beach seine net at all sampling stations from January to December, 2000.

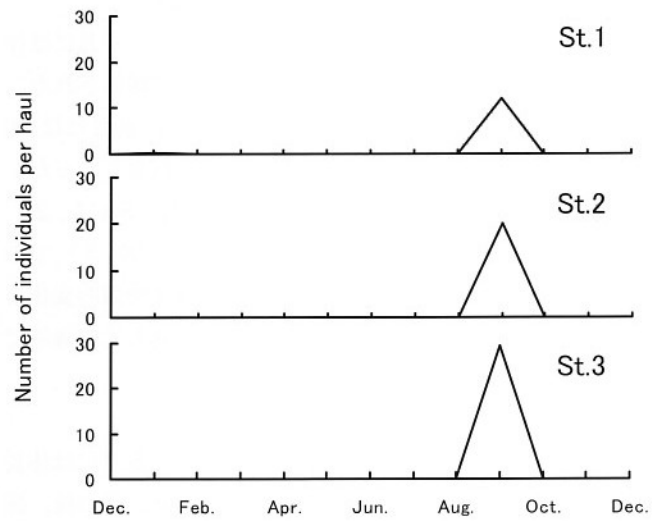


Figure 12. Changes in number of Japanese ancovy *Engraulis japonicus* collected with seine net at the sampling stations 1-3 during December 1999-December 2000.

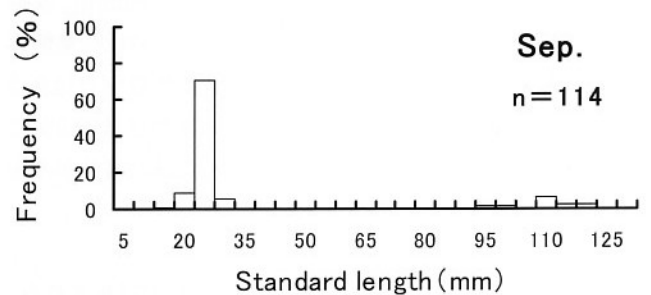


Figure 13. Frequency of standard length composition of Japanese ancovy *Engraulis japonicus* collected with seine net and beach seine net at all sampling stations in September 2000.

数割合は56.2%，アマモ場（St. 3）での採集個体数割合は43.8%であった。

12) アミメハギ *Rudarius ercodes*

7～9月に集中して採集された。7月には体長5～25 mmの仔稚魚が採集され、9月には30mm前後にまで成長し、その後ほとんど採集されなくなった。調査期間中の総採集個体数に占める干潟（Sts. 1, 2）での採集個体数割合は4.7%，アマモ場（St. 3）での採集個体数割合は95.3%とアマモ場で偏って採集された。

13) マハゼ *Acanthogobius flavimanus*

4～10月までの間、継続して採集された。4月には体長15mm前後の着底期の稚魚がまとまって採集された。その後採集個体の体長は徐々に大きくなり、10月には100mm前後の成魚に成長し、その後採集されなくなった。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は52.1%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は47.9%であった。本種は時間的変化に伴う出現海域の偏りがみられず、期間を通して両海域で採集された。

14) メバル *Sebastes inermis*

5～8月の間にまとまって採集された。5月には体長35mm前後の着底期もない稚魚が採集され、その後、採集個体の体長は徐々に大きくなり、8月には55mm前後の若魚に成長し、9月以降は採集されなくなった。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は8.3%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は91.7%とアマモ場で偏って採集された。

15) アイゴ *Siganus fuscescens*

8～10月の間に集中して採集された。8月には体長45mm前後の稚魚が採集され、10月には80～90mmに成長し、その後採集されなくなった。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は20.5%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は79.5%であった。本種は時間的変化に伴う出現海域の偏りがみられず、期間を通して両海域で採集された。

16) イカナゴ *Ammodytes personatus*

2月に単発的に体長90～110mmの成魚が採集された。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は8.6%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は91.4%とアマモ場で偏って採集された。

17) ヒイラギ *Leiognathus nuchalis*

5～6月および9～10月にまとまって採集された。5～6月には体長70mm前後の成魚が、9～10月には体長30～50mmの稚魚～若魚が採集された。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は82.4%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は17.6%と干潟で偏って採集された。

18) ボラ *Mugil cephalus*

1～2月に集中して体長25mm前後の稚魚が採集された。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は35.6%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は64.4%であった。本種は時間的変化に伴う出現海域の偏りがみられず、期間を通して両海

域で採集された。

19) カワハギ *Stephanolepis cirrhifer*

7～8月に集中して採集された。7月には体長40～50mmの稚魚が採集され、8月には45～55mmに成長した。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は8.6%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は91.4%とアマモ場で偏って採集された。

20) シマイサキ

7～8月に集中して体長20～40mmの稚魚が採集された。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は28.6%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は71.4%であった。本種は時間的変化に伴う出現海域の偏りがみられず、期間を通して両海域で採集された。

21) タケギンボ

1月に単発的に体長5～15mmの仔魚が採集された。いずれの個体も干潟 (St. 1) において採集された。

22) クロダイ

6～7月に集中して体長15mm前後の稚魚が採集された。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は18.2%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は81.8%とアマモ場で偏って採集された。

23) シロギス *Sillago japonica*

5～11月までの間、継続して採集された。5月には体長35～50mmの稚魚が採集された。その後採集個体の体長は徐々に大きくなり、11月には100mm前後の若魚に成長した。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は75.0%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は25.0%であった。本種は時間的変化に伴う出現海域の偏りがみられず、期間を通して両海域で採集された。

24) ヒガンフグ *Takifugu pardalis*

6～11月までの間、継続して採集された。6月には体長20mm前後の稚魚が採集された。その後採集個体の体長は徐々に大きくなり、11月には120mm前後に成長した。調査期間中の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2) での採集個体数割合は8.0%、アマモ場 (St. 3) での採集個体数割合は92.0%とアマモ場で偏って採集された。

4. 出現様式の類型化

1) 出現海域による類型化

各魚種の総採集個体数に占める干潟 (Sts. 1, 2), アマモ場 (St. 3) の採集個体数割合によれば、ヒメハゼ、

トウゴロウイワシ, シラウオ, ヒイラギ, タケギンボの5種は干潟出現種に, ニクハゼ, ギンボ, ヨウジウオ, アミメハギ, メバル, カワハギ, クロダイ, ヒガンフグ, イカナゴの9種はアマモ場出現種に, アユ, スズキ, ギ

マ, マコガレイ, マハゼ, アイゴ, ボラ, シマイサキ, シロギス, カタクチイワシの10種は干潟・アマモ場出現種に区分された (Table 2)。

Table 2. Categorization of occurrent type of the 24 dominant fish species collected with seine net and beach seine net during December 1999 - December 2000 in Kushida River estuary.

Area of Occurrence	Occurrent types		
	Resident type	Seasonal migrant type	Occasional occurrent type
Tideland	<i>Favonigobius gymnauchen</i> (Himehaze)	<i>Hypoatherina valenciennei</i> (Tougoruiwashi) <i>Salangichthys microdon</i> (Shirauo) <i>Leiognathus nuchalis</i> (Hiiragi)	<i>Pholis crassispina</i> (Takeginpo)
Eelgrass bed		<i>Gymnogobius heptacanthus</i> (Nikuhaze) <i>Pholis nebulosa</i> (Ginpo) <i>Syngnathus schlegelii</i> (Youjiuo) <i>Rudarius ercodes</i> (Amimehagi) <i>Sebastes inermis</i> (Mebaru) <i>Stephanolepis cirrhifer</i> (Kawahagi) <i>Acanthopagrus schlegelii</i> (Kurodai) <i>Takifugu pardalis</i> (Higanfugu)	<i>Ammodytes personatus</i> (Ikanago)
Tideland and eelgrass bed		<i>Plecoglossus altivelis</i> (Ayu) <i>Lateolabrax japonicus</i> (Suzuki) <i>Triacanthus biaculeatus</i> (Gima) <i>Pleuronectes yokohamae</i> (Makogarei) <i>Acanthogobius flavimanus</i> (Mahaze) <i>Siganus fuscescens</i> (Aigo) <i>Mugil cephalus</i> (Bora) <i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i> (Shimaisaki) <i>Sillago japonica</i> (Shirogisu)	<i>Engraulis japonicus</i> (Katakuchiwashi)

2) 出現時期および出現時の発育段階による類型化

前述した各魚種の出現時期および出現時の発育段階をもとに, 当該海域における出現様式を区分し, Table 2を得た。ヒメハゼ1種のみが周年出現種に, トウゴロウイワシ, シラウオ, ヒイラギ, ニクハゼ, ギンボ, ヨウジウオ, アミメハギ, メバル, カワハギ, クロダイ, ヒガンフグ, アユ, スズキ, ギマ, マコガレイ, マハゼ, アイゴ, ボラ, シマイサキ, シロギスの20種が季節的出現種に, タケギンボ, イカナゴ, カタクチイワシの3種が偶来種に区分された。このうち, 大半を占めた季節的出現種について, 各魚種ごとに出現した月および出現時の発育段階を整理し, Table 3およびTable 4に示した。出現種数は秋冬季に少なく, 春夏季に多い傾向にあり, 特に6~9月の高水温期における出現種数は顕著に多かった。一方, 出現時の発育段階については, アユやニクハゼ, スズキ, ギンボ, マコガレイ, メバル等のように稚魚期に出現する魚種が圧倒的に多く, また, スズキやギンボ, メバル等のように, その後若魚期まで滞留する魚種も目立った。

考 察

各測点とも, 年間を通して20℃を上回る水温較差があり, きわめて大きな水温変動を示した。一方, 塩分も各測点で年間20を上回る較差がみられ, 水温同様, 大きな季節変化を示した。2000年6月末および同年9月中旬の大雨による出水直後には, 同調して全測点の塩分が大きく低下したことから, 大雨時には河川水が調査海域一帯を覆うことが示唆された。各測点間の水温, 塩分変動においては大きな差は認められず, ほぼ類似した環境下にあると考えられた。

当海域では, 本調査によって年間69種以上に及ぶ魚類の出現が確認された。類似の魚類相調査は, 伊勢湾と同様に大都市圏を背後にもつ東京湾 (那須ほか, 1996) や大阪湾 (大美ほか, 2001), 仙台湾 (本多ほか, 1997) の河口域でも実施されている。また, 数少ない事例ではあるが, 同じ伊勢湾内の長良川河口域 (Kimura *et al.*, 1999) や三重県内における英虞湾のアマモ場 (木村ほか, 1983) においても実施されている。これらの海域における上位出現10種 (種が特定された魚類のうち上位10種) を,

本調査の結果と併せてTable 5に整理した。櫛田川河口域は他の内湾河口域に比べて出現魚種数がかなり多く、魚類の多様性に富む海域であることがわかる。当海域は前述したように伊勢湾内でも自然の状態では河口域が残された場所であり、規模の大きな干潟とアマモ場が近接して存在するなど、都市型の内湾域としては良好な環境が維持されている。当海域の魚類が多様性に富むのはこうした多様な環境に関連していると考えられる。このことは、後述するように当海域を利用する魚種の中で干潟、アマモ場の両海域を複合的に利用する魚種が多いことからもうかがえる。また、採集漁具が異なる (Table 5) ため単純に比較することはできないが、同じ伊勢湾内の河口域でありながら、干潟、アマモ場が消失し、単調な環境下にある長良川河口域で出現魚種数が37種 (Kimura *et al.*, 1999) と当海域よりかなり少なかったこともこの推論を支持している。

当海域ではアユが最優占種となり、総採集個体数に占める割合は50%以上に達した。アユが卓越して出現する現象は長良川河口域でも認められるが (Kimura *et al.*, 1999), 東京湾 (那須ほか, 1996) や大阪湾 (大美ほか, 2001), 仙台湾 (本多ほか, 1997) の河口域では認められておらず、伊勢湾内の河口域における魚類相の大きな特徴であると言える。伊勢湾は他の都市近郊型の内湾域に比べて、河口域の環境のみならず、流入する河川的环境も良好に保たれていることが推察される。一方、木村ほか (1983) は英虞湾のアマモ場における調査で、水産資源上有用な魚種の出現が少ないことを指摘している。しかし、本研究におけるアマモ場 (St. 3) では、アユやスズキ、メバル、マコガレイなどの有用魚種が多く出現する対照的な結果が得られた。英虞湾のアマモ場とは異なり、当海域のアマモ場はむしろ有用水産資源の生活を支える重要な場であると言える。

本研究によれば、櫛田川河口域の中で主に干潟を優占して利用している魚種としてヒメハゼほか計5種が、主にアマモ場を優占して利用している魚種としてメバルほか計9種が、干潟、アマモ場の両海域を利用していると考えられた魚種としてアユ、スズキ、マコガレイほか計10種が上げられた。当海域では干潟、アマモ場を複合的に利用する魚種の方が、それぞれの海域を単独で利用する魚種よりも多いことが示唆される。また、干潟、アマモ場を複合的に利用する魚種のうち、ギマ、マコガレイを除く多くの魚種で成長に伴う利用海域の変化は認められなかったことから、利用期間中は両海域を往來していることが推察される。

出現時期および出現時の発育段階をもとにした出現様式の類型化によれば、周年出現種はヒメハゼ1種のみにとどまった。本多ほか (1997) は仙台湾名取川河口域において、同様に周年出現種が少ないことを指摘している。さらに、年間を通じた定住が困難な理由のひとつとして、河口汽水域は水温、塩分の日周的、季節的变化が著しく、生残に不利であることをあげている。前述したように、櫛田川河口域における水温、塩分等の環境変化も著しく大きく、このことが定住種の出現を制限していると考えられる。一方、季節的出現種はアユほか計20種に達し、当海域を特定の季節や発育段階で利用している魚種が多いことが明らかとなった。とりわけ6~9月に利用する魚種が顕著であった。仙台湾名取川河口域でも、季節的出現種の来遊によって夏季に最も多様な魚類相を示すことが確認されている (本多ほか, 1997)。本多ほか (1997) は、その理由として、この時期に増大する動物プランクトンによって、魚類、特に発育初期における魚類の食生活に適した食物が安定して供給されているためと指摘している。後述するように、当海域では稚魚期に出現する魚種が最も多かったことから、夏季を中心とする季節的出現種が多い原因としてこうした餌料環境条件が寄与しているのかもしれない。

優占した季節的出現種の中でも最も卓越したアユは、体長30mm前後の稚魚を主体に2~4月に集中して出現した。アユは体長30mm前後で仔魚期から稚魚期へ移行、すなわち変態する (沖山, 1988) ことから、当海域で大量出現したアユは変態期の個体群と判断される。一方、本種の出現期間中、体長組成の明瞭な変化は認められず、常に体長30mm前後の変態期の稚魚が出現した。同様に木下 (1984) は土佐湾の碎波帯において、来遊するアユの全長組成の変化が少ないことを見出し、新たな加入と成長した個体の離散による現象であると指摘している。当海域に来遊したアユについても、2~4月の成長が停滞するとは考えられず、変態期の個体群が順次加入、逸散を繰り返していると判断する方が妥当である。当海域では体長40mm以上のアユの出現が少なかった (Fig. 5) ことから、本種は当海域を主に変態場所として利用していると推定される。アユ同様、季節的出現種の中で出現頻度の高かったスズキは、4月に体長20mm前後の稚魚として大量に出現した。本種は体長12~20mmで低塩分環境を指向して河口域に接岸し、その後稚魚に変態することが知られている (田中・松宮, 1982)。従って4月に大量出現した稚魚は変態直後の個体群であると推察される。5月以降は毎月連続したコホートが得られ、9月

Table 5. Comparison of composition of 10 dominant fish species collected in Kushida River estuary with that collected in other tidelands and eelgrass beds in Japan.

Study sites	Kushida River estuary*2 (Ise Bay) Tideland and eelgrass bed	Natori River estuary*3 (Sendai Bay) Tideland	Keihin-jima*4 (Tokyo Bay) Tideland	Yamato River estuary*5 (Osaka Bay) Tideland	Nagara River estuary*6 (Ise Bay) River estuary	Ago Bay*7
Sampling period	Dec. 1999—Dec. 2000	Apr. 1991—Dec. 1991	Mar. 1994—Feb. 1995	Apr. 1996—Mar. 1997	July. 1994—Apr. 1997	Apr. 1980—May 1982
Sampling gear	Seine net and beach seine net	Seine net	Seine net	Round net and beam trawl net	Ring larval net	Bottom trawl net
No. of orders	14	9	7	11	7	13
No. of families	40	21	17	31	23	53
No. of Species	More than 69	38	35	More than 47	37	117
Rank*1						
1	<i>Plecoglossus altivelis</i> (Ayu)	<i>Acanthogobius lacticeps</i> (Ashirohaze)	<i>Gymnogobius macrognathus</i> (Edohaze)	<i>Konosirus punctatus</i> (Konoshiro)	<i>Plecoglossus altivelis</i> (Ayu)	<i>Plotosus lineatus</i> (Gonzui)
2	<i>Gymnogobius heptacanthus</i> (Nikahaze)	<i>Acanthogobius flavimanus</i> (Mahaze)	<i>Gymnogobius castaneus</i> (Birringo)	<i>Lateolabrax japonicus</i> (Suzuki)	<i>Acanthogobius flavimanus</i> (Mahaze)	<i>Pholis nebulosa</i> (Ginpo)
3	<i>Lateolabrax japonicus</i> (Suzuki)	<i>Tribolodon brandtii</i> (Maruta)	<i>Acanthogobius flavimanus</i> (Mahaze)	<i>Sardinella zinnisi</i> (Sappa)	<i>Cottus reinii</i> (Utsusemikaika)	<i>Rudarius erodes</i> (Amimshugi)
4	<i>Pholis nebulosa</i> (Ginpo)	<i>Salangichthys microdon</i> (Shirauo)	<i>Gymnogobius heptacanthus</i> (Nikahaze)	<i>Acanthogobius flavimanus</i> (Mahaze)	<i>Salangichthys microdon</i> (Shirauo)	<i>Hypodytes rubripinnis</i> (Hakokoze)
5	<i>Triacanthus biaculeatus</i> (Gima)	<i>Engraulis japonicus</i> (Katakuchiwashi)	<i>Chelon haemateichilus</i> (Menada)	<i>Mugil cephalus</i> (Bora)	<i>Sardinella zinnisi</i> (Sappa)	<i>Syngnathus schlegelii</i> (Youjiao)
6	<i>Hypoatherina volaciennei</i> (Tougorouwashi)	<i>Mugil cephalus</i> (Bora)	<i>Tetraodon jayuhua</i> (Kotobiki)	<i>Pleuronectes yokohamae</i> (Makogare)	<i>Pholis nebulosa</i> (Ginpo)	<i>Pseudohemiramis perezides</i> (Anahaze)
7	<i>Pleuronectes yokohamae</i> (Makogare)	<i>Lateolabrax japonicus</i> (Suzuki)	<i>Mugil cephalus</i> (Bora)	<i>Kareius bicoloratus</i> (Ishigare)	<i>Engraulis japonicus</i> (Katakuchiwashi)	<i>Sugamia igacionema</i> (Sibhaze)
8	<i>Salangichthys microdon</i> (Shirauo)	<i>Platycephalus indicus</i> (Kochi)	<i>Sardinella zinnisi</i> (Sappa)	<i>Engraulis japonicus</i> (Katakuchiwashi)	<i>Ammodytes personatus</i> (Itanago)	<i>Pseudohemiramis cotoides</i> (Asahimabaze)
9	<i>Favonigobius gymnauchen</i> (Himehaze)	<i>Konosirus punctatus</i> (Konoshiro)	<i>Moolgardia perrasi</i> (Nanyubora)	<i>Favonigobius gymnauchen</i> (Himehaze)	<i>Gymnogobius uratoaria</i> (Ukigori)	<i>Acentrogobius pflaumi</i> (Suzhaze)
10	<i>Syngnathus schlegelii</i> (Youjiao)	<i>Acanthopagrus schlegelii</i> (Kurohata)	<i>Konosirus punctatus</i> (Konoshiro)	<i>Hypoatherina volaciennei</i> (Tougorouwashi)	<i>Omostrachius elegans</i> (Nabecka)	<i>Spratelloides gracilis</i> (Kibinago)

*1 Rank of abundance in the catch number of individuals.

*2 This study

*3 Honda *et al.* (1997)

*4 Nasu *et al.* (1996)

*5 Omi *et al.* (2001)

*6 Kimura *et al.* (1999)

*7 Kimura *et al.* (1983)

には体長100~150mmにまで達した。スズキは変態期に来遊し、その後滞留して9月には若魚にまで成長し、逸散したことから、当海域を変態場所および変態後の成育場所として利用していると推定される。これら2種と同じ季節的出現種に分類されたマコガレイは、体長15mm前後の稚魚として2月にまとまって出現した。本種は体長約10mmで仔魚期から稚魚期へ移行、すなわち変態して浮遊生活から着定生活に移行する(南, 1981)。2月に出現した稚魚は変態直後の個体群であると推察される。その後3月まで滞留して、体長20mm以上に成長し、逸散したことから、本種もスズキ同様、当海域を変態場所および稚魚期の成育場所として利用しているものと推定される。

以上3種で代表されるように、当海域における季節的出現種は稚魚期の個体群が大半を占め(Table 4)、なかでも変態期に相当する個体群が多いことが明らかとなった。木下(1984)は、砕波帯に出現する仔稚魚に変態期のもが多いことから、砕波帯が仔稚魚にとって浮遊期から新たな生活期へと生活様式が転換する際の準備室として機能していることを指摘している。本研究で明らかとなった魚類の出現特性から判断して、櫛田川河口に形成される干潟や藻場も砕波帯に類似した機能を有していると推察される。仔魚から稚魚への移行期は、食性の転換や生活空間の変化を中心とする生活様式の新しい段階への移行期にも相当する(田中, 1971)。近年の研究では、生活史初期の生残と個体数変動が、仔魚期から稚魚期の数ヶ月間の累積過程として捉えられるようになり、変態期前後の生残過程が資源変動の鍵として注目されつつある*2。櫛田川河口域に形成される干潟やアマモ場は、こうした生活史段階を支える重要な場を提供しているといえる。伊勢湾内の干潟やアマモ場はここ30~40年の間に大きく減少した(水野, 未発表)。当海域はこうした環境変化の下で良好な環境が維持されてきたきわめて貴重な海域である。本研究の成果をもとに、伊勢湾生態系における当海域の機能を漁業者や県民に広く説明し、当海域の保全の重要性について理解を求めていく必要がある。

要 約

1999年12月から2000年12月に、三重県松阪市の櫛田川河口域周辺に形成される河口干潟、前浜干潟、アマモ場の3測点において、地曳網および砕波帯ネットを用いて計24回にわたり魚類の採集調査を行った。

調査期間中に採集された魚類は14目40科69種以上、計23,709個体に及んだ。各測点ともアユの出現が最も卓越し、次いでハゼ科、スズキ、ボラ科、ギンポ、ギマ、トウゴロウイワシ、マコガレイ、シラウオ、ヨウジウオが多く、これら上位10分類群で総採集個体数の約95%を占めた。

上位出現24種のうち、櫛田川河口域の干潟を優占して利用している魚種として5種、アマモ場を優占して利用している魚種として9種、干潟・アマモ場の両海域利用している魚種として10種が上げられ、両海域を複合的に利用する魚種が多かった。また、春夏季を中心に利用する魚種が圧倒的に多く、しかもその大半が稚魚期、特に仔魚から稚魚への変態期に利用していた。

参考文献

- 本多 仁・片山知史・伊藤絹子・千田良雄・大森迪夫・大方昭弘(1997): 河口汽水域における魚類集団の生産構造と機能. 沿岸海洋研究, 35, 57-68.
- 木村清志・中村行延・有瀧真人・木村文子・森浩一郎・鈴木 清(1983): 英虞湾湾口部アマモ場の魚類に関する生態学的研究-I, 魚類相とその季節的变化. 三重水産研報, 10, 71-93.
- Kimura, S., Okada, M., Yamashita, T., Taniyama, I., Yodo, T., Hirose, M., Sado, T. and Kimura, F. (1999): Eggs, larvae and juveniles of the fishes occurring in the Nagara River estuary, central Japan. Bull. Fac. Bioresources, Mie Univ., 23, 37-62.
- 木下 泉(1984): 土佐湾の砕波帯における稚仔魚の出現. 海洋と生物, 35, 409-415.
- 南 卓志(1981): マコガレイの初期生活史. 日水誌, 47, 1411-1419.
- 那須賢二・甲原道子・洪川浩一・河野 博(1996): 東京湾湾奥部京浜島の干潟に出現する魚類. 東京水大研報, 82, 125-133.
- 日本水産資源保護協会(1997): 沿岸域の幼稚魚実態調査, 中部国際空港の漁業に関する調査報告書(平成8年度調査報告), 1-140.
- 日本水産資源保護協会(1998): 沿岸域における幼稚魚調査, 中部国際空港の漁業に関する調査報告書(平成9年度調査報告), 1-57.
- 落合 明・田中 克(1985): 魚類学(下). 恒星社厚生

*2 東京大学海洋研究所共同研究利用シンポジウム「魚類の変態機構と生残への適応」講演要旨集(1997).

- 閣, 東京, 1139pp.
- 沖山宗雄 (1988): 日本産稚魚図鑑. 東海大学出版会, 東京, 1154pp.
- 大美博昭・鍋島靖信・日下部敬之 (2001): 大阪湾奥河口域における幼稚仔魚の出現種と種類数の季節変化について. 大阪水試研報, 13, 61-72.
- 大森迪夫・鶴田義成 (1988): 河口域の魚, 「河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー」, (栗原康編著), 東海大学出版会, 東京, 108-118.
- 田中 克 (1971): 仔魚の消化系の構造と機能に関する研究—Ⅲ, 後期仔魚の消化系の発達. 魚雑, 18, 164-174.
- 田中 克・松宮義晴 (1982): スズキの初期生活史—稚魚への移行過程を中心に—. 栽培技研, 11(2), 49-65.