

相模湾中央部における表層と亜表層の仔稚魚相

飯野正晴¹・茂木正人^{1*}・長岩理央¹・宮崎唯史²・栗田嘉宥²・河野 博¹

Larval and juvenile fish assemblages in surface and subsurface layers of central Sagami Bay, Japan

Masaharu IINO¹, Masato MOTEKI^{1*}, Riou NAGAIWA¹, Tadashi MIYAZAKI², Yoshihiro KURITA² and Hiroshi KOHNO¹

Abstract : Larval and juvenile fish were sampled with a ring net from surface (0–1.5 m) and subsurface (2–5 m) layers of central Sagami Bay, Japan, from November 2002 to October 2003. In all, 15,458 fishes from 100 species and 54 families were collected. The surface layer yielded 2,167 fishes from 58 species, and the subsurface layer produced 13,291 fishes from 67 species. The most abundant species in both layers was *Engraulis japonicus*, which comprised 57.0% and 85.6% of individuals from the surface and subsurface layers, respectively. A cluster analysis based on fish assemblage similarities revealed that the sampling months were seasonally divided into winter (November to January), spring (March and April), and summer/autumn (June to October). The subsurface in summer/autumn yielded the greatest species diversity (51 species), with neritic-demersal, pelagic, and mesopelagic species being dominant. Of the 15 dominant species occurring in both layers, the distribution of eight appeared to change between surface and subsurface layers as they grew. Based on this and previous studies at other Sagami Bay locations, larval and juvenile fish assemblages appear to vary within the bay, with the surface and subsurface layers of central Sagami Bay dominated by mesopelagic species.

Keywords : Larval and juvenile fish assemblages, Sagami Bay, vertical distribution, seasonal occurrence

1. はじめに

相模湾は、本州中央部の太平洋岸に位置し、伊豆半島、三浦半島に囲まれ、浦賀水道を通して東京湾へとつながる開放型の湾である（日本海洋学会沿岸海洋研究部会（編），1985）。大島の東水道から湾北西に向かって水深1,000 m以上の海底谷が延びており、湾の北東側には広い大陸棚が広がる。また、伊豆半島と三浦半島の沿岸は岩礁域が多いが湾奥には砂浜海岸が見られる。相模湾ではこれまで、特定の分類群に絞った初期生活史や出現様式についての研究は比較的良好に行われている（MIYA

and NEMOTO, 1991など）。一方、仔稚魚相全般に関する調査は中田（1979）によって行われている。この調査はかなり広範囲にわたって精力的に行われたものであるが、一部の主要種を除いて、採集場所の詳細が不明である。また、4～9月の間のみであるものの、神奈川県城ヶ島沖では深度50 mまでの魚卵と仔稚魚の鉛直分布が明らかにされている（中田・今井，1981）。また、SASSA and KAWAGUCHI（2006）は中深層性魚類の仔稚魚に着目し、相模湾中央部で表層から1,000 mまでの鉛直分布の調査を行っており、出現様式などを明らかにしている。さらに、長岩ら（2005）は東京湾の湾口部近傍で稚魚ネットの表層曳を周年行い、東京湾の湾内と仔稚魚相が大きく異なることなどを示した。

仔稚魚の鉛直分布についての研究は、上記の中田・今井（1981）の他にもこれまで国内の沿岸各地（水深200 m以浅）で行われてきた（沖山，1965；堀木，1981；山本ら，1997）。また、沖合の水深の深い水域や外洋でも鉛直分布を調べたいいくつかの研究が見られる（林，1990；MIYA and NEMOTO, 1991；SASSA *et al.*, 2002など）。

¹ 東京海洋大学 魚類学研究室, ² 東京海洋大学 研究練習船 青鷹丸

〒108-8477 東京都港区港南4-5-7

¹ Laboratory of Ichthyology and ² Training and Research Vessel *Seiyo-Maru*, Tokyo University of Marine Science and Technology, 4-5-7 Konan, Minato, Tokyo 108-8477, Japan

* Corresponding author. Email: masato@kaiyodai.ac.jp; Tel/Fax: 03-5463-0527

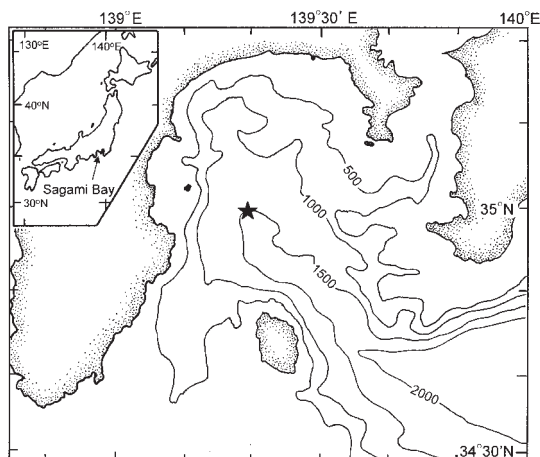


Fig. 1. Map showing the study site (★) in Sagami Bay, Japan, where surface and subsurface fish were sampled.

これらの研究では、沿岸浅海域では10 mから数十mの間隔で、沖合や外洋では数十mから100 m程度の間隔で採集深度が設定されている。これまで、表層とそのわずかに下の層（亜表層）に着目し仔稚魚群集の比較を行った研究は、内湾やサンゴ礁域といった浅海域や河口域などで行われている（LEIS, 1991； 甲原・河野, 1999； 鐘ら, 2003）。これらの研究から、数mの深度の差によっても、種や発育段階により鉛直分布様式が異なることが明らかにされ、内湾への進入様式や仔稚魚の分散様式に影響を与えることなどが示唆されている。一方で、沖合や外洋域では表層数m以内の鉛直分布様式について明らかにした研究はない。そこで本研究では、相模湾中央部の表層域における仔稚魚組成とその季節変化について明らかにするとともに、ごく表層域（0～5 m）における仔稚魚組成の鉛直的な出現様式を明らかにすることを目的として、表層（0～1.5 m）と亜表層（2～5 m）で周年の採集を行った。

2. 材料と方法

採集は、東京海洋大学研究練習船「青鷹丸」により、相模湾中央部の定点（Fig. 1； 35°00' N, 139°20' E, 水深約1,500 m）において、2002年11月から2003年10月の期間中、月に1回（2002年11月11日, 12月15日, 2003年1月16日, 3月10日, 4月16日, 5月21日, 6月15日, 7月8日, 8月6日, 9月8日, 10月4日）、稚魚ネット（直径1.3 m, 目合330 μ m）とORIネット（直径1.6 m, 目合330 μ m）による曳網をほぼ同時に行った。曳網は日中に、船速約2ノットで、表層（深度0～1.5 m）では稚魚ネットを用い舷側で、亜表層（2～5 m, 亜表層）はORIネットを用い船尾で、それぞれ水平曳きを行った。表層での曳網は、ネットが水面から出ないように

に行った。亜表層の曳網深度はワイヤー長とワイヤーの傾角から算出した。ORIネットには開閉装置を用いていないが、投/揚網はできるだけ速やかに行った。曳網時間は10～15分で、網口にはろ水計を取り付け、ろ水量を算出した（平均±標準偏差: 表層705±256 m³, 亜表層888±350 m³）。曳網開始の直前にCTD（Falmouth Scientific, Inc., ICTD）により水温と塩分の観測を行った。ただし、2003年2月はCTD観測のみで、採集は行われていない。採集された仔稚魚は、採集直後に5%海水ホルマリンで固定し、選別、同定の後、70%エチルアルコールで保存した。同定は主に沖山（編）（1988）に従い、和名、学名および分類体系は中坊（編）（2000）に従った。体長の計測には、15 mm以上の個体はノギスを用い、それ以下の個体は接眼マイクロメーターを用いた。

仔稚魚がホルマリン固定やネット採集時に与えられる刺激により収縮することは広く知られている（THEILACKER, 1980； FOX, 1996； PORTER *et al.*, 2001）。本研究では、採集からサンプル固定・処理までの過程をできるだけ速やかに行い、収縮の軽減につとめた。また、測定は、収縮の進行が十分に停止していると考えられる少なくとも6ヶ月経過したのちに行った（THEILACKER, 1980； FOX, 1996）。

月間の種組成の比較を行うために、Bray-Curtisの類似度指数 PS_2 を求めた（小林, 1995）。 PS_2 は、目レベルまでも同定できなかった不明種を除外し、それぞれの種の個体数 n を対数変換 [$\log_{10}(n+1)$] したのち計算した。類似度に基づくクラスター解析には非加重群平均法を用いた。

また、中坊（編）（2000）と岡村・尼岡（1997）を参考にし、得られた仔稚魚を成魚の生息場所に基づき、以下の4つのタイプに区分した：浅海底生タイプ（neritic-demersal）、水深150 m以浅の海底か海底付近に生息；大陸棚斜面タイプ（continental slope）、水深150 m以深の大陸棚斜面域に生息；表層タイプ（pelagic）、沿岸から沖合の表層域（深度0～200 m）に生息；中深層タイプ（mesopelagic）、深度200 m以深の中深層域に生息。

3. 結果

3.1 水温と塩分

水温は2月に最低値（表層13.0°C, 亜表層14.8°C）を、8月に最高値（25.1°C, 24.2°C）を記録した（Fig. 2）。塩分については、亜表層では8月にやや下がるものの（33.3）、それ以外の月では33.9（6月）から34.7（12月）の間を推移した（Fig. 2）。一方、表層の塩分は大きく変動し、2月、6月および8月で低い値を示した（それぞれ32.3, 33.4, 30.2）。

3.2 出現魚種の概要

採集された仔稚魚は、17目54科100種以上15,458個体であった（Table 1）。最も多く採集された種は、カタク

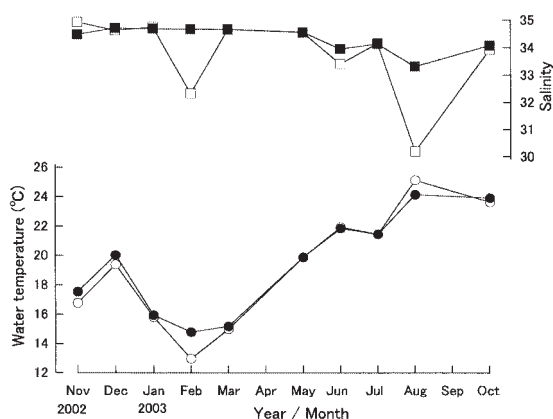


Fig. 2. Monthly changes in water temperature and salinity at surface (0-m depth; open circles and squares) and subsurface (5-m depth; solid circles and squares) layers in central Sagami Bay, Japan, from November 2002 to October 2003.

チイワシ *Engraulis japonicus* で、全個体数の72.3%を占めた。次いで多かったのが、マアジ *Trachurus japonicus* (2.8%), テンジクダイ属 *Apogon* spp. (2.4%), カサゴ *Sebastes marmoratus* (1.8%), タカベ *Labracoglossa argentiventris* (1.2%) であった。

表層で採集された仔稚魚は、43科58種以上2,167個体(未同定種263個体を含む)であった(Table 1)。個体数で最も多かった種はカタクチイワシで、1,235個体(57.0%)採集された。次いで、タカベ(5.3%), カサゴ(4.3%), ネズミギス *Gonorynchus abbreviatus* (3.5%), カガミイワシ *Lampadena luminosa* (2.6%), テンジクダイ属(2.5%)などが多く採集された。一方亜表層では、36科67種以上13,291個体(未同定種1,674個体を含む)が採集された。カタクチイワシが最も多く9,942個体が採集され、85.6%を占めた。他にはマアジ(3.1%), テンジクダイ属(2.4%), カサゴ(1.3%), スズメダイ *Chromis notata notata* (0.9%), ハオコゼ *Hypodytes rubripinnis* (0.8%)などが多く採集された。

3.3 種数と個体数の経月変化

種数についてみると、11月から翌年6月まではよく似た経月変化を示したが、8月では、亜表層で最大の28種を示したのに対し、表層に出現したのはわずか3種であった(Fig. 3)。個体数では、11月から1月まで表層と亜表層で同様に推移したが、3月から8月までは亜表層で多く、表層では3月に18.5個体の最小値を、8月にも19.7個体を記録した。

3.4 月間の群集組成の類似度に基づくクラスター解析

クラスター解析の結果、類似度0.10で11~1月(冬季)

と3~10月の2つのクラスターに分かれた(Fig. 4)。さらに、後者のクラスターは、類似度0.15で3・4月(春季)と6~10月(夏・秋季)に分かれ、それぞれ類似度0.40と0.27でクラスターを形成した。

3.5 成魚の生息場所タイプ別出現状況

成魚の生息場所タイプ別に見ると、表層より亜表層で中深層タイプが多く採集された(Table 2; 6種 vs. 15種)。また、その他のタイプは両層で0~4種の違いしかなかった。

クラスター解析の結果に基づき、1年間を冬季、春季および夏・秋季の3季に分けて、生息場所タイプ別出現状況をFig. 5にまとめた。総出現種数は夏・秋季の亜表層が最も多く、すべてのタイプを合わせて51種が出現した。同じ時期の表層はそれに次いで44種だった。最も少なかったのは春季の表層で、わずか5種が出現した。また春の亜表層も8種と少なかった。冬季は表層と亜表層でほぼ同じだった(それぞれ18種と19種)。浅海底生タイプはすべての季節/層で優占した。表層ではいずれの季節も過半数を越えたが(55.6~80.0%)、亜表層では冬季に過半数を超えたものの(63.2%)、春季と夏・秋季にはやや少なく過半数に達しなかった(それぞれ50%と49%)。中深層タイプは、夏・秋季の亜表層で大きな割合を占めた(29.4%)が、その他の季節/層では0~21.1%だった。表層タイプは、表層、亜表層でそれぞれ20.5%(9種)と21.6%(11種)を占めたが、その他の季節/層では1~4種のみ出現した。大陸棚タイプはいずれの季節/層でも少なく、出現種数は0~2種であった。

3.6 主要種の構成

各季節で個体数比が0.5%以上を占めた種を主要種として、個体数 n を対数変換 $[\log_{10}(n+1)]$ したのち、その組成をFig. 6に示した。冬季はカサゴ、タカベ、カタクチイワシ、サギフエ *Macroramphosus scolopax*、タカノハダイ *Goniistius zonatus*など12種が主要種となった。一方、春季はカタクチイワシとメバル *Sebastes inermis*のみが、夏・秋季は、カタクチイワシ、テンジクダイ属、マアジ、スズメダイなど9種が主要種となった。

3.7 種ごとの層別出現比と全長組成

1,000 m³当たりの個体数の合計が10以上だった31種について、種ごとの層別出現比を検討した(Fig. 7)。表層のみに出現したのは3種(9.7%)、表層と亜表層の両層に出現したのは20種(64.5%)、亜表層のみに出現したのは8種(25.8%)だった。

さらに、両層に出現した20種のうち、30個体以上出現した種については全長組成を検討した(Fig. 8)。全長のモードが亜表層より表層で大きい種は、カタクチイワ

Table 1. Larval and juvenile fishes collected from central Sagami Bay, Japan, from November 2002 to October 2003.

Family/Order	Species	Number of individuals			Month	Size range (TL, mm)	Adult habitat type*	Species code
		Surface	Subsurface	Total				
Anguilliformes	Anguilliformes sp.		3	3	Aug	4.1-4.6	—	
Engraulidae	<i>Engraulis japonicus</i>	1235	9942	11177	Dec-Oct	2.7-27.7	P	En
Gonorynchidae	<i>Gonorynchus abbreviatus</i>	76		76	Oct	7.1-20.9	N	Ga
Gonostomatidae	<i>Cyclothone alba</i>		2	2	Oct	6.1-7.4	M	
	<i>Cyclothone pseudopallida</i>	1		1	Jun	21.1	M	
	<i>Cyclothone</i> sp.1	31	33	64	Dec, Jun-Oct	3.1-13.0	M	
	<i>Cyclothone</i> sp.2		1	1	Dec	5.3	M	Cy
Stomiidae	<i>Stomias affinis</i>		1	1	Aug	3.9	M	
Astronesthidae	<i>Astronesthes</i> sp.	1		1	Nov	7.8	M	
Synodontidae	<i>Saurida</i> sp.		31	31	Aug	2.1-5.9	N	Sa
Myctophidae	<i>Diaphus</i> sp.		3	3	Aug	5.2-9.8	M	
	<i>Hygophum proximum</i>		6	6	Aug	4.2-5.8	M	
	<i>Lampadena luminosa</i>	57		57	Oct	2.8-4.9	M	
	<i>Lampadena</i> sp.1		7	7	Jun	9.1	M	
	<i>Lampadena</i> sp.2		1	1	Oct	3.2-4.9	M	
	<i>Nannobranchium</i> sp.1		1	1	Dec	2.7-3.6	M	
	<i>Nannobranchium</i> sp.2		7	7	Dec	3.8-4.3	M	Na
	<i>Nannobranchium</i> sp.3		6	6	Aug	7	M	
	<i>Triphoturus microchir</i>		1	1	Oct	6.3	M	
	Myctophidae sp.		1	1	Oct	5	M	
Trachipteridae	<i>Desmodema</i> sp.	1		1	Oct	6.3	P	
Ophidiidae	<i>Strembo imberbis</i>	1		1	Oct	6	N	
Gigantactinidae	Gigantactinidae sp.	2	1	3	Jun, Oct	3.0-3.3	M	
Holocentridae	<i>Myripristis</i> sp.	2	2	4	Oct	3.2-4.4	N	
Macroramphosidae	<i>Macroramphosus scolopax</i>	25	6	31	Nov-Mar	4.2-7.7	C	Ma
Syngnathidae	<i>Syngnathus schlegeli</i>	1		1	Mar	92	N	
Mugilidae	<i>Mugil cephalus cephalus</i>		2	2	Nov	5.6-6.0	N	
Exocoetidae	<i>Parexocoetus brachypterus brachypterus</i>	1		1	Jun	6.1	P	
	<i>Cololabis saira</i>	9	1	10	Dec-Jan	5.4-9.1	P	Co
Scomberesocidae	<i>Helicolenus hilgendorfi</i>		1	1	Dec	3.2	N	
Scorpaenidae	<i>Sebastes marmoratus</i>	94	178	272	Dec-Jan	2.2-8.2	N	Sm
	<i>Sebastes hubbsi</i>	1	1	2	Dec	4.4-6.6	N	
	<i>Sebastes inermis</i>	12	20	32	Jan-Mar	4.2-6.9	N	Si
	<i>Sebastes vulpes</i>		5	5	Mar	3.1-3.5	N	
	Scorpaenidae sp.1		1	1	Dec	1.8	—	
	Scorpaenidae sp.2		1	1	Jun	4.8	—	
	Scorpaenidae sp.3		1	1	Aug	3.3	—	
	Scorpaenidae sp.4		1	1	Oct	8.6	—	
	Scorpaeniformes sp.		1	1	Aug	3.7	—	
Scorpaeniformes	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	4	105	109	Apr-Aug	1.7-4.2	N	
Tetrarogidae	<i>Lepidotrigla</i> sp.		14	14	Aug	1.5-3.2	N	
Triglidae	<i>Platycephalus</i> sp.		45	45	Jun-Aug	1.7-5.6	N	
Platycephalidae	<i>Lethotremus awae</i>	3		3	Oct	7.7-12.1	N	
Cyclopteridae	<i>Liparis tanakai</i>	1		1	Jan	13	C	
Liparidae	<i>Lateolabrax</i> spp.	3	12	15	Dec-Mar	2.2-6.1	N	Lat
Moronidae	<i>Sacura margaritacea</i>		1	1	Dec	4.6	N	
Serranidae	<i>Apogon</i> spp.	54	313	367	Aug-Oct	2.1-10.5	N	Ap
Apogonidae	<i>Scombrops boops</i>		1	1	Jan	5.4	N	
Scombropidae	<i>Coryphaena hippurus</i>	1		1	Oct	13.4	P	
Coryphaenidae	<i>Decapterus</i> sp.1	1		1	Jan	11	P	
Carangidae	<i>Decapterus</i> sp.2		1	1	Jun	8.2	P	
	<i>Seriola lalandi</i>	1		1	Nov	3.9	P	
	<i>Seriola quinqueradiata</i>	5	24	29	Apr-Aug	2.3-50.3	P	
	<i>Seriola rivoliana</i>	1		1	Oct	7.5	P	
	<i>Trachurus japonicus</i>	13	418	431	Jun-Oct	2.8-6.1	P	Tr
	Carangidae sp.1		1	1	Aug	3.7	P	
	Carangidae sp.2	1		1	Oct	8.2	P	
	Carangidae sp.3		1	1	Oct	5.5	P	
	<i>Emmelichthys struhsakeri</i>		1	1	Aug	3.7	P	
Emmelichthyidae	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	1		1	Jun	3	N	
Haemulidae	<i>Sillago japonica</i>	1	1	2	Oct	7.1-10.0	N	
Sillaginidae	<i>Upeneus japonicus</i>	19		19	Aug-Oct	6.5-14.3	N	
Mullidae	<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>	1		1	Oct	8.5	N	
Pomacanthidae	<i>Goniistius zonatus</i>	29	10	39	Nov-Jan	2.1-7.5	N	Gz
Cheilodactylidae	<i>Abudefduf vaiigiensis</i>	4		4	Oct	9.1-14.9	N	
Pomacentridae	<i>Chromis notata notata</i>	4	117	121	Aug-Oct	2.6-11.8	N	Ch

	Pomacentridae sp.1	9		9	Oct	5.1-9.4	N	
	Pomacentridae sp.2		2	2	Oct	3.9-4.6	N	
Teraponidae	<i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>	5		5	Oct	8.8-12.0	N	
Scorpididae	<i>Labracoglossa argentiventris</i>	114	69	183	Nov-Dec, Oct	2.1-7.9	N	Lab
Kyphosidae	<i>Kyphosus cinerascens</i>	2		2	Jun, Oct	13.3-19.6	N	
Girellidae	<i>Girella punctata</i>	4	1	5	Jan, Jun	3.4-24.5	N	Gi
Labridae	<i>Halichoeres tenuispinnis</i>		2	2	Aug	4.9-6.9	N	
	<i>Pseudolabrus</i> sp.	21	12	33	Nov-Jan, Oct	4.0-11.3	N	Ps
	Labridae sp.		6	6	Aug	3.8-6.4	N	
Ammodytidae	<i>Ammodytes personatus</i>	10		10	Jan	6.2-9.8	N	Am
Blenniidae	<i>Omobranchus loxozonus</i>	6	12	18	Jun-Oct	3.8-13.7	N	
	<i>Petrosirtes breviceps</i>	2		2	Oct	5.3-10.8	N	
	<i>Petrosirtes springeri</i>	2		2	Oct	14.9-20.0	N	
Gobiesocidae	<i>Lepadichthys frenatus</i>	1		1	Oct	9.8	N	
Callionymidae	Callionymidae spp.	3	68	71	Jun-Oct	1.5-6.7	N	
Gobiidae	<i>Ptereleotris</i> sp.	2		2	Oct	19.1-20.0	N	
	Gobiidae sp.1	1		1	Jan	11.7	N	
	Gobiidae sp.2	1		1	Oct	6.5	N	
Siganidae	<i>Siganus fuscescens</i>		1	1	Aug	4.6	N	
Sphyrinaeidae	<i>Sphyræna pinguis</i>	11	39	50	Jun	1.7-6.7	N	
Gempylidae	<i>Gempylus serpens</i>	1		1	Oct	6.8	M	
	<i>Nealotus tripes</i>		4	4	Jun-Aug	4.1-7.0	M	
Scombridae	<i>Auxis</i> sp.		4	4	Aug	5.3-7.4	P	
	<i>Euthynnus affinis</i>		1	1	Oct	8.7	P	
	<i>Sarda orientalis</i>	2	4	6	Jun	3.3-4.7	P	
	<i>Scomber</i> spp.	5	28	33	Apr-Jun	2.5-5.3	P	
Bothidae	Bothidae sp.		2	2	Oct	10.0-15.1	N	
Soleidae	Soleidae sp.		1	1	Aug	3.4	N	
Cynoglossidae	<i>Cynoglossus joyneri</i>		1	1	Oct	8	N	
	Cynoglossidae sp.		5	5	Aug	1.5-4.7	N	
Monacanthidae	<i>Rudarius ercodes</i>	3	19	22	Jun-Oct	1.8-12.0	N	
	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	1		1	Jun	16.2	N	
Tetraodontidae	<i>Takifugu</i> sp.1		3	3	Jun	2.0-2.2	N	
	<i>Takifugu</i> sp.2	1		1	Oct	9.8	N	
Unidentified		263	1674	1937				
Total		2167	13291	15458				

* C, continental slope ; M, mesopelagic ; N, neritic-demersal ; P, pelagic ; —, unknown.

Table 2. Number of species of larval and juvenile fishes from surface and subsurface layers in central Sagami Bay, Japan, by each adult habitat type

Adult habitat type	Number of species	
	Surface	Subsurface
Neritic-demersal	37	33
Continental slope	2	1
Pelagic	12	12
Mesopelagic	6	15

シ, オニハダカ属 *Cyclothone* sp. 1, テンジクダイ属, スズメダイ, ササノハベラ属 *Pseudolabrus* sp., アミメハギ *Rudarius ercodes* であった。逆に亜表層でモードが大きい種は, タカノハダイとアカカマス *Sphyræna pinguis* であった。サギフエについては表層を, ハオコゼ, マアジおよびサバ属 *Scomber* spp. については亜表層を主な出現層としており, 成長に伴う出現層の変化は認められなかった。残りのカサゴ, メバル, タカバは各サイズクラスで両層にほぼ同程度出現し, 出現様式の成長に伴う変化の傾向は認められなかった。

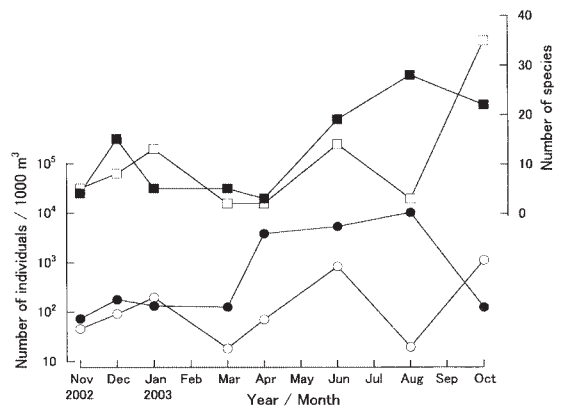


Fig. 3. Monthly changes in numbers of species and individuals of larval and juvenile fishes collected from surface (open circles and squares) and subsurface (solid circles and squares) layers in central Sagami Bay, Japan, from November 2002 to October 2003.

4. 考 察

4.1 相模湾中央部の仔稚魚組成の特徴

本研究の結果と, 三浦半島の西部沿岸において稚魚ネッ

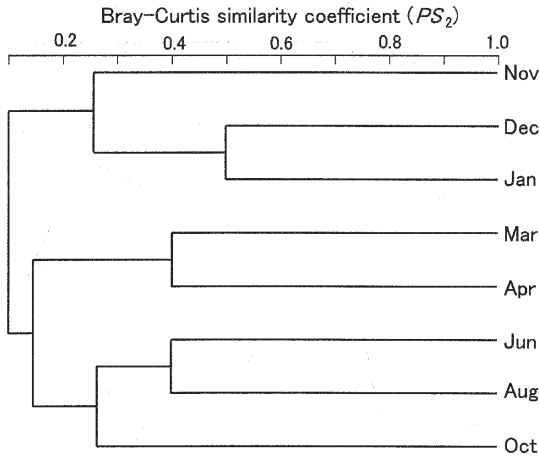


Fig. 4. Dendrogram of sampling months, based on the Bray-Curtis similarity coefficient, for larval and juvenile fish assemblages in central Sagami Bay. Data from surface and subsurface layers were combined for the analysis.

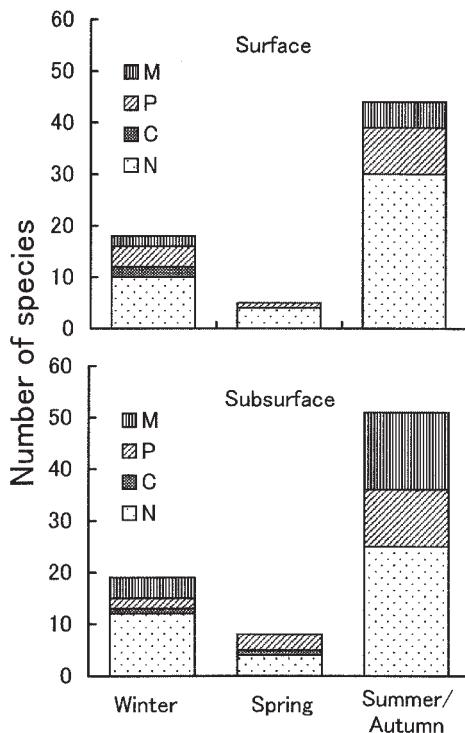


Fig. 5. Fish species numbers by adult habitat type in each season (*Winter*, November to January; *Spring*, March and April; *Summer/Autumn*, June to October). C, continental slope; M, mesopelagic; N, neritic-demersal; P, pelagic.

トの表層曳きを周年行った中田 (1979) の結果とを比較すると、主要種は大きく異なっていた。カタクチイワシが最も多く採集される点については一致したが、個体数順位 2 位から 15 位のうち、共通した種はサバ属のみであった。また成魚の生息地タイプ別でみると、中田 (1979) では、主要 15 種は表層タイプや浅海底生タイプの魚種で構成されるのに対し、本研究ではこれらのタイプに加えて中深層タイプが 2 種含まれる (オニハダカ属, カガミイワシ)。本研究では中深層タイプが他にも 17 種出現するのに対し、三浦半島西部沿岸ではまったく出現していない。また、東京湾の湾口部近傍で多く採集されるのはカタクチイワシ, コノシロ *Konosirus punctatus*, マアジ, サバ属, サッパ *Sardinella zunasi* などで (その他の種は年間 1~7 個体) (長岩ら, 2005), このうちカタクチイワシ, マアジ, サバ属の 3 種が本研究の主要 15 種に含まれる。しかし、東京湾湾口部近傍ではカタクチイワシが 1 種で全個体数の 96.9% を占め、さらに出現種数が少なく (24 種), 仔稚魚相の多様性は低いと判断される (本研究では 100 種が出現)。また、中深層タイプは出現していない。これらの研究は同時期に行われておらず、さらに中田 (1979) や長岩ら (2005) では表層のみ (0~1.5 m) の曳網であるため、一概に比較はできないが、同一の湾内でも仔稚魚の出現様式が大きく異なることが示唆され、湾中央部では中深層タイプの仔稚魚の出現によって特徴付けられると考えられる。

相模湾沿岸域 (中田, 1979) で主要種となったマイワシ *Sardinops melanostictus* 仔稚魚が、本研究では全く採集されていない。マイワシの資源量については大きな変動が知られ、1950~1970 年にかけては低水準期で、1970~1990 年は高水準期となり、1990 年以降は再び低水準期となっている (黒田, 1991; WADA and JACOBSON, 1998; 銭谷, 2001; 西田, 2006)。相模湾沿岸域 (中田, 1979) の調査は、資源量が高水準の 1977~78 年に行われているのに対し、本研究は低水準期 (2002~2003 年) に採集を行っている。したがって、中田 (1979) と本研究との比較でみられたマイワシ仔稚魚の出現の有無は、海域の違いよりもむしろ資源量の高低を反映していると考えられる。

群集組成で 3 季に分けて見た場合、春季 (3, 4 月) に両層ともに種数が少ない。本邦の温帯域の内湾や沿岸では、冬季から春季にかけて種数が少ないことは一般的な傾向と考えられるが (中田, 1979; 森, 1995; 加納ら, 2002), 本研究では冬季は春季の 2 倍以上の種が出現している。本邦の沖合から外海では、種数は春季より冬季に多い傾向があり (沖山, 1965; 松田, 1969; 千田, 1962b), 相模湾中央部は、種数の変化については内湾や沿岸とはやや異なり、より外海的な特徴を持っていると考えられる。また、沖合から外洋における主要種とされるサンマ *Cololabis saira*, ネズミギス, タカバ, タカノハダイ, マアジ, ハダカイワシ科 *Myctophidae* spp.

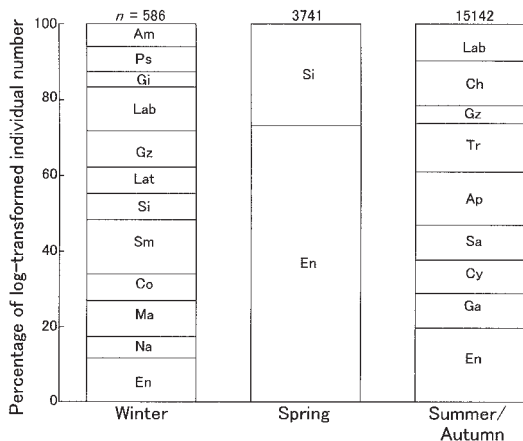


Fig. 6. Seasonal species assemblages (*Winter*, November to January; *Spring*, March and April; *Summer/Autumn*, June to October) in central Sagami Bay, Japan. Surface and subsurface layer data are combined. Species comprising >0.5% of the total number of individuals are shown. Percentages are based on the $\log_{10}(n+1)$ -transformed number of individuals per $1,000\text{m}^3$. See Table 1 for species codes.

(服部, 1964; 松田, 1969; 千田, 1962a) は, 本研究でも個体数で主要種となっている。一方で, 内湾や沿岸の主要種であるアミメハギ, メバル, カサゴ, スズメダイ, スズキ属 *Lateolabrax* spp. (森, 1995; 加納ら, 2002) など多く採集されていることから, 相模湾中央部の仔稚魚相は, 外洋的な要素と内湾/沿岸的な要素を併せ持っているものと考えられる。

本研究では, 8月の表層を除くと, 個体数・種数の経月変化は, 表層でやや個体数が少ないものの両層で比較的類似した様式を示した。両層は水温や塩分においては概ね均質な環境にあるが, 2月と8月の表層で塩分が低い(2月は採集が行われていない)。したがって8月の表層において個体数・種数が極端に少ないのは, 表層での一時的な塩分の低下による影響を受けたものと考えられる。採集を行った海域は主に黒潮系沖合水の影響を受ける場所と考えられる(古島, 2004)が, 相模湾奥部には相模川や酒匂川といった大きな河川があり, 集中的な降雨による河川水の流入が, 表層に分布する仔稚魚へ与える影響は広範囲に及ぶことが示唆される。

4.2 中深層性魚類仔稚魚の出現

本研究と同じ定点において, MTDネットを用いて仔稚魚の鉛直分布の研究を行った SASSA and KAWAGUCHI (2006) では, 昼夜ともに表層(0 m)では中深層性魚類の仔稚魚はほとんど採集されていない。この研究では, 表層の次に浅い採集深度は25 mとなっているため, 水平曳きを行う MTD ネットによる採集では, 理論的にはネッ

トとネットの間となる1~24 m層に分布する仔稚魚は採集されない。本研究で得られた中深層性魚類の仔稚魚は, カガミイワシを除いて SASSA and KAWAGUCHI (2006) では得られていないが, 少なくとも0~5 m付近, 特に15種の中深層性魚類の仔稚魚が出現する2~5 m層は, 一部の中深層性の種にとっては重要な生息場所となっている可能性がある。外洋域(北太平洋)において鉛直分布の研究を行った LOEB (1980) では, 出現した中深層性魚類24種のうち14種が0~25 m層で採集され, そのうちオニハダカ属 *Cyclothone* sp.A など3種については, 全個体数の65~82%が0~25 m層から採集されている。また, SASSA *et al.* (2002) は黒潮を横断する海域で研究を行い, ハダカイワシ科魚類のうちトンガリハダカ亜科 Lampanictinae の仔魚は0~30 m層に多く出現し, ハダカイワシ亜科 Myctophinae では50~150 m層に出現することを示している。本研究では, ハダカイワシ亜科のツマリドリハダカ *Hygophum proximum* が6個体採集されているものの, 8種83個体はトンガリハダカ亜科に含まれ, これは SASSA *et al.* (2002) の結果と一致する。

4.3 表層と亜表層の仔稚魚組成の比較

表層と亜表層では, 亜表層の方が種数も個体数も多く出現している。また, 表層より亜表層のみに出現する種の方が多く, さらに, 各層での出現比が80%以上を占めた種は, 表層と亜表層でそれぞれ5種(16.1%)と16種(51.6%)であった(Fig. 7)。また, 季節ごとに出現種数で見たときには, 表層と亜表層では仔稚魚にとっての重要性はあまり変わらないが, 夏・秋季の亜表層では, 中深層タイプの種が表層よりも多く出現している(Fig. 5)。

これまで国内沿岸で行われた鉛直分布についての研究では, 表層より深い層は10 mに設定されているが(沖山, 1965; IDA, 1972; 中田・今井, 1981; 山本ら, 1997), この10 mを本研究の亜表層とみなした場合, それらの研究でも亜表層に個体数が多い。ただし, 大阪湾の6定点で鉛直分布を調査した研究(山本ら, 1997)によると, 浅い水域(水深20 m以浅)では, 亜表層より表層で個体数が多いことが指摘されている。このことは東京湾の湾奥浅海域で行われた研究でも示されており, 表層(0~1.5 m)の方が亜表層(5~10 m)より個体数も種数も多く出現している(甲原・河野, 1999)。

4.4 成長に伴う生息深度の変化

両層に多く出現した15種のうち8種において, 成長に伴う生息層の変化が認められた。このような現象はいくつかの種ではよく知られている(IDA, 1972; 中田・今井, 1981; 桑原・鈴木, 1984; GRØNKJÆR and WIELAND, 1997; NAGASAWA *et al.*, 2000), わずか数mの深度でも生息層を変化させる種が比較的多いことを示している。

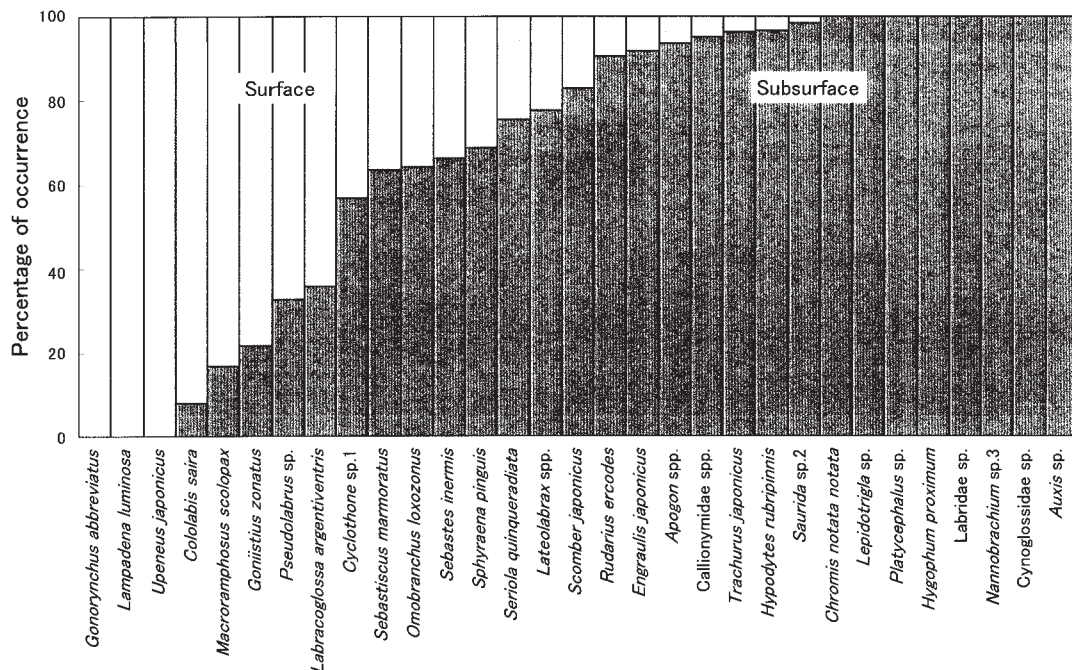


Fig. 7. Distribution ratio of larval and juvenile fish species per 1,000 m³ of surface and subsurface layers in central Sagami Bay, Japan. Species with >10 individuals sampled are shown.

いくつかの主要種について、以下に既往の文献との比較を行った。

カサゴ 若狭湾での研究(桑原・鈴木, 1983)では、カサゴ仔魚は表層(0 m)付近に多いものの、25 m付近まで分布することが明らかにされている。しかし本研究では、表層と亜表層とを比較するとほぼ同程度の密度で分布しており、0~5 m程度の範囲では密度はあまり変わらないことが示唆される。また、表層と25 m層に出現する個体の体長組成を比較したところ差異は認められておらず(桑原・鈴木, 1983)、この点については本研究と一致している。

メバル メバルでは表層に小型の個体が多く、着底に伴い深い層に移動することが知られているが(体長約10 mm以降)(NAGASAWA *et al.*, 2000)、本研究で得られた小さいサイズ(全長4.2~6.9 mm)では生息層を変化させないと考えられる。

サバ属 本州中部の太平洋岸で研究を行ったIDA(1972)によると、サバ属は、表層と深度10 mで比較した場合小型の仔魚(全長モード3.0~4.5 mm)が10 m付近に多く、やや大きな個体(3.5~5.0 mm)が表層で多く採集されている。一方本研究では、サバ属は表層ではあまり採集されず亜表層(2~5 m)で多く採集されており、相模湾中央部におけるサバ属の生息深度の変化は深度0~5 mでは不明瞭となっている。また東京湾の表層では、サバ属は湾内で多く採集されているが湾口部

近傍ではあまり採集されていない(長岩ら, 2005)。これらのことから、水域によって鉛直分布の様式が異なる可能性も示唆される。

アカカマス 本種は、本研究では表層と亜表層で同程度の密度で分布していたが、若狭湾(桑原・鈴木, 1982)では表層(0 m)付近でのみ採集され、25 mでは全く採集されていない。本種は、少なくとも深度0 mから5 m付近までは分布し、その層の間で成長に伴い表層から亜表層へ分布の中心を変えるものと考えられる。

スズメダイとアミメハギ 成長に伴い生息層を変化させる種の中には、両層に出現するサイズの幅が大きい種も多いが、スズメダイとアミメハギでは、まったくサイズレンジが重ならない。この2種では、表層で採集されているのはやや大きな個体で個体数も少ない。この2種はある時期に流れ藻に付随して生活することが知られ(広崎, 1963; 井田, 1986)、本研究で採集された大型の個体も何らかの漂流物に付随していたものが採集されたものと考えられる。

5. 結論

相模湾中央部の仔稚魚相は、種組成などから判断すると外洋的な要素と内湾/沿岸的な要素を併せ持っていると考えられる。また、中深層性魚類の仔稚魚の出現において、周辺水域の仔稚魚相と比較して特徴的であり、特に亜表層は、中深層性魚類の一部の種にとっては重要な

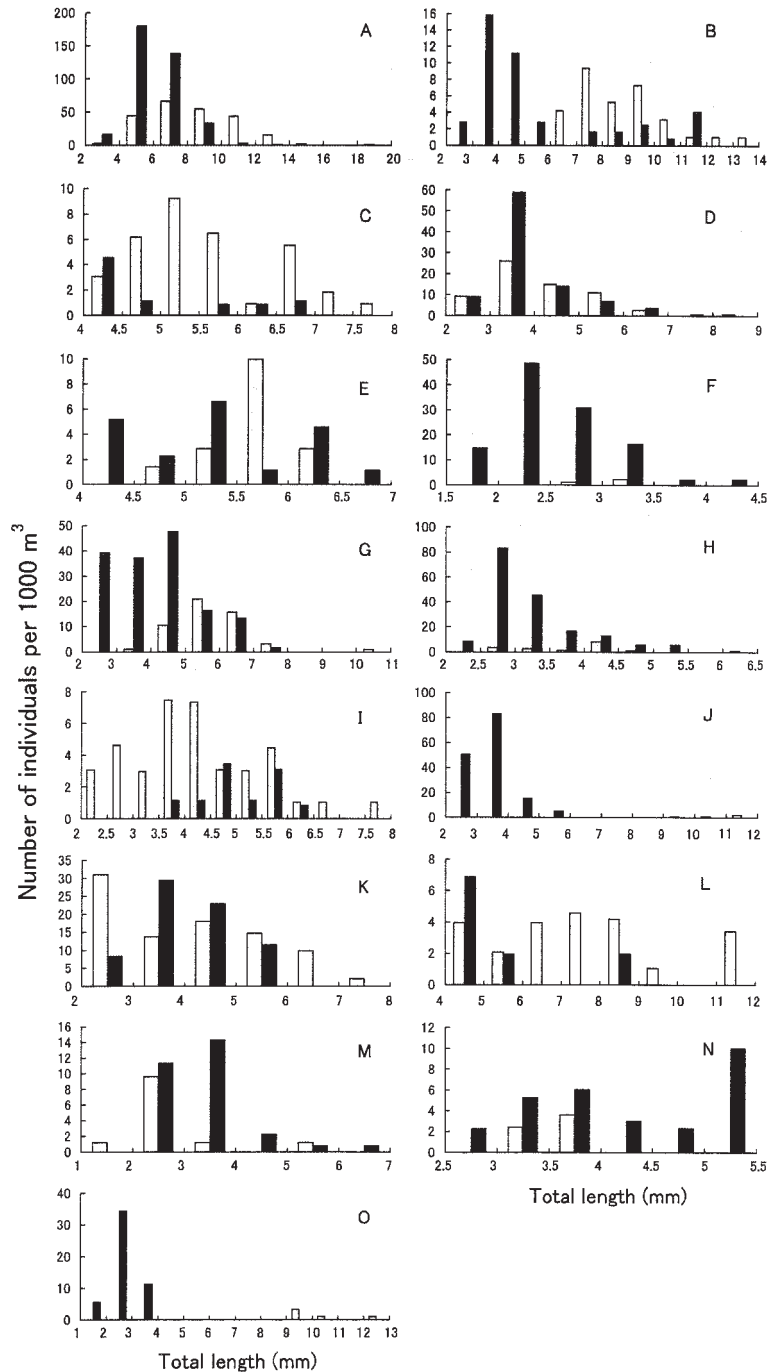


Fig. 8. Size frequency distributions of 15 larval and juvenile fish species in central Sagami Bay, Japan. Species occurring in both the surface and subsurface layers and with >30 individuals recorded are shown. A, *Engraulis japonicus* ; B, *Cyclothone* sp.1. ; C, *Macroramphosus scolopax* ; D, *Sebastiscus marmoratus* ; E, *Sebastes inermis* ; F, *Hypodytes rubripinnis* ; G, *Apogon* spp. ; H, *Trachurus japonicus* ; I, *Goniistius zonatus* ; J, *Chromis notata notata* ; K, *Labracoglossa argentiventris* ; L, *Pseudolabrus* sp. ; M, *Sphyræna pinguis* ; N, *Scomber* spp. ; O, *Rudarius ercodes*. Light bar, surface ; dark bar, subsurface.

生息場所となっている可能性がある。相模湾では、表層～亜表層（深度0～5 m）に中深層性魚類の仔稚魚が比較的多く出現することは、これまであまり知られていなかった。

種ごとの出現比や出現種数では、亜表層の方が表層よりも様々な仔稚魚の生息場所としての重要性が高いと考えられるが、一方で、わずかな深度の違いでも、成長に伴い生息層を変化させる種が比較的多いことも明らかとなった。このような表層と亜表層における出現様式の違いや移動が、どのような要因によってもたらされるのかは明らかではないが、餌生物の分布や濁度などとの関連を検討する必要があると思われる（BLABER and BLABER, 1980; SHERMAN *et al.*, 1984; BOEHLERT and MORGAN, 1985; 中田・岡崎, 1999）。

謝辞

本研究を行うに当たって、山口征矢教授、石丸隆教授、田中祐志助教授および堀本奈穂助手（東京海洋大学）には様々な面でご指導、ご協力いただいた。また、青鷹丸の乗組員および東京海洋大学（浮遊生物学、生物海洋学および魚類学の各研究室）の学生諸氏には船上での採集作業にご協力いただいた。独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所の佐々千由紀氏には中層性魚類の出現様式についてご教示いただいた。ここに申し上げます。

文献

- BLABER, S. J. M. and T. G. BLABER (1980) : Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *J. Fish Biol.*, **17**, 143-162.
- BOEHLERT, G. W. and J. B. MORGAN (1985) : Turbidity enhances feeding abilities of larval Pacific herring, *Clupea harengus pallasii*. *Hydrobiologia*, **123**, 161-170.
- FOX, C. J. (1996) : Length changes in herring (*Clupea harengus*) larvae : effects of capture and storage in formaldehyde and alcohol. *J. Plankton Res.*, **18**, 483-493.
- 古島靖夫 (2004) : 相模湾奥部の水質環境に与える湾外水の影響。海流と生物資源（杉本隆成編），成山堂書店，東京，p. 62-73.
- GRØNKJÆR, P. and K. WIELAND (1997) : Ontogenetic and environmental effects on vertical distribution of cod larvae in the Bornholm Basin, Baltic Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **154**, 91-105.
- 服部茂昌 (1964) : 黒潮ならびに隣接海域における稚魚の研究。東海区水研報，**40**，1-158.
- 林 清志 (1990) : 富山湾に出現する魚卵及び仔稚魚の季節変化と鉛直分布。富山水試研報，**2**，1-17.
- 広崎芳次 (1963) : 流れ藻につく魚類の生態学的研究II，流れ藻及び魚類。資源科学研究所彙報，**61**，77-84.
- 堀本信男 (1981) : 紀伊水道における魚卵・稚仔魚の鉛直分布について。水産増殖，**29**，117-124.
- IDA, H. (1972) : Some ecological aspects of larval fishes in waters off central Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **38**, 981-994.
- 井田 斉 (1986) : 漂流物に随伴する幼稚魚。月刊海洋科学，**18**，693-698.
- 加納光樹・荒山和則・今井 仁・金沢 健・小池 哲・河野 博 (2002) : 東京湾の表層域における仔稚魚の季節的出現と分布様式。うみ，**40**，11-27.
- 小林四郎 (1995) : 生物群集の多変量解析。蒼樹書房，東京，194pp.
- 甲原道子・河野 博 (1999) : 稚魚ネットで採集された東京湾湾奥部の仔稚魚。うみ，**37**，121-130.
- 黒田一紀 (1991) : マイワシの初期生活史を中心とする再生産過程に関する研究。中央水研研報，**3**，25-278.
- 桑原昭彦・鈴木重喜 (1982) : 若狭湾西部海域におけるマジ、アカカマス仔魚の鉛直分布と食性。京都海洋センター研報，**6**，13-17.
- 桑原昭彦・鈴木重喜 (1983) : フサカサゴ科3種仔魚の鉛直分布と食性。日水誌，**49**，515-520.
- 桑原昭彦・鈴木重喜 (1984) : 若狭湾西部海域におけるカタクチイワシ卵・稚仔魚の鉛直分布の昼夜変化。日水誌，**50**，1285-1292.
- LEIS, J.M. (1991) : Vertical distribution of fish larvae in the Great Barrier Reef Lagoon, Australia. *Mar. Biol.*, **109**, 157-166.
- LOEB, V. J. (1980) : Patterns of spatial and species abundance within the larval fish assemblage of the North Pacific central gyre during late summer. *Mar. Biol.*, **60**, 189-200.
- 松田星二 (1969) : 南西海区水域に出現する魚卵・稚魚の研究—I。南西海区水研報，**2**，49-83.
- MIYA, M. and T. NEMOTO (1991) : Comparative life histories of the meso- and bathypelagic fishes of the genus *Cyclothone* (Pisces : Gonostomatidae) in Sagami Bay, central Japan. *Deep-Sea Res.*, **38**, 67-89.
- 森 慶一郎 (1995) : 山口県油谷湾における魚類の生態学的研究。中央水研報，**7**，277-388.
- 長岩理央・茂木正人・河野 博・藤田 清 (2005) : 東京湾湾口部における表層域の仔稚魚相。うみ，**43**，97-104.
- NAGASAWA, T., Y. YAMASHITA and H. YAMADA (2000) : Early life history of mebaru, *Sebastes inermis* (Scorpaenidae), in Sendai Bay, Japan. *Ichthyol. Res.*, **47**, 231-241.
- 中坊徹次 (編) (2000) : 日本産魚類検索 全種の同定 第二版。東海大学出版会，東京，1748pp.
- 中田英昭・岡崎雄二 (1999) : 黒潮続流フロント域における仔魚の分布と餌料生物生産の動態。月刊海洋，**31** (4)，206-210.
- 中田尚宏 (1979) : 神奈川県沿岸海域に出現する魚卵・仔稚魚について。神奈川水試相模湾資源環境調査報告-II，117-128.
- 中田尚宏・今井千文 (1981) : 神奈川県城ヶ島沖における魚卵・仔魚の垂直分布について。神奈川水試研報，**3**，19-28.

- 日本海洋学会沿岸海洋研究部会(編)(1985):相模湾. 日本全国沿岸海洋誌, 東海大学出版会, 東京, p.389-427.
- 西田 宏(2006):低水準期にあるマイワシの管理—I—マイワシ太平洋系群の資源評価とABC—. 月刊海洋, 38, 282-286.
- 岡村 収・尼岡邦夫(編)(1997):山溪カラー名鑑 日本の海水魚. 山と渓谷社, 東京, 783pp.
- 沖山宗雄(1965):佐渡海峡に出現する魚卵・稚仔に関する予察的研究. 日本海区水研研報, 15, 13-37.
- 沖山宗雄(編)(1988):日本産稚魚図鑑. 東海大学出版会, 東京, 1154pp.
- PORTER, A. M., A. L. BROWN and K. M. BAILEY (2001): Estimating live standard length of net-caught walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) larvae using measurements in addition to standard length. Fish. Bull., 99, 691-696.
- SASSA, C., H. G. MOSER and K. KAWAGUCHI (2002): Horizontal and vertical distribution pattern of larval myctohid fishes in the Kuroshio Current region. Fish. Oceanogr., 11, 1-10.
- SASSA, C. and K. KAWAGUCHI (2006): Occurrence patterns of mesopelagic fish larvae in Sagami Bay, central Japan. J. Oceanogr., 62, 143-153.
- 千田哲資(1962a):隠岐島近海における魚類・稚魚の出現について I 出現する種類. 日本生態学会誌, 12, 152-157.
- 千田哲資(1962b):隠岐島近海における魚類・稚魚の出現について II 季節変化. 日本生態学会誌, 12, 163-166.
- SHERMAN, K., W. SMITH, W. MORSE, M. BERMAN, J. GREEN and L. EJSYMONT (1984): Spawning strategies of fishes in relation to circulation, phytoplankton production, and pulses in zooplankton off the northeastern United States. Mar. Ecol. Prog. Ser., 18, 1-19.
- THEILACKER, G. H. (1980): Changes in body measurements of larval northern anchovy, *Engraulis mordax*, and other fishes due to handling and preservation. Fish. Bull., 78, 685-692.
- WADA, T. and L. D. JACOBSON (1998): Regimes and stock-recruitment relationships in Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*), 1951-1995. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 55, 2455-2463.
- 山本圭吾・中島昌紀・辻野耕實(1997):大阪湾における魚類卵稚仔の鉛直分布について. 大阪水試研報, 10, 1-17.
- 銭谷 弘(2001):太平洋岸域におけるマイワシの資源変動に関連した初期生態に関する研究. 瀬戸内水研報, 3, 1-45.
- 鐘 俊生・木下 泉・久保美佳・杉山さやか(2003):夏季, 浦ノ内湾を成育場とする仔魚の湾への進入様式. 水産海洋研究, 67, 65-77.

Received May 25, 2006
Accepted November 8, 2006