1986～1991 年における東シナ海および黄海の底棲性魚類組成

山本圭介,^{1*} 時村宗春,² 塚本洋一,³ 銭谷 弘¹

(2009 年 8 月 10 日受付, 2009 年 12 月 14 日受理)

¹海水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所, ²海水産総合研究センター日本海区水産研究所,³海水産総合研究センター西海区水産研究所Groundfish species composition in the East China and Yellow Seas:
a comparison of five surveys in 1986 to 1991KEISUKE YAMAMOTO,^{1*} MUNEHARU TOKIMURA,²
YOUICHI TSUKAMOTO³ AND HIROMU ZENITANI¹

¹National Research Institute of Fisheries and Environment of Inland Sea, Fisheries Research Agency, Hatsukaichi, Hiroshima 739-0452, ²Japan Sea National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency, Niigata 951-8121, ³Seikai National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency, Nagasaki 851-2213, Japan

We studied seasonal changes in groundfish species composition in the East China and Yellow Seas. Specimens from five surveys in these areas from 1986 to 1991 were classified into species, weighed and counted. Water temperature and salinity were measured at each survey site with a conductivity-temperature-depth (CTD) profiler. Number of species, species diversity, and abundance per season were calculated for the combined survey area. Groundfishes in the East China and Yellow Seas comprised 334 species from 121 families. The dominant species were Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*), Black scraper (*Thamnaconus modestus*) and Japanese jack mackerel (*Trachurus japonicus*). Water temperatures of the bottom layer were higher in autumn than in spring-summer or winter. Salinities of the bottom layer were higher in spring-summer and winter than in autumn. Species richness, species diversity and median values for both number of species and abundance were highest in autumn (October-December). The numbers of species per survey site were greater in the southern East China Sea than in other areas in all seasons.

キーワード：季節変化, 魚類組成, 黄海, 出現種数, 東シナ海, 優占種

東シナ海および黄海は九州西方に位置する海域で 1000 種を超える多数の魚類が分布する。¹⁾ また、本海域は中国大陸沿岸から沖縄舟状海盆方向に広大な大陸棚が発達し、陸棚上の中国大陸沿岸水と黄海冷水系、大陸斜面沿いに流れる黒潮水系等により複雑な海洋環境を呈している。^{2,3)}

我が国での東シナ海、黄海域における底棲性魚類群集の研究は、本海域が以西底びき網漁業の主要な漁場であったことから、同漁業の漁獲統計に基づいた研究が多い。⁴⁻⁷⁾ しかし、漁獲統計は対象種が限定されており漁獲対象外の魚種の情報が取得できないという統計自体の本質的な問題を持つ。さらに同漁業は季節や相場により

設定された漁獲対象種に合わせて漁場決定や漁具の調整が行われるという操業実態であるため、⁸⁾ 標本抽出に偏りがあることが疑われる。偏った種組成データを使用した群集解析は妥当な結果を得られない可能性がある。

一方、調査船調査に基づく報告はより客観性が高く資料価値に優れるが本海域全体を対象とする底棲性魚類の群集構造について研究した例は少なく、三尾ら⁶⁾ による出現種の記載や 1962～1963 年、1972～1973 年、1978 年および 1989 年の底魚群集構造の長期的な推移と 1982～1983 年の急速な優占種交代を報告した例（「以西底びき網漁業における漁獲物組成と漁場利用の半世紀にわたる長期変化（要旨）」、GSK 底魚部会報 1, p51.

未発表)があるだけである。周辺国における研究例も少なく、浙江省舟山群島周辺の魚種組成と優占種の海域別時期別変化および胃内容物組成についての報告⁹⁾や黄海において1959年, 1981年および1985~1986年の種多様度および優占種組成の比較を行った研究,¹⁰⁾ 黄海および渤海の一部での魚種組成と分類学的多様度の報告¹¹⁾等, 比較的狭い海域を対象とした研究のみで東シナ海, 黄海を包括する大規模で系統的な研究の原著論文としての報告はない。

本報では, 1986年から1991年にかけて行われた調査船調査に基づき, 底棲性魚類の出現種の記載と群集構造の季節変化を報告する。

材料と方法

調査方法 東シナ海, 黄海の沖合域において, 春夏季調査1987年5月27日~7月21日(152調査点), 1988年4月15日~6月9日(160調査点), 秋季調査1986年10月20日~12月17日(149調査点), 1989年8月17日~10月14日(153調査点), 冬季調査1991年1月14日~2月6日(79調査点)の合計693調査点で着底トロール網による漁獲調査を行った(Fig. 1)。1986年10~12月, 1987年5~7月, 1988年4~6月の調査は漁業実習船熊本丸(熊本県立苓洋高等学校所属; 380トン)を, 1989年8~10月, 1991年1~2月の調査は, 漁業実習船海邦丸(沖縄県教育庁所属; 499トン)を使用した。すべての調査において西海区水産研究所所有のSSRI-B型底びき網(コッドエンドの目合外径66mm)を使用し, 船速3ノットで着底後1時間の曳網を行った。調査点の配置は1986~1989年の調査では調査海域全体に緯度0.5度, 経度0.5度間隔で, 1991年は緯度1度, 経度0.5度間隔で等間隔に設定した(Fig. 1)。電気伝導度温度深度測定器(JFEアレック社AST-1000型)によって水温, 塩分の鉛直分布を測定し, 海底直上5mの水温, 塩分を底層水温, 底層塩分と規定した。底層水温の観測値は, 4~6月160件, 5~7月147件, 8~10月141件, 10~12月149件, 1~2月75件, 底層塩分の観測値は, 4~6月160件, 5~7月147件, 8~10月145件, 10~12月欠測, 1~2月75件であった。

生物量 漁獲物は可能な限り種を分類の単位としたが, 一部, 種まで査定できなかった分類単位が存在した。リストの科の配列はNelson¹²⁾に, 和名は中坊¹³⁾に学名はNakabo¹⁴⁾に従った。すべての分類単位について, 個体数と重量を測定した。漁業上の重要種については体長測定(全長, 尾叉長, 肛門前長)を実施した。調査間で調査点数が異なるため, 生物量の解析には各季の調査点数で種別の総漁獲個体数, 総漁獲重量を除すことにより標準化を行った数値を用いた。以降, これらの標

Fig. 1 Sampling stations.

準化した数値を標準化個体数, 標準化重量と呼称する。標準化個体数, 標準化重量の全種についての総計を合計標準化個体数, 合計標準化重量とした。出現種数, 調査点別出現種数, 調査点別生物量の季節間の比較は全ての調査で共通した58調査点を対象とした。

群集構造解析 優占種は, 群集の特徴をよく代表すると思われる大きな生物量を持ちかつ一定以上の分布の広がりを持つ種を重視した。偶発的に多獲された種の影響を除くため, 生物量と分布範囲を評価する2要素の積算優占度(SDR2)¹⁵⁾を(1)式により計算した。

$$SDR2 = \frac{D+F}{2} \% \quad (1)$$

D は個体数順位第1位の種の標準化個体数を1とした密度比, F は調査海域を緯経度30分間隔で区分した区

画の中で、曳網が行われた全区画数に対して、種が出現した区画数の比率。なお、*SDR2* が 40% 以上の種を上位優占種とした。調査間の種組成の相違を比較するため、クラスター分析を行った。解析に使用する生物量の種間差が大きいため、特定の種の生物量の差に影響されず中立的な解析結果を得るために、極端な生物量の差に影響されにくい χ^2 類似度指数 (χ^2_{ih})¹⁶⁾ を (2) 式により算出し使用した。

$$\chi^2_{ih} = \sqrt{\sum_{j=1}^p \frac{l}{\alpha_{ij}} \left[\frac{\alpha_{hj}}{\alpha_{h+}} - \frac{\alpha_{ij}}{\alpha_{i+}} \right]^2} \quad (2)$$

ここで、 h 調査点の個体数の合計を α_{h+} 、 i 調査点の個体数の合計を α_{i+} 、 j 種の個体数の合計を α_{+j} とした。結果は群平均法で階層化した。解析には PC-ORD5.0 (MjM Software) を使用した。

群集の多様度を計量するため、(3) 式に示す森下の多様度指数 $\beta^{17)}$ を使用した。

$$\beta = N(N-1) / \sum_i n_i(n_i-1) \quad (3)$$

ここで、 i 番目の種の個体数を n_i 、総個体数を N とした。

漁獲物組成の偏りの推定 網目選択性による漁獲物組成の偏りを明らかにするため、網目選択性が既知の種^{18,19)} について曳網層内に含まれた魚群が網内に保持された割合を推定し、種間の漁獲率を比較した。網目選択性は網目からの魚体の抜け難さを表す尺度で、東海¹⁸⁾ の方法では魚体の胴周長を網目内周長で除した値である相対胴周長で示される。選択率は相対胴周長 0.5 から増加しはじめ 1.0 で 100% に達する。相対胴周長 0.5 以上の個体を対象とし、10 mm 単位で作成した体長階級毎に選択率を計算した。^{18,19)} 階級毎に選択率の逆数と個体数の積を行い、それらの合計を曳網層内の相対胴周長 0.5 以上の総個体数と仮定した。曳網層内の相対胴周長 0.5 以上の総個体数で保持された個体数の合計を除した値を漁獲率 C とした ((4) 式)。曳網層内に含まれる魚の入網率は 100% とした。

$$C = \sum_k^l n_k / \sum_k^l (I_k \cdot n_k) \% \quad (4)$$

ここで、相対胴周長 0.5 以上となる最初の体長階級を k 、最後の階級を l 、 k 階級の個体数を n_k 、 k 階級の選択率の逆数を I_k とした。

結 果

水温・塩分 底層水温は春夏季 4~6 月の中央値が 14.0°C、5~7 月の中央値は 14.1°C、秋季 8~10 月の中央値は 18.1°C、10~12 月の中央値は 17.6°C、冬季の中央値は 14.2°C であった。底層水温 20°C 以上の海域が春夏季 4~6 月は調査範囲内に存在せず、5~7 月は東シナ海南西部北緯 28 度付近のわずかな海域に限られていた。しかし、秋季 8~10 月は中国沿岸部から東シナ海中央

Fig. 2 Water temperatures of the bottom layer in the 5 surveys.

部にかけて北緯 34 度付近までの広い海域に、10~12 月は東シナ海中央部北緯 31 度付近の比較的広い海域に存在した。冬季は東シナ海中央部北緯 30 度付近のわずかな海域に存在した。10°C 以下の海域は全ての季節で黄海中部北緯 34 度以北に存在し、冬季には中国沿岸部の北緯 32 度付近まで拡大した (Fig. 2)。

底層塩分は春夏季 4~6 月の中央値が 33.37、5~7 月の中央値が 33.53、秋季 8~10 月の中央値は 33.30、冬季の中央値は 33.73 であった。底層塩分の水平分布の季節変化は水温ほど明瞭でないが、秋季 8~10 月に塩分 32 以下の海域が中国沿岸部の北緯 32 度付近から東方に大きく張り出していた (Fig. 3)。

生物量 5 回の調査で確認された出現種は 26 目 121

Fig. 3 Salinities of the bottom layer in the 4 surveys.

科 334 種で (Table 1), 春夏季 4~6 月に 215 種, 5~7 月に 228 種, 秋季 8~10 月に 237 種, 10~12 月に 250 種, 冬季は 204 種が確認された。出現種数が多かった科はフサカサゴ科 Scorpaenidae 19 種, アジ科 Carangidae 12 種, ニベ科 Sciaenidae 11 種, ダルマガレイ科 Bothidae 12 種, カレイ科 Pleuronectidae 12 種, フグ科 Tetraodontidae 17 種であり, これらの 6 科で全体の種数の 25% を占めた。季節別では, 春夏季 4~6 月がフサカサゴ科 (11 種), ニベ科 (10 種), カレイ科 (10 種), 5~7 月がフサカサゴ科 (13 種), カレイ科 (11 種), 秋季 8~10 月がフサカサゴ科 (11 種), アジ科 (11 種), カレイ科 (10 種), 10~12 月がフサカサゴ科 (12 種), アジ科 (11 種), ニベ科 (11 種), カレイ科 (11 種), フグ科 (10 種), 冬季はカレイ科 (10 種) の

出現種数が多かった。

全調査の合計標準化個体数は 4026 個体であり, 上位 5 種で合計標準化個体数の 44% を占めた。季節別には, 春夏季 4~6 月の合計標準化個体数が 965 個体, 5~7 月の合計標準化個体数が 659 個体, 秋季 8~10 月の合計標準化個体数が 891 個体, 10~12 月の合計標準化個体数が 750 個体, 冬季の合計標準化個体数が 761 個体であった。全調査の合計標準化重量は 302.34 kg であり, 上位 5 種で合計標準化重量の 32% を占めた。季節別には, 春夏季 4~6 月の合計標準化重量が 62.97 kg, 5~7 月の合計標準化重量が 32.87 kg, 秋季 8~10 月の合計標準化重量が 72.00 kg, 10~12 月の合計標準化重量が 77.25 kg, 冬季の合計標準化重量が 57.22 kg であった (Table 2)。

調査点別出現種数は調査海域の南端となる東シナ海南部の陸棚縁辺域で最も多く, 北に向かって減少した (Fig. 4)。春夏季には 20 種以上の出現がみられた調査点は北緯 34 度以北には無かったが, 秋季 8~10 月には北緯 34 度を越えて存在し, 10~12 月では調査海域の北端 (北緯 37 度) まで広がった。冬季には北緯 35 度付近までであった。調査点別合計標準化重量の大きい調査点は, 春夏季 4~6 月では東シナ海南部, 東部, 中央部に, 5~7 月は東部に, 秋季 8~10 月では黄海中部, 北部, 東シナ海北部, 南部に, 10~12 月は調査海域の全域でみられ, 冬季も秋季 10~12 月と同様に全域でみられた (Fig. 5)。

共通調査点 58 点における出現種は春夏季 4~6 月が 180 種, 5~7 月が 177 種, 秋季 8~10 月が 187 種, 10~12 月が 196 種, 冬季が 182 種であった。調査点別出現種数の中央値は春夏季 4~6 月 19 種, 5~7 月 21 種, 秋季 8~10 月 23 種, 10~12 月 25 種, 冬季 23 種であり, 季節間で調査点別出現種数の頻度分布が有意に異なった (Friedman 検定 $\chi^2 = 221.040$, $df = 57$, $p < 0.001$)。調査点別合計標準化重量の中央値は春夏季 4~6 月 0.17 kg, 5~7 月 0.17 kg, 秋季 8~10 月 0.21 kg, 10~12 月 0.45 kg, 冬季 0.37 kg であり, 季節間で調査点別合計標準化重量の頻度分布が有意に異なった (Friedman 検定 $\chi^2 = 84.235$, $df = 57$, $p < 0.05$)。

優占種 全調査での上位優占種はカタクチイワシ *Engraulis japonicus* (SDR2 = 83.6%), ウマヅラハギ *Thamnaconus modestus* (72.3%), マアジ *Trachurus japonicus* (68.7%), タチウオ *Trichiurus japonicus* (59.3%), キグチ *Larimichthys polyactis* (56.4%), コウライマナガツオ *Pampus echinogaster* (49.7%), シログチ *Pennahia argentata* (47.3%) およびテンジクダイ *Apogon lineatus* (40.1%) であった。季節別では, 春夏季 4~6 月はウマヅラハギ (77.0%), カタクチイワシ (62.4%), 5~7 月はカタクチイワシ (71.4%), マアジ

Table 1 List of fish species in East China Sea and Yellow Sea

Family	Scientific name	Family	Scientific name
Chimaeridae	<i>Chimaera phantasma</i>	Gonorynchidae	<i>Gonorynchus abbreviatus</i>
Heterodontidae	<i>Heterodontus zebra</i>	Argentinidae	<i>Argentina kagoshimae</i>
Scyliorhinidae	<i>Cephaloscyllium isbaellum</i>		<i>Glossanodon semifasciatus</i>
	<i>Halaehurus buergeri</i>	Ateleopodidae	<i>Ateleopus japonicus</i>
	<i>Scyliorhinus torazame</i>	Aulopodidae	<i>Aulopus japonicus</i>
Proscylliidae	<i>Proscyllium habereri</i>	Synodontidae	<i>Harpadon nehereus</i>
Triakidae	<i>Hemitriakis japonica</i>		<i>Saurida elongata</i>
	<i>Mustelus griseus</i>		<i>Saurida macrolepis</i>
	<i>Mustelus manazo</i>		<i>Saurida umeyoshii</i>
Carcharhinidae	<i>Galeocerdo cuvier</i>		<i>Saurida wanieso</i>
Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i>		<i>Synodus fuscus</i>
Hexanchidae	<i>Heptranchias perlo</i>		<i>Synodus macrops</i>
Notorynchidae	<i>Notorynchus cepedianus</i>		<i>Synodus ulae</i>
Squalidae	<i>Squalus brevirostris</i>		<i>Trachinocephalus myops</i>
Rhinobatidae	<i>Rhinobatos hynnicephalus</i>	Myctophidae	<i>Benthoosema pterotum</i>
	<i>Rhinobatos schlegelii</i>	Gadidae	<i>Gadus macrocephalus</i>
Platyrrhinidae	<i>Platyrrhina sinensis</i>	Bregmacerotidae	<i>Bregmaceros nectabanus</i>
Torpedinidae	<i>Narke japonica</i>	Macrouridae	<i>Caelorinchus multispinulosus</i>
Rajidae	<i>Dipturus macrocauda</i>	Ophidiidae	<i>Hoplobrotula armata</i>
	<i>Okamejei kenojei</i>		<i>Neobythites siviculus</i>
	<i>Okamejei meerdervoortii</i>		<i>Sirembo imberbis</i>
	<i>Raja acutispina</i>	Bythitidae	<i>Oligopus robustus</i>
	<i>Raja boesemani</i>	Lophiidae	<i>Lophiodes insidiator</i>
	<i>Raja kwangtungensis</i>		<i>Lophiodes naresi</i>
	<i>Raja pulchra</i>		<i>Lophiomus setigerus</i>
Urolophidae	<i>Urolophus aurantiacus</i>		<i>Lophius litulon</i>
Dasyatidae	<i>Dasyatis akajei</i>	Antennariidae	<i>Antennarius striatus</i>
	<i>Dasyatis ushie</i>	Chaunacidae	<i>Chaunax abei</i>
	<i>Dasyatis zugei</i>	Ogcocephalidae	<i>Halieutaea indica</i>
Myliobatidae	<i>Mobula japonica</i>		<i>Halieutaea sp.3</i>
	<i>Myliobatis tobijei</i>		<i>Halieutaea stellata</i>
Muraenidae	<i>Gymnothorax reticularis</i>		<i>Malthopsis annulifera</i>
Synaphobranchidae	<i>Dysomma anguillare</i>	Holocentridae	<i>Ostichthys hypsipterygion</i>
Ophichthidae	<i>Echelus uropterus</i>		<i>Ostichthys japonicus</i>
	<i>Muraenichthys</i> sp.	Monocentridae	<i>Monocentris japonica</i>
	<i>Ophichthus urolophus</i>	Zeidae	<i>Zenopsis nebulosa</i>
	<i>Ophisurus macrorhynchus</i>		<i>Zeus faber</i>
Congridae	<i>Ariosoma meeki</i>	Caproidae	<i>Antigonia rubesens</i>
	<i>Ariosoma shiroanago shiroanago</i>	Fistulariidae	<i>Fistularia petimba</i>
	<i>Conger japonicus</i>	Macroramphosidae	<i>Macroramphosus scolopax</i>
	<i>Conger myriaster</i>	Syngnathidae	<i>Syngnathus schlegeli</i>
	<i>Gnathophis nystromi ginanago</i>	Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus sajori</i>
	<i>Rhynchoconger ectenurus</i>	Scorpaenidae	<i>Branchypterois serrulata</i>
Muraenesocidae	<i>Muraenesox bagio</i>		<i>Dendrochirus bellus</i>
	<i>Muraenesox cinereus</i>		<i>Ebosia bleekeri</i>
Clupeidae	<i>Clupea pallasii</i>		<i>Helicolenus hilgendorfi</i>
	<i>Etrumeus teres</i>		<i>Hoplosebastes armatus</i>
	<i>Ilisha elongata</i>		<i>Parapterois heterura</i>
	<i>Konosirus punctatus</i>		<i>Pterois lunulata</i>
	<i>Sardinella zunasi</i>		<i>Scorpaena miostoma</i>
	<i>Sardinops melanostictus</i>		<i>Scorpaena neglecta</i>
Engraulidae	<i>Coilia ectenes</i>		<i>Sebastes longispinis</i>
	<i>Coilia mystus</i>		<i>Sebastes pachycephalus</i>
	<i>Engraulis japonicus</i>		<i>Sebastes schlegelii</i>
	<i>Setipinna tenuifilis</i>		<i>Sebastes thompsoni</i>
	<i>Thryssa</i> sp.		<i>Sebastiscus marmoratus</i>

Table 1 Continued

Family	Scientific name	Family	Scientific name
Scorpaenidae	<i>Sebastiscus tertius</i>	Branchiostegidae	<i>Branchiostegus japonicus</i>
Synanceiidae	<i>Inimicus japonicus</i>	Scombroidae	<i>Scombrops boops</i>
	<i>Minous monodactylus</i>	Rachycentridae	<i>Rachycentron canadum</i>
	<i>Minous quincarinatus</i>	Coryphaenidae	<i>Coryphaena hippurus</i>
Tetrarogidae	<i>Ocosia fasciata</i>	Carangidae	<i>Alectis ciliaris</i>
Aploactinidae	<i>Erisphex pottii</i>		<i>Atropus atropus</i>
Triglidae	<i>Chelidonichthys spinosus</i>		<i>Caranx sexfasciatus</i>
	<i>Lepidotrigla abyssalis</i>		<i>Decapterus akaadsi</i>
	<i>Lepidotrigla alata</i>		<i>Decapterus macrosoma</i>
	<i>Lepidotrigla guentheri</i>		<i>Decapterus marudsi</i>
	<i>Lepidotrigla hime</i>		<i>Kaiwarinus equula</i>
	<i>Lepidotrigla japonica</i>		<i>Parastromateus niger</i>
	<i>Lepidotrigla kishinouyei</i>		<i>Selar crumenophthalmus</i>
	<i>Pterygotrigla hemisticta</i>		<i>Seriolina nigrofasciata</i>
Peristediidae	<i>Peristedion orientale</i>		<i>Trachurus japonicus</i>
	<i>Satyrichthys rieffeli</i>		<i>Uraspis helvola</i>
Bembridae	<i>Bembras japonica</i>	Bramidae	<i>Brama myersi</i>
Parabembridae	<i>Parabembras curta</i>	Haemulidae	<i>Hapalogenyx kishinouyei</i>
Platycephalidae	<i>Cociella crocodila</i>		<i>Hapalogenyx mucronatus</i>
	<i>Onigocia spinosa</i>		<i>Hapalogenyx nigripinnis</i>
	<i>Platycephalus</i> sp.1	Nemipteridae	<i>Nemipterus bathybius</i>
	<i>Suggrundus meerervoortii</i>		<i>Nemipterus virgatus</i>
Hoplichthyidae	<i>Hoplichthys gilberti</i>		<i>Parasclopsis toensis</i>
	<i>Hoplichthys langsdorfii</i>	Sparidae	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>
Hexagrammidae	<i>Hexagrammos otakii</i>		<i>Dentex hypselosomus</i>
Hemitriptidae	<i>Hemitripterus villosus</i>		<i>Evynnis cardinalis</i>
Cottidae	<i>Cottiusculus schmidtii</i>		<i>Pagrus major</i>
Liparidae	<i>Liparis tanakai</i>	Lethrinidae	<i>Lethrinus haematopterus</i>
Dactylopteridae	<i>Dactyloptena orientalis</i>	Sciaenidae	<i>Atrobucca nibe</i>
	<i>Daicococcus peterseni</i>		<i>Collichthys lucidus</i>
Moronidae	<i>Lateolabrax japonicus</i>		<i>Collichthys niveatus</i>
Acropomatidae	<i>Acropoma japonicum</i>		<i>Johnius distinctus</i>
	<i>Doederleinia berycoides</i>		<i>Johnius grypotus</i>
	<i>Synagrops japonicus</i>		<i>Larimichthys crocea</i>
	<i>Synagrops philippinensis</i>		<i>Larimichthys polyactis</i>
Serranidae	<i>Chelidoperca hirundinacea</i>		<i>Müchthys miiuy</i>
	<i>Chelidoperca pleurospila</i>		<i>Nibea albifora</i>
	<i>Epinephelus bruneus</i>		<i>Pennahia argentata</i>
	<i>Epinephelus latifasciatus</i>		<i>Pennahia macrocephalus</i>
	<i>Epinephelus octofasciatus</i>	Sillaginidae	<i>Sillago japonica</i>
	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	Mullidae	<i>Upeneus bensasi</i>
	<i>Nippon spinosus</i>	Chaetodontidae	<i>Chaetodon modestus</i>
	Serranidae sp.	Pentacerotidae	<i>Histiogaster typus</i>
	<i>Tosana niwae</i>	Cepolidae	<i>Acanthocephala indica</i>
Callanthiidae	<i>Callanthias japonicus</i>		<i>Acanthocephala limbata</i>
Banjosidae	<i>Banjos banjos</i>	Oplegnathidae	<i>Oplegnathus fasciatus</i>
Priacanthidae	<i>Cookeolus japonicus</i>	Scorpididae	<i>Microcanthus strigatus</i>
	<i>Priacanthus blochii</i>	Centrolophidae	<i>Psenopsis anomala</i>
	<i>Priacanthus macracanthus</i>	Stromateidae	<i>Pampus argenteus</i>
	<i>Pristigenys meyeri</i>		<i>Pampus echinogaster</i>
	<i>Pristigenys nipponia</i>	Nomeidae	<i>Cubiceps squamiceps</i>
Apogonidae	<i>Apogon carinatus</i>		<i>Psenes cyanophrys</i>
	<i>Apogon kiensis</i>	Ariommatidae	<i>Ariomma indica</i>
	<i>Apogon lineatus</i>	Zoarcidae	<i>Zoarces gilli</i>
Branchiostegidae	<i>Branchiostegus albus</i>	Pholidae	<i>Pholis crassispina</i>
	<i>Branchiostegus auratus</i>	Pinguipedidae	<i>Parapercis multifasciata</i>

Table 1 Continued

Family	Scientific name	Family	Scientific name
Pinguipedidae	<i>Parapercis sexfasciata</i>	Pleuronectidae	<i>Eopsetta grigorjewi</i>
Percophidae	<i>Bembrops curvatura</i>		<i>Hippoglossoides pinetorum</i>
Champsodontidae	<i>Champsodan snyderi</i>		<i>Kareius bicoloratus</i>
Ammodytidae	<i>Ammodytes personatus</i>		<i>Microstomus achne</i>
Uranoscopidae	<i>Uranoscopus chinensis</i>		<i>Pleuronectes herzensteini</i>
	<i>Uranoscopus japonicus</i>		<i>Pleuronectes yokohamae</i>
	<i>Uranoscopus tosae</i>		<i>Pleuronichthys cornutus</i>
	<i>Xenocephalus elongatus</i>		<i>Pleuronichthys</i> sp.
Callionymidae	<i>Bathycallionymus kaianus</i>		<i>Tanakius kitaharai</i>
	<i>Foetorepus altivelis</i>		<i>Verasper variegatus</i>
	<i>Repomucenus curvicornis</i>	Poecilopsettidae	<i>Poecilopsetta plinthus</i>
	<i>Repomucenus huguenini</i>	Samaridae	<i>Plagiopsetta glossa</i>
	<i>Repomucenus lunatus</i>		<i>Samariscus japonicus</i>
	<i>Repomucenus ornatipinnis</i>		<i>Samariscus xenicus</i>
	<i>Repomucenus virgis</i>	Soleidae	<i>Aesopia cornuta</i>
Gobiidae	<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>		<i>Aseraggodes kobensis</i>
	<i>Amblychaeturichthys sciistius</i>		<i>Pseudaesopia japonica</i>
	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>		<i>Zebrias fasciatus</i>
	<i>Suruga fundicola</i>		<i>Cynoglossus abbreviatus</i>
Xiphiidae	<i>Xiphias gladius</i>	Cynoglossidae	<i>Cynoglossus interruptus</i>
Sphyracidae	<i>Sphyracae pinguis</i>		<i>Cynoglossus joyneri</i>
	<i>Sphyracae japonica</i>		<i>Cynoglossus lighti</i>
Gempylidae	<i>Rexea prometheoides</i>		<i>Cynoglossus nigropinnatus</i>
Trichiuridae	<i>Benthodesmus tenuis</i>		<i>Cynoglossus robustus</i>
	<i>Eupleurogrammus</i> sp.		<i>Cynoglossus semilaevis</i>
	<i>Lepturacanthus savala</i>		<i>Paraplagusia japonica</i>
	<i>Tentoriceps cristatus</i>	Triacanthodidae	<i>Triacanthodes anomalus</i>
	<i>Trichiurus japonicus</i>	Monacanthidae	<i>Aluterus monoceros</i>
Scombridae	<i>Auxis thazard</i>		<i>Aluterus scriptus</i>
	<i>Euthynnus affinis</i>		<i>Chaetodermis penicilligera</i>
	<i>Sarda orientalis</i>		<i>Stephanolepis cirrhifer</i>
	<i>Scomber australasicus</i>		<i>Thamnaconus hypargyreus</i>
	<i>Scomber japonicus</i>		<i>Thamnaconus modestus</i>
	<i>Scomberomorus commerson</i>	Aracanidae	<i>Kentrocapros aculeatus</i>
	<i>Scomberomorus koreanus</i>	Ostraciidae	<i>Lactoria diaphana</i>
	<i>Scomberomorus niphonius</i>		<i>Tetrosomus concatenatus</i>
Citharidae	<i>Citharoides macrolepidotus</i>	Tetraodontidae	<i>Arothron firmamentum</i>
Paralichthyidae	<i>Paralichthys olivaceus</i>		<i>Canthigaster rivulata</i>
	<i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>		<i>Lagocephalus gloveri</i>
	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>		<i>Lagocephalus inermis</i>
	<i>Tarphops oligolepis</i>		<i>Lagocephalus wheeleri</i>
Bothidae	<i>Arnoglossus polyspilus</i>		<i>Sphoeroides pachygaster</i>
	<i>Arnoglossus tenuis</i>		<i>Takifugu alboplumbeus</i>
	<i>Arnoglossus yamanakai</i>		<i>Takifugu bimaculatus</i>
	<i>Crossorhombus kanekonis</i>		<i>Takifugu chinensis</i>
	<i>Crossorhombus kobensis</i>		<i>Takifugu flavidus</i>
	<i>Engyprosopon grandisquama</i>		<i>Takifugu niphobles</i>
	<i>Engyprosopon longipelvis</i>		<i>Takifugu porphyreus</i>
	<i>Japonolaeops dentatus</i>		<i>Takifugu pseudommus</i>
	<i>Laeops nigromaculatus</i>		<i>Takifugu reticularis</i>
	<i>Parabothus kiensis</i>		<i>Takifugu rubripes</i>
	<i>Psettina gigantea</i>		<i>Takifugu vermicularis</i>
	<i>Psettina tosana</i>		<i>Takifugu xanthopterus</i>
Pleuronectidae	<i>Clidoderma asperrimum</i>	Diodontidae	<i>Chilomycterus reticulatus</i>
	<i>Dexistes rikuzenius</i>		<i>Diodon holocanthus</i>

Table 2 Abundance of fish species for each survey

Species	S.N.	Species	S.W.
All surveys (total S.N. = 4026, S.W. = 302.34)			
<i>Engraulis japonicus</i>	572	<i>Thamnaconus modestus</i>	28.00
<i>Thamnaconus modestus</i>	360	<i>Liparis tanakai</i>	24.83
<i>Trachurus japonicus</i>	321	<i>Trichiurus japonicus</i>	19.66
<i>Larimichthys polyactis</i>	271	<i>Gadus macrocephalus</i>	13.14
<i>Thamnaconus hypargyreus</i>	241	<i>Trachurus japonicus</i>	12.24
Spring-Summer Apr.-Jun. (total S.N. = 965, S.W. = 62.97)			
<i>Thamnaconus modestus</i>	240	<i>Thamnaconus modestus</i>	17.76
<i>Engraulis japonicus</i>	200	<i>Scomber japonicus</i>	4.24
<i>Thamnaconus hypargyreus</i>	60	<i>Squalus brevirostris</i>	4.19
<i>Trachurus japonicus</i>	53	<i>Trachurus japonicus</i>	4.04
<i>Scomber japonicus</i>	38	<i>Thamnaconus hypargyreus</i>	3.46
Spring-Summer May-Jul. (total S.N. = 659, S.W. = 32.87)			
<i>Engraulis japonicus</i>	151	<i>Psenopsis anomala</i>	2.56
<i>Trachurus japonicus</i>	93	<i>Thamnaconus modestus</i>	2.41
<i>Scomber japonicus</i>	40	<i>Trichiurus japonicus</i>	2.25
<i>Thamnaconus modestus</i>	31	<i>Engraulis japonicus</i>	1.64
<i>Psenopsis anomala</i>	31	<i>Pampus echinogaster</i>	1.33
Autumn Aug.-Oct. (total S.N. = 891, S.W. = 72.00)			
<i>Engraulis japonicus</i>	119	<i>Liparis tanakai</i>	12.28
<i>Thamnaconus hypargyreus</i>	107	<i>Gadus macrocephalus</i>	11.35
<i>Larimichthys polyactis</i>	74	<i>Trichiurus japonicus</i>	5.19
<i>Trachurus japonicus</i>	54	<i>Larimichthys polyactis</i>	3.06
<i>Priacanthus macracanthus</i>	47	<i>Thamnaconus hypargyreus</i>	2.33
Autumn Oct.-Dec. (total S.N. = 750, S.W. = 77.25)			
<i>Larimichthys polyactis</i>	93	<i>Liparis tanakai</i>	9.50
<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	60	<i>Trichiurus japonicus</i>	5.88
<i>Pampus echinogaster</i>	53	<i>Pampus echinogaster</i>	5.41
<i>Trichiurus japonicus</i>	45	<i>Larimichthys polyactis</i>	3.38
<i>Thamnaconus hypargyreus</i>	44	<i>Lophius litulon</i>	2.98
Winter (total S.N. = 761, S.W. = 57.22)			
<i>Trachurus japonicus</i>	111	<i>Thamnaconus modestus</i>	6.62
<i>Engraulis japonicus</i>	100	<i>Trichiurus japonicus</i>	4.93
<i>Larimichthys polyactis</i>	77	<i>Trachurus japonicus</i>	4.63
<i>Thamnaconus modestus</i>	56	<i>Larimichthys polyactis</i>	2.62
<i>Collichthys niveatus</i>	40	<i>Liparis tanakai</i>	2.58

The top five species are included. S.N. = standardized numbers, S.W. = standardized weights

(54.6%), 秋季8~10月はカタクチイワシ (67.7%), サラサハギ *Thamnaconus hypargyreus* (55.5%), キグチ (54.4%), タチウオ (52.7%), マアジ (51.1%), キントキダイ *Priacanthus macracanthus* (45.2%), ウマヅラハギ (41.2%), 10~12月はキグチ (72.8%), タチウオ (65.3%), コウライマナガツオ (56.4%), シログチ (53.6%), キントキダイ (42.2%), ソウハチ *Hippoglossoides pinetorum* (40.1%), 冬季1~2月はマアジ (73.2%), カタクチイワシ (59.0%), キグチ (54.7%) であった。

調査別種組成の類似性 春夏季5~7月と4~6月, 秋季10~12月と8~10月が結合され, 季節別に3つのクラスターとなった (Fig. 6)。各クラスターの総個体数の累積度数50%までを構成する種は個体数の多い順に, 春夏季クラスターがカタクチイワシ, ウマヅラハギ, マアジ, マサバ *Scomber japonicus* の4種, 秋季クラスターがキグチ, サラサハギ, カタクチイワシ, タチウオ, ソウハチ, キントキダイ, マアジ, コウライマナガツオ, シログチの9種, 冬季クラスターはマアジ, カタクチイワシ, キグチ, ウマヅラハギ, メプトカンダ

Fig. 4 Distribution of numbers of species and the fishing section specified by the Fisheries Agency. I-V, fishing section number.

り *Collichthys niveatus* の 5 種であった。

種多様度 β は春夏季 4~6 月が 8.49, 5~7 月が 11.42, 秋季 8~10 月が 18.15, 10~12 月が 22.27, 冬季 1~2 月が 14.92 であった。

漁獲率 漁獲率はソウハチ 49.7% ($n=10723$), オニカナガシラ *Lepidotrigla kishinouyei* 1.1% ($n=7932$), ハモ *Muraenesox cinereus* 7.6% ($n=609$), キグチ 6.6% ($n=17674$), アカムツ *Doederleinia berycoides* 10.2% ($n=736$), タチウオ 22.9% ($n=10306$), イボダイ *Psenopsis anomala* 34.9% ($n=7826$) であった。カタクチイワシはすべての個体が相対胴周長 0.5 以下となった。

Fig. 5 Distribution of abundance.

考 察

本研究では, 出現種数と種多様度が秋季に増加, 春夏季と冬季に減少した。生物量は秋季 (10~12 月) と冬季に増加, 春夏季と秋季 (8~10 月) に減少した。東シナ海, 黄海の沖合域の底棲性魚類群集構造の季節変化が確認された。我が国での出現種数の季節変化についての研究は, 富岡湾,²⁰⁾ 油谷湾,²¹⁾ 若狭湾,²²⁾ 英虞湾²³⁾ 等で行われている。これらの内湾は, それぞれ異なる外海 (東シナ海, 日本海, 太平洋) に属し, 種組成や海洋環境が異なるが, いずれの研究においても, 夏季から秋季に出現種数が増加, 冬季に減少するとされ, 本研究もほぼ同様の結果を示した。水温と出現種数の関係については, 森²¹⁾ が水温も最高となった 9 月に出現種数も最大であったことを, 木村ら²³⁾ が水温と出現種数の変化の

Fig. 6 Dendrogram showing similarities among the 5 surveys.

傾向がほぼ同じであったことを、Masuda²²⁾が底層水温と出現種数に強い正の相関関係が見られたことを報告している。本研究においても底層水温が高い水準であった秋季に出現種数が多く、低水準の春夏季と冬季には出現種数も減少し、底層水温と出現種数の傾向が一致した。一般に魚類は水温変化に対する生理反応が鋭敏で水温変化の影響を強く受けるとされることから、²⁴⁾水温変化が出現種の増減に大きく影響していると考えられる。

本研究における底層水温と出現種数の水平分布の季節的な傾向をみると、底層水温の高い海域は東シナ海南部から、概ね南北方向に変化し (Fig. 2)、出現種数が 20 種以上の調査点の分布域も東シナ海南部を起点として南北方向に拡大、縮小した (Fig. 4)。分布変化の起点となった東シナ海南部海域には、周年安定している暖水系の底層水 (黒潮起源) が存在することが知られており、⁷⁾暖海性の底棲性魚類群集の分布域の拡大、縮小が各調査点における出現種数の増減の原因であると推察される。この暖海性の底棲性魚類群集には、高温・高塩性種が多数含まれると考えられることから、高水温・高塩分の条件を満たす海域が東シナ海南部のみに限定されたことが、出現種が 40 種以上の調査点がこの海域に集中した原因と考えられる (Fig. 3, 4)。本研究とほぼ同様の地理的スケールで行われた北海における研究例では、水塊、前線、残差流等の海況学的な特徴によって底棲性魚類群集が形成されるとされる。²⁵⁾本海域においても水塊配置等の海洋条件により底棲性魚類の分布域が制限されることが底棲性魚類群集構造の季節変化の主因であると考えられる。

中嶋、真道²⁶⁾は、本海域における底棲性魚類群集構造の季節変化について 1959～1964 年の以西底びき網漁業 (大洋漁業長崎支所所属船) の漁獲統計を元村の等比

級数則を使って解析した。彼らは、種多様性が 10～12 月から翌 5～6 月にかけて高く、6～7 月から 10～11 月にかけて低くなったとし、²⁶⁾本研究結果とは、ほぼ逆の報告を行っている。底棲性魚類群集構造の季節変化は水温に影響されると考えられるが、この 25 年間に夏季と冬季の水温が逆転するような大きな気候変動は起きていない。そこで、本研究結果との相違の原因として使用した資料の性質の違いに着目した。中嶋、真道が使用した以西底びき網漁業の年別・月別統計は漁場全域を一括した合計値であり、漁場位置に関する努力量分布の偏りが修正されていない。²⁶⁾しかし、1959～1964 年の以西底びき網漁業 2 そうびき漁獲成績報告書では農林中漁区別 (漁場を緯経度 30 分間隔で区分) 年間曳網回数に 1 万倍近い差があり、当時の本漁業は努力量の分布が一様で無かった。これを農林大漁区別 (緯経度 5 度間隔で区分) に見ると (Fig. 4)、中嶋、真道²⁷⁾が多様性が高いとした 1～5 月はⅠ～Ⅲ区とⅤ区に努力量が分散しており、それぞれの農林大漁区の月別努力量比の 5 ヶ月間の平均値は 18.8～30.8% の範囲であった。一方、低いとされた 7～9 月はⅢ区に努力量が集中し、3 ヶ月間の平均値は 72.2% であった。当該海域における出現種数の分布傾向は季節を通して東シナ海南部の陸棚縁辺域が最も多く、北に向かって減少することが確認されていることから (Fig. 4)、中嶋、真道²⁶⁾が使用した種組成データは、東シナ海南部のⅤ区を含む広い海域に努力量が分散した 1～5 月の出現種数が過大に、努力量がⅢ区に集中した 7～9 月の出現種数が過小になっていた可能性が高い。元村の等比級数則を利用した群集解析で正しい結果を得るためには、自然群集から無作為抽出が行われることが前提条件とされる。²⁷⁾中嶋、真道²⁶⁾の解析では、資料の性質が十分考慮されなかったため結果に過誤を生

じたと推察される。これに対し, 調査船調査の曳網は農林中漁区あたり 0.5~3 回程度に設定され, 調査海域全体を一定の努力量で標本抽出するように設計されるため, 種組成データに努力量の不均質が原因となる偏りがない。したがって, 本研究結果の方が東シナ海, 黄海域における底棲性魚類群集の種多様性の季節変化をより適切に表しているものと考えられる。

本研究では漁獲統計よりも客観性が高い調査船調査による種組成データを使用して解析が行われた。しかし, 網目選択性の違いによる種組成の偏り, 遊泳層と曳網層の関係による種組成の偏り, 漁獲の昼夜差による種組成の偏りを包含し, 調査海域の種組成を厳密に反映していない。それぞれの偏りの傾向を考察した。

漁獲物組成の偏りを推定した種の中でソウハチ (49.7%), イボダイ (34.9%), タチウオ (22.9%) の 3 種は, 漁獲率が特に高かった。比較的大型種であるため漁獲物の体長が大きかったことや体型の側扁が強いことにより容易に保持されたと推測される。ハモは漁獲率の推定を行った 8 種の中では最も大型となる種であったが漁獲率 (7.6%) が低い。ハモやマアナゴ *Conger myriaster* では, 体の体表面が滑らかであるため, 目合内周長よりも大きな相対胴周長 1 以上の個体も逸出するとされ,^{19,28)} トロール網に保持されにくかったと考えられる。大きさも体型の側扁も中位であるキグチ (6.6%) とアカムツ (10.2%) は漁獲率も大きくなかった。小型種は漁獲率が低く, 特にカタクチイワシでは相対胴周長 0.5 を超える個体が漁獲されなかった。漁獲率は極めて小さかったと考えられるが, 多獲されており, 大きな生物量が存在したことが推測される。

大型~中型種では, 漁獲率が約 10~50% の範囲にあることから, 調査海域の生物量からの偏りは漁獲された生物量の数倍程度の範囲であると考えられる。

本調査で使ったトロール網は, 海底から約 5 m までが曳網層となる。着底種では垂直分布が曳網層にはば捕捉されると考えられるが, 垂直分布が海底から鉛直方向に 5 m 以上広がっている種では魚群全体が捕捉できない。三尾ら⁶⁾は東シナ海, 黄海において底びき網で漁獲される魚類 117 種を運動および餌の捕捉様式により着底静止型 (27 種), 着底這行型 (25 種), 遊泳追跡型 (7 種), 遊泳突進型 (33 種), 漂泳収集型 (25 種) の 5 型に区分した。遊泳突進型に分類されたタチウオは昼間は海底から 10 m 上まで分布するとされる。²⁹⁾ 漂泳収集型に分類されたイボダイは海底から鉛直方向 0.9 m 以上に分布することが報告されている。³⁰⁾ カタクチイワシは遊泳層が 0~30 m と 30 m 以深の群に大別されることが報告されている。³¹⁾ 漂泳収集型の魚類が餌とするプランクトン類は昼間海底付近に密集し, 底魚類の餌になっているとされる。⁶⁾ 漂泳収集型の魚類も海底付近に分布す

ると考えられる。また, 漂泳収集型の魚類の多くは遊泳追跡型, 遊泳突進型に分類される肉食性魚類の餌であるため, これらの種についても, 昼間の垂直分布が海底から大きく乖離していないと考えられる。

具体的な遊泳水深が報告されている種はわずかであるが, 垂直分布から曳網層が大きく離れる場合は少ないと推測される。したがって, 調査海域の生物量からの偏りは漁獲された生物量の数倍程度の範囲であると考えられる。

種組成の偏りには, 漁獲の昼夜差も影響する。漁獲の昼夜差は, 日周鉛直移動³²⁾や光刺激による摂餌活動率や漁具逃避能力の変化³³⁾等を原因として起こると考えられている。当該海域における昼夜差に関する研究³⁴⁻³⁶⁾については, 松岡ら³⁵⁾と水谷ら³⁶⁾が調査船調査に基づく解析を行っている。ともに陸棚縁辺部を調査海域としているが両者で共通した出現種は少数であった。水谷ら³⁶⁾はその原因を両者の調査時期が異なったため, 種の分布パターンも異なったと考えている。両者で共通した出現種についてもケンサキイカ *Loligo edulis* とキダイ *Dentex hypselosomus* の漁獲個体数が昼に多いという部分でしか一致がみられず, ヨロイイタチウオ, マトウダイ, アカアマダイでは異なる結果であった。このことは, 当該海域の種組成が季節的に変化し, 種内においても昼夜の行動が季節的に変化することを示唆している。

以上のように, 本研究結果は調査海域本来の種組成から, 網目選択性の違いや, 垂直分布の違いが原因となる生物量の偏りを持つデータに基づいて解析されたものである。また, 昼間の底棲性魚類群集構造の季節変化を解析したという限定的な結果でしかない。しかし, 本海域において大規模で系統的に漁獲対象種以外の魚類を含めた魚類群集全体を対象として定量採集を行った調査は皆無である。本研究で得られた情報を参照し, 過去の調査結果や知見を再検討することで, 本海域の底棲性魚類の資源状態をより正確に評価することが可能となると考えられる。

謝 辞

本研究を行なうに当たり, 調査を実施された元 JICA チーフアドバイザー藤田 蘊博士, 瀬戸内海区水産研究所の松岡正信博士, 調査に協力していただいた沖縄教育庁所属漁業実習船海邦丸の乗組員の皆様, 熊本県立苓洋高校所属漁業実習船熊本丸の乗組員の皆様, 魚類の分類について有益な助言をいただいた元西海区水産研究所の山田梅芳氏, カタクチイワシについて有益な助言をいただいた瀬戸内海区水産研究所の河野悌昌氏, 研究を行う機会を与えていただいた養殖研究所の山崎 誠博士, 瀬戸内海区水産研究所の首藤宏幸博士に厚くお礼申し上げます。

る。

文 献

- 1) 依田真里, 時村宗春, 堀川博史, 山田梅芳. 東シナ海・黄海産魚類目録およびその地方名. 西海区水産研究所, 長崎. 2000; 33-35.
- 2) 佐原 勉, 半沢洋一. 東シナ海の水系分布. 海と空 1979; **54**: 135-148.
- 3) Chen C, Beardsley RC, Limeburner R, Kim K. Comparison of winter and summer hydrographic observations in the Yellow and East China Seas and adjacent Kuroshio during 1986. *Cont. Shelf Res.* 1994; **14**: 909-929.
- 4) 木部崎 修. 東海・黄海漁場の底魚資源構造とその管理のための基礎的研究. 東海・黄海における底魚資源の研究 1960; **5**: 1-212.
- 5) 中嶋国重, 真道重明. 種組成に基づく東シナ海・黄海産底魚類の漁場区分について. 西水研研報 1974; **44**: 1-26.
- 6) 三尾眞一, 田川 勝, 篠原富美子, 山田梅芳. 東シナ海・黄海における底魚類の食物関係に基づく群集生態学的研究. 西水研研報 1984; **61**: 1-221.
- 7) 松宮義晴, 和田時夫, 岡 正雄. 水型から見た東シナ海・黄海の水塊解析と底魚漁場について. 長大水研報 1977; **43**: 1-21.
- 8) 北島忠弘, 大滝英夫. 最近の以西底びき網漁業における操業実態調査結果について. 底魚資源調査研究連絡 1977; **71**: 29-43.
- 9) Yu Y, Zhang Q, Chen W, Xu Y. A preliminary study on dominant fish species and their interspecific relations in waters of islands off the northern Zhejiang. *J. Fish. China.* 1986; **10**: 137-149.
- 10) Jin X, Tang Q. Changes in fish species diversity and dominant species composition in the Yellow Sea. *Fish. Res.* 1996; **26**: 337-352.
- 11) Xu B, Jin X, Liang Z. Calculation of hierarchical diversity of fish in the Huanghai and Bohai Seas. *Period. Ocean. Un. China.* 2005; **35**: 25-28.
- 12) Nelson JS. *Fishes of the world*. 4th ed. John Wiley & Sons, Hoboken. 2006.
- 13) 中坊徹次編. 「日本産魚類検索-全種の同定」東海大学出版会, 東京. 1993.
- 14) Nakabo T. *Fishes of Japan with pictorial keys to the species*, English edition. Tokai Univ. Press, Tokyo. 2002.
- 15) 沼田 真. 植物群落の構造. 「図説 植物生態学」(沼田真編) 朝倉書店, 東京. 1969; 17-54.
- 16) Chardy P, Glemarec M, Laurec A. Application of inertia methods to benthic marine ecology: practical implications of the basic options. *Estuar. Coast. Mar. Sci.* 1976; **4**: 179-205.
- 17) 森下正明. 京都付近における蝶の季節分布. 「自然-生態学的研究-今西錦司博士還暦記念論文集」(森下正明, 吉良竜夫編) 中央公論社, 京都. 1967; 95-132.
- 18) 東海 正, 大本茂之, 松田 皎. 瀬戸内海における小型底曳網の非有用投棄魚に対する網目選択性. 日水誌 1994; **60**: 347-352.
- 19) 梁 振林, 堀川博史, 時村宗春, 東海 正. 底曳網の網目選択性に及ぼす魚体横断面形状の影響. 日水誌 1999; **65**: 441-447.
- 20) 菊池泰二. 藻場生態系. 「海洋学講座 9 海洋生態学」(山本護太郎編) 東京大学出版会, 東京. 1973; 23-37.
- 21) 森慶一郎. 山口県油谷湾における魚類の生態学的研究. 中央水研研報 1995; **7**: 277-388.
- 22) 木村清志, 中村行延, 有瀧真人, 木村文子, 森 浩一郎, 鈴木 清. 英虞湾湾口部アマモ場の魚類に関する生態学的研究-I 魚類相とその季節変化. 三重大水研報 1983; **10**: 71-93.
- 23) Masuda R. Seasonal and interannual variation of subtidal fish assemblages in Wakasa Bay with reference to the warming trend in the Sea of Japan. *Environ. Biol. Fishes.* 2008; **82**: 387-399.
- 24) 下茂 繁, 秋本 泰, 高浜 洋. 海生生物の温度影響に関する文献調査. 海生研研報 2000; **2**: 1-351.
- 25) Ehrich S, Stelzenmüller V, Adlerstein S. Linking spatial pattern of bottom fish assemblages with water masses in the North Sea. *Fish. Oceanogr.* 2009; **18**: 36-50.
- 26) 中嶋国重, 真道重明. 有用漁獲物 102 種に関する漁獲状況と種組成の変動について. 東海・黄海における底魚資源の研究 1972; **7**: 75-163.
- 27) 伊藤 隆, 沼田 真. 生物集団におけるサンプリングと等比級数. 生物科学 1954; **6**: 21-28.
- 28) 西川哲也, 反田 實, 長浜達章, 東海 正. 大阪湾の小型底曳網におけるマアナゴの網目選択性. 日水誌 1994; **60**: 735-739.
- 29) 青山恒雄. 漁群探知機による魚群構造の調査-I 1959年2月観察の東海中部のタチウオの群構造. 日水誌 1960; **26**: 1162-1166.
- 30) 新型漁具の対象と選定した魚種の鉛直分布の確認. 農林水産技術会議先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「伊勢湾周辺の底魚資源を合理的に利用する新漁業生産技術の開発」成果報告書, 佃水産総合研究センター, 横浜, 2006.
- 31) 能津純治. 豊後水道におけるカタクチイワシの遊泳層について. 日水誌 1966; **32**: 237-241.
- 32) Parrish BB, Blaxter JHS, Hall WB. Diurnal variations in size and composition of trawl catches. *Rapp. P-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 1964; **155**: 27-34.
- 33) Walsh SJ. Diel variability in trawl catches of juvenile and adult yellowtail flounder on the Grand Banks and the effect on resource assessment. *N. Am. J. Fish. Mang.* 1988; **8**: 373-381.
- 34) 佐々木幸康, 小池 篤. トロール網に入る2, 3の水族の昼夜間による漁獲差について. 日水誌 1959; **25**: 111-116.
- 35) 松岡正信, 時村宗春, 藤田 轟, 北島忠弘. 東シナ海におけるトロール漁獲物組成の昼夜差に関する一考察. 西海研研報 1991; **70**: 1-9.
- 36) 水谷高教, 原田泰志, 山下秀幸, 山本圭介, 依田真里, 檜山義明. 東シナ海の着底トロール調査における漁獲物の昼夜差について. 日水誌 2005; **71**: 44-53.