伊勢湾におけるハタタテヌメリ *Repomucenus valenciennesi* の個体群動態

成田 光好, Monthon Ganmanee, 関口 秀夫*

(2005 年 10 月 17 日受付, 2006 年 3 月 27 日受理)

三重大学生物資源学部

Population dynamics of a dragonet *Repomucenus valenciennesi* in Ise Bay, central Japan

TERUYOSHI NARITA, MONTHON GANMANEE AND HIDEO SEKIGUCHI*

Faculty of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie 514-8507, Japan

Based on long-term observation data (from April 1993 to December 2002) on megabenthos in Ise Bay, central Japan, seasonal and interannual variations in abundance, biomass and spatio-temporal distributions were examined for the dragonet *Repomucenus valenciennesi* dominating in the bay. Then, to examine when and where their recruits are located within the bay, recruits were collected using small-size trawl nets from May 2000 to December 2002. The abundance and biomass of the dragonet decreased in summer when oxygen-poor water developed in the bay, and increased from autumn to next spring when the oxygen-poor water disappeared. Recruits were mainly located in the innermost part of the bay in spring to winter, particularly in winter. According to the cohort separation based on body length histograms, the decrease of the dragonet abundance in summer was induced by avoiding the oxygen-poor water or by high mortality due to the oxygen-poor water. On the other hand, the increase of the dragonet abundance from autumn to next spring was due to recruitment.

キーワード：伊勢湾，個体群動態，ハタタテヌメリ，メガベントス

ハタタテヌメリ *Repomucenus valenciennesi* は、日本沿岸域に分布しており、東京湾や大阪湾などの内湾域では底生魚類群集の優占種として知られている。^{1,2)} 東京湾や大阪湾と並ぶ日本有数の内湾のひとつである伊勢湾においても、本種はメガベントス群集の優占種として報告されている。^{3,4)} 伊勢湾におけるメガベントスの群集動態を扱った過去の研究によれば、^{5,6)} 伊勢湾の群集動態を明らかにするためには、群集を形成する優占種各種の個体群動態に関する知見の収集が必要である。これまでに得られた伊勢湾における本種の生態学的な知見によれば、^{5,6)} 本種の個体数と生物量は夏季の貧酸素水塊の発達によって著しく減少し、貧酸素水塊が解消する秋季から翌年の春季にかけて増加する。このような現象は貧酸素水塊による本種の死亡や移動、新規加入の成否と密接に関連していると考えられており、本種の底生個体群への加入過程を含めた詳細な研究が必要である。

東京湾における本種の生態に関して研究を行った池島¹⁾や Ikejima and Shimizu^{7,8)}によれば、本種の産卵期

には春季と秋季に年2回のピークがあり、春季の産卵に由来する個体群は夏季の貧酸素水塊によって死滅し、貧酸素水塊解消後の秋季の産卵に由来する個体によって個体群が形成・維持されている。しかしながら、伊勢湾においては、類似の知見はほとんど得られていない。

本研究では、伊勢湾におけるハタタテヌメリの生態学的な特徴を明らかにするために、伊勢湾のメガベントスについての長期間の資料に基づいて、ハタタテヌメリの個体数と生物量の季節・年変動と調査ごとの個体数の空間分布の変動を明らかにした。さらにコホート（同時発生群）を分離・同定し、各コホートの消長と貧酸素水塊の消長との関連を調べた。また、小型ネットを使用して本種の稚魚の採集を行い、伊勢湾における本種の底生個体群への加入時期を明らかにした。

試料および方法

調査地の概要 伊勢湾は中部日本の太平洋側に位置し、平均水深 19.5 m、面積約 1,738 km² の半閉鎖的な

* Tel. : 81-59-231-9555. Fax : 81-59-231-9538. Email : sekiguch@bio.mie-u.ac.jp

Fig. 1 Location of sampling stations in Ise Bay. Circles with numbers: sampling stations; squares: stations for monthly surveys of oceanographic conditions by Fisheries Research Division, Mie Prefectural Science and Technology Promotion Center; thin dotted lines: depth isopleths in meter; thick dashed lines: borders of the bay area (see text); dark- and light-shaded areas: silt-clay sediment and sand sediments of bottom, respectively; black areas: gravel and rock of bottom.

湾である。湾奥には日本有数の河川である木曾三川が流入し、伊勢湾の海況に大きな影響を与えている^{9,10)} (Fig. 1)。伊勢湾と外洋（太平洋）とは伊良湖水道（幅 13 km, 水深 73 m）を通じて結ばれ、湾内水はこの水道を通じて外海水と交換される。湾北部の底質はシルト・クレイであり、湾口や湾南西部では砂や砂礫の底質が広がっている (Fig. 1)。

近年、湾に隣接する都市部からの排水の流入により、伊勢湾の富栄養化が進み、赤潮の発生が確認されており、毎年夏季には、主に貧酸素水塊の発達が湾中央部の底層で確認されている。⁹⁾

試料の採集方法とデータの処理 調査期間中（1993 年 4 月から 2002 年 12 月）の環境データとして、三重県科学技術振興センターが毎月一回、伊勢湾全域に設け

られた 14 定点 (Fig. 1) において観測している海底直上 1 m の水温、塩分、溶存酸素量のデータ¹¹⁾を使用した。本研究では、伊勢湾における過去の報告に基づいて、³⁻⁶⁾ 溶存酸素量 3 ppm 以下の水域を貧酸素水塊と定義した。

ハタテスメリを含むメガベントス試料の採集は、1993 年 4 月から 2002 年 12 月まで 3~4 ヶ月ごとに、三重大学練習船勢水丸で 18 定点において行った。例外として 1993 年 9 月は 15 定点、1993 年 4 月と 1999 年 6 月は 17 定点、1993 年 7 月、1994 年 4 月と 9 月は 19 定点において調査を行った (Fig. 1)。調査期間中、St. 17', St. 18, St. 35 の 3 定点は 1 回のみ採集を行った。本研究では、St. 2'~8 を含む水域を湾奥部、St. 9~17 を含む水域を湾中央部、St. 18~34 を含む水域を湾口部と定義した。

ハタテスメリを含むメガベントス試料の採集は、網目 2.7 cm の貝桁網（以下、大型ネット）を用いて（詳細は Hossain and Sekiguchi,³⁾ Hossain *et al.*,⁴⁾ Hossain⁵⁾ を参照）、曳網速度 2 ノット (1 m/sec.), 曳網時間 15 分、曳網距離 900 m, 採集面積約 1,500 m² で行った。体長 30 mm 以上のハタテスメリは雄の生殖突起が長いために雌雄の判別が可能である。¹²⁾ 雌雄判別が困難な体長 30 mm 未満の個体は上記のネットではほとんど採集されなかった。そこで、2000 年 5 月から 2001 年 11 月には四重構造の桁網（外側目合 4 cm, 中間目合 3 cm の二重構造、内部目合 6 mm）（以下小型ネット a）を、2002 年 1 月から 2002 年 12 月には二重構造の桁網（外側目合 2.7 cm, 内部目合 1.0 cm）（以下小型ネット b）を用いて、曳網速度 2 ノット (1 m/sec.), 曳網時間 3 分、曳網距離 180 m, 採集面積約 200 m² で体長 30 mm 未満の個体の採集を行った。ただし、砂質・砂礫の底質を持つ湾口の定点 (St. 32~34) に関しては (Fig. 1), 小型ネットの目合が小さく、ネットの破損等が予想されたため、試料の採集を行わなかった。採集された底生生物試料はただちに 20% フォルマリン海水で固定して研究室に持ち帰り、ハタテスメリとその他の魚類の個体数と生物量を計測した。小型ネット a, b で採集された底生生物に関しては、ハタテスメリのみを取り出し、さらにこの中から雌雄判別が困難な体長 30 mm 未満の個体について個体数を計測した。また、ハタテスメリの雌雄別にデジタルノギスを用いて体長を 0.1 mm の精度で測定し、体長頻度分布を求め、相澤・滝口¹³⁾ の手法に基づいて、MS-Excel 上で赤嶺¹⁴⁾ のコホート解析を行い、コホートの分離・同定を行った。

個体数と生物量のデータを 1 定点当りに換算し、Spearman の順位相関係数によって、ハタテスメリの個体数および生物量と環境要因（水温、塩分、溶存酸素量）との関係を解析した。さらに、3 月、4 月および 5

月の調査を春季, 6月と7月の調査を夏季, 9月を晩夏, 10月と11月の調査を秋季, 12月と1月の調査を冬季と定義し, 一元配置分散分析 (one-way ANOVA) によってハタタテスメリの生物量と個体数の季節変動を解析した。また, 年ごとにデータを整理し, 一元配置分散分析 (one-way ANOVA) によってハタタテスメリの個体数・生物量の年変動を解析した。検定結果に有意差が認められた場合, Tukey-Kramer の多重比較 (Tukey-Kramer test) によって, 平均値の差の検定を行った。各定点で採集されたハタタテスメリの個体数の空間分布を作成し, 調査期間中, 欠測のなかった14定点のデータに基づいて, 各調査間と各定点間の変動を二元配置分散分析 (two-way ANOVA) によって検定した。検定結果に有意差が認められた場合, Tukey の多重比較 (Tukey's test) によって, 平均値の差の検定を行った。分散分析に使用した個体数・生物量の生データは Log

(X+1) 変換した。

結 果

海洋環境の変動 14の定点から得られた伊勢湾の海底直上1mの水柱における海洋環境 (水温, 塩分, 溶存酸素量) の月平均値の変動を Fig. 2 に示す。調査期間中の水温には, 9月に最高となり, 2月から3月にかけて最低となるはっきりとした周期が認められた (Fig. 2)。一方, 塩分には一定の季節パターンは認められなかった。塩分の最低値は1993年6月には約28であり, 1993年7月, 1994年5月, 1995年4月には27を下回ったが, これ以外の期間は30以上を推移した。溶存酸素量は2月から3月にかけて最高となり, 8月から9月に最低となるはっきりとした周期が認められた。水温と溶存酸素量の間には有意な負の相関が認められた (Spearman の順位相関係数 $r_s = -0.70$, $p < 0.0001$)。貧

Fig. 2 Seasonal and interannual variations in monthly averages of water temperature, salinity and dissolved oxygen content in water 1 m above the bottom in Ise Bay, central Japan (data from Monthly Observation Reports of Fisheries Research Division, Mie Prefectural Science and Technology Promotion Center). Vertical bars: upper and lower ranges; horizontal dotted line: oxygen-poor water with the content of less than 3 ppm.

Fig. 3 Seasonal and interannual variations in abundance (inds./station) and biomass (kg/station) of *Repomucenus valencienni* and other Pisces in Ise Bay, central Japan, based on samples collected using a large-size net. Meshed areas: the periods with oxygen-poor water (i.e., dissolved oxygen content of the bottom lower than 3 ppm). Abundance (inds./station) and biomass (kg/station) were calculated based on samples collected at 15–18 stations. The area sampled at each station was equivalent to 1500 m².

酸素水塊は毎年、夏季から秋季にかけて発達し、その発達の規模には年変動が認められた。1995年は平均溶存酸素量が3 ppmを下回らず、最低値が3 ppmを下回ったのは2ヶ月だけであった。一方、1997年から2000年にかけては、平均溶存酸素量が3 ppmを下回る月は3ヶ月以上あり、特に1997年は平均溶存酸素量が2 ppmを下回った月が2回あった。

ハタテスメリの個体数と生物量の季節・年変動 大型ネットを用いた1993年4月から2002年までの41回の調査で採集されたハタテスメリを含む魚類の個体数と生物量の変動をFig. 3に示す。2001年の11月を除くすべての調査において、ハタテスメリは魚類の採集個体数の約50%から90%を占めていた。ハタテスメリの定点あたりの個体数（以後、個体数密度とする）は1996年6月の111.7個体/St.が最大で、2001年11月の0.1個体/St.が最小であった。季節間の個体数密度には、危険率5%水準では統計的に有意な差は認められなかったが(one-way ANOVA, $F=2.333$, $p=0.074$), 1995年を除けば、どの年も夏季(6月, 7月)から秋季(10月, 11月)にかけて、ハタテスメリの個体数密度は減少し、冬季から翌年の夏季にかけて増加する傾向が認められた。ハタテスメリの年間の個体数密度には、危険率5%水準では統計的に有意な差は認められ

なかったが(one-way ANOVA, $F=2.089$, $p=0.063$), 年ごとの一調査あたりの個体数密度は1996年が最も高く60.4個体/St.であり、2001年が最も低く9.3個体/St.と大きく変動する傾向が認められた。また、各採集月の環境要因(水温, 塩分, 溶存酸素量)の平均値とハタテスメリの個体数密度間の相関はいずれも有意ではなかった(Spearman's test, $p>0.05$)。一方、生物量についても、個体数密度と同様に、ほとんどの調査においてハタテスメリは採集魚類中で優占し、特に1993年9月と11月を除く1998年6月以前の調査では、魚類の生物量の70%から90%を占めた。ハタテスメリの生物量は1996年6月の0.85 kg/St.が最大で、2001年11月の0.0003 kg/St.が最小であった。個体数密度と同様に1995年を除けば、夏季(6月, 7月)から秋季(10月, 11月)にかけて、ハタテスメリの生物量は減少し、冬季(12月, 1月)から翌年の夏季(6月, 7月)にかけて増加する傾向が認められた。季節間のハタテスメリの生物量には、危険率5%水準では統計的に有意な差が認められ(one-way ANOVA, $F=3.195$, $p=0.024$), 春季の生物量は最も高く、秋季の生物量は最も低かった(Tucky-Kramer test, $p<0.05$)。年間のハタテスメリの生物量には、危険率5%水準では統計的に有意な差は認められなかったが(one-way ANO-

Fig. 4a Seasonal and interannual variations in standard length histograms of a dragonet *Repomucenus valenciennae* in Ise Bay, central Japan, based on samples collected using a large-size net. Solid curves: fitted cohort lines; letters: identified cohorts; asterisks: unidentified cohorts; N: individual numbers examined.

Fig. 4b Seasonal and interannual variations in standard length histograms of a dragonet *Repomucenus valenciennei* in Ise Bay, central Japan, based on samples collected using a large-size net. Solid curves: fitted cohort lines; letters: identified cohorts; asterisks: unidentified cohorts; N: individual numbers examined.

VA, $F=2.110$, $p=0.060$), 年ごとの一調査あたりの生物量は1996年が最も高く0.42 kg/St.であり, 2001年が最も低く0.033 kg/St.と大きく変動する傾向が認められた。各採集月の環境要因(水温, 塩分, 溶存酸素量)の平均値と一定点あたりのハタタテスメリの生物量との相関を調べた結果, 水温と生物量の間に有意な負の相関が認められたが(Spearman's test, $r_s = -0.36$, $p < 0.05$), その他には有意な相関は認められなかった。

大型ネットで採集されたハタタテスメリの体長頻度分布 大型ネットによって採集された各調査のハタタテスメリの体長頻度分布をFig. 4a, bに示す。多くの調査において, 伊勢湾におけるハタタテスメリの個体群は, 2つ以上の体長群で構成されていた。各調査の体長モードの推移から判断すれば, 夏季の平均体長100 mmの体長群は秋季に消滅あるいは大幅な個体数の減少が認められた。秋季に認められたハタタテスメリは, 夏季に平均体長70~80 mmの体長群が成長した群で構成されている。しかし, 1998年の秋季の雄と2000年の秋季の雌雄には, これらの体長群はほとんど採集されず, 翌年の春季になって再び確認された。しかし, その個体数は, 夏季と比較して大幅に減少していた。

ハタタテスメリの個体数の空間分布 大型ネットを用いた41回の調査におけるハタタテスメリの個体数密度の空間分布をFig. 5a, bに示す。ハタタテスメリの個体数密度は定点間で大きく変動し(two-way ANOVA, $F_{40,13}=5.000$, $p<0.0001$), 特にSt. 8とSt. 17で大きな差が認められた(Tucky test, $p<0.05$)。また, 調査間でも大きく変動し(two-way ANOVA, $F_{13,40}=9.466$, $p<0.0001$), 1996年6月は最も平均個体数密度は高く, 2001年11月は最も低かった(Tucky test, $p<0.05$)。春季から夏季には, ハタタテスメリの高個体数密度分布は湾奥から湾中央部の底質がシルト・クレイの定点に広範囲に形成され, 秋季には消滅あるいは縮小し, 冬季には再び回復した。例外として, 1997年は夏季に比べて秋季の方が高個体数密度分布の規模が大きかった。ハタタテスメリの個体数密度と底質間との関係を検討するために, シルト・クレイの底質(St. 2', 6-16)と砂・砂礫の底質(St. 5, 17, 17', 18, 30, 32-34, 35)の2つに分けて調査ごとに一定点あたりの個体数に換算してWilcoxonの符号付順位と検定によって検討したところ, ハタタテスメリの個体数密度はシルト・クレイの底質をもつ定点(St. 2', 6-16)(mean $\pm$ SD; 36.1 ± 33.4)の方が砂・砂礫の底質を持つ定点(St. 5, 17, 17', 18, 30, 32-34, 35)(mean $\pm$ SD; 9.34 ± 13.3)に比べて危険率5%水準では統計的に有意に高かった($p<0.0001$)。

ハタタテスメリの稚魚の空間分布 2種類の小型ネットで採集されたハタタテスメリの稚魚の個体数密度の空間分布をFig. 6に示す。2種類の小型ネットには, 稚魚

とともに標準体長30 mm以上の雌雄判別が可能なサイズの個体も採集されたが, これらは大型ネットで採集された個体と同じサイズ群であった。稚魚は2000年の調査には7月に, 2001年の調査では1月, 5月, 11月に出現し, 2002年の調査では, 1月, 4月, 12月に出現した。特に多数の稚魚が出現する季節は冬季であり, 2001年1月には湾中央部の西岸に出現し, 2002年1月には湾奥部から湾中央部を中心に湾全域で出現した。2002年12月には, 1月と比較して小規模ながら湾奥部のSt. 2とSt. 5に稚魚の高個体数密度分布が形成された。春季(2002年4月, 2001年5月)には, 湾中央部の西岸に小規模な稚魚の分布中心が形成された。貧酸素水塊の発達期(2000年7月, 2001年5月)と解消期(2001年11月)に出現した稚魚は, 冬季(1月, 12月)に比べて少数であった。

ハタタテスメリのコホートの分離・同定 1993年4月から2002年12月までに採集された大型ネットの試料を基にしたコホート解析では, 雌雄ともにA~Lの12のコホートが検出された(Fig. 7)。雌雄ともに各コホートの継続期間は1.5年から2年であり, 多くは2年目の夏季を過ぎると消滅した。また, 貧酸素水塊が解消する秋季にいったん消滅し, 以降に再び確認されるコホートが雌雄ともに認められた(雌: D, F, H, I; 雄: コホート C, E, G, I)。最大平均体長はコホートAとBの雌で約100 mmに達し, コホートAとBの雄で約110 mmであった。一方, 2000年5月以降に開始した小型ネットの調査試料によれば, 貧酸素水塊が発達する夏季の2000年7月には平均体長約25 mmの稚魚が出現したが, これ以降, 消滅した。2001年1月に平均体長約22 mmで出現した稚魚は5月には雌で平均体長約57 mm, 雄で平均体長約67 mmに達し, コホートLを形成した。5月に出現した平均体長約25 mmの稚魚は夏季に消滅した。2001年11月に平均体長約12 mmで出現した稚魚は2002年1月に平均体長約25 mmにまで成長し, 4月には雌で平均体長約62.5 mm, 雄で平均体長約76.8 mmに達し, コホートKを形成した。4月に出現した平均体長約28 mmの稚魚はこれ以降, 消滅した。

考 察

伊勢湾におけるハタタテスメリは主に湾奥部から湾中央部のシルト・クレイや砂の底質を持つ定点に分布したが(Fig. 5a, b), その中でもシルト・クレイの底質で多く採集された。この傾向は大阪湾におけるハタタテスメリについても報告されており,¹⁵⁾ ハタタテスメリは泥底質を好む種であることが示唆される。

半閉鎖的な内湾では夏季の貧酸素水塊の発達によって, 底生生物群集は大きな被害を受けることは広く知られて

Fig. 5a Spatio-temporal distributions of the abundance of a dragonet *Repomucenus valenciennei* in Ise Bay, central Japan, based on samples collected using a large-size net. Dark- and light-shaded areas: dissolved oxygen content lower than 2.0 and 3.0 ppm, respectively.

Fig. 5b Spatio-temporal distributions of the abundance of a dragonet *Repomucenus valencienni* in Ise Bay, central Japan, based on samples collected using a large-size net. Dark- and light-shaded areas: dissolved oxygen content lower than 2.0 and 3.0 ppm, respectively.

Fig. 6 Spatio-temporal distributions of the abundance of a dragonet *Repomucenus valenciennesi* in Ise Bay, central Japan, based on samples collected using small-size nets. Dark- and light-shaded areas: dissolved oxygen content lower than 2.0 and 3.0 ppm, respectively.

いる。¹⁶⁻²⁰⁾ 伊勢湾におけるメガベントスに関する研究でも報告されているように、³⁻⁶⁾ 本研究においても、夏季から秋季の貧酸素水塊の発達によって、ハタテスメリの個体数・生物量はともに減少し、貧酸素水塊が解消する秋季から翌年の春季にかけて再び増加する傾向はほぼ毎年認められた (Fig. 3)。東京湾におけるハタテスメリの詳細な生態を報告した池島・清水²¹⁾によれば、夏季に湾奥部で発達する貧酸素水塊により、本種の分布中心は貧酸素水塊が発達しない湾南部に形成される。そして貧酸素水塊が解消する秋季から冬季にかけて貧酸素水塊を回避して生き残った個体によって再び湾全域に分布が形成される。一方、伊勢湾では個体数の高個体数密度分布も貧酸素水塊の発達によって秋季には消滅・縮小し、冬季から翌年の春季にかけて再び湾の広範囲で回復した (Fig. 5a, b)。体長頻度分布とこれを元にしたコ

ホート解析によれば (Figs. 4, 7), これらの冬季の個体群は貧酸素水塊発達直前のコホートと同一であると判断された。これらの事実から、伊勢湾におけるハタテスメリの分布は東京湾と同様に貧酸素水塊によって制限されており、多数個体が夏季の貧酸素水塊を回避していることが示唆される。1998~2000, 2002 年の 10 月の調査では本種の分布中心は湾の東側に認められたものの、それ以外の年の秋季には目立った分布の規則性が認められなかった。東京湾の貧酸素水塊は発達盛期 (盛夏) でも湾奥を中心に発達するのみであるが、伊勢湾の貧酸素水塊は湾奥部から湾中央部に広範囲に発達し、特に湾の西側は年によっては貧酸素水塊の発達が長期に及び、その規模には年変動が著しい。⁶⁾ そのために、貧酸素水塊の発達する夏季からそれが解消する秋季のハタテスメリの分布特徴は、東京湾のように規則的ではなかったのだ

Fig. 7 Cohorts of a dragonet *Repomucenus valenciennei* in Ise Bay, central Japan. Solid circles and vertical bars: mean body length and standard deviations, respectively; solid and dashed lines: identified cohorts; meshed area: the periods with oxygen-poor water (i.e., dissolved oxygen content of the bottom lower than 3 ppm); horizontal solid line: standard length of new recruits (defined to be less than 30 mm); squares: mean standard length of individuals of unidentified cohorts. Small individuals of the cohorts J, K and L were collected using small-size nets.

ろう。

魚類や一部の移動能力の高い大型の甲殻類は貧酸素水塊を回避することが、いくつかの研究でも知られており^{17,19,22-24)} 貧酸素水塊の回避の度合いはその生物の貧酸素耐性の違いによって異なることが野外調査^{17,18,25-28)} と室内実験^{29,30)} の両方で示唆されている。有山ら²³⁾ によれば、ハタテスメリは移動能力が大きい種としているが、貧酸素水塊の規模が大きい時には一部が死亡することを報告している。本研究においても貧酸素水塊が発達する夏季（6, 7月）と貧酸素水塊の解消した秋季（10, 11月）の個体数を同一コホート間で比較すると1995年は夏季に比べて秋季の個体数は増加したが、1998年から2002年にかけてはすべての年において個体数は減少した（Fig. 4a, b）。1995年には貧酸素水塊は湾中央部の狭い範囲に発達したのみだが、1998年から2002年は貧酸素水塊が湾の広範囲に発達した年であり、⁶⁾ そのため平均溶存酸素量も1995年は3 ppmを下回らず、1998年から2002年は3 ppmを下回る月が数ヶ月に及んだ（Fig. 2）。これらのことから、1995年の貧酸素解消後の個体数の増加は、貧酸素水塊による死亡個体の割合が少なく、回避個体が多かったためであり、1998年から2002年の貧酸素解消後の個体数の減少は湾の広範囲に発達した貧酸素水塊を回避できずに死亡した個体が

多かったためであることが示唆される。

伊勢湾では、コホートの継続期間は雌雄ともに初めてコホートとして検出される月から約2年間であった（Fig. 7）。Ikejima and Shimizu¹²⁾ によれば、季節ごとの体長頻度分布から推察された本種の寿命は約2年であり、ほぼ一致していた。東京湾における本種の産卵期は春季から秋季にかけてであり、4, 5月と9, 10月にピークがある。⁷⁾ 春生まれの個体群は貧酸素水塊の発達する夏季に着底するために死滅し、秋生まれの個体群が貧酸素水塊解消後に底生個体群へと加入することで個体群を維持している。⁸⁾ 大阪湾における本種の産卵期についての報告では産卵期は4月から9月と推定され、4月～6月と7月～9月の2回のピークがあると考えられている。²⁾ 本研究で採集した稚魚の出現時期は春季（2002年4月、2001年5月）、夏季（2000年7月）、秋季（2001年11月）、冬季（2002年1月、12月）であり、四季を通じて湾北部と湾中央部に出現したが、採集体数が多いのは冬季であった（Fig. 6）。2000年7月（夏季）と2001年5月（春季）に稚魚が少数採集されたが、これらは平均体長約25 mmであった。池島¹⁾ とEda *et al.*³¹⁾ によれば、水温20～22℃の条件下では、孵化後20～30日を経て標準体長6 mmで着底し、孵化後35日で標準体長10～11 mmにまで成長する。伊勢湾では6月でも

底層の水温は 15°C 前後であり (Fig. 2), 産卵後 30 日以上をかけて底生生活期へと以降すると考えられる。そのため, 2000 年 7 月に採集された稚魚は春季に産卵されたと推察され, その年の夏季の貧酸素水塊によって多数個体が消滅したと考えられる。一方, 2001 年 5 月に採集された稚魚は, この時期の水温もまた 15°C 前後であることから判断して (Fig. 2), 前年の秋季にコホート J を形成する個体群よりも後に産卵されて, 数ヶ月を経て着底した個体群であると考えられる。東京湾では, 秋生まれの個体群は 11 月に 5~25 mm の底生個体群として出現し, 翌年の 2 月までは平均体長が 25~30 mm でほとんど成長せず, これ以降 6 月までは急激に成長し, 雌が体長 60 mm, 雄が体長 70 mm 前後に達する。¹⁾ このことから推察すれば, 2001 年 1 月に採集された稚魚はその後, コホート J を形成し, 2001 年 11 月に底生個体群へ加入した稚魚はその後, コホート K を形成したと考えてもよいであろう。2002 年 1 月に検出された雌の平均体長 43.5 mm, 雄の平均体長 52.5 mm の少数個体からなる未同定コホートは, コホート K を形成する個体に比べて平均体長が約 20 mm も大きく, さらに 2001 年 11 月から 2002 年 1 月にかけての水温は 15°C 前後から 10°C 前後にまで低下したことを考慮すれば, コホート K 以前に着底した個体であると考えた方がよいであろう。しかし, これらが 2001 年 5 月に採集された稚魚の生き残りであるのか, あるいは 2001 年の秋季にコホート K が着底する直前に底生生活期へ移行した個体群であるのかについては, 本研究の調査からは明らかにできない。この点を解明するには, 春季に着底した稚魚の成長率と晩夏から初秋に着底した稚魚の成長率に関する知見が必要だろう。

謝 辞

調査に協力いただいた三重大学調査実習船勢水丸の乗組員の方々, ならびに三重大学生物資源学部海洋生態学研究室の学生の皆様に深謝いたします。

文 献

- 1) 池島 耕. 東京湾におけるハタテスメリの生活史. 博士論文, 東京大学, 東京. 1995.
- 2) 辻村浩隆. 大阪湾におけるネズボ科 2 種 (ネズミゴチ・ハタテスメリ) の成長および産卵期. 瀬戸内海魚類研究会報告 (瀬戸内海魚類研究会), 瀬戸内海区水産研究所, 2001; **3**: 15-17.
- 3) Hossain M, Sekiguchi H. Influence of oxygen-poor water on megabenthos communities in Ise Bay, central Japan. *Bull. Jpn. Soc. Fish. Oceanogr.* 1996; **60**: 237-243.
- 4) Hossain M, Amakawa T, Sekiguchi H. Density, biomass and community structure of megabenthos in Ise Bay, central Japan. *Fish. Sci.* 1996; **62**: 350-360.
- 5) Hossain M. Ecological studies on megabenthos community in Ise Bay, central Japan. PhD Thesis, Mie University, Tsu, 1997.
- 6) Narita T, Hossain M, Sekiguchi H. Seasonal and interannual variations in biomass and abundance of megabenthos in Ise Bay, central Japan. *Benthos Res.* 2003; **58**: 75-85.
- 7) Ikejima K, Shimizu M. Annual reproductive cycle and sexual dimorphism in the dragonet, *Repomucenus valenciennei* in Tokyo Bay. *Ichthyol. Res.* 1998; **45**: 157-164.
- 8) Ikejima K, Shimizu M. Disappearance of a spring cohort in a population of the dragonet, *Repomucenus valenciennei*, with spring and autumn spawning peaks in Tokyo Bay, Japan. *Ichthyol. Res.* 1999; **46**: 331-339.
- 9) 日本全国沿岸海洋誌 (日本海洋学会 沿岸海洋研究部会編). 東海大学出版会, 東京. 1985.
- 10) 久野正博. 伊勢湾における海況の季節変化. 三重県水産技術センター研究報告 1996; **6**: 27-46.
- 11) 平成 4 年度~平成 14 年度沿岸定線観測結果. 三重県科学技術振興センター, 三重県. 1993~2002.
- 12) Ikejima K, Shimizu M. Growth and life span of the Hatatatenumeri-dragonet *Repomucenus valenciennei* in Tokyo Bay Japan. *Fish. Sci.* 1996; **62**: 850-854.
- 13) 相澤 康, 滝口直之. MS-Excel を用いたサイズ度数分布から年齢組成を推定する方法の検討. 水産海洋研究 1999; **63**: 205-214.
- 14) 赤嶺達郎. Polymodal な度数分布を正規分布へ分解する BASIC プログラムの検討. 日水研報告 1985; **35**: 129-160.
- 15) 鍋島靖信, 安部恒之, 日下部敬之. 大阪湾の底生生物と魚類の分布 (抜粋). カバーネット装着石げた網による定量的採集とその生物分布. 第 4 回瀬戸内資源海洋研究会報告 1998; 55-71.
- 16) Baden SP, Loo L-O, Pihl L, Rosenberg R. Effect of eutrophication on benthic communities including fish. *AMBIO*. 1990; **19**: 113-122.
- 17) Pihl L, Baden SP, Diaz RJ. Effects of periodic hypoxia on distribution of demersal fish and crustaceans. *Mar. Biol.* 1991; **108**: 349-360.
- 18) Pihl L, Baden SP, Diaz RJ, Schaffner LC. Hypoxia-induced structural changes in the diet of bottom-feeding fish and Crustacea. *Mar. Biol.* 1992; **112**: 349-361.
- 19) Diaz RJ, Rosenberg R. Marine benthic hypoxia: A review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 1995; **33**: 245-303.
- 20) Smith SH. Trends among echinoderms in a coastal area of the Kattegat, Sweden. In: Eleftheriou A, Ansell AD, Smith CJ (eds). *Biology and Ecology of Shallow Coastal Waters*. Olsen & Olsen, Copenhagen. 1995; 323-331.
- 21) 池島 耕, 清水 誠. 東京湾におけるハタテスメリの分布とその季節変化. 魚類学雑誌 1997; **44**: 43-49.
- 22) 有山啓之, 矢持 進, 佐野雅基. 大阪湾奥部における大型底生動物の動態について. 甲殻類と魚類の種類数・個体数・湿重量の季節変化. 沿岸海洋研究 1997; **35**: 75-82.
- 23) 有山啓之, 矢持 進, 佐野雅基. 大阪湾奥部における大型底生動物の動態について. 主要種の種類数・分布・体長組成の季節変化. 沿岸海洋研究 1997; **35**: 83-91.
- 24) 大富 潤, 朴 鐘洙, 清水 誠. 東京湾におけるシャコの分布と小型底曳網漁場との関係. 日水誌 1989; **55**: 1529-1538.
- 25) Magnuson JL, Beckel A, Mills K, Brandt S. Surviving winter hypoxia-behavioral adaptations of fishes in a northern Wisconsin winter kill lake. *Environ. Biol. Fish.* 1985; **14**: 241-250.

- 26) Marotz BL, Herke WH, Roger BD. Movement of gulf menhaden through three marshland routes in southwestern Louisiana. *North American J. Fish. Manage.* 1990; **10**: 408-417.
- 27) Howell P, Simpson D. Abundance of marine resources in relation to dissolved oxygen in Long Island Sound. *Estuaries* 1994; **17**: 394-402.
- 28) Petersen JK, Pihl L. Responses to hypoxia of plaice, *Pleuronectes platessa*, and dab, *Limanda limanda*, in the south-east Kattegat: distribution and growth. *Environ Biol. Fish.* 1995; **14**: 241-250.
- 29) Stickle WB, Kapper MA, Liu L, Gnaiger E, Wang SY. Metabolic adaptations of several species of Crustaceans and Molluscs to hypoxia: Tolerance and microcalorimetric studies. *Biol. Bull.* 1989; **177**: 303-312.
- 30) Wannamaker CM, Rice JA. Effects of hypoxia on movements and behavior of selected estuarine organisms from the southeastern United States. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 2000; **249**: 145-163.
- 31) Eda H, Takita T, Uno Y. Larval and juvenile development of two dragonets, *Repomucenus richardsonii* and *Repomucenus valenciennei*, reared in a laboratory. *Japan. J. Ichthyol.* 1994; **41**: 149-158.