

東京湾におけるハタタテヌメリの分布とその季節変化

池島 耕・清水 誠

〒113 東京都文京区弥生1-1-1 東京大学大学院農学生命科学研究科 水圏生物科学専攻
(電子メール aikeji@hongo.ecc.u-tokyo.ac.jp)

(1996年6月6日受付；1996年8月30日改訂；1996年12月20日受理)

キーワード：東京湾，ハタタテヌメリ，分布，季節変化，貧酸素水塊

魚類学雑誌
Japanese Journal of
Ichthyology

© The Ichthyological Society of Japan 1997

Kou Ikejima and Makoto Shimizu. 1997. Seasonal changes in the distribution of hatatatenumeri dragonets (*Repomucenus valenciennesi*) in Tokyo Bay. Japan. J. Ichthyol 44(1): 43-49.

Abstract Hatatatenumeri dragonets (*Repomucenus valenciennesi*) in Tokyo Bay, Japan, were collected by beam trawl (mesh size 1.6 mm—bar measure) from 15 stations every two months from September 1990 to September 1991, and similarly trawl (mesh size 3 cm—stretched measure) from 20 stations every season from June 1990 to February 1993. Settled juvenile and subadult fish were caught by the 1.6 mm mesh trawl, whereas subadult and adult fish were caught by the 3 cm mesh trawl. Dragonet distribution was estimated from abundance (indiv. per tow) at each sampling station for each year class, the abundance data being divided into year classes from length frequency data. Settled juveniles appeared in autumn throughout the bay, with abundance being greater in the northern (innermost) part. The dragonet was restricted to the southern (close to the mouth) part in summer, but subsequently spread throughout the bay, with abundance being greater in the northern part from autumn to winter. Because of this seasonal change in distribution, the dragonet was believed to migrate seasonally between the northern and southern parts of Tokyo Bay, hypoxia in summer possibly causing the southward migration of immature fish from the northern part, in addition to restricting the distribution of mature fish at that time.

Department of Aquatic Bioscience, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan (e-mail: aikeji@hongo.ecc.u-tokyo.ac.jp)

東京湾は湾口部が狭いために閉鎖性が強く、また首都圏に密接しているため、人為的な環境改変を受け、その生物相も変化してきた(清水, 1994)。現在、東京湾の底生魚類相において、ハタタテヌメリ *Repomucenus valenciennesi* は優占種のひとつとなっている(清水, 1990)。しかし、ハタタテヌメリの生活史に関する知見は少なく、卵および仔稚魚の飼育(Eda et al., 1993)や形態(Takita, 1980; Eda et al., 1994)、および親魚の産卵行動(田北・岡本, 1979)についての報告があるに過ぎなかった。そこで、著者らは東京湾においてハタタテヌメリの生活史について調査を行い、成長と寿

命について報告した(Ikejima and Shimizu, 1996)。本報では、東京湾内湾に定点を設定して行った試験底曳調査より、ハタタテヌメリの分布の季節変化を明らかにし、季節移動とその要因について考察する。なお、本論文では東京湾内湾部(清水, 1994)のみを調査範囲としたが、以下単に東京湾とする。

材料および方法

本研究に用いた材料は、東京湾で行った2つの試験底曳調査(以下、調査1および調査2と呼ぶ)によって採集した。

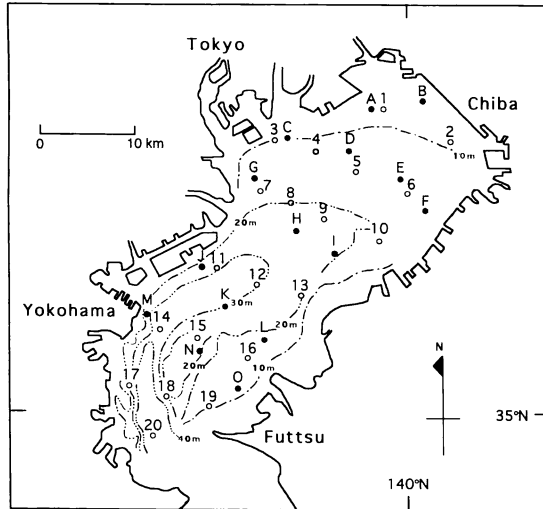


Fig. 1. Location of sampling stations. Closed circles with capital letters and open circles with numbers indicate stations of surveys 1 and 2, respectively.

調査1では主に着底稚魚を採集することを目的として、1990年9月から1991年9月までの間、5定点 (Sts. A, D, H, K, O) で毎月、他の10定点では原則として2ヶ月に1回の頻度で試験底曳を行った (Fig. 1)。分布の解析には計15定点で行った月の結果を用いた。なお、全ての定点での1回の調査には3日間を要した。用いた漁具はビームの幅1 m、袋網の目合幅1.6×1.6 mmの小型のビームトロールである。船速約2ノットで1定点につき3分間曳網した。

調査2では1990年6月から1993年2月まで、20定点 (Sts. 1-20) で3ヶ月に1回の頻度で試験底曳を行い、未成魚と成魚を採集した。漁具はビームの幅5.5 m、袋網の目合内径約3 cmのビームトロールである。船速約2ノットで1定点につき10分間曳網した。

両調査ともに、東京湾のほぼ全域に定点が設定され、水深は約8 m (Sts. A, B, 1, 2) から調査1では30 m (St. K) まで、調査2では45 m (St. 20) までの範囲を含む (Fig. 1)。標本は氷蔵して研究室に持ち帰り、 -20°C で冷凍保存、あるいは10%ホルマリン溶液中で保存した。標準体長25 mm以下の稚魚では、ハタタテヌメリの成魚において特徴的な鰭の斑紋が現れておらず、また、ネズッポ属の稚魚は互によく似ているため、ハタタテヌメリと同定することはできなかった。しかし、本研究で他のネズッポ属魚類はネズミゴチ *R. richardsonii* とヌメ

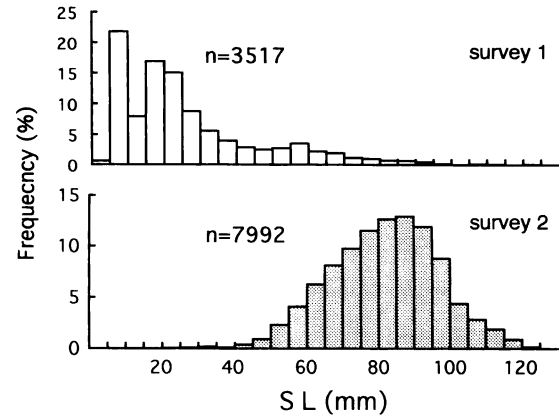


Fig. 2. Size frequency distributions of *Repomucenus valencienni* collected by surveys 1 and 2. All specimens collected have been pooled for each survey.

リゴチ *R. lunatus* が希に採取されただけであったことと、標準体長25 mm以下とそれ以上の個体の体長組成に連続性があったこと (Ikejima and Shimizu, 1996) から、標準体長25 mm以下の個体もハタタテヌメリとして扱った。標準体長30 mm以上の個体については、生殖突起の大きさや鰭の斑紋により雌雄を判別した。雌雄の判別後、標準体長を0.1 mmの精度で、体重を0.1 gの精度で測定した。各定点の1曳網あたりの個体数および採集重量を分布密度の指標とした。得られた採集量のデータは、体長組成より年級群に分けることができたので (Ikejima and Shimizu, 1996)、年級群毎に分布密度の変化を調べた。

結 果

調査1および調査2で得られた全標本の体長組成を Fig. 2 に示した。調査1では標準体長10 mm以下の個体が最も多く採集されたが、60 mmを越える個体は少ない。一方、調査2では、標準体長60 mmを越える個体が主に採集された。飼育条件下ではハタタテヌメリは標準体長約8 mmで着底する (Eda et al., 1994) ことから、着底個体および標準体長約60 mm以下の個体の分布は調査1から、それより大型の個体の分布については、調査2より明らかにすることができると考えられた。

ハタタテヌメリの分布には湾奥・湾口方向、つまりおよそ南北方向に明らかな季節変化が認められたので、湾奥から湾口へ順に4つの水域 (I, II, III, IV) に区分して分布の傾向を述べる。水域Iは調査1の Sts. A-F 及び調査2の Sts. 1-6、水域IIは

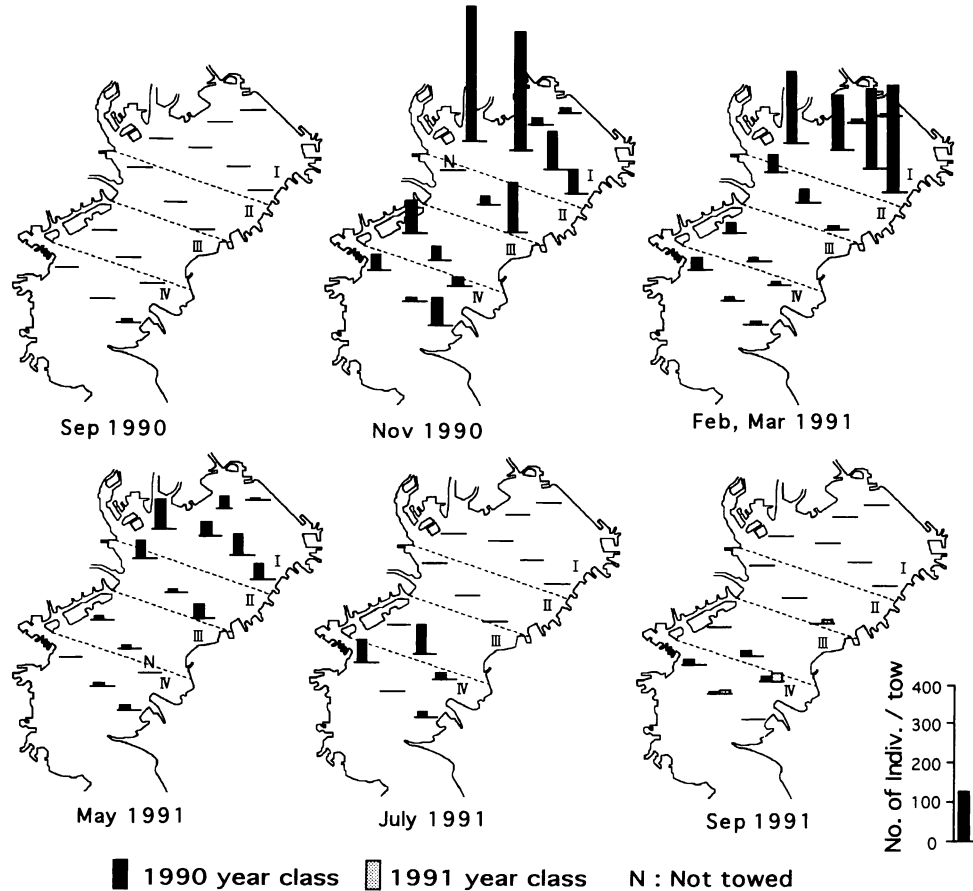


Fig. 3. Seasonal changes in the catch of *Repomucenus valenciennesi* per tow at each station of survey 1.

調査1のSts. G-I及び調査2のSts. 7-10, 水域IIIは調査1のSts. J, K及び調査2のSts. 11-13, 水域IVは調査1のSts. L-O及び調査2のSts. 14-20をそれぞれ含む (Figs. 3, 4).

調査1における1990年級群および1991年級群の採集個体数の変化をFig. 3に示した。なお、採集重量で示しても、分布の傾向にはほとんど違いがなかったため、以下、個体数のみで示す。調査を開始した1990年9月には1990年級群は、水域IVのSt. Oで3個体採集されただけであった。1990年11月にはほぼ全域で採集されたが、湾奥の水域Iで密度が最も高かった。このときのハタタテヌメリの体長範囲は5-30mmであったので、着底稚魚の分布を表していると考えられる。翌1991年2, 3月も分布の傾向は11月と同様であった。5月には全体に密度は低くなったが、水域Iは他の水域に比べ密度が高い傾向は変わらず、水域IIも高くな

った。しかし、7月には中央より湾口側の水域IIIおよびIVにのみ分布し、これらの水域における密度は5月に比較して高くなった。9月も分布域は水域III, IVに限られていた。このように、1990年級群は1990年の秋には湾内に広く分布し、湾奥で密度が高く、翌春まで同様の分布が続いたが、夏には分布域は湾口部に限られるようになり、湾口部での密度は春よりも高くなった。1991年級群は1991年9月に水域IIより湾口側の水域で、わずかに採集された。

調査2における採集個体数の変化をFig. 4に示した。調査2では1989年級群は1990年6月には分布域が湾全体に広がっており、水域I, IIにIII, IVに比べ密度の高い定点が見られた (Fig. 4)。しかし、9月になると分布は水域IIから湾口側の水域に限られ、水域IIIで密度が最も高くなり、IVにも高い定点がみられた。12月の分布域は湾全体に広がり、

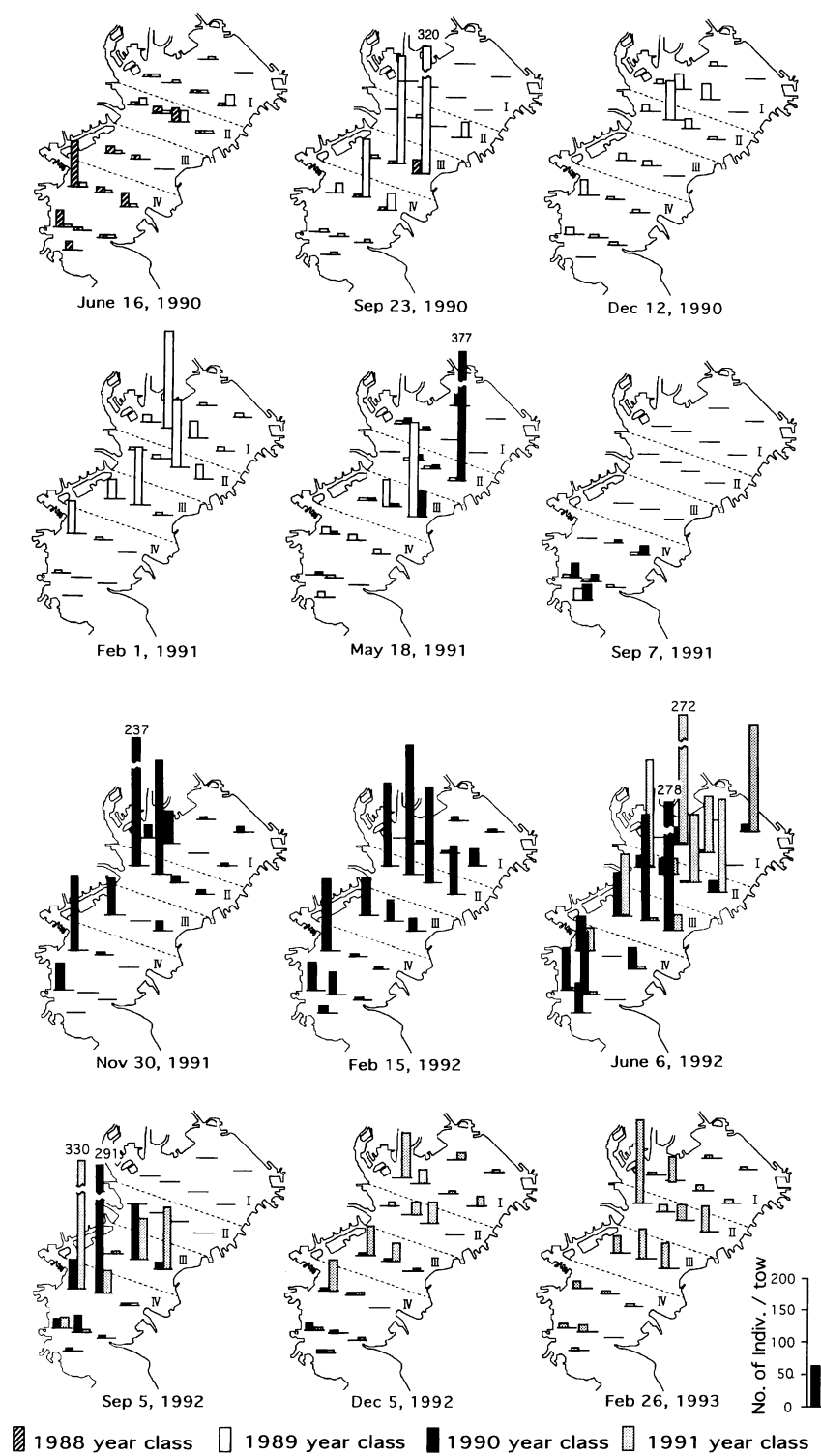


Fig. 4. Seasonal changes in the catch of *Repomucenus valencienni* per tow at each station of survey 2.

分布密度は湾奥よりの水域IIで高くなった。同様の傾向は翌1991年の2月においてもみられた。5月には湾口よりの水域IIIで密度が高かった。9月は水域IVにのみ分布したが、11月には採集されなかった。

1990年級群は1991年の5月に最初に採集され、分布域はほぼ湾全域に広がっていたが、水域IIに密度の高い定点があった(Fig. 4)。9月には分布域は水域IVに限られた。11月には分布域は湾全域に拡大し、密度は水域IIで最も高かった。翌年2月も全域に分布し、密度は水域IIで最も高い傾向にあった。6月には1990年級群は広く分布するが、密度は水域III, IVで高いのに対し、湾奥側の水域I, IIでは小さかった。9月には分布域は水域III, IVに限られた。12月にはほとんど採集されなくなった。1991年級群は1992年6月に最初に採集され、分布域はほぼ全域に広がるが、密度は湾奥の水域I, IIで高かった。9月には湾口側の水域III, IVにのみ分布したが、12月にはほぼ全域に拡大していた。翌1993年2月には全域に分布し、密度は水域II, IIIで高かった。

以上のように、調査2の結果では、各年級群の分布パターンは同様な季節変化をたどった。すなわち、産卵翌年の春に初めて採集され、その時の分布域は湾のほぼ全体に広がるが、湾奥部で分布密度が高かった。夏には分布域は湾口部にのみ限られたが、秋には再びほぼ全域に分布し、冬も同様な分布傾向であった。翌年の春には分布密度の高い範囲は湾口部へ移り、夏には湾口部にのみ分布するようになった。そして、秋にはほとんど採集されなくなった。

調査1, 2の結果をあわせ、成長に伴う分布の季節変化をたどると以下ようになった。秋に稚魚が湾全域に着底するが、湾奥(水域I)でその密度は高く、翌年の春まで分布傾向は変わらなかった。しかし、夏には湾口部(水域IV)にのみ分布した。満1歳の秋には再び湾全域に分布し、分布密度はやや湾奥(水域II)で高くなり、冬も同様な分布傾向であった。翌春には広範囲に分布するが、中央部から湾口部にかけて(水域III, IV)高い密度で分布した。夏には中央部から湾口部にかけて(水域III, IV)もしくは湾口部にのみ(水域IV)分布した。そして満2歳となる秋にはほとんど採集されなくなった。

考 察

東京湾のハタタテヌメリの分布域はどの年級群

においても夏期には湾口部に偏り、他の季節には湾奥部へ拡大した。このような分布の季節変化は、東京湾内湾部においてシャコ *Oratosquilla oratoria*、イッカクモガニ *Pyromaia tuberculata* などの甲殻類やマコガレイ *Pleuronectes yokohamae* をはじめとするいくつもの魚種で認められている(時村, 1985)。東京湾内湾部では成層期に底層水が貧酸素あるいは無酸素状態となり、広い範囲の海底に無生物域が形成されることが知られている(風呂田, 1985)。湾奥において底層水が貧酸素化する時期は年による違いはあるものの、概ね6月頃に始まり、11月頃に解消する。イッカクモガニは夏期には貧酸素化により個体群は湾奥部で消失するが、湾口部では維持される。一方、秋から冬には、湾口部の個体群より供給されるプランクトン幼生の定着により湾奥部に新たな個体群が形成され、分布域は湾奥部へ拡大する。その結果、分布の中心が季節的に移動するものと考えられている(風呂田, 1988)。これに対し、移動能力のあるシャコやマコガレイなどでは分布の季節変化は移動によると考えられている。シャコについては標識放流により春から夏にかけての南下移動が確認されており、湾奥の底層で形成される貧酸素水塊を避けて湾口部へ移動しているものと推測されている(大富ほか, 1989)。

ハタタテヌメリについても、各年級群の分布密度の変化から、湾口部と湾奥部の間を季節的に移動していると推測できる。さらに、分布域が湾口部に限られる時期は、湾奥で貧酸素水塊が形成される時期と一致し、本種においても、移動を引き起こす要因として、貧酸素水塊の影響が考えられる。そこで、調査2の夏(9月)の採集日に近い日に、神奈川県、東京都、および千葉県が行った公共用水域水質測定の結果(千葉県環境部水質保全課, 1991, 1992, 1993; 東京都環境保全局水質保全課, 1991, 1992, 1993; 神奈川県環境部水質保全課, 1992, 1993, 1994)を用いて、底上1mの溶存酸素量の分布図を作成した(Fig. 5)。夏期のハタタテヌメリの分布域は年ごとにやや異なったが(Fig. 4)、各年のハタタテヌメリの分布の北限と、溶存酸素量2ないし3 mg/l以下の水域の南限が比較的良く一致していた。沿岸域で起こる底層水の貧酸素化の魚類への影響については、溶存酸素濃度が2-3 mg/l以下になると、底生魚類が明らかに減少する、もしくはいなくなる例が報告されている(Baden et al., 1990; Petersen and Petersen, 1990; Pihl et al., 1991; Howell and Simpson, 1994; Petersen and

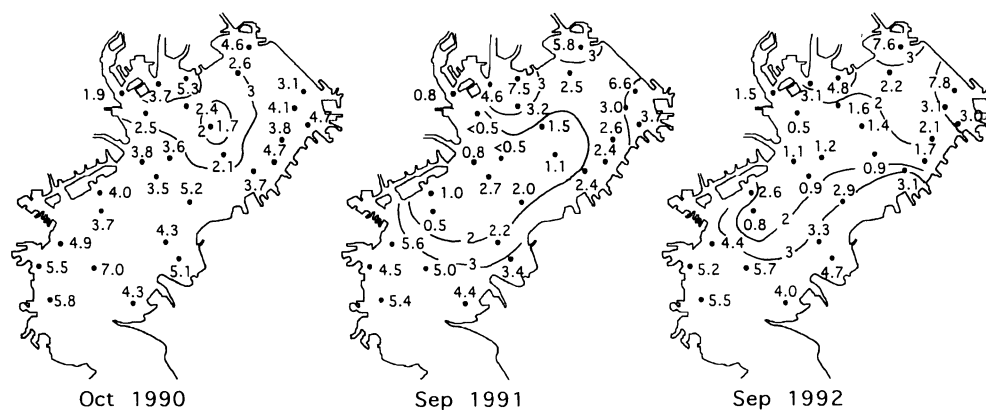


Fig. 5. Distributions of dissolved oxygen (mg/l) in bottom water in October 1990, and September 1991 and 1992. Data taken from reports on water quality monitoring published by Chiba, Kanagawa and Tokyo Prefectural agencies.

Pihl, 1995). また、この酸素濃度は、室内実験で魚類が逃避する (Petersen and Petersen, 1990), あるいは呼吸に影響が現れる濃度 (Pihl et al., 1991) とほぼ一致している。ハタテヌメリと同属のネズミゴチでは、実験下で、溶存酸素量が 2.35 mg/l (原著 1.65 ml/l) まで、正常な酸素消費量であったが、溶存酸素量がさらに減少すると酸素消費量が減少し、0.98 mg/l (原著 0.69 ml/l) で 50% が窒息死した (山元ほか, 1990) ことが報告されている。したがって、ハタテヌメリでも、溶存酸素の低下による影響が、同程度の溶存酸素量で起こると仮定すれば、貧酸素水塊によって、分布域が制限されているとの考えを支持する。しかし、貧酸素水塊の影響は当歳群と 1 歳群とは異なった。当歳群は貧酸素水塊がまだ広く形成されていない春 (5, 6 月) には湾奥部で密度が高かったのに対し、1 歳群はすでに分布域が湾口部に偏っていた。つまり 1 歳魚は冬から春にかけて、貧酸素水塊とは無関係に南下移動すると考えられた。ハタテヌメリの東京湾における産卵期は春 (2—4 月に開始) から秋 (10 ないし 11 月に終了) で、1 歳群は春から成熟して産卵し、当歳群は満 1 歳となる秋に成熟する (池島, 1995)。春に 1 歳群のみ分布密度が湾口部で高くなることは、産卵場が湾口部で形成されるためと推測できる。ただし、1 歳群の分布域の北限は夏にはさらに湾口部へ偏っており、本来の分布域が湾口部へ偏っているものの、その北限は貧酸素水塊により制限されていると考えられる。一方、未成熟な当歳群は本来の主な分布域を貧酸素水塊により制限されていると考えられる。

このような分布の変化を表す別の移動パターンとして、本研究では調査できなかった水深数 m 以浅の湾岸の浅場と、それよりも深い水域との間の季節的移動を考えることもできる。つまり夏期の水質の悪化を南下移動で避けるのではなく、貧酸素化しにくい浅場へ移動して避け、秋以降水深のやや深い内湾域へ移動するというパターンである。しかし、東京湾では埋め立てにより湾岸の浅場は少ない。また、横浜市沿岸における調査 (工藤, 1990; 林ほか, 1992) や東京都沿岸における調査 (東京都環境保全局水質保全部, 1992 [海域編], 1993 [海域編]) でも水深 10 m 以深の沖合域ではハタテヌメリが多く採取されたが、それよりも浅い調査地点での出現量は少なかった。したがって、湾奥部と湾口部の間を移動していると考えるのが妥当であろう。

以上のように、東京湾におけるハタテヌメリの分布の季節的な変化は、貧酸素水塊の形成という環境要因と、成熟という生物学的な要因により生じていると考えられた。

謝 辞

調査 1 に多大なご助力をいただいた東邦大学理学部の風呂田利夫博士に心より感謝申し上げます。調査 2 では東京大学農学部水産資源学研究室の皆様、横浜市漁業協同組合柴支所の皆様にご助力頂いた。厚く御礼申し上げます。本論文をまとめるにあたり、有益なご助言を頂いた佐野光彦博士に深謝いたします。

引用文献

- Baden, S. P., L.-O. Loo, L. Pihl and R. Rosenberg. 1990. Effects of eutrophication on benthic communities including fish: Swedish west coast. *Ambio*, 19: 113-122.
- 千葉県環境部水質保全課. 1991. 平成2年度 公共用水域水質測定結果及び地下水の水質測定結果. 千葉県環境部水質保全課, 千葉. 540 pp.
- 千葉県環境部水質保全課. 1992. 平成3年度 公共用水域水質測定結果及び地下水の水質測定結果. 千葉県環境部水質保全課, 千葉. 525 pp.
- 千葉県環境部水質保全課. 1993. 平成4年度 公共用水域水質測定結果及び地下水の水質測定結果. 千葉県環境部水質保全課, 千葉. 524 pp.
- Eda, H., S. Darwisito, T. Fujiwara and T. Takita. 1993. Rearing of larval and juvenile dragonets, *Repomucenus* spp. *Suisanzoshoku*, 41: 553-558.
- Eda, H., T. Takita and Y. Uno. 1994. Larval and Juvenile development of two dragonets, *Repomucenus richardsonii* and *R. valenciennesi*, reared in a laboratory. *Japan. J. Ichthyol.*, 41: 149-158.
- 風呂田利夫. 1985. 東京湾, 生物. 日本海洋学会沿岸海洋研究部会(編), pp. 373-387. 日本全国沿岸海洋誌. 東海大学出版会, 東京.
- 風呂田利夫. 1988. 移入種イッカクモガニ *Pyromaia tuberculata* の生態(予報). 日本ベントス研究会誌, (33/34): 79-89.
- 林 公義・島村嘉一・長山亜紀良. 1992. 横浜市沿岸域の魚類相—魚類相及び漁獲状況の経年変化—. 横浜市の川と海の生物(第6報). 横浜市公害対策局 環境保全資料, (161): 255-335.
- Howell, P. and D. Simpson. 1994. Abundance of marine resources in relation to dissolved oxygen in Long Island Sound. *Estuaries*, 17: 394-402.
- 池島 耕. 1995. 東京湾におけるハタタテヌメリの生活史. 東京大学博士論文. 199 pp.
- Ikejima, K. and M. Shimizu. 1996. Growth and life span of the Hatatatenumeri dragonet *Repomucenus valenciennesi* in Tokyo Bay, Japan. *Fish. Sci.*, 62: 850-854.
- 神奈川県環境部水質保全課. 1992. 平成2年度 神奈川県水質調査年表. 神奈川県環境部水質保全課, 神奈川県. 632 pp.
- 神奈川県環境部水質保全課. 1993. 平成3年度 神奈川県水質調査年表. 神奈川県環境部水質保全課, 神奈川県. 632 pp.
- 神奈川県環境部水質保全課. 1994. 平成4年度 神奈川県水質調査年表. 神奈川県環境部水質保全課, 神奈川県. 648 pp.
- 工藤孝浩. 1990. 横浜市金沢区沿岸域の魚類. 神奈川自然保全研究会報告書, (9): 19-34.
- 大富 潤・朴 鍾洙・清水 誠. 1989. 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. 日本水産学会誌, 55: 1529-1538.
- Petersen, J. K. and G. I. Petersen. 1990. Tolerance, behaviour and oxygen consumption in the sand goby, *Pomatoschistus minutus* (Pallas), exposed to hypoxia. *J. Fish Biol.*, 37: 921-933.
- Petersen, J. K. and L. Pihl. 1995. Responses to hypoxia of plaice, *Pleuronectes platessa* and dab, *Limanda limanda*, in the south-east Kattegat: distribution and growth. *Env. Biol. Fish.*, 43: 311-321.
- Pihl, L., S. P. Baden and R. J. Diaz. 1991. Effects of periodic hypoxia on distribution of demersal fish and crustaceans. *Mar. Biol.*, 108: 349-360.
- 清水 誠. 1990. 東京湾の魚分類(6) 昭和60年代の生物相. 海洋と生物, 12: 183-189.
- 清水 誠. 1994. 江戸前の魚を育てた豊饒の海 東京湾. 中村和郎・小池一之・武内和彦(編), pp. 132-145. 日本の自然 地域編3 関東. 岩波書店, 東京.
- Takita, T. 1980. Embryonic development and larvae of three dragonets. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 46: 1-7.
- 田北 徹・岡本英二. 1979. ハタタテヌメリ *Callionymus flagris* とネズミゴチ *C. richardsoni* の水槽内における産卵行動. 魚類学雑誌, 26: 282-288.
- 時村宗春. 1985. 東京湾内湾部における底生魚介類の分布構造. 東京大学博士論文. 156 pp.
- 東京都環境保全局水質保全部. 1991. 平成2年度 公共用水域の水質測定結果(資料編). 東京都環境保全局水質保全部, 東京. 496 pp.
- 東京都環境保全局水質保全部. 1992. 平成3年度 公共用水域の水質測定結果(資料編). 東京都環境保全局水質保全部, 東京. 498 pp.
- 東京都環境保全局水質保全部. 1992. 海域編 魚類. 平成2年度 水生生物調査結果報告書, pp. 191-218. 東京都環境保全局水質保全部, 東京.
- 東京都環境保全局水質保全部. 1993. 平成4年度 公共用水域の水質測定結果(資料編). 東京都環境保全局水質保全部, 東京. 498 pp.
- 東京都環境保全局水質保全部. 1993. 海域編 魚類. 平成3年度 水生生物調査結果報告書, pp. 184-211. 東京都環境保全局水質保全部, 東京.
- 山元憲一・廣中孝始・山下秀幸・綿石慶太. 1990. 低酸素下におけるブリ, クラカケトラギス, カサゴ, ネズミゴチ, トラフグの酸素消費量の変化. 水産増殖, 38: 35-39.