東京湾内湾域におけるマアナゴ *Conger myriaster* と スタウナギ *Eptatretus burgeri* の分布について

原田 真美,¹ 東海 正,^{1*} 内田 圭一,¹ 清水 詢道²

(2005 年 9 月 1 日受付, 2006 年 4 月 7 日受理)

¹東京海洋大学海洋科学部, ²神奈川県水産技術センター

Distribution of white-spotted conger eel *Conger myriaster* and hagfish
Eptatretus burgeri in the shallow region of Tokyo Bay

MAMI HARADA,¹ TADASHI TOKAI,^{1*} KEIICHI UCHIDA¹ AND TAKAMICHI SHIMIZU²

¹Faculty of Marine Science, Tokyo University of Marine Science and Technology, Konan, Minato, Tokyo 108–8477, ²Kanagawa Prefectural Fisheries Technology Center, Jyogashima, Misaki, Miura, Kanagawa 238–0237, Japan

This study describes distributions of white-spotted conger eel *Conger myriaster* as a main target species and hagfish *Eptatretus burgeri* as an incidental catch species for eel-tube fishery. In the shallow region of Tokyo Bay, young conger eels of total length smaller than 35 cm, which are called “meso-anago” by fishermen, are caught and released because of their lower commercial value. For conger eel of marketable size, young conger eel and hagfish, daily catch per unit effort (CPUE, catch weight in kg per one tube gear) was obtained from the logbook of an eel-tube fishing boat during the period from 1994 to 2002, and stratified by the rectangles of 2' latitude by 2' longitude. The spatial distribution of monthly average value in the daily CPUE was analyzed. Young conger eels entered the eel-tube fishing ground in August and their bycatch started. Conger eels exceeding 35 cm total length began to be landed in November, and then dispersed over the whole fishing ground. While conger eels were distributed in almost the whole shallow region of Tokyo Bay, hagfish was concentrated in an area of over 30 m deep around the *Nakanose* shallow, the southwest area of the fishing ground, and its distribution seemed to be constrained by the salinity. Some other factors are also discussed.

キーワード：CPUE, 加入, 季節移動, 東京湾内湾域, スタウナギ, 分布, マアナゴ

東京湾の観音崎と富津岬を結んだ線より北側の内湾域^{1,2)}ではマアナゴ *Conger myriaster* を漁獲対象とするあなご筒漁業が盛んに行われている (Fig. 1)。そして、この漁業ではスタウナギ *Eptatretus burgeri* がしばしば混獲されてきた。スタウナギは、刺激を受けると体表から粘液を多量に分泌し、この粘液が漁具を汚したり、おなじ筒内に捕獲されたマアナゴの鰓蓋を塞いで死に至らしめたりすることから、あなご筒漁業者は、スタウナギの混獲を避けるように漁場を選定して操業を行ってきた。それでも混獲されたスタウナギは、以前は商品価値がなかったために投棄されていた。このスタウナギは、韓国では食材や革製品に利用されて需要も高い。³⁾ 特に多くの韓国漁船が日本沿岸で操業していたこともあ

り、⁴⁾ 1999 年の日韓新漁業協定以後、韓国ではスタウナギの漁獲量が急激に減少した。韓国は、日本を始め世界各地からスタウナギなどメクラウナギ類を主に革製品の材料として輸入している。東京湾においても 2001 年中頃から混獲されたスタウナギを韓国への輸出用に出荷するようになった。しかし、韓国への輸出を目的にメクラウナギ類を漁獲し始めた地域で乱獲が報告されている。^{5,6)} また、メクラウナギ類の腐食性動物としての生態系における役割も注目されている。^{7,8)} 東京湾に隣接する相模湾では、スタウナギの季節移動や生殖腺の発達が研究されてきた。^{9–11)} しかし、東京湾内湾域において資源管理や生態系への影響を考える上で必要な、スタウナギの生態や生活史に関する知見は少ない。

Fig. 1 Depth and isobathic line in Tokyo Bay.

東京湾でのあなご筒漁業は、あなご筒漁船の増加と漁獲量の減少から資源管理型漁業の導入が必要となり、その一環として漁業者によってめそあなごと呼ばれている出荷サイズ全長 35 cm に満たないマアナゴを保護するために、あなご筒の水抜き孔の直径を 13 mm 以上に拡大することが取り組まれている^{12,13)} また、これらマアナゴ¹³⁾とスタウナギ^{9,10)}には季節移動があるとされる。あなご筒漁業の経営の安定化を考える上で、スタウナギは利用できる資源として重要であり、そしてその管理方を検討するには、主漁獲対象であるマアナゴについて、保護すべき小型のマアナゴ（銘柄めそあなご）の漁場への加入とその後成長して水揚げ対象となるマアナゴ（銘柄あなご）の分布を考慮しながら、スタウナギの分布や混獲を明らかにする必要がある。

本研究では、この東京湾内湾域を主な操業海域とするあなご筒漁船標本船の漁獲調査日誌表より、使用漁具数とあなごの漁獲量とめそあなごとスタウナギの混獲量を用いて CPUE（筒 1 本あたりの漁獲重量, kg/tube）を求め、その月別の変動と漁区別の集計結果から東京湾あなご筒漁場におけるマアナゴとスタウナギの分布とその季節変化およびマアナゴの加入を検討する。

材料および方法

神奈川県横浜市漁業協同組合柴支所に所属するあなご筒漁船一隻が、1994 年 1 月から 2002 年 12 月までに記帳した標本船漁獲調査日誌（のべ出漁日数 1187 日）を用いた。この標本船漁獲調査日誌表には、操業日や天候を始め、操業の昼夜の区別、漁区番号（東京湾内湾を緯度経度 2 分目目に区切った漁区に付された番号）、水深 (m)、操業に使用した漁具数、操業時間と、銘柄あなごの漁獲量とともに、放流されためそあなご、クロアナゴおよびスタウナギの混獲量 (kg) が記入されている。

これらの混獲量は、船上での選別時に放流、投棄されるか、あるいは港に水揚げした後の出荷時の選別で放流されたものを合計した概算値で記録されている。以後、このめそあなごとスタウナギの混獲量は、あなごの漁獲量と同様に扱うので、漁獲量と呼ぶこととする。また、この日誌には、投入したあなご筒の幹縄の位置を書き込むことができる東京湾内湾の漁区図も付けられている。

あなごとめそあなご、スタウナギそれぞれについて、この標本船漁獲日誌の漁獲量 (kg) と漁具数 (本) から、資源量の指数として CPUE (Catch per unit effort) を 1 漁具あたりの漁獲量 (kg/tube) で求めた。東京湾におけるあなご筒漁業では、約 400 本もの筒を延縄式に約 30 m 間隔で幹縄に取り付ける。このために、一連の筒が複数の漁区に渡って入れられる。本研究では、1 日の操業による漁獲量や漁具数を、その日に操業した漁区に均等に配分することで漁区に分けた。このようにして分けた漁獲量を漁具数で割り、この値を日別漁区別 CPUE とする。漁獲量と CPUE の変動の検討には、1994 年から 2002 年までの月ごとに集計した漁獲量と、日別 CPUE の月平均値を用いる。また、東京湾内湾域のできる限り広範囲でそれぞれの種類の分布の概要を把握するために、1 隻の 9 年間すべての日別漁区別 CPUE をまとめて月別漁区別の平均値を求めた。また、同時期における同漁協柴支所におけるマアナゴの水揚げ量入手し、年別月別に集計した。

スタウナギの分布に影響を及ぼす環境要因を検討するために、千葉県水産総合研究センター発行の東京湾海況情報 (<http://www.awa.or.jp/home/cbsuishi/04tkjoho/04tkjohoflame.htm>) を元に、東京湾内湾域における底層の水温と塩分について典型的な分布の模式図を作成した。

結 果

あなごとめそあなご、スタウナギの漁獲量と CPUE の変動について 1994 年から 2002 年までの 9 年間で漁獲量が最大であった 1994 年 6 月のあなご漁獲量を 1 とした相対漁獲量とあなごとめそあなご、スタウナギの相対漁獲量を、この標本船が所属する柴支所全体の月別マアナゴ水揚げ量とともに、月別に示した (Fig. 2)。この標本船の相対漁獲量と柴漁港全体の水揚げ量はほぼ直線関係にあり (Fig. 3)、この標本船の漁獲量の変動が、柴支所におけるマアナゴ水揚げ量のそれを代表していることを意味している。あなごの漁獲量は年周期を示し、毎年 2 月頃から急激に増加し始め、6 月に極大を迎えた後に減少して秋には低位となる (Fig. 2)。また、その漁獲量には 12 月前後に小さなピークが認められる。あなごの漁獲量はこのような月別の変動を示しながら、全体として 1997 年以降減少傾向にあり、特に毎年

Fig. 2 Monthly change in landing (kg) of conger eel at Shiba fishing port (top), in relative catch weight of “anago” conger eel of marketable size and “meso-anago” young conger eel of smaller than marketable size, 35 cm total length (middle), and relative catch weight of hagfish (below) by a fishing boat.

Fig. 3 Relationship between monthly landing (kg) of conger eel at Shiba fishing port and monthly value in relative catch weight of “anago”, conger eel of marketable size by the fishing boat.

極大となる6月の漁獲量は2001年において1994年の3分の1以下となっている。これに対して、めそあなごの漁獲量は、毎年11月～2月の間に極大を迎えた後減少して、5月～8月の間に極小となる (Fig. 2)。特に柴

漁港で水抜き孔拡大の方策が実施された直後の1998年と1999年はめそあなごの漁獲量が少なかった。一方、スタウナギの漁獲量は月ごとに大きな変動を示し、1995年の夏季に多かったが、それ以後はときどき漁獲量の多い月があるものの全体として低位にある。また、スタウナギの月別漁獲量が極大となる月は、年によって異なる (Fig. 2)。

あなごのCPUEも漁獲量と同様の年周期を持ち、全体としては1994年以降に漸減傾向にある (Fig. 4)。しかし、1997年以降におけるあなごの漁獲量の減少 (Fig. 2) に比べて、同時期のあなごのCPUEにはそれほど大幅な減少は認められない (Fig. 4)。一方、めそあなごのCPUEもその漁獲量と同様の年周期を示すものの、あなごのそれに比べて年による変動が大きい。めそあなごのCPUEは特に1998年以降の6月～9月に低く、2001年12月と2002年1月に高い (Fig. 4)。スタウナギのCPUEも1995年夏季を中心に高く、その後ときおり高い月があるものの、1998年以降は全体として低い (Fig. 4)。

あなご、めそあなご、スタウナギの漁区別平均CPUEの月変化 各月、それぞれの3魚種がどのように分布しているかをみるために、魚種別に1994年から2002年までの9年分の日別漁区別CPUEから、漁区ご

Fig. 4 Monthly change in catch weight (kg) per one tube of “anago”, conger eel of marketable size, “meso-anago”, young conger eel of smaller than marketable size, 35 cm total length and hagfish.

との平均 CPUE を求めた (Figs. 5-7)。東京湾においてあなご漁業は自由漁業ではあるが、ここで用いた資料は神奈川県のアナゴ漁船のものであるために、東京都や千葉県の海面となる湾奥部、特に北緯 $35^{\circ}32'$ 以北での操業はほとんどない。また、6 月から 9 月頃は、この 9 年間で操業されていない漁区が、特に神奈川県寄りの海域で北緯 $35^{\circ}30'$ より南側まで広がっている。逆に、4～6 月では、観音崎北側での操業がない。これは、漁業者からの聞き取りによれば、本来は中ノ瀬周辺がマアナゴにとって好漁場であるが、夏季には湾奥部より南下してくる貧酸素水塊¹⁴⁻¹⁶⁾を避けて操業場所がやや南に移るのだとしている。

あなごは、操業があった海域（以後、操業海域）のほぼ全域で漁獲されている (Fig. 5)。その平均 CPUE は、1 月には操業海域の南東部、千葉県寄りの木更津西方でやや高く、2 月と 3 月には平均 CPUE が 0.20 (kg/tube) 以上の漁区は見られず、4 月と 5 月に千葉県寄りで平均 CPUE の高い漁区が増加する。6 月には操業海域のうち南側の富津岬北側を除いてほぼ全域で平均 CPUE が高い値を示している。7 月には、平均 CPUE は、富津岬北側で高く、北東部で低くなる。平均 CPUE が 0.20 (kg/tube) 以上の漁区は、8 月～10 月ではほとんど見られなくなる。そして 11 月、12 月、1 月と、操業海域の千葉県寄りから次第に神奈川県寄りに、平均 CPUE の高い漁区が増加してくる。

一方、めそあなごの平均 CPUE は、12 月と 1 月に操業海域の広い範囲で 0.05 (kg/tube) を超える (Fig. 6)。

2 月には操業海域の北東部（海ほたる周辺）と南西部（中ノ瀬の東側と西側）で平均 CPUE の値が低くなり、3 月には逆にこれらの海域で平均 CPUE が高い。4 月、5 月でも、多摩川河口から海ほたると中ノ瀬東側付近で平均 CPUE が高く、中ノ瀬北側と西側となる神奈川県寄りでは平均 CPUE が低い。6 月から 9 月では平均 CPUE は操業海域全域で低い。そして、10 月に千葉県寄りの木更津沖から海ほたるにかけて平均 CPUE の高い漁区がみられ、11 月から 12 月に操業海域内のほぼ全域まで高い平均 CPUE の漁区が広がる。

これに対して、スタウナギの平均 CPUE が 0.03 (kg/tube) を超える漁区は、1 年を通して東京湾内湾域の南西部にあたる中ノ瀬の西側と南側周辺に集中しており、東経 $139^{\circ}50'$ より東側と海ほたるより北側にはみられない (Fig. 7)。スタウナギの平均 CPUE の高い値は、1～6 月に中ノ瀬の西側の漁区に集中していたものが、7 月以降は操業している海域が北緯 $35^{\circ}20'$ より南側まで広がることで、中ノ瀬の西側から南側にも見られるようになり、特に 9 月には観音崎北側の漁区で極端に大きな平均 CPUE (0.56 kg/tube) が認められた。そして 10 月以降は平均 CPUE の高い値は中ノ瀬の西側だけでなく東側へと広がり、12 月には中ノ瀬北側にも広がっている。特に、4, 5, 7 月では東京湾横断自動車道より北東側では平均 CPUE が 0 (kg/tube)、つまりこの 9 年間獲られていない。さらに、このスタウナギが獲られなかった海域は、9～12 月ではやや南西側に広がっているように見える。また、1～4 月に多摩川河口周辺に、

Fig. 5 Spatial distribution of monthly average in catch per unit effort (CPUE) of conger eel.

わずかに分布しているようにみえる。

考 察

マアナゴの漁場加入および水揚げ加入 上述しためそあなご（全長 35 cm 未満のマアナゴ）とあなごの月別漁区別平均 CPUE の変化をまとめると、東京湾内湾域におけるそれぞれの分布とめそあなごの漁場への加入とあなごとして水揚げされる過程は次のようになる。まず、めそあなごの高密度な漁区が 10 月に千葉県側の湾奥に見られ始め、11 月から 1 月にかけて操業海域ほぼ全域に分布するようになる。このめそあなごの高密度域は 2 月から 5 月にかけて徐々に南東へと移り、6～8 月には密度が減少していく。そして、9 月から再び千葉県側から密度がやや増加し始める。一方、あなごの密度は、2 月と 3 月には操業海域全体的に低いが、めそあなごが操業海域全域に広がる 4、5 月頃に千葉県寄りが高く

り、その後 6 月には全域で高くなる。そして、7 月には操業海域の北東部で密度が低下し、その後 10 月まで全域で密度は低くなる。また、11 月、12 月になると、一部富津岬の北側で高密度になっている。

東京湾で漁獲されるマアナゴの全長組成¹³⁾によれば、着底したマアナゴはその年の 8 月に全長 11.5 cm から 22.5 cm となり、9 月以降全長 20 cm 前後で混獲され始め、11 月頃から全長 35 cm を超えたマアナゴが漁獲され始める。したがって、ここでのめそあなごの密度の変化は、春に東京湾へ来遊したマアナゴの葉形仔魚が、河口域や干潟域などに着底し、その後成長に伴い、9 月頃からあなご筒漁場に参加し始め、めそあなごとして漁獲されていることを表わす。また、11 月頃から千葉県寄りの富津岬北側であなごの密度が増加していくのは、一部のめそあなごが全長 35 cm 以上に達して、あなごとして水揚げに参加している過程を意味している。

Fig. 6 Spatial distribution of monthly average in catch per unit effort (CPUE) of young conger eel of smaller than 35 cm total length.

あなごの漁獲量においてめそあなごと同様に12月前後に小さなピークが認められたのは (Fig. 2), めそあなごのうち一部が全長35 cmに達してあなごとして出荷されていることによるものと考えられる。

さらに、めそあなごの漁獲量が極大となる11月～2月の約半年後の4月頃から、めそあなごの密度が全域で減少するとともに (Fig. 6), このめそあなごの漁獲量の減少と入れ替わるようにあなごの漁獲量が6月に極大となる (Fig. 2), これは、マアナゴがめそあなごからあなごに本格的に加入していることを表すものと考えられる。

11月前後におけるめそあなごのCPUEは年によって変動がみられ、翌年の6月頃におけるあなごのCPUEの変動に対応しているようにみえる (Fig. 4)。例えば、めそあなごのCPUEが高い1999年の次の年である

2000年のあなごのCPUEが高い。さらに、1997と1998年末のめそあなごのCPUEはその前年1996年末のCPUEほど高くないが、それぞれ翌年のあなごのCPUEは1997年とほぼ同様に高く維持されていた。清水¹³⁾は、東京湾で漁獲されるマアナゴは、月別の全長組成から、主に0歳と1歳であるとしている。これらのことから、めそあなごのCPUEが高い年の次の年にあなごのCPUEが高くなるのは、それぞれの年級群の強さが漁獲への加入とその後の水揚げにも影響していることを表しているものと思われる。このことから、めそあなごの漁獲量から、その後のあなごの漁獲量を予測することができると考えられる。しかし、この水揚げ加入前のマアナゴであるめそあなごと加入後のあなごのCPUEには、年によって主に利用した漁場や操業形態などが異なったことも影響している可能性があり、今後

Fig. 7 Spatial distribution of monthly average in catch per unit effort (CPUE) of hagfish.

は、一般化線形化モデル GLM などを用いて漁獲量それぞれに対する年, 月, 漁区の影響を評価して,^{17,18)} 予測を検討していくべきだと考えられる。

マアナゴの分布と移動 めそあなごとあなごの密度の変化を合わせて考えると、マアナゴの分布と移動は次のようにまとめられる。3月から4月にかけてマアナゴはレプトケファルスとして東京湾奥部にある河口や干潟に着底するとされる。¹³⁾ 9月になると、成長するにしたがって湾中央部のあなご筒漁場に移動して、小型個体が混獲され始める。この小型個体は、さらに成長して12月から4月にあなご筒漁場全体に分布していく。5月～6月にはあなご筒漁場全体に分布するものの、6月をピークとして全域で密度が低下していく。東京湾内湾での6月以降の密度低下の要因としては、主に漁獲による減少が考えられる。また、東京湾内湾域で水揚げされるマアナゴは主に着底まもない当歳魚と1歳魚である¹³⁾のに

対して、東北海域のような外海でのそれは主に3歳以上であることから,¹⁹⁾ その他の要因として成長に伴う湾外への移動が考えられる。

特に、7月になると、マアナゴも移動して分布が操業海域の南東に偏った (Fig. 5)。これまで、東京湾内の生物が夏季に南下するのは、水温や溶存酸素量と関係があるとされ、多くの研究が行われてきた。^{20,21)} 東北水域ではマアナゴの移動を水温 10℃ 以下の底層水温を避けるためと考えられている。¹⁹⁾ しかし、東京湾内湾域の表層は大気条件の影響を強く受けるため、冬季に 10℃ 以下になる海域もあるが、冬季の底層は、湾内の全体にわたって表層との温度逆転がみられ、表層よりやや暖い。³⁴⁾ 水温の高い夏季における南下であることから水温低下による移動とは考えられない。むしろ、このマアナゴの夏季の移動は、マコガレイ²²⁾ やスズキ²³⁾ など多くの魚種^{15,20)} で同様の移動の原因として報告されている

Fig. 8 Schematic diagram of typical distribution of hagfish and some environmental factors: bottom sediment, temperature (°C), and salinity (psu) of sea bottom in Tokyo Bay.

湾奥からの貧酸素水塊の広がりによるものと考えられる。大阪湾でもこうした貧酸素水塊の外側にマアナゴを漁獲するあなごかご漁船の漁場が形成されることが報告されている。^{24,25)}

スタウナギの分布と移動 東京湾内湾域において、スタウナギは主に観音崎の北側から中ノ瀬周辺（北緯 35°16′～26′，東経 139°40′～48′）に分布し、内湾域の

千葉県寄りや湾奥部で周年を通じてスタウナギがあまり分布していなかった（Fig. 8）。特に 10 月から 4 月までは中ノ瀬の北側や東側にまで高い密度が見られるが、5 月から 9 月にはこれらの海域では密度が減少して、中ノ瀬の南西側から観音崎の北側にかけてのより深い海域に高い密度で分布した（Fig. 7）。このように、東京湾内湾全域に分布するマアナゴに比べて、スタウナギは内

湾域では限定された海域に分布しているといえる。同じメクラウナギ類の *Myxine glutinosa* も、北海の東部海域におけるトロール調査の結果によれば、資源量の多寡に関わらず限られた海域に集中して分布していることが報告されている。²⁶⁾

Martini²⁷⁾は、メクラウナギ類の分布を決める要因として水深、底質、水温、塩分を挙げて検討し、たいいていの種は低い水温でも成長することができ、水深は大きな制限要因ではないのに対して、知られているすべての種が高い塩分を要求して、その分布は塩分に強く制約されると指摘している。東京湾内湾域でスタウナギが分布した海域は、湾外から入り込んでいる海底渓谷を中心とした水深 30 m 以深の比較的深い海域であり、高橋²⁸⁾によればこれらの海域の底質は主に泥地と一部砂地とされる (Fig. 8)。これに対して、小網代湾などでは水深 10 m 程度の浅いところまで生息することが知られることから、²⁹⁾ 水深がこの内湾域にみられた分布を説明する要因ではないと考えられる。また、メクラウナギ類は、泥や泥混じりの砂の底質を好むとされている。²⁷⁾ 相模湾でスタウナギの生息していた海域は、水深 50 m 以深では非常に細かい砂と有機物が混ざっており、湾内の浅い海域は泥地であったと報告されている。^{9,29)} 東京湾内湾域でスタウナギの分布が多くみられた海域の底質は、相模湾と同様に主に泥地と一部砂地であるが、こうした底質の海域はより浅い湾奥部にも存在することから (Fig. 8)、このようなスタウナギの限定的な分布を説明できない。よく知られるようにスタウナギやメクラウナギ類は腐食食性であり、^{27,29)} Shelton³⁰⁾はトロールが投棄したものがメクラウナギ類の餌になっていることを指摘している。東京湾でも、スタウナギが分布した中ノ瀬周辺を中心として、シャコを主対象とした小型底曳網漁業によって投棄が行われ、³¹⁾ これがその周辺にスタウナギを誘集している可能性が考えられる。しかし、内湾域では湾奥部まで湾内を広く小型底曳網が操業していることから、^{22,23)} 東京湾内湾域では、中ノ瀬周辺に限らずこれら小形底曳網漁業からの投棄で餌が十分に供給されていると考えられる。これらのことから、水深や底質のみならず、餌環境も東京湾内湾域におけるスタウナギの限定的な分布を決める大きな要因ではないと考えられる。

スタウナギが分布した中ノ瀬周辺の底層水温は、平年では 20℃ は超えず、夏季の 8 月や 9 月に 20℃ を超える年があるものの、その他の月ではめったに超えることはない。¹⁴⁾ Martini²⁷⁾は 24℃ から 28℃ の間にスタウナギの致死温度がある可能性を述べている。底層がそうした水温に至るのは内湾域の富津岬の南や中ノ瀬の南西の夏季に限られ、それ以外の時期でもスタウナギの分布が限定されていることをうまくは説明できないと考えられる。

内湾域における海水の塩分は、東京湾に流入する 1 級河川である江戸川、中川、荒川、隅田川、多摩川、鶴見川に大きく影響され、特に湾奥部で塩分が低い。^{32,33)} スタウナギが分布しなかった湾奥部の底層の塩分は、夏季に江戸川河口付近で 32 psu 以下になり、その 32 psu の海域が秋季、冬季には旧江戸川河口まで広がり、春季には多摩川河口まで広がって 31 psu より低い海域が江戸川河口で見られる (Fig. 8)。Romer and Parsons³⁴⁾は、メクラウナギ類は体液の塩類成分を調整できず、まわりの海水の組成をそのまま自分の内部環境組成として受け入れる原始的な脊椎動物であると述べている。特に Martini²⁷⁾は、メクラウナギ類の一種 *Myxine glutinosa* の塩分に対する耐性を、塩分 20~25 ppt は致命的であり、また塩分 29~31 ppt では数週間生きるものの餌を食べないのに対して、塩分 32~34 ppt では餌を与えながら飼育可能であるとしている。こうしたことから、浸透圧の調整ができないスタウナギは塩分の低い湾奥部を避けて、外海から高塩分の海水が入り込む中ノ瀬周辺に分布していたと考えられる。

あなご筒におけるスタウナギの混獲が 1~4 月に河川の影響が大きい多摩川河口付近でもみられている (Fig. 7)。これは、日別の漁獲量と漁具数をその日に利用した漁区に均等に振り分けたために、他の漁区で漁獲されたスタウナギの漁獲量の一部がここに振り分けられたものと考えられる。実際にこの周辺で操業する別の漁業者からの聞き取りによれば、多摩川河口やその北側でスタウナギが獲れたことはないとしており、したがってこの海域にはスタウナギは分布しないと考えられる。本研究で用いた漁獲量と漁具数を漁区に配分する方法では、2 分升目の漁区以上に分布を平均化している可能性があり、特に分布の縁辺ではこの影響が顕在化する。今後、分布の精細度を向上させるためには、本資料において漁獲量と漁具数を漁区図に書き込まれた幹縄の長さを用いて配分する方法や、さらに筒漁具の投入位置と漁獲の有無を個別に把握する方法³⁵⁾の導入などを検討する必要がある。

本研究の結果から、東京湾内湾域でもスタウナギの分布は、マアナゴと同様に夏季に南偏し、内湾域のより深い所に移動したように見える。マアナゴについては、前述したように、東京湾北東部の湾奥から広がった貧酸素状態を避けて南下したことが原因と考えられた。一方、メクラウナギ類は酸素要求量が少なく、⁷⁾ 長期間の低酸素状態でも生き残れるように適応しているという報告もある。³⁶⁾ また、神奈川県相模湾^{9,10)}と小網代湾²⁹⁾や島根県沿岸³⁷⁾や隠岐ノ島加茂湾³⁸⁾のいずれでも、スタウナギは季節による分布の移動があり、夏季にスタウナギは湾内の浅い海域から湾外の深い海域へ移動することが報告されている。これらはすべて外洋に面した海域であ

り、閉鎖性の強い東京湾に比べて貧酸素な状態は起き難いと考えられる。小網代湾では、スタウナギは10月から5月まで水深10 m付近で活発に摂食し、6月から10月まで湾内の水温が20°Cを超えると湾外に出てより深い海(50–100 m)に移動し、湾内が21°C以下に下がらないと戻ってこない。²⁹⁾ 東京湾内湾域の中ノ瀬周辺の底層水温は、前述したように平年では20°Cを超えず、夏季の8月や9月に20°Cを超える年があるものの、他の月ではめったに超えることはない。¹⁴⁾ こうしたことから、必ずしも貧酸素の状態や水温の上昇がなくても、夏季の深い方への移動は起きるものと考えられる。特に、このスタウナギの産卵期は9月頃と推定されており、^{11,37,38)} 成熟した雌は9月から産卵場所である水深100 m以上の海域へ移動していると推測されている。^{9–11,38)} Martini²⁷⁾ も、分布水深が年齢や大きさ、雌雄によって異なる可能性を指摘している。実際に、東京湾内湾域でも9月には観音崎北側の水深80 m以上を含む漁区で大きなCPUE値0.56があった(Fig. 7)。さらに、東京湾内湾域であなご筒によって採集されたスタウナギに、十分に発達した卵を持つ雌はみられていない(原田未発表)。こうしたことも、この東京湾内湾域でのスタウナギもより深いところにある産卵場へ移動している可能性を支持している。

謝 辞

本研究に協力いただいた東京海洋大学海洋科学部の胡夫祥博士、塩出大輔博士および、標本船日誌資料を提供いただいた神奈川県横浜市漁業協同組合柴支所所属第六金亀丸 斉田芳之氏に心より感謝いたします。本稿の査読者には多くの有益な助言をいただき、感謝いたします。本研究の一部は、日本学術振興会の科学研究費補助金基盤研究(A)16208018による。

文 献

- 鎌谷明善. 東京湾とは. 「東京湾—100年の環境返還」(小倉紀雄編) 恒星社厚生閣, 東京, 1993; 11–14.
- 貝塚爽平. 東京湾の生いたち・古東京湾から東京湾へ. 「東京湾の地形・地質と水」(貝塚爽平編) 築地書館, 東京, 1993; 1–19.
- Gorbman A, Kobayashi H, Honma Y, Matsuyama M. The hagfish of Japan. *Fisheries* 1990; **15**: 12–18.
- Honma Y. Asian hagfishes and their fisheries biology. In: Jørgensen JM, Lomholt JP, Weber RE, Malte H (eds) *The Biology of Hagfishes*, Chapman & Hall, London, 1998; 45–56.
- Leask KD, Beamish RJ. Review of the fisheries and biology of the Pacific hagfish (*Eptatretus stoutii*) in British Columbia, with recommendations for biological sampling in a developmental fishery. *Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document* 99/205. *Fisheries and Oceans Canada*, Ottawa, 1999; 1–47.
- Benson AJ, Neville CM, McFarlane GA. An update for the British Columbia experimental fishery for Pacific hagfish (*Eptatretus stoutii*). *Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document* 2001/149, Ottawa, 2001; 1–25.
- Lesser PM, Martini FH, Heiser JB. Ecology of the hagfish *Myxine glutinosa* L., in the Gulf of Maine: I. Metabolic rates and energetics. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 1996; **208**: 215–225.
- Martini F, Lesser M, Heiser JB. Ecology of the hagfish *Myxine glutinosa* L., in the Gulf of Maine: II. Potential impact on benthic communities and commercial fisheries. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 1997; **214**: 97–106.
- 小林英司, 市川友行, 鈴木英雄, 関本 実. スタウナギ *Eptatretus burgeri* の季節的移動について. 魚雑 1972; **19**: 191–194.
- Ichikawa T, Kobayashi H, Nozaki M. Seasonal migration of the hagfish, *Eptatretus burgeri*, Girard. *Zool. Sci.* 2000; **17**: 217–223.
- Nozaki M, Ichikawa T, Tsuneki K, Kobayashi H. Seasonal development of gonadal of the hagfish *Eptatretus burgeri*, correlated with their Seasonal migration. *Zool. Sci.* 2000; **17**: 225–232.
- Tokai T, Shimizu T, Nakagawa T, Saita Y. Implementation process of enlarged escape-holes to conger tube fishery in Tokyo Bay. *Fish. Sci.* 2002; **68** supplement I: 467–468.
- 清水詢道. 東京湾のマアナゴ資源について(総説). 神水研研報 2003; **8**: 1–11.
- 山田佳昭. 東京湾内湾における貧酸素水の季節的消長. 神水試研報 1992; **13**: 65–72.
- 小林良則. 東京湾における低酸素水域の分布と小型底びき網の漁獲量の関係. 神水試研報 1993; **14**: 27–39.
- 石井光廣. 東京湾に発生する貧酸素水塊の規模の評価方法について. 千葉水研研報 2003; **2**: 29–37.
- Cheng CH, Kawasaki T, Chiang KP, Ho CH. Estimated distribution and movement of hairtail *Trichiurus lepturus* in the Aru Sea, based on the logbook records of trawlers. *Fish. Sci.* 2001; **67**: 3–13.
- Maunder MN, Punt AE. Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. *Fish. Res.* 2004; **70**: 141–159.
- Katayama S, Ishida T, Shimizu Y, Yamanobe A. Seasonal change in distribution of Conger eel *Conger myriaster* off the Pacific coast south of Tohoku, north-eastern Japan. *Fish. Sci.* 2004; **70**: 1–6.
- 清水 誠. 東京湾の漁業 東京湾—21世紀の環境保全にむけて一. 海洋と生物 1997; **109**: 98–102.
- 風呂田利夫. 東京湾内湾底動物の生き残りや繁栄. 海洋沿岸研究ノート 1991; **28**: 160–169.
- 石井光廣. 東京湾におけるマコガレイの分布・移動. 千葉水試研報 1992; **50**: 31–36.
- 加藤正人, 池上直也. 東京湾の小型底びき網漁業からみたスズキの資源動向と分布. 千葉水研研報 2004; **3**: 17–30.
- 米田佳弘, 吉田 司, 小山善明. レーダー画像解析による大阪湾におけるマアナゴ漁場の変動把握. 水産海洋研究 2003; **67**: 1–8.
- 中村義治, 吉田 司, 有山啓之, 矢持 進, 玉井恭一, 入江隆彦, 小出水規行, 阪上雄康, 小谷野喜二. 大阪湾におけるマアナゴの分布移動特性と生息地適性評価モデル. 海岸工学論文集 2003; **50**: 1151–1155.
- Casimi M, Cardinale M, Hjelm J, Vitale F. Trends in cpue and related changes in spatial distribution of demersal fish

- species in the Kattegat and Skagerrak, eastern North Sea, between 1981 and 2003. *ICES J. Mar. Sci.* 2005; **62**: 671–682.
- 27) Martini FH. The ecology of hagfishes. In: Jørgensen JM, Lomholt JP, Weber RE, Malte H (eds) *The Biology of Hagfishes*, Chapman & Hall, London, 1998; 57–77.
- 28) 高橋秀重. 底質. 「東京湾—100年の環境変遷」(小倉紀雄編) 恒星社厚生閣, 東京, 1993; 50–54.
- 29) Fernholm B. Diurnal variations in behaviour of the hagfish, *Eptatretus burgeri*. *Mar. Biol.* 1974; **27**: 351–356.
- 30) Shelton RGJ. On the feeding of the hagfish *Myxine glutinosa* in the North Sea. *J Mar. Biol. Ass. UK* 1978; **58**: 81–86.
- 31) 大富 潤, 中田尚宏, 清水 誠. 1992. 東京湾の小型底びき網によるシャコの海上投棄量. 日本誌 1992; **58**: 665–670.
- 32) 宮村 忠. 東京湾に入る水. 「東京湾の地形・地質と水」(貝塚爽平編) 築地書館, 東京, 1993; 111–134.
- 33) 宇野木早苗. 東京湾の水と流れ. 「東京湾の地形・地質と水」(貝塚爽平編) 築地書館, 東京, 1993; 135–186.
- 34) Romer AS, Parsons TS. 鰐. 「脊椎動物のからだ〈その比較解剖学〉」(平光司訳) 法政大学出版局, 東京, 1983; 284–293.
- 35) Uchida K, Arai N, Moriya K, Miyamoto Y, Kakihara T, Tokai T. Development of automatic system for monitoring fishing effort in conger-eel tube fishery using radio frequency identification and global positioning system. *Fish. Sci.* 2005; **71**: 990–1000.
- 36) Siedell BD, Beland KF. Lactate dehydrogenases of Atlantic hagfish: Physiological and evolutionary implications of a primitive heart isozyme. *Science* 1980; **207**: 769–770.
- 37) 由木雄一, 石田健次, 安木 茂. 島根県海域におけるスタウナギの生態と漁業実態. 島根水試研報 2003; **11**: 1–6.
- 38) Tsuneki K, O uji M, Saito H. Seasonal migration and gonadal changes in the hagfish *Eptatretus burgeri*. *Jpn. J. Ichthy.* 1983; **29**: 429–440.