

東京湾生物相モニタリング調査-2  
 マアナゴ(*Conger myriaster*)の餌生物の動向について

田島 良博・久保島 康子

Faunistic monitoring survey in Tokyo Bay - 2  
 Change of food organisms for conger eel *Conger myriaster*

Yoshihiro TAJIMA\*・Yasuko KUBOSHIMA\*

はしがき

東京湾では、1960年代から1970年代前半にかけて窒素やリンなどの栄養塩類が増加し、富栄養化の進行とともに発生件数が増加した赤潮によって透明度が低下したが、1980年代以降、栄養塩類などの減少傾向により、水質改善が認められたとされる<sup>1)</sup>。しかし、CODは1980年代後半に低下傾向となったが、1990年代前半からは横ばいとなっている<sup>2)</sup>。また、貧酸素水塊の発生状況は、栄養塩類の減少や透明度の上昇には対応しておらず、横ばいかむしろ拡大している<sup>1,3)</sup>。このように環境の改善が進まない中で、漁業の現場では資源回復の取り組みが行われているが、期待した成果は十分得られておらず、依然シャコ等重要資源の低迷は続いている<sup>4)</sup>。

水産資源の減少要因は、環境面や生物面など多様な要素が関係すると推測される。東京湾では、特に夏季の貧酸素水塊の発達が注目されており、様々な底生生物の生息に影響を与えることが知られている<sup>5)</sup>。底生生物の変動は、すなわち水産資源の餌生物の変動でもある。しかし、東京湾における底生生物相の中・長期的な変動については、水深10m以浅のごく沿岸の事例<sup>6)</sup>がある他は、ほとんど調べられておらず、これらを餌としてとらえ、水産資源の変動と比較した研究は見当たらない。

本研究では、神奈川県水産技術センターが実施した生物相モニタリング調査の結果から、東京内湾の重要資源であるマアナゴの餌となる底生生物の変動を把握し、同種の漁獲変動との関係を検討した。また、水温、

塩分、溶存酸素のデータを用いて、環境と餌生物の変動との関係について検討を行った。

材料と方法

底生生物の採集と種ごとのCPUE

生物相モニタリング調査は、1991年9月以降の毎月1回、調査船うしお及びさがみにより東京湾の5定線(図1、表1)において、ビームの長さ3m、袋網の目合16節の調査用底びき網の2ノット20分間の曳網により底生生物の採集を行った(図2)。曳網時間帯は、概ね10時から14時の間であった。採集したサンプルは、定線別に船上にて10%ホルマリンで固定し、実験室に持ち帰った後、分類群ごとに可能な限り種まで同定し、個体数と重



図1 調査定線の分布

各定線の矢印後端(曳網開始位置)より  
 先端(終了目標位置)方向へ曳網

表1 調査定線の曳網開始位置と平均水深及び終了目標位置

定線番号	曳網開始位置		開始位置の 平均水深 (m)	終了目標位置	
	緯度	経度		緯度	経度
Stn. 1	35° 20.20' N	139° 40.30' E	28	35° 20.70' N	139° 40.20' E
Stn. 2	35° 22.20' N	139° 40.80' E	31	35° 22.90' N	139° 40.70' E
Stn. 3	35° 23.70' N	139° 45.15' E	17	35° 23.20' N	139° 44.80' E
Stn. 4	35° 22.75' N	139° 46.10' E	20	35° 22.20' N	139° 45.90' E
Stn. 5	35° 20.90' N	139° 45.70' E	20	35° 20.20' N	139° 45.30' E

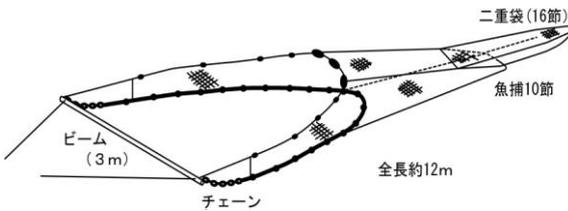


図2 調査用底びき網の概要

量を測定した。本研究では、1992年1月から2011年12月までの20年間のデータを解析に使用した。

採集した底生生物は、種ごとに年別、月別の採集個体数を合計し、その間の曳網回数で除してそれぞれのCPUEを求めた(以下年別CPUE、月別CPUE)。障害物等の影響で曳網時間が20分間に満たなかった場合は、実曳網時間の採集量を20分間に換算した値を用いた。

### マアナゴの餌生物の選定とその変動

マアナゴは生息海域の多産種や普通種を主な餌としていることから<sup>7)</sup>、東京湾においても優占的に出現する底生生物を利用している可能性が高い。そこで、大阪湾における胃内容物調査<sup>7)</sup>を参考に、年別CPUEの全期間を通じた平均値で上位の11種を東京湾におけるマアナゴの餌生物として選出した。

前報<sup>8)</sup>では、東京湾の底生生物相が2000年を境に変化したことを示した。このような境界が選定したマアナゴ餌生物の種組成にも存在することを確認するため、前報に準拠したクラスター分析を行い、各年の餌生物個体数に基づく種組成の類似性を比較した。その結果による境界の前後で年代を区分した。2つの年代における餌生物の季節変動の違いを検討するため、各年代を構成する年ごとに、11種の餌生物の月別CPUEを計算した。これをもとに、2つの年代における種ごとの月別CPUE平均値をさらに上位の分類群に集計するとともに、年代別に季節ごとの11種の構成比を求めた。これら2つの解析の際、単一の種が突出して優占した年は計算から除外した。また、マアナゴ餌生物の種間の年

変動の類似性を検討するためにクラスター分析を行った。計算には平方根変換した種ごとの年別CPUEの値を使用した。計算はEXCEL多変量解析Ver. 6.0(株式会社エスミ)で行い、原データの距離は種間のばらつきが大きいことから基準値のユークリッド距離とし、クラスター間の距離はウォード法とした。

### マアナゴの漁獲動向と加入動向

マアナゴの漁獲動向については、東京湾の代表的な水揚げ港である横浜市漁業協同組合柴支所(以下柴支所)のあなご筒月別水揚げ量を、1985年から2010年の年ごとに集計し、漁獲量の年変化を把握した。また、餌生物の種組成の類似性から区分した2つの年代で、マアナゴの加入動向を比較するため、出荷サイズに満たない小型魚(以下メソアナゴ)の混獲量とその後の資源状態の関係を検討した。前者の指標には、1994年から2011年に実施した柴支所所属のあなご筒漁船の標本船調査の結果から、ある年の前年9~12月の各月ごとに筒100本あたりのメソアナゴ漁獲量を計算し、その間の月平均値を前年メソアナゴCPUEとして用いた。後者は、清水<sup>9)</sup>に従い算出した1995年以降各年のマアナゴ資源量指数とした。この両者の相関関係について各年代間で比較した。

### 環境要因

底生生物の生息に影響する環境要因として、底層の水温、塩分の長期変動を把握するため、1966年4月~2011年12月に実施した東京湾における浅海定線観測の結果から、Stn. 112及びStn. 123(図3)の水深30mの値を使用した。両調査点で月別平均水温(1966年4月から2011年3月の各月平均)を求め、もっとも高い月を高水温期、最も低い月を低水温期とし、水温、塩分それぞれの5年間の移動平均により、高水温期と低水温期の変動傾向を検討した。

また、夏季の東京湾における貧酸素化の傾向を把握するため、1980~2009年度の本県の公共用水域水質調査結果<sup>10,11)</sup>から、東京内湾の11点で6~10月に観測した下層の溶存酸素の観測値(mg/lをml/lに換算<sup>12)</sup>)を使用した(図3)。観測値が2.5ml/l以下となった場合を貧酸素と判断し<sup>12)</sup>、各調査点における全観測回数に対する貧酸素化の割合を1980年代、1990年代、2000年代の各年代で求めた。

なお、本報告では、4~6月を春、7~9月を夏、10~12月を秋、1~3月を冬とした。

結果

餌生物選定とその経年変動

1992年から2011年の年別CPUEの平均値から、上位13種

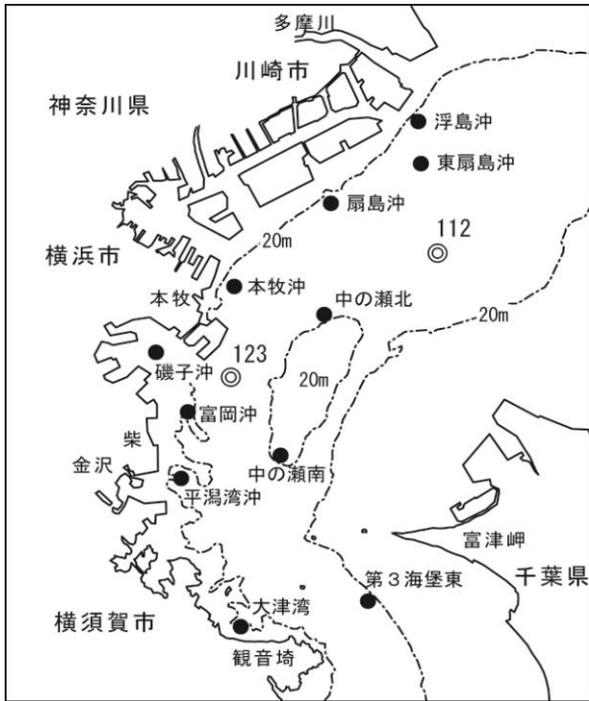


図3 海洋観測等の調査点

◎：浅海定線調査 ●：公共用水域水質調査

までに入るクルマエビ下目1種（サルエビ）、小エビ下目2種（エビジャコ、テナガテッポウエビ）、短尾下目3種（フタホシシガニ、ケブカエンコウガニ、イッカクモガニ）、硬骨魚綱5種（スジハゼ、コモチジャコ、ハタタテヌメリ、ゲンコ、テンジクダイ）の合計11種を東京湾のマアナゴの餌生物として選出した（表2）。ここでは、クルマエビ下目1種と小エビ下目2種をえび類、短尾下目3種をかに類、硬骨魚綱5種を魚類と呼ぶ（表2）。

表2 餌生物11種

分類群	種名	学名	全体順位
えび類	エビジャコ	<i>Crangon affinis</i>	1
	テナガテッポウエビ	<i>Alpheus japonicus</i>	3
	サルエビ	<i>Trachypenaes curvirostris</i>	2
かに類	フタホシシガニ	<i>Charybdis bimaculata</i>	10
	ケブカエンコウガニ	<i>Carcinoplax vestita</i>	11
	イッカクモガニ	<i>Pyromaia tuberculata</i>	8
魚類	スジハゼ	<i>Acentrogobius pflaumi</i>	5
	コモチジャコ	<i>Amblychaeturichthys sciaistius</i>	6
	ハタタテヌメリ	<i>Repomucenus valenciennei</i>	4
	ゲンコ	<i>Cynoglossus interruptus</i>	9
	テンジクダイ	<i>Apogon lineatus</i>	13

11種の年別CPUEの合計値の変化を図4に示す。1992～2001年は概ね200個体/曳網以上、平均588個体/曳網であったが、2002年以降は平均168個体/曳網、最高でも365個体/曳網（2006年）と、餌生物の採集量は減少

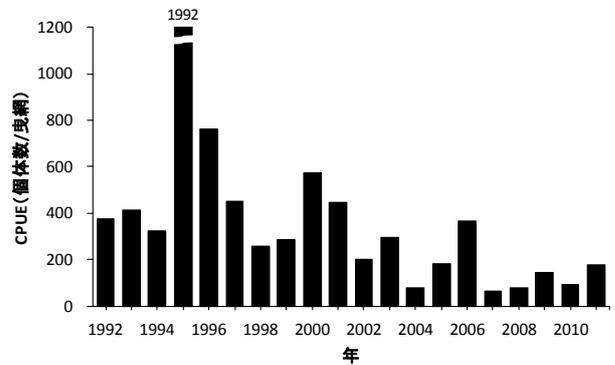


図4 餌生物11種の年別CPUE合計値の推移

した。種ごとの年別CPUEの変化を、えび類、かに類、魚類に分けて図5に示す。エビジャコは1995年に1800個体/曳網を超え、11種の合計値の92%を占めた。その後増減を繰り返しながらも減少傾向が続き、2007年以降は50個体/曳網未満で推移した。テナガテッポウエビとサルエビは、2000年頃にやや増加し、2006年に大きく減少した。しかし、ここ数年では再び増加傾向が認められ、両種は類似した変動傾向を示した。ケブカエンコウガニとフタホシシガニは、いずれも年変動が大きいだが、2003～2005年には0～1個体/曳網まで減少し、その後は数個体/曳網程度で推移した。イッカクモガニは、他のかに類2種同様2003～2004年に1～3個体/曳網まで減少したが、他の2種より早く増加し、全体的には大きく変動しながらも横ばい傾向であった。魚類では、スジハゼ、コモチジャコとハタタテヌメリが類似した傾向を示し、2000年代始めまで横ばい傾向であったが2003年、2004年

に大きく低下した。しかし、ハゼ科の2種はその後も概ね10個体/曳網未満で推移したが、ハタテヌメリは2006年に157個体/曳網と、11種合計の43%を占めた。ゲンコとテンジクダイは、年による増減はあるものの、この20年間概ね横ばいで推移した。

各年の種組成の類似性と種ごとの経年変動の類似性

各年の餌生物の組成に注目したクラスター分析では、各年の種組成は、全体としては2001-2002年を境界として大きな2つのグループに分かれたが、2001年以前では2006年と2011年が例外として含まれた(図6)。

種ごとの変動傾向の類似性に注目したクラスター分析の結果、テナガテッポウエビ、サルエビ、スジハゼ、コモチジャコ、ハタテヌメリで1グループ、かに類3種とゲンコ、テンジクダイで1グループを形成したが、エビジャコはどちらのグループにも属さなかった(図7)。

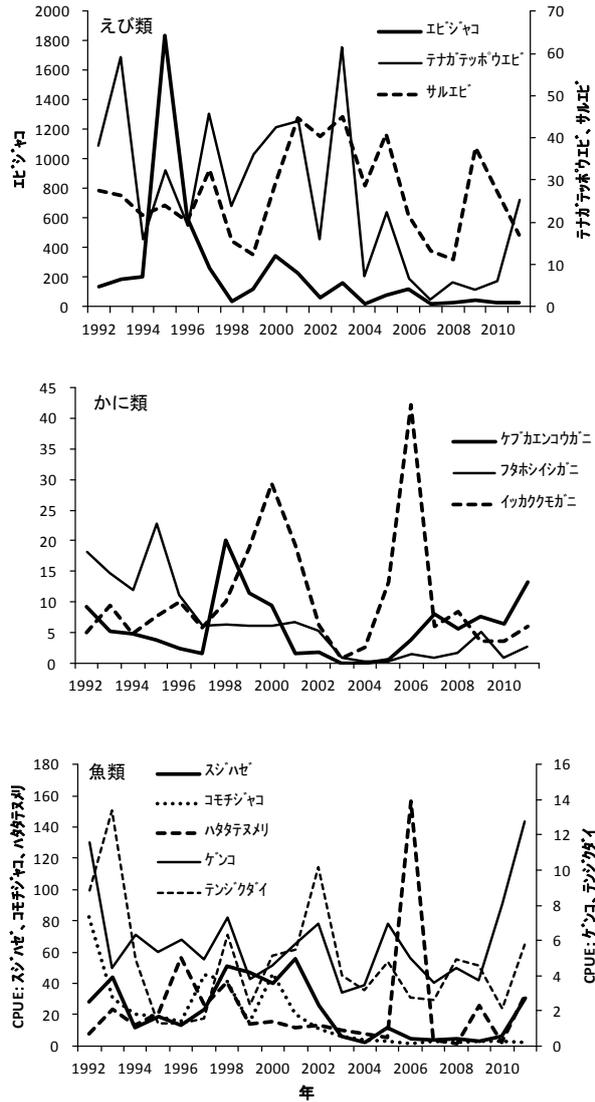


図5 餌生物11種の種別年別CPUEの推移

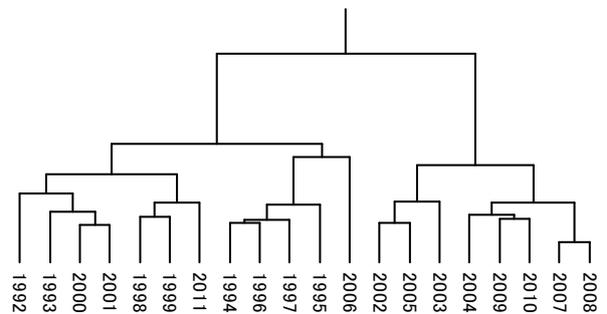


図6 クラスター分析による餌生物の年別種組成の類似性に基づくデンドログラム

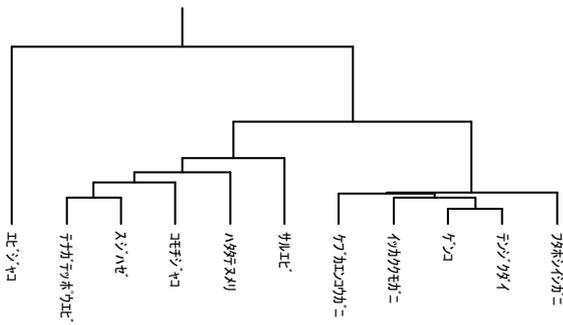


図7 クラスタ分析による餌生物の種別CPUEの経年変動の類似性に基づくデンドログラム

2つの年代における餌生物の季節変動の比較

餌生物の種組成の違いから区分された2つの年代の、分類群別月別CPUEの平均値を図8に示す。前述のようにエビジャコとハタタテヌメリがそれぞれ突出して優占した1995年、2006年は、平均値の計算から除外した。2001年以前のCPUEは、5月がもっとも高く、4～10月までの間は380個体/曳網以上であった。7月まではえび類の比率が80%程度を占めたが、8月以降はえび類が減少し、魚類の割合が増加した。また、えび類については年間を通して50%以上を占めた。2002年以降のCPUEは、最も高い6月で200個体/曳網を超える程度で、2001年以前に比べて季節変動は小さかった。各分類群の構成比は、夏に

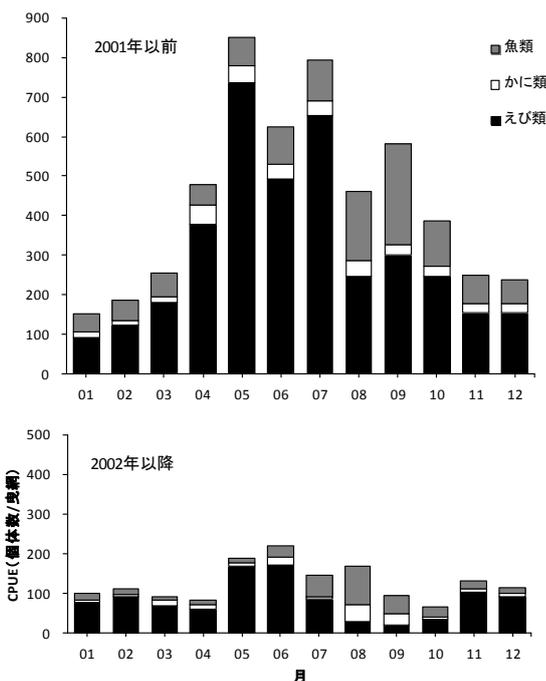


図8 各年代の分類群別月CPUE  
上：2001年以前 下：2002年以降

えび類が低くなり、かに類が高くなったことのほかは、2001年以前と大きな違いは見られなかった。

季節ごとの餌生物11種の構成比を年代別に表3に示す。図8と同様に、1995年と2006年は計算から除外した。2001年以前は、すべての季節でエビジャコの構成比が最も高く、春から夏が60%前後、秋から冬が約40%を占めた。かに類は、どの季節も10%を超えることはなく、秋のイッカクモガニ以外はすべて5%未満であった。魚類では、秋と冬のコモチジャコ、冬のスジハゼが10%以上を占める他はすべて10%未満で、ケンコとテンジクダイは、どの季節も2%以下であった。

2002年以降は、すべての季節でエビジャコの構成比が低下し、50%を超える季節はなかった。サルエビはすべての季節で2001年以前より構成比が高くなり、特に秋は40%以上を占めて、この季節の第1位となった。かに類は、夏のケブカエンコウガニ以外はいずれも5%未満であった。魚類では、夏のハタタテヌメリが20%を超え、この季節で優占した。また、ハゼ科の2種は、夏のスジハゼが2001年以前より高かった他はすべて2001年以前より低下し、秋から冬はいずれも5%未満であった(表3)。

表3 各年代の季節別CPUE構成比 (単位：%)

	春		夏		秋		冬	
	'01以前	'02以降	'01以前	'02以降	'01以前	'02以降	'01以前	'02以降
エビジャコ	68.6	49.5	57.4	17.5	40.6	25.6	40.6	35.8
テナガテッポウエビ	10.6	15.1	6.2	7.3	5.7	2.1	12.6	16.6
サルエビ	3.8	14.8	1.2	5.1	17.0	45.1	11.0	23.9
フサホシカニ	2.2	1.2	1.9	1.6	1.7	1.3	4.9	2.1
ケブカエンコウガニ	1.0	2.9	2.4	9.1	0.9	0.8	0.3	2.4
イッカクモガニ	2.9	3.6	1.6	4.8	5.6	4.5	2.7	4.4
スジハゼ	5.6	5.0	8.9	14.7	7.1	4.2	10.0	4.9
コモチジャコ	1.2	0.7	9.0	3.2	15.9	4.6	10.2	4.3
ハタタテヌメリ	3.4	3.4	8.0	23.3	1.9	1.2	5.0	1.4
ケンコ	0.6	2.3	1.8	7.4	1.7	6.2	1.3	2.4
テンジクダイ	0.2	1.5	1.6	6.2	2.0	4.5	1.3	1.8

'01以前：2001年以前 (1995年を除く1992～2001年)

'02以降：2002年以降 (2006年を除く2002～2011年)

マアナゴの漁獲動向

柴支所所属船のあなご筒によるマアナゴ漁獲量の年変動を図9に示す。1980年代後半から1990年までは40～60トン台で推移した。1991年以降は、1992年の180トンピークに90トンを超える漁獲が続くが、1997年から減少

傾向となり、2003年以降は30～60トン程度で推移した。

標本船調査による前年のメソアナゴCPUEと主漁期のCPUEより求めたマアナゴ資源量指数の関係を図10に示す。全データで見ると両者の相関は低かった ( $R^2=0.028$ ) が、年代区分によりデータを分割すると、2001年以前では高い相関が認められ ( $R^2=0.838$ )、2002年以降では全データ同様相関は低かった ( $R^2=0.023$ )。

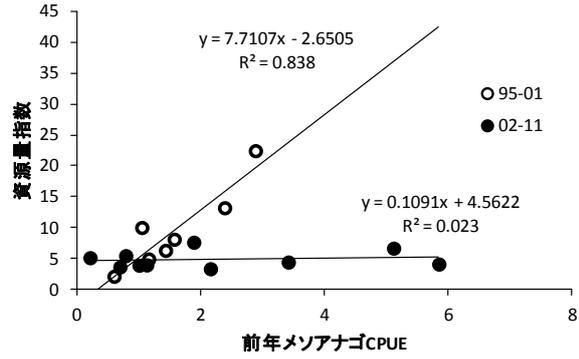


図10 前年のメソアナゴCPUEとマアナゴ資源量指数の関係

○ : 1995～2001年 ● : 2002～2011年

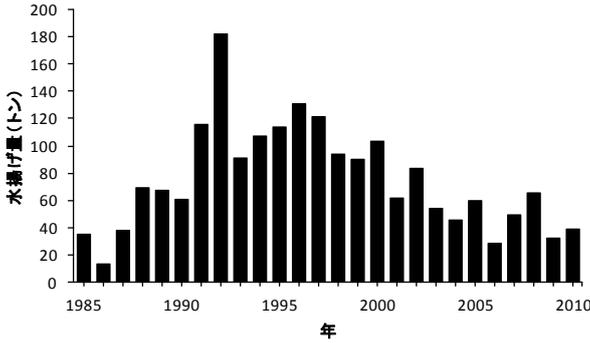


図9 横浜市漁業協同組合柴支所所属船のあなご筒によるマアナゴ漁獲量

高水温期と低水温期の水温、塩分の年変動

浅海定線調査によるStn. 112及びStn. 123の月別平均水温 (1966年4月から2011年3月の各月平均) を図11に示

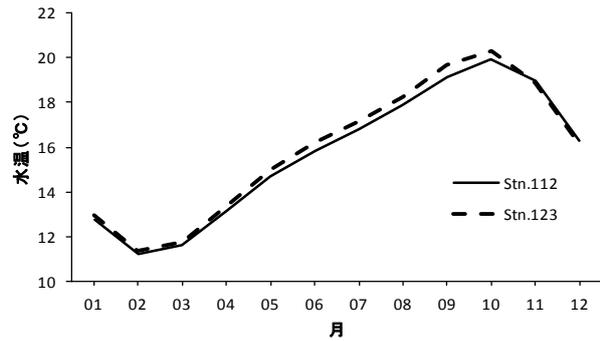


図11 浅海定線調査による月別平均水温 1966～2011年の平均

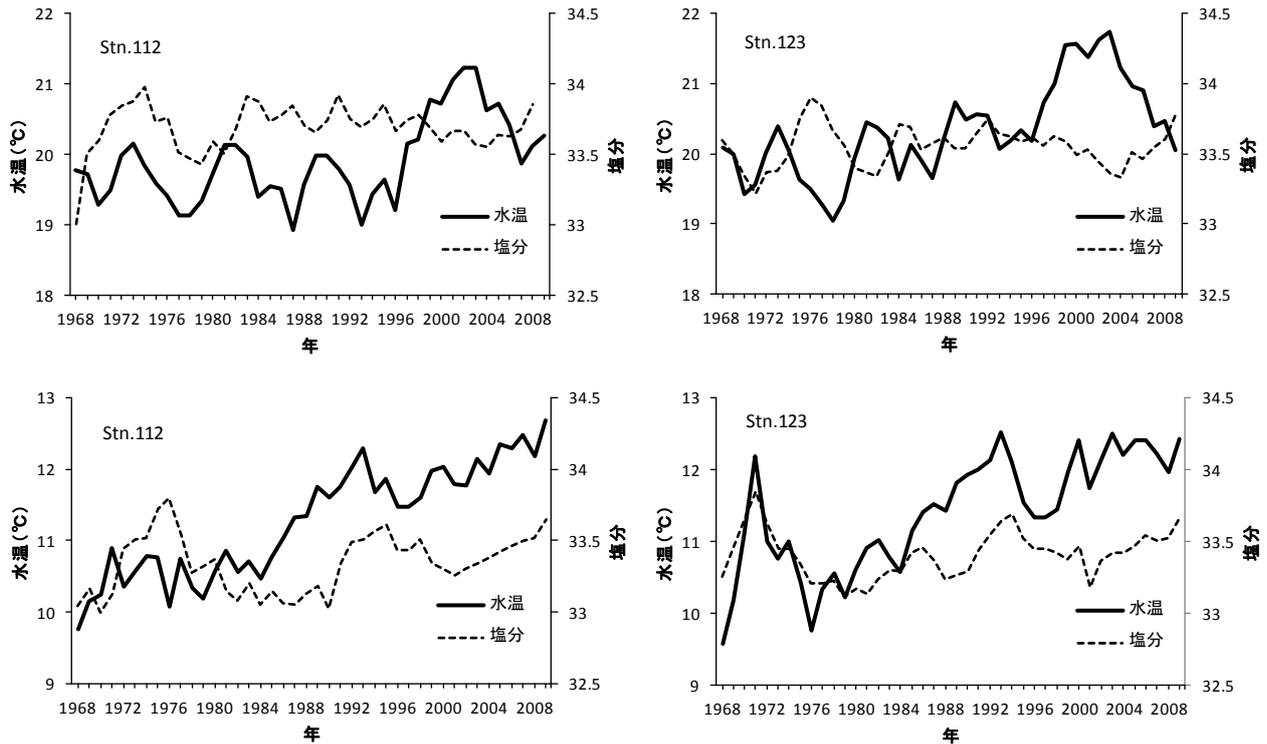


図12 高水温期（上段）と低水温期（下段）の30m層における水温及び塩分の5年移動平均

左：Stn. 112 右：Stn. 123

す。両調査点ともほぼ同じ推移を示し、10月が最高、2月が最低であった。よって、高水温期を10月、低水温期を2月とした。

高水温期の水温は、両調査点とも類似した年変動を示し、1990年代後半から2000年代前半にかけて高くなったが、その後はやや低下し、概ね19～20°C付近で推移した。塩分は、水温の変動に同調せず、33.5～34.0程度で概ね横ばいであった。一方、低水温期の水温は、Stn. 123で1970年代始めに一時的に高かったが、両調査点とも上昇傾向が見られ、1970年代の10°C台から2000年代には12°C台となった。Stn. 112では1980年代終わり頃から、Stn. 123では概ね期間を通じて水温と塩分の変動が同調する傾向が見られた（図12）。

#### 夏季の貧酸素化の状況

図13に、1980年代、1990年代、2000年代の6月から10月の各調査点における貧酸素化の割合を示す。

1980年代は、浮島沖から扇島沖を中心に北部で貧酸素化が見られたが、80%以上の調査点はなく、本牧沖以南の中・南部まで広がるのは8月に限られていた。

1990年代には、6月から本牧沖でも貧酸素化する例が見られ（10%）、8、9月には北部で80%以上、中部で

も20～50%と、1980年代に比べ貧酸素化の割合は高く、範囲は拡大した。

2000年代の8月には、北部を中心に貧酸素化の割合が80%以上となった調査点が5点となった他、9月の富津岬の南側で新たに貧酸素化した点が見られ、1990年代よりもさらに貧酸素化の割合が高くなり、範囲が広がった。また、10月の北部で60～70%の点が見られ、本牧沖でも20～30%の割合で貧酸素化しており、1990年代以前と比べて遅くまで貧酸素の状態が残る傾向が見られた。

#### 考察

##### 餌生物の変動とマアナゴの漁獲動向

本研究においてマアナゴの餌生物に選定した11種の種組成は、2001～2002年を境に変化した（図6）。これらの個体数をベースにした年別CPUEは、2001年以前に比べ2002年以降は約1/3に低下した（図4）。月別に見ると2001年以前に見られた4月から10月の高いCPUEは2002年以降見られなくなった（図8）。これらのことから、両年を境に東京湾のマアナゴの餌料環境が変化し、特に春から夏にかけて顕著に悪化したと考えられる。

マアナゴの漁獲量は、1990年代の100トン前後の水準から、2003年以降の30～60トン程度の水準まで減少した。

この漁獲量の減少は、餌生物の減少時期と概ね一致する  
(図4、9)。標本船調査による前年メソアナゴCPUEと、

主漁期の資源量指数との関係を見ると、2001年以前には  
メソアナゴの量に比例した翌年主漁期の資源量が期待で

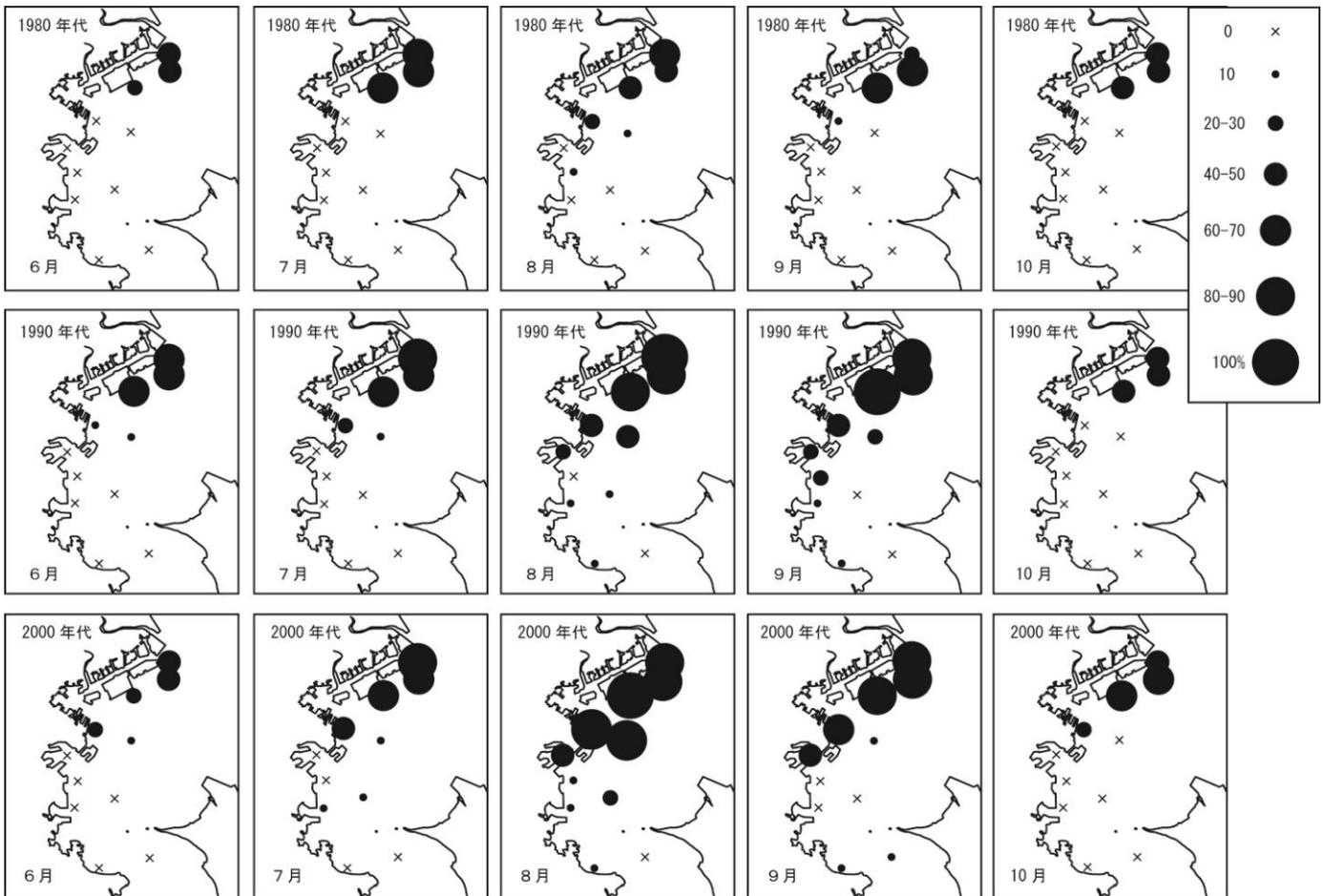


図13 各調査点における貧酸素化の割合

きたが、2002年以降にはこの正の相関が認められなくな  
った(図10)。

### 餌生物の変動をもたらした環境要因について

#### 1. 低水温期と高水温期の底層水温の長期変動が餌生物に 与える影響

定線観測の結果から、低水温期では、1970年代に比べ  
2000年代には水温が2℃前後上昇し、水温と同調した塩  
分の上昇が認められた(図12)。東京湾の水温について  
は、1970年代以降、5～8月は下降傾向、10～3月は上  
昇傾向で<sup>14)</sup>、低水温期の水温上昇は本研究の結果と一致  
する。また、八木ら<sup>15)</sup>は1966～1975年と1993～2003年の  
水温、塩分の10年平均値を比較し、対流期(10～3月)  
における水温の上昇と、それに伴う塩分の上昇を示した。  
両報告とも水温上昇の原因として外洋系水の影響を挙げ

ており、本研究で見られた低水温期の水温上昇は、外洋  
系水の影響であると考えられた。

低水温期の水温上昇が餌生物に与える影響について考  
えてみる。個体数で優先するものの、減少傾向が顕著で  
あったエビジャコは、産卵盛期が12月から翌年6月頃で  
ある<sup>16)</sup>。また、フタホシシガニは産卵盛期が4～10月  
で、2月には卵巣の発達が始まる<sup>17)</sup>。伊勢湾のコモチジ  
ャコは産卵期が3月中旬～4月上旬であり<sup>18)</sup>、東京湾で  
も同時期と考えれば、産卵期は春である。エビジャコと  
同じ小エビ下目で、1月下旬から5月下旬に産卵する静  
岡県美保半島のスジエビでは、成熟開始には水温の下降  
が、産卵開始には水温の上昇が重要な要因である<sup>19)</sup>。ま  
た、春産卵型や春夏産卵型の魚類では、水温の上昇が成  
熟促進に重要である<sup>20)</sup>。これらのことから、近年の東京  
湾に見られた低水温期の水温上昇と水温変動幅の縮小が、

マアナゴの餌生物の成熟や産卵に何らかの影響を与えた可能性が高いと考えられる。

## 2. 貧酸素水塊が餌生物に与える影響

次に夏季の貧酸素水塊の動向を見ると、1990年代、2000年代と年代が進むにつれて、各観測において貧酸素化と判断される割合が上昇し、その範囲の拡大が認められた。2000年代には貧酸素水塊の解消が遅れて、長期化する傾向が見られた(図13)。石井ら<sup>1)</sup>は、湾奥を中心とする千葉県沖のデータから、1990年代以降秋季の水温が上昇しており、その結果成層の解消が遅れ、2000年以降では貧酸素水塊の解消時期も遅れてきていることを示した。このことから、東京内湾の広範囲で貧酸素水塊の発生が長期化していると考えられる。2001-2002年を境に東京湾における生息数が減ったエビジャコは、貧酸素水塊が解消する冬季には分布の中心が内湾北部に移動し、成長が活発な時期や主産卵期も冬季である<sup>10)</sup>。本研究の調査期間中に起きた低水温期の水温上昇、夏季に発生する貧酸素水塊の解消の遅れといった環境の変化が、本種の成長や繁殖に影響を与え、生息数の減少につながった可能性がある。イッカクモガニはライフサイクルが非常に短く、貧酸素水塊の解消後速やかに湾北部で着底が始まる<sup>24)</sup>。本種は生息数の変動は激しいが、2000年代に入っても減少傾向は見られない(図5)。また、ゲンコのように東京内湾での分布の季節移動がほとんどない種もいる。このように貧酸素水塊の影響を受けにくい種がいる一方、多くの底生生物はこれを避けるように、夏季の分布が南に偏ることが知られている<sup>21-23)</sup>。ハタテヌメリは、2002年以降でも年別CPUEが高い年があるが(図5)、夏季の採集量が特に多くなった(表3)。シャコやマコガレイでは、夏季に貧酸素水塊から逃避する魚群が、その前線付近である酸素量2~3ml/lの海域で集中的に漁獲されることが知られている<sup>25)</sup>。本調査の海域は、貧酸素水塊が拡大している2000年代以降も直接的な影響を受けにくい内湾南部であることから、本種も同様に、貧酸素水塊の影響による集中的な分布が2002年以降の突出したCPUEの増加につながったと推測される。一方、ハタテヌメリの産卵期は春から秋と長いですが、東京湾では秋生まれ群のみが貧酸素水塊解消後の湾奥に着底し、個体群を維持している<sup>26-28)</sup>。このことは、貧酸素水塊の解消の遅れが秋生まれ群の着底やその後の生残に影響し、2000年代始めにかけての本種の加入水準の低下につながった可能性を示唆している。このように夏季の貧

酸素水塊を避けるような生態を持ち、これが解消した湾奥の海域が生活史上重要な役割を持つ種にとっては、貧酸素水塊の範囲の拡大と解消の遅れの影響は大きいと推察される。

この他の餌生物では、それぞれ異なる繁殖生態を持つフタホシイシガニとケブカエンコウガニ<sup>17)</sup>も、前出のイッカクモガニとともに2003~2004年頃に年別CPUEが最も低くなり、その後増加している(図5)。さらには採集量の少ない他のかに類でもこの傾向は共通していた(田島ほか未発表)。魚類でも2003~2004年にすべての魚種で年別CPUEの減少が見られ、餌生物全体の年別CPUEが2004年に大きく減少している(図4)。しかし、これらの変化は貧酸素水塊の影響によるものかは明らかでない。

## 今後の課題

これまで述べてきたように、餌生物の種組成とマアナゴの加入機構という質的变化は2001-2002年を境界に起こったが、餌生物とマアナゴ資源の量の減少は若干遅れて起こった。マアナゴ資源の減少は、この餌生物の量的な変化による影響ではないかと考えられる。しかし、本研究からはこの質的变化とそれに遅れて起きた量的変化の理由を説明することはできない。このような生物相の変化を引き起こす環境的变化が何かを明らかにすることが今後の課題である。また、個別の餌生物の環境変動への応答に関する研究や、餌生物の変化がマアナゴ資源に与える影響の解明についても今後の課題である。

本研究の結果から、現在の東京湾では水産資源を支える餌料環境が大幅に悪化したという事実は明らかであり、今後の資源管理方策の検討に与える影響は大きい。生物や環境の現状を評価し、将来を予測するためには、環境と生物の変動を把握することが不可欠であり、今後も各種モニタリング調査が継続して実施される必要がある。

## 摘要

- 1 1992~2011年の生物相モニタリング調査の結果をもとに、餌生物の資源動向について検討を行った。その結果、2001年以前と比べ2002年以降には、平均CPUEで1/3程度まで低下した。
- 2 月別CPUEの低下は春から夏にかけて顕著で、この時期の餌料環境が大きく低下したことが明らかとなった。
- 3 春から夏に主漁期を迎えるマアナゴでは、前年の幼魚と主漁期の資源量指数との間に高い相関が見られた

が、餌生物の減少とともにこの関係が崩れた。

- 4) 海洋観測の結果から、冬季には外洋系水の影響による水温と塩分の上昇が認められた。また、近年貧酸素化する水域が拡大し、解消時期が遅れる傾向が認められた。このような変化は、餌生物の分布のみならず、繁殖や生残に大きな影響を与えていると考えられた。
- 5) 餌生物の種組成の変化は2001-2002年を境界に起こったが、量の減少はそれにやや遅れて起こった。マアナゴ資源の減少は、この量的変化による影響ではないかと推察される。

### 謝 辞

調査船うしお及びさがみの歴代船長、船員の方々には、長年にわたり生物相モニタリング調査の実施にご尽力をいただいた。資源環境部非常勤職員の清水詢道氏は、本調査を立ち上げ、長年調査を実施し、退職後も引き続き調査の現場でご尽力をいただいた。資源環境部清水頭太郎主任研究員、石井洋主任研究員には、浅海定線観測のデータについて、未公表分も含め整理した形で提供いただくとともに、データの解析にあたり有益な助言をいただいた。ここに記して、皆様に感謝申し上げます。

### 引用文献

- 1) 石井光廣・長谷川健一・柿野純(2008)：千葉県データセットから見た東京湾における水質の長期変動，水産海洋研究，**72**(3)，189-199.
- 2) 安藤晴夫・柏木宣久・二宮勝幸・小倉久子・川井利雄(2005)：1980年以降の東京湾の水質汚濁の変遷について—公共用水域水質データによる東京湾水質の長期変動解析—，東京都環境科学研究所年報2005年版，141-150.
- 3) 東京湾海洋環境研究委員会編(2011)：東京湾—人と自然の関わりの再生，恒星社厚生閣，東京，389pp.
- 4) 田島良博(2011)：東京湾におけるシャコ資源の現状と課題，黒潮の資源海洋研究，**12**，47-52.
- 5) 風呂田利夫(1988)：東京湾における貧酸素水の底生・付着動物群集に与える影響について，沿岸海洋研究ノート，**25**(2)，104-113.
- 6) 米山純夫・千野力・竹之内卓夫・村井衛(2009)：東京湾において小型底曳網により1988-99年に採集された魚類とその生息環境，東京都水産海洋研究報告，**3**，13-62.
- 7) 鍋島靖信(2001)：マアナゴの成長と食性，月刊海洋，**33**(8)，544-550.
- 8) 田島良博(2010)：東京湾生物相モニタリング調査—1底生生物相の経年変動，神奈川県水産技術センター研究報告，**4**，21-30.
- 9) 清水詢道(2001)：東京湾のマアナゴ資源について—IV初期資源量の推定，神奈川県水産総合研究所研究報告，**6**，1-5.
- 10) 神奈川県環境科学センター(1980-2006)：神奈川県水質調査年表 昭和55～平成18年度
- 11) 神奈川県環境科学センター(サイトマップ)  
<http://www.k-erc.pref.kanagawa.jp/contents.htm>  
(2012/5/21最終アクセス)
- 12) 柳 哲雄(1989)：シンポジウム「貧酸素水塊」のまとめ，沿岸海洋研究ノート，**26**(2)，141-145.
- 13) 田島良博(2012)：東京湾におけるマアナゴ *Conger myriastern* の生物学的特性，神奈川県水産技術センター研究報告，**5**，55-62.
- 14) 安藤晴夫・柏木宣久・二宮勝幸・小倉久子・山崎正夫(2003)：—速報—東京湾における水温の長期変動傾向について，海の研究，**12**(4)，407-413.
- 15) 八木宏・石田大暁・山口肇・木豪・樋田史郎・石井光廣(2004)：東京湾及び周辺水域の長期水温変動特性，海岸工学論文集，**51**，1236-1240.
- 16) 上田淳史(1997)：東京湾におけるエビジャコ属の資源生物学的研究，東京大学大学院修士学位論文.
- 17) 土井航(2007)：東京湾におけるカニ類の多様性と主要種の成長と繁殖に関する研究，東京海洋大学大学院博士学位論文.
- 18) 鈴木清・木村清志(1979)：伊勢湾における産卵期のコモチジャコ，魚類学雑誌，**26**(2)，203-208.
- 19) 大貫貴清・田中彰・鈴木伸洋・秋山信彦(2008)：静岡県美保半島におけるスジエビ雌の生殖周期，水産増殖，**56**(1)，57-66.
- 20) 清水昭男(2006)：魚類の生殖周期と水温等環境条件との関係，水産総合研究センター研究報告，別冊第4号，1-12.
- 21) 風呂田利夫(1985)：東京湾の底生動物，海洋と生物，**7**(5)，346-352.
- 22) 時村宗春・清水 誠(1998)：東京湾内湾部の底魚群集の変遷と環境変化，月刊海洋，**30**(6)，347-359.
- 23) 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，東京大学大学院博士学位論文.
- 24) 風呂田利夫(1991)：東京湾内湾底生動物の生き残りと

- 繁栄, 沿岸海洋研究ノート, **28**(2), 160-169.
- 25) 小林良則(1993) : 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, 神奈川県水産試験場研究報告, **14**, 27-39.
- 26) 池島 耕(1995) : 東京湾におけるハタタテヌメリの生活史, 東京大学大学院博士学位論文.
- 27) Ikejima K., and Simizu M. (1999) : Disappearance of spring cohort in a population of the dragonet, *Repomucenus valenciennesi*, with spring and autumn spawning peaks in Tokyo Bay, Japan, Ichthyol. Res., **46**(4), 331-339.
- 28) 池島耕・清水誠(1997) : 東京湾におけるハタタテヌメリの分布とその季節変化, 魚類学雑誌, **44**(1), 43-49.