

東京湾におけるマアナゴ *Conger myriaster* の生物学的特性

田島良博・白井一茂

Biological characteristics of conger eel *Conger myriaster* in Tokyo Bay

Yoshihiro TAJIMA*, Kazushige USUI**

はじめに

江戸前アナゴとして知られる東京湾のマアナゴ資源は、主にあなご筒漁業と小型底びき網漁業によって利用されており、本県漁業にとっても重要な資源である。当センターでは1994年以来マアナゴに関する研究が進められてきており、資源管理では小型魚保護のためのあなご筒水抜き穴サイズの検討、生態では葉形仔魚の来遊時期や幼魚の分布・移動など、様々な知見を得てきた¹⁾。しかし、最近の資源について、漁獲物の体長や性比、栄養状態といった基本的な生物情報が不足していると感じたことから、2007年4月より定期的に魚体測定を実施してきた。

また、マアナゴの旬は夏といわれているが、実際に脂質含量等を測定して季節変動を示した例は見あたらない。

本研究では、精密測定結果をもとに生物学的特性について整理するとともに、一般成分の分析による脂質含量の季節変動等についても検討を行ったので報告する。

材料と方法

精密測定及び脂質含量の分析に用いたマアナゴは、横浜市漁業協同組合柴支所所属のあなご筒漁船第六金亀丸により漁獲されたものより入手した。標本収集期間の第六金亀丸の漁場は、横浜市金沢区の沖合から東京湾横断道路付近にかけての東京内湾中部が中心であった。

なお、出荷時には、すのこ状の選別台により小型のアナゴ(メソアナゴ)の選別が行われ、30cm台前半からそれ以下のサイズは多くがここでふるい落とされる。入手した標本はこの選別後のものである。

精密測定用の標本は、2007年4月から2010年2月までの間に原則毎月1回の頻度で収集した。また脂質分析用の検体は、2009年4月から2010年2月までの間、精密測定後の標本より収集した。毎月60尾を上限として全長、体重、性別等を測定した後、胸鰭基部後端より前方の頭部、内臓及び脊椎骨を除去したいわゆる「可食部」の重量(以下可食部重量という)も測定した。

今回報告した期間の測定では、胃内容物重量の測定を

行わなかった。餌を使う漁法であることから、一般的な肥満度を算出するには、胃内の残餌の影響を除く必要がある。そこで、本報告では可食部の重量を用いて肥満度の検討を行った。可食部の重量による肥満度は、一般的な魚体の肥満度と同様に以下の式により計算した。

$$CF=W/TL^3 \times 10^3$$

ただし、

CF: 肥満度

W: 可食部重量

TL: 全長

脂質含量の分析には、2009年4月から2010年2月(2010年3月はサンプル採取できず欠損)までの11ヶ月分を使用し、精密測定用の検体で頭部および内臓部を除去したのちに血液などの汚れを水で洗浄し、-50℃で冷凍保存したものを自然解凍して測定をおこなった。

サンプルは、全長30~35cm、35~40cm、40~45cm、45cm以上の4つの階級に分け、階級ごとに約50gを1検体とした。小型の階級では、魚体サイズに応じて2~5個体を合わせて1検体とし、毎月15検体(4月のみ17検体)を分析に供した。

採肉には、できる限り骨の混入を防ぐため肛門より後方部位の筋肉部を測定部位とし、粘液の水分などの影響を受けないように、表皮および鰭を取り除いた筋肉部のみを試料とした。

1検体から約30gを採肉しフードカッターにてミンチにして測定用試料とした。それを3g秤量してエタノールによるソックスレー抽出法により測定を行った²⁾。

2009年9月までは、全長サイズによる区分を優先して検体を作成したため雌雄混合の検体が多いが、10月以降は極力雌雄いづれかで1検体となるよう配慮した。

なお、本報告での季節区分は、春を4~6月、夏を7~9月、秋を10~12月、冬を1~3月とした。

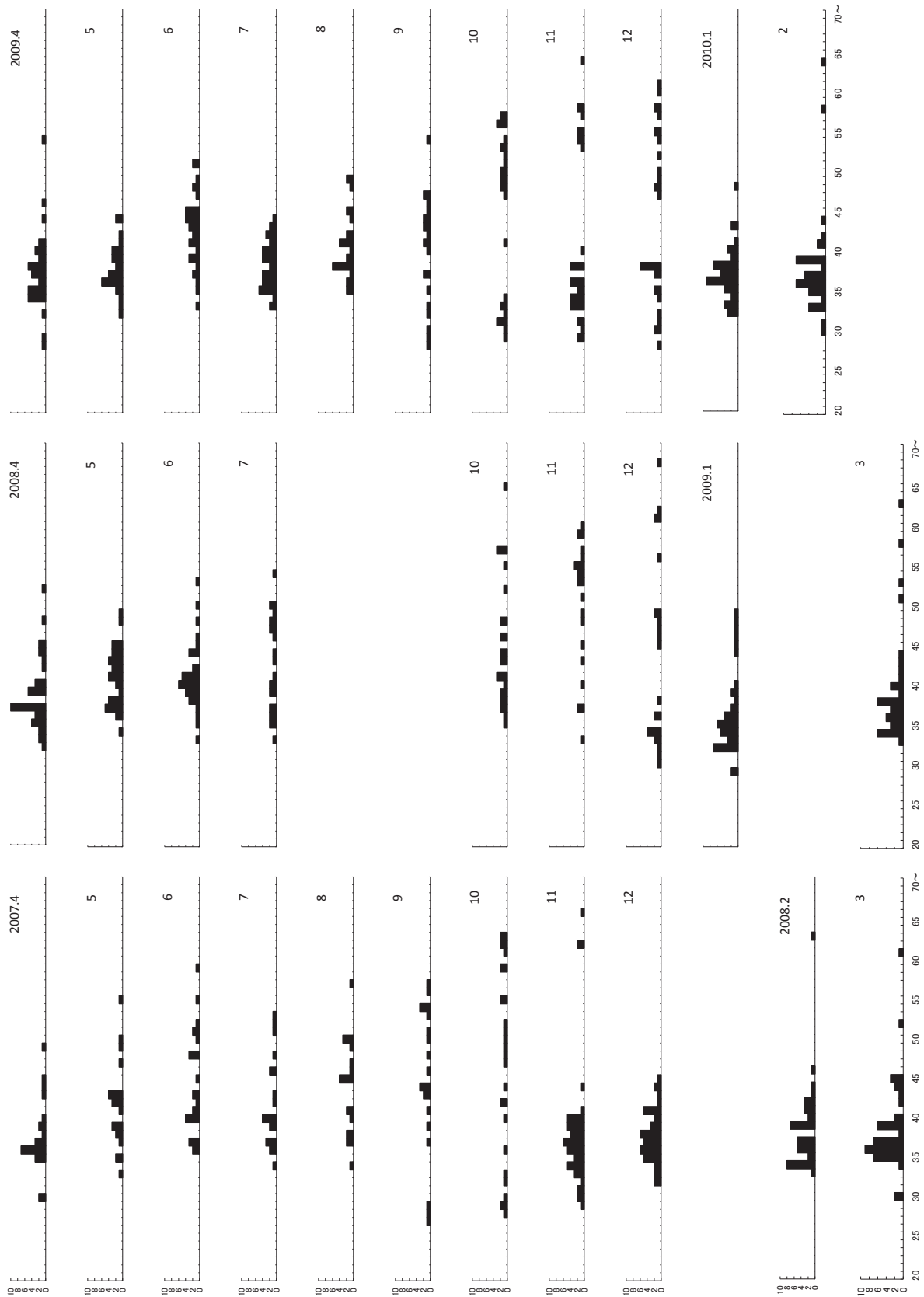


図1-1 体長組成(雌)
(縦軸は個体数)

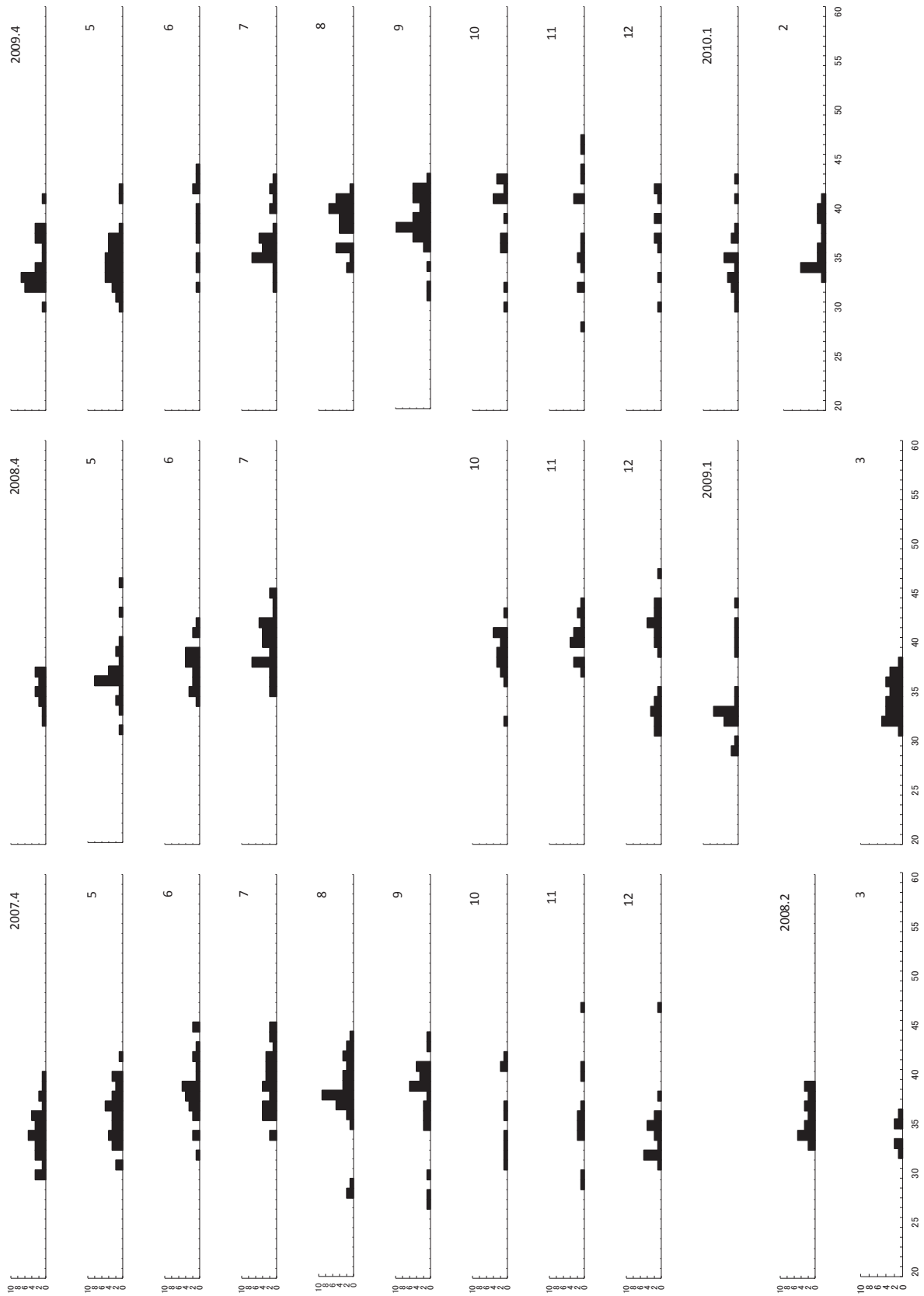


図1-2 体長組成 (雄)
(縦軸は個体数)

結 果

体長組成の推移

月別の体長組成を図1に示した。漁獲される大きさは、雌は60cmを超えるサイズまで出現するが、雄は45cm以上の個体は希で、最高は47cm台であった。

雌は、夏から秋にかけて順次成長して行くが、体長範囲が広いためモードは不明瞭であった。雄は体長範囲のばらつきは小さく、7月までは組成の推移から成長が認められた。しかし、8月以降は組成が大きい方へ推移しなくなった。

雌雄とも4月は概ね全長40cm以下の単峰を示す1群が漁獲の主体で、雌はこれに50cm前後の大型の個体が若干混じっていた。この1群は、概ね9月頃まで単独に漁獲の主体をなしたが、8～9月には30cm付近に新規の加入群が出現した。その後、9～12月にかけて両者が混在するが、雌中心の大型群の残存状況は年によって異なり、2007年は11月にはほとんど見られなくなった。一方2008、2009年は12月にも大型群の残存が明瞭に認められた。年間の体長組成の推移から、前年春に葉形仔魚で来遊・着底し（前年着底群）、4～10月の主漁期を

構成する群と、8～9月に出現する当年春に着底した群（当年着底群）の2群が認められた。

性 比

測定実施期間全体を通じての体サイズ別の性比を表1に示した。性比は、全個体数のうち雄の占める個体数の割合で示した。全長30cmから45cmの範囲ではやや雌が多いものの、性比は概ね1対1の0.5付近であった。45cm以上はほとんどが雌で、体長組成で示したとおり50cm以上はすべて雌であった。

体長階級別の性比では、雌雄の成長差や加入、雄の漁場外への逸散等の影響を受けるため、一部の標本により同一年級群内の性比を検討した。対象の標本群は、体長組成の推移から見て前後の年級群の影響を排除できると考えられた4～7月とした（表2）。4～7月は東京湾のアナゴ筒漁の主漁期前半に相当する時期である。2007年漁期ではやや雄が多く、2008年漁期では概ね雌が多かった。2009年漁期は6月に雄が少なかったが、概ね0.5に近かった。

表1 体サイズ別の性比(2007.4～2010.2)

全長範囲(cm)	♂	♀	性比
25～30	9	17	0.35
30～35	167	135	0.55
35～40	308	386	0.44
40～45	163	202	0.45
45～50	12	91	0.12
50～	0	112	0.00

※性比は全体に占める雄の割合

表2 主漁期前半における同一年級群の性比

採集年月	♂	♀	性比
2007.4	27	23	0.54
5	28	21	0.57
6	24	24	0.50
7	30	20	0.60
2008.4	12	37	0.24
5	21	34	0.38
6	19	32	0.37
7	32	23	0.58
2009.4	26	33	0.44
5	32	27	0.54
6	11	32	0.26
7	26	34	0.43

※性比は全体に占める雄の割合

肥満度の季節変動

可食部重量による肥満度の推移を図2に示した。雌雄とも3～4月に上昇し始め、6～7月にピークとなった。7～8月には低下し始め、2～3月頃まで概ね低い値で推移した。肥満度がピークとなる6～7月以降は、雄に比べて雌の肥満度低下が顕著であり、上昇期以外は概ね雌より雄の肥満度が高い傾向が見られた。

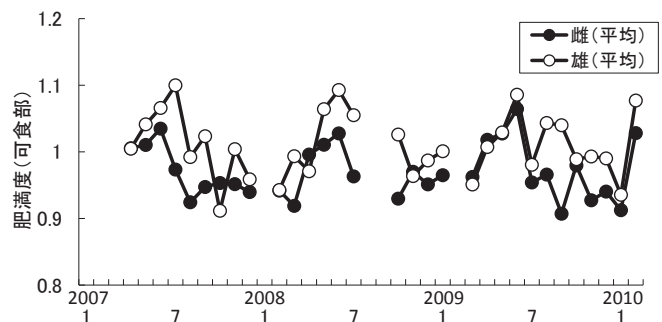


図2 可食部重量による肥満度の推移

雌雄別体長階級別の可食部肥満度の平均を季節毎に表3に示した。雄の45cm以上を除いて、雌雄の各体長階級とも春の肥満度が最も高く、夏から秋にやや低下した後、冬には再び上昇する傾向が見られた。体長階級間で比較すると、各季節とも全長が大きいほど肥満度が高く、特に雄ではその傾向が顕著であった。また、40cm以上の雄ではほぼ周年肥満度が高かった。

雌雄間について見ると、35cm以上の雄は、ほぼ周年雌より肥満度が有意に高かった（t検定、 $p < 0.01$ ：35～40cmの春～秋、40～45cmの周年、45cm以上の秋）。

表3 雌雄別体長階級別の各季節における平均肥満度

季節	♀				♂				標本数(n)	
	~35cm	35~40cm	40~45cm	45cm~	~35cm	35~40cm	40~45cm	45cm~	♀	♂
春	1.00	1.02	1.02	1.04	1.00	1.05 **	1.10 **	1.11	265	202
夏	0.90	0.93	0.95	0.98	0.87	1.01 **	1.09 **	1.21 *	164	215
秋	0.90	0.93	0.92	1.01	0.92	0.96 **	1.03 **	1.14 **	276	134
冬	0.96	0.94	0.94	1.02	0.97	0.98 *	1.08 **	-	237	106
n	152	386	202	202	175	307	163	12	942	657

※表中♂欄の*は雄の肥満度が雌より有意に高いことを示す(**:p<0.01、*:p<0.05)

脂質含量の季節変動

各月の脂質含量の推移を体長階級別に図3に示した。45cm以上では、6月が最も高く約16%に達したが8~9月には10%未満に低下した。10月から11月にかけて上昇し再び高い値を示したが、12月には大きく低下した。40~45cmでは、4~5月の10%弱から6月には一気に15%を超えるまで上昇し、8月にやや低下するものの11月まで高い値で推移した。12月以降は低下するが、他の階級に比べると緩やかに低下した。35~40cmでは、6月の値はより大型の階級に比べて低いが、10月までは概ね横ばいで推移し夏季の低下は認められなかった。しかし、11月に大きく低下して、その後は低い値で推移した。

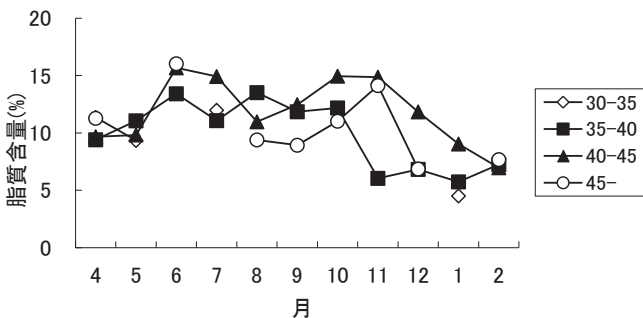


図3 体長階級別月別脂質含量の推移

春の脂質含量の推移は各体長階級とも同様の傾向であるが、夏の脂質含量の低下は魚体が大きいほど顕著となる傾向があった。35cm未満は検体数が少ないため詳細

表4 季節別雌雄別脂質含量 (単位:%)

季節	雌雄別		混合	全体
	雌	雄		
春	11.8	12.8	11.4	11.7
夏	10.1	14.5	11.7	12.0
秋	8.6	14.9	11.7	10.7
冬	5.5	9.4	4.3	6.7

は不明であるが、得られたデータは概ね35~40cmの階級と同程度の値を示した。

季節ごとの平均脂質含量(表4)を見ると、全体平均では春から夏が高く冬が低かった。春から夏の雄のみの検体数が少ないため参考程度であるが(図4)、雌は春から夏が高く、雄は夏から秋が高かった。冬は雌雄とも低かったが、それでも雄は9%以上であった。また、雌雄間では年間を通じて雄の方が高く、そのうち春を除く3季で有意な差が認められた(t検定、p<0.01)。

平均全長と脂質含量の関係

雌雄別の各分析検体の平均全長と脂質含量の関係を季節ごとに図4に示した。なお、検体の平均全長は1検体に含まれる全個体の全長の平均値である。

春から夏にかけては脂質含量が5%を下回る検体はなく、平均的に高い値を示すが、秋から冬は雌の検体で5%を下回る検体が見られた。夏を除き、各季節とも魚体が大きいほど脂質含量が高い傾向は見られたが、同程度の大きさであれば概ね雄の方が高かった。夏は魚体の大きさと脂質含量との間に一定の傾向は認められなかった。

肥満度と脂質含量の関係

可食部による肥満度と脂質含量の関係を、1個体で1検体としたものを抽出して図5に示した。脂質含量は、概ね肥満度が高い個体ほど高い傾向が認められるが、ばらつきも大きかった(R²=0.37)。

考 察

体長組成と性比

東京湾におけるアナゴ筒漁業の主漁期は4~10月で、漁獲の主体となるのは前年春に葉形仔魚で来遊した単一の年級群である¹⁾。体長組成の推移はこの考えを支持し、漁獲の主対象となった年級群は翌年の主漁期にはほとんど漁獲されていない。資源の利用度が高い点¹⁾も大きな

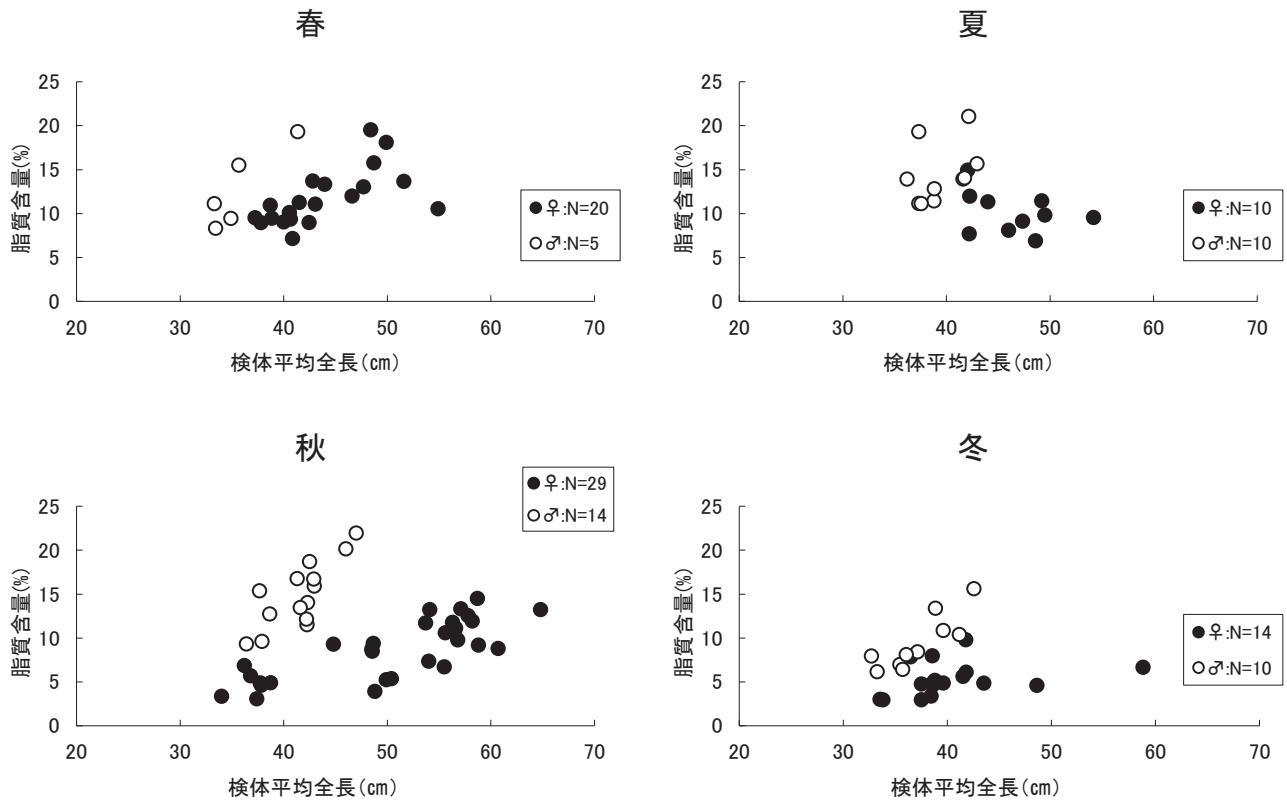


図4 各季節の検体平均全長と脂質含量の関係

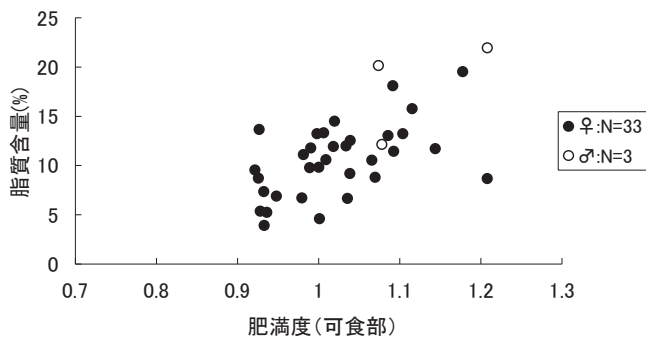


図5 可食部重量による肥満度と脂質含量の関係

理由であるが、体長組成の推移から雌雄で異なる別の理由も明らかとなった。雌の場合は漁期終盤の秋頃には漁獲対象年級群はほとんどが全長50cm以上に成長しており、60cmを超えるものも少なくない。アナゴ筒漁具は、長さが80cmで、両側に漏斗状の返しがついている。このような大型個体は、さらなる成長とともに漁具内に収まらなくなり、漁獲されにくくなると推察される。したがって、同年の冬以降は、資源的に残存していても漁獲

は大きく減ってくると思われる。また、雄の体長組成を見ると8月以降漁獲主体の年級群の山が成長しなくなるように見え、45cm以上の雄はほとんど出現しない。雄は早いものでは生後2年で成熟可能といわれ、雌に先行して繁殖のため漁場外に移動すると考えられている³⁾。したがって、雄の場合は大型個体から順次繁殖準備に向けた回遊のため、漁場外へ逸散していると考えられる。

9月頃になると漁獲物に新規加入群が見られるようになり、11月～翌年1月頃に漁獲の主対象年級群が交代する。以上のことから、東京湾に来遊したマアナゴが漁獲対象となる期間は、ひとつの年級群ではほぼ1年間である。

東京湾におけるマアナゴの性比は、加入初期は概ね1対1であるが、雄が漁場外への逸散を開始する全長40cm台後半になると雌の割合が高くなる。比較のため相模湾で採集されたマアナゴの測定結果を表5に示した。漁法の定置網の場所は小田原地区で、筒・かご網は調査船江の島丸による酒匂川河口沖の調査である。サンプルが大型個体に偏っているため性比の検討には不十分であるが、50cm未満に限って見ると22個体中雄はわずかに2個体であった。

表5 相模湾で採集されたマアナゴの測定結果

年 月 日	漁法	♀		♂	
		全長(cm)	個体数	全長(cm)	個体数
2008/8/12	定置網	33.2~43.2	3 (3)	—	0 (0)
2006/9/20	筒・かご網	38.2~80.8	13 (3)	—	0 (0)
2006/12/12	筒・かご網	31.4~87.4	6 (2)	—	0 (0)
2007/8/28	筒・かご網	57.6~93.2	8 (0)	—	0 (0)
2007/11/20	筒・かご網	69.0~94.5	9 (0)	—	0 (0)
2008/8/28	筒・かご網	30.5~90.8	28 (6)	33.1	1 (1)
2008/9/30	筒・かご網	56.9~87.8	19 (0)	29.2	1 (1)
2008/11/26	筒・かご網	39.2~69.3	13 (6)	—	0 (0)
合計			99 (20)		2 (2)

※ 個体数の()内は50cm未満の個体数

類似した事例として、福島県北部の松川浦とその外海である常磐海域の関係が報告されている。松川浦の雌雄比は概ね1対1で、採集されたマアナゴのサイズは雌雄とも東京湾とよく似ている^{4,5)}。一方常磐海域では、漁獲サイズは大型個体が多いため雌がほとんどであるが、50cm未満に限っても雄は極めて少ない点で相模湾とよく似ている。また、伊勢湾⁶⁾と渥美半島太平洋側³⁾でもこのような関係が確認されている。このような事例から見ると、内湾的な環境では当初雄も相当の割合を占めるが、雄の成長に伴う漁場外への逸散によって性比の偏りが顕在化する。しかし、外海や外海に面した開放型の湾ではこの限りではなく、当初から雄が少ないようにも見える。そもそも外海的な環境では雄が少ないのか、成長のもっと早い段階で生息域に雌雄差が現れるのかはこれまでのデータでは推測が困難である。葉形仔魚の段階で既に性別が決定していると仮定すると、来遊の時点で性比が偏ることを裏付ける知見は見あたらない。また、初期の成長段階で、外海的環境下に限って雌雄に分布様式の差ができるかと考える理由も今のところ見あたらない。マアナゴの性分化が始まるのは全長17cm前後であり⁷⁾、東京湾では7~8月に該当する⁸⁾。この時期の内湾と外海では環境要素や餌料条件が大きく異なると推察されることから、生息環境や栄養状態の違いが性分化に与える影響について検討すべきである。

肥満度

一般的に魚類の肥満度や筋肉の脂質含量の季節変動は、餌料生物の増減や生息域の水温等の環境変動、成熟等の影響を受けると考えられる。マアナゴの肥満度(体重による肥満度)については、周防灘では冬から春に高く夏に低い傾向が見られ⁹⁾、大阪湾では湾奥部で冬~夏、湾中部で春~秋、湾口部で春~夏にそれぞれ高くなり、湾奥部の方が湾口部に比べて高い傾向がある¹⁰⁾。

本研究は、可食部のみによる肥満度のため体重による肥満度に比べて変動幅は小さいが、魚体の大きさを問わず春に高い傾向が見られた。この結果は、部分的には周

防灘や大阪湾の例と一致する。また、夏から秋に雌の肥満度が低下するが、周防灘の例では雌雄別の肥満度の推移は示されておらず、平均では雌雄間の肥満度に有意差はなかったことから、この点では周防灘との類似性は不明である。他海域とはやや類似性が低いが、本研究では可食部の肥満度を用いたため、肝臓や生殖腺の変動を含んでいないことが影響しているかもしれない。

夏から秋に見られる魚体の大きさによる肥満度の変動傾向の違いは、雄よりも雌の成長が早く^{9,10)}45cm以上の大型個体がほとんど雌であること、平均的に雄の肥満度が雌に比べて高いことから、体長差よりも雌雄差に起因する影響が大きいと考えられる。

また、冬の平均肥満度が秋よりも高いが、これは2010年2月の肥満度が非常に高いためである(図2)。このときの標本船の操業記録を見ると、1月までの漁場とは異なる場所で操業していた(田島未発表)。他の年の冬の推移とは明らかに異なることから、2010年の2月の値は特異なものと考えられる。漁場移動によりコンディションの異なる魚群を漁獲した可能性はあるが、それを明らかにするデータは得られていない。漁場によって異なるコンディションの魚群が分布している可能性が否定できないため、今後、測定標本の代表性についても検討する必要がある。

脂質含量

脂質含量は、肥満度の上昇にともなって春期に増加し、体長にかかわらず概ね高い値を示した。東京内湾では、春から夏にかけて餌料生物となる小型のほぞ類やえび類が増加する(田島未発表)。春の肥満度と脂質含量の増加は、この豊富な餌料環境のもとで活発な摂餌が行われているためと考えられる。しかし、夏以降の脂質含量は肥満度以上に性別や体長による変動傾向の差が顕著となる。特に雌の大型個体では、夏に脂質含量の顕著な低下が見られる。体各部に蓄積した脂質は卵形成に伴って卵巣に移行することが知られており¹¹⁾、マアナゴの場合も卵巣の発達に伴って筋肉の脂質が卵巣に移行したと考えられる。飼育下で人工的に催熟していないマアナゴは、雌のGSIのピークが夏で、秋には急速に低下し、卵巣内に退行卵が観察されている⁷⁾。このことから、春に蓄えた脂質が卵形成とともに卵巣に移行したことで、夏の筋肉の脂質含量が低下したものと考えられる。沿岸域では卵の成熟は第二次卵黄球期までで、水温の上昇とともに卵の退行が始まると考えられている⁷⁾。しかし、本研究では生殖腺重量を測定していないため、GSIの低下とともに再び脂質含量が上昇したのかは確認していない。

雄の生殖腺は、測定を実施した期間を通じて未熟な状態で、細い糸状から幅数mm程度のひも状程度であり、雌のような生殖腺の発達による脂質の移行はほとんどないと考えられる。このため主漁期を通して雄の大型個体の

脂質含量の低下は認められないが、同程度の体サイズでも脂質含量のばらつきは大きい。また、秋から冬にかけては、加入初期の小型個体でも平均して雌より雄の脂質含量が高いが、この年級群に特異的なものか平均的なものかはさらにデータを蓄積して検討する必要がある。

一般的にマアナゴは夏が旬といわれるが、肥満度や脂質含量の推移から見てもこのことが裏付けられた。しかし、脂質含量については当初の予測以上に雌雄間の差が大きいように思われた。今後は、個体ごとの脂質含量を測定して雌雄の比較を行う必要があると考えられた。

摘 要

- 1 2007年4月から2009年2月にかけて、東京内湾で漁獲されたマアナゴの精密測定を行い、資源的特性の検討を行った。その結果、漁獲の主対象は単一年級群で、その年級群が漁獲される期間はほぼ1年と考えられた。
- 2 加入初期の性比はほぼ1対1であるが、雄は夏以降漁場外へ逸散している可能性が示唆され、大型個体はほとんどが雌であることが明らかとなった。雄は産卵回遊のため、湾外に逸散したと推察される。
- 3 東京湾のマアナゴの肥満度や脂質含量は、概ね6月頃にピークとなり、平均的には雌より雄の脂質含量が高かった。

謝 辞

横浜市漁業協同組合柴支所所属第六金亀丸の斉田芳之氏、小山新次郎支所長、杉田由和事務長はじめ柴支所職員の皆様には、測定標本や漁獲情報収集に多大なるご協力をいただいた。この場を借りて厚くお礼を申し上げます。

引用文献

- 1) 清水詢道 (2003) : 東京湾のマアナゴ資源について (総説), 神水研研報, 8, 1-11.
- 2) 日本食品化学工学会 新・食品分析法編集委員会編 (1996) : 新・食品分析法, 光琳, 東京, 46-48.
- 3) 岡村明浩・宇藤朋子・張 寰・山田祥朗・堀江則行・三河直美・田中 悟・元信 堯・岡 英夫 (2000) : 渥美半島太平洋岸におけるマアナゴ成熟度の季節変化, 日水誌, 66(3), 412-416.
- 4) 石田敏則・山廻邊昭文・後藤勝彌・片山知史・望岡典隆 (2003) : 常磐海域におけるマアナゴについて, 福島水試研報, 11, 65-79.
- 5) 根本芳春 (2007) : 福島県松川浦におけるマアナゴの性比について, 福島水試研報, 14, 37-40.
- 6) 水野正之・片山知史・黒木洋明・沖 大樹 (2010) : 伊勢湾口部で漁獲されたマアナゴの性比・成熟について, マアナゴ資源と漁業の現状第2号, (独) 水産総合研究センター中央水産研究所浅海増殖部, 102-103.
- 7) 宇藤朋子 (2001) : マアナゴの成熟と産卵, 月刊海洋, 33(8), 551-555.
- 8) 清水詢道 (1996) : 東京湾のマアナゴ資源について - I 漁業の実態と資源管理に関する予察, 神水研研報, 1, 7-13.
- 9) 高井 徹 (1959) : 日本産ウナギ目魚類の形態, 生態および増殖に関する研究, 農水講研報, 8(3), 209-555.
- 10) 鍋島靖信 (2001) : マアナゴの成長と食性, 月刊海洋, 33(8), 544-550.
- 11) 隆島史夫 (1974) : 成熟と脂質代謝, 水産学シリーズ6 魚類の成熟と産卵-その基礎と応用, 恒星社厚生閣, 東京, 76-87.