

# アカナマコの行動様式の季節変化

太刀山 透・篠原 直哉・深川 敦平  
(筑前海研究所)

Seasonal Change of Habitual Behavior in Sea Cucumber

Tooru TACHIYAMA, Naoya SHINOHARA and Atsutoshi FUKAGAWA  
(Chikuzenkai Laboratory)

アカナマコは筑前海磯漁業の重要種であり、特に冬季には単価も高く主要な漁獲物となっている。また、定着性が強く、他の植食性磯動物との餌料競合も少なく、漁場条件に対する適応範囲も広いと考えられている。そのため、種苗放流の要望が強く、栽培漁業化に向けての技術開発が急務となっている。

しかし、アカナマコの天然域の生息生態は不明な点が多く、栽培漁業化を図るうえで、その解明が重要な課題となっている。

マナマコの生息生態の特徴として、低水温期に活発に活動するが、夏季の高水温期には活動が停滞し、夏眠状態になることが知られている。これまで、ナマコの行動様式の季節変化については、アオナマコの夏眠現象に関する崔<sup>1)</sup>の報告があるものの、アカナマコについての研究例はない。

そこで、アカナマコの天然域及び実験水槽における生息状況の季節変化について調査した。

## 方 法

### 1. 天然アカナマコの生息状況調査

崔<sup>1)</sup>はアオナマコの消化管の長さ、重量及び摂餌量の季節的消長から夏眠期を推定している。アカナマコも低水温期に活動が活発になり、高水温期には停滞することが観察され、摂餌量も減退することから、水温と表出状況及び消化管の消長の関連が予測される。

そこで、アカナマコの夏眠を含む一年間の行動様式を把握するため、図1に示した宗像郡大島村山振地先の水深5～8m域で、1995年1月～'96年5月に、表出状況調査と消化管調査を行った。

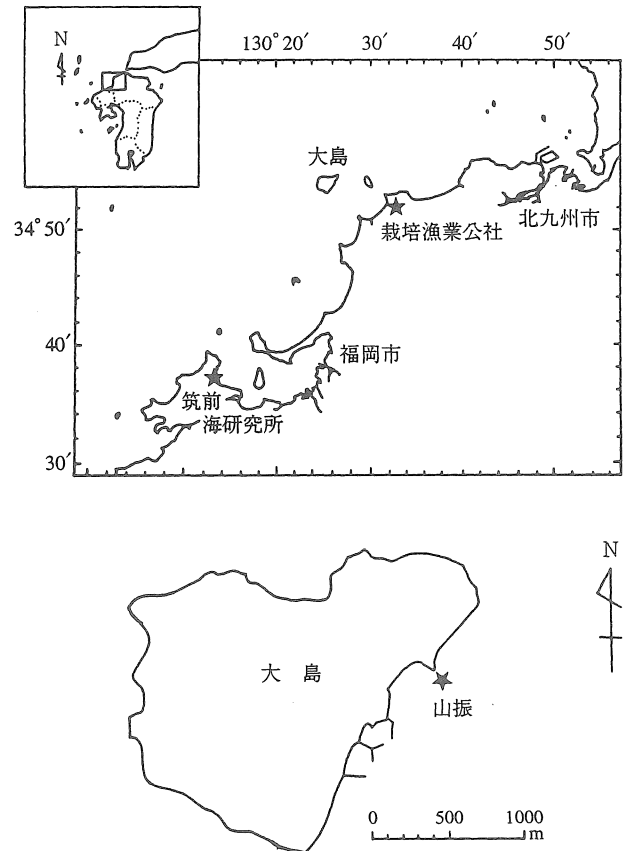


図1 調査地の位置図

### (1) 表出状況調査

調査に用いたアカナマコは、表出個体と隠棲個体を分けてスキューバ潜水により採取したもので、体重を測定するとともに生息域の水温を測定した。

(2) 消化管調査

供試アカナマコには(1)の表出状況調査で採取したもののうち10~20個体を用いた。体重の減少を防ぐために、採取後すみやかに体重を測定し、腹腔内の消化管と内蔵を取り出した後、殻重を測定し、消化管は10%緩衝ホルマリンに固定し、消化管の重量、長さ及び内容物重量を測った。消化管重量は、摂餌内容物及び付着している血管系器官を除去し、ろ紙で水分を吸い取って測定した。消化管の長さは消化管を自然の状態に引き延ばし測定に用いた。

また、消化管重量比と消化管長比を、以下のように殻重に対する割合で求めた。

消化管重量比 (IWK) = 消化管重量 (IW) / 殻重 (MW)

消化管長比 (ILK) = 消化管長 (IL) / 殻重 (MW)

なお、'95年1月19日の調査では表出状況を、12月20日では消化管のみを対象とした。

2. 屋内模擬漁場における生息状況調査

図2に示したように、屋内角型コンクリート水槽(3×3m)に人頭大の岩を積み上げた1.5×1.5mの岩域と砂域及びれき域(テニスボール~こぶし大)からなる模擬漁場水槽を設定した。これに、宗像郡大島地先から採取してきたアカナマコの200gサイズ(体重220.2±61.7g)を20個体、50gサイズ(50.7±6.1g)を17個体及び10g以下(7.3±2.7g)を30個体収容した。また、漁場の環境により近づけるために、アワビ、サザエ、ウニ類(アカウニ、ムラサキウニ、バフンウニ)及びトコブシを収容し、その餌料としてアラメ、ホンダワラ類を岩域に固定し、適宜交換した。

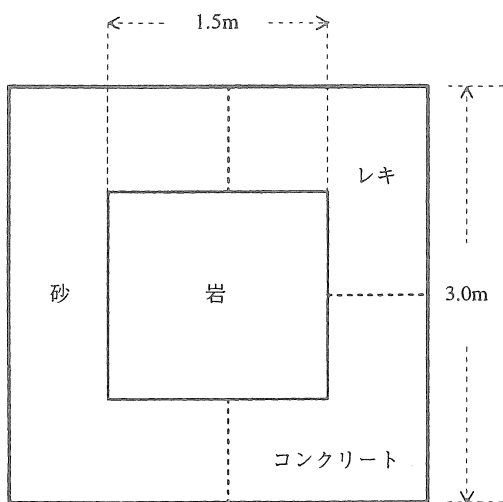


図2 模擬漁場水槽の形状

(1) 水温別生息状況

調査期間は'95年11月6日~'96年3月7日で、アカナマコ、水温別、サイズ別の生息状況をみるために、毎日9時にサイズ別の表出個体数及び水温を記録した。

(2) 時間別生息状況

アカナマコの水温別、時間別の活動状況を知るために、水温18℃から2~3℃変化するごとに12時から翌日の12時まで1~2時間毎に、サイズ別に表出個体数を記録した。

3. 食性調査

(1) 大型サイズ

摂餌物に占める有機物、貝殻及び砂粒の割合を調べるため、大島山振地先で'97年2月20日に採取した体重92.8~218.0gのアカナマコの胃内容物の強熱減量を測定した。

試料としてアカナマコの胃内容物約10gを重量既知のルツボにとり、乾燥器にて60℃で水分を除去した後秤量した。これをマッフル炉で550℃、2時間強熱し、デシケーター中で約1時間放冷し、秤量した。さらに、これをマッフル炉で950℃、2時間強熱し、デシケーター中で1時間放冷し、秤量した。得られた値のうち550℃の強熱減量を有機物量、950℃の強熱減量を貝殻等の有機炭素量、残りを砂粒とした。

さらに、消化管内容物を実体顕微鏡下で検鏡した。

(2) 小型サイズ

小型のナマコの食性を調べるために、1tの角型水槽に砂を敷き、左方にはマメダワラが付着している人頭大の岩(山振地先から持ち帰ったもの)10個程度を2段に積み上げた。右方には海藻類の付着していない岩を同様に積み上げた。水槽設置後、10日間流水とし、岩や底砂に珪藻等を付着させた。'96年2月6日に体長29.2±17.9mmのアカナマコを投入し、約2週間経過した2月19日にその付着部位を調査した。

結 果

(1) 表出状況調査

アカナマコの水温(時期)別表出状況を図3に示した。水温が15.5℃以下であった'95年1~4月は80~100%のアカナマコが表出していたのに対し、20.5~28.0℃('95年6月28日~9月27日)では表出した個体は認められず、全ての個体が転石下に生息しており、夏眠期に入っていると判断された。その後、水温の低下とともに表出個体の割合は増加し、18.0℃('95年11月17日)で24.6%、

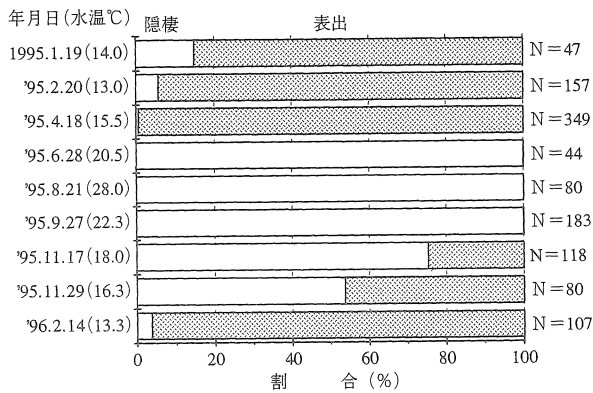


図3 天然アカナマコの水温(時期)別表出状況

16.3℃ ('95年11月29日)で46.3%, 13.3℃ ('96年2月14日)では96.3%となった。

各水温(時期)における体重別の表出状況を図4に示した。表出する個体の割合が高い1~4月に隠棲していたのは、体重が100g以下の小型個体であった。また、水温が18.0℃以下に下降した11月以降では、大型個体から表出し始めたが、小型個体は隠棲している割合が高かった。

#### (2) 消化管調査

アカナマコの殻重と消化管重量の関係を図5に、殻重と消化管長の関係を図6に、さらに、それらの関係式を表1に示した。

殻重と消化管重量及び消化管長の対数の間に、それぞれ傾きを同じくする直線関係が認められた。さらに、それぞれのY切片は、水温が低い程大きい傾向が見られる。

なお、この関係は、消化管重量の場合は水温18℃以下で、消化管長の場合は16℃以下で認められ、それ以上の水温では有意な関係は認められなかった。この要因として、夏眠期の消化管は口部から肛門へ紐状に直線的につながる様態を示し、消化管重量比は0.05に、消化管長比は0.5近辺に収束するためであると判断された。

各水温に対する消化管重量比及び消化管長比の関係を図7に示した。消化管重量比、消化管長比とも水温と逆相関を示し、その関係は以下に示すように負の指数回帰式で表される。

$$\text{消化管重量比 (IWK)} = 0.9977 \times \text{水温 (T)}^{-0.2331}$$

$$\text{消化管長比 (IWL)} = 35.7166 \times \text{水温 (T)}^{-0.1338}$$

## 2. 屋内模擬漁場における生息状況調査

### (1) 水温別生息状況

屋内模擬漁場水槽におけるアカナマコの体重別水温別表出個体の割合を図8に示した。アカナマコの表出個体

の割合は、水温が低いほど高く、特に、降温期では、アカナマコの表出が認められたのは水温20℃以下で、それ以上では全く表出していない。しかし、昇温期では20℃以上でも200gサイズは40~60%が表出し、昇温期と降温期では表出傾向が異なる傾向がみられた。

サイズ別にみると、水温17℃以下の表出個体の割合は、体重10gのアカナマコでは4.7~21.7%, 50gでは19.6~57.0%, 200gでは69.2~95.8%であり、小型個体ほど表出傾向は低く、漁場での表出状況と良く一致した。

### (2) 時間別生息状況

アカナマコの各水温帯における体重別(10g, 50g, 200g)の表出個体の割合をそれぞれ図9, 10, 11に示した。

サイズ別にみると大型個体ほど表出傾向が高い。水温からみると低水温ほど高い表出傾向を示し、なかでも、200gサイズでは16℃以下でその傾向は強まり、10℃では終日ほぼ100%の個体が表出していた。

時間別にみると、表出個体の割合は昼間低く、夜間が高い。さらに、その傾向は小型個体ほど著しい。水温13℃以下の低水温期では、200gサイズのアカナマコは昼夜を問わず表出し、摂餌行動も確認されたが、10gサイズでは表出行動は主に夜間であり、50gサイズはその中間の様態を示した。一方、24℃では昼夜の差は認められなかった。

## 3. 食性調査

### (1) 大型サイズ

胃内容物の構成比は図12に示すように、有機物11.9%, 貝殻12.7%, 砂粒75.4%であった。また、同試料を検鏡した結果、砂粒、海藻類(附着珪藻類, マクサ, アラメ, ホンダワラ類)及び動物(小型巻貝類)等が認められた。

### (2) 小型サイズ

飼育した体長5mmのアカナマコの消化管内容物を顕微鏡で観察した結果、砂はごく一部分にみられただけで、大部分は *Navicula* .sp 等の附着珪藻であった。

## 考 察

天然漁場におけるアカナマコの生息状況は、水温16℃以下では低水温期ほど高い表出傾向を示したが、水温20℃以上ではほとんどの個体が隠棲していた。また、16~20℃の期間は、その中間の様態を示した。同様に、消化管調査からも消化管重量及び長さは、水温に対し負の相関関係を示すことが明らかになった。さらに、このことは、屋内模擬漁場水槽におけるアカナマコの水温別表出

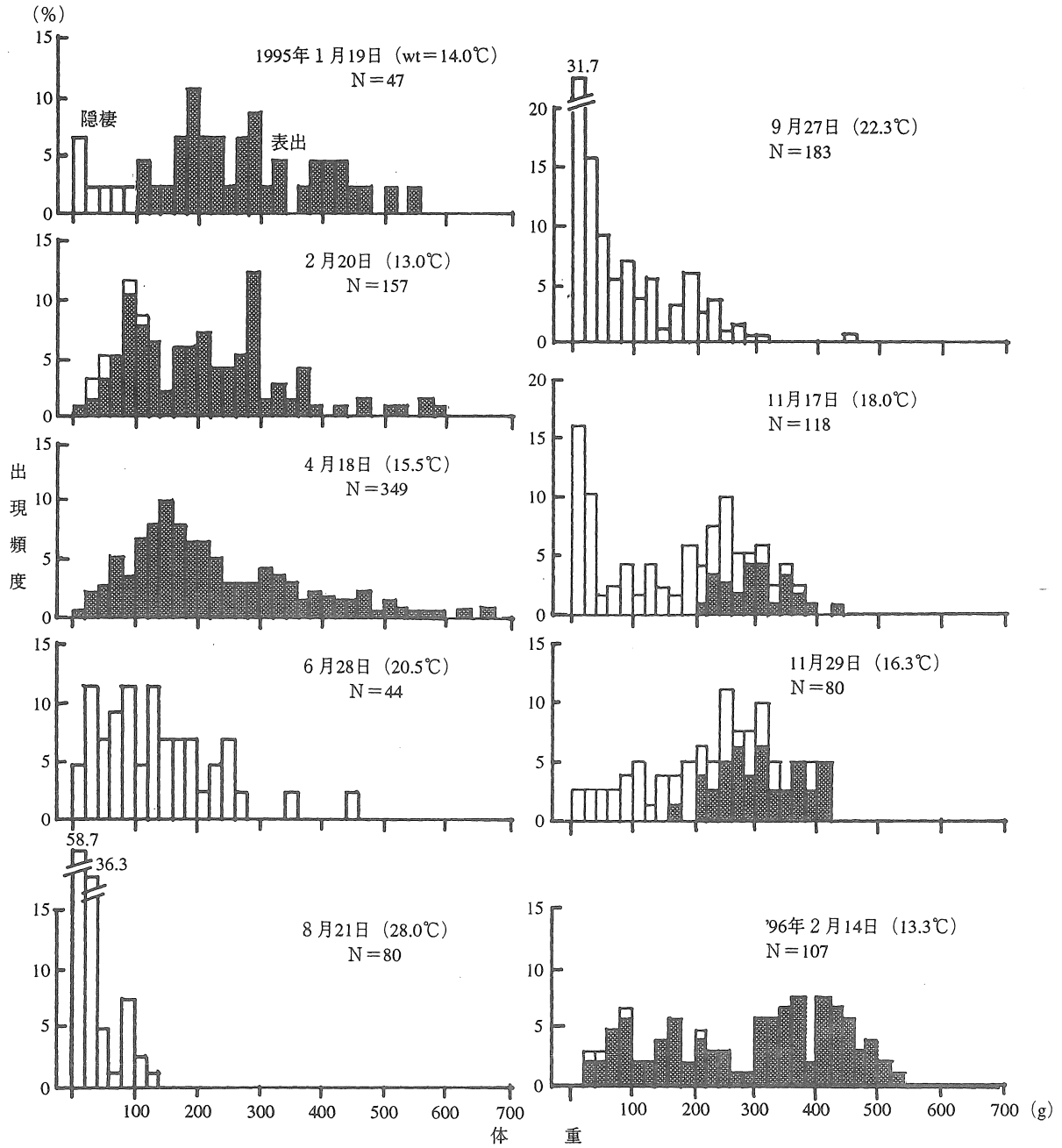


図4 天然アカナマコの各水温(時期)における体重別表出状況 (N: 個体数)

状況からも支持される。

このように、アカナマコの表出状況を指標とした行動様式、さらには、摂餌状況の指標となる消化管の消長は、水温と大きく関係する。

これらの結果から、筑前海におけるアカナマコの水温別の行動様式を整理し、以下に示した。



アカナマコは水温16℃以下では活発に活動し、摂餌する。16~20℃では水温の上昇とともに、活動するアカナマコの割合は低下し、20℃以上で隠棲するとともに、消化管は口部から肛門へ紐状に直線的につながる様態を示

アカナマコの行動様式の季節変化

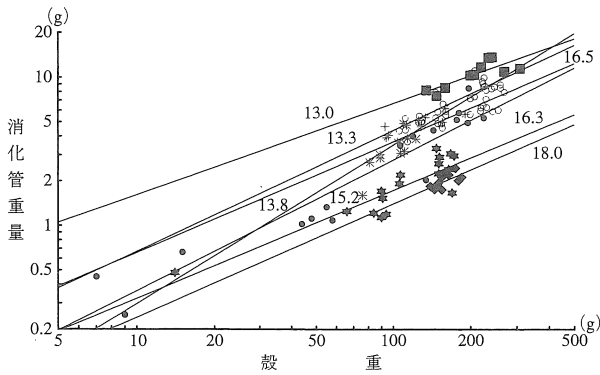


図5 天然アカナマコの殻重と消化管重量の水温別関係

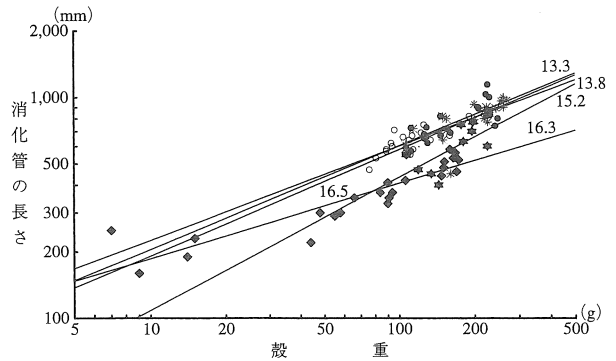


図6 天然アカナマコの殻重と消化管の長さの水温別関係

表1 殻重 (MW) に対する消化管重量 (IW) 及び消化管長 (IL) との関係式

採取年月日	水温 (°C)	関係式	有意水準
1995年2月20日	13.0	$\log IW = 0.617 \log MW - 0.946$	(0.001 < P < 0.005)
'96年8月21日	28.0	有意差なし	( 0.1 < P )
'96年11月18日	18.0	$\log IW = 0.535 \log MW - 2.157$	(0.05 < P < 0.1 )
'96年11月28日	16.3	$\log IW = 0.645 \log MW - 2.402$	( < P < 0.001)
'96年12月20日	15.2	$\log IW = 1.016 \log MW - 3.647$	(0.05 < P < 0.1 )
'97年2月14日	13.3	$\log IW = 0.817 \log MW - 2.287$	( < P < 0.001)
'97年4月25日	13.8	$\log IW = 1.070 \log MW - 3.677$	( < P < 0.001)
'97年5月13日	16.5	$\log IW = 0.749 \log MW - 2.148$	( < P < 0.001)
1995年2月20日	13.0	有意差なし	( 0.1 < P )
'96年8月21日	28.0	有意差なし	( 0.1 < P )
'96年11月18日	18.0	有意差なし	( 0.1 < P )
'96年11月28日	16.3	$\log IL = 0.339 \log MW + 4.456$	( < P < 0.001)
'96年12月20日	15.2	$\log IL = 0.602 \log MW + 3.301$	(0.05 < P < 0.1 )
'97年2月14日	13.3	$\log IL = 0.469 \log MW + 4.245$	( < P < 0.001)
'97年4月25日	13.8	$\log IL = 0.426 \log MW + 4.437$	( < P < 0.001)
'97年5月13日	16.5	$\log IL = 0.481 \log MW + 4.149$	( < P < 0.001)

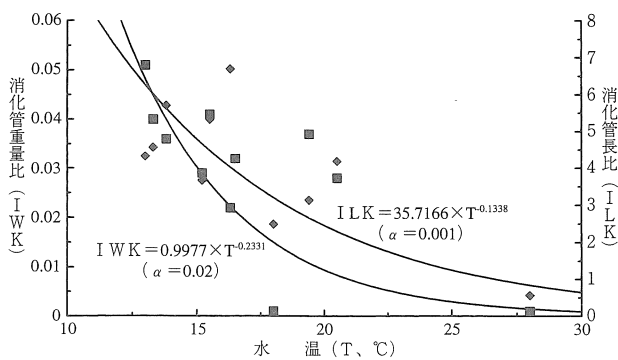


図7 水温と消化管重量比 (IWK) 及び消化管長比 (ILK) の関係

すまで萎縮する、いわゆる夏眠期に入ると考えられる。

このアカナマコの行動様式の季節変動をサイズ別にみると、大型のアカナマコは小型個体に比べ、その傾向は明瞭であるが、小型個体では全般に隠棲傾向が強い。

屋内模擬漁場水槽でみたサイズ別のアカナマコの時間別表出状況では、各サイズを通じて夜間は昼間に比べ、表出個体の割合は高く、アカナマコが夜行性であることが明らかになった。さらに、その傾向は小型サイズで顕著であった。

一方、食性調査でみられたように、体重100g以上のアカナマコの消化管内容物は、砂粒、貝殻及び有機物で構成され、不選択の deposit-feeder であることが伺える。しかしながら、体長30mm (体重1g程度) 以下の

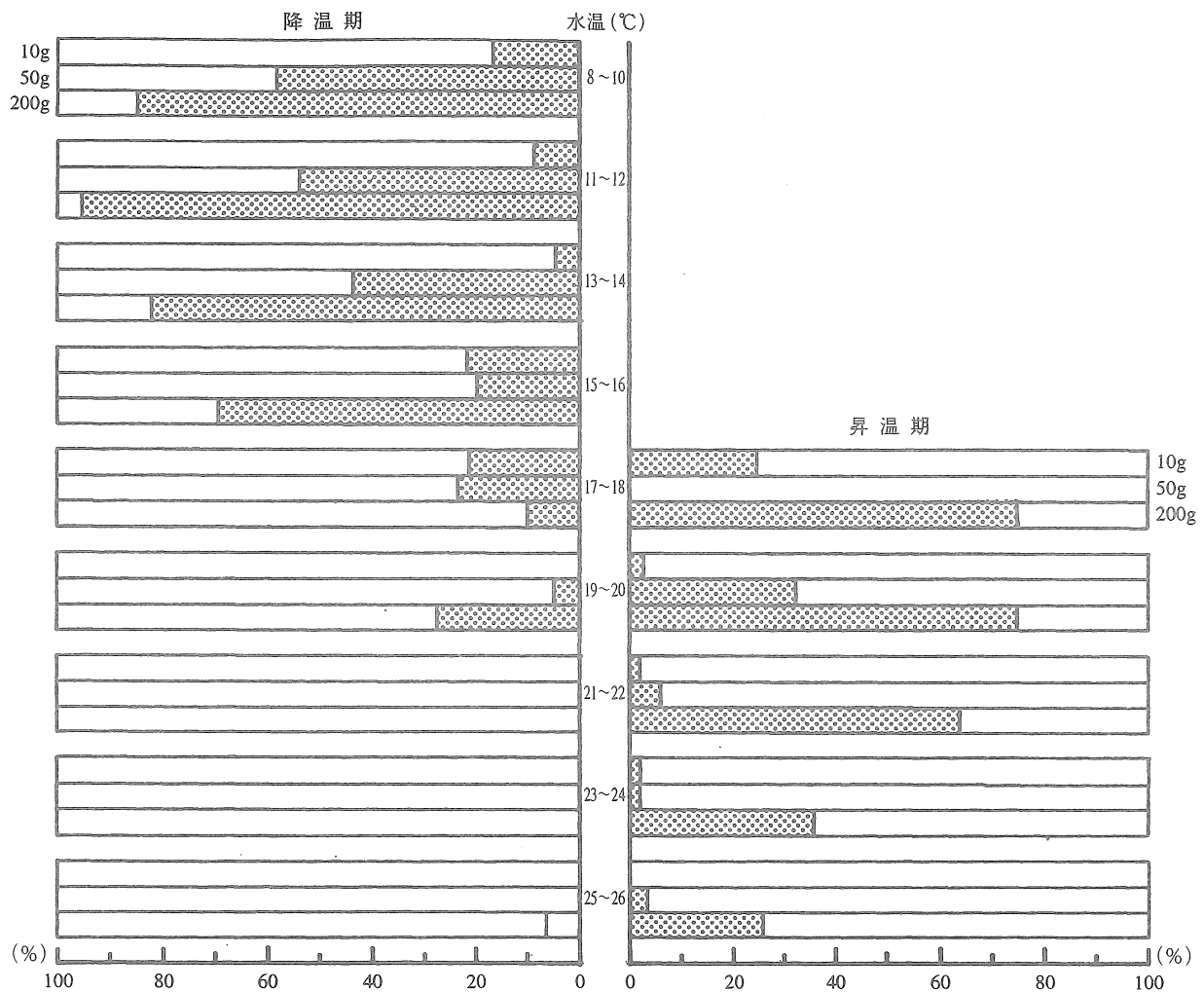


図8 陸上水槽におけるアカナマコの体重別表出個体の割合

稚ナマコの消化管内容物は付着珪藻で占められ、不選択の deposit-feeder であるとは言いがたい。このことから、アカナマコの食性は、成長のある段階において、付着珪藻類から不選択の deposit-feeder へと変化することが推測される。

この食性の変化と、前述した小型個体が大型個体に比べ隠棲傾向が強いことの関連性については、今後の検討課題であるが、アカナマコの小型個体は、波浪等の物理的障害やカニ等の害敵による食害<sup>2)</sup>を軽減するために隠棲し、ある程度の防御能力が備わった段階で、食性や行動様式の変化が生じることは推察される。

今後は、アカナマコの成長段階別の分布状況等を把握することにより、人工種苗の適正放流場所を検討する必要がある。

## 要 約

1) アカナマコの生息状況の季節変化について、天然域

及び実験水槽で調査した。

2) アカナマコの表出個体の割合は水温と負の相関関係がある。

3) アカナマコの消化管の重量及び長さは、水温に対し負の相関関係がある。

4) 筑前海におけるアカナマコの水温別活動状況は、水温16°C以下で活動期、16~20°Cで夏眠移行期、20°C以上で夏眠期と類別できる。

5) その傾向は大きな個体ほど著しく、小型サイズ(10g)では顕著ではない。

6) アカナマコは全般に夜行性を示すが、その傾向は小さな個体ほど著しく、10gサイズでは低水温期でも昼間は隠棲している。

7) アカナマコは成長に伴い食性が付着珪藻から deposit-feeder に移行することが示唆された。

アカナマコの行動様式の季節変化

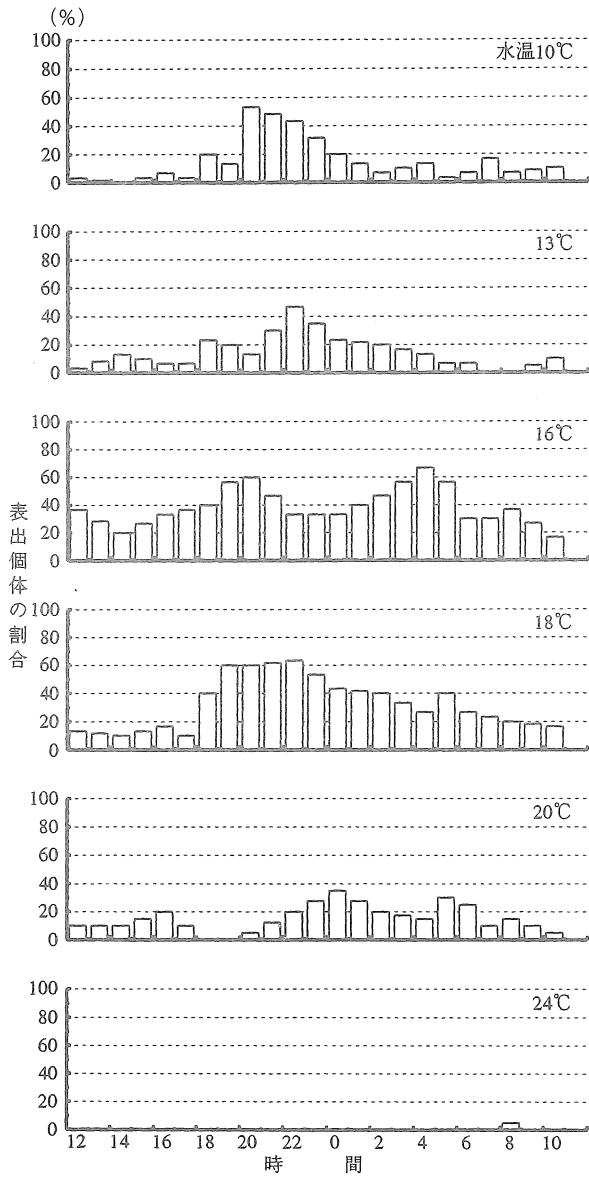


図9 アカナマコ (10g) の水温別・時間別表出個体の割合

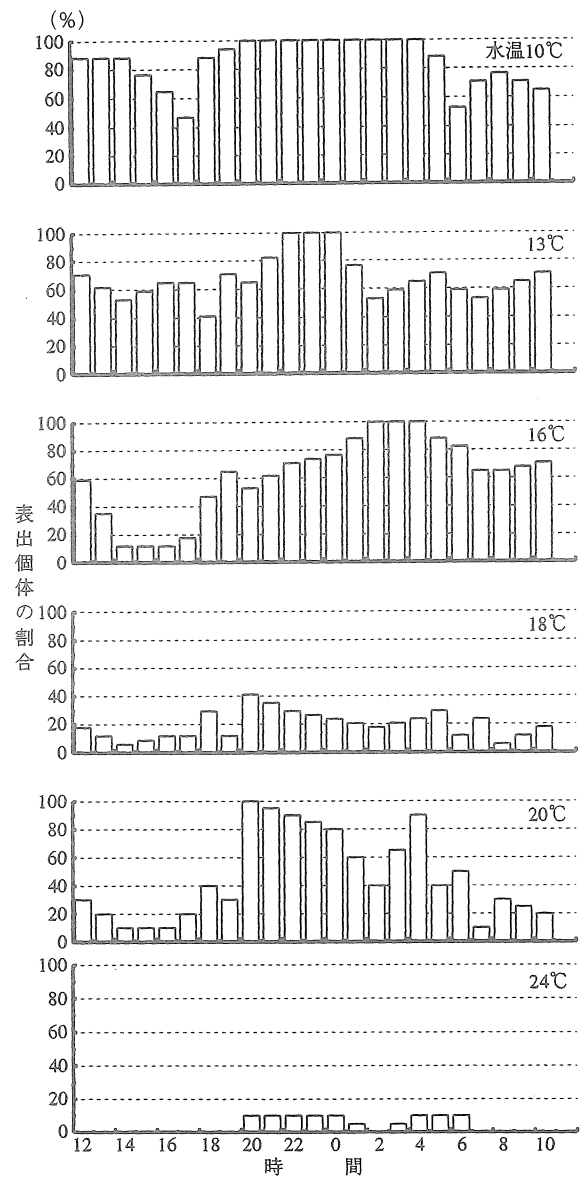


図10 アカナマコ (50g) の水温別・時間別表出個体の割合

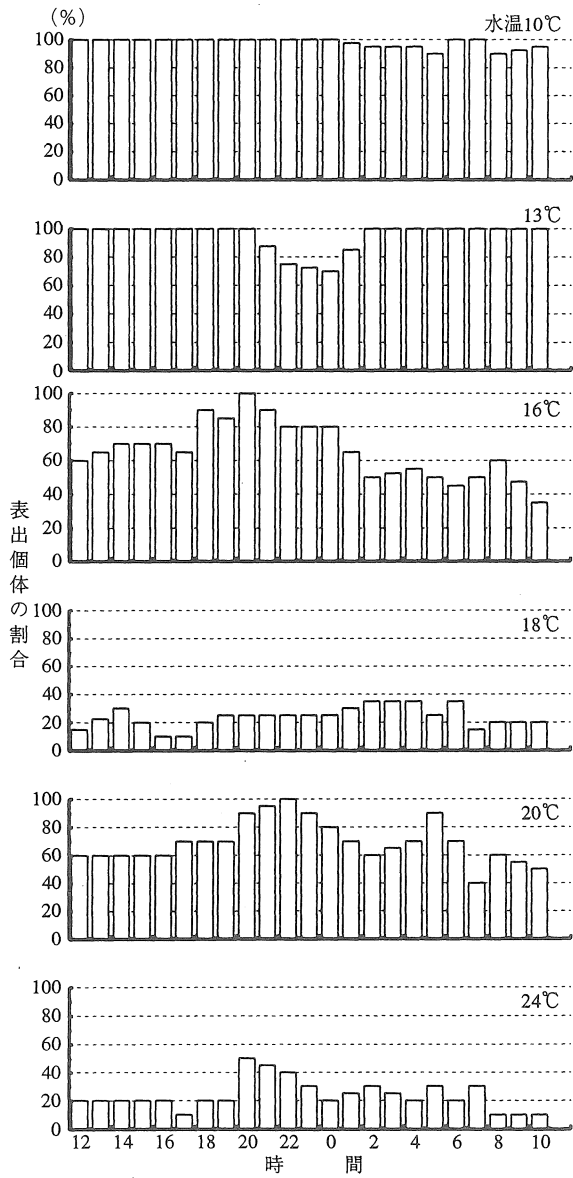


図11 アカナマコ (200 g) の水温別・時間別表出個体の割合

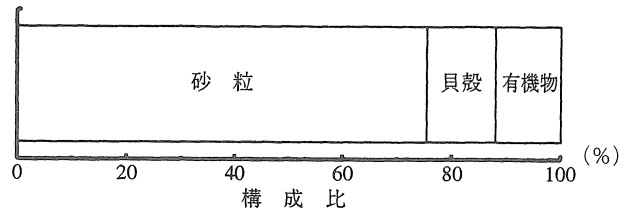


図12 体重100 g 以上の天然アカナマコの胃内容物の構成比

文 献

- 1) 崔相：なまこの研究，海文堂，1963
- 2) 太刀山透・佐々木和之：栽培漁業技術推進事業(2)アカナマコの放流技術開発試験，福岡県水産海洋技術センター事業報告，79-81 (1993)