

## 佐賀県北部沿岸域におけるマナマコの産卵期 (予報)

伊藤 史郎・川原 逸朗・森 勇一郎・江口 泰蔵

マナマコ *Stichopus japonicus* は水産上有用な磯根資源であり、近年、その増殖を目的とした人工種苗の生産や放流事業が試みられようとしている<sup>1)</sup>。マナマコの安定した種苗生産を行うには、第一に大量の卵や精子を得ることが重要である。そのためには、まず天然海域におけるマナマコの産卵期を把握し、種苗生産を行う上で、産卵誘発に対して容易に反応するような、親マナマコの養成技術を確立する必要がある。

そこで、本研究では佐賀県北部沿岸域におけるマナマコの産卵期を明らかにするため、1992年1月から1993年5月にかけて、県内の3か所で定期的にマナマコを採捕し、その生殖巣の量的、質的調査を行った。その結果、本県における天然海域でのマナマコの産卵期が明らかとなったので報告する。

また、マナマコには水産上有用なものとしてアオナマコとアカナマコがあるが、これらは一般に形態や生息域など生態的特性が異なり、前者は内湾性の砂泥域を、後者は外洋性の岩礁域を主な生息場所として分布している<sup>2)</sup>。そこで、アオナマコとアカナマコのそれぞれについて調査を行い比較検討した。

本文に先立ち、組織切片作成及び資料の取りまとめを行うにあたり御教示いただいた長崎大学水産学部教授吉越一馬博士、マナマコの採捕に御協力いただいた神集島及び加部島漁業協同組合の海士漁業者の方々、ならびに、高串漁業協同組合の山下松三氏に厚く御礼を申し上げる。

### 材料及び方法

調査域は図1に示した。アオナマコは内湾性の砂泥域である肥前町高串地先の水深約10mの海域でマナコ桁網漁業で、アカナマコは岩礁域で外洋

に面した唐津市神集島及び呼子町加部島地先の水深約10m以浅の海域で素潜り漁業によってそれぞれ採捕した。なお、アオナマコの採捕を目的として行ったマナコ桁網漁業で、アオナマコに混じり若干のアカナマコが採捕されたので、このアカナマコについても他と同様の調査を行った。

神集島では1992年1月から同年5月、高串及び加部島では1992年2月から1993年5月にかけて毎月1~2回、1回当たり20~30尾を目安に採捕し調査を行った。

各海域での産卵期の把握は、次の2つの方法によって行った。その1つは、採捕したマナマコの生殖巣を取り出し、その重量から崔の方法<sup>2)</sup>に準じて生殖巣指数(生殖巣重量×100/殻重)を求め指標とするものである。なお、殻重は体を切開して生殖巣、消化管、呼吸樹及び体腔水を除去した殻の重量とした。また、生殖巣は顕微鏡観察によって雌雄の判別を行い、雌の個体については生殖巣内の卵母細胞の長径を測定した。測定は、雌の生殖巣をピンセットで軽く絞って海水中に卵母細胞を取り出し、顕微鏡下で接眼マイクロメーターを

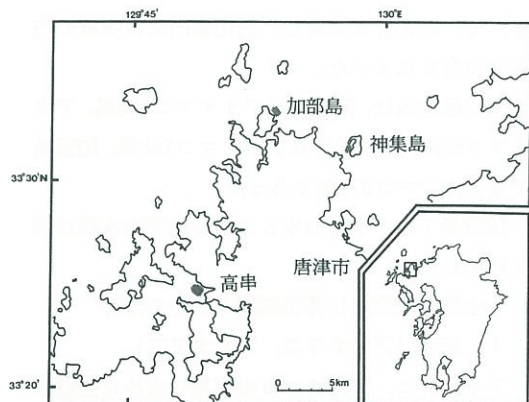


図1 調査海域

使って行い、1尾当り30個ずつ測定した。また、長径約60 $\mu\text{m}$ 以上の卵母細胞では、卵母細胞の表面と濾胞細胞との間にゼリー層が存在し、これは卵母細胞の発達に伴って次第に明瞭となるが、長径の測定はこのゼリー層を含まない卵母細胞のみの部分について行った。

もう1つの方法は、組織学的手法により生殖巣の熟度を判定する方法である。生殖巣指数を求めた生殖巣をブアン氏液で固定した後、パラフィン包埋法により厚さ3~5 $\mu\text{m}$ の組織切片を作成し、ヘマトキシリン・エオシン染色の後、顕微鏡観察により成熟の度合を判定した。

なお、これら生殖巣の調査はアオナマコ、アカナマコともに体重100g以上の個体について行った。体重、殻重は0.1g単位で、生殖巣は0.001g単位で秤量した。

調査期間中の水温は、佐賀県栽培漁業センター地先の午前9時の観測値を用いた。

## 結 果

各調査海域では毎月採捕を試みたが、高串では1992年7月から11月、神集島では1992年8月から10月、加部島では1992年8月から11月に、それぞれ採捕個体を得ることができなかった。なお、神集島での1992年7月の採捕は、通常の地点(水深10m以浅)で採捕できず、沖合の水深約20mの転石の下で採捕することができた。また、これらの個体は神集島地先のものとしては大型(平均477g)で、消化管も発達し、消化管内には多量の内容物が含まれていた。

調査個体数は、高串ではアオナマコ155尾、アカナマコ65尾、神集島ではアカナマコ268尾、加部島ではアカナマコ271尾であった。

1992年1月から1993年5月の旬別平均水温は図2に示した。

### 1. 生殖巣指数及び卵母細胞の長径の推移

#### 1) 高串(アオナマコ、アカナマコ)

アオナマコ、アカナマコの雌雄を含めた生殖巣指数及び卵母細胞の長径の推移を図3に、アオナマコ、アカナマコの観察日毎の生殖巣が観察され

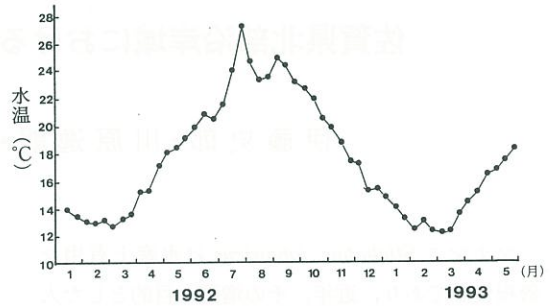


図2 旬別平均水温

た個体の体重と生殖巣指数との関係を図4、5にそれぞれ示した。

アオナマコの生殖巣指数のピークは、1992年は3月下旬から4月中旬、1993年は4月下旬で、若干、年によりピークの時期が異なっていた。1992年、1993年ともに4月中~下旬から5月にかけて減少し、特に1992年では4月16日の $3.5 \pm 7.8$ に比べ、5月9日では0.02と著しく減少した。アカナマコではアオナマコと同様な増減傾向がみられた

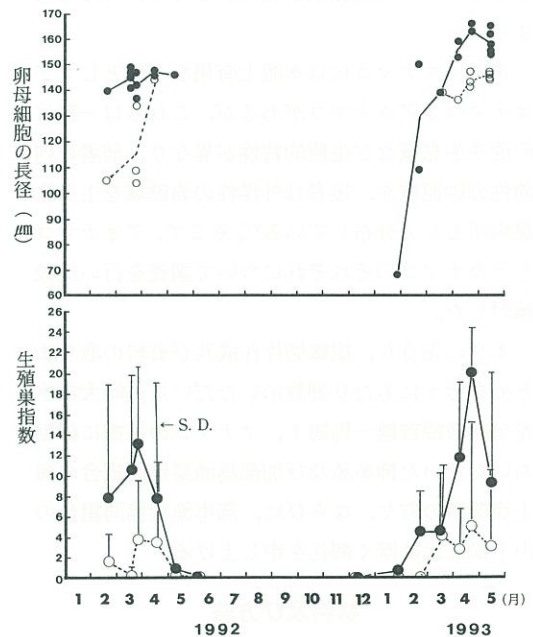


図3 高串産アオ、アカナマコの生殖巣指数及び卵母細胞の長径の推移

○、アオナマコ；●、アカナマコ。

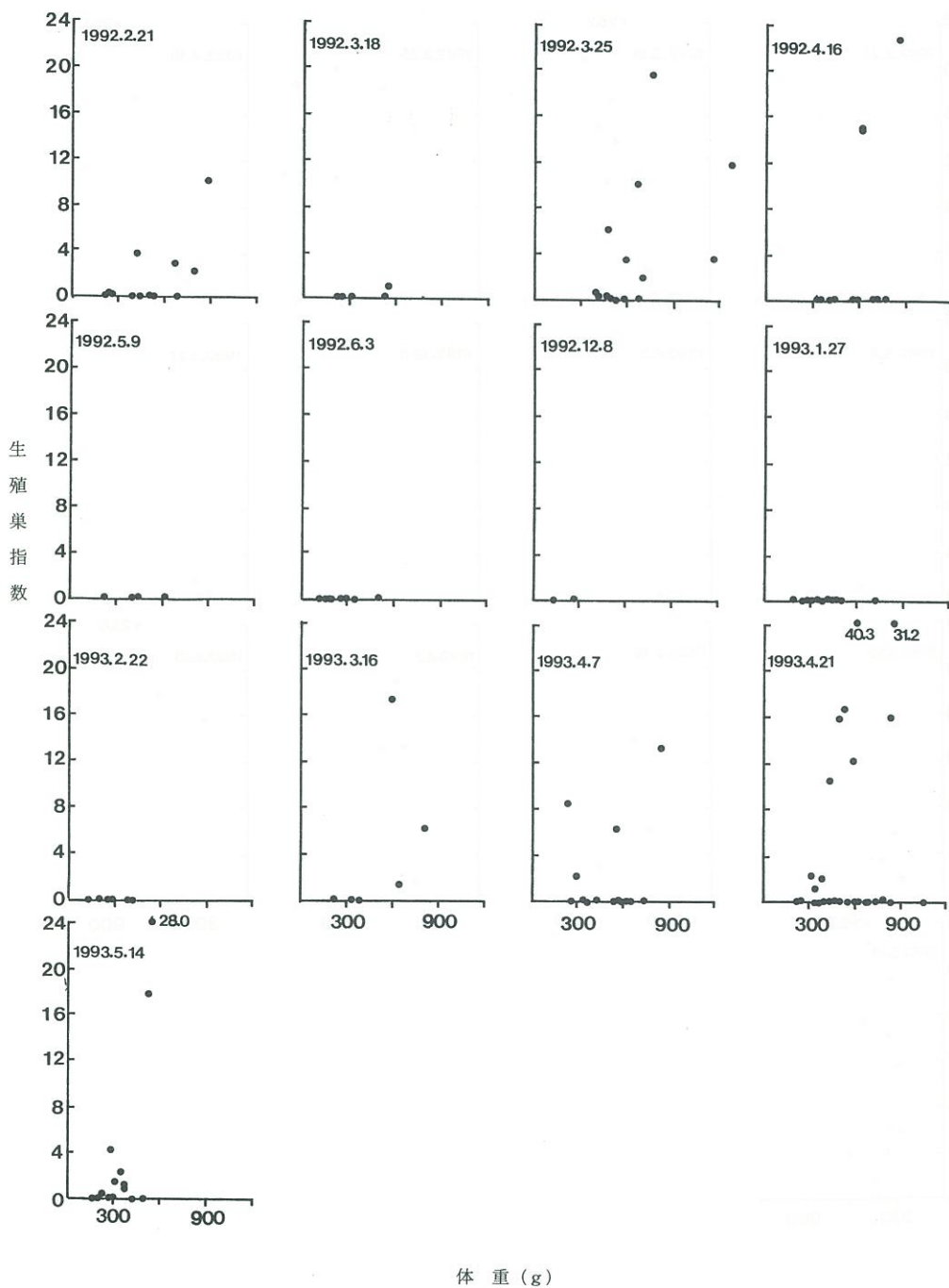


図4 高産アオナマコの体重と生殖巣指数との関係

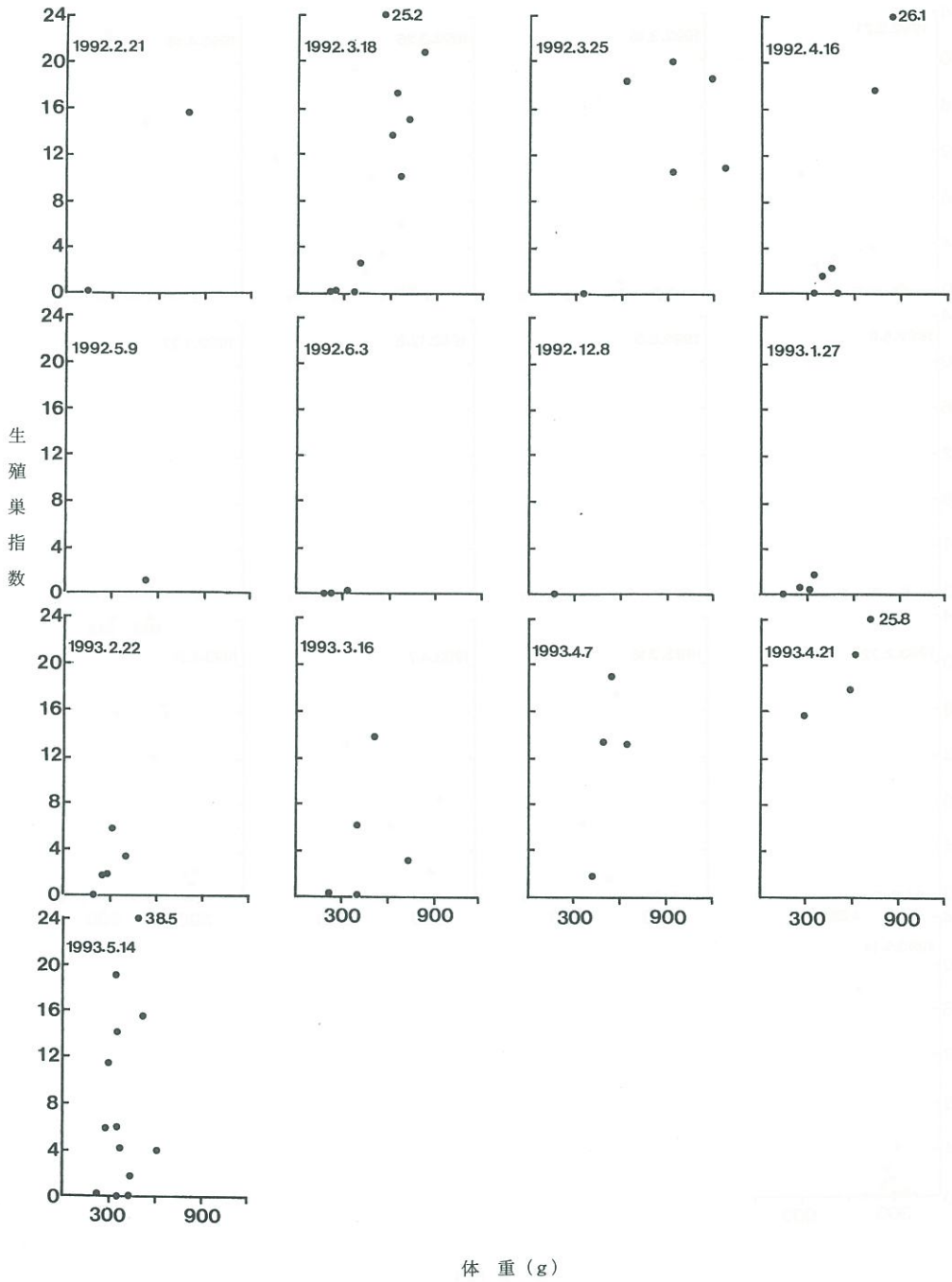


図5 高串産アカナマコの体重と生殖巣指数との関係



が、ピーク時の値はアオナマコの値に比べ著しく高く、1992年3月25日では $13.2 \pm 7.6$ 、1993年4月21日では、 $20.1 \pm 4.4$ であった。

アオナマコにおける卵母細胞の長径の平均値は、1992年は2月下旬から4月中旬にかけて大きくなり、4月16日では $144 \pm 5 \mu\text{m}$ であった。1993年は4月21日で $144 \pm 7 \mu\text{m}$ 、5月14日で $146 \pm 6 \mu\text{m}$ と大きかった。アカナマコでは全般的にアオナマコの値に比べ大きく、1992年3月18日ではすでに $145 \pm 9 \mu\text{m}$ であった。1993年は1月下旬から4月下旬にかけて急激に大きくなり、4月21日では $164 \pm 5 \mu\text{m}$ でアオナマコのピーク時に比べ約 $20 \mu\text{m}$ ほど大きかった。

各個体の体重と生殖巣指数との関係から、アオナマコでは、1992年2月21日は体重約200~900gのものが採捕され、この内400g以上のもので生殖巣指数が高かった。3月25日では400~1300gの大型のものが採捕され、生殖巣指数も雌雄で10以上のものがみられた。これらは体重600g以上のものにみられた。4月16日では、採捕された個体の大きさや生殖巣指数の平均値は3月25日ときほど変わらなかったが、生殖巣指数のバラツキが著しかった。6月3日では3~4月に比べ採捕された個体が小型であった。1993年は3月16日では600g以上で、生殖巣指数のピークがみられた4月21日では400g以上の個体でそれぞれ生殖巣指数が高く、体重の違いにより、生殖巣指数の高まりに差がみられた。アカナマコはアオナマコに比べ採捕数は少なく、300~400g以上の個体がほとんどでアオナマコに比べ大型であった。生殖巣指数はアオナマコと同様に400g以上の個体で高くなる傾向がみられた。

調査期間中のアオナマコとアカナマコの採集割合は70.5% (アオナマコ) と29.5% (アカナマコ) であった。

## 2) 神集島 (アカナマコ)

雌雄を含めた生殖巣指数及び卵母細胞の長径の推移を図6に、観察日毎の各個体の体重と生殖巣指数との関係を図7にそれぞれ示した。

生殖巣指数は1992年は2月から4月にかけて高

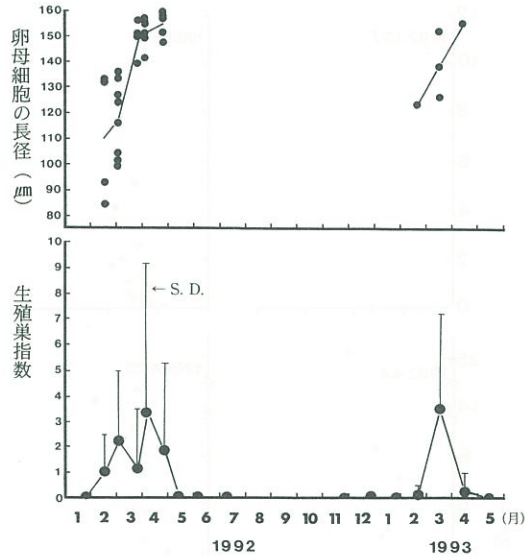


図6 神集島産アカナマコの生殖巣指数及び卵母細胞の長径の推移

くなり、そのピークは4月4日の $3.3 \pm 5.8$ であった。その後は減少し、5月14日では0.01以下であった。1993年のピークは3月17日の $3.6 \pm 3.7$ で1992年の値と大きな差はみられなかったが、2月と4月の値が1992年に比べて低く、生殖巣指数の高まる時期も短期間であった。

卵母細胞の長径は、1992年では2月から4月にかけて大きくなり、生殖巣指数のピークがみられた4月4日では $152 \pm 9 \mu\text{m}$ と大きくなり、4月28日では $155 \pm 6 \mu\text{m}$ で最大であった。1993年はサンプル数が少なく1992年のような明らかな傾向はみられなかったが、最大値は4月15日の $155 \pm 4 \mu\text{m}$ であった。

体重と生殖巣指数との関係は、1992年は2月から4月にかけて、1993年は3月にそれぞれ200~400gの個体で雌雄ともに生殖巣指数の高まりがみられた。高串のアオナマコやアカナマコに比べ採捕個体は小型で、さらに200g前後のものでも生殖巣指数10以上のものもみられた。また、1992年では3月は400g前後のもので、4月では200g前後のもので、それぞれ生殖巣指数の高まりがみられ、大きさによって生殖巣指数の高まる時期に若

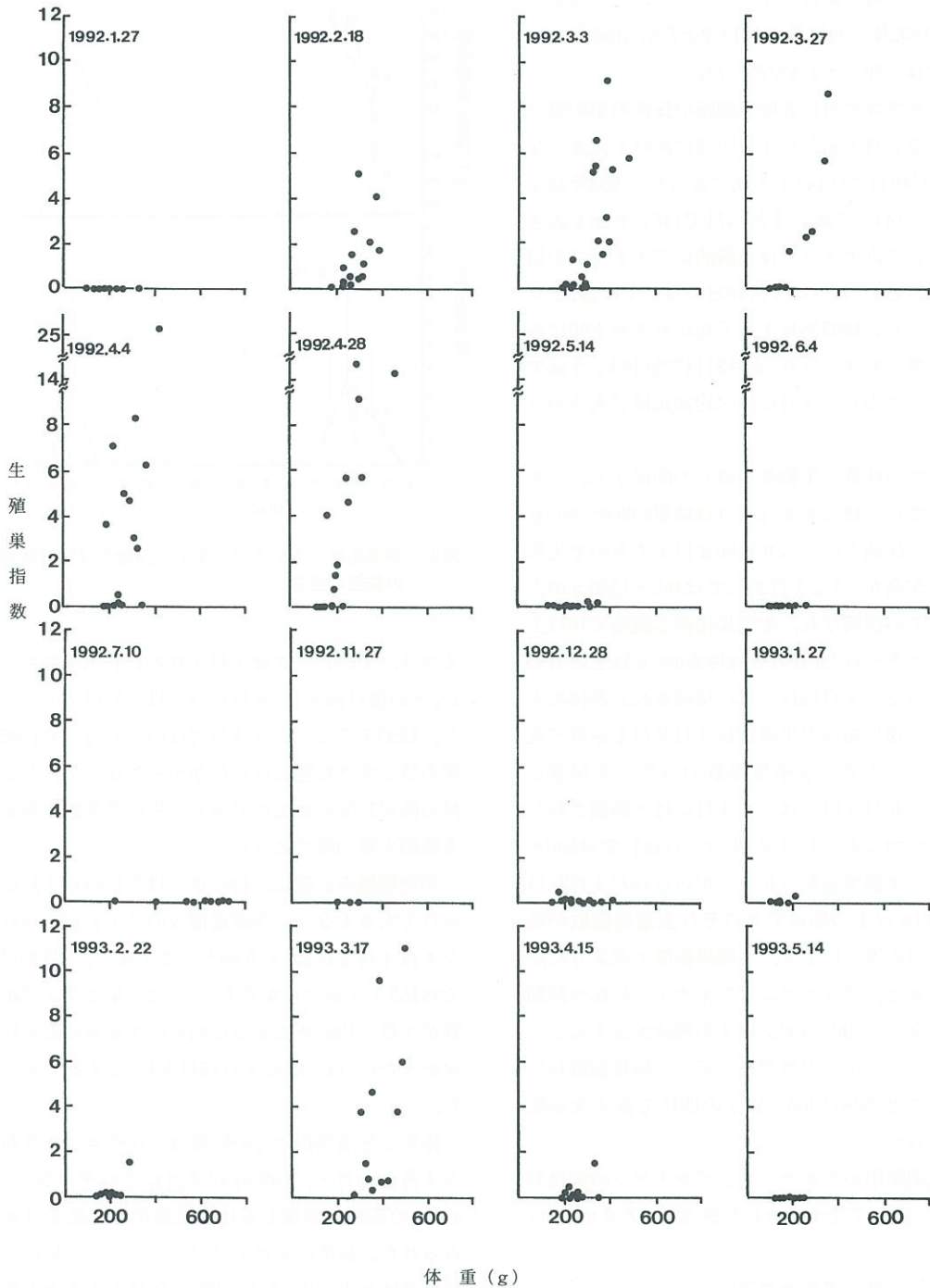


図7 神集島産アカナマコの体重と生殖巣指数との関係

干違いがみられた。

### 3) 加部島 (アカナマコ)

生殖巣指数及び卵母細胞の長径の推移を図8に、観察日毎の各個体の体重と生殖巣指数との関係を図9にそれぞれ示した。

生殖巣指数のピークは、1992年では3月にみられ、その値は3月6日の $3.3 \pm 2.9$ 、3月24日の $2.6 \pm 3.9$ でその後は急激に低下した。1993年は3月から高まりがみられ、そのピークは4月19日で $3.4 \pm 4.7$ であった。その後は、1992年と同様に低下した。また、ピークの出現時期が1993年のほうが1992年に比べ1か月程度遅かった。ピーク時の値は、神集島のアカナマコや高串のアオナマコのピーク時の値と大きな差はみられなかった。

卵母細胞の長径は1992年、1993年ともに2月から4月にかけて急激に大きくなり、その平均値は1992年は4月22日に $162 \pm 4 \mu\text{m}$ 、1993年は4月19日で $159 \pm 7 \mu\text{m}$ と最大であった。

体重と生殖巣指数との関係から、1992年は2月から3月にかけて、1993年は3月から4月にかけて、300g以上のもので雌雄ともに生殖巣指数が

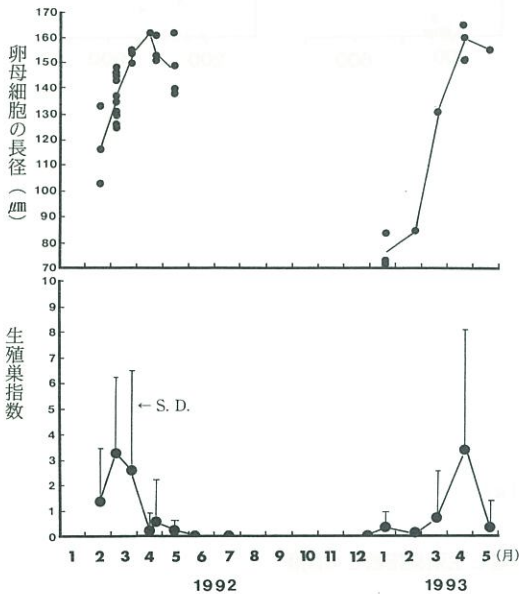


図8 加部島産アカナマコの生殖巣指数及び卵母細胞の長径の推移

高まった。また、この間、神集島の調査に比べ400g以上の個体が多く採捕された。

## 2. 生殖細胞の发育過程

個体ごとの生殖巣の发育過程は、Tanaka<sup>3)</sup>の報告を参考にして次のように区分し、その組織切片像を図版1に示した。

(1) 休止期：生殖巣が、解剖学的に肉眼では確認できない場合、または認められても痕跡程度で組織学的に雌雄の判断が困難である場合を休止期とした。認められた生殖巣の色調は、透明な白色または赤褐色を呈している。

(2) 成長期：生殖巣の发育に伴い分岐化がみられ、雌は淡肌色を雄は白色を呈する。濾胞壁は卵原細胞や精原細胞の増殖によって生殖巣内へ、ひだ状に突出してくる。そして、その表面には、卵母細胞や精原細胞が形成されるのが観察されるようになる。一部の卵母細胞は卵巣腔内に遊離し、濾胞細胞に覆われる。なお、このステージは卵母細胞の長径の平均値が $60 \mu\text{m}$ 以下とし、その測定は前述した方法で行った。

(3) 成熟前期：生殖巣の分岐化がさらにすすみ、雌は肌色から淡橙色を、雄は白色から乳白色を呈する。雌は卵巣腔内に比較的大型の卵母細胞がみられ、卵巣の細胞壁には小型の卵母細胞が多数認められる。このステージは卵母細胞の平均値が $60 \mu\text{m}$ 以上 $140 \mu\text{m}$ 未満のものとした。雄は精子の形成が行われるが精子の数が量的には少ない。

(4) 成熟後期：生殖巣は大きく发育し、雌は鮮やかな橙色、雄は乳白色を呈する。雌の卵巣腔内は、成熟した卵母細胞が多数存在している。このステージは卵母細胞の平均値が $140 \mu\text{m}$ 以上のものとした。雄は成熟前期よりさらに精子の数が多くなり、中央部には密集した精子塊がみられるようになる。

(5) 放出期：生殖巣は放卵、放精に伴い退縮し、雌雄ともに肌色または褐色を呈する。雌は少量の卵母細胞が、雄は少量の精子が観察される。

調査日毎の各調査海域における個体別の生殖巣の发育過程を表1～4にそれぞれ示した。

### 1) 高串 (アオ, アカナマコ)



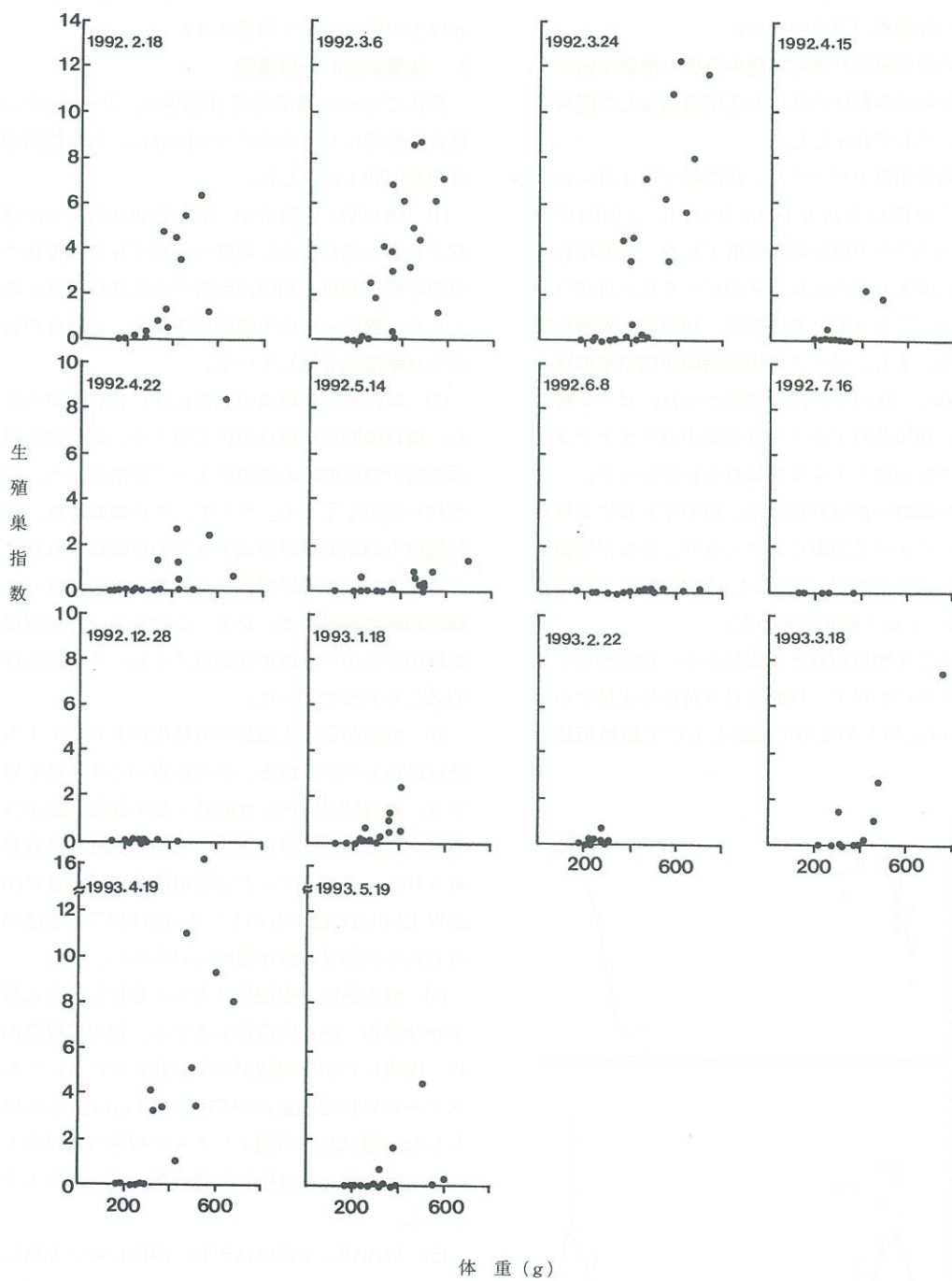


図9 加部島産アカナマコの体重と生殖巣指数との関係



アオナマコ：放卵，放精直前を示す成熟後期の個体は，1992年では3～4月に，1993年では4～5月にそれぞれみられ，1993年が1992年に比べ若干成熟が遅れた。また，1992年は2，6及び12月，1993年は1，2月に生殖巣が観察されない休止期が出現した。

アカナマコ：成熟後期の個体は1992年では3～4月，1993年では2～5月にそれぞれみられた。成熟後期の個体の出現は，同海域のアオナマコの

表1 高串産アオナマコ生殖巣の发育個体別尾数

採集年月日	休止期	成長期		成熟前期		成熟後期		放出期	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1992. 2.21	2	7	2	7	2				
3.18		2	2	1					
3.25		5		3		4	1	2	
4.16		2				1	1	4	3
5. 9		1						1	2
6. 3	5								1
12. 8	2								3
1993. 1.27	3	5	5						
2.22	1	4	4						
3.16		2	2	1	1				
4. 7		4	7	1	1	1	1		
4.21	1	1	2	1	1	4	4	8	6
5.14						1	2	6	9

表2 高串産アカナマコ生殖巣の发育個体別尾数

採集年月日	休止期	成長期		成熟前期		成熟後期		放出期	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1992. 2.21		1		1					
3.18		3		2		1	4		
3.25				1		2	2	1	
4.16						2	1	1	2
5. 9									1
6. 3	2								1
12. 8	1								
1993. 1.27	1	1	2	1					
2.22		1	1	1	1			1	
3.16		1	1	2				1	
4. 7				1		1	2		
4.21						2	2		
5.14						3	5	1	4

個体に比べ若干早かったが，両者の成熟期には大きな差はみられなかった。また，アオナマコと同様な時期に休止期の出現がみられた。

## 2) 神集島 (アカナマコ)

成熟後期の出現は，1992，1993年ともに3～4

表3 神集島産アカナマコ生殖巣の发育個体別尾数

採集年月日	休止期	成長期		成熟前期		成熟後期		放出期	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1992. 1.27	15								
2.18	1	8	6	1	4				
3. 3		8	3	3	8				
3.27	7	3	2		1	1	4		
4. 4	4		4			3	7	1	1
4.28	16					3	5	2	1
5.14	15		1					7	1
6. 4	11								1
7.10	12								
11.27	3								
12.28	6	8	9						
1993. 1.27	7	1	2						
2.22	7	4	3		1				
3.17		4		2	2	3	1		
4.15	7		1			2	1	5	3
5.14	15								1

表4 加部島産アカナマコ生殖巣の发育個体別尾数

採集年月日	休止期	成長期		成熟前期		成熟後期		放出期	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1992. 2.18	10	2	1	4	4				
3. 6	3	3	2	1	7	2	4		
3.24	7		2	3	1	6	3	4	4
4.15	8						1	7	3
4.22	10			1		3	2	6	7
5.14	7					1		4	7
6. 8	14								5
7.16	4								3
12.28	3	6	3						
1993. 1.18	4	7	5		3				
2.22	3	3	9		1				
3.18	1	6	6	2	1	1			
4.19			1			6	3	3	1
5.19	7					1	1	5	5

月にみられた。高串のアオ及びアカナマコに比べ休止期の出現が期間、割合ともに多くみられた。

### 3) 加部島 (アカナマコ)

成熟後期の出現は、神集島のアカナマコと同様に、1992、1993年ともに3～5月にみられ、両海域の間では大きな差はみられなかった。また、休止期の出現も神集島と同様な出現状況であった。

## 考 察

マナマコの産卵期は地域によって大きく異なっている<sup>2-10)</sup>。九州海域では、酒井ら<sup>9)</sup>が、長崎県大村湾での産卵期を浮遊幼生の出現状況の観察結果から検討しており、その時期は3月上旬から5月下旬、盛期は4月と推察している。また、小林ら<sup>10)</sup>は、人工産卵誘発の結果から福岡県の豊前海での産卵期は4月上旬から6月下旬であると報告している。佐賀県北部沿岸域での産卵期は、生殖巣指数のピークの出現やその後の減少時期、卵母細胞の大きさの推移及び組織学的観察で放卵、放精直前の成熟状況を示す成熟後期や放卵、放精後を示す放出期の組織像の出現頻度などから、アオナマコ、アカナマコともに水温が約12～18°Cの3月から5月であろうと推察された。しかし、その盛期では佐賀県内においても、また年によっても若干の差がみられた。これは、ウニ類で、その成熟に餌料や水温などの外部環境要因が大きく影響することが報告<sup>11,12)</sup>されているように、調査海域の餌料条件や水温の年変動などに起因しているものと推察された。

崔は<sup>13)</sup>愛知、三重県沿岸におけるアオナマコの産卵期は4月上旬から8月上旬におよぶが、アカナマコの産卵期は3月上旬から5月上旬で、一般にアカナマコの産卵期が早く、期間も短いことを報告している。しかし、今回の調査結果からは、同一海域で採捕されたアオナマコとアカナマコの産卵期やその期間には大きな差はみられず、アオナマコとアカナマコの産卵期に関する差異は認められなかった。

Tanaka<sup>3)</sup>は北海道のマナマコについて、生殖巣の組織学的観察から産卵期を推定している。こ

の調査では、北海道のマナマコは周年、生殖巣が確認されているが、今回の調査では、生殖巣指数の低い11～1月や、放卵、放精後の6～7月には生殖巣の認められない個体がマナマコの大きさにかかわらず出現した。この点については、崔も同様のことを報告<sup>2)</sup>し、北海道海域では水温が夏期でも高水温にならないため、生殖巣が周年観察されるのであろうと推察している。

今回の観察日毎の体重と生殖巣指数との関係から、大きさによって産卵盛期に若干の差がみられ、より大型のものほど成熟時期が早い傾向がみられた。また、時期によって採捕される個体の大きさが異なることや各調査海域で8～11月では採捕できなかったこと、さらに神集島での7月の採捕地点などを考慮すると、マナマコは産卵期にともない、沖合から浅所へ移動するものと推察された。

本研究の結果、佐賀県北部沿岸域におけるマナマコの産卵期について明らかにすることができたが、今回得られた結果をもとに、今後、マナマコの安定した採卵を行うためには、佐賀県内の親を使用する場合、体重と生殖巣指数との関係から高串では400 g以上、神集島では200 g以上、加部島では300 g以上の個体を2～3月頃入手する必要があると思われるが、年により産卵盛期に若干の違いがあることを考慮すると2月頃に入手するのが望ましいであろう。さらに、個体間に成熟度のバラツキが大きいことから、入手後は、餌料や水温条件を考慮した養成によって成熟度を高める必要がある。また、生殖巣指数の高まりと卵母細胞の大きさの推移には相関がみられた。すなわち、産卵盛期の卵母細胞の長径の平均値は、高串のアオナマコは約145 $\mu\text{m}$ 、アカナマコは約160 $\mu\text{m}$ 、神集島のアカナマコは約155 $\mu\text{m}$ 、加部島のアカナマコは約160 $\mu\text{m}$ であった。これらのことから、今後、卵母細胞の大きさを生殖巣の成熟状況を把握する指標として利用し、成熟状況の簡易な把握が可能ではないかと考えられた。この点については、今後、親ナマコの養成技術開発の過程で検討すべき課題であろう。

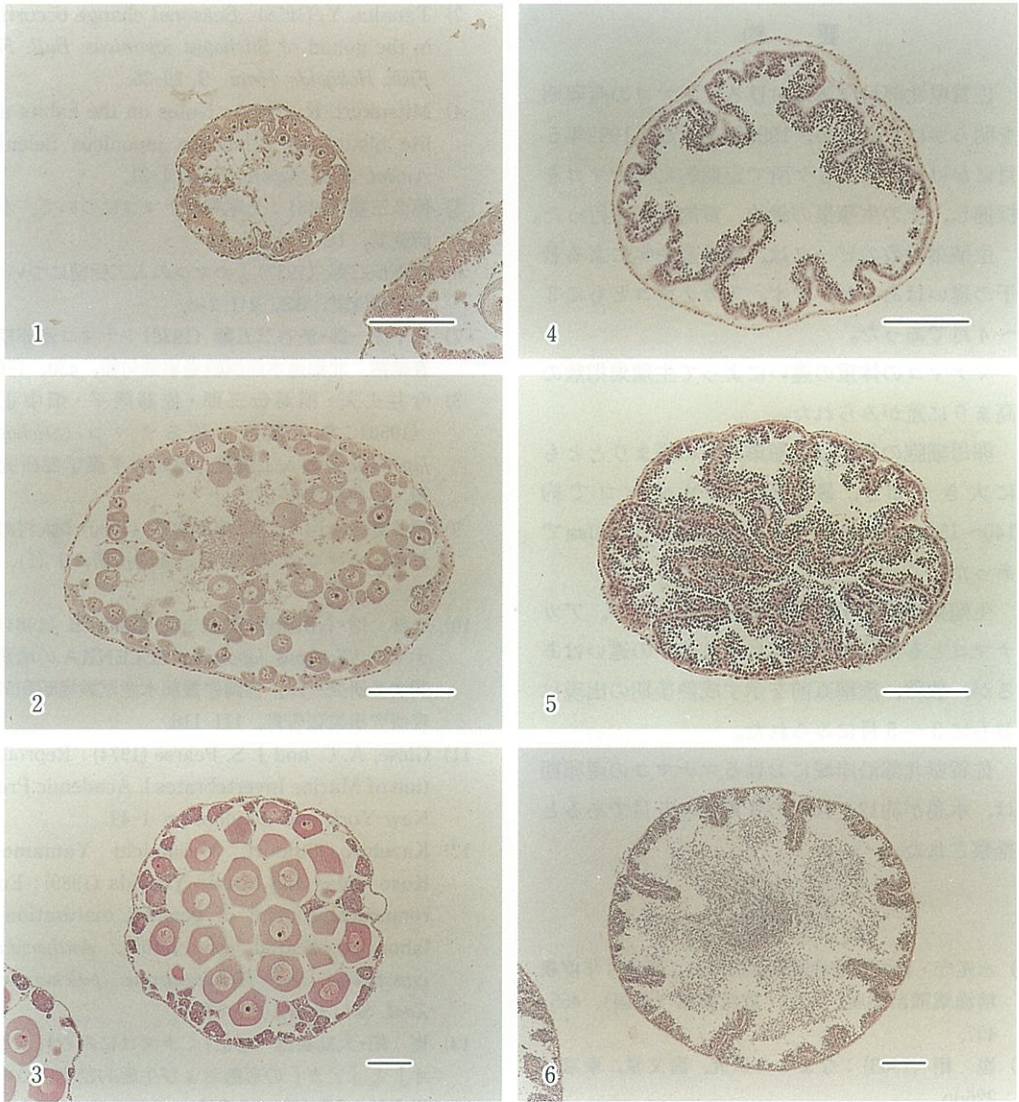


## 要 約

1. 佐賀県北部沿岸域におけるマナマコの産卵期を明らかにするため、1992年1月から1993年5月にかけて、県内3ヶ所で定期的にマナマコを採捕し、その生殖巣の量的、質的調査を行った。
2. 生殖巣指数のピークは、地域差や年による若干の違いはあるが、アオ、アカナマコともに3～4月であった。
3. マナマコの体重の違いによって生殖巣指数の高まりに差がみられた。
4. 卵母細胞の長径は生殖巣指数の高まりとともに大きくなり、最大値はアオナマコで約140～150 $\mu$ m、アカナマコでは約150～160 $\mu$ mであった。
5. 生殖巣の組織学的観察結果から、アオ、アカナマコともに地域差や年による若干の違いはあるが、放卵、放精直前を示す成熟後期の出現はおもに3～5月にみられた。
6. 佐賀県北部沿岸域におけるマナマコの産卵期は、水温が約12～18°Cの3月から5月であると推察された。

## 文 献

- 1) 水産庁・日本栽培漁業協会(1993)：平成3年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績(全国)。455-457。
- 2) 崔 相(1963)：なまこの研究。海文堂、東京。226pp。
- 3) Tanaka, Y. (1958)：Seasonal change occurring in the gonad of *Stichopus japonicus*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 9, 29-36.
- 4) Mitsukuri, K. (1903)：Notes on the habits and life history of *Stichopus japonicus* Selenka. *Annot. Zool. Japon.*, 5 (1), 1-21.
- 5) 徳久三種(1915)：七尾湾のナマコについて。水産研究誌, 10 (2), 15-22.
- 6) 稲葉伝三郎(1937)：ナマコの人工受精について。水産研究誌, 32, 241-246.
- 7) 木下虎一郎・渋谷三五郎(1939)：ナマコ産卵期調査総括。北海道水産試験場事業旬報, 430, 1-6.
- 8) 今井丈夫・稲葉伝三郎・佐藤隆平・畑中正吉(1950)：無色鞭毛に依るナマコ(*Stichopus japonicus*)の人工飼育。東北大学農学部研究彙報, 2 (2), 269-277.
- 9) 酒井克己・小川七郎・池田修二(1980)：大村湾におけるナマコの天然採苗。栽培技研, 9 (1), 1-20.
- 10) 小林 信・石田雅俊・尾田一成・鶴島治市(1984)：ナマコ *Stichopus japonicus* SELENKA の増殖に関する研究-IV。福岡県豊前水産試験場昭和57年度研究事業報告書, 111-116.
- 11) Giese, A. C. and J. S. Pearse (1974)：Reproduction of Marine Invertebrates I. Academic Press, New York and London, pp. 1-49.
- 12) Kazuhiro Sakairi, Masamichi Yamamoto, Kozo Ohtsu and Masao Yoshida (1989)：Environmental control of gonadal maturation in laboratory-reared sea urchin, *Anthocidaris crassispina* and *Hemicentrotus pulcherrimus*. *Zool. Sci.*, 6 (4), 721-730.
- 13) 崔 相・大島泰雄(1961)：ナマコにみられる「アオ」と「アカ」の形態および生態的差異について。日水誌, 27 (2), 97-106.

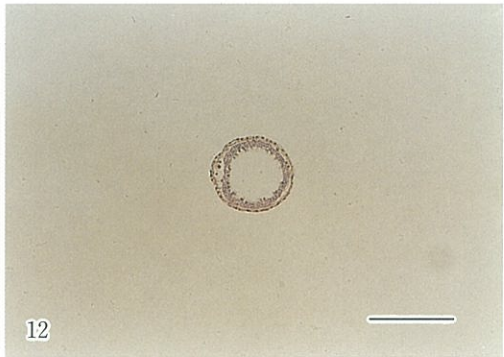
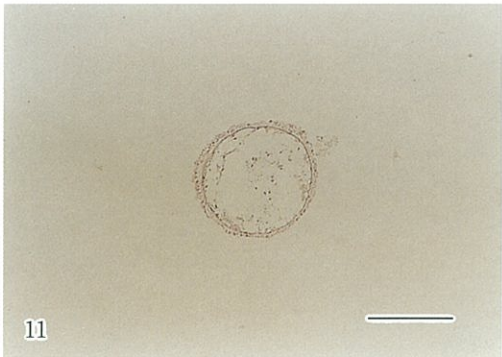
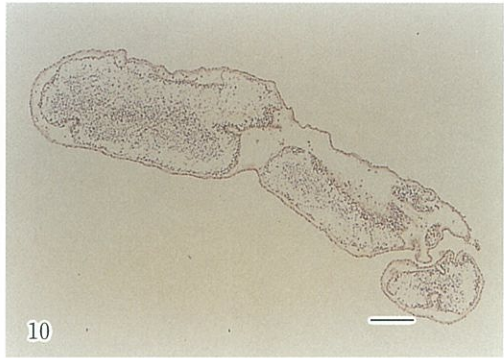
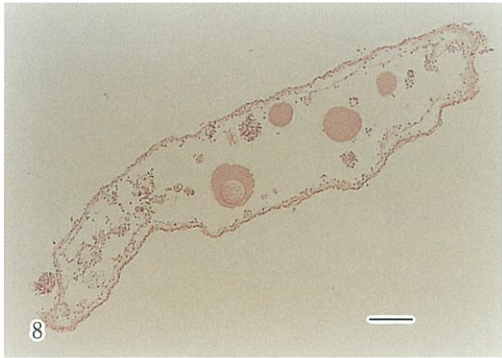


図版 1-1 生殖巣の成熟過程

1, 成長期(雌); 2, 成長期(雌); 3, 成熟前期(雌); 4, 成長期(雄);  
5, 成長期(雄); 6, 成熟前期(雄).

Scale bars=100  $\mu$ m





図版 1-2 生殖巣の成熟過程

7, 成熟後期(雌); 8, 放出期(雌); 9, 成熟後期(雄); 10, 放出期(雄);  
11, 休止期; 12, 休止期.

Scale bars=100  $\mu$ m

