

## 2) 性比

今回組織学的な観察を行った709個体の雌雄比は1 : 1.16で、雌雄の割合はほぼ等しかった。

## 3) 抱卵数

成熟した雌の殻長と抱卵数との関係をFig.7に示す。殻長(X, mm)と抱卵数(Y)との間には、 $Y = (170.32X - 8895.1) \times 10^4$  ( $R^2 = 0.814$ ) の関係式が算出され、抱卵数は殻長の大きさに比例して多くなり、殻長100mmの個体は約8000万粒を抱卵すると推定された。

## 3. 成長

### 1) 沖合域における成長

早津江川沖合で簡易潜水器により採集したウミタケの5mm階級毎の殻長組成をAppendix 2.に示す。

**1998年**：1998年は、4月から12月にかけて調査を行った。4月6日では31~40mmにモードがみられたが、5月25日には56~60mmにモードが移り、この期間の成長がうかがわれた。6月25日と8月27日は、平均殻長ではほとんど差がなく、5月25日に比べてもさほど成長していなかった。10月3日は66~70mmにモードがみられ、平均殻長は8月27日に比べ若干大きくなっていった。12月9日には、生息孔はみられるものの、生存した個体は確認できず殻のみであった。なお、採集定点は稚貝保護の目的から4月25日から1ヶ月間の禁漁期が設けられた。このため、この間漁獲圧はかかっておらず、4月6日から5月25日までの殻長組成の変化はウミタケの成長を表してい

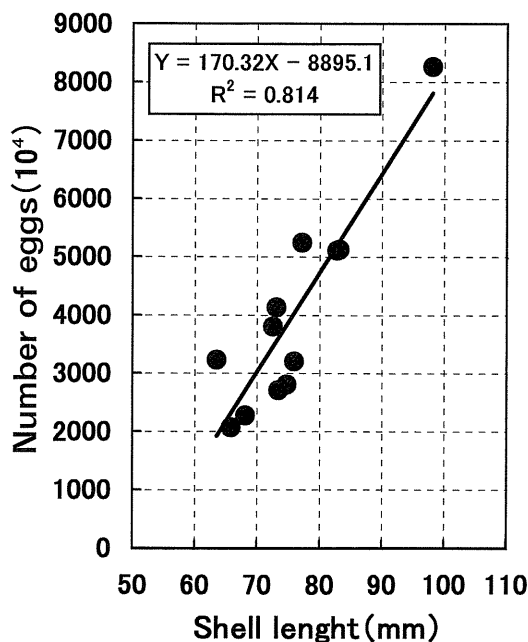


Fig. 7. Relationship between the shell length and fecundity of *Barnea dilatata*.

ると思われる。

**1999年**：1999年は、4月から10月にかけて調査を行った。1999年は、4月5日では26~30mmと56~60mmの2つにモードがみられた。5月7日以降はモードは1つで、10月4日は81~85mmにモードがみられた。

**2000~2001年**：2000年は4月から調査を行った。4月5日では36~40mmと61~65mmの2つにモードがみられた。また、1999年10月4日に確認された81~85mmをモードとする大型個体は著しく少なく、95mm以上のもの2個体が採集されたただけであった。4月26日には、主群は51~70mmの範囲にあり、1999年4月から5月にみられたように、2つのモードは1つになった。7月21日から12月4日までは顕著な成長はみられなかったが、2001年1月と2月では2000年の12月4日までに比べモードが20~30mmほど大きくなっていった。2月以降は100mm前後にモードがみられ、9月27日では91~110mmのモードを中心とした群であった。10月23日に採集を試みたが生残した個体は得られなかった。その際、各生息孔の表層部で殻が確認され、9月27日以降に斃死したものと思われた。

**2002~2003年**：2002年は、3月26日では16~65mmの広範囲にあり、1個体のみ96.1mmの大型個体が採集された。5月1日には55mm以下の個体が減少し、56~70mmにモードがみられた。7月から10月にかけては、平均殻長、モードとも大きな差はなく、成長は停滞していた。2003年1月14日では91~95mmにモードがみられ、10月に比べ20mmほどモードが大きくなっていった。3月24日には、101~105mmにモードが移り、1月から3月にかけて成長したことがうかがわれる。さらに、46~50mmに小型群のモードが出現した。4月30日では、小型群のモードは66~70mmへ移行し、著しい成長が認められた。一方、大型群は3月24日に比べさほど成長はみられなかった。

4ヶ年の調査で得られたウミタケの最大殻長は、2003年4月30日の殻長120.1mmであった。

### 2) 干潟域における成長

**2000~2001年**：カタコで採集したウミタケの5mm階級毎の殻長組成をAppendix 3.に示す。2000年4月18日では36~40mmにモードがみられ、同年4月5日の沖合域でみられたような60mm前後のモードはみられなかった。しかし、少数ではあるが90mm前後の大型個体が採集された。5月17日では45~50mmにモードがみられ、4月18日に比べ平均殻長が約20mmほど大きくなっていった。その後は成長が緩やかとなり、8月16日には81~85mm

にモードがみられ成長が停滞した。4, 5月にみられた90mm以上の大型個体は6月には確認されなかった。7月17日以降にみられる90mm以上の大型個体は、殻の固さから4月18日にみられた31~40mmのモードを中心とした群が成長したものと思われる。11月24日では、確認した生息孔15のうち3個体が殻のみで、これらの3個体の殻内には硫化物がみられ、斃死直後と思われた。2001年2月20日に採集を試みたが、干出しなかったため、試料の採集はできなかった。ただ、多数の水管が確認され、沖合域のものと同様に生存が確認された。3月27日には91~95mmにモードがみられ2000年11月24日に比べモードが10mmほど大きくなっていった。4月26日には101~110mmにモードがみられるとともに、49mmの小型個体が採集された。5月以降は漁獲圧と思われる生息数の減少がみられたため、調査を終了した。

### 3) 殻長を基準とした各測定部位の比較

殻長と全重量、殻長と水管重量との関係をFig. 8, 9に示す。殻長 (X, mm) と全重量 (Y, g) との間には、 $Y = 0.00007X^{3.311}$  ( $R^2 = 0.949$ ) の関係式が算出され、殻長 (X, mm) と水管重量 (Y, g) との間には、 $Y = 0.000023X^{3.288}$  ( $R^2 = 0.942$ ) の関係式が算出された。全重量と水管重量は殻長の大きさに比例して指数関数的に増加した。

殻長と殻高、殻長と殻幅との関係をFig. 10, 11に示す。殻長 (X, mm) と殻高 (Y, mm) との間には、 $Y = 0.5635X + 0.7106$  ( $R^2 = 0.962$ ) の関係式が算出され、殻長 (X, mm) と殻幅 (Y, mm) との間には、 $Y = 0.6278X - 2.746$  ( $R^2 = 0.920$ ) の関係式が算出された。殻高、殻幅とも殻長の大きさに比例して大きくなっていった。

殻長と殻長に対する殻高の割合との関係(以下、殻高・殻長比とする)をFig. 12に示す。殻高・殻長比は、殻長約10mmから120mmの間ではほぼ一定で0.6前後であった。

殻長と前板長、前板長と前板幅との関係をFig. 13, 14に示す。殻長 (X, mm) と前板長 (Y, mm) との間には、 $Y = 0.373X + 3.22$  ( $R^2 = 0.932$ ) の関係式が算出された。前板長は殻長の大きさに比例して大きくなっていった。

前板長 (X, mm) と前板幅 (Y, mm) との間には、 $Y = 0.398X - 0.765$  ( $R^2 = 0.815$ ) の関係式が算出された。前板幅は前板長の大きさに比例して大きくなっていった。

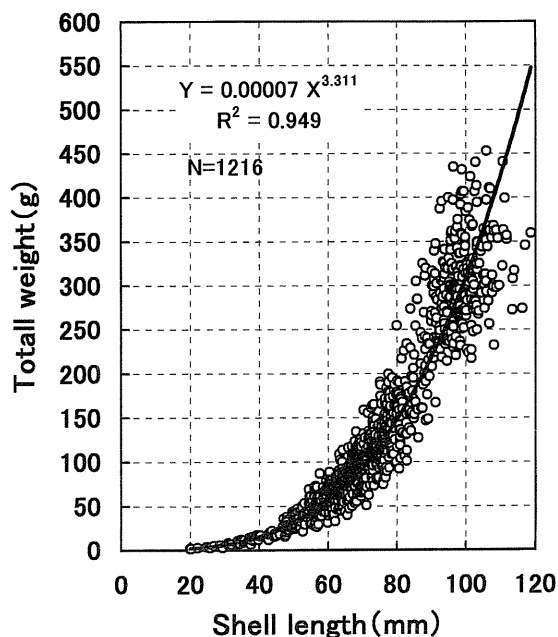


Fig. 8. Relationship between the shell length and body weight of *Barnea dilatata*.

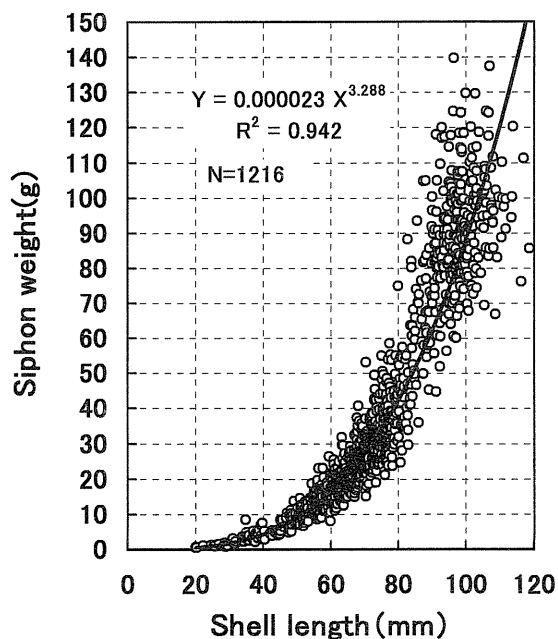


Fig. 9. Relationship between the shell length and siphon weight of *Barnea dilatata*.

### 4) 肥満度の時期別推移

軟体部肥満度の時期別推移をFig. 15に示す。

1998年, 1999年: 両年とも6月をピークに10月にかけて減少した。生殖巣の組織学的観察では、1999年の4月から6月にかけて雌雄ともに成熟期や放出期が出現したが、軟体部肥満度の顕著な低下はみられなかった。

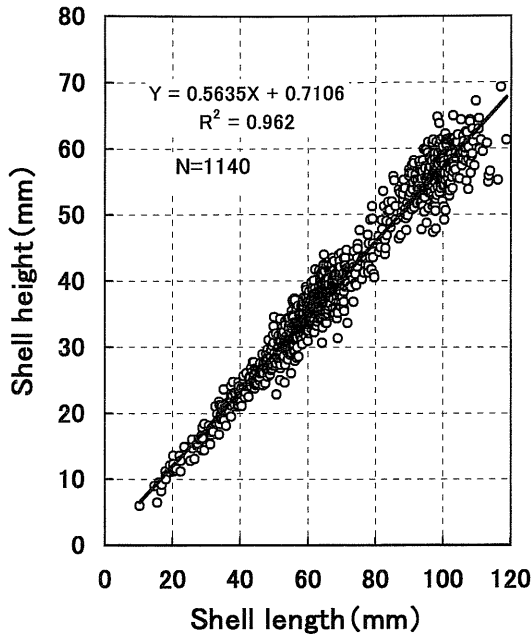


Fig. 10. Relationship between the shell length and shell height of *Barnea dilatata*.

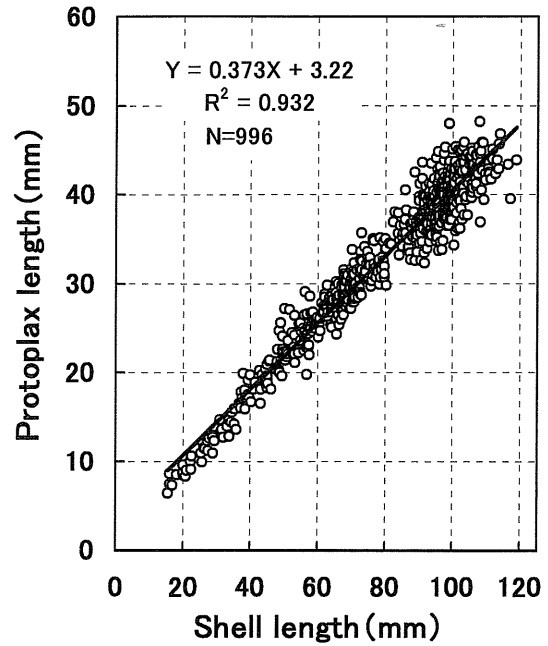


Fig. 13. Relationship between the shell length and protoplax length of *Barnea dilatata*.

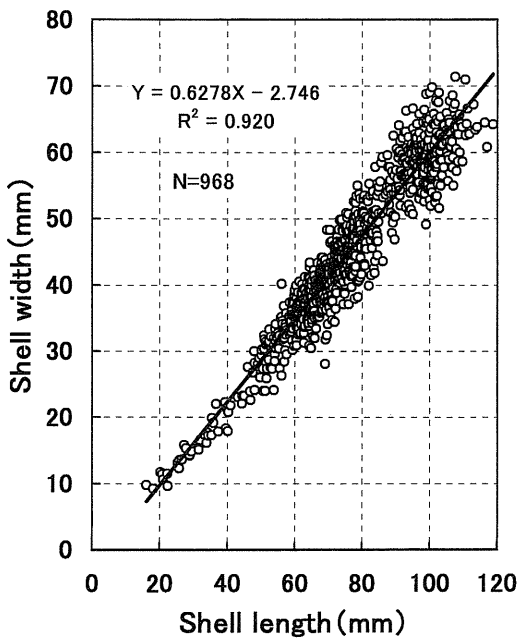


Fig. 11. Relationship between the shell length and shell width of *Barnea dilatata*.

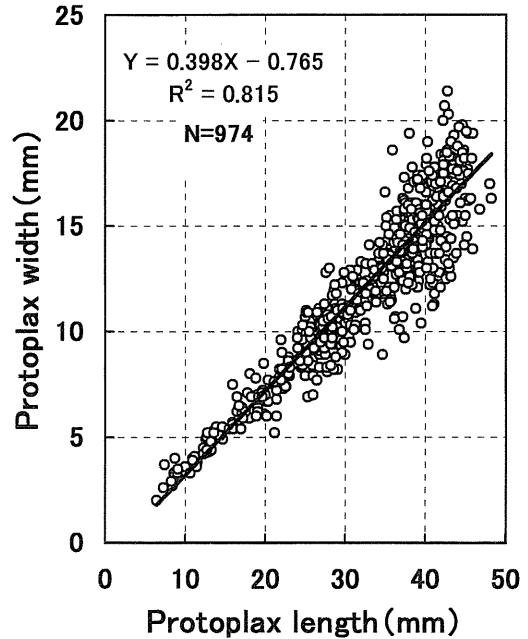


Fig. 14. Relationship between the shell length and protoplax width of *Barnea dilatata*.

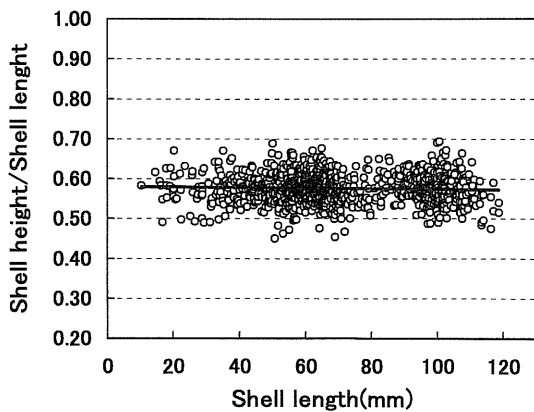


Fig. 12. Fluctuation of height-length rate in relation to shell length.

2000～2001年：生殖巣の成熟から放卵，放精を経て再び成熟する過程を追跡できた2000年3月から2001年9月までの推移をみると，2000年は3月から5月にかけて急激に高くなり，5月から6月にかけて高い値を示した。その後は10月6日にかけて緩やかに低下し，11月24日には最も低い値を示した。12月4日には，急激に高くなり，再び9月から10月のレベルまで回復した。この推移を生殖巣の発育過程と対比させると，3月から5月，6月ま

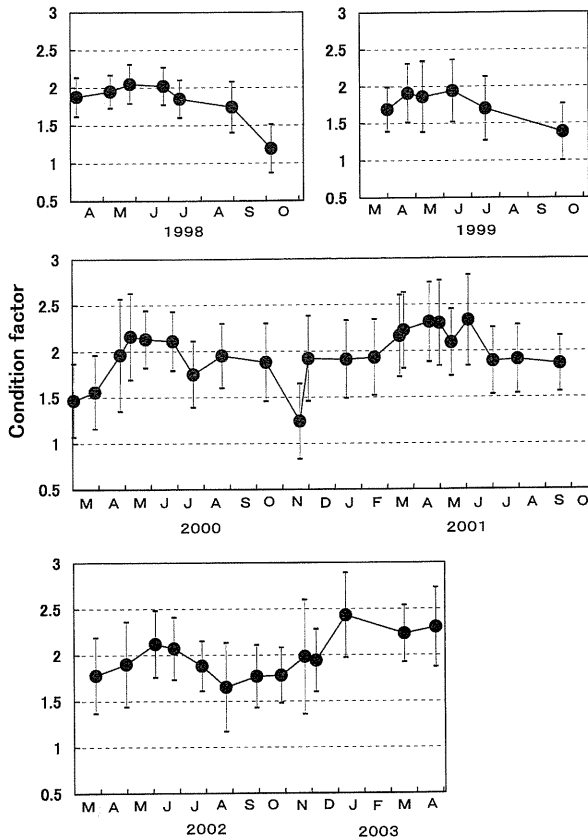


Fig. 15. Seasonal changes in the condition factor for body in disregard of siphon part collected at the offshore station during the period from 1998 to 2003. Vertical line indicates standard deviation.

では、雌雄ともに成長期から成熟前期へ以降する時期にあたる。雌雄とも9月26日と10月6日は成熟期であり、成熟した卵母細胞や精子の形成に伴い軟体部肥満度が緩やかに低下したことがうかがえる。さらに、著しい低下がみられた11月24日の生殖巣は、雌雄ともすべて放出期で、10月から11月にかけての放卵、放精に伴い軟体部肥満度の著しい低下がみられたものと思われる。2000年12月から2001年2月までは、ほぼ同じ高い値であったが、2001年3月から5月中旬にかけてさらに高まる傾向にあった。6月以降は急激に低下し、7月から9月にかけてはほぼ同様な値であった。なお、5月下旬に一時的な低下がみられている。5月下旬は、生殖巣の成熟過程において放出期の出現割合が高まった時期であった。

**2002～2003年：**2000年と同様に3月から5月にかけて高くなり、5月から6月にかけて高い値を示した。その後低下し、8月が最も低い値を示した。8月から10月は、さほど値は変わらず低い値で推移した。11月以降は、再

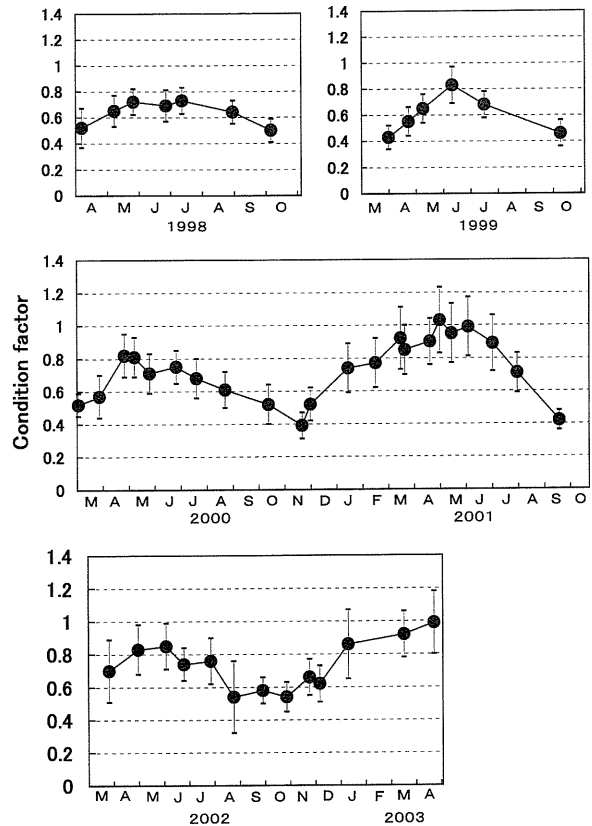


Fig. 16. Seasonal changes in the condition factor for siphon part collected at the offshore station during the period from 1998 to 2003. Vertical line indicates standard deviation.

び高い値を示し、2003年1月では、2002年の5月から6月のピーク時より高くなった。生殖巣の发育過程における放出期は10月30日にみられたのち11月27日に高い割合を示したが、この間同様な生殖巣の发育過程を示した2000年10月から11月にかけてみられた急激な値の低下はみられなかった。

水管肥満度の時期別推移をFig.16に示す。

**1998年，1999年：**両年とも3，4月から5，6月にかけて高まる傾向にあった。1998年は5月から7月に、1999年は6月に、それぞれ値が高くなり、その後低下した。

**2000～2001年：**軟体部肥満度とほぼ同様な推移を示し、2000年は5月から6月に、2001年は3月から6月にかけて高く、夏から秋にかけての生殖細胞の成熟に伴い低下した。

**2002～2003年：**2002年は4月から5月にかけて高くなり、その後10月にかけて低下した。11月以降は2003年1月にかけて急激に高まる傾向にあった。

有明海では、ウミタケの旬は春先から梅雨時期までと

言われている。これは、水管を食用とするため、水管肥満度のピークがみられる4月から6月にかけてが、ウミタケの旬に相当するためと思われる。

## 考 察

### 1. 産卵期

Yamasaki<sup>1)</sup>は生殖巣の組織学的調査から、本種の有明海における産卵期は10月であると報告している。さらに、春の産卵の可能性についても示唆している。

今回調査した生殖巣の発育過程を、雌雄を含めて成熟期、放出期、その他の3つに区分したものをAppendix 4. に示し、5ヶ年の成熟過程から産卵期を以下のように推察した。

1998年10月3日と1999年10月4日では雄の放精が確認され10月上旬からの産卵が示唆されたが、2000年10月6日では放卵、放精は確認できず、10月26日に雌が50%、雄が29%の放出期を示していた。さらに、11月24日には雌雄ともに放出期が100%であったことから、2000年秋の産卵は10月下旬から11月にかけて行われたものと思われる。さらに、2000年秋の産卵を経て生残し2001年の資源を構成した群は、2001年9月27日には雌雄すべてで成熟期であり、同年10月23日の観察で生存個体を確認できなかったことから、2001年の秋の産卵は10月に行われたものと思われる。同様に、2002年は10月30日に雌1個体で放出期が確認され、11月27日に雌雄とも放出期が80%であった。このことから2002年の秋の産卵は、2000年秋と同様に10月下旬から11月にかけて行われたものと思われる。このように、秋の産卵期は10月から11月であり、年によって若干異なることが考えられる。

一方、1999年、2001年の3、4月から6月にみられた雌雄の組織学的な成熟や放卵、放精は、2000年、2002年の同時期には確認できなかった。また、1998年は5、6月の調査で雄の放出期を確認しており、1998年についても春の成熟・産卵の可能性は否定できない。このように、春の成熟と産卵の有無は、年により異なることが明らかになった。しかし、1998年、1999年、2001年はいずれも、成熟期や放出期の出現に伴う3、4月から6月にかけての軟体部肥満度の著しい低下はみられていない。このため、1998年、1999年、2001年の春においては、秋のような顕著な産卵は起こらなかったものと推察される。しかし、1999年5月1日および5月7日に切開法による人工受精を試み、正常なD型幼生の発生を確認した(未発表)。このことから、生物学的には、春の成熟は資源への加入

が十分可能な状況にあると思われる。

### 2. 生活史の推定

有明海のウミタケは、ねじ棒と呼ばれる有明海独特の漁具または簡易潜水器を用いて漁獲されているが、操業実態や許可期間をみると、秋の産卵期である10月頃から翌年の3月にかけては、ウミタケ資源に対して漁獲圧が加わっていないと考えられる。このため、3月から4月上旬の殻長組成には、秋からそのまま成長した個体群があらわれているはずである。また、伊藤ら<sup>2)</sup>は、本種の飼育条件下における稚貝の成長を観察した結果、8月の受精から約6ヶ月で殻長40mmほどに成長することを明らかにした。これらのことから、1999年4月5日にみられた20~30mmと50~60mmの小、中型群はいずれも1998年秋産卵群と推察される。この小、中型群の成長差は、秋の産卵期が10月から11月に及ぶためと思われる。なお、1999年4月5日の群、2000年4月5日および2002年3月26日の群も前年の秋産卵群であると推察される。

また、春の成熟・産卵がみられた1998年、1999年5月、6月から10月までの試料、さらには2001年の試料で、殻長30~40mmのような小型群がみられないことから春産卵群の資源への加入は少ないものと推察される。

よって、ウミタケ資源は、主として秋産卵群によって形成され、前述した2つの成熟・産卵パターンを考慮すると、本種の寿命は1年または2年と推察される。すなわち、寿命が1年のものは、1998年や1999年のように春の成熟・産卵と秋の成熟・産卵パターンを示す。この場合は、1998年12月9日にみられるように、秋の産卵後に大部分が死亡する。その際、生き残ったものは、1999年3月27日と4月26日の雄(殻長95.9mm, 102.6mm)のように春の成熟がみられる。寿命2年のものは、2000年や2002年のように当歳においては秋の成熟・産卵だけのパターンである。この場合は、2000年11月24日の干潟域で確認したように、産卵後の一部の個体で斃死がみられるものの、主群は生存し翌春の資源として存在する。その際には、2001年や2003年のように春の成熟がみられる。このような個体は1歳の秋産卵後の10月には死亡するものと思われる。いずれのタイプも次世代への交代は、死亡直前の秋の成熟・産卵において行われるものと考えられる。

### 3. 保護策と今後の課題

ウミタケ漁業が始まる直前の3月から4月上旬のウミタケ資源を構成する年級群は、前年の秋生まれの当歳群または前々年の秋生まれの1歳群と推察される。このことから、ウミタケ資源を持続的に利用するためには、第

一義的に秋の産卵期に、一定量のウミタケ資源を母貝集団として保護することが重要であろう。そのためには、3月から4月上旬のウミタケ資源状況を十分調査し、資源状況に応じた操業期間や操業区域の規制などの資源管理が今後必要となるであろう。

次に、現在ウミタケ親个体群の生息域は有明海湾奥部の筑後川、早津江川河口域の水深10m付近の砂泥質域からより河口に近い干潟域に限られている。今後ウミタケ資源の保護・育成を行うには、これらの海域で発生した幼生がどのように拡散し、再び親个体群の生息域に回帰しているのかを明らかにする必要がある。このため、今回の研究によりウミタケ資源の繁殖生態が明らかとなったこと、さらに伊藤・江口<sup>2)</sup>、伊藤ら<sup>3)</sup>の飼育実験により本種の初期生活史が解明されたことは、ウミタケ浮遊幼生の親貝生息域への回帰機構を解明するうえで重要な知

見となるであろう。

また、春の成熟要因や異なる成熟・産卵パターンの出現がどのような要因によって引き起こされるのか、さらには、春産卵群の資源への加入がみられない要因については、水温、塩分や餌料等の環境要因も含めた解析が必要である。

## 文 献

- 1) M.Yamasaki(1993) : Reproductive cycle of the Bivalve *Barnea dilatata* in Ariake bay. *Bull. Seikai Natl. Fish. Res. Inst.*, (71), 17-31.
- 2) 伊藤史郎・江口泰蔵 (2003) : ウミタケ浮遊幼生の飼育と着底・変態. *Sessile Organisms* (投稿中).
- 3) 伊藤史郎・津城啓子・山口忠則・大隈 斉・川原逸朗 (2003) : ウミタケの浮遊幼生と稚貝飼育. *佐有水研報*, (21), 71-80.

**Appendix 1-1.** Seasonal changes in gonadal maturation in *Barnea dilatata* collected at the offshore station during the period from May to October,1998.

Date of collection	Shell length* <sup>1</sup> (mm)	Number of individuals at each maturation stage* <sup>2</sup>										Total number
		I		II		III		IV		V		
		male	female	male	female	male	female	male	female	male	female	
1998 May 25	62.4±3.7	2	7	5		1				3		18
Jun 25	65.3±4.8		6	7	1		1			2		17
Jul 10	66.9±4.5		2	10	4	2						18
Aug 27	66.6±3.6		1		10	7	1	1				20
Oct 3	68.6±4.0						12	4	1			17

\*<sup>1</sup>mean±standard deviation.

\*<sup>2</sup> I, Follicular stage ; II, Growing stage ; III, Premature stage ; IV, Mature stage ; V, Spent stage.

**Appendix 1-2.** Seasonal changes in gonadal maturation in *Barnea dilatata* collected at the offshore station during the period from April to October,1999.

Date of collection	Shell length* <sup>1</sup> (mm)	Number of individuals at each maturation stage* <sup>2</sup>										Total number
		I		II		III		IV		V		
		male	female	male	female	male	female	male	female	male	female	
1999 Apr 5	48.4±13.0			1		4	2	7	6			20
Apr 21	56.6±11.0							3	8	7	1	19
May 7	60.2± 9.2							6	6	5	3	20
Jun 8	69.9± 8.6	1	1	2	6						10	20
Jul 13	67.4± 6.3	3		5	4	8						20
Sep 8	62.2±12.6			1	1	1	6	3	1			13
Oct 4	81.3± 5.0							8	6	1		15

\*<sup>1</sup>mean±standard deviation.

\*<sup>2</sup> I, Follicular stage ; II, Growing stage ; III, Premature stage ; IV, Mature stage ; V, Spent stage.

**Appendix 1-3.** Seasonal changes in gonadal maturation in *Barnea dilatata* collected at the offshore station during the period from March 2000 to September 2001.

Date of collection	Shell length* <sup>1</sup> (mm)	Number of individuals at each maturation stage* <sup>2</sup>										Total number	
		I		II		III		IV		V			
		male	female	male	female	male	female	male	female	male	female		
2000 Mar 2	50.0± 6.0			3	7	2							12
Mar 27	58.8±10.8			5	11	3		(1)* <sup>3</sup>					19(20)
Apr 26	57.6±11.4			5	2	1		(1)* <sup>4</sup>					8(9)
May 26	69.5± 5.8			3	12	5							20
Jun 15	77.8± 3.4				4	7	9						20
Jul 21	71.1± 6.9					9	11						20
Aug 24	79.0± 5.0					10	10						20
Sep 26	83.2± 5.7							14	6				20
Oct 6	75.8± 6.1							9	11				20
Oct 26	86.7± 7.4							10	3	4	3		20
Nov 24	85.6± 5.2									5	5		10
Dec 4	76.7± 5.8	4	7							3	1		15
2001 Jun 18	89.0± 5.7				2	8	6						16
Feb 20	95.4± 5.8				1	4	11						16
Mar 22	95.9± 7.6					6	1	7	2				16
Apr 26	100.5± 4.5						1	10	4	3	2		20
May 22	96.5± 6.6						2	5		5	8		20
Jun 11	98.2± 5.8					2	9	4		4	1		20
Jul 10	100.8± 8.8					10	10						20
Aug 8	99.4± 6.4					10	9	1					20
Sep 27	100.2± 6.1							8	11				19

\*<sup>1</sup>mean±standard deviation.

\*<sup>2</sup> I, Follicular stage ; II, Growing stage ; III, Premature stage ; IV, Mature stage ; V, Spent stage.

\*<sup>3</sup>Shell length 95.9mm,      \*<sup>4</sup>Shell length 102.6mm.

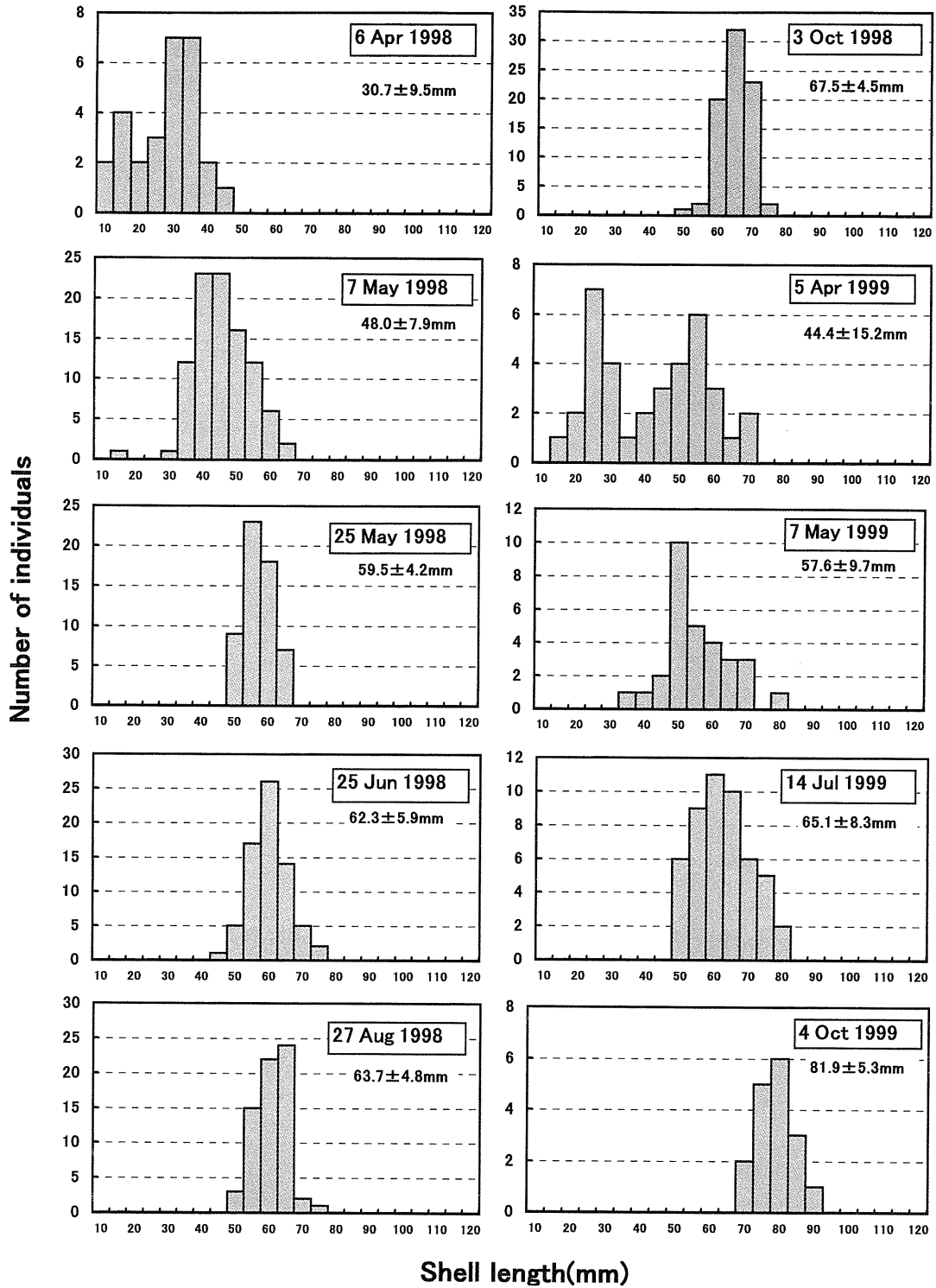
**Appendix 1-4.** Seasonal changes in gonadal maturation in *Barnea dilatata* collected at the offshore station during the period from March to November, 2002.

Date of collection	Shell length* <sup>1</sup> (mm)	Number of individuals at each maturation stage* <sup>2</sup>										Total number	
		I		II		III		IV		V			
		male	female	male	female	male	female	male	female	male	female		
2002 Mar 26	54.1± 4.8	4	6										10
May 1	62.8±10.0		1	5	4								10
Jun 4	71.3± 4.3			7	8								15
Jun 26	70.1± 7.6			8	7								15
Jul 29	72.6± 6.4					10	5						15
Aug 26	79.5± 6.6					9	4	2					15
Oct 1	76.8± 4.4							7	8				15
Oct 30	81.3± 5.0							6	7		1		14
Nov 27	82.6± 5.3							1	1	4	4		10

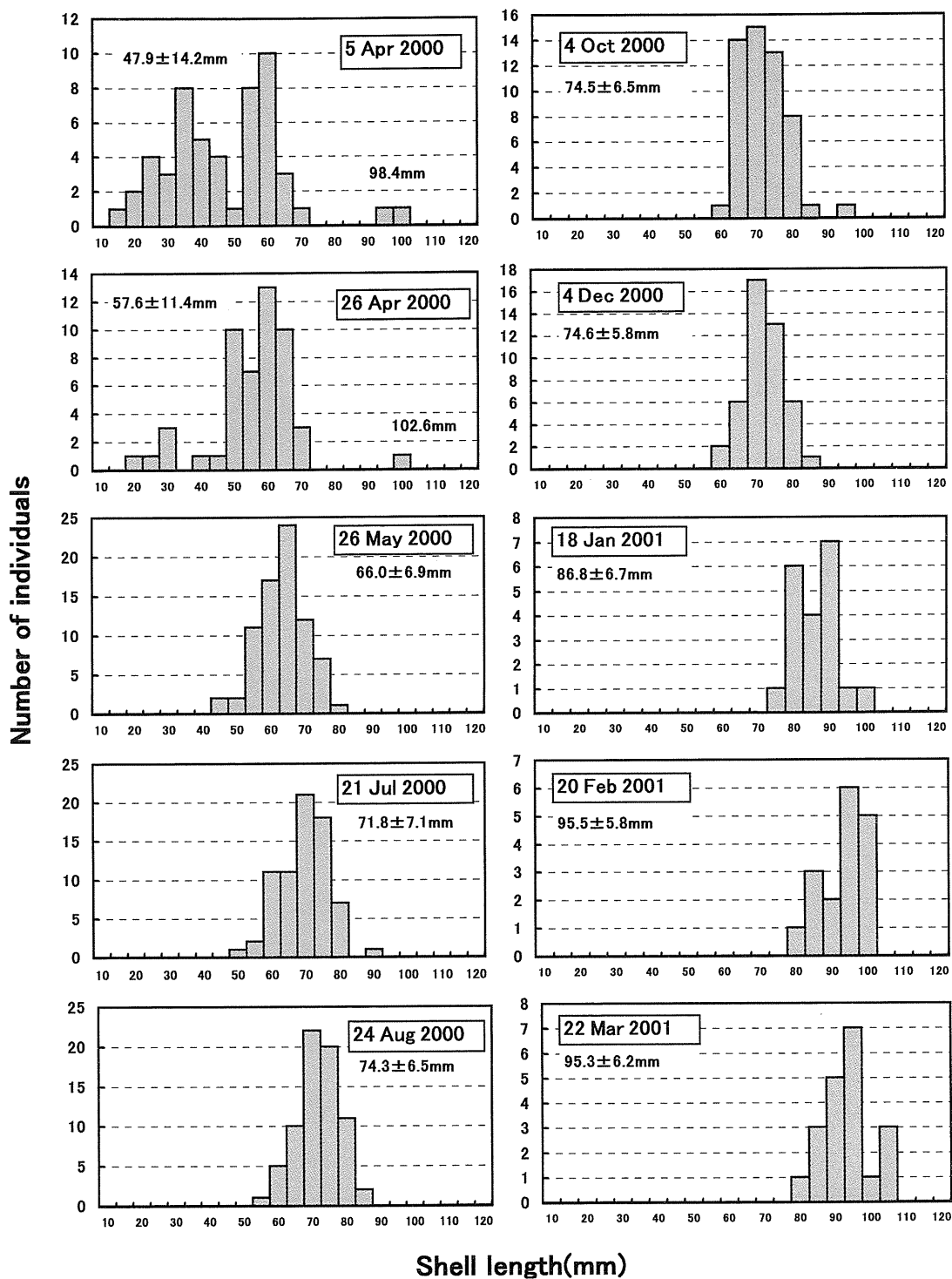
\*<sup>1</sup>mean±standard deviation.

\*<sup>2</sup> I, Follicular stage ; II, Growing stage ; III, Premature stage ; IV, Mature stage ; V, Spent stage.



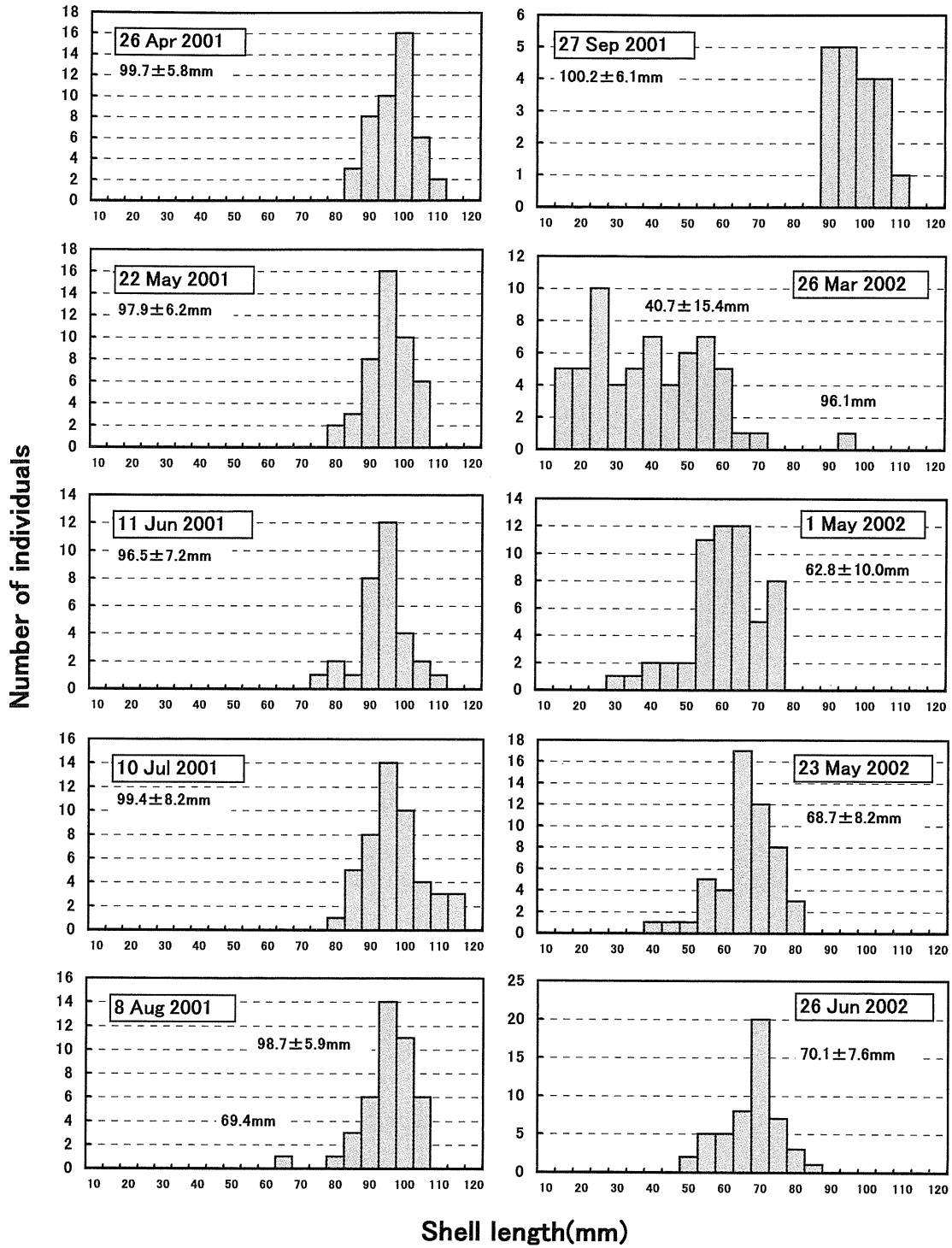


Appendix 2-1. Changes in shell length composition of samples from the offshore station during the period from April 1998 to October 1999. Mean is given for each month with standard deviation.

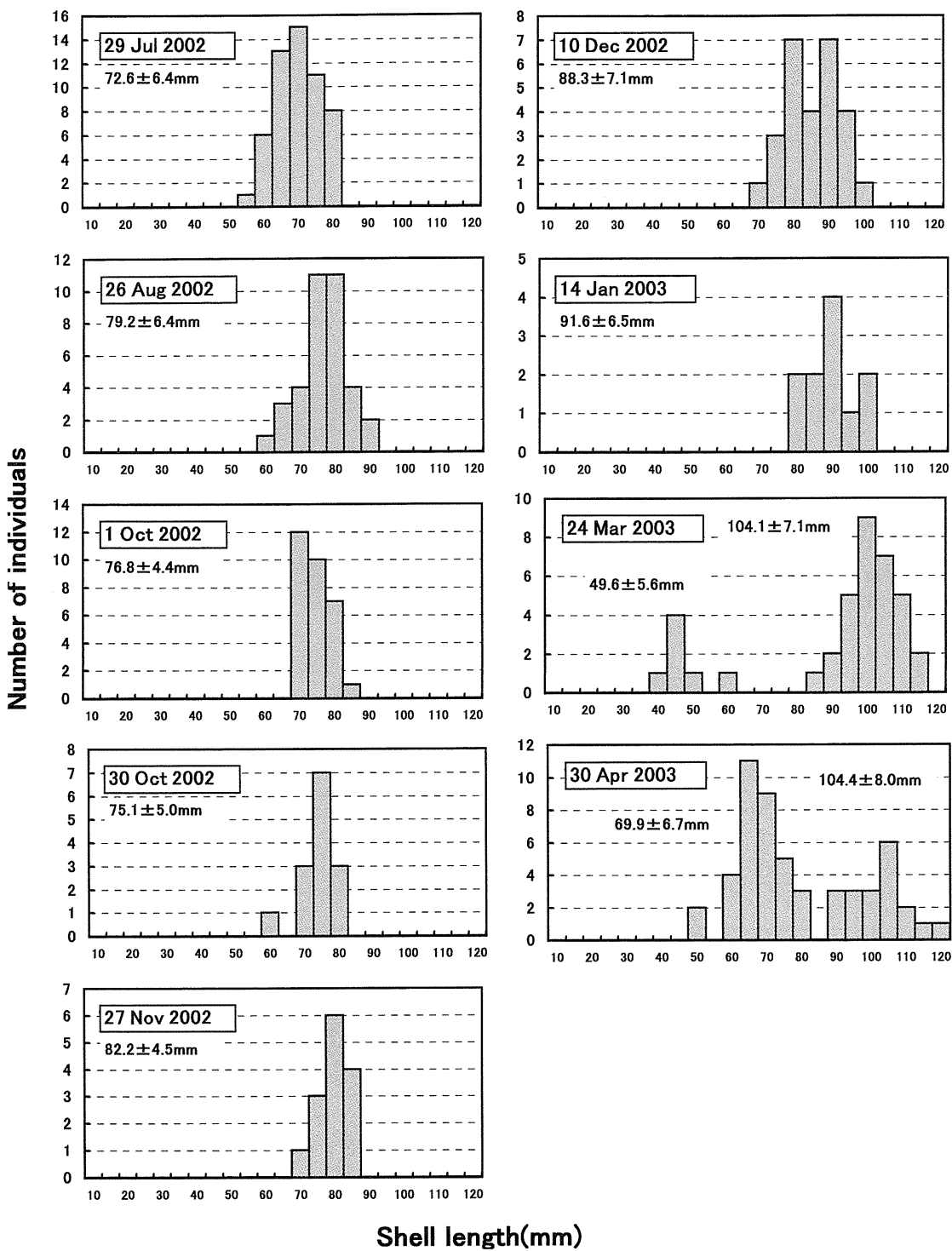


Appendix 2-2. Changes in shell length composition of samples from the offshore station during the period from April 2000 to March 2001.

Mean is given for each month with standard deviation.

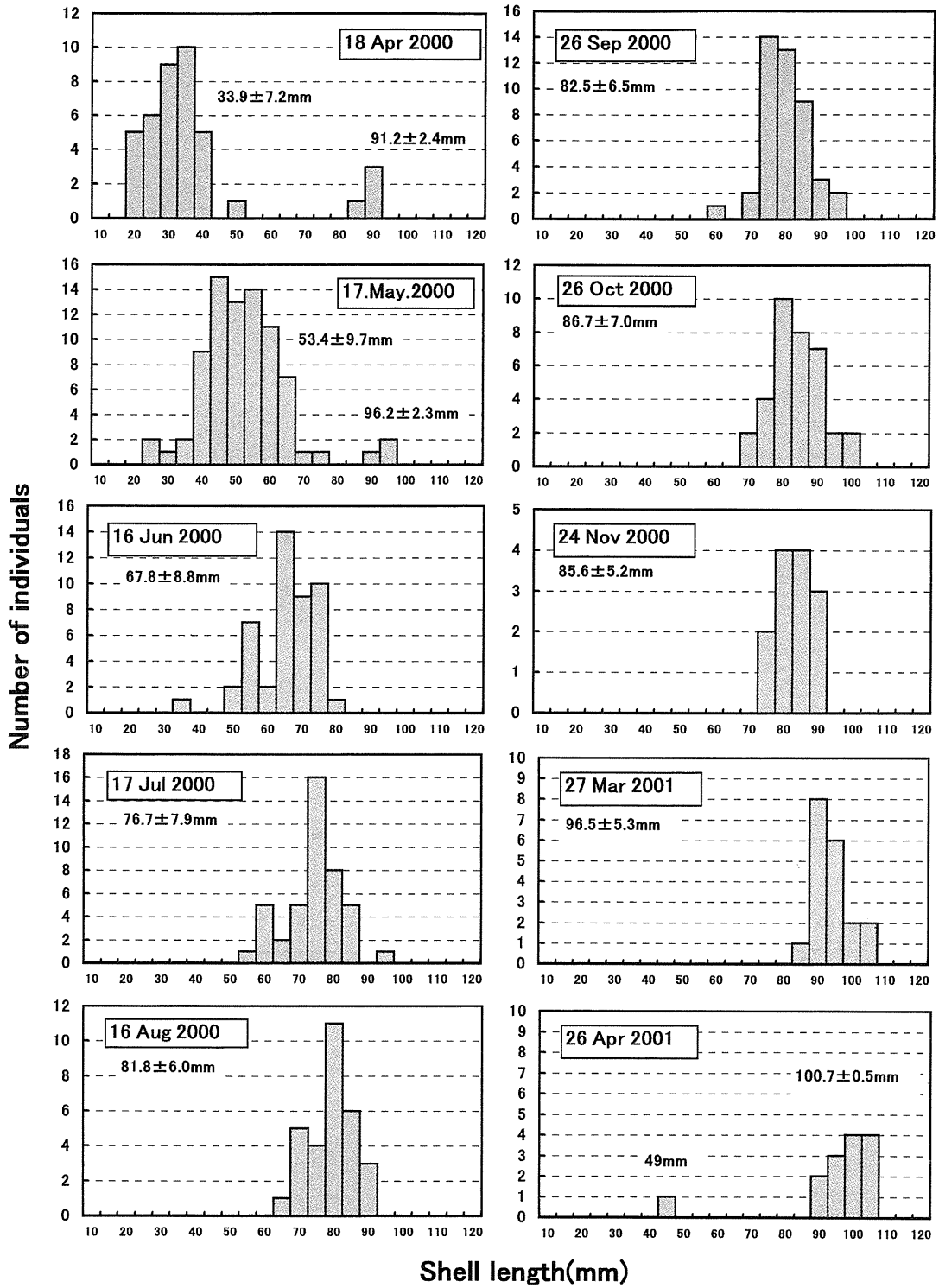


Appendix 2-3. Changes in shell length composition of samples from the offshore station during the period from April 2001 to June 2002. Mean is given for each month with standard deviation.

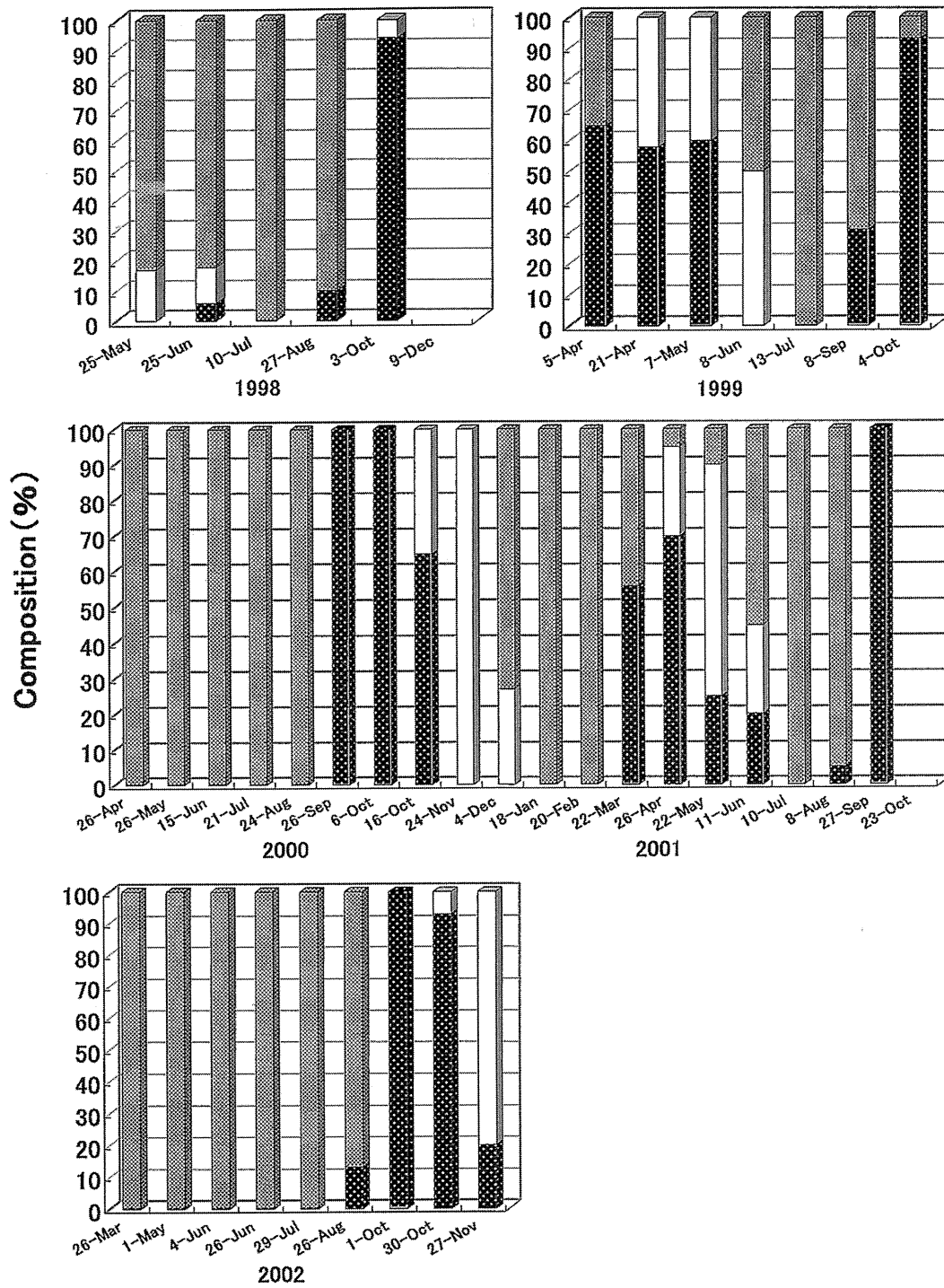


Appendix 2-4. Changes in shell length composition of samples from the offshore station during the period from July 2002 to April 2003.

Mean is given for each month with standard deviation.



**Appendix 3.** Changes in shell length composition of samples from the tideland station during the period from April 2000 to April 2001.  
 Mean is given for each month with standard deviation.



Appendix 4. Proportional composition of the gonad condition for the offshore station in the Ariake Sound.

■, another ; ■, mature stage ; □, spent stage.