

東海岸 養殖産 참가리비, *Patinopecten yessoensis*의 生殖週期

張榮振 · 林漢奎 · 朴榮濟*

釜慶大學校 養殖學科

*國立水産振興院 江陵水産種苗培養場

Reproductive Cycle of the Cultured Scallop, *Patinopecten yessoensis* in Eastern Waters of Korea

Young Jin Chang, Han Kyu Lim and Young Je Park*

Department of Aquaculture, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

*Kangnung Hatchery, National Fisheries Research and Development Institute, Kangnung 210-800, Korea

Gonadal maturation and annual reproductive cycle of the cultured scallop, *Patinopecten yessoensis* from eastern waters near of Kangwon-do province, Korea were studied on the basis of monthly variation of gonadosomatic indices (GSI) and histological observations of gonadal tissue.

During the experimental period, water temperature at the depth of 20 m and sunshine duration per day were ranged from 5.3°C to 18.0°C and 9.4 to 14.6 hours, respectively.

GSI values of female were in a wide range from 2.84±0.37 (August) to 22.66±4.38 (April). GSI values began to increase in March and reached the maximum in April, then decreased rapidly. GSI values of male were in a range from 2.04±0.80 (August) to 20.46±1.49 (April) and were same tendency with female's.

Digestive diverticula indices (DDI) of both sex reached the maximum values in December, then decreased gradually until September. Contrary to GSI, adductor muscle indices (AMI) of both sex were the minimum values in April, but began to increase rapidly until July and reached 47.71±3.17 (female) and 48.70±3.55 (male).

In the scallop collected hermaphroditic gonads were found. Monthly changes of oocyte diameter were in a range from 11.3 µm (October) to 73.3 µm (April) and nuclear diameters were in a range from 8.3 µm (September) to 35.3 µm (April), similar tendency with each other. The changes in number of ovarian tubules were reciprocal tendency with those of oocyte diameter and monthly number of ovarian tubules per mm² in the tissue preparation was in a range from 51 (April) to 175 (August).

As the results, the annual reproductive cycle of the cultured scallop from eastern waters of Korea could be classified into five successive stages: multiplicative (October), growing (November to February), mature (March and April), spawning (April to June) and recovery (July to September) in female; multiplicative (October and November), growing (December and January), mature (February to April), spawning (April to June) and recovery (July to September) in male.

Key words : Scallop, *Patinopecten yessoensis*, Gonadal development, Reproductive cycle

序 論

동해안은 해안선이 단조롭고 內灣과 干潟地가 없으며 대륙붕이 협소해 지형적으로 魚貝類 養

殖生産에 불리한 여건을 가지고 있다. 그러나 최근 들어 강원도 연안을 중심으로 지리적, 기후적 조건에 적합한 지역 특산종인 참가리비의 양식이 활발히 시도되고 있어, 지금까지 어선 어업에만

의존해 왔던 동해안 어업인의 소득 증대는 물론, 침체되어 있던 강원도의 貝類養殖 産業이 활성화되고 있다.

지금까지 국내에서 참가리비에 관한 연구는 採苗技術開發이나 養成에 관한 몇 편의 연구만이 존재할 뿐, 동해안 지역에 棲息하는 자연산 참가리비의 生理·生態에 관한 연구는 물론, 養殖이 이루어지고 있는 참가리비의 繁殖生理에 관한 기초 연구조차 미비한 실정이다. 그러므로 참가리비의 採苗를 위한 정확한 產卵期의 예측이 어렵고, 나아가 養殖에 필요한 種貝의 계획적 생산에 차질을 빚는 경우가 있다.

일본에서는 그 동안 참가리비 生殖巢發達과 生殖週期 등에 관한 연구가 많이 이루어진 바 있지만(山本, 1943; 森等, 1977; 丸, 1978; 川眞田, 1983; Chang et al., 1985), 일본과

양식환경이 다른 우리나라에서는 먹이와 성장(柳와 今井, 1968), 自然採苗와 人工種苗生産(李와 張, 1977; 卞과 盧, 1978; 姜等, 1982) 및 養殖技術開發(朴, 1995)에 관한 연구들만이 보고되어 있을 뿐이므로, 참가리비에 대한 繁殖生理學的인 측면의 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 동해안에서 양식되고 있는 참가리비를 재료로 하여 주로 조직학적 방법에 의해 生殖巢의 발달과정과 生殖週期를 파악하였다.

材料 및 方法

연구에 사용된 참가리비는 江原道 高城郡 文岩岬에 위치한 참가리비 양식장에서 1991년 5월에 採苗한 種貝를 채롱(lantern net ϕ 50 cm \times

Table 1. Monthly changes of measurement and condition factor of the cultured scallop used in the study

Month	Sex	Number	SL (mm)	SH (mm)	SW (mm)	TW (g)	MW (g)	CF
Oct. 1992	♀	9	79.1 \pm 2.4	76.8 \pm 2.2	22.3 \pm 1.4	60.5 \pm 6.3	22.2 \pm 2.8	0.163 \pm 0.025
	♂	8	79.8 \pm 2.8	78.0 \pm 3.4	21.9 \pm 1.2	60.0 \pm 6.3	21.9 \pm 3.2	0.160 \pm 0.011
Nov.	♀	5	75.5 \pm 4.0	73.2 \pm 3.5	19.6 \pm 2.2	51.9 \pm 4.4	20.1 \pm 2.4	0.189 \pm 0.038
	♂	15	77.4 \pm 4.3	75.1 \pm 3.9	20.4 \pm 2.7	54.0 \pm 7.6	20.7 \pm 2.9	0.177 \pm 0.022
Dec.	♀	7	95.7 \pm 3.5	92.5 \pm 4.5	26.0 \pm 2.3	105.1 \pm 10.3	40.7 \pm 4.3	0.178 \pm 0.020
	♂	13	98.3 \pm 3.9	94.9 \pm 3.8	25.5 \pm 1.4	104.0 \pm 7.5	39.0 \pm 3.1	0.165 \pm 0.016
Jan. 1993	♀	8	99.9 \pm 3.0	97.1 \pm 3.5	27.0 \pm 3.3	113.6 \pm 9.6	42.5 \pm 4.0	0.164 \pm 0.021
	♂	11	98.2 \pm 4.1	94.4 \pm 3.1	25.8 \pm 2.6	105.0 \pm 6.7	41.0 \pm 3.6	0.174 \pm 0.022
Feb.	♀	17	100.9 \pm 9.0	95.3 \pm 10.0	26.7 \pm 3.4	123.8 \pm 23.4	47.0 \pm 9.8	0.184 \pm 0.025
	♂	12	101.1 \pm 8.6	96.8 \pm 10.9	27.7 \pm 3.1	123.9 \pm 31.1	47.3 \pm 8.3	0.177 \pm 0.034
Mar.	♀	11	94.6 \pm 4.7	99.7 \pm 5.3	29.3 \pm 2.1	127.9 \pm 18.0	55.9 \pm 6.6	0.202 \pm 0.012
	♂	19	94.0 \pm 5.6	97.4 \pm 5.7	27.9 \pm 2.1	114.9 \pm 18.6	49.0 \pm 8.9	0.190 \pm 0.022
Apr.	♀	11	109.3 \pm 6.1	104.8 \pm 6.1	29.3 \pm 1.5	151.9 \pm 19.6	68.5 \pm 7.7	0.204 \pm 0.015
	♂	17	105.2 \pm 4.5	101.2 \pm 3.4	29.5 \pm 1.9	136.5 \pm 10.5	60.4 \pm 5.5	0.193 \pm 0.011
May	♀	17	109.4 \pm 5.5	106.6 \pm 5.1	30.5 \pm 2.5	146.6 \pm 23.5	66.7 \pm 9.1	0.188 \pm 0.017
	♂	13	106.9 \pm 4.8	103.9 \pm 4.8	29.9 \pm 1.7	142.6 \pm 14.3	61.3 \pm 6.8	0.185 \pm 0.012
Jun.	♀	4	112.2 \pm 7.1	119.9 \pm 5.5	31.6 \pm 2.2	169.0 \pm 22.9	74.2 \pm 8.7	0.187 \pm 0.014
	♂	25	109.5 \pm 7.6	104.3 \pm 4.9	30.3 \pm 2.6	148.7 \pm 23.1	61.0 \pm 9.7	0.176 \pm 0.017
Jul.	♀	12	113.0 \pm 7.7	106.8 \pm 14.1	30.2 \pm 1.8	145.3 \pm 20.8	57.6 \pm 11.2	0.161 \pm 0.037
	♂	18	112.1 \pm 8.0	110.1 \pm 6.5	31.2 \pm 2.1	156.9 \pm 22.8	64.4 \pm 12.2	0.167 \pm 0.020
Aug.	♀	18	108.3 \pm 4.4	106.0 \pm 3.2	30.3 \pm 2.7	172.1 \pm 14.2	68.4 \pm 5.4	0.197 \pm 0.017
	♂	12	109.4 \pm 5.8	107.3 \pm 4.3	29.9 \pm 1.7	169.5 \pm 18.2	63.9 \pm 8.2	0.182 \pm 0.018
Sep.	♀	10	118.8 \pm 5.0	113.5 \pm 5.4	34.8 \pm 4.3	190.2 \pm 31.9	76.3 \pm 15.3	0.162 \pm 0.017
	♂	22	115.2 \pm 5.6	112.1 \pm 5.9	32.3 \pm 1.6	182.5 \pm 32.1	68.2 \pm 12.4	0.162 \pm 0.016

Data were represented with mean \pm SD. SL : shell length, SH : shell height, SW : shell width, TW : total weight, MW : meat weight, CF : condition factor.

200 cm, 10칸)에 칸당 12마리씩 수용하여 垂下式으로 양성한 2~3년생이었으며, 1992년 10월부터 1993년 9월까지 매월 무작위 채취한 314 개체의 成貝를 재료로 하였다(Table 1).

참가리비의 生殖週期에 미치는 환경요인의 영향을 조사하기 위하여, 수심 20 m에서 Nansen 採水器로 採水하여 轉倒溫度計에 의해 수온을 측정하였으며, 日間日照時間은 江陵氣象臺의 관측 자료를 이용하였다.

월별로 채취된 참가리비에 대하여는 殼長(SL), 殼高(SH), 殼幅(SW)을 vernier caliper로 0.1 mm까지 측정하고, 全重(TW), 軟體部重量(MW), 生殖巢重量(GW), 消化盲囊重量(DW) 및 閉殼筋重量(AW)을 0.1 g까지 측정하여, 成長, 肥滿度(CF, $MW \times 1000 / SL \times SH \times SW$), 生殖巢重量指數(GSI, $GW \times 100 / MW$), 消化盲囊重量指數(DDI, $DW \times 100 / MW$) 및 閉殼筋重量指數(AMI, $AW \times 100 / MW$)를 계산하기 위한 자료로 활용하였다.

계측 직후 적출한 生殖巢 조각은 Bouin 용액에 固定하여 조직표본 제작에 사용하였다. 생식소 조직은 常法에 따라 5~7 μm 의 連續切片을 만들고, Harris's haematoxylin과 0.5% eosin으로 二重染色하였다.

卵徑과 核徑은 매월 仁이 명확히 관찰되는 卵母細胞만을 골라 60개씩 현미경에 장착된 micro-meter로 측정하였으며, 단위면적당 卵巢小囊數는 매월 5개의 서로 다른 조직표본에서 30회 측정하여 mm^2 당 小囊의 수로 계산하였다.

結 果

成長과 肥滿度の 月別變化

암수의 성장에 있어 암컷은 1992년 10월에 殼長 79.1 ± 2.4 mm, 全重 60.5 ± 6.3 g이었던 것이 실험 종료 시기인 1993년 9월에 殼長 118.8 ± 5.0 mm, 全重 190.2 ± 31.9 g으로 자라났고, 수컷은 殼長 79.8 ± 2.8 mm, 全重 60.0 ± 6.3 g이었던 것이, 殼長 115.2 ± 5.6 mm, 全重 182.5 ± 32.1

g으로 암컷이 약간 빠르게 성장하였다. 월별 肥滿度の 변화는 암수 모두 실험 개시 시기인 1992년 10월에 각각 0.163 ± 0.025 와 0.160 ± 0.011 로 가장 낮았다가 점차 상승하여 이듬해 4월에 암수 각각 0.204 ± 0.015 , 0.193 ± 0.011 로 최대값이 되었다(Table 1).

실험기간 동안 조사한 참가리비의 性比는 암컷 129개체에 대해 수컷 185개체인 1 : 1.43으로 수컷이 암컷에 비해 많았고, 221개체의 조직표본을 관찰한 결과, 자웅동체가 6개체로 2.7%를 차지하였다.

環境과 GSI, DDI 및 AMI의 月別變化

환경요인이 가리비의 생식소 발달에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실험기간 동안 수온과 일조시간을 조사하였다. 참가리비의 垂下養殖 수심인 20 m 水層에 있어 월별 수온의 변화범위는 $5.3 \sim 18.0^\circ\text{C}$ 로, 10월부터 하강하기 시작하여 이듬해 3월에 가장 낮았으며 이후부터 서서히 높아졌다. 낮의 길이는 12월에 9.4시간으로 연중 가장 짧았으며, 이후 생식소 발달과 함께 서서히 증가하여 6월에 14.6시간으로 가장 길었다(Fig. 1).

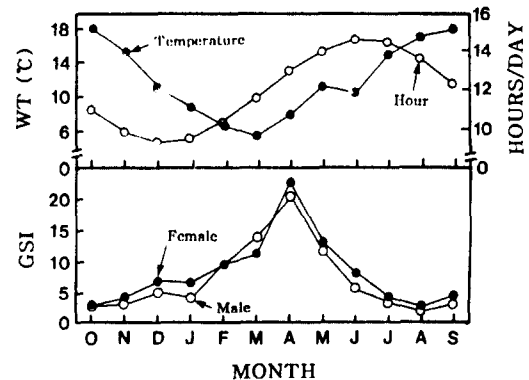


Fig. 1. Monthly changes in water temperature (WT), day length (hours/day) and gonadosomatic index (GSI) in both sexes of cultured scallops.

암컷의 월별 GSI 변화는 2.84 ± 0.37 (8월)~ 22.66 ± 4.38 (4월)로 9월부터 서서히 높아지다가

3월에 급격히 증가하여 4월에 최고값을 보였다. 수컷의 GSI 변화는 2.03 ± 0.80 (8월)~ 20.46 ± 1.49 (4월)로 암컷과 같은 변화 경향이였다(Fig. 1).

DDI는 암수 각각 12월에 11.14 ± 1.25 와 11.10 ± 1.13 으로 최고값을 보였다가, 암수 각각 최저값을 보인 이듬해 9월(5.61 ± 0.71)과 8월(5.58 ± 1.84)까지 서서히 낮아졌다. AMI는 GSI와 상반된 경향을 보였다. 암수 모두에서 GSI가 최고값을 보였던 4월에 각각 31.36 ± 2.27 과 32.13 ± 3.18 로 최저값을 보였다가, 이후부터 급격하게 증가하여 7월에 암컷 47.71 ± 3.17 , 수컷 48.70 ± 3.55 로 가장 높았다(Fig. 2).

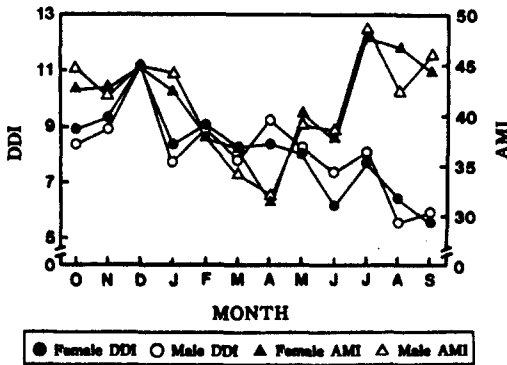


Fig. 2. Monthly changes in digestive diverticula index (DDI) and adductor muscle index (AMI) in both sexes of cultured scallops.

卵徑, 核徑 및 單位面積當 卵巢小囊數의 月別變化

卵徑과 核徑의 월별 변화는 GSI의 월별 변화와 같은 경향으로 4월에 卵徑 $73.3 \pm 8.4 \mu\text{m}$, 核徑 $35.3 \pm 4.9 \mu\text{m}$ 로 최대값을 보였다가 7월까지 급격하게 감소하였고, 10월과 9월에 각각 $11.3 \pm 1.7 \mu\text{m}$ 와 $8.3 \pm 1.2 \mu\text{m}$ 로 가장 작았다. 그러나 조직질편의 mm^2 당 卵巢小囊數는 월별 卵徑 변화와는 상반된 경향을 나타내, 조사개시 시기인 1992년 10월에 175 ± 46 개로 가장 많았다가, 卵巢 성숙과 동시에 감소하기 시작하여 卵徑, 核徑 및 GSI가 최대값을 보였던 4월에 51 ± 12 개로 가장 적었다(Fig. 3).

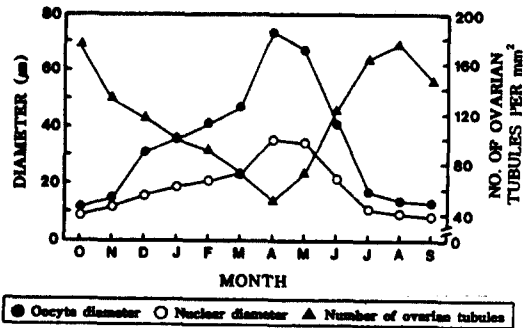


Fig. 3. Monthly changes in oocyte diameter, nucleus diameter and number of ovarian tubules per mm^2 in the tissue preparation of ovary.

生殖巢의 發達

生殖細胞와 生殖小囊의 형태적 변화에 따라 구분한 참가리비의 生殖巢 발달 과정은 연속적인 5단계로 구분되었다(Fig. 4).

分裂增殖期

前期(Fig. 4-Mu1) : 卵原細胞는 生殖上皮에서 증식하고, 仁이 들어있는 등근 核을 가진다. 核과 仁은 뚜렷하게 관찰되었지만, 세포질은 매우 빈약하였다. 卵原細胞의 卵徑은 $15 \mu\text{m}$ 전후였으며, 核徑은 약 $10 \mu\text{m}$ 였다. 卵巢小囊 안에는 소수의 卵母細胞가 관찰되었다. 精巢細管들 사이에서는 결합조직들이 발달해 있었고, 細管上皮에는 소수의 精原細胞가 관찰되었다.

後期(Fig. 4-Mu2) : 卵巢小囊內的 卵原細胞는 다소 커졌고, 卵原細胞의 수도 증가하였다. 精巢에서는 분열증식에 의해 精原細胞의 수가 점차로 증가하였다.

成長期

前期(Fig. 4-G1) : 卵巢小囊의 內腔은 아직 비어 있었으며, 卵母細胞는 卵徑이 $25 \mu\text{m}$ 내외로 성장하고 세포질이 충분하기 시작하였다. 核은 直徑이 $15 \mu\text{m}$ 전후로 아직도 세포질 보다 많은 부분을 차지하고 있었다. 精巢細管의 細管上皮에는 精母細胞가 형성되어 있었다.

中期(Fig. 4-G2) : 卵母細胞는 세포질이 충실 해지면서, 卵巢小囊의 內腔 중앙부로 성장해 나

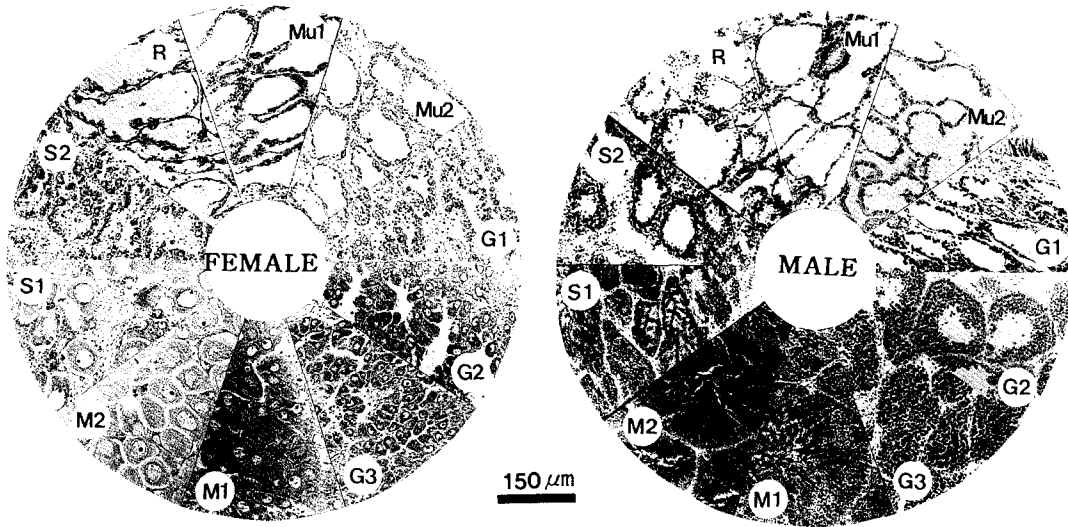


Fig. 4. Histological identifications of the gonad stages in cultured scallops. Mu : multiplicative stage, G : growing stage, M : mature stage, S : spawning stage, R : recovery stage.

가기 시작하였다. 卵巢小囊內에서 卵母細胞가 차지하는 비율이 50%까지 증가하였으며, 卵徑은 30~40 μm 였다. 精巢細管內의 內腔에서도 精母細胞가 40~50%의 비율을 차지하였고, 精母細胞는 細管上皮에서 內腔의 중앙으로 그 수를 늘려가기 시작하였다.

後期(Fig. 4-G3) : 卵母細胞의 대부분은 卵黃物質로 채워져 있었고, 小囊內腔의 80% 이상을 차지하였다. 卵徑은 약 50 μm 였다. 精巢에서는 細管上皮로부터 內腔을 향하여 精原細胞, 精母細胞 및 精細胞가 層狀으로 배열하고 있었다.

成熟期

前期(Fig. 4-M1) : 卵巢小囊의 내부는 卵母細胞로 가득차 있었고, 卵母細胞의 모양은 대부분이 둥근 모양이거나 타원형이었다. 卵徑은 45~65 μm 였고, 核徑은 25~30 μm 였다. 精巢細管의 중앙에는 變態가 끝난 精子들이 출현하며, 精子로 變態中인 精細胞도 다수 관찰되었다.

後期(Fig. 4-M2) : 卵母細胞는 완전히 성숙하여 젤라틴질로 싸여 있었다. 세포질은 많은 수의 卵黃顆粒으로 채워져 있었고, 卵巢小囊의 斷面積은 연중 최대로 확장되어 있었다. 卵徑과 核徑의

평균은 각각 73 μm , 35 μm 였다. 精巢細管은 變態를 마친 精子로 가득 채워져 있었으며, 細管의 중앙에는 물결모양을 이룬 정자배열이 관찰되었다.

産卵·放精期

前期(Fig. 4-S1) : 卵母細胞가 방출되어 卵巢小囊이 부분적으로 비워지기 시작하였다. 卵徑과 核徑의 크기는 成熟後期와 차이가 없었다. 精子의 체외방출에 의해 成熟後期에 관찰되었던 물결모양의 정자배열은 없어지고, 細管內에 빈 공간들이 형성되기 시작하였다.

後期(Fig. 4-S2) : 대부분의 성숙 卵母細胞는 방출되고 卵巢小囊은 수축되고 있었다. 그러나 小囊內에는 미성숙된 卵母細胞와 미방출된 성숙 卵母細胞가 관찰되었으며, 세포붕괴가 일어나기 시작하였다. 精巢細管을 채웠던 精子들은 대부분 방출되었고 細管의 內腔은 대부분이 비워지기 시작하였다.

回復期(Fig. 4-R)

산란·방정후 미방출된 殘存 卵母細胞와 精子의 세포붕괴가 일어났으며, 卵巢小囊과 精巢細管은 완전히 비워진 조직상을 보였다.

雌雄同體

동해안 양식산 참가리비에서 **雌雄同體**의 출현 빈도는 전체 조사 개체에 대해 2.7%로 비교적 낮은 편이었다. **雌雄同體**는 두가지 **型**으로 구분되었으며, 번태를 완료한 **精子**가 가득찬 **精巢細管**의 **生殖上皮**위에 성장기의 **卵母細胞**가 **点在**하여 수컷에서 암컷으로 **성 전환**하는 것으로 보여지는 **雌雄同體像**(Fig. 5A)과 여러가지 발달단계의 **雄性生殖細胞**가 들어있는 **精巢細管** 사이에 성장기의 **卵母細胞**를 가지는 **난소소낭**이 **点在**하는 조직상을 보였다(Fig. 5B).

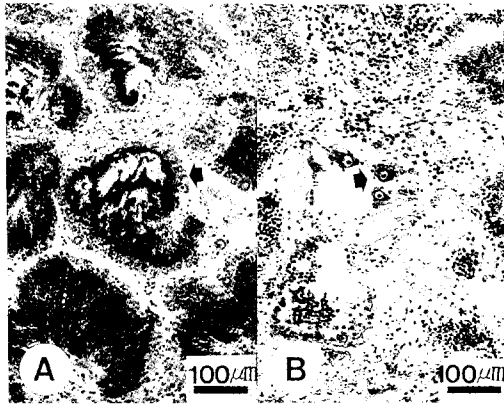


Fig. 5. Hermaphroditic gonads observed in cultured scallop. Arrows show oocytes of the growing stage in the testis.

生殖週期

卵巢에서 **回復期**의 **組織像**이 출현하는 기간은 7~9월로, 9월에 모든 개체중 17%가 **分裂增殖期**의 **卵巢**로 발달하였으며, 10월에는 67%의 개체가 **분열증식기**였고 나머지의 개체가 **成長期**의 **組織像**으로 발달하였다. 이후 **成長期**의 **卵巢**를 가진 개체의 비율이 늘어났으며, 2월부터 **성숙기**의 개체가 출현했고, 4월에는 모든 개체가 **成熟期**의 **組織像**을 보였다. **성숙란**의 방출은 4~6월에 일어났다.

精巢에서 **回復期**의 **組織像**이 출현하는 기간은 암컷보다 다소 길어서 7~11월이었고, 9월부터 **分裂增殖期**의 **精巢**를 가진 개체가 출현하여 10~

11월에는 약 85% 이상이 **分裂增殖期**의 **組織像**을 보였다. **成長期**의 **組織像**을 보인 기간은 10월부터 이듬해 3월까지였으며, **成熟期**의 **精巢**는 2월부터 나타나기 시작하여 4월에는 모든 수컷이 **成熟期**에 달하였으며, 일부 개체는 8월까지 관찰되었다. **精子**의 방출은 4월부터 7월까지 관찰되었다(Fig. 6).

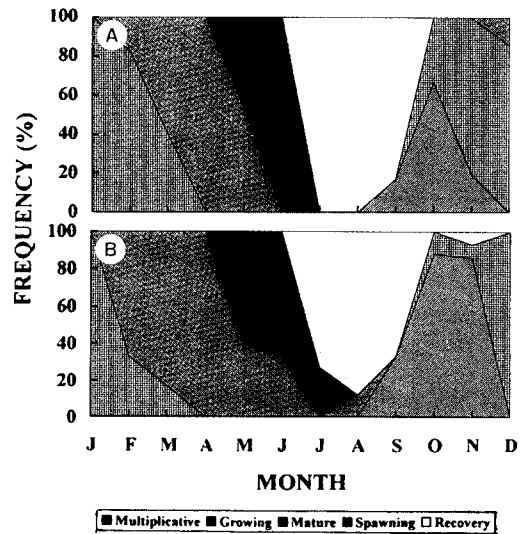


Fig. 6. Monthly changes in proportional frequency of gonadal stage in cultured scallops. A : female, B : male.

강원도산 양식 참가리비의 **生殖巢 組織像**, **GSI** 및 월별 **卵徑**과 **卵巢**의 단위 면적당 **小囊數**의 변화를 종합한 결과, **生殖週期**는 암컷의 경우 **分裂增殖期** 10월, **成長期** 11~2월, **成熟期** 3~4월, **産卵期** 4~6월 및 **回復期** 7~9월이었으며, 수컷에서는 **分裂增殖期** 10~11월, **成長期** 12~1월, **成熟期** 2~4월, **放精期** 4~6월 및 **回復期** 7~9월로 판정되었다.

考 察

참가리비의 **産卵期**를 추정하는 방법으로는 **GSI** 조사(川眞田, 1983), **生殖巢**의 조직학적 관찰(丸, 1976; 森等, 1977; Chang et al., 1985) 및 **浮遊幼生**의 출현량을 조사하는 방법(李와 張,

1977) 등이 이용되어왔다. 본 연구에서는 월별 GSI의 변화와 함께 生殖巢 발달단계를 조직학적으로 관찰하여 동해안산 양식 참가리비의 生殖週期를 조사하였다.

월별 GSI의 변화는 成熟期인 4월에 최고값을 보였는데, 이것은 丸(1978)이 보고한 일본 Saroma湖産 참가리비의 GSI 변화 보다 1개월 정도 빠른 결과였다. 동해안산 양식 참가리비의 성숙이 Saroma湖産 참가리비 보다 다소 빨랐던 것은 Saroma湖의 緯度가 北緯 44°로 본 연구에 사용한 참가리비의 채집 지역인 江原道 高城郡의 38° 보다 高緯度 수역이고, Saroma湖의 수온이 1~3월 까지 -1.4°C 이하였다가 4월부터 상승하는데 반해, 高城郡의 수온은 가장 낮았던 3월이 5.5°C로 Saroma湖 보다 상대적으로 높기 때문에 성숙이 촉진되었다고 생각된다. 그러나 북위 42°에 위치하지만 3~5월까지 3~4°C로 유지되다가 6월부터 수온이 상승한 噴火灣産 참가리비는 4월에 GSI의 최대값을 보였다(川眞田, 1983). 따라서 지금까지 보고된 자료와 본 연구의 결과를 종합해 볼 때, 양식산 참가리비의 성숙은 수온 하강과 함께 촉진되었다가 수온이 다시 상승하는 4월부터 산란이 이루어지는 것으로 보인다. 한편 본 연구에서 생식소의 발달시기는 낮 길이의 점진적인 증가시기와 일치하였으며, 丸(1976)도 Saroma湖에서 垂下養殖한 참가리비의 성숙이 長日狀態에서 빠르게 진행하였다고 함으로써, 생식소 발달과 日長과의 연관성을 암시하였다. 그러나 참가리비에서 日長과 생식소 발달과의 연관성을 조사한 연구결과는 드물기 때문에, 앞으로 이 분야에 관한 보다 체계적인 연구가 요구된다.

본 연구에서 동해안 양식산 참가리비의 産卵期는 4~6월로 추정되며, GSI가 가장 높았던 4월 하순부터 産卵이 이루어지는 것으로 생각된다. 그러나 이 결과는 迎日灣에서 浮遊幼生の 출현량으로 産卵期를 추정했던 李와 張(1977)의 産卵期와 큰 차이를 보이고 있다. 日本의 陸奥灣에 棲息하는 참가리비의 産卵期는 3월 하순~5월 중순이고(山本, 1943), Saroma湖에서는 陸奥灣보다 약 2개월 늦은 5월~6월이 産卵期(丸, 1976)로 지역에 따라 차이를 보이고 있다. 이러한 차이는 丸(1976)이 언급한 것 처럼 수온, 日照時間 등과 같은 외부환경 조건의 차이와 함께 양식방법의 차이나 자연산 참가리비의 棲息條件의 다양성에 기인한다고 생각된다. 지금까지 알려진 참가리비의 産卵期를 연구수역별로 정리하여 보면 Table 2와 같다. 참가리비의 産卵期는 지역에 따라 조금씩 차이를 보일 뿐만아니라 양식 방법에 따라서도 차이를 보이고 있다. 그러므로 참가리비의 産卵期를 판정하는 것은 지역에 따른 海況條件을 충분히 검토해야할 뿐만아니라 양식방법에 따른 참가리비의 生理的 狀態도 함께 고려해야 할 것이다.

참가리비의 雌雄同體 현상은 다른 연구자들에 의해 보고된 바 있지만, 본 연구에서는 조사 개체중 2.7%의 雌雄同體가 관찰되었다. 이와 같은 雌雄同體의 출현빈도는 日本의 網走海城에 방류한 참가리비의 1.8%(張, 1986)와 噴火灣에 방류한 참가리비의 0.7%(川眞田, 1983) 보다 높았으나, 唐丹灣에 수하양식한 참가리비의 21.4%(森等, 1977) 보다는 매우 낮았다. 이처럼 참가리비에서 雌雄同體의 출현빈도에 큰 차이를 보이는 이유는

Table 2. Spawning period of *Patinopecten yessoensis* in different localities

Locality (latitude)	Culture method	Spawning period	Reference
Yeongil Bay, Korea (36°N)	Natural	Late March~early April	Lee and Chang 1977
Kangwon-do, Korea (38°N)	Hanging	April~June	Present study
Toni Bay, Japan (39°N)	Hanging	April~May	Mori et al. 1977
Funka Bay, Japan (42°N)	Sowing	April~June	Kawamata 1983
Lake Saroma, Japan (44°N)	Hanging	May~June	Maru 1976
Abashiri waters, Japan (44°N)	Sowing	May~July	Chang et al. 1985

양식방법이나 서식환경 등이 영향을 미쳤을 가능성도 있지만, 오히려 조사된 참가리비의 연령이 雌雄同體의 출현에 큰 요인인 것으로 생각된다. 森等(1977)은 만 1년된 참가리비에서 雌雄同體 현상을 관찰하였고, 雌雄同體의 組織像으로부터 참가리비는 수컷에서 암컷으로 성전환할 가능성이 있다고 하였다. 和久井과 小原(1967)도 1년생 참가리비는 대부분 수컷이었으나, 2년생 이상의 개체에서는 성비가 1 : 1에 가까워지므로 성전환의 가능성을 제시하였다. 따라서 성분화가 명확히 일어나지 않은 만 1년생 미단에서 雌雄同體의 출현빈도가 높은 것으로 생각된다. 반면, 본 연구에 사용한 참가리비는 2~3년생 개체였으며, 川眞田(1983)와 張(1986)이 조사한 개체는 3~4년생으로 이미 성분화가 완료되었기 때문에 雌雄同體의 출현빈도가 낮았다고 생각된다. 이와 같은 자동동체 현상에서 개체의 연령에 따라 발생빈도가 달라짐을 볼 때, 참가리비는 雄性先熟型 雌雄同體期를 거치는 것으로 판단된다.

DDI의 변화는 GSI가 가장 높아지기 4개월 전인 1992년 12월에 최고값을 보인 이후, 1993년 9월까지 서서히 감소하는 경향을 나타냈다. 이것은 消化盲囊에 저장된 영양원들이 生殖巢의 발달에 이용된다는 Sastry (1970)와 張(1991)의 언급에 비추어 볼 때, 본 연구에서 DDI가 GSI보다 몇개월 앞서 최고값을 보인 것은 生殖巢 성숙에 필요한 영양원이 消化盲囊에 축적되어 생식소로 전이된다는 간접적 증거라 할 수 있다. AMI와 GSI의 월별 변화는 서로 상반된 경향을 보이고 있는데, 이 결과 역시 生殖週期和 연관지워 고찰해 볼 때, 참가리비의 消化盲囊은 주로 지질대사(Chang et al., 1989)에 관련되는 반면, 閉殼筋은 글리코겐 대사(Takahashi and Mori, 1971)에 관련되므로, 閉殼筋의 글리코겐이 生殖巢 발달을 위해 이용되는 것을 나타내는 결과로 보여진다. 그러나 참가리비에서 繁殖活動에 영향을 미치는 영양조건이나 繁殖期間 동안 生體內 에 너지 대사에 관한 자료는 아직 미흡한 실정이다. 따라서 앞으로 繁殖에 관련된 체내 대사와 에너지

흐름을 밝히기 위한 연구가 필요하다.

要 約

우리나라 강원연안에서 수하양식중인 2~3년생 참가리비를 재료로 하여 GSI와 조직학적 방법에 의해 생식소의 성숙 및 생식주기를 조사하였다.

양식장의 연간 수온 분포(수심 20 m)는 5.3~18.0°C였으며, 낮 길이의 월별변화는 9.4~14.6시간이었다.

암컷의 GSI는 2.84 ± 0.37 (8월)~ 22.66 ± 4.38 (4월)로 3월부터 급격히 증가하여 4월에 최고값을 보였다가 감소하였고, 수컷은 2.03 ± 0.80 (8월)~ 20.46 ± 1.49 (4월)로 암컷과 같은 경향이었다. DDI는 암수 각각 12월에 11.14 ± 1.25 와 11.10 ± 1.13 으로 최고값을 보였다가 이후 최저값을 보인 9월까지 서서히 낮아졌다. AMI와 GSI의 월별 변화는 서로 상반된 경향을 보였다.

조사된 참가리비중 자동동체의 출현빈도는 2.7%였다. 월별 卵徑의 변화는 11.3(10월)~73.3(4월) μm , 核徑은 8.3(9월)~35.3(4월) μm 로 서로 유사한 변화 경향이었으나, 卵巢의 조직질편 mm^2 당 卵巢小囊數는 卵徑과 核徑이 최대값을 보인 4월에 51개로 가장 적었다가 이후 증가하여 8월에 175개로 가장 많았다.

生殖巢의 組織像, GSI 및 월별 卵徑과 卵巢의 단위면적당 小囊數의 변화를 종합한 결과, 동해안 양식산 참가리비의 生殖週期는 암컷의 경우, 分裂增殖期 10월, 成長期 11~2월, 成熟期 3~4월, 產卵期 4~6월 및 回復期 7~9월, 수컷에서는 分裂增殖期 10~11월, 成長期 12~1월, 成熟期 2~4월, 放精期 4~6월 및 回復期 7~9월로 판정되었다.

參 考 文 獻

- Chang, Y. J., K. Mori and T. Nomura, 1985. Studies on the scallop, *Patinopecten yessoensis*, in sowing cultures in Abashiri waters-Reproductive periodicity. Tohoku J. Agr.

- Res., 35 : 91-105.
- Chang, Y. J., Y. Sugawara and T. Nomura, 1989. Structure and function of digestive diverticula in the scallop, *Patinopecten yessoensis* (Jay). Tohoku J. Agr. Res., 39 : 81-94.
- Sastry, A. N., 1970. Reproductive physiological variation in latitudinally separated populations of the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamarck. Biol. Bull., 138 : 56-65.
- Takahashi, K. and K. Mori, 1971. Seasonal variations in the metabolism of lipids and glycogen in the scallop, *Patinopecten yessoensis* (JAY). I. Biochemical studies. Tohoku J. Agr. Res., 22 : 114-133.
- 姜海遠・鄭成采・李鍾寬・趙榮朝・張貞源, 1982. 가리비 人工種苗生産에 관한 研究. 水振研報, 30 : 111-118.
- 朴榮濟, 1995. 가리비 養殖技術開發에 관한 研究. 農林水産部 特定研究開發事業報告書. 農林水産部. pp. 259.
- 卞忠圭・盧龍吉, 1978. 가리비, *Patinopecten yessoensis* (JAY)의 人工採苗에 관한 研究. 水振研報, 20 : 141-155.
- 山本護太郎, 1943. ホタテガイ *Pecten (Patinopecten) yessoensis* JAY의 生殖細胞形成並びに 生殖時期. 日本誌, 12 : 21-26.
- 森勝義・長内健治・佐藤隆平, 1977. 岩手縣唐丹灣における 養殖ホタテガイ 生殖巢の周年變化に関する 組織學的研究. 日本誌, 43 : 1-8.
- 柳屋奎・今井丈夫, 1968. 가리비, *Patinopecten yessoensis*의 먹이와 성장. 釜山水大研報, 8 : 127-132.
- 李輔瀨・張聖滋, 1977. 가리비 養殖에 관한 研究. (1) 自然採苗 및 垂下養殖試驗. 水振研報, 16 : 165-178.
- 張榮振, 1986. 外海放流ホタテガイに関する 生理生態學的研究, 特に 生殖関連器管の細胞・組織化學的動態について. 東北大学 大学院 博士学位論文, pp. 218.
- 張榮振, 1991. 가리비, *Patinopecten yessoensis* 消化盲囊의 季節變化. 韓國養殖學會誌, 4 : 19-30.
- 川眞田憲治, 1983. 噴火灣海域における 放流ホタテガイ의 生殖周期. 北水試報, 25 : 15-20.
- 和久井卓哉・小原昭雄, 1967. サロマ湖における ホタテガイ *Patinopecten yessoensis* (JAY) 生殖巢の周年變化について. 北水研報, 32 : 15-22.
- 丸邦義, 1976. ホタテガイ의 生殖に関する 研究 第1報 養殖ホタテガイ의 生殖周期. 北水試報, 18 : 9-26.
- 丸邦義, 1978. 호타테가이의 生殖に関する 研究 第2報 1年貝의 生殖巢의 發達. 北水試報, 20 : 13-26.