



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권으로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학석사 학위논문

태화강 하구에 서식하는 바지락,
Ruditapes philippinarum
(*Bivalve: Veneridae*)의 연생식주기



2007년 8월

부경대학교 교육대학원

생물교육전공

김 은 영

교육학석사 학위논문

태화강 하구에 서식하는 바지락,
Ruditapes philippinarum
(*Bivalve: Veneridae*)의 연생식주기

지도교수 유명숙

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함.

2007년 8월

부경대학교 교육대학원

생물교육전공

김 은 영

김은영의 교육학석사 학위논문을 인준함.

2007년 8월 31일



주 심 이학박사 김 현 우 ㉠

위 원 수산학박사 남 기 완 ㉠

위 원 농학박사 유 명 숙 ㉠

목 차

<i>Abstract</i>	ii
I. 서론	1
II. 재료 및 방법	
1. 채집 및 시료의 처리	4
2. 조직학적 처리	7
3. Fatness Index	8
III. 결과	
1. 측정 Parameter와 환경조건의 변화	9
2. 생식소의 발달에 따른 생식주기	14
가. 난자형성	
나. 정자형성	
3. Fatness Index의 변화	22
4. 생식주기	22
IV. 고 찰	29
V. 요 약	37
VI. 참고 문헌	39
감사의 글	44

**Annual reproductive cycle of *Ruditapes philippinarum* (Bivalve:
Veneridae) in estuary of Taehwa river**

Eun Young Kim

*Graduate School of Education
Pukyong National University*

Abstract

The annual reproductive cycle of *Ruditapes philippinarum* (Bivalve: Veneridae) was studied by histological study and fatness index. Samples were collected monthly in estuary of Taehwa river from April 2006 to March 2007. Gonadal phases can be divided into six stages; early active stage, late active stage, ripe stage, spawned stage, degenerative stage, inactive stage. Examination of histological preparation showed that gonadal development began in April and spawned from August to October. The lowest water temperature was in March (8.0°C) and the highest temperature was in August (29°C). From June to October when the water temperature went above 19°C *R. philippinarum* began riping and spawning. Therefore the development of the gonad was closely related to the water temperature. and fatness index(=MW×100/SL³). The monthly variations in the fatness index closely related to reproductive cycle. The fatness index reached at the highest value in June (0.0694) and decreased during degenerative stage and inactive stage. In this study, most specimens were diecious in sex but three individuals showed hermaphroditism.

I. 서론

생물의 생식주기가 어떤 외적 및 내적 인자에 의해 성립되고, 또 지배받고 있는가를 규명하는 것은 생식생물학적인 측면에서 대단히 중요하며, 상업적인 측면에서도 인위적 산란제어를 위한 기본적 과제이다(An, 1995). 또한 최근 지구 온난화로 인한 환경변화는 수산생물자원에 영향을 미쳐 생물 자원량의 증감에 중요한 역할을 하는 번식특성의 변화를 초래하기 때문에 이러한 기작을 밝히기 위해서도 생물의 생식주기는 선행되어야 할 부분이다.

바지락, *Ruditapes philippinarum* 은 담수의 영향을 받는 조간대의 모래나 진흙 등의 저질에 잠입하여 생활하는 종으로 우리나라와 중국, 일본, 미국, 스페인 등의 연안에 널리 분포한다(Kwon et al., 1993, Chung et al., 1994). 우리나라에 나고 있는 바지락류에 속하는 종류로 바지락(*R. philippinarum*)과 가는줄 바지락(*R. variegata*)의 두 종이 있는데, 이들은 구별하지 않고 같이 취급한다. 바지락은 가는 줄 바지락에 비해 다소 대형인 편이고, 껍데기 바깥쪽이나 안쪽의 색채도 약간 다르며, 방사능과 성장맥이 교차해서 만드는 포복상도 조금씩 다르다. 그러나, 바지락류는 형태적인 변이가 심하기 때문에, 이와 같은 몇 가지로서 쉽게 종을 구별할 수 없다. 그러나, 입수관과 출수관의 분지상태인 수관의 모양이나 입수관 구연부(入水管口緣部)에 있는 촉수의 구조는 명확히 다르다. 바지락은 촉수의 돌기가 없이 간단하고 가는줄 바지락은 분지한 돌기가 있어서 복잡한데, 이것과 이들이 살고 있는 곳의 환경조건과 관련이 있다. 가는줄 바지락은 외해의 영향을 많이 받는 곳에 주로 많이 살고 있어서 해수의 유동이 많은

곳에서도 모래나 기타 부유물이 입수관 안으로 해수와 함께 섞여 들어가는 것을 막는데 아주 잘 적응되어 있다(Yoo, 1995). 이번 연구에 이용된 바지락, *R. philippinarum*은 우리나라의 경우 전 연안에 골고루 분포하며, 외국의 경우 미국, 캐나다, 중국, 프랑스 그리고 일본 등지에서 상업적으로 매우 중요한 종으로 전 세계적으로 널리 분포하는 Cosmopolitan 이다(Mann, 1979; Laruelle et al., 1994; Qiushi and Gavin, 1994).

우리나라의 경우 바닥식 패류 양식종 중에서 홍합, 굴과 함께 많은 생산량을 기록하고 있으며 2004년도의 경우 그 양식생산량이 27,570톤에 이를 정도로 조개류 양식에 있어 중요한 위치를 차지하고 있는 종이다.

특히, 유럽의 경우 그 지역의 토착종인 *Ruditapes decussatus*에 비해 성장이 빠르고 환경 변화에 대한 적응력도 뛰어나 양식 대상종으로 선호되고 있다 (Eugenia et al., 1992; Laruelle et al., 1994; Qiushi and Gavin, 1994).

바지락, *R. philippinarum*의 생식주기에 대해서는 전 세계적으로 많은 연구결과가 보고되고 있다 (Holland and Chew, 1974; Bourne, 1982; Sbrenna and Campioni, 1994; Wu et al., 1998). 우리나라와 인접한 일본과 중국에서의 연구 결과를 보면, Jiaozhou Bay(Ko, 1957), Sasebo Bay(Wu 1995), Bohai Sea(Wu et al., 1998) 그리고 Yellow Sea 등지에서는 연중 봄, 가을에 두 번의 산란이 일어나는 것으로 보고하고 있으나 동중국해, 북중국해, Hokkaido 그리고 Tokyo Bay 등지에서는 1년에 1회 산란하는 것으로 보고되어지는 등 (Mitsuharu et al., 1993; Wu 1995) 채집 지역에 따라서 생식패턴이 다르게 나타났다.

우리나라의 경우를 살펴보면, 남해도 (Yoo, 1980; Won, 1994), 가로림만 (Kim, 1986), 서해 김제 (Chung et al., 1994) 그리고 안면도 (Won, 1994) 등지에서 바지락의 생식주기에 관한 연구들이 수행되었다. 이들의 연구결과를 보면 조사 지역에 따라 시기의 차이는 있으나 주로 1년에 1회 산란하

는 것으로 나타났다.

그러나 김제 지역에 서식하는 바지락을 대상으로 한 Chung et al.(1994)의 연구를 제외한 다른 연구자에서는 비만도의 연주기 변화나 자원학적 추정을 통한 간접적인 방법으로 바지락의 생식주기를 조사하였다.

바지락의 생식주기는 이전의 연구자들에 의해 수행된 방법인 연중 비만도 변화를 통한 간접적인 방법으로도 추정할 수 있으나 그들의 정확한 생식주기를 알기 위해서는 비만도 변화를 조사와 생식소 조직학적 방법이 함께 수행되어야 할 것이다.

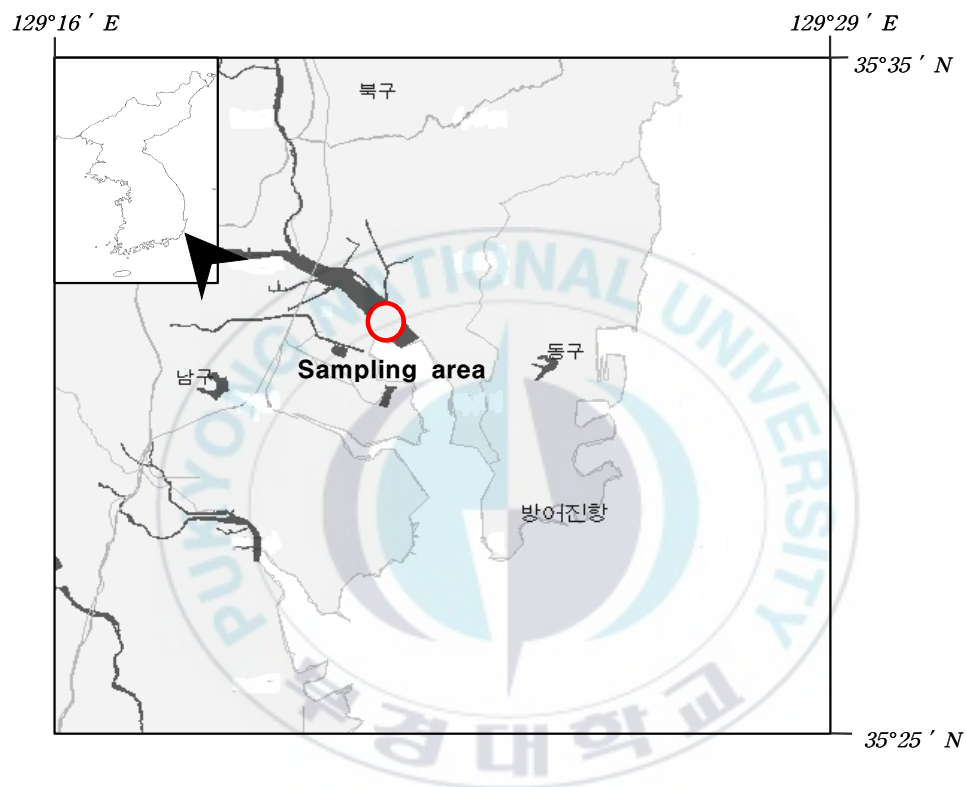
본 연구에서는 울산 태화강 하구지역에 서식하는 바지락을 대상으로 조직학적 방법을 통한 생식세포형성과정을 조사하고 이와 더불어 Fatness Index의 연중 변화와의 비교·분석을 통하여 바지락의 명확한 생식주기를 명확히 밝히고 그들의 산란생태에 대해 연구하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 채집 및 시료의 처리

본 실험에 사용된 개체들은 2006년 4월부터 2007년 3월까지 울산광역시 태화강 하구(Fig. 1)에서 매월 1회, 100개체 이상 채집하였다(Table 1).

채집된 개체들은 살아 있는 상태에서 실험실로 옮긴 후 Vernier calipers를 사용하여 각장(Shell Length, SL)을 0.1mm까지 측정하였고 전중(Total Weight, TW)과 육중(Meat Weight, MW)은 전자저울을 이용하여 0.01g까지 측정하였다.



*Fig. 1. Map showing the sampling area of *Ruditapes philippinarum* in estuary of Taehwa river.*

Table 1. Sampling date and total number of specimens

Date	Number of specimens
Apr. 18, 2006	208(40)
May 16, 2006	112(10)
June 16, 2006	273(40)
June 28, 2006	188(40)
Aug. 2, 2006	679(38)
Aug. 25, 2006	577(40)
Sep. 23, 2006	542(40)
Oct. 18, 2006	746(40)
Nov. 21, 2006	668(40)
Dec. 13, 2006	624(40)
Jan. 12, 2007	776(40)
Feb. 22, 2007	908(40)
Mar. 15, 2007	738(40)
Total	7,039(490)

* (): Number of specimens used for histology study

2. 조직학적 처리

측정이 완료된 개체들은 크기별로 선별하여 2006년 5월에는 10개체를, 나머지 달에는 40개체씩을 조직학적 연구에 사용하였다. 추출된 개체들은 소화맹낭 주변으로 발달된 생식세포 조직을 중심으로 절개한 후 Bouin's solution으로 고정하였고 dehydration 과정을 거쳐 paraffin으로 포매하였다.

포매된 조직은 microtome을 이용하여 5 μ m로 절편한 후 Harris' hematoxylin and 0.5% eosin으로 비교염색을 행하였으며 염색이 끝난 조직은 광학현미경을 이용하여 검경하였다. 각 개체들은 생식세포 조직의 발달 정도에 따라 여러 단계로 나누었다.

한 개체에서 여러 단계의 생식세포 발달 과정이 관찰될 경우에서 생식세포 조직 부분의 50% 이상을 차지하는 단계를 인정하였다. 그리고 한 개체 내에서 암수의 생식세포 조직이 관찰될 경우에는 암수동체 개체로 따로 분리하였다.

각각의 발달 단계는 채집일별로 빈도그래프를 그려서 바지락 생식주기를 밝히는데 사용하였으며 이때, 암수동체 개체는 포함시키지 않았다.

3. *Fatness Index*

바지락의 생식주기에 따른 Fatness Index의 변화를 알아보기 위해서 다음의 식을 사용하여 각 개체들의 비만도를 구하였다. 계산된 값은 채집일 별로 평균값을 구하여 그래프를 그린 후 그 값의 주기적인 변화를 살펴보았다.

$$\text{Fatness Index} = \frac{MW}{SL^3} \times 1000$$

*MW = Meat Weight(g)
SL = Shell Length(mm)



Ⅲ. 결 과

1. 측정 *Parameter*와 환경 조건의 변화

각 채집일별 각장 (SL), 전중 (TW) 및 육중 (MW)의 평균값과 각장에 대한 육중의 비($MW \times 100 / SL$)를 Table 2에 나타내었다.

Table 2에 의하면 2006년 4월에 채집된 개체들의 평균 각장이 33.8mm로 가장 작으며 8월까지 점차 증가하여 43.0mm에 이르렀다가 다시 감소하였다. 각장에 대한 육중의 비값은 실험 개시시에는 6.5로, 채집이 진행되면서 증가하기 시작하여 8월 25일에 채집된 개체들에서 최고치(11.3)를 나타내다가 다시 차츰 감소하여 2007년 3월에 5.3에 이르렀다.

수온과 염분은 채집지점에서 바지락 채집을 하면서 측정하였으며, 울산 지방해양수산청의 자료(계측지점: 울기등대)와 비교하여 Fig.2에 나타내었다. 수온은 2006년 4월에 13.9℃로 측정되었고 시간이 지남에 따라 서서히 증가하기 시작하여 8월 하순경 29℃로 최고치를 나타내었다. 이후 서서히 감소하여 2007년 3월경 8℃로 최저 수온을 보였다.

염분은 9‰에서 34.5‰ 사이의 값을 나타내어 수온보다 월별 변화 정도가 크게 나타났으며 봄부터 여름까지 낮은 수치를 보였다. 특히 8월 하순의 염분이 가장 낮아서 4.5‰까지 내려갔고 가을이 되면서 강수의 감소로 다른 달에 비해 수치가 높게 나타나 11월에는 34.5‰까지 상승했다.

염분은 강수에 의한 영향이 크므로 강수량에 따른 염분의 변화를 알아보기 위해 채집기간 동안의 울산시의 월별 강수량의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 채집이 시작된 4월부터 9월까지 매월 100ml 이상의 강수가 기록되었

으며 특히 7월에는 543.2㎖의 강수량을 나타내었다. 10월부터 다음해 3월까지
는 매월 강수량이 50㎖를 넘지 않아 봄부터 여름까지 강수가 집중됨을
나타내주고 있다.



Table 2. Biometric measurements of *Ruditapes philippinarum* in estuary of Taehwa river.

(mean±s.d.)

Sampling Date	SL	TW	MW	MW×100/SL
Apr. 18, 2006	33.8±7.8	9.47±5.39	2.21±1.25	6.07±2.53
May 16, 2006	36.3±2.1	10.71±2.38	2.58±0.76	7.04±1.84
June 16, 2006	34.3±2.3	9.42±2.16	2.80±0.59	8.12±1.51
June 28, 2006	37.3±2.2	12.27±2.32	3.24±1.72	8.65±1.62
Aug. 2, 2006	38.3±2.1	12.13±2.08	3.25±0.67	8.43±1.41
Aug. 25, 2006	43.0±2.0	18.49±2.31	4.86±1.00	11.25±2.04
Sep. 23, 2006	41.0±2.3	14.92±2.24	4.25±0.80	10.31±1.55
Oct. 18, 2006	39.8±2.0	14.59±2.32	3.26±0.81	8.16±1.86
Nov. 21, 2006	39.0±1.6	13.15±1.78	2.43±0.56	6.19±1.81
Dec. 13, 2006	38.9±1.3	11.50±1.31	2.19±1.32	5.63±0.75
Jan. 12, 2007	40.3±1.6	14.31±2.09	2.50±0.49	6.18±1.06
Feb. 22, 2007	39.8±1.9	13.42±2.04	2.31±0.51	5.77±1.07
Mar. 15, 2007	40.1±1.2	13.94±1.99	2.14±0.45	5.34±1.07

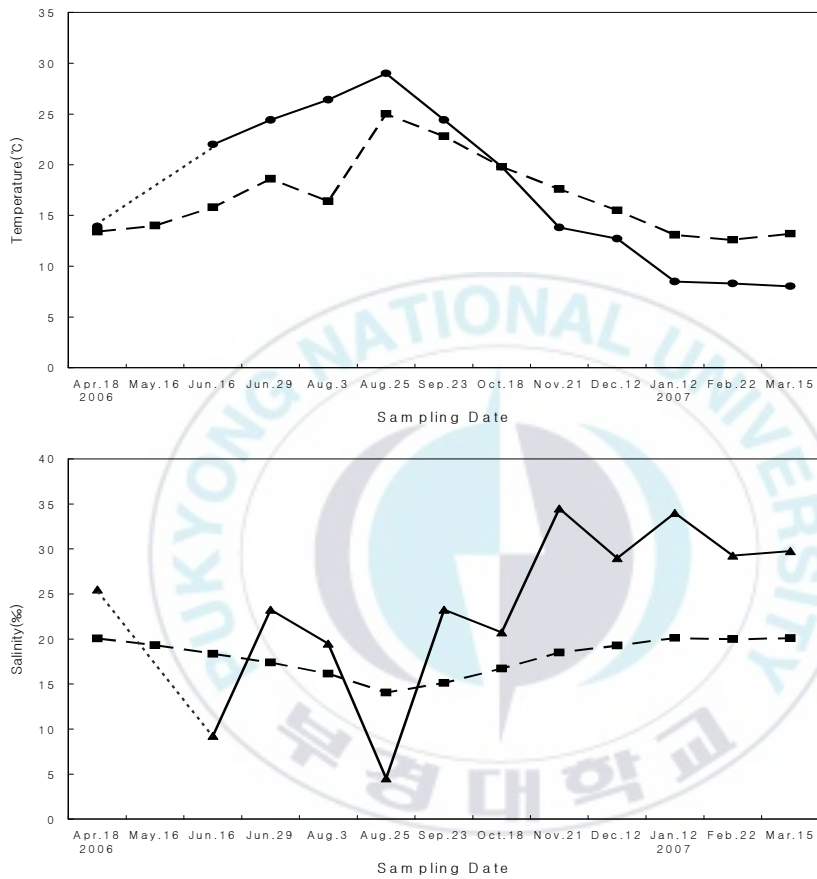


Fig. 2. Seasonal variation in water temperature (—●—) and salinity(—▲—) at estuary of Taehwa river.

(—■—), The source of Ulsan regional maritime affairs and fisheries office

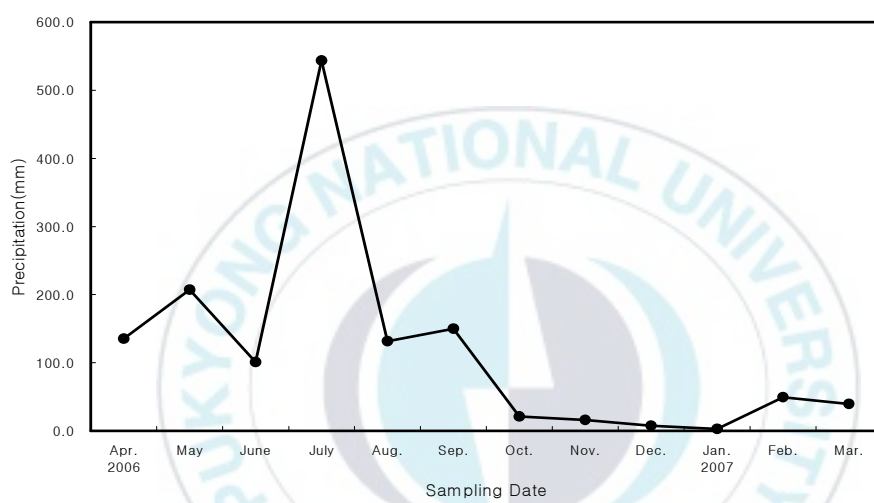


Fig. 3. The monthly change of precipitation in Ulsan city

2. 생식세포의 발달에 따른 생식주기

생식세포의 발달과정과 이들의 주기적 변화를 조직학적으로 조사한 결과 바지락의 생식주기를 초기 활성기(early active stage), 후기 활성기(late active stage), 완숙기(ripe stage), 산란기(spawned stage), 퇴화 흡수기(degenerative stage), 비활성기(inactive stage)의 연속적인 6단계로 구분하였다.

가. 난자형성

(1) 초기 활성기(Early active stage)

소화맹낭에 인접한 부위에서 결체조직 간에 새로운 여포를 형성하기 시작하였으며 여포막을 구성하는 여포세포층은 비교적 두터웠다. 생식을 위한 세포의 증식이 시작되어 식별 가능한 난모세포의 수가 증가하기 시작하였다. 난원세포가 여포막을 따라 두터운 층을 이루며 출현하였고, 초기발달 난모세포가 나타나기 시작하였다. 난원세포의 난경은 약 $17\mu\text{m}$ 정도였으며, 초기발달 난모세포의 난경은 $30\mu\text{m}$ 정도였다. 이들 난모세포는 뚜렷한 핵을 가졌으며 핵 내에는 뚜렷한 한 개의 인(nucleolus)이 관찰되었다. 이 시기에 여포강 내부는 텅 비어있었다. 초기 활성기의 개체들은 3월에서 5월 사이에 가장 많이 출현하였다.

(2) 후기 활성기(Late active stage)

여포층이 약간 얇아졌고, 내강은 다소 비어있었다. 여포 내에는 다수의 초기 및 후기 발달단계 난모세포 들이 난병(egg stalk)을 여포막 주변에

부착한 채 출현하였다. 그리고 모양이 다각형 또는 타원형으로 발달하여 여포강 내부의 약 70~80%를 차지하였다. 소수의 완숙한 난모세포도 여포강 내 중앙에 분포하였으며, 특히 이 시기에 핵은 증대되어 배포가 되며 배포 내에 뚜렷한 호염기성인 인이 나타났다. 후기 활성기의 개체들은 4월에서 6월 사이에 나타났다.

(3) 완숙기(Ripe stage)

여포 내에는 성장 또는 완숙난모세포들로 가득 채워졌으며 이 시기에 여포세포층은 아주 얇아졌다. 완숙한 난모세포들의 직경은 약 $50\mu\text{m}$ 정도이며, 난세포질 내에는 수많은 성숙난황과립들이 가득 채워져 난모세포는 비대해졌다. 타원형 또는 원형인 완숙 난모세포들은 커다란 배포상의 핵을 가지고 있었고, 핵 내에 1~2개의 인이 뚜렷하게 나타났다. 완숙기의 개체들은 수온이 점차 높아지는 6월에 크게 증가하여 11월까지도 일부 출현하였다.

(4) 산란기(Spawned stage)

여포의 내강 중앙부에 자리잡고 있던 완숙란들은 방란되어 여포 내강의 중앙부는 텅비어 나타났다. 이 시기의 여포 내에는 초기 및 후기 발달단계 난모세포뿐만 아니라 소수의 미방출된 성숙 난모세포들이 출현하였다. 이 시기에는 여포막 주변이 부분적으로 허물어지는 현상이 관찰되었다. 산란기의 개체들은 8월부터 11월 사이에 출현하였다.

(5) 퇴화 흡수기(Degenerative stage)

산란을 마친 후 퇴화, 붕괴 중인 여포 내에는 미방출된 난모세포들이 세포질 붕괴를 일으켜 퇴화 흡수되었다. 그 후 소실되었던 결체조직들이 빈 공간을 다시 채우게 되고 새로운 여포세포 및 난원세포의 발달은 일어나지 않는다. 이 단계에 접어든 조직 절편들은 현미경적 검경에 의해서도 암, 수의 구별이 어렵게 된다. 퇴화 흡수기의 개체들은 산란이후 11월에서 다음해 2월까지 많은 수가 나타났으나 생식주기의 어느 단계에 있든 한 개체

내에서도 일부의 여포에서는 퇴화 흡수되는 생식세포가 관찰되어 생식세포의 발달이 활발하게 진행되는 도중에도 일부 세포는 퇴화되는 것이 확인되었다.

(6) 비활성기(Inactive stage)

소실되었던 결체조직들이 빈 공간을 다시 채우고 영양물질의 축적이 일어나 조직 내에 빈 공간이 적었고 일부에서는 새롭게 형성된 여포세포층에 소수의 난원세포들이 관찰되었으나 이 단계의 조직 절편들은 퇴화 흡수기와 마찬가지로 현미경적 검경에 의한 암, 수의 구별이 어려웠다. 비활성기의 개체들은 12월에서 다음해 3월까지 장기간 나타났다.

나. 정자형성

(1) 초기 활성기(Early active stage)

암컷과 마찬가지로 소화맹낭과 근육층 사이에 새로운 여포가 나타나며 여포막 주변에서 정원세포들의 분열 증식이 일어나기 시작하였다

정원세포와 더불어 정모세포가 여포강 쪽을 향해 증상으로 발달하는 것을 관찰할 수 있었다. 여포 주변의 결체조직과 호산성 과립들은 점차 감소하는 경향을 보였으며 더욱 발달된 개체들에서는 정세포가 일부 보이기 시작하였다. 이 시기에는 여포강 내부는 비어있었다. 초기 활성기의 개체들은 낮은 1월에서 5월 사이에 출현하였다.

(2) 후기 활성기(Late active stage)

정원세포, 정모세포, 정세포 그리고 정자의 세 가지 형태가 여포 내에 층상배열로 나타났다. 여포의 중앙부에는 정세포로부터 분화된(spermiogenesis) 정자들이 출현하였다. 정자는 여포 내에서 원 또는 늘어

난 밴드 형태의 덩어리를 형성하였으며 그 수는 정원, 정모세포 및 정세포의 반 이상을 차지하지는 않았다. 후기 활성기의 개체들은 4월과 6월에 나타났다.

(3) 완숙기(Ripe stage)

여포에 배열되는 정원세포를 중심으로 하는 초기 세포층은 아주 얇아졌으며, 정모세포와 정세포가 두텁게 층상배열을 하고 있었다. 여포 내강의 중앙부에는 분화된 정자들이 밀집되어 정자의 미부가 여포내강 쪽을 향하고 있으며, 주로 성숙한 정자로 구성되어 있었다. 여포 내에서 원 또는 늘어난 형태의 밴드를 구성하고 있는 정자 덩어리는 여포의 절반 이상을 점유하고 있었다. 매우 성숙한 개체에서는 정자 밴드가 여포 벽 가까이까지 존재하는 것을 볼 수 있었고 성숙기의 개체들은 6월부터 9월까지 출현하였다.

(4) 산란기(spawned stage)

여포의 내강 중앙부에 가득 채워져 있던 정자들이 방정되어 내강의 중앙부는 비어있게 되며 잔존 정자만을 가진 여포나 완전히 빈 여포가 나타났다. 일부 미방출된 정자들이 정세포들과 함께 잔존하기도 하였으며 여포세포층을 따라 새로운 정세포의 발달이 관찰되었다. 산란기의 개체는 8월부터 11월까지 계속 관찰되었으며, 산란기의 개체가 많이 관찰된 시기는 10월이었다.

(5) 퇴화흡수기(Degenerative stage)

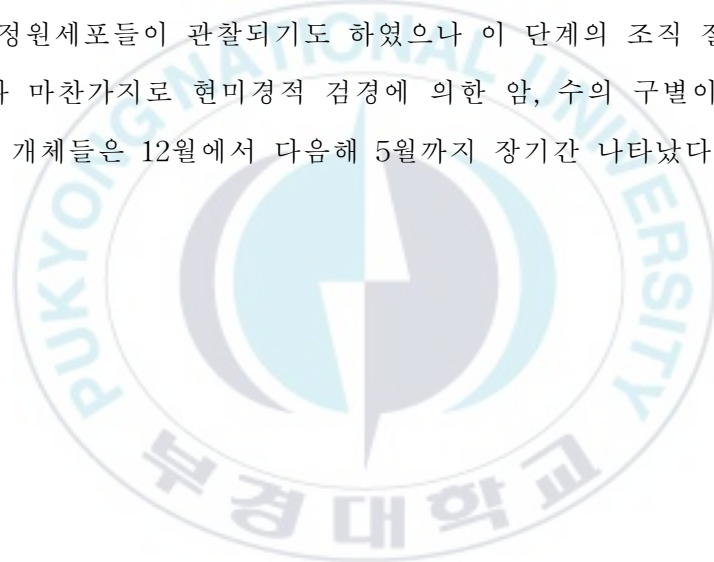
성의 구별이 어려웠다. 그리고 일부 자웅동체 개체를 관찰할 수 있었으며 (Table 3), 퇴화 및 비활성기의 개체들은 방정이 많이 일어난 11월부터 다음해 3월까지 나타났다.

암컷과 마찬가지로 방정을 마친 후 퇴화, 붕괴 중인 여포 내에는 미방출된 정자들이 서로 엉키며 덩어리가 된 모습이 관찰되었는데 엉켜 뭉쳐진

정자 덩어리 가운데 식세포로 생각되는 몇 개의 유리된 세포가 관찰되었다. 이 단계의 개체들은 암·수의 구별이 어려웠고, 퇴화 흡수기의 개체들은 산란이후 10월에서 다음해 3월까지 나타났으며 암컷과 같이 연중 나타나지는 않았고 방란이 활발히 일어난 8월에도 일부의 개체에서 퇴화 흡수되는 것이 관찰되었다.

(6) 비활성기(Inactive stage)

소실되었던 결체조직들이 빈 공간에 다시 나타나고, 영양물질의 축적이 일어나 조직 내에 빈 공간이 적다. 일부에서는 새롭게 형성된 여포세포층에 소수의 정원세포들이 관찰되기도 하였으나 이 단계의 조직 절편들은 퇴화 흡수기와 마찬가지로 현미경적 검경에 의한 암, 수의 구별이 어려웠다. 비활성기의 개체들은 12월에서 다음해 5월까지 장기간 나타났다.



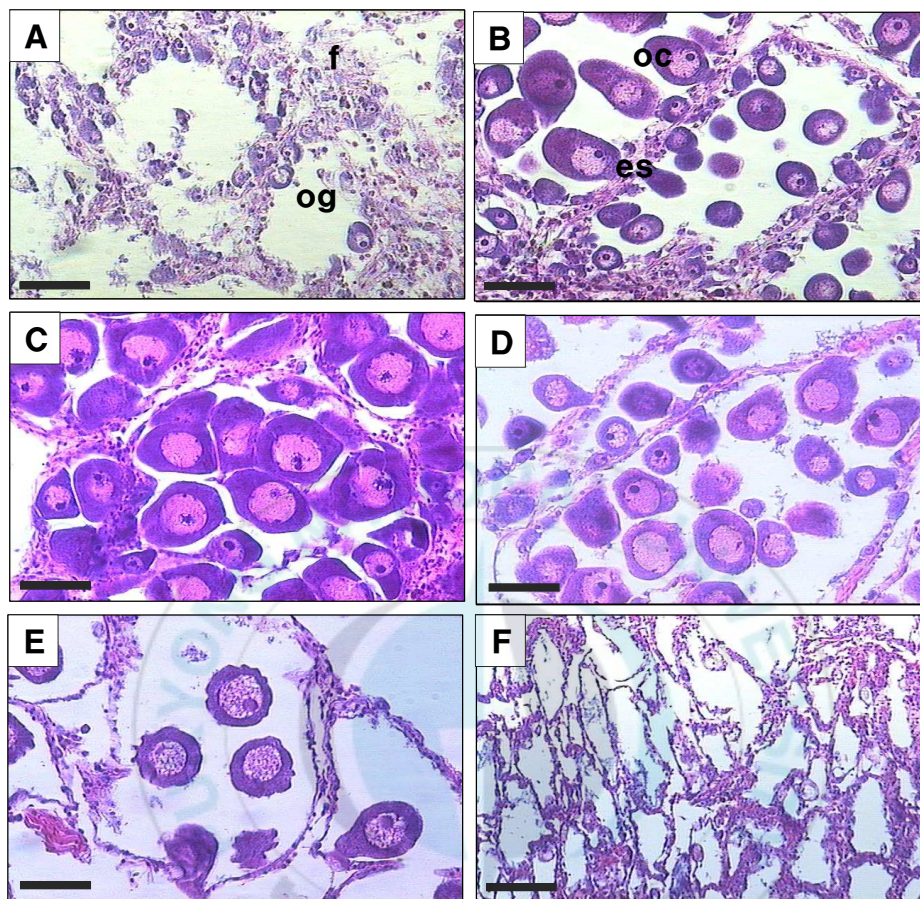


Fig. 4. Histological sections of the gonadal stages for *R. philippinarum* female sampled in estuary of Taehwa river from April 2006 to March 2007.

A, Section of follicles in the early active stage; **B**, Section of the follicles in the late active stage; **C**, Section of the follicles in the ripe stage; **D**, Section of the follicles in the spawned stage; **E**, Section of the follicle in the degenerative stage. ; **F**, Section if the follicles in the inactive stage. f, follicle; og, oogonia; oc, oocyte; es; egg stalk. Scale bar=50 μ m

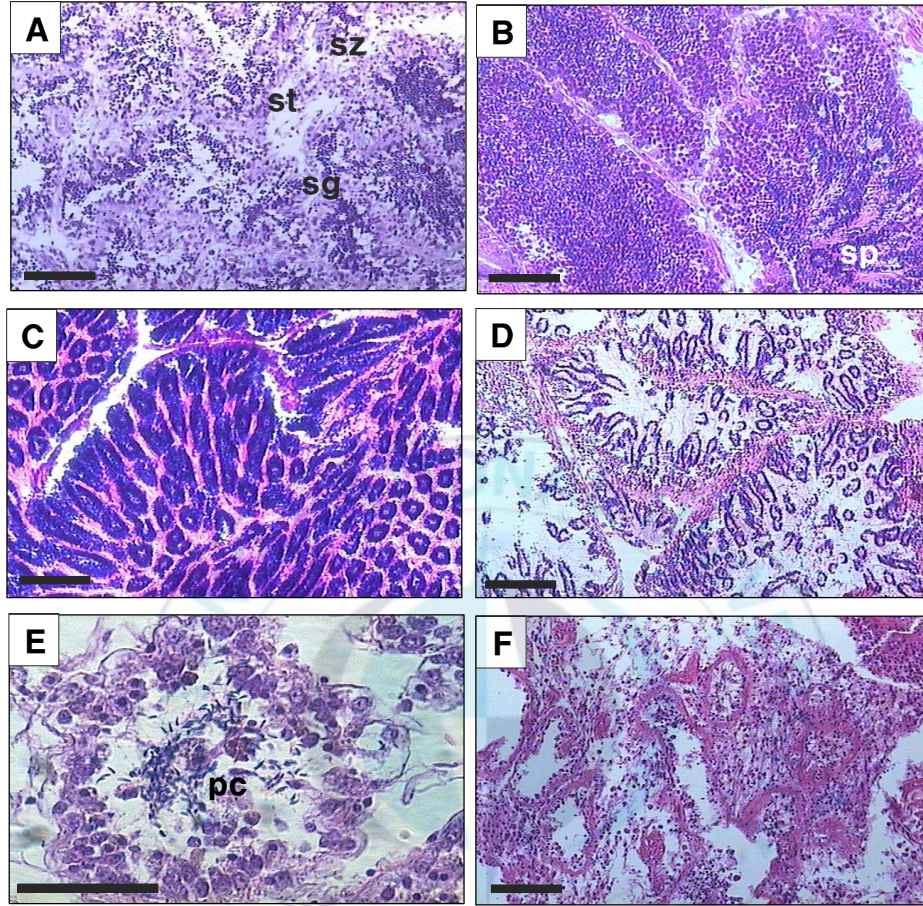


Fig. 5. *Histological sections of the gonadal stages for R. philippinarum male sampled in estuary of Taehwa river from April 2006 to March 2007.*

A, Section of follicles in the early active stage; **B**, Section of the follicles in the late active stage; **C**, Section of the acini in the ripe stage; **D**, Section of the acini in the spawned stage; **E** Section of the acini in the degenerative stage; **F**, Section of the acini in the inactive stage.

sg, spermatogonia; sc, spermatocyte; st, spermatid; sp, sperm; pc, phagocyte. Scale bar=50 μ m

Table 3. The number of hermaphroditism.

Date	Number of specimens	Number of hermaphroditism
Apr. 18, 2006	208(40)	–
May 16, 2006	112(10)	–
June 16, 2006	273(40)	–
June 28, 2006	188(40)	–
Aug. 2, 2006	679(38)	1
Aug. 25, 2006	577(40)	–
Sep. 23, 2006	542(40)	–
Oct. 18, 2006	746(40)	–
Nov. 21, 2006	668(40)	–
Dec. 13, 2006	624(40)	–
Jan. 12, 2007	776(40)	2
Feb. 22, 2007	908(40)	–
Mar. 15, 2007	738(40)	–
Total	7,039(490)	3

3. *Fatness Index*의 변화

비만도(*Fatness Index*)의 월별 변화는 Fig. 6과 같다. 채집시기별 *Fatness Index*는 채집 개시 후 5월에 감소하는 경향을 보였으나 6월 중순에 급격히 증가하여 2006년 6월 채집된 시료에서 0.0694로 나타나 최대값을 보였다. 6월 하순이후 8월까지 다소 감소하였으나 대체로 6월 하순~9월까지 큰 변화없이 일정한 수준을 유지하였다. 10월부터는 꾸준히 감소하여 다음해 3월까지 계속되었으며 2007년 3월 채집된 시료에서 0.0332로 최소값을 나타내었다 (Fig. 6). 이것은 연중 수온의 변화와 대체로 일치하는 경향을 보인다.

4. 생식주기

이상에 살펴본 생식세포의 발달단계와 비만도의 변화를 종합하여 살펴보면 태화강 하구에 서식하는 바지락의 생식주기를 초기 활성기, 후기 활성기, 완숙기, 산란기, 퇴화 흡수기, 비활성기 등의 연속적인 6단계로 구분할 수 있었다 (Fig. 9).

초기 활성기는 1월부터 5월까지 비교적 장기간에 걸쳐 일어났으며 대체로 수온이 낮은 시기에 많이 나타났다. 후기 활성기는 4월부터 6월까지 볼 수 있었으나 수온이 가장 낮은 2월에도 소수의 개체에서 확인되었다. 그리고 완숙개체는 6월부터 수가 급증하여 나타났으며 6월 하순에는 85% 이상을 차지하였고 8월 초 완숙 개체의 수가 현저히 감소하였으나 다시 서서히 증가하여 9월에 약 60%에 도달했다. 이런 완숙 개체들은 11월까지도 부분

적으로 나타났다. 산란이 일어나는 시기는 8월 초순부터이며 11월까지이며 퇴화 흡수기는 연중 계속적으로 관찰되었으나 산란이 끝나는 11월에 50% 이상의 개체가 이 시기에 도달하였다. 비활성기의 개체 역시 11월부터 증가하여 12월에 약 50%의 개체들이 비활성기를 가지는 것으로 관찰된다.

이렇게 각 단계가 서로 중복되며 시간적으로 길어지는 것은 암컷과 수컷의 성숙시기가 다르기 때문이다. 수컷은 암컷에 비해 일찍 성숙시기가 나타나는데 6월에 후기 활성기 및 성숙기에 든 개체는 수컷 전체의 95%를 차지하고 이는 암컷의 75%보다 높은 수치이다(Fig. 7). 6월 하순이 되면 수컷은 전체가 성숙기에 도달하게 되며 8월에 약 65%가 방정에 참여한다. 수컷의 방정기 개체는 8월초에 나타났다가 8월 하순에서 9월까지 크게 감소했다가 10월에 약 75%로 급증한다. 11월까지 산란기 개체가 일부 나타나지만 퇴화 흡수기가 우세하게 나타나며 12월부터는 보이지 않는다. 퇴화 흡수기는 방정이 시작된 8월에 관찰되었으나 8월 하순에서 9월까지 관찰되지 않다가 10월부터 증가하여 다음해 3월까지 꾸준히 관찰되었고, 가장 많은 수가 관찰된 것은 11월로 68%가 이 시기에 있었다. 12월부터는 퇴화 흡수기와 함께 비활성기에 도달한 개체가 많이 나타났으며, 비활성기는 수온이 상승하는 5월까지 관찰할 수 있었다.

이에 비해 암컷은 늦게 성숙하고 빨리 방란하는 것으로 관찰되었다(Fig. 8). 4~5월에 수컷은 빠른 속도로 성장하여 6월에 95%가 성숙시기에 도달한 반면 암컷은 4~5월에 퇴화 흡수기에 있는 개체가 20% 이상을 차지하고 있으며 6월에도 후기 성장기 및 완숙기에 도달한 개체가 80%에 미치지 못하고 있다. 이후 8월말이 되면서 성숙과 산란이 동시에 나타나는데 완숙기와 산란기가 어느 것도 우점하지 못하며 산란기는 완숙기와 함께 11월까지 계속해서 나타난다. 산란기는 8월 초순에 많이 관찰되다가 8월 말에 다

소 감소하는 경향을 보이나 10월까지 다시 증가하며 11월에 급격히 감소한 후 12월부터는 관찰되지 않는다. 12월부터 다음해 2월까지의 퇴화 흡수기와 비활성기의 개체만이 관찰되며 3월에 비로소 초기 활성기의 개체가 보이기 시작한다.

따라서 태화강 하구에 서식하는 바지락의 경우 성숙된 개체와 방출이 일어나는 개체들의 비율이 높은 6월부터 10월까지가 산란기이며 주산란은 8월에서 9월까지로 생각된다.



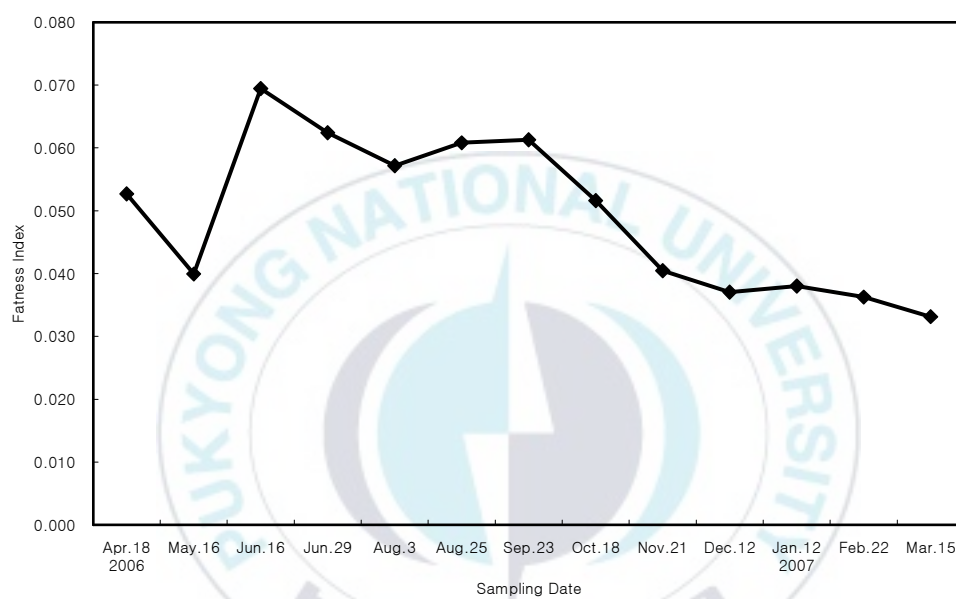


Fig. 6. Changes in Fatness Index(meat weight $\times$ 1000/shell length³) of *Ruditapes philippinarum* in estuary of Taehwa river.

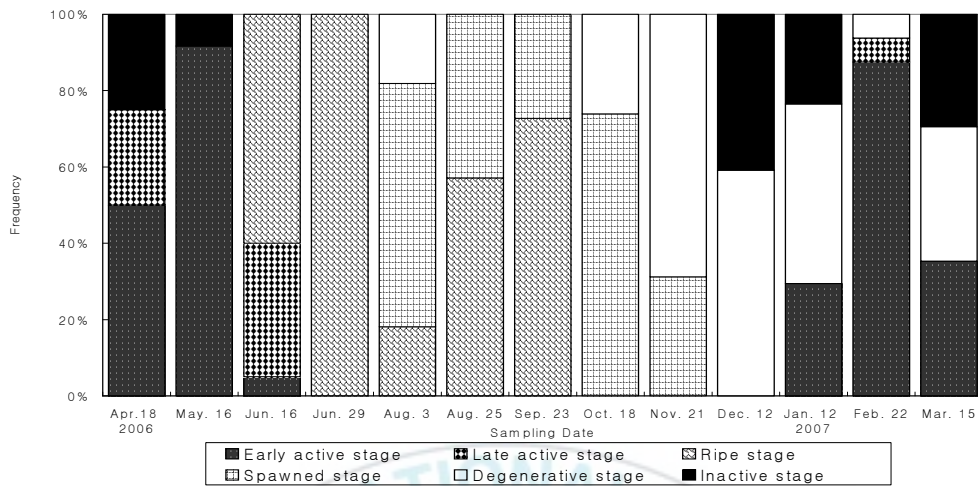


Fig. 7. Seasonal change in frequency of various gonadal stages for *Ruditapes philippinarum* male sampled in the period from April 2006 to March 2007.

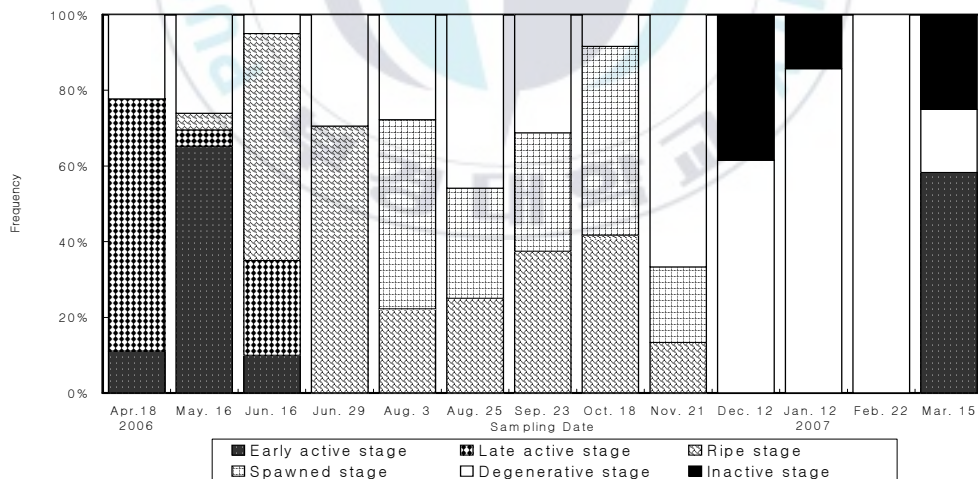


Fig. 8. Seasonal change in frequency of various gonadal stages for *Ruditapes philippinarum* female sampled in the period from April 2006 to March 2007.

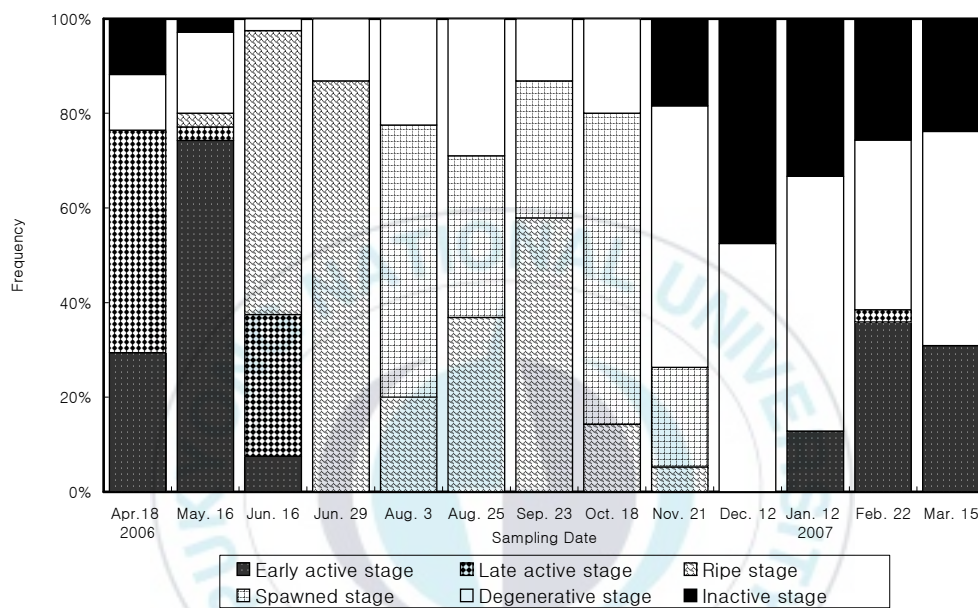


Fig. 9. Seasonal change in frequency of various gonadal stages for Ruditapes philippinarum in the period from April 2006 to March 2007.

Table 4. The number of various gonadal stages for Ruditapes philippinarum in the period from April 2006 to March 2007.

Sampling Date	Period						Total	(L+R)*100/T(%)
	Early active stage	Late active stage	Ripe stage	Spawning stage	Degenerative stage	Inactive stage		
Apr. 18 2006	10	16	0	0	4	4	34	53
May 16	26	1	1	0	6	1	35	6
June 16	3	12	24	0	1	0	40	90
June 29	0	0	33	0	5	0	38	87
Aug. 3	0	0	8	23	9	0	40	20
Aug. 25	0	0	14	13	11	0	38	37
Sep. 23	0	0	22	11	5	0	38	58
Oct. 18	0	0	5	23	7	0	35	14
Nov. 21	0	0	2	8	21	7	38	6
Dec. 12	0	0	0	0	21	19	40	0
Jan. 12 2007	5	0	0	0	21	13	39	0
Feb. 25	14	1	0	0	14	10	39	3
Mar. 15	13	0	0	0	19	10	42	0
Total	71	30	109	78	144	64	496	

IV. 고 찰

연체동물의 생식세포 발달과 성숙은 수온, 먹이 이용 그리고 일장 등과 같은 환경 조건인 외생적 요인과 생체내의 신경 및 호르몬과 같은 내생적 요인들에 의해 영향을 받는다고 여러 연구자들(Black and Sastry, 1979; Sastry, 1979; Simpson, 1982; Chung et al., 2000, 2002, 2003)이 보고하였다. 대부분의 패류는 특정 계절에 산란기를 가지며, 생식주기는 상기한 외적 요인과 내적요인에 의해 성립되며, 두 가지 요인들에 의해 지배를 받고 있다(Chung et al., 1991, 2000, 2002, 2005).

일반적으로 이매패류 생식세포의 성숙과 성장이 봄과 초여름에 매우 촉진되는 것은 두 요인 중 외생적 요인 즉, 수온과 일장 등의 증가로 식물플랑크톤이 풍부해져 이들 이매패류가 먹이로 이용하기 때문이라고 하며(Kim et al., 1977; Lee, 1995; Chung et al., 1994) 특히 그들이 서식하고 있는 지역의 수온에 의해 많이 좌우되어진다(Loosanoff and Davis 1963; Sarasquete et al. 1990).

본 연구가 수행된 태화강 하구의 경우 실험 기간 중 최저 수온이 8.3℃로 나타나 바지락의 생식세포 발달 최저 수온인 8℃ (Mann, 1979; Bourne, 1982) 이상을 유지하고 있었다. 그리고 6월부터 10월까지의 바지락의 산란 최저 수온인 14℃ (Mann, 1979) 이상을 유지하고 있어서 이 지역에서는 장기간에 걸친 바지락의 성숙과 방란·방정이 이루어질 수 있는 가능성을 가지는 것으로 생각된다.

실제 본 연구의 결과 태화강 하구의 경우 생식세포의 성장·성숙이 1월부터 8월에 걸쳐 이루어지며 방란·방정 또한 8월에서 11월까지 장기간에 걸쳐 나타났다.

봄의 경우 방란·방정 개체에 비해 성숙하고 있는 개체들의 비율이 매우 높고 성장·성숙 단계에 있는 개체들의 일부 여포에서 퇴화흡수가 일어나고 있었으나 이는 전체의 50% 이상을 점유하지 못해 그 개체의 발달 단계로 인정할 수 없으므로 이 시기에 일어나는 약간의 퇴화 흡수현상은 산란 이후에 일어나는 현상으로 보기가 어렵다. 이것은 수온이 낮을 때 발달되는 생식세포는 방란·방정되지 못한 채 흡수되는 것으로 보는 것이 타당할 것으로 생각된다. 그리고 6월에 급증했던 비만도도 이 이후 다시 감소하지만 어느 정도 일정한 수준을 유지하는 것은 일부 부분적인 방출이 일어나더라도 높은 수온에 의해 산란이 일어난 여포에서 빠르게 어린 생식세포가 성숙하기 때문으로 생각된다. 난과 정자의 방출은 8월부터 일어나기 시작되는데, 이때 최고 수온이 나타난 8월 하순보다 8월 초순에 산란기 개체가 더 많은 것은 7월동안 울산지역의 많은 강수로 인한 수온의 하강이 방란·방정의 자극원으로 작용했을 것으로 생각된다(Fig. 3). 이것은 6월에 채집된 개체의 80%이상이 후기 활성기 또는 성숙기의 단계에 있다가 8월 초순에 50% 이상이 산란한 것으로 추정된다. 그 후 여포의 생장이 계속되어 9월에 성숙기 개체가 다시 50% 이상을 점유하게 되며 계속해서 수온이 20℃ 이하로 내려간 10월에 70% 이상의 개체가 산란에 참여한다. 그러나 그 후 꾸준한 수온의 하강으로 더 이상 여포가 발달하지 못하고 퇴화 흡수기 및 비활성기로 접어든 것으로 생각된다.

조직학적 조사를 통해서도 6월의 성숙개체와 9~10월의 성숙개체 사이에서 차이점이 나타났다. 성숙기에 도달한 개체들은 체조직의 대부분에 생식세포가 발달해 있으며 체조직에 대해 생식세포 조직이 차지하는 비율이 더 높았다. 그러나 6월의 성숙개체들의 여포는 새로운 생식원 세포가 계속해서 발달하고 있는 것이 관찰되었지만 9월과 10월의 성숙개체들의 여포막 주변은 마치 실처럼 가늘어져 새로운 생식원 세포 및 생식모세포는 찾아볼

수 없었다.

따라서 태화강 하구지역에 서식하는 바지락의 경우 8월에서부터 10월에 걸쳐 방란·방정현상이 보여지나 주로 여름에 방출이 일어나고 방출이 일어나는 동안 수온이 높게 유지될 때는 퇴화 흡수기나 비활성기가 뚜렷이 나타나지 않으며 수온이 낮아지는 시기에 본격적인 비활성기로 진행하는 것으로 생각되므로 일 년에 두 번 산란한다기 보다는 장기간에 걸친 한 번의 방출기를 가지는 것으로 생각된다.

이렇게 산란기가 시간적으로 길어지는 것은 암컷과 수컷의 성숙시기가 다르기 때문으로 생각된다. 수컷은 암컷에 비해 일찍 성숙기가 나타나서 6월부터 성숙하여 8월과 10월 사이에 방란하게 되는데 비해 암컷은 8월에 성숙하여 8월부터 산란에 참여하므로 수컷은 일찍 성숙하고 오래 방정하는데 비해 암컷은 늦게 성숙하여 빨리 방란하는 것으로 관찰되었다.(Fig. 8).

이러한 경향은 아일랜드의 북서해안에 서식하는 바지락을 대상으로 조직학적 방법을 이용하여 생식주기를 조사한 Drummond et al. (2006)의 연구에서도 보고되었는데 수컷의 경우 5월부터 성숙기가 나타나 7월과 8월 사이에 대부분 방정하고 10월까지 방정하는 개체수가 50%이상 나타나고 있으나 암컷의 경우에는 6월에 성숙기가 나타나며 7월과 8월에 대부분이 방란하고 10월이 되면 방란기 개체수가 50% 이하로 감소하므로 본 연구와 비슷한 경향을 나타내었다.

Table 5에서 나타낸 다른 연구자들의 결과를 보면, Eugenia et al. (1992)는 연중 수온이 11℃ 이상인 Galician Rias (NW Spain)에 서식하는 바지락을 대상으로 한 실험에서 이들이 거의 연중 완숙된 난을 가진다고 보고한데 비해 Drummond et al.(2006)는 7.1℃에서 18.5℃사이의 수온범위를 나타내는 Dungloe bay와 Drumcliff bay (NW Ireland)에 서식하는 바지락을 대상으로 비만도의 변화와 조직학적 방법을 이용한 실험에서 생식세

포의 발달 최저 수온이 8℃ 이상이라는 Mann (1979)과 Bourne (1982)의 연구를 확인 했으며 주산란기는 7~9월로 보고 하였다.

그리고 Yoo (1980)는 바지락의 비만도 변화를 통한 남해 월곡산 바지락 산란주기의 추정결과 5월과 10월 사이에 1회 산란하는 것으로 보고하였으며 Kim (1986)은 자원학적 해석을 통하여 가로림만에 서식하는 개체군이 3월부터 10월까지 장기간에 걸쳐 산란이 진행되는 것으로 설명하였다.

Won (1994)은 연중 비만도의 변화를 조사한 결과 남해도에 서식하는 개체군에서는 4~8월에 1회, 안면도에서는 4~6월에 1회 산란하는 것으로 보고하였으며, 조직학적 방법을 통한 Chung et al. (1994)의 연구에서도 서해 김제 지역에 서식하는 바지락이 6월과 10월 사이에 1회 산란하는 것으로 보고하였다.

또한, 비만도와 조직학적 방법을 통한 Chung et al.(2001)의 곰소만에 서식하는 바지락에 대한 연구에서는 산란기를 6월부터 10월까지, 주산란기는 수온이 23℃ 이상인 7월에서 8월 사이에 1회 산란하는 것으로 보고하고 있다. 광양만에 서식하는 바지락은 4~5월경으로(Shin, 1996), 제주도 시흥리의 경우 주산란기는 수온이 25~27℃ 범위인 7~8월경으로 보고되었는데(Kang et al. 2004) 모두 비만도와 조직학적 방법이 병행되었다.

이러한 각 지역에서의 방출기의 차이는 그 지역의 수온의 변화 때문인 것으로 생각된다. 그러나 Chipperfield (1953)는 조개류의 성숙과 산란은 온도가 아닌 다른 환경요인과 관련이 있다고 주장하고 있다. 실제 바지락과 같이 저질 속에 잠입하는 종들에 있어서는 수온 이외에도 수심, 조위, 염분, 용존산소, 저질의 상태 등과 같은 많은 환경요인들이 영향을 미치고 있다. Urrutia (1999)은 *Ruditapes decussatus*를 이용하여 동일한 수온과 염분하에서 실내 사육하였을 경우 nutritional condition에 따라 생식세포 발달 시기가 다르다고 보고하고 있다.

따라서 한국 연안에 서식하는 바지락의 정확한 산란기의 추정을 위해서는 수온과 염분 이외에 먹이생물의 종류와 양, 저질, 그리고 육지로부터의 영향 등 다각적인 방법에 의한 비교 검토가 필요한 것으로 생각된다.

이들의 산란주기에 따른 비만도 변화를 살펴보면, 산란이 시작되는 8월부터 9월까지의 일정한 값을 보이다가 10월부터 감소하기 시작하여 주로 퇴화 및 비활성기 단계를 거치는 11월에서 3월 사이에는 비교적 낮은 값을 나타내었다.

그리고 4월의 비만도보다 5월의 비만도가 낮게 나타났는데 조직학적인 방법에 의한 생식주기의 조사 결과 이 시기에는 유의할 만한 방출이 일어나지 않았으며 육중도 5월이 4월보다 높게 나타나고 있다. 따라서 이 때 일어난 갑작스런 비만도의 감소는 생식물질의 방출이 아닌 다른 원인에 의한 감소로 보여진다. 실제 현미경 하에서 생식세포 조직을 검경한 결과 4월에 채집된 개체들은 후기 활성기에 도달한 개체가 전체의 약 50%에 이르고 있으며 소화맹낭을 중심으로 바깥 근육층까지 생식세포가 뿔뿔하게 들어차 있었던 것에 반해 5월에 채집된 개체들에서는 후기 활성기의 개체는 거의 볼 수 없고 초기 활성기 및 퇴화 흡수기의 개체가 90% 이상을 점유하고 있으며 이와 함께 체조직에서 생식세포 부분이 차지하는 비율이 낮게 나타나는 것으로 관찰되었다. 따라서 이런 갑작스런 비만도의 감소는 일찍 성숙된 생식세포의 부분 방출 또는 퇴화 · 흡수로 인한 전체 체조직에서 생식세포 조직이 차지하는 비율의 감소에 의한 것으로 판단된다.

수온 상승이 본격적으로 나타나는 6월에는 퇴화 흡수 및 비활성기의 개체가 현저히 감소하고 후기 활성기 및 성숙기 개체가 90%를 차지한다. 8월이 되면서 방출이 일어나기 시작하여 비만도가 감소하지만 지속적인 새로운 생식세포의 형성으로 9월까지의 일정한 수준을 유지하는 것으로 생각된다. 10월부터는 성숙기에 도달하는 개체수가 급격히 감소하는 것으로 보

아 다시 새로운 생식세포를 형성하지 못하고 남은 생식세포들을 계속 방출함으로써 비만도가 지속적으로 감소하는 것으로 생각된다.

Kang et al. (2004)의 연구에서도 비만도가 5월과 6월에는 상승하다가 7월에 감소하였으며 8월에 다시 상승하여 최고치를 나타내었는데 7월에 나타난 비만도의 일시적 감소를 부분적인 산란에 기인한 것으로 추정하였다. 이것은 본 연구와 달리 제주 시흥리에 서식하는 바지락의 주산란기가 7~8월로 나타났기 때문으로 생각되며 플랑크톤의 대번식시기와 바지락의 비만도가 대체로 일치하는 경향을 보이는 것으로 설명하고 있다.

Roman (1995)은 가리비, *Pecten maximus*를 이용한 실험에서 산란이 시작됨과 동시에 생식세포 무게의 연속적인 감소가 일어나며 생식세포의 발달과 더불어 소화관 무게의 감소가 일어난다고 주장하였는데, 본 연구에 사용된 바지락의 경우 가리비와 달리 소화 맹낭으로부터 생식세포 조직을 따로 분리하여 무게의 변화를 볼 수는 없었지만 생식세포를 포함한 비만도가 생식주기에 따라 변화는 것으로 보아 생식세포의 발달과 비만도 간에는 상호관계가 있는 것으로 생각된다.

본 연구에서 2006년 8월 2일 채집분에서 1개체, 2007년 1월 12일 채집분에서 2개체 등 총 3개체의 자웅동체가 발견되었다 (Table 3).

자웅이체인 종에 있어서 자웅동체의 출현에 대해서는 *Mya arenaria* (Coe and Turner, 1938), *Mercenaria mercenaria* (Loosanoff, 1936), *Spisula solidissima* (Ropes, 1967), *Placopecten magellanicus* (Merrill and Burch, 1960) 등에 대한 연구 보고가 있으며 많은 연구자들이 이러한 현상을 비정상적인 호르몬의 영향이나 자웅이체로 전화되는 과정에 잠시 자웅동체를 가지는 것으로 보고하고 있다.

바지락의 자웅동체 현상에 대해서는 Hooland and Chew (1974)에 의한 Washington, Hood Canal에서의 보고와 Ponurovsky and Yakovlev (1992)

에 의한 일본의 Voktok Bay 지역에서 일부 개체에서 나타나는 것으로 보고되고는 있지만 대부분의 연구에서 바지락은 자웅이체로 보고되어지고 있다(Bardach et al. 1972; Chew 1989; Eversole 1989, Devauchelle 1990).

우리나라의 경우에는 바지락의 자웅동체에 대한 연구 결과는 보고되지 않았으며 조직학적 관찰을 이용한 Chung et al. (1994) 경우에도 서해 김제에서 채집한 개체들이 모두 자웅이체로 보고하고 있다.

본 연구에서 관찰된 자웅동체의 개체들은 일부는 수컷 여포의 발달이 우세하고 다른 일부는 암컷 여포의 발달이 두드러지는 등 어느 한 성이 우점하는 것은 아니었다. 그리고 그 출현 비율이 아주 미약하므로 본 논문에서 정확한 원인을 밝히기에는 부족한 점이 있는 것으로 생각된다. 따라서 이에 대해서는 동일 지역에 서식하는 생물들을 대상으로 하는 연구는 물론 그들의 서식환경에 대한 많은 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것으로 사료된다.

Table 5. spawned period of the *Ruditapes philippinarum* from several localities.

Location	Method	Period	Temperature(℃)	Authority
Spain				
Ria of Vigo	Histological, CI*	Jun. ~ Nov.	≥ 11	Eugenia et al., 1992
USA				
Washington	Histological	May ~ Aug.	13-20	Holland and Chew, 1974
Canada				
British Columbia	Histological	Jun. ~ Jul.	≥ 15	Bourne, 1982
China				
Fujian Prov.		Sep.	18-27	Qui et al., 1983
Japan				
Tokyo Bay	Histological, CI	Apr. ~ May Sep. ~ Oct.		Toba, 1992
Vostok Bay	Histological	May ~ Aug.	15-24	Ponurovsky and Yakovlev, 1992
Ireland				
Dungloe bay	Histological, CI	Jul. ~ Sep.	7~19	Drummond et al., 2006
Korea				
Namhae Island	Condition Index			Yoo, 1980
Kimje	Histological	Jul. ~ Oct.	spawned temp. ≥ 23	Chung et al., 1994
Namhaedo	"	Apr. ~ Aug.		Won, 1994
Anmeyndo	"	Apr. ~ Jun.		
Garolim Bay	"	Mar. ~ Oct.		Kim, 1986
Komso Bay	Histological, CI	Jun. ~ Oct.	5~28	Chung et al., 2001
ShiHeung-ri	"	Jun. ~ Sep.	10~27	Kang et al., 2004

*CI: Condition Index

V. 요약

조직학적 방법과 비만도의 비교·분석 통하여 태화강 하구지역에 서식하는 바지락, *Ruditapes philippinarum*의 생식연주기와 생식세포 발달 과정을 연구하였다.

태화강 하구의 경우 2007년 2월에 8.3℃, 2006년 8월에 29.0℃로 각각 최저, 최고 수온을 나타내며 연간 주기적인 변화를 나타내어 바지락의 생식세포 발달의 시작 수온인 8℃ 이상을 유지하여 개체수와 발달 단계에 따른 차이가 있기는 하지만 장기간에 걸친 생식세포 발달과 성숙 그리고 산란 현상이 나타났다.

조직학적 관찰에 의하면 생식세포는 2월부터 6월까지 생식세포의 성장이 일어나며 6월부터 10월에 걸쳐 수온의 하강과 더불어 장기간의 방출이 일어나 주방란·방정은 8월에 일어나는 것으로 판단된다. 그리고 11월 이후에는 방란·방정되지 못한 생식 소관의 퇴화 흡수와 함께 다음 해의 생식세포 발달을 위한 영양물질의 축적이 일어나는 것으로 생각된다. 방란·방정이 일어나는 시기의 수온은 19~29℃ 정도였다.

그리고 비만도는 생식주기와 비슷한 경향으로 증가 감소하는 현상을 나타내었는데, 이는 수온이 상승하면서 조직 내에 생식물질과 생식세포가 증가하기 시작하면서 육중이 증가하다가 방란·방정이 일어나면 점점 육중이 감소하면서 나타나는 현상으로 보인다.

바지락, *R. philippinarum*은 자웅이체로 알려져 있으나 본 연구에서는 2006년 8월 2일 채집 개체들에서 1개체, 2007년 1월 12일에 2개체 등 총 개체의 자웅동체가 발견되었다. 비록 그 수가 아주 미약하지만 아직까지

우리나라에서는 바지락의 자웅동체에 대한 보고가 없는 상황이므로 여기에 대해서는 좀 더 심도 있는 연구가 필요할 것으로 생각된다.



VI. 참고 문헌

- L. Drummond, M. Mulcahy and S. Culloty, 2006. The reproductive biology of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, from the North-West of Ireland. *Aquaculture* 254 (2006): 326-340
- Chung E. Y., Y. B. Hur, Y. B. Hur and J. S. Lee. 2001. Gonadal Maturatation and Artificial Spawning of the Manila Clam, *Ruditapes philippinarum* (Bivalvia: Veneridae), in Komso Bay, Korea. *Journal of Fisheries Science and Technology* 4(4): 208-218
- Kang D. H., T. T. Thao, K. J. Koh and K. S. Choi. 2004. Seasonal Changes in Gonadal Developnent of Manila clam, *Ruditapes philippinarum* from Shi-Hueng-Ri, Jeju, Korea. *Journal of Aquaculture* 17(1): 81-88
- Choi K. H. G. M. Park and E. Y. Chung. 2005. Ovarian maturation in female *Ruditapes philippinarum* on the west coast of Korea. *Development and Reproduction* 9 (2): 123-134.
- Chung E. Y., Y. B. Hur, M. S. Shin and Y. M. Kim. 2005. Reproductive Biology of the female Manila clam, *Ruditapes philippinarum*(Bivalvia: Veneridae) on the west coast of Korea. *The Korean journal of Malacology* 21 (1): 1-11.

Son P. W and E. J. Kim. 2006. Oogenesis and reproductive cycle in *Ruditapes philippinarum* on the west coast of Korea. The Korean journal of Malacology 22 (1): 51-61.

Park G. M., Y. H. Kim, E. J. Kim and K. H. Choi. 2006. Oogenesis and reproductive cycle in *Neptunea (Barbitonia) arthritica cumingii* on the west coast of Korea. The Korean journal of Malacology 22 (1): 1-11.

Kim D. G., E. Y. Chung and E. J. Kim. 2006. Oogenesis and reproductive cycle in *Glossaulax didyma* on the west coast of Korea. The Korean journal of Malacology 22 (1): 13-22.

Son P. W and E. Y. Chung. 2005. Gonadal development, first sexual maturity and sex ratio of the sun and moon scallop *Amusium japonicum japonicum* on the Coastal waters of Jeju, Korea. Development and Reproduction 9 (2): 95-103.

Chung E. Y. 2006. Ultrastructure of germ cells during spermatogenesis and the reproductive cycle in male *Meretrix petechialis* on the west coast of Korea. The Korean journal of Malacology 22 (2): 115-124.

Chung E. Y., S. H. Baik and D. K. Ryu. 2006. Reproductive biology of

the Pen Shell, *Atrina(Servatrina) pectinata* on the Boryeong coastal waters of Korea. The Korean journal of Malacology 22 (2): 143-150.

Chung E. Y, J. G. Koo, K. Y. Park and C. H. Lee. 2005. Seasonal changes in biochemical components of the adductor muscle, digestive diverticula and the ovary in *Chlamys farreri* in relation to the ovarian developmental phases. The Korean journal of Malacology 21(1): 71-80

Chung E. Y, J. B. Kim, O. Y. Kwak and C. H. Lee. 2004. Seasonal changes in biochemical component of the adductor muscle, visceral mass and foot muscle of *Corbicula japonica*, in relation to gonad developmental phases. The Korean journal of Malacology 20(2): 111-120

Chung E. Y., Ryou D. K., and Lee J. H. 1994. Gonadal development, age and growth of the shortnecked clam, *Ruditapes philippinarum*(Pelecypoda: Veneridae), on the coast of kimje, Korea. Korean J. Malaco., 10 (1): 38-54.

Roman G. and Acosta C. P. 1995. Reproductive and reserve storage cycles in *Pecten maximus* reared in suspension. 1: Soft tissue growth and reproduction. Fisheries, biology and aquaculture of pectinids;8th international pectinid workshop. no. 17.

- Williams C. J., McMahon R. F. 1989. Annual variation of tissue biomass and carbon and nitrogen content in the freshwater bivalve *Corbicula fluminea* relative to downstream dispersal. J. Can. Zool., 67(1): 82-90
- Coe W. R. and H. J. Turner. 1938. Development of the gonads and gametes in the soft-shell clam(*Mya arenaria*). J. Morph. 62: 91-111.
- Holland D. A. and K. K. Chew. 1974. Reproductive cycle of the Manila clam Washington. Proceedings Nat. Shellfish Res. 64: 53-58.
- Chew K. K. 1989. Manila clam biology and fishery development in western North America. In: J. J. Manzi and M. Castagna(eds). Clam mariculture in North America. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam.: 243-261.
- Devauchelle N. 1990. Sexual development and maturity of *Tapes philippinarum*. *Tapes philippinarum* biology and experimentation. ESAV. Ed. Verone.: 48-62.
- Min D. K., J. S. Lee, D. B. Koh and J. G. Je, 2004, Mollusks in Korea (revised supplementary edition), Hangeul Graphics.: 465-466

Kwon O. G., G. M. Park, J. S. Lee, 1993, Coloured Shells of Korea,
Academy Publishing Company: 366

柳鍾生, 1976, 原色韓國貝類圖鑑, 一志社: 129

柳晟奎, 1995, 淺海養殖, 具德林: 290-292



감사의 글

언제나 관심과 격려로 본 논문이 완성될 수 있도록 지도해 주신 유명숙 교수님께 진심으로 감사드립니다. 바쁘신 와중에도 논문을 심사해 주신 남기완 교수님과 김현우 교수님께도 감사의 말씀 올립니다. 그리고 항상 따뜻한 격려와 도움을 베풀어주신 김수암 교수님과 백혜자 교수님 그리고 개인적인 어려움으로 힘들어 할 때 따뜻한 마음으로 힘든 시기를 잘 넘길 수 있도록 도와주신 오철웅 교수님과 지금은 퇴임하셨지만 학부과정 때부터 때로는 자상하게 때로는 열정적으로 가르침을 주신 홍성운 교수님께도 감사의 말씀 올립니다.

채집에서부터 모든 실험과정과 자료의 정리 분석에 조언을 아끼지 않으신 김진희 선배님 그리고 논문을 쓰느라 바쁜 중에도 실험을 도와준 박창욱 후배님과 김민정 학우님, 학과 사무실에서 바쁘게 생활하면서도 늘 최선을 다해 실험을 도와준 서현정 후배님, 실험실에서 힘든 일을 많이 도와준 이승훈 후배님, 김해솔 후배님에게도 고마운 마음과 함께 도움만 받고 많이 신경 써 주지 못해 미안한 마음을 전합니다. 논문을 쓰다가 힘든 부분이나 이해가 어려운 부분 때문에 급한 마음으로 찾아가면 언제나 뜻하게 해주며 신경 써 주신 박경동 선배님과 이해원 선배님, 논문자료 수집에 도움을 준 장묘인 후배님 그리고 늦게 들어온 대학원에서 잘 적응하며 생활할 수 있도록 도와주고 힘든 일, 기쁜 일 모든 것을 함께 나눈 교육대학원 05학번 동기인 황하수 학우님, 이지연 학우님, 이정미 학우님, 장혜리 학우님, 최진희 학우님에게도 고마운 마음을 전합니다.

마지막으로 공부한다는 핑계로 모든 것을 의지했던 어머니께 죄송한 마음과 감사의 말씀 올리며, 곁에 있는 것만으로도 늘 든든한 힘이 되었던

두 여동생과 이제는 한가족이 된 두 제부에게도 감사의 마음을 전합니다.
지면을 통해 감사드린 모든 분들께 항상 최선을 다하겠다는 말씀 올리면서
이 글을 마칩니다.

