

민들조개 *Gomphina melanaegis* 방류지역의 민들조개 개체군 분포 분석

이 주 · 이채성 · 김수경 · 김완기 · 조규태

국립수산과학원 동해수산연구소

(2009년 8월 10일 접수; 2009년 8월 28일 수정; 2009년 10월 9일 채택)

Analysis of Population Distribution on Stocking Area of Sandy Beach Clam, *Gomphina melanaegis*

Chu Lee, Chae Sung Lee, Su Kyoung Kim, Wan Ki Kim and Qtae Jo

East Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Gangneung 210-861, Korea

(Manuscript received 10 August, 2009; revised 28 August, 2009; accepted 9 October, 2009)

Abstract

The clam, *Gomphina melanaegis*, which is commonly called the sandy beach clam because of its habitat, is a valuable organism in the sandy coast of East Sea, Korea. It is frequently observed in large populations between 0.5 and 5 meters. We have released 50,000 seedling, ranging from the diameter of approximately 3 mm, 2007, and 1,000,000 seedling, ranging from the diameter of approximately 0.2 mm, plus 100,000 adult individuals, ranging from the shell length of approximately 20~40 mm, 2008 at Jinha beach. The spawning period of *G. melanaegis*, was from June to August, and the main spawning occurred in July. This investigation was carried out to elucidate population distribution on the stocking area of sandy beach clam, *G. melanaegis*. The relationship between shell length and ring radius in each ring was investigated as a regression line. The relationship between the shell length and shell height of released young clam was $SH=1.0105SL-4.7764$ ($R^2=0.7905$). The relationship between the shell length and total weight of released young clam was $TW=0.0013SL^{2.3966}$ ($R^2=0.71$). It draws a deduction that the ring of this clam was produced once a year during the duration between June and August.

Key Words : Sandy beach clam, Population distribution, Stocking area, *Gomphina melanaegis*

1. 서 론

민들조개(*Gomphina melanaegis* Romer)는 백합목(Order Veneridae) 백합과(Veneridae)에 속하는 비부착성 이매패류로서 일본과 타이완 그리고 한국 동해안과 남해안의 사철에 분포하는 종으로, 특히 동해

안 연안에 가장 많이 서식하는 것으로 알려져 있다¹⁾.

민들조개는 패각은 장 타원형으로 전연과 복연은 둥글고 후배연은 활 모양으로 휘어있다. 성장맥은 매우 약해서 표면이 매끄럽게 보이며, 성장 지지선이 뚜렷하여 구획을 이룬다²⁾. 백합무리와 비교하면 가는 윤륵이 있고, 각고에 비해서 각장이 길며, 성장도의 차이에 따른 윤문을 볼 수 있다는 점이 크게 다르고 각폭도 좁은 것이 특징이다³⁾.

우리나라 백합류의 패류 생산량은 2003년에는

6,918 톤에 달하였으나, 2007년에는 2,662 톤으로 감소하는 경향을 보이고 있다⁴⁾. 민들조개는 한국 동해안에서 형망에 의해 어획되는 종으로 남획의 우려가 크기 때문에 본 종에 대한 효율적인 자원관리를 위한 자원생물학적 연구가 절실히 필요한 실정이다. 국내 민들조개에 관한 자원생물학적 연구는 생식소발달과 생식주기에 관한 연구, 연령과 성장에 관한 연구가 있으며, 민들조개의 형망 갈퀴에 따른 어획 선택성에 관한 연구, 그리고 경북연안 민들조개의 연령과 성장에 관한 연구 등이 있다^{1,5-7)}. Hwang과 Hwang¹⁾이 연구한 민들조개의 연령과 사정에 관한 연구는 지역이 강원도로 본 연구의 민들조개 채집 장소인 울산광역시 진해해수욕장과 지역의 차이 나타날 것으로 사료된다.

따라서, 본 연구에서는 2007년과 2008년에 방류한 민들조개의 서식상태와 자원 조성의 효과 등을 알아보기 위해 민들조개의 패각을 이용한 이들의 연령과 성장에 관한 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구에 사용된 표본은 2009년 2월부터 2009년 8월(6개월)에 걸쳐 울산광역시 울주군 진해해수욕장에서 형망으로 채취된 어획물에서 2개월에 1회 채집하여 그 중 치패 240마리, 성패 200마리를 무작위로 추출하여 실험에 이용하였다(Table 1, 2, Fig. 1).

2007년과 2008년에 방류한 민들조개의 서식상태와 성장, 그리고 자원증대의 효과를 조사하기 위해 수심 2.5 m 이내 지점에서 치패를 채집하고 수심 2.5~5 m의 지점에서 성패를 채집하였으며, 치패는 직접 제작한 갈퀴형 채취기로 성패는 형망으로 채집하였다.

채집한 표본은 즉시 실험실로 옮겨 각장(shell

Table 1. Sampling date and number of specimens in young clam of *Gomphina melanaegis*

Sampling data	No. of specimens
Feb. 2009	60
Apr. 2009	60
June. 2009	60
Aug. 2009	60
Total	240

Table 2. Sampling date and number of specimens in adult clam of *Gomphina melanaegis*

Sampling data	No. of specimens
Feb. 2009	50
Apr. 2009	50
June. 2009	50
Aug. 2009	50
Total	200

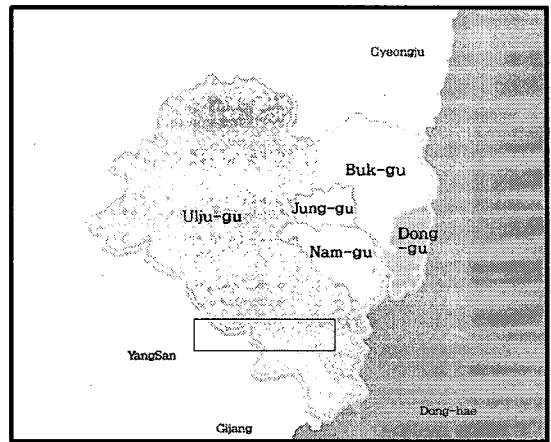


Fig. 1. Map showing the collection station of *Gomphina melanaegis*.

length), 각고(shell height), 각폭(shell width)은 Vernier caliper로 0.1 mm까지, 전중량(total weight)은 전자저울로 0.5 g까지 측정하였다. 연령사정은 패각에 나타난 윤문으로 하였는데 민들조개의 패각에는 각정부를 중심으로 성장 상황에 따라 동심원상으로 불투명대와 투명대가 나타난다. 본 연구에서는 육질부를 완전히 제거한 후 좌우 한 쌍의 패각 중 비교적 윤문이 뚜렷한 한쪽 패각을 사용하였으며, 패각의 불투명대와 투명대의 경계선을 윤문으로 하였다. 측정기준은 패각의 각장을 R, 제 1윤의 윤장을 r1, 제 2윤의 윤장을 r2, 제 3윤의 윤장을 r3, 제 4윤의 윤장을 r4로 하여 측정하였다⁸⁾(Fig. 2).

윤문 판독의 정확성을 위해 각고와 윤경 간의 대응성을 검토하였고, 윤문 형성횟수와 형성시기를 알아보기 위하여 패각의 연역지수(marginal index; MI, 연변부 성장지수)를 구하여 격월 변화를 검토하였다. 평균 윤경에서 윤문 형성시의 각장과 전중을 역계산하기 위해 Huxley⁹⁾ 방법에 의거하여 각장

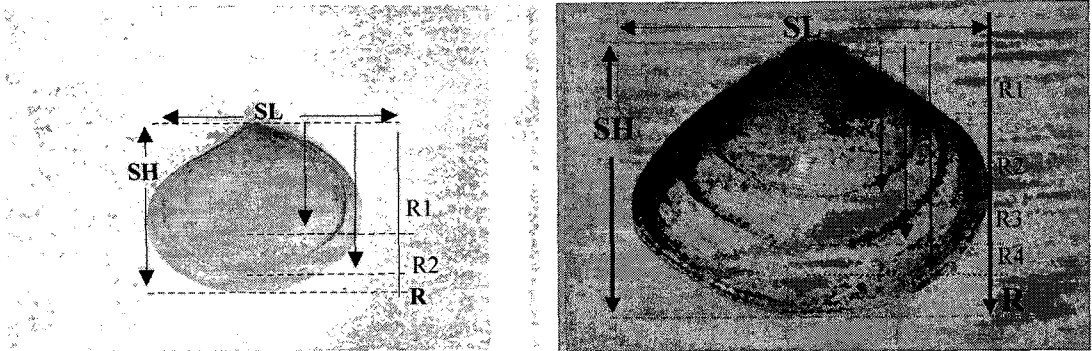


Fig. 2. Morphological image showing ring radius used for the age determination of released young clam(left) and adult clam(right), *Gomphina melanaegis*.

(SL)과 각고(SH), 각장(SL)과 전중(TW)간의 상대성장식을 추정하였다.

민들조개의 성장식은 일반적으로 가장 널리 사용되는 von Bertalanffy¹⁰⁾ 성장식을 선택하였으며, 성장모델의 매개변수 추정은 Walford¹¹⁾의 정착도법에 의해 구한 추정치를 구한 후 이 추정치를 초기값으로 하여 비선형 회귀방식에 의해서 추정하였다. 채집한 표본전체의 각장 빈도분포를 조사하고, 월별 각장의 빈도 분포를 조사하여 치패의 성장을 분석해 보았다.

3. 결 과

3.1. 각장 빈도분포

울산광역시 울주군 진하해수욕장 연안에서 2009년 2월에서 2009년 8월까지 채집한 민들조개 치패 240개와 성패 200개의 각장의 빈도분포를 나타냈다. 수심 2.5 m 이내의 지점에서 채집한 민들조개 치패의 각장 분포는 12~25 mm 사이에서 나타났으며, 평균 각장은 19.72 mm이고, 20 mm에서 21.0 %로 가장 높은 분포를 보였다. 월별 각장 빈도 분포를 구한 결과 4월에 12.07 mm로 가장 작은 개체가 발견되었으며, 8월에 각장 25.67 mm로 가장 큰 개체가 발견되었다(Fig. 3, 4). 수심 2.5~5 m 의 지점에서 채집한 민들조개 성패의 각장 분포는 35~59 mm 사이에서 나타났으며, 평균 각장은 49.78 mm이고, 47~48 mm에서 10.5 %로 가장 높은 분포를 보였다. 월별 각장 빈도 분포를 구한 결과 6월에 36.81 mm로 가장 작은 개체가 발견되었으며, 8월에 각장 65.18 mm로

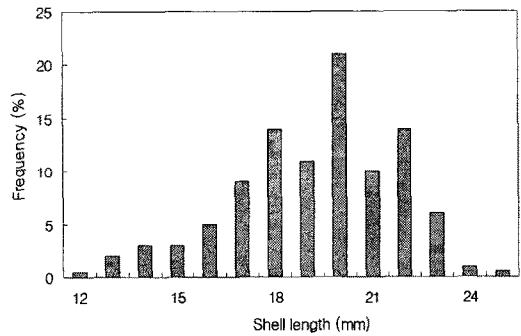


Fig. 3. The frequency distribution of shell length in young clam of *Gomphina melanaegis*.

가장 큰 개체가 발견되었다(Fig. 5, 6).

3.2. 연령과 성장

3.2.1. 윤문 형성시기와 대응성

민들조개의 패각이 연령형질로서 적합여부를 확인하고 윤문 판독의 정확성을 검토하기 위하여 각 윤문별 각고와 윤경간의 관계를 분석하였다(Fig. 7, 8). 각 윤문은 일정한 폭을 두고 구분되어 인접한 윤문과 중복됨이 없이 분리가 잘 되었으며, 각고와 윤경간에는 각고가 커질수록 윤경이 커지는 직선관계를 이루었다. 따라서 민들조개의 패각이 연령형질로서 이용가능하며, 패각의 윤문을 연륜으로 사용할 수 있는 것으로 판단된다.

연령형질로서 확인된 윤문이 반드시 연륜을 나타내는 것은 아니므로, 윤문이 연간 몇 번 형성되는가를 알아야 한다. 윤문형성의 시기와 주기성을 알기 위하여 패각 연변부의 성장상황을 조사하였다. 연

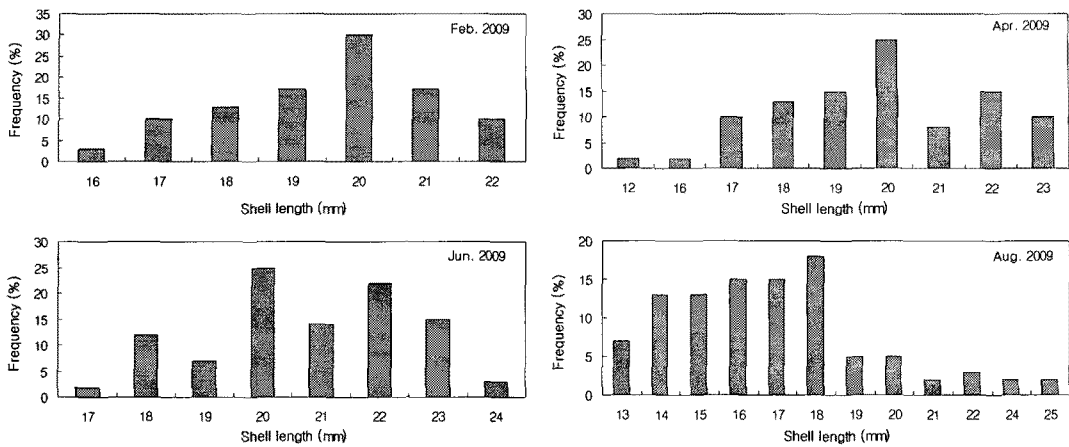


Fig. 4. The bimonthly frequency distribution of shell length in young clam of *Gomphina melanaeigis*.

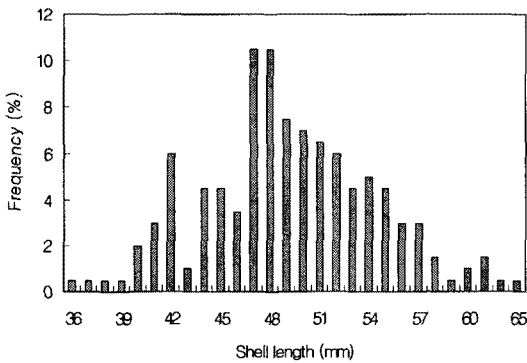


Fig. 5. The frequency distribution of shell length in adult clam of *Gomphina melanaeigis*.

변부 성장지수(MI)는 2월에 소수의 개체들이 16이하의 값을 보이다가 4월 이후 급격히 증가하여 6월에 높은 값을 보였으며 8월에는 일부 개체들이 낮은 값을 보여주었다. 민들조개의 생식주기를 살펴보면 6월에 성숙기에 접어들어, 주 산란기는 7~8월이 되며, 운문형성 시기와 산란시기가 비슷하여 운문을 연륜으로 간주하였다.

3.2.2. 상대성장

민들조개 치패의 각장(SL)과 각고(SH)간의 관계는 $SH=1.0105SL-4.7764(R^2=0.7905)$ 이고, 각장(SL)과 각폭(SW)간의 관계는 $SW=0.3889SL+0.4264(R^2=0.2313)$ 로 나타났으며, 각장(SL)과 체중(TW)간의 관

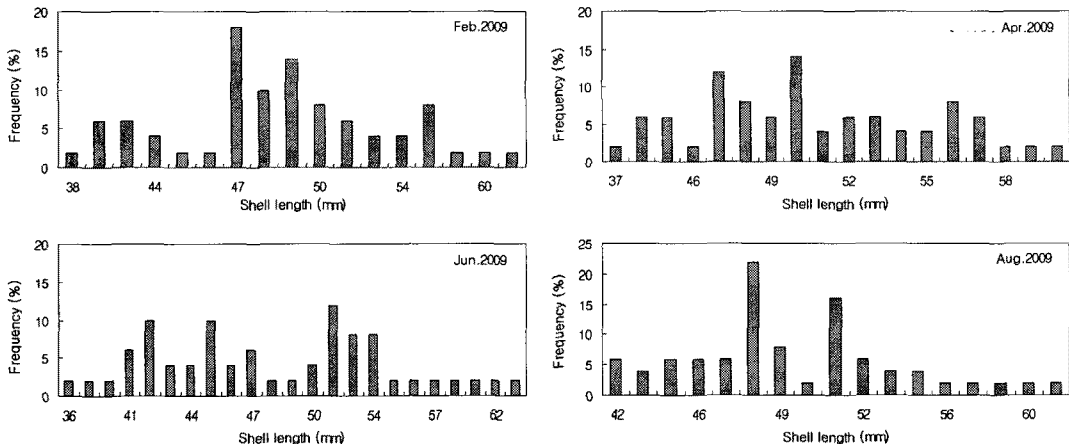


Fig. 6. The bimonthly frequency distribution of shell length in adult clam of *Gomphina melanaeigis*.

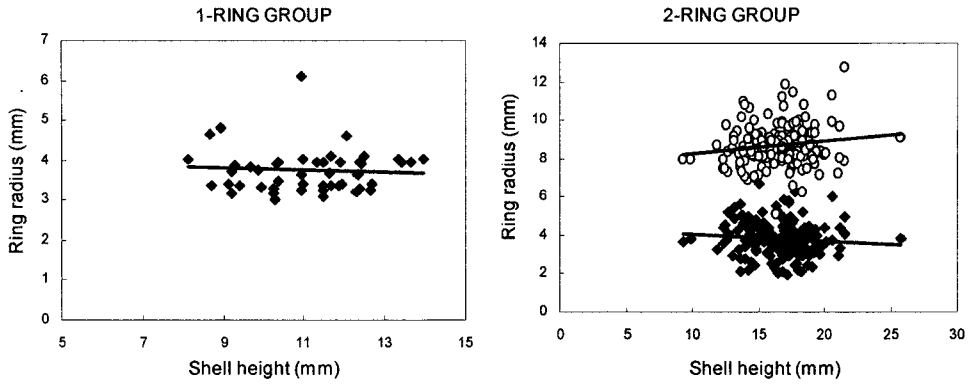


Fig. 7. Relationship between shell height and ring radii in young clam of *Gomphina melanaegis*.

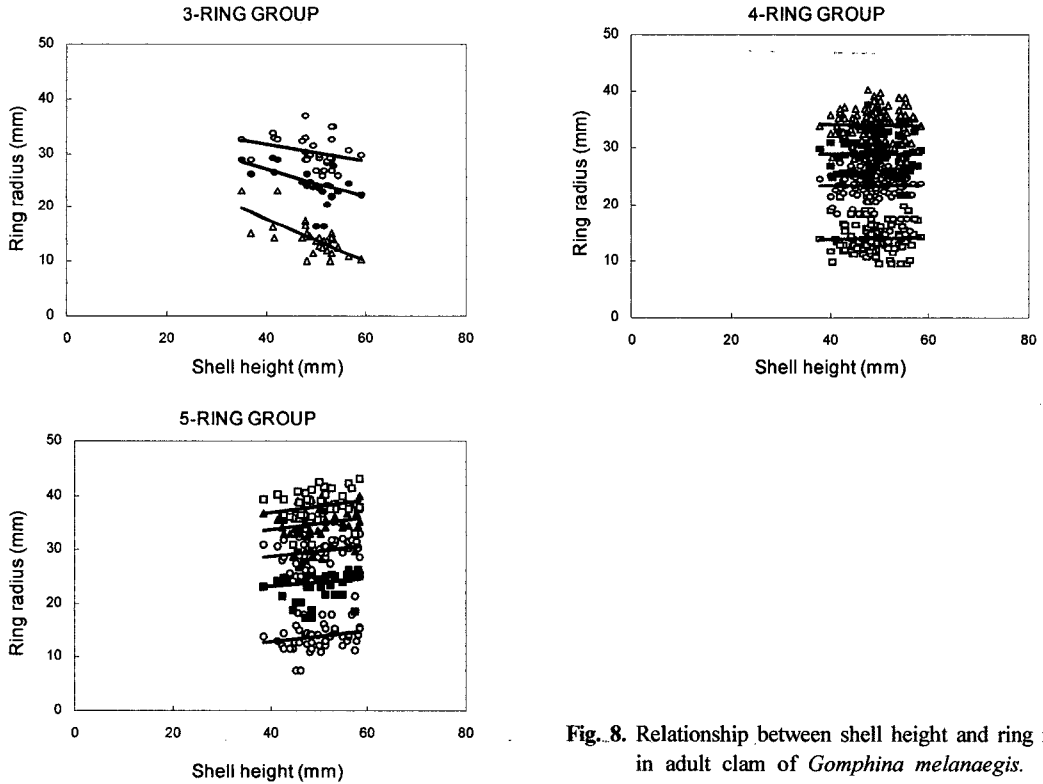


Fig. 8. Relationship between shell height and ring radii in adult clam of *Gomphina melanaegis*.

계는 $TW=0.0013SL^{2.3966}$ ($R^2=0.71$)로 나타났다(Fig. 9,10). 민들조개 성패의 각장(SL)과 각고(SH)간의 관계는 $SH=0.6829SL+3.4844$ ($R^2=0.6204$)이고, 각장(SL)과 각폭(SW)간의 관계는 $SW=0.2828SL+5.1766$ ($R^2=0.5681$)로 나타났으며, 각장(SL)과 체중(TW)간의 관계는 $TW=0.0011SL^{2.5744}$ ($R^2=0.7318$)로 나타났다(Fig.

11, 12).

4. 고 찰

민들조개는 패각에 비교적 뚜렷한 윤문이 형성되었고, 이와 같이 투명대(translucent zone)와 불투명

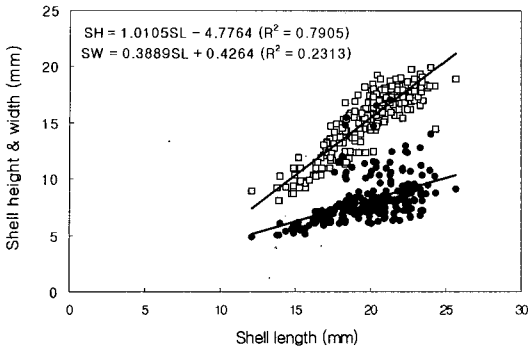


Fig. 9. Relationship between shell length and shell height, and shell length and shell width Relationship between shell height and ring radii in young clam of *Gomphina melanaegis*.

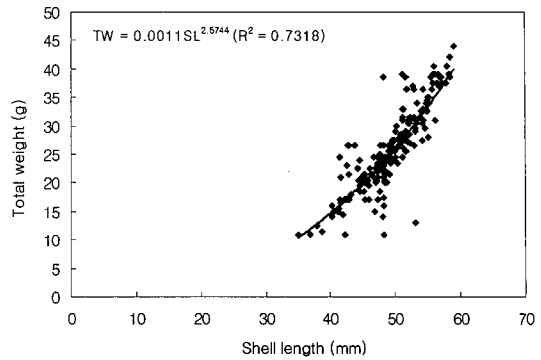


Fig. 12. Relationship between shell length and total weight in adult clam of *Gomphina melanaegis*.

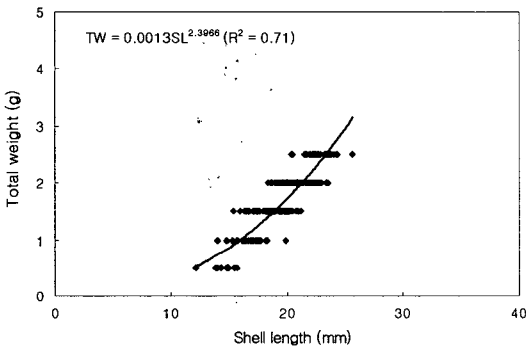


Fig. 10. Relationship between shell length and total weight in young clam of *Gomphina melanaegis*.

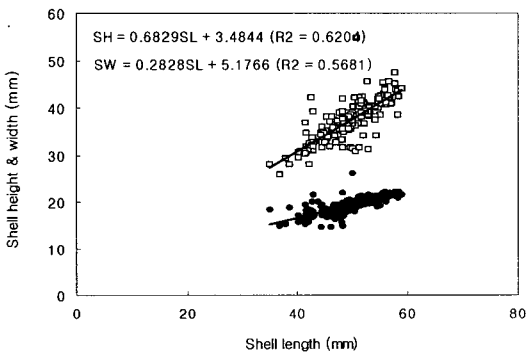


Fig. 11. Relationship between shell length and shell height, and shell length and shell width in adult clam of *Gomphina melanaegis*.

대(opaque zone)의 구조적 화학적 변화에 대해서 어류의 생리적인 변화는 계절적인 환경변화에 영향을

받고, 이석에 나타나는 이들 변화에 대한 외부요인은 정확히 구명되지는 않았지만, 수온이 가장 중요한 요인이며 다음으로 먹이공급과 관련이 있는 것으로 보고하고 있다¹²⁾. 또한 Panella¹²⁾는 어류의 이석은 무기물질인 aragonite crystal 형태인 탄산칼슘(CaCO₃)과 유기물질인 otolin이라는 단백질로 구성되어 있으며 이 otolin이라는 단백질은 산성 아미노산을 많이 함유하고, 아미노산 조성은 생화학적으로 매우 특이하여 계통발생 또는 환경적인 변화에 대한 영향을 명백히 받지 않는 것으로 보고하고 있다. 그러나 겨울에 형성되는 투명대는 유기물질의 축적도 감소되지만, 탄산칼슘이 더욱 감소하여 aragonitic needles이 짧고 유기물질인 otolin이 우세하다. 반면 여름의 불투명대는 aragonitic needles가 길고 상대적으로 두꺼우며, 유기물질은 적다고 보고하고 있다¹³⁾. Woo¹⁴⁾의 연구결과에서 이매패류의 패각 화학적 구성요소도 aragonite crystal 형태인 탄산칼슘(CaCO₃)과 유기물질로 구성되어 있다고 보고하고 있으므로 이석의 화학적 구성요소와 매우 유사하다. 따라서 본 연구에서는 패각을 이용하여 연령사정을 실시하였으며, 윤문은 투명대에서 불투명대로 이행하는 경계부분으로 하였다^{14,15)}.

패류의 패각을 연령형질로 하여 연령사정을 한 결과는 국내외에 많은 논문이 발표되어 있으며, 이들 논문 대부분이 윤문의 형성시기를 크게 두개로 나누고 있다. 윤문의 형성시기는 온도가 급격히 낮아지거나 높아지는 시기^{8,16-19)}와 산란기 전후^{8,20,21)}로 나누어진다. 윤문의 형성은 패각의 성장에 대한 에너지의 부족으로 성장이 정체되게 되는데, 이러한

이유는 겨울철에 낮은 먹이의 부족과 저온으로 인하여 생리활성이 저하되거나 산란기에 에너지가 정자나 난자의 형성에 사용되어 성장이 지연되는 결과에 의해 나타나게 된다.

Lee 등⁵⁾과 Hwang과 Hwang¹⁾의 보고에 따르면 민들조개의 주 산란시기는 7~8월이고, 윤문 형성 시기 또한 산란시기와 같다고 보고하였다. Hwang과 Hwang¹⁾과 Ahn⁷⁾의 보고에 따르면 민들조개의 연역지수는 4~5월, 9~11월 사이가 비교적 높게 나타나고, 7~8월이 가장 낮게 나타난다고 보고하였으나, 울산광역시 진해해수욕장에서 샘플링 한 데이터를 기초로 한 연역지수의 월 변화를 보면 4~6월에 비교적 높게 나타났으며, 8월에 낮은 값을 나타내는 것으로 Ahn⁷⁾의 결과 값과 비슷하므로, 민들조개의 윤문 형성 시기는 7~8월에 연 1회 형성되는 것으로 추정할 수 있다.

민들조개의 윤문 형성 시기는 6월에 산란된 개체들이 다음해 8~10월 초륜이 형성되므로, 초륜 형성 시까지의 기간은 윤문형성 시기가 8~9월인 것을 감안하면 약 15개월(1.25년)로 추정된다. 이에 Hwang과 Hwang¹⁾의 연구에서의 윤문 형성시의 각장은 $SL_{1.25}=29.27$ mm, $SL_{2.25}=43.74$ mm, $SL_{3.25}=53.07$ mm, $SL_{4.25}=58.65$ mm로 추정되었으며, Ahn⁷⁾의 연구에서의 윤문 형성시의 각장은 $SL_{1.25}=27.01$ mm, $SL_{2.25}=37.76$ mm, $SL_{3.25}=45.69$ mm, $SL_{4.25}=51.07$ mm로 추정되었다.

Hwang과 Hwang¹⁾과 Ahn⁷⁾의 보고에서도 각장은 2~7 mm의 차이가 발생했으며, 본 연구에서 추정한 윤문 형성시의 각장과의 많은 차이가 나는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서는 방류한 민들조개의 치패를 채취하여 연구하였기에 윤문형성시의 각장은 $SL_{1.25}$ 만 나타냈으며, 이 때 윤문 형성시의 각장은 $SL_{1.25}=19.72$ mm로 이러한 차이를 보이는 이유는 본 연구에서는 울산시 진해해수욕장에 민들조개가 서식하지 않았으나 우리가 2007년에 종묘 7만 마리, 2008년에 각각 종묘 100만 마리와 성패 10만마리를 방류하였다. 방류한 민들조개의 치패를 채취하여 본 연구에서 사용하였기에 표본 모집군의 각장의 크기가 12~25 mm의 모집단을 사용했던 반면, Hwang과 Hwang¹⁾과 Ahn⁷⁾의 연구에서는 자연산인 30~60 mm와 23~64 mm 크기의 모집단을 사용하였

기에 이러한 차이를 보이는 것으로 추정된다.

민들조개의 각장(SL)과 각고(SH)의 상대성장은 $SH(\text{치패})=1.0105SL-4.7764(R^2=0.7905)$ 와 $SH(\text{성패})=0.6829SL+3.4844(R^2=0.6204)$ 으로 추정되었으며, Ahn⁷⁾은 각장(SL)과 각고(SH)의 상대성장은 $SH=0.7167SL+1.1705(R^2=0.9561)$ 으로 추정하였다. 각장(SL)과 전중량(TW)의 상대성장은 $TW(\text{치패})=0.0013SL^{2.3966}(R^2=0.71)$ 와 $TW(\text{성패})=0.0011SL^{2.5744}(R^2=0.7318)$ 로 추정하였으며, Ahn⁷⁾은 $TW=0.0003SL^{2.8934}(R^2=0.9611)$ 로 추정하였다. 이러한 상대성장의 차이는 본 연구에서 사용한 표본은 2007년 7월과 2008년 7월에 방류한 종묘와 성패를 나누어 측정하였고, Ahn⁷⁾의 표본과 표본 집단의 크기 범위차와 샘플수 등의 차이에 의한 것으로 판단된다. 이처럼 Ahn⁷⁾의 결과와 약간의 차이를 보이는 원인으로서는 울산 진해해수욕장과 경북 울진연안 간의 지역적, 지형적인 차이와 종묘생산으로 방류한 표본과 자연상태의 표본간의 차이, 수온변화 등 여러 가지 환경적인 요인으로 인한 것으로 사료된다.

5. 결 론

2007년과 2008년에 울산 진해 해역에 방류한 민들조개의 서식상태와 자원 조성의 효과 등을 알아보기 위해 민들조개의 패각을 이용한 이들의 연령과 성장에 관한 연구를 수행하였다. 민들조개의 각장 빈도분포를 조사하고, 월별 각장의 빈도 분포를 조사하여 치패의 성장을 분석해 보았다. 민들조개 치패의 각장(SL)과 각고(SH)의 상대성장은 $SH(\text{치패})=1.0105SL-4.7764(R^2=0.7905)$ 로 나타났으며, 각장(SL)과 체중(TW)간의 관계는 $TW=0.0013SL^{2.3966}(R^2=0.71)$ 로 나타났다. 민들조개의 윤문 형성 시기는 7~8월에 연 1회 형성되는 것으로 추정되었다.

감사의 글

본 연구는 국립수산물과학원 경상과제인 동해안 패류양식 기술개발연구(RP-2009-AQ-052)에 의해 수행되었으며 분석과 자료정리에 도움을 주신 이인철, 이성희께 감사를 드립니다.

참고 문헌

- 1) Hwang K. Y. and Y. T. Hwang, 1981, Studis on the age and growth of the *Gomphina(macridiscus) melanaeigis*(ROEMER) in the eastern waters of Korea. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, 27, 111-117.
- 2) NFRDI, 2000, Commercial molluscs from the freshwater and continental shelf in Korea, Guduk Publishing Company, 167pp.
- 3) Kweon O. K., K. M. Park and J. S. Lee, 1993, Coloured shells of Korea. Academy Publishing Company, 368pp.
- 4) MIFAFF, 2008, Ministry for Food Agriculture Forestry and Fisheries, STAT, Retrieved from <http://www.fips.go.kr/main.jsp>.
- 5) Lee J. Y., Y. J. Park and Y. J. Chang, 1999, Gonadal development and reproductive cycle of *Gomphina melanaeigis* (Bivalvia; Veneridae), J. Korean Fish. Soc., 32, 198-203.
- 6) Park H. H. and S. H. Kim, 2000, Tooth selectivity on venus clam(*Gomphina melanaeigis*) dredge, Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 36(4), 267-273.
- 7) Ahn J. M., 2009, Studies on the age and growth of *Gomphina melanaeigis* inhabited Gyeongsangbuk-do coastal waters of the East Sea, Kangnung National University Master thesis, 25pp.
- 8) Ryu D. K. and Y. H. Kim, 2001, Management of the Hen clam, *Tactra chinensis* Philippi on the coast of Kunsan. I. Age and growth, Korea Journal of Malcolgy, 17(1), 13-18.
- 9) Huxely J. S., 1932, Problem of Relative Growth(ed.), Dover P. Inc., New York, 312pp.
- 10) Bertalanffy L. V., 1938, A quantitative theory of organic growth, Human Biology, 10, 182-213.
- 11) Walford L. A., 1946, A new graphic method of describing the growth of animals, Biol. Bull., 90(2), 141-147.
- 12) Panella G., 1974, Otolith growth patterns: an aid in age determination in temperate and tropical fishes. In: T.B. Bagenal (Editor), The Ageing of Fish, D. Unwin, London, 28-39.
- 13) Liew P. K. L., 1974, Age determination of American eels based on the structure of their otoliths, In: T.B. Bagenal (Editor), Proceedings of an International Symposium on the Ageing of Fish. Unwin Brothers, Surrey, 124-136.
- 14) Kim Y. H., D. K. Ryu, D. S. Chang, J. B. Kim and S. T. Kim, 2003, Age and growth of purplish Washington clam(*Saxidomus purpuratus*) in Jinhae Bay, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 36(5), 495-499.
- 15) Woo K. S., 1989, Textural, isotopic and chemical investigation of cultured pearls, J. Kor. Soc. Oceanogr., 24(2), 68-78.
- 16) Kim Y. H. and D. K. Ryou, 1991, Study on the growth of *Maetra veneriformis* (Reeve), Bull. Kunsan Fish. J. Coll., 25(2), 41-47.
- 17) Ryu D. K., 1991, Study on the growth of *Tapes philippinarum* (Adam et Reeve), Bull. Kunsan Fish. J. Coll., 25(1), 25-31.
- 18) Ryu D. K. and Y. H. Kim, 1997, Studies on the population dynamics of surf clam, *Maetra veriformis* Reeve (Bivalvia) in the coast of Kunsan, Korea. I. Growth, Korean Journal of Malacology, 13(2), 185-192.
- 19) Ryu K. K., E. Y. Chung and Y. H. Kim, 2005, Age and growth of the brackish water clam, *Corbicula japonica* Prime on the west coast of Korea, Korean Journal of Malacology, 21(1), 57-64.
- 20) Kang Y. J. and C. K. Kim, 1983, Studies on the structure and production processes of biotic communities on the coastal shallow waters of Korea. 3. Age and growth of *Spisula sachalinensis* from the eastern waters of Korea, Bulletin of the Korean Fisheries Society, 16(2), 82-87.
- 21) Kim B. K., T. S. Ko, H. I. Song, S. D. Lee and S. Y. Kim, 1985, Studies on the spawning and growth of Hen clam, *Maetra sulcataria* (Reeve), Bulletin of Fisheries Research Development Agency, 34, 157-164.