

서해산 키조개, *Atrina (Servatrina) pectinata japonica*의 연령과 성장

류동기, 백성현, 박관하, 정의영

군산대학교 해양과학대학 해양생명과학부

서 론

키조개, *Atrina (Servatrina) pectinata japonica*는 진주조개과 (Pteridae)에 속하는 종으로서 일본, 대만, 중국, 인도 등 태평양 연안에 널리 분포하고 있으며, 우리나라에서는 남해안은 진해만, 가막만, 득량만, 여자만 등의 내만에 서식하고 있으며 (Yoo, 1979), 서해안은 충청남도 보령 연안의 도서해역과 전라북도 고군산군도 인근 도서해역에서 다산하고 있다 (김 등, 1998). 주로 잠수기 어업으로 채취하고 있고, 자원 보호를 위하여 7월과 8월은 어업이 금지되어 있다. 서식수심은 조하대에서 수심 약 40 m까지이며, 각고 가 약 20-30 cm의 비교적 대형의 이매패류로 후폐각근 (패주)을 횡감으로 이용하고 있는 고급패류로 고가에 판매되고 있으며 주로 일본으로 수출되고 있다. 최근 들어서는 패주를 제외한 육질부에 대한 이용가능성에 대한 연구가 진행되고 있다.

따라서, 지속적으로 증가하고 있는 키조개 자원의 수요에 대하여 효율적인 자원관리와 완전양식으로 안정적인 공급을 이루어야 한다. 이에 부응하기 위하여 키조개에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다.

일본에서는 渡邊 (1938)의 천연채묘와 양식에 관한 연구를 시작으로 古賀 and 山下 (1986), 古賀 and 申武 (1991) 및 島崎 등 (1984)의 각종 천연 채묘시험과 實本 and 大林 (1984)등의 인공채묘에 대한 연구와 초기 생활사 (吉田, 1956), 부유자패의 조사 (吉田 and 井上, 1954, 宮崎, 1962) 및 산란기 (藤森, 1929)에 대한 연구가 있었으며, 중국에서는 Fang and Qi (1988)의 난모세포의 미세구조에 대한 연구와 Qiu *et al.*, (1996)은 연령과 성장에 관하여 연구하였으며, Qiu *et al.*, (2000)은 발생에 관하여 연구한 바 있다. 우리나라에서는 주로 형태적 특징 (Choe, 1980; 1981), 생태와 분포 (Kim *et al.*, 1981), 유생의 출현시기와 성장 (Kim *et al.*, 1985), 종묘생산 (정 등, 1986)에 관한 연구와 양식개발 (Yoo and Yoo, 1984), 채묘 및 양식 (Yoo *et al.*, 1988; 양 등, 1995; 농림부, 1997), 산란기 (Yoo, 1979; Kim *et al.*, 1981; Yoo and Yoo, 1984)와 자원평가 (김 등, 1998) 등이 있다.

본 연구는 합리적인 자원관리와 완전양식을 위한 기본 자료로서 우리나라 서해의 자연산 키조개의 연령과 성장에 관하여 연구한 것이다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 표본은 1995년 4월부터 1996년 3월 (12개월)에 걸쳐 충청남도 보령시 녹도 인근 해역에서 잠수기 어업에 의하여 채취된 키조개를 매월 1회 구입한 것을 사용하였다.

채집한 표본은 즉시 실험실로 옮겨 각장 (shell length), 각고 (shell height), 각폭 (shell width)은 Vernier caliper와 줄자로 mm 까지, 중량 (습중량, total weight)은 전자저울로 0.1 g 까지 측정하였다.

연령사정은 패각에 나타난 윤문으로 하였는데 키조개의 패각에는 각정부를 중심으로 성장상황에 따라 동심원상으로 불투명대와 투명대가 나타난다. 본 연구에서는 육질부를 완전히 제거한 후 좌우 한쌍의 패각중 비교적 윤문이 뚜렷한 한쪽 패각을 사용하였으며, 패각의 불투명대와 투명대의 경계선을 윤문으로 하였다. 측정기준은 패각의 각장을 R, 제1윤의 윤장을 r_1 , 제2윤의 윤장을 $r_2 \cdot \cdot \cdot \cdot r_n$ 로 하여 측정하였다.

패각의 불투명대와 투명대로 이행하는 경계에 나타나는 윤문이 연령형질로서 적합한가를 알기 위하여

각고와 윤장간의 대응성과 윤문형성시기 및 주기성을 검토하였다.

패각 연변부 성장의 월별변화는 연변부성장지수 $MI' = \frac{(R - r_n)}{(\bar{r}_n - r_{n-1})}$ (R: 각고; r_n : 최외측 윤장의 길이; r_{n-1} : r_n 개의 윤을 가지는 개체들의 r_{n-1} 윤경의 평균치; \bar{r}_n : r_n 개 이상의 윤을 가지는 개체들의 r_n 윤경의 평균치)으로 구하였다.

각고와 체중, 각고와 각장, 각고와 각폭간의 관계는 직선식으로, 각고와 총중량은 포물선식을 적용하여 분석하였다.

또한, 각 윤문형성시의 각고와 체중을 알기 위하여 윤장을 평균하여 윤문형성시의 각고를 구하고 윤문형성시의 체중을 추정하였다. 이 계산치들을 사용하여 Bertalanffy 성장식을 구하였다. 초륜형성까지의 경과시간을 알기 위하여 필요한 산란기는 비만도의 월별 변화와 다른 문헌을 종합 고려하여 추정하였으며, 비만도 (CC; condition coefficient)는 다음과 같은 식에 의하여 산정하였다. $CC = MAM/SH^3 \times 1000$ (단, SH는 각고, MAM은 패주를 제외한 육중량).

결과 및 고찰

1995년 4월부터 1996년 3월까지 충청남도 보령시 연안에 서식하는 키조개를 총 701미 채집하여 성장을 조사하였다.

1) 키조개의 패각에 나타나는 윤문은 연1회 형성되며 주 윤문 형성시기는 6월에서 7월로 조사되었다.

2) 초륜 형성기간은 12개월 (만1년)로 나타났다.

3) 각고 (SH: cm)와 총중량 (TW: g)간의 관계는 $TW = 5.906 \times 10^{-3} SH^{3.3844}$ 이었으며, 각장 (SL)과 각고 (SH)간의 관계는 $SL = 0.5277 SH + 0.0934$ 이고, 각장 (SL)과 각폭 (SW) 간의 관계는 $SW = 0.2681 SH - 1.3757$ 였다.

4) 연령 (t)에 대한 각고 (SH_t)와 총중량 (TW_t)의 Bertalanffy 성장식은 $SH_t = 30.99 (1 - e^{-0.3212(t+0.9653)})$ 이고, $TW_t = 657.94 (1 - e^{-0.3212(t+0.9653)})^{3.3844}$ 였다.

키조개의 산란이나 성숙 및 채묘에 관해서는 한국과 일본, 중국을 중심으로 많은 학자들이 연구하였으나, 연령과 성장에 대한 연구는 중국의 Qiu *et al.* (1996)가 본격적으로 연구한바 있고, 일본의 田中 (1965)은 연령별 크기를 간단히 언급한 바 있다. 그러나, 우리나라의 키조개에 대한 연령과 성장에 관한 연구는 없는 실정이다. 최근 들어 자연산 자원의 감소로 인한 합리적인 자원 이용과 자원 조성의 필요성이 제기되고 있으며, 이식등에 의한 양식도 시도 되고 있다 (양 등, 1995). 그러나, 어린 개체들의 패각은 대단히 얇아 쉽게 부서지므로 다루기가 어렵기 때문에 인공종묘 생산 등에는 한계가 있으므로 자연채묘를 중심으로 많은 연구가 이루어지고 있다 (유와 유, 1984; 유 등, 1988, 정 등, 1986). 김 등 (1985)은 남해안 여자만에서 부유유생을 조사한 결과 주로 7월 중순에 가장 많은 부유유생이 출현하였고, 130-680 μm 크기라고 보고하였다. 키조개의 부유유생은 다른 이매패류보다 다소 큰 것으로 나타났다.

패류의 패각을 연령형질로 하여 연령사정한 결과는 국내외에 많은 논문이 발표되었다. 이들 논문들의 대부분은 윤문형성시기를 크게 두가지로 나눌 수 있다. 즉, 온도가 급격히 낮아지거나 높아질 때 (Ryou 1991; Kim and Ryou, 1991; Ryou and Kim, 1997,)와 산란기 전후 (Kang and Kim, 1983; Kim *et al.*, 1985)로 나눌 수 있다. 윤문의 형성은 에너지의 부족으로 성장을 멈추는데 이는 겨울철 저온으로 인한 먹이와 수온의 저하와 에너지가 정자나 난자의 형성에 쓰여 성장이 지연되는 결과에 의하여 나타난다. 그러나, 온대지역에서는 대부분의 경우는 겨울철의 온도하강에 의하여 일어나는데, 특이하게도 북방대합 (*Spisula sachlinensis*)과 개량조개 (류와 김, 2001) 및 키조개에서는 산란철 이후에 윤문이 형성되는 것으로 나타났다. 그러나, 중국에서는 Qiu *et al.* (1996)에 의하면 겨울철과 여름철 두 번에 걸쳐 윤문이 형성된다고 보고하였다. 본 조사에서도 일부 개체들에 있어서는 12월과 3월에 윤문이 형성되는 것으로 나타났으나, 본 조사에서는 이를 위류으로 간주하였다.

6월의 윤문 형성은 키조개의 경우 생식소 발달이 5월과 6월에 급속히 이루어지며, 발달한 생식소의 크기 또한 다른 이매패류에 비하여 상당히 크다. 따라서, 일시적으로 영양분이 개체의 다른부분보다 생식소로 몰

리면서 성장이 멈추기 때문으로 추정된다.

Qiu *et al.* (1996)는 패각에 의하여 산정한 연령군이 1세군에서 7세군까지 7 개 출현하였다고 보고하였으나, 본 조사에서는 0세군에서 10세군까지 총 11 개의 연령군이 출현하였다. 또한 이론적인 최대 각고와 총중량은 Qiu *et al.* (1996)의 경우 28.43 cm와 635.16 g으로 보고하였으나, 본 조사에서는 30.99 cm와 657.94 g으로 나타나, 최대각고와 최대 총중량 모두 본 조사의 결과가 더 크게 나타났다.

연령별 크기도 田中 (1965)은 8개월에 10.2 cm, 2세 19.5 cm, 4세가 26.1 cm, 5세가 27.3 cm, 6세가 28.8 cm라고 하였고, Qiu *et al.* (1996)는 1세가 14.0 cm, 2세가 19.9 cm, 3세가 23.4 cm, 4세가 25.5 cm, 5세가 26.7 cm, 6세가 27.4 cm로 본 조사와 유사하게 나타난 것으로 나타났다. 또한 우리나라에서의 주 어업 대상 연령은 2세에서 4세까지였으나, 중국에서는 3세-6세로 보고하여 유사하게 나타났다. 이는 중국이나 한국 모두 키조개의 패주 (후폐각근)를 식용으로 하고 있으며, 패주는 5세이후에는 색이 회색으로 변하며 살이 질겨 기호성이 떨어진다.

따라서, 키조개의 합리적인 자원 이용을 위하여 대량번식과 집단적인 서식 습성을 이용하여 고밀도로 서식하는 해역의 키조개를 2세-4세의 연령에 도달하면 전량을 채취하고 서식밀도가 낮은 해역의 자원은 채취하지 않고 고연령군으로 만들어 치패를 생산하는 모패의 서식지로 이용한다면 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 추정된다.

참고문헌

Choe, K.J. (1980) On mutual relationships between lengths and weights of pen shell *Atrina pectinata japonica*-I. Thesis Collect. Yeosu Nat. Fish. Coll., 14: 37-41. [in Korean]

실험실 사육에 의한 먹이별 피조개, *Anadara broughtonii* 치패의 성장

강경호, 김재민, 김병학¹

여수대학교 양식학과, ¹국립수산진흥원

서 론

피조개, *Anadara broughtonii*는 고막류 중에서 유용 양식 대상종으로, 예로부터 산업적인 관심이 높았음에도 불구하고 이들 자원의 잠재 생산력을 무시한 어업행위로 자원량이 점차 고갈되어 가고 있는 실정이다. 따라서 피조개의 자원을 효율적으로 관리하고 이용하기 위해서는 인공종묘 생산 및 양성기술을 개발하여 피조개의 생산증대 및 산업적 가치를 높일 필요성이 제기된다.

우리나라에서 피조개의 생산량은 1970년대까지는 미미하였으나, 1986년에는 58,000 톤으로 최고치를 보였고, 최근에는 1만 여톤으로 점차 감소하고 있는 실정이다. 현재까지 피조개의 인공종묘 생산과 성장에 관하여는 많은 연구자들이 보고한 결과들이 있으나, 양식현장에서 실제로 응용하기에는 어느 정도의 거리감이 있다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 실험실에서 인위적인 사육환경을 조성하여 피조개 치패를 대상으로 식물성 플랑크톤의 먹이 효과를 실험하였다.

재료 및 방법

실험에 사용된 재료는 국립수산진흥원 남해수산종묘시험장에서 사육하던 부착기유생을 여수대학교 무척추동물양식연구실로 운반하여 사육중이던 치패로서 평균각장 0.98 ± 0.21 cm, 평균전중 1.35 ± 0.51 g

이었다.

실험에 사용된 먹이생물은 여수대학교 무척추동물양식연구실의 먹이배양실에 보관 중이던 *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana*, *Pavlova lutheri*를 250 ml flask에 접종하여 배양하였는데, 영양배지로 Conwy medium을 사용하여 조도 3500 lux, 염분 30 ‰, 18±1℃ 상태에서 20 liter 용기에 통기배양 하였다. 먹이공급은 대수기의 세포를 혈구계산판으로 산정하여 사육수 30 liter에 4×10^4 - 40×10^4 cells/ml의 범위로 치패의 성장에 따라 먹이량을 조절해 주었다. 실험구 설정은 각 먹이생물별 단독구, *C. calcitrans* + *I. galbana*구, *C. calcitrans* + *P. lutheri*구, *I. galbana* + *P. lutheri*구, *C. calcitrans* + *I. galbana* + *P. lutheri*구와 대조구로서 무투이구를 반복 설정하였다. 사육밀도는 실험구별로 100 개체를 수용하였고, 사육기간중의 성장은 15일마다 30 개체씩 무작위 추출하여 계측하였으며, 성장 요인으로서 외부적 형태를 측정하였다.

결과 및 요약

유용 양식패류의 종묘생산시 먹이생물로 가장 많이 배양되는 *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana*, *Pavlova lutheri*를 먹이로 공급하여 피조개 치패의 성장을 실험한 결과, 실험개시시 평균각장 0.98 ± 0.21 cm, 전중 1.35 ± 0.51 g이던 개체가 실험종료 후 3가지 혼합 공급구에서 평균각장 2.43 ± 0.41 cm, 전중 4.85 ± 0.78 g로 성장하여 가장 높은 성장과 생존율을 나타내었다. 또한 2가지 먹이생물을 혼합하여 공급한 실험구에서는 *I. galbana* + *P. lutheri* 공급구에서 평균각장 2.20 ± 0.46 cm, 평균전중 4.01 ± 0.62 g으로 성장하여 가장 성장률이 높았고 *C. calcitrans* + *P. lutheri*와 *I. galbana* + *C. calcitrans* 공급구도 성장의 유의한 차이는 없었다. 먹이생물 단일종을 공급한 경우 *P. lutheri* 공급구가 평균각장 1.83 ± 0.24 cm, 평균전중 3.52 ± 0.54 g으로 성장하여 성장이 좋았던 반면, 대조구에서는 저조한 성장을 보였다.

참고문헌

- Walne, P.R. (1974) Culture of bivalve molluscs. The Whitefriars Press Ltd. London and Tondrige. 173 pp.
- Loosanoff, V.L. and Davis, H.C. (1963) Rearing of bivalve mollusks, Advance in Marine Biology, Academic press, pp 2-130.
- 菅野尙. (1966) 仙台灣のアカガイ漁場について. 東北區水産研究所研報, **26**: 55-75.
- 中西雅幸. (1981) アカガイの成長におよぼす水温, 鹽分, 容存酸素濃度の影響について. 京都海洋センタ-研究, **5**: 23-28.

새조개, *Fulvia multica*와 피조개, *Scapharca broughtonii* 생존과 대사에 미치는 염분 및 용존산소의 영향

신윤경, 문태석, 위종환

국립수산진흥원 남해수산연구소

서 론

새조개와 피조개는 남해연안의 수심 10-50m 사이의 모래나 펄 바닥에 서식하는 고급 품종으로 서식지가 서로 유사하나 환경변화에 따른 내성의 정도가 다르게 나타나며, 최근에는 연안어장의 노후화 및 오염으로 인해 생산량이 점차 감소하고 있는 추세이다.

염분은 해양 및 기수지역에 서식하는 생물의 생리적 과정에 영향을 미치며, 특히 온도와 염분의 상호작용에 의해 먹이섭취활동 및 성장률의 저하가 수반된다. 또한 수중내 용존산소의 감소는 혐기성대사가 증가되며, 노출시간과 개체크기, 먹이이용 및 생식주기와 같은 생물학적 요인에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 특히 패류의 경우에는 물속의 용존산소가 감소되면 에너지의 사용을 최소화하여 제한된 시간동안 저산소 및 무산소 상태에서도 생존할 수 있도록 생리적 반응을 조절한다.

환경내성의 정도는 생물이 서식하고 있는 서식생태에 따라 다르게 나타나므로, 본 연구는 서식지가 유사한 새조개와 피조개를 대상으로 염분과 물속의 용존산소농도를 변화시켜 생존율, 호흡률 및 여수율등의 생리적 반응을 토대로 두 종의 내성의 정도를 비교 조사하였다.

재료 및 방법

실험에 이용한 새조개와 피조개는 2000년 11월부터 2001년 3월까지 남해안의 강진만과 광양만에서 채취하여 실험실에 옮긴 후 0.5t 수조에서 먹이는 *Tetraselmis* sp.를 공급하여 실내 사육하면서 실험에 사용하였다. 실험은 수온 $8 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 염분 0, 3.4, 6.7, 13.4, 20.1, 26.8, 33.5‰, 용존산소 농도는 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 7.1 mg DO/l 그리고 크기는 모두 50 ± 0.5 mm을 사용하여 행하였다. 실험방법은 20 l 수조에서 지수식으로 행하였으며, 실험기간동안 사망률, 산소소비율 및 여수율 등을 측정하였으며, 생존율은 사망률을 환산하여 구하였으며, 반수치사농도는 Probit법에 의해 구하였다. 호흡률의 측정은 산소검량기 (YSI 5000)를 사용하여 실험전후의 용존산소의 차로써 구하였으며, 여수율은 0.001%의 neutral red를 이용하여 Cole and Hepper (1954)의 방법을 이용하였다.

결 과

새조개와 피조개의 생존과 대사에 미치는 염분 및 수중내 용존산소의 영향을 조사하였다. 새조개의 경우 수온 8°C 에서 염분변화에 따른 6일 동안의 생존율은 염분 20.1‰에서 5%였으며, 13.4‰이하에서 모두 사망하였다. 염분감소에 따른 호흡률과 여수율은 26.8‰이하부터 현저히 감소하였다. 한편 피조개의 경우에는 14일 동안 각 실험 염분에 노출시킨 결과 염분 13.4‰에서 생존율은 40%였으며, 6.7‰에서 모두 사망한 반면 20.1‰에서는 모두 생존하여 새조개에 비하여 높은 염분 내성을 나타내었다.

수중내 용존산소의 영향은 수온 8°C 에서 새조개의 경우 9일 동안 반수치사 농도가 1.83 mg DO/l인 반면, 피조개의 경우에는 27일 동안 반수치사 농도가 1.24 mg DO/l으로 높은 내성을 나타내었다.

용존산소의 감소에 따른 호흡률과 여수율의 반응은 두 종에서 모두 수중내 용존산소의 감소에 따라 현저히 감소하였다.

참고문헌

- Bayne, B.L. (1973) The responses of three species of bivalve mollusc to declining oxygen tension at reduced salinity. *Comp. Biochem. Physiol.*, 45A: 793-806.
- Brand, A.R. and Morris, D.J. (1984) The respiratory responses of the dog cockle *Glycymeris glycymeris* (L.) to declining environmental oxygen tension. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **83**: 89-106.
- Deaton, L.E., Derby, J.G.S., Subhedar, N. and Greenberg, M.J. (1989) Osmoregulation and salinity tolerance in two species of bivalve mollusc: *Limnoperna fortunei* and *Mytilopsis leucophaeta*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **133**(1-2): 67-79.
- Fujiwara, M. 1986. Influence of temperature on filtration rate of young cockle and ark shell. *Bull. Kyoto-Inst. Ocean. Fish. Sci. Kyoto-Kaiyo-Senta-Kenpo*, **10**: 19-24.