

섬진강 하구역에서 염분구배에 따른 일본재첩의 분포와 성장특성

백승호¹, 서진영¹, 최진우^{1*}
¹한국해양과학기술원 남해연구소

Growth characteristics and distribution pattern of a brackish water clam, *Corbicula japonica* along an estuarine salinity gradient in Seomjin River

Seung Ho Baek¹, Jin-Young Seo¹, Jin-Woo Choi^{1*}

¹South Sea Environment Research Center, Korea Institute of Ocean Science & Technology

요약 본 연구는 섬진강에서 염분구배에 따른 일본재첩의 분포와 성장특성을 조사하기 위해서 14개 정점에서 봄과 이른 여름사이 현장조사를 수행하였다. 저층의 염분은 상류 정점14에서 1.02 psu로 가장 낮게, 광양만 정점1에서 32.9 psu로 가장 높게 나타났고, 섬진강 상류로 올라갈수록 지수함수적으로 염분이 감소하는 것을 파악하였다. 특히 정점11에서 염분이 급격하게 떨어져 15 psu전후를 유지하였고, 이 구간을 염분전이지역이라고 할 수 있었다. 일본재첩의 분포는 염분농도구배에 따라서 의존되는 양상을 보였고, 최고밀도는 정점13에서 2,102 inds.m²로 가장 높았고, 다음으로 정점11에서 1,507 inds.m²로 관찰되었다. 여기서, 염분의 차이에 따른 일본재첩의 성장특성에 초점을 두어 평가한 결과, 일본재첩 각장에 대한 전중량의 관계는 정점13(R²=0.91, P<0.001)에서 정점11(R²=0.72, P<0.001)보다 유의하게 높은 상관성을 보였다. 반대로, 각장대비 각고와 각폭에 대한 관계는 정점13보다 정점11에서 높은 상관성이 관찰되었다(P<0.001). 아울러 비만도지수 또한 정점13에서 채집한 재첩이 정점11보다 유의하게 높게 나타났다(t-test= -22.87, P<0.001). 이와 같은 결과는 염분에 대한 스트레스로부터 방어기작의 차이로 판단되며, 염분이 낮은 정점13에서는 패각보다 체성장에 더 많은 에너지를 투입하고, 염분의 변화가 심한 정점11에서는 재첩의 육질을 보호하기 위해서 패각을 튼튼하게 만드는 생존전략으로 판단된다. 이와 같은 염분에 대한 방어기작의 차이는 생태학적으로 일본재첩의 생존전략에 중요한 역할을 하고 있는 것으로 기대된다.

Abstract The purpose of this study was to determine the growth characteristics and distribution pattern of a brackish water clam *Corbicula japonica* in Seomjin River. Field samples were taken from 14 stations with salinity gradients during spring. Salinity at the bottom layer ranged from 1.0 psu to 32.9 psu, with low salinities in the upper area of the river. In particular, salinity at St.11 was decreased drastically to be ca. 15.0 psu, indicating an intermediate salinity zone. The distribution pattern of *C. japonica* was related to the salinity gradient, with the highest densities of 2,102 ind. m² at Station 13, followed by 1,507 ind. m² at Station 11. Here, we focused on the growth characteristics of collected *C. japonica* collected at two stations with different salinity values. The relationship between shell length and total weight was highly correlated (R²=0.91, P<0.001) at Station 13 compared to that at Station 11 (R²=0.72, P<0.001). On the other hands, the degree of correlation between shell length and shell height (SH) or shell width (SW) at Station 11 (SH: R²=0.91, P<0.001; SW: R²=0.69, P<0.001) was higher than that at Station 13 (SH: R²=0.64, P<0.001; SW: R²=0.48, P<0.001). In addition, fatness index of *C. japonica* at Station 13 was significantly (P < 0.001) higher than that at St. 11 (t-test value=-22.8, p<0.001). This implies that *C. japonica* at Station 13 might have enhanced their somatic growth, whereas *C. japonica* at Station 11 might have this kind of defense mechanism their internal organization against the salinity stress. Ecologically, this kind of defense mechanism of *C. japonica* against salinity fluctuation may play an important role in their survival strategy.

Keywords : *Corbicula japonica*, salinity gradient, growth characteristics, Seomjin River

본 논문은 한국해양과학기술원의 연구과제 [섬진강하구관리를 위한 환경변화연구 (PE99334)]로 수행되었음.

*Corresponding Author : Jin-Woo Choi (Korea Institute of Ocean Science & Technology)

Tel: +82-55-639-8550 email: jwchoi@kiost.ac.kr

Received September 3, 2015

Revised October 6, 2015

Accepted October 8, 2015

Published October 31, 2015

1. 서론

섬진강은 우리나라의 5대강 중에서 4번째로 큰 강이며, 하구언, 보 건설이나 강변 개발이 이루어지지 않은 자연 상태의 기능을 가지는 유일한 강이다. 반면 4대강 사업을 수행한 금강, 영산강, 낙동강은 하구언 건설로 해수와 담수의 교환이 차단되어 하구역으로서의 기능을 상실하였으며, 한강은 하구언은 없으나 주변 개발 사업으로 인해 수서 환경의 변화가 심각한 유역이다. 섬진강 또한 1980년 이후 광양만 매립으로 해수면 상승효과와 더불어 섬진강 상류의 섬진강댐, 주암댐, 수어댐, 다압취수장 건설 및 가동으로 인한 섬진강유입의 담수량이 감소하고 바닷물의 역류로 인하여 상당한 양의 해수가 내륙 지역까지 침투되어 하구 환경과 하구 생태계의 변화라고 하는 이른바 ‘섬진강의 바다화’라는 이름으로 지역에서는 큰 환경 문제로 대두 되고 있다.

하구역은 염분 농도가 지리적으로 매우 광범위하게 변화할 뿐 만 아니라 계절이나 강수량에 따라 시간적인 변화 역시 심하게 일어나는 해역이다. 특히 하구역에서 우점하는 생물군은 급변하는 염분농도에 적응하기 위하여 넓은 염분 범위에서도 적응할 수 있는 광염성 생물군으로 구성되어 있다. 하지만, 섬진강의 바다화 현상으로 인하여, 섬진강하구역에서 서식하는 재첩(*Corbicular*속)의 서식지가 현저하게 줄어들어 재첩의 자원량 또한 현저하게 감소하고 있는 추세로 지역현안문제로 대두되고 있으나[1], 과학적으로 이들 문제에 대한 원인을 명확하게 검토한 사례는 없다.

재첩류는 연체 동물문 (Phylum Mollusca) 백합목 (Order Bivalvia), 재첩과(Family Corbiculidae)에 속하며, 일본재첩, 공주재첩, 참재첩, 얇은재첩등이 있으며, 종에 따라서 담수 또는 기수역에 분포하는 소형 이매패류로서 사니질의 얇은 깊이에서 서식한다 [2, 3]. 재첩은 식용으로 이용되어 상업적 가치가 높은 중요한 수산자원일 뿐만 아니라, 여과하여 섭식하는 생물(filter-feeding bivalve)로서 수서생태계의 정화하는 기능적 측면에서도 매우 중요한 의미와 역할을 부여한다[4]. 특히 섬진강에서는 대부분 일본재첩이 분포하고 있으며, 우리나라의 재첩생산량의 약 30%를 차지하고 있다[1]. 하지만, 섬진강의 바다화 현상으로 염분이 높아져, 하구역 상류인 하동인근까지 염해수가 침투하여, 재첩의 서식지감소는 물론 재첩 크기, 성장 및 육질등에도 영향을 미칠 것으로

판단된다. 따라서 본 연구에서는 섬진강 유역에서 염분구배에 따른 재첩의 분포특성과 그들의 성장에 미치는 영향을 파악하여, 지역현안문제에 과학적 단서를 제공하여, 재첩의 관리 및 자원량 향상을 위한 기초 자료로 활용하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구에서는 섬진강 유역의 재첩의 분포에 영향을 미치는 염분변화의 특성을 살펴보기 위해서, 광양만에서 섬진강으로 이어지는 14개의 정점에서 해수, 기수, 담수 유역의 염분특성을 파악하였다[Fig. 1]. 염분변화는 조석에 따른 차이를 보이기 때문에 조석의 특성을 고려하여 대조기(4/21), 소조기(4/28)에 만조시 조사를 수행하였고, 하구역의 특성상 만조와 간조에 따른 염분변화의 차이를 파악하기 위해서 6월 18일 만조시와 간조시 모든 정점에서 CTD(IDRONUT Ocean Seven 319, USA)와 YSI(6500)를 묶어 동시에 표층에서 바닥층까지 내려 염분변화를 파악하였다. 조사시간에 따른 해역의 염분변화의 차이를 최소화하기 위해서 현장조사는 2-3시간 이내 일괄적으로 빠르게 수행하였다.

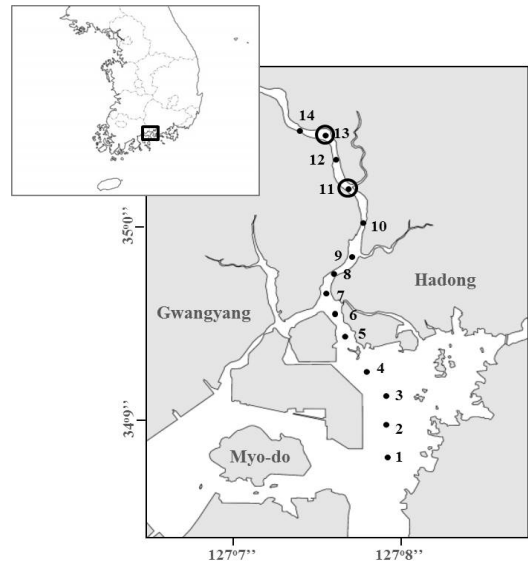


Fig. 1. A map showing the sampling stations at Seomjin River. Two large circles indicates the sampling sites of a brackish water clam *Corbicular japonica*.

채첩의 생물량 조사는 흡수 정점에서 소형 van Veen Grab(면적 0.025m²)을 사용하여 정점당 3회씩 채집하였다. 채집된 퇴적물은 1 mm 체(sieve)로 체질한 후 10% 포르말린 용액으로 고정하여 실험실로 운반하였다. 실험실에서 각 정점별 출현량을 단위면적당 출현 서식밀도로 환산하였다. 채첩의 출현량이 높은 정점11과 13에서는 어민의 협조하에서 채집한 채첩을 일정량 받아서 아이스 박스에 보관하여 실험실로 운반한 후 채첩의 전중량 및 육질의 무게는 전자저울로 0.01g단위까지 측정하였고, 각장(shell length)와 각고(shell height), 각폭(shell width)을 버니어 캘리퍼스로 0.01mm단위까지 측정하여 염분에 따른 정점 간 채첩의 성장특성을 파악하였다 [Fig. 2].



Fig. 2. Pictures of harvested natural individuals and measuring procedures of a brackish water clam *Corbicular japonica*.

채첩 비만도지수 (Fatness index; FI)는 산란기 및 산란기부터 초륜이 형성되기까지의 시간 간격을 확인할 수 있고, 각 정점간의 채첩의 육질의 무게를 파악할 수 있다. 육질의 무게는 껍데기를 열어 채첩의 육질을 나이프로 적출한 후, 수분을 킴와이프로 제거한 후 측정하였다 (n=100). 비만도 지수 산출식은 $FI = MW/SL^3 \times 10^3$ 로 표현할 수 있고, 여기서 MW(meat weight)는 육질의 무게 (g), SL(shell length (mm))는 각장을 나타내고 있다.

3. 결과 및 고찰

본 연구는 섬진강 염분구배에 따른 채첩의 적응력 및 성장 특성을 파악하는데 초점을 맞춰서 조사기간 중 채첩의 서식지인 저층 염분농도의 변화를 집중적으로 조사하였고, 그 결과를 Fig. 3에 나타내었다.

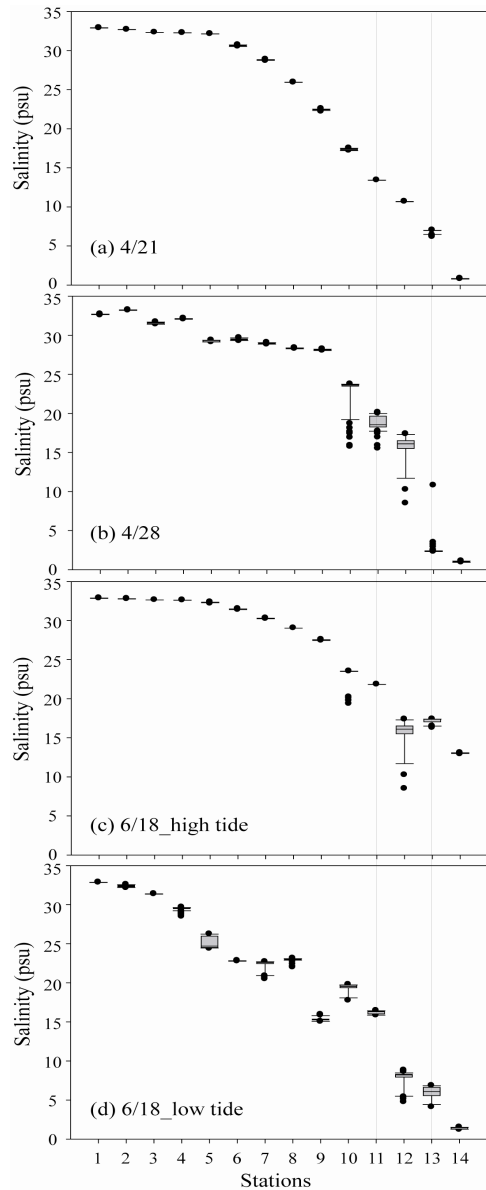


Fig. 3. Box plot of salinity in bottom layers of Seomjin River in 2015.

저층의 염분은 4/21일 대조기 정점1-6사이 구간에서 30 psu이상으로 해양의 특성을 보였고, 그 이후 상류정점에서는 지수 함수적으로 감소하여 정점11부근에서는 절반 수준인 15 psu 전후로 관찰되었다. 특히, 정점14에서는 염분이 2 psu이하로 급격하게 감소하여 담수의 특성을 보였다. 4/28일 소조기에는 정점1에서 정점9까지 28 psu이상으로 해수가 상류까지 역류한 것을 알 수 있었고, 정점10, 11, 12에서부터는 15 psu 전후로 급격하게 감소한 후, 정점13과 14에서는 2 psu 전후로 담수가 우세하였다. 6/18일 대조기 만조시에는 4/21일의 대조기와 유사한 염분 경향이 관찰되었으나, 상류정점 11에서부터 염분농도가 일정량 유지되어 10-15 psu로 나타나는 특색을 보였다. 6/18일 간조시에는 정점4까지는 해양의 특성을 보였으나, 그 이후 정점 5에서 정점8까지는 20-25 psu 전후로 변동하였다. 그 이후 상류, 정점9에서 11까지 15 psu 전후로 관찰되었고, 정점12에서 10 psu 이하로, 정점14에서는 2 psu 이하로 담수가 우세하였다. 결과적으로 광양만에서 섬진강 상류로 올라가면서 염분이 점차적으로 감소하였고, 대조기, 소조기, 만조와 간조에 따라서 역류하는 해수의 경향이 조금씩 차이를 보였으나, 정점11에서부터 염분농도가 절반으로 떨어진 15 psu 전후로 관찰되었고, 그 이후 정점에서부터 점차적으로 떨어져 담수화가 우세하고 있다는 것을 파악할 수 있었다.

섬진강 유역의 조사해역에서 일본재첩(*Corbicula japonica*)은 해수가 우세하는 정점1-7까지는 관찰되지 않았고, 정점9에서 27 inds.m⁻² 로 낮은 밀도로 관찰되었다. 특히 재첩의 최고밀도는 상류 정점13에서 2,102 inds.m⁻²로 관찰되었고, 다음으로 정점 11에서 1,507 inds.m⁻²로 높은 밀도를 보였다[Fig. 4].

일본 재첩이 높은 밀도로 출현한 정점11과 13에서 각 장에 따른 빈도수를 산출하였다[Fig. 5]. 먼저 정점 11에서는 각장의 범위가 9-16mm로 관찰되었고, 그 중 재첩의 크기가 10-13mm의 빈도수가 86.8%를 차지하였다 [Fig. 5A]. 반면 정점13에서는 일본재첩의 각장의 범위가 9-23mm로 넓게 분포하는 특성을 보였다. 아울러, 재첩의 출현빈도가 높은 10-13mm의 크기는 전체의 82.4%로, 정점11보다 낮았으나, 13mm 이상의 크기는 전체의 16%를 차지하여 전반적으로 재첩의 사이즈가 큰 것이 특징적이다[Fig. 5B]. 즉, 정점13에서 일본재첩의 개체수 밀도도 높았을 뿐만 아니라 재첩의 사이즈도

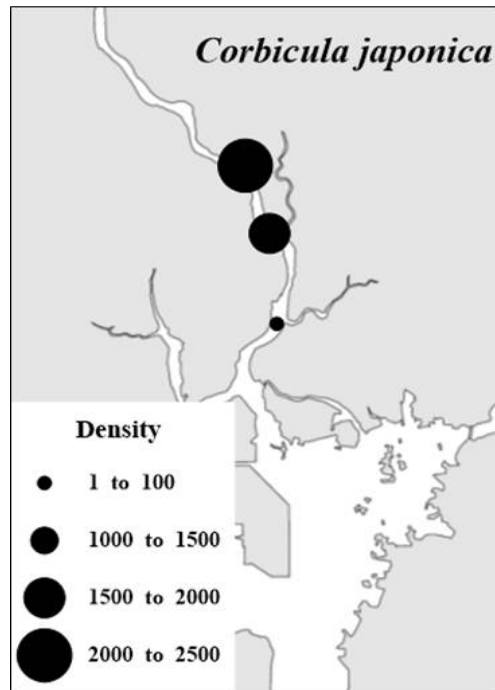


Fig. 4. Spatial distribution patterns of *Corbicula japonica* in Seomjin River in 2015 (unit: ind./m²).

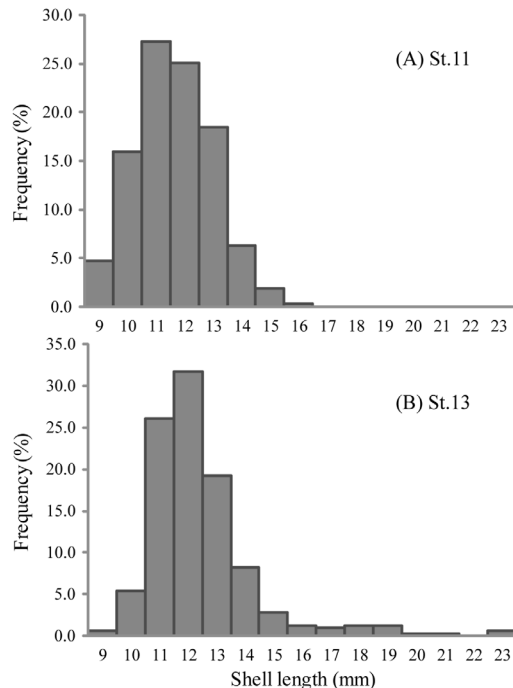


Fig. 5. Frequency distribution (%) of shell length of *Corbicula japonica* in Seomjin River in 2015.(n=320)

크게 나타났다. 각장(SL)과 일본재첩의 전중량(TW)과의 관계에서도 정점11($TW=0.0478e^{0.187SL}$, $R^2=0.72$, $P<0.001$) 이 정점13 ($TW=0.0418e^{0.203SL}$, $R^2=0.91$, $P<0.001$)보다 낮게 관찰되었다[Fig. 6]. 다시 말하면, 정점11에서 채집된 일본재첩은 각장대비 전중량이 낮게 나타났고, 정점13에서는 각장대비 전중량이 무겁게 나타났다고 할 수 있다.

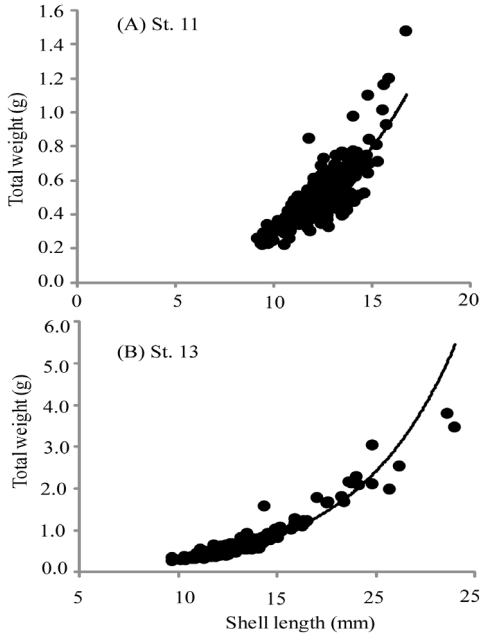


Fig. 6. Relationship between shell length (SL) and total weight (TW) of *Corbicula japonica* in Seomjin River.

아울러 두 정점에서 각장(SL)에 대한 각고(SH) 또는 각폭(SW)과의 관계를 Fig. 7에 나타내었다. 정점11에서 각장에 대한 각고의 관계식은 $SH=0.86SL-0.0849$ ($R^2=0.91$, $P<0.001$)으로 파악되었고, 각폭에 대한 관계는 $SW=0.52SL+0.289$ ($R^2=0.69$, $P<0.001$)로 나타났다. 아울러 정점13에서 각장에 대한 각고는 $SH=0.82SL-0.215$ ($R^2=0.64$, $P<0.001$)로 나타났고, 각폭에 대한 식은 $SW=0.61SL+0.442$ ($R^2=0.48$, $P<0.001$)로 나타났다.

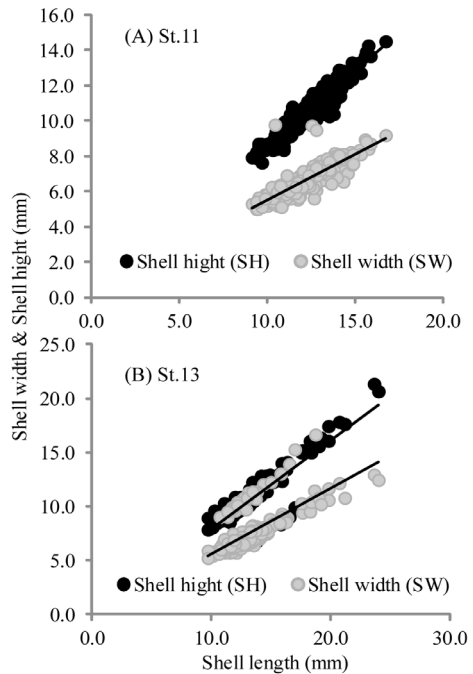


Fig. 7. Relationship with shell height (SH), shell width (SW) and shell length (SL) of *Corbicula japonica* in Seomjin River.

상기에서 언급한 각장에 대한 전중량, 각폭, 각고에 대한 상관계수 및 관계식을 요약정리하면, 정점11에서 서식하는 재첩은 각장대비 각고와 각폭의 크기를 키우는 것을 파악할 수 있었고, 정점13에서는 패각의 크기보다는 육질의 무게를 높여 전체 중량을 높이는 생태학적 특징을 파악할 수 있었다. 다시 말하면, 재첩이 서식할 수 있는 기수 정점에서도 염분의 구배에 따라서 생태학적 전략의 차이, 즉 염분이 높으면, 외부의 삼투압에 대한 내성을 키우기 위해서 재첩의 패각의 키우는 반면, 염분 스트레스가 상대적으로 낮은 유역에서는 패각보다는 육질의 무게를 키우는 특색을 파악할 수 있었다. 일본재첩의 비만도조사는 산란기를 추정할 수 있는 중요한 측도로 활용 가능하지만, 단순히 재첩 육질의 무게가 시기별 정점별로 어떻게 다른지 파악할 수 있는 중요한 수산 정보를 제공할 수 있다. 재첩보다 각장의 크기가 2배 정도 큰 백합과(Veneridae) 대북의 비만도지수는 7-8월에 가장 낮은 값을 나타내어 주 산란기는 7-8월의 가능성을 시사하였다[5]. 일본재첩의 주산란기는 낙동강에서 6-7월로 나타났고[6], 서해안의 고창 주진천에서 재첩의 주산란기는 7-8월로 관찰되었다[3]. 이와 같이 해역별 재

첩이 성장하는 환경요인에 따라서 조금씩 산란시기의 차이를 보일 수 있지만, 섬진강 일본재첩의 산란시기는 7-8월 사이의 고수온기로 추정가능하다[1]. 결과적으로 주산란시기인 7-8월에는 산란 후 육질의 무게가 감소하여 재첩의 맛이 현저히 떨어지므로 상품의 가치가 하락하는 기간이다. 따라서 이 시기에는 어민들도 재첩 수확을 하지 않는 비공식적인 금어기(a closed season)를 갖고 있다 [Lee personal comments]. 본 연구에서는 계절적인 산란의 경향을 알 수 있는 비만도 지수의 자료는 제공할 수 없었지만, 정점 간에 일본재첩의 육질의 비만도가 어떻게 다른지 확인 할 수 있었다 (t -test:-22.87, $P<0.001$). 즉 재첩의 비만도지수(FI)는 정점11에서 평균 0.05(최저: 0.028, 최고:0.068)로 정점 13에서 평균 0.07(최저:0.058, 최고:0.099)보다 유의하게 낮게 관찰되었고 [Fig. 8], 이는 정점13 주변에서 서식하는 재첩은 육질이 커서 상품성이 높다고 판단된다.

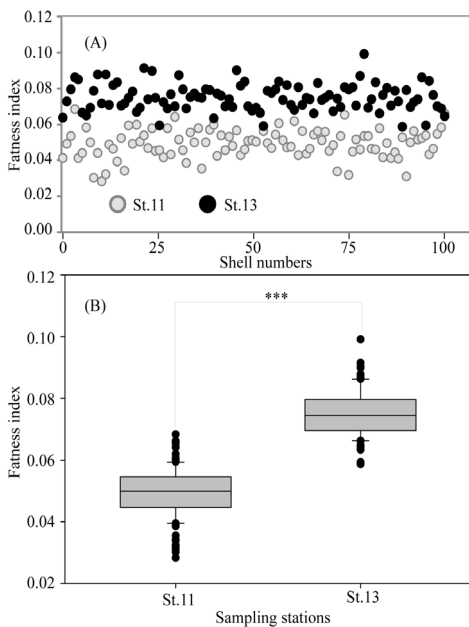


Fig. 8. Fatness index of *Corbicula japonica* at stations 11 and 13 in Seomjin River. Significant difference (***) $P<0.001$ between stations.

섬진강과 같은 하구환경은 담수생태계와 해수생태계의 전이지역으로서 염분을 비롯한 물리화학적 환경이 끊임없이 변화하는 유역이다. 섬진강 및 광양만에서 재첩의 먹이원인 식물플랑크톤의 생물량(Chl.a)은 계절적으로 하계에

높고, 동계와 춘계가 다음으로 높고, 추계에 낮게 유지되는 것으로 파악되었다[7, 8]. 생물량이 낮은 추계에도 $3.0 \mu\text{g L}^{-1}$ 을 유지하여 Wasmund et al. 에서 언급한 엽록소의 등급으로 영양단계를 평가한 결과, 중영양화 수계($0.8\text{-}4.0 \mu\text{g L}^{-1}$)로 구분되었다[9]. 즉 섬진강의 재첩의 먹이원은 계절적으로 추계 가장 낮게 나타나는 기간에도 먹이원이 충분하게 유지되고 있다는 것을 간접적으로 시사할 수 있다[7]. 따라서 재첩의 서식유역을 결정하는 가장 중요한 요인은 해수의 역류로 인한 바다화현상으로 인한 염분 농도구배에 따라서 결정된다고 하여도 과언은 아니다. 즉 먹이원이 충분한 섬진강과 같은 환경하에서 여과식자(filter feeder)인 재첩은 끊임없이 수계로부터 공급되는 먹이를 섭식할 것이다. 하지만, 염분이 높은 환경하에서는 패각을 닫고 먹이원을 섭식하지 않고, 조석에 따라서 변화하는 염분농도가 낮아지는 시기를 기다리는 생존전략을 가질 것이다[Fig. 9].

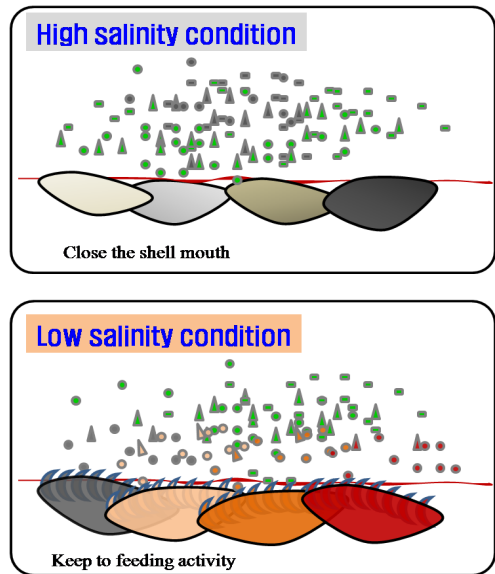


Fig. 9. Schematic illustrations of the most probable feeding activity of *Corbicula japonica* against salinity gradient in Seomjin River.

결과적으로 삼투압에 따른 세포에 영향을 미칠 수 있는 높은 염분농도에서는 패각을 닫고, 염분이 낮아지는 기간에 패각을 열어 섭식활동을 재개할 가능성(가설)을 제안할 수 있다. 본 연구에서는 이와 같은 가설을 명확하게 뒷받침하듯이 재첩의 육질의 크기를 결정하는 비만도 지수가 정점13에서 유의하게 높았다는 것은 고염분에 노출되는 시간이 정점11에서보다 상대적으로 짧아서 섭

식 활동할 수 있는 시간이 늘어나 왕성한 섭식활동을 한 결과, 재첩의 육질 뿐만 아니라, 재첩의 사이즈도 유의하게 크게 유지할 수 있었다고 판단된다. 추후 염분구배에 따른 재첩 패각을 개폐하는 추가적인 실험을 수행하여, 정확하게 어느 정도의 염분농도에서 패각을 열고 닫는지 명확하게 할 필요성이 대두되었다.

4. 결론

일본재첩의 서식지는 염분구배에 따라서 구분되었고, 염분농도가 낮은 상류 정점13에서 재첩의 서식밀도 및 육질의 비만도가 높았고, 다음으로 정점11 순으로 나타났다. 특히, 정점11에서의 염분변화는 대조기, 소조기, 만조, 간조와 관계없이 15 psu 전후로 유지하였고, 정점13에서는 10 psu 이하로 떨어지는 것을 확인 할 수 있었다. 결과적으로 높은 염분농도의 노출시간의 길어짐은 재첩의 섭식활동에 부정적인 영향을 미쳐 재첩의 패각을 단단히 하는 방어기작의 생존전략을 가졌고, 낮은 염분농도에서는 섭식활동을 왕성히 하여 육질의 비만도를 측정하는 생존전략을 가질 가능성이 높다. 따라서 재첩의 수산자원확보를 위하여 방류하는 종패의 살포는 염분농도가 지속적으로 낮게 유지되는 정점13이후의 상류에서 하는 것이 재첩의 생산량 확보에 유리하게 작용할 수 있다는 것을 제안할 수 있다.

References

- [1] J.B. Lee, Y.J. Shin, J.H. Lee, Y.M. Choi, D.W. Lee, H.K. Cha "Estimation of potential fishery yield for *Corbicula Japonica* in the Seomjin River, Korea" Korean J. Malacol. 28, 91-99, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4002/040.055.0106>
- [2] W.K. Kim, C.S. Lee, J.Y. Lee, K.K. Baik, S.B. Kim "Environmental factors and population density of brackish water clam, *Corbicula japonica* on Namdae Stream in Yangyang, Gangwon." J. Aquaculture 15, 1-6, 2002.
- [3] D.K. Ryu, E.Y. Chung, Y.H. Kim "Age and growth of the brackish water clam, *Corbicula japonica* Prime on the west coast of Korea." Korean J. Malacol. 21, 57-64, 2005.
- [4] R.F. Dame "Ecology of marine bivalves: An ecosystem approach." CRC Press, Boca Raton. pp 254, 1996.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1201/9781420049787>
- [5] C.S. Kim, J.-E. An, J.-D. Choi, D.-K. Ryu "Age and

growth of the *Gomphina* (*Macridiscus*) *veneriformis* (Lamarck, 1818) in the Wonsan coast of East Sea." Korean J. Malacol. 30., 33-40, 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.9710/kjm.2014.30.1.33>

- [6] J.Y. Jung, " Ecological studies of brackish water clam, *Corbicula japonica* Prime from Nag Dong river" National Freshwater Fish Hatchery of Fisheries of Choeng-pyong 2, 130-140, 1997.
- [7] M. J. Min, S. Y. Ha, M.H. Chung, B.H. Choi, Y.J. Lee, S.H. Youn, W.D. Yoon, J.S. Lee, K.H. Shin, " Seasonal variation of primary productivity and pigment of phytoplankton community structure in the Seomjin Estuary." Korean J. Limnol., 45, 139-149, 2012.
- [8] S.W Bae, D.S. Kim, H.-W. Choi, Y.O. Kim, C.H. Moon, S.H. Baek, "The influence of nutrients addition on phytoplankton communities between spring and summer season in Gwangyang Bay, Korea." The Sea 19, 53-65, 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7850/jkso.2014.19.1.53>
- [9] W. Wasmunds, A. Andrushaitis, E.L. Pastuszak, B.M Karulis, G. Nausch, T. Neumann, H. Ojaveer, I. Olenina, L. Postel, Z. Wit. " Trophic status of the south-eastern Baltic Sea: a comparison of coastal and open areas." Estuarine, Coast Shelf Sci., 53, 849-864, 2001.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/ecss.2001.0828>

백 승 호(Seung Ho Baek)

[정회원]



- 2004년 3월 : 요코하마국립대 환경정보학과 (환경학석사)
- 2007년 3월 : 요코하마국립대 환경정보학과 (환경학박사)
- 2009년 1월 ~ 현재 : 한국해양과학기술원 책임연구원

<관심분야>

해양환경오염, 수질, 해양생물학, 식물플랑크톤 생태학

서 진 영(Jin Young Seo)

[정회원]



- 2006년 9월 : 국립 경상대학교 해양환경공학과 (공학석사)
- 2011년 9월 : 부산대학교 해양학과 (이학박사 수료)
- 2003년 6월 ~ 현재 : 한국해양과학기술원 연구원

<관심분야>

해양생물학, 생물독성학, 대형저서동물 생태학

최 진 우(Jin Woo Choi)

[정회원]



- 1984년 9월 : 서울대학교 해양학과 (이학석사)
- 1990년 9월 : 서울대학교 해양학과 (이학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 한국해양과학기술원 책임연구원

<관심분야>

해양저서다모류 분류, 해양 저서동물 군집 생태학, 해양저서 환경 평가, 무척추 동물 사육