

욕지도 인근 해역에 서식하는 굽은이랑새조개의 성장 특성

권태환¹, 강주현², 이서현³, 김준수³, 조상만^{3,4}

¹씨라인해양엔지니어링, ²코리아오션리서치, ³국립군산대학교 해양생명과학과, ⁴국립군산대학교 수산과학연구소

Study on the marine bivalve *Keenocardium buelowi* (Bivalvia, Cardiidae) in Yokji waters. 1. Growth

Tae-Hwan Kwon¹, Ju-Hyun Kang², Seo-Hyun Lee³, Joon-Soo Kim³ and Sang-Man Cho^{3,4}

¹Sea Line Marine Engineering, Gangneung 25493, Korea

²Korea Ocean Research, Tongyeong 53003, Korea

³Dept. Aquaculture and Aquatic Sciences, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea

⁴Fisheries Science Institute, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea

ABSTRACT

To investigate the growth characteristics of the Cardiidae *Keenocardium buelowi* naturally inhabiting the coastal waters near Yokjido, a total of seven sampling surveys were conducted using a dredge net from May 2024 to January 2025. During the summer, a strong thermocline was observed. However, by November, the thermocline had broken down, resulting in a uniform water temperature of around 21°C throughout the water column, which led to an increase in bottom water temperature. Consequently, a notable decline in the distribution density of younger individuals was observed in December. Among the condition indices, the fatness index was found to reflect the condition of the population more sensitively. Growth curve analysis indicated that the theoretical maximum shell length (L_{∞}) was 75.005 mm, the growth coefficient (K) was 0.363/year, and the theoretical age at zero shell length (t_0) was 0.09394 years. The theoretical maximum total weight (W_{∞}) was estimated at 104.38 g. The expected lifespan of the species was assessed to be approximately 6.54 years.

Keywords: age, growth, *Keenocardium buelowi*, condition index

서 론

굽은이랑새조개 *Keenocardium buelowi* (Ro1le, 1896) 는 연체동물문 (Mollusca) 이매패각 (bivalvia) 새조개목 (Cardiida) 새조개과 (Cardiidae) 잔이랑새조개속 (Keenocardium) 에 속한다. 조간대에서 수심 10-100 m의 모래 속에 약 10 cm 내외로 잠입하여 서식하며, 패각의 길이는 60 mm 내외로 얇고, 각쪽은 약간 부풀어 있다. 방사륜 수는 약 32개이며 낮고 굽다. 뒤쪽 가장자리 뒤쪽에 넓은 방사구가 있고, 순면은 넓고

소월면은 얇게 들어가는데 우각의 것은 넓다. 외면은 황백색이고 내면은 백색인데 분홍색을 띠는 것도 있다. 수심 10-100 m의 가는 모래바닥에 서식하고 (Matsuska, 2017), 조류소통이 좋은 패각 파편이 혼재된 사니질에 많이 분포하는 것으로 알려지고 있다. 일본명은 이시카게가이 (石垣貝) 으로, 혼슈에서 큐슈까지 분포하고 Seto Inland Sea Ise Bay에 분포하고 형망어업으로 어획하지만 2000년 이후에 자원량이 많이 감소한 것으로 보고되고 있고, 현재는 멸종의 위험성이 매우 높은 종으로 보고되고 있다 (Kimura, 2000). 경상남도 통영시 욕지도 인근 해역에는 예로부터 굽은이랑새조개의 서식이 관찰되었지만, 자원관리가 전혀 이뤄지지 않고 있다. 최근 언론 보도에 의해 알려지면서 수요가 증가하고 있지만, 아직 생산통계조차 잡히지 않고 있다. 특히 굽은이랑새조개는 여름철에 먹는 조개로 유명하여 향후 그 수요는 점차 증가할 것으로 예상된다.

굽은이랑새조개의 과학적 조사가 전혀 이뤄지지 않았고, 일부 유전자에 대한 연구 (Choi *et al.*, 2024) 및 출현에 대한

Received: September 03, 2025; Revised: September 12, 2025;
Accepted: September 21, 2025

Corresponding author: Sang-Man Cho

Tel: +82 (63) 469-1839, e-mail: gigas@kunsan.ac.kr
1225-3480/24902

This is an Open Access Article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License with permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproducibility in any medium, provided the original work is properly cited.

기록 등이 존재할 뿐이다 (Lutaenoko, 2003), 우리나라의 경우 전남 완도군, 경남 통영시 산양읍, 포항시 구룡포읍에서 채집한 샘플을 보관하고 있는 것으로 나타난다 (MBRIS, 2025). 따라서 우리나라 남해안 전역에 걸쳐 분포하고 있을 것으로 예상되지만, 상업적으로 채취가 가능한 해역은 욕지도 인근 해역이 유일한 것으로 알려지고 있다.

최근 기후변화로 여름철 고수온 현상이 빈번하게 나타나며 연안 패류자원의 지속가능성에 매우 심각한 우려가 표출되고 있다. 또한 임해 산업단지의 발달과 급속한 도시화에 따른 연안 유역의 난개발로 인한 환경의 오염은 날로 심화되고 있고, 장기간 이어져 온 산업적 양식으로 인한 양식장 노화현상 및 기후변화에 의한 연안환경의 변화 등으로 저서성 이매패류의 생산량은 지속적으로 감소하고 있다 (Kim *et al.*, 2008; Shin *et al.*, 2008; Cho *et al.*, 2011; Choi *et al.*, 2021; Jeong and Kim, 2025). 또한 기후변화에 따른 전통적인 양식 대상종의 지속가능성에 대한 의문을 가지기 시작하였고, 대안을 찾기 위한 노력들이 이뤄지고 있는 등, 천해 양식 산업은 심각한 격변기를 맞이하고 있다. 이러한 관점에서 볼 때 굽은이랑새조개는 새로운 대안이 될 수 있으므로 이에 대한 보다 과학적인 조사가 필요할 것으로 생각된다. 이 연구는 수산자원관리수면의 지정과 관련하여 조사의 일환으로 욕지도 인근 해역에 서식하는 굽은이랑새조개의 성장 특성에 대해 연구하여 효율적 자원관리 방안 도출을 위한 자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

굽은이랑새조개의 성장조사를 위해 2024년 5, 6, 8, 9, 11, 12월 및 2025년 1월까지 7회에 걸쳐 욕지도 인근 해역에서 채집하였다 (Fig. 1). 현장의 수질은 연속수질측정장치 (Ocean Seven 310 Multiparameter CTD, Idronaut, Italy) 를 이용하여 수온, 염분, 용존산소 (DO) 및 pH를 측정하였다. 채집은 형망을 이용하였고, 형망의 재원은 가로 1,800 mm, 갈퀴 300 mm의 형망틀에 그물길이 3,400 mm, 그물눈 5절이었다. 채집은 시속 1 knot의 속도를 유지하며 예

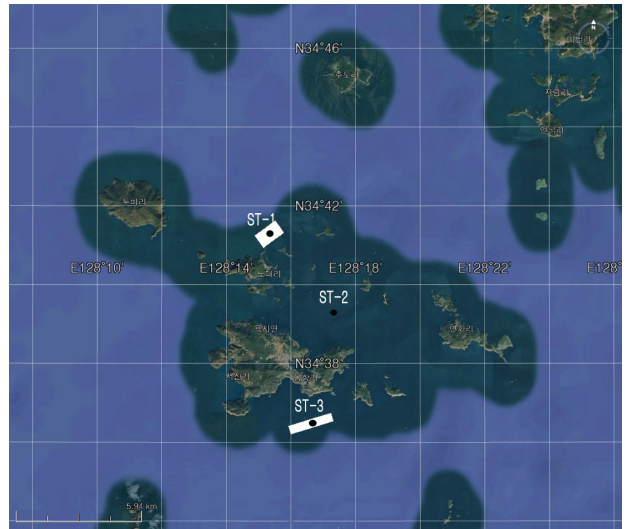


Fig. 1. Sampling site of the study for *K. buelowi* from Yokji waters, Korea.

망하였고, 예망 이후 채집된 생물들은 현장에서 분류하여 실험실로 옮겨 Vernia callipers로 각장, 각고, 각폭을 0.1 mm 단위로, 전중량 및 육중량은 전자저울로 0.01 g 단위로 측정하였다. 비만도는 Condition Index (육질부 중량/각부체적 × 1,000) 와 Fatness (육중/전중 × 100) 를 산정하였다.

연령사정은 패각의 성장륜을 이용하였으며, 패각중 비교적 패각의 변이가 적고 윤문이 뚜렷한 한쪽 패각을 이용하였다. 불투명대에서 투명대로 이행하는 부분을 윤문으로 판독하였다. 각 윤문은 각정을 초점으로 하여 패각의 각장을 R, 제 1윤의 윤경을 r1, 제 2윤의 윤경을 r2 rn로 하여 측정하였다. 윤문 판독의 정확성을 알아보기 위해서 각장과 윤문과의 상관관계를 통해서 확인하였다.

굽은이랑새조개의 성장은 각 연령군의 평균 각장 자료를 이용하여 von Bertalanffy (1938) 성장식을 이용하여 추정하였고, 체장-체중 상관관계는 최소자승법으로 산정하였다.

$$L_t = L_{\infty} \cdot (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Table 1. 욕지해역에서 채집된 굽은이랑새조개의 각 연령군별 윤경의 크기

| Class | R | r1 | r2 | r3 | r4 | r5 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | 38.0 | 21.5 | 30.7 | | | |
| 3 | 49.27 | 23.69 | 33.15 | 43.61 | | |
| 4 | 56.25 | 24.94 | 34.55 | 45.28 | 53.26 | |
| 5 | 62.32 | 26.42 | 36.01 | 46.27 | 55.72 | 61.02 |
| Mean | | 24.1 | 33.6 | 45.1 | 54.5 | 61.0 |

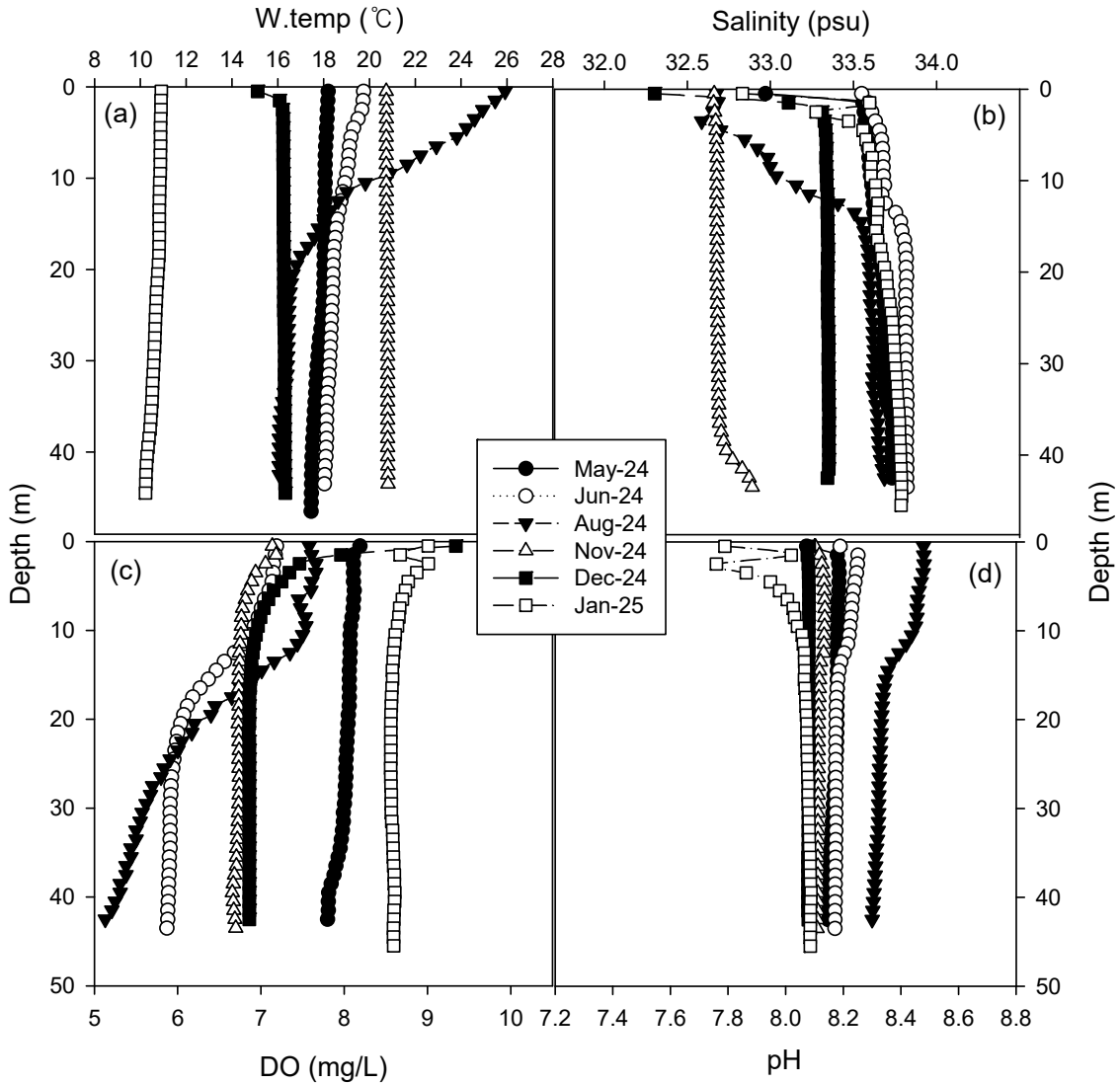


Fig. 2. Vertical distribution of seawater temperature (a), salinity (b), dissolved oxygen (c) and pH (d) in the studied waters.

이때 t 는 연령, L_t 는 연령 t 일 때 각장, L_∞ 는 이론적 최대 각장, k 성장계수, t_0 각장 0일 때 이론적 연령을 각각 나타낸다. 성장 모델에 이용된 각 매개 변수 추정에는 Walford (1946)의 정착도법을 사용하여 구하였다.

결 과

조사해역의 수온은 표층 9.72-23.88°C, 저층 9.98-20.74°C의 범위였다. 이를 연직 수온분포도를 보면, 5월에는 표-저층 수 간의 수온 차이는 거의 없었지만, 기온이 상승함에 따라 6월부터 표층수의 수온 상승이 관찰되기 시작하였고, 8월 여름철에 강력한 수온약층이 형성된 후, 11월이 되면서 수온약층

이 사라지는 것을 볼 수 있었다. 그러나 수온약층이 파괴될 경우 저층 수온이 상승하여 11월에 전 수층의 수온이 21°C로 균질화되었다. 이후 겨울철로 접어들며 12월에는 17-18°C, 25년 1월에는 10-11°C의 범위로 전 수층의 수온이 하강하였다 (Fig. 2a). 조사해역의 염분농도는 표층 30.26-33.65 (평균 32.65 ± 0.89) psu, 저층 32.49-33.90 (평균 33.48 ± 0.45) psu의 범위였고, 표층은 천기에 따라 다소 유동적이었지만, 저층의 염분변화는 크지 않았다. 연직 염분분포를 살펴보면, 여름철인 24년 8월에 약 10 m 층까지 약한 염분약층이 형성되는 것과 천기에 따른 표층의 염분농도 저하를 제외하고는 거의 전 수층이 고른 염분분포를 보였다. 한편 추계 24년 11월이 32-33 psu 범위로 가장 낮았고, 그 외 시기에는 33-34

육지도 인근 해역에 서식하는 굽은이랑새조개의 성장 특성

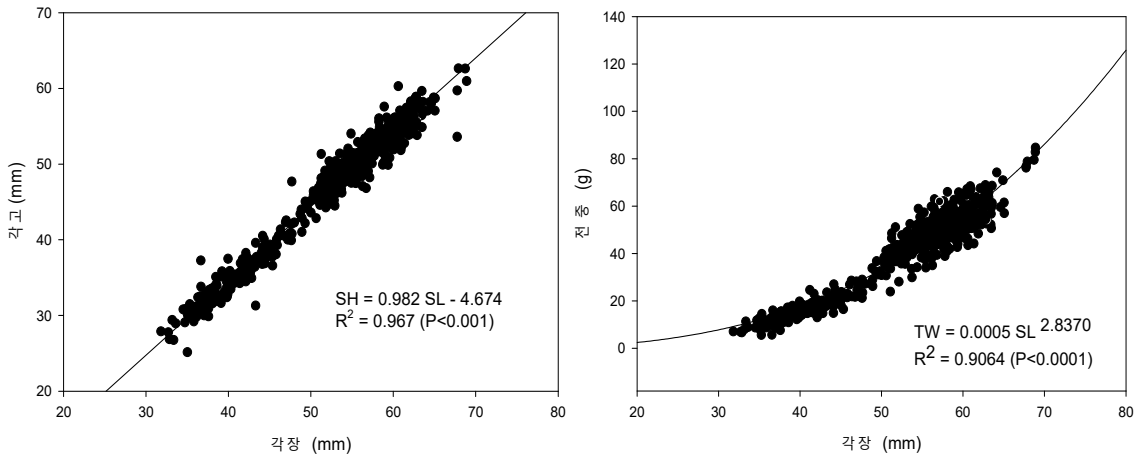


Fig. 3. Relationship between shell height and Shell length and total weight and shell length of *K. buelowi* from Yokji waters, Korea.

psu의 범위에 분포하였다 (Fig. 2b). 용존산소 농도는 표층 6.93-11.86 (평균 8.43 ± 1.30) mg/L, 저층 5.47-8.77 (평균 6.91 ± 1.05) mg/L의 범위였다. 여름철인 6월과 8월에 수온 약층의 형성과 동반하여 저층의 용존산소 농도가 다소간 감소하였다. DOs농도는 8월에 가장 낮았으나 생태적으로 위협이 될 수준은 아니었고, 모든 조사기간중 5 mg/L 이상의 양호한

수질 상태였다 (Fig. 3c). pH는 표층 7.90-8.48 (평균 8.11 ± 0.22), 저층 8.05-8.32 (평균 8.15 ± 0.08) 의 범위로 표층보다는 저층의 pH가 매우 안정적이었다. 표층은 고수온기에 높아지고 저수온기에 낮아지는 경향이 있었지만, 저층은 저수온기에 다소 낮아졌지만 큰 차이는 없었다 (Fig. 2d).

조사해역에서 채집한 굽은이랑새조개의 외형적 상대성장은 조사지점 간의 유의한 차이가 확인되지 않아 ($P > 0.05$), 모두 통합하여 Fig. 3과 같이 분석하였다. 각장-각고는 직선형 상관관계가 도출되었고 ($P < 0.001$), 전중-각장은 최소자승법에 따라 선형회귀를 도출하였다 ($P < 0.001$).

$$SH = 0.982 SL - 4.674 \quad (R^2 = 0.967, P < 0.001)$$

$$TW = 0.0005 SL^{2.8370} \quad (R^2 = 0.9064, P < 0.0001)$$

조사기간중 채집된 굽은이랑새조개의 각장 및 전중의 체급 별 분포는 Fig. 4와 같다. 대부분 조사월에 각장의 도수분포는 저령패와 고령패의 양봉형 분포를 보이지만, 12월에는 저령패가 감소하고 각장 60 mm에 최대 빈도를 나타내는 단봉형 분포를 보였다가, 1월에는 소형패가 증가하는 패턴을 보였다. 월별 각장 도수분포의 왜도는 -1.13-0.68의 범위였고, 2024년 5월을 제외하고는 모두 음(-)의 값을 나타내어 평균보다 높은 쪽의 체급이 많았다. 한편 전중의 도수분포도 각장처럼 양봉형 구조를 보이면서, 12월에는 40-60g 범위에서 최대 빈도를 나타내다가, 1월에는 소형패의 출현이 증가하였다. 최대 빈도 계급은 조사시기별로 상이하게 나타났고, 왜도는 -0.41-1.26의 범위였고, 24년 5월 1.26으로 왜도가 높았지만, 이후 각장과 달리 -0.41-0.10의 범위로 데이터의 왜도가 낮았다.

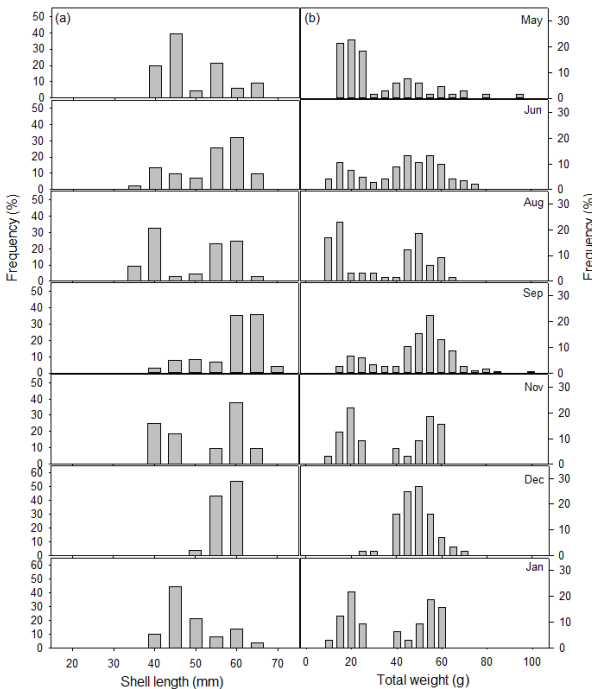


Fig. 4. Frequency distribution of shell length (a) and total weight (b) in *K. buelowi* from Yokji Waters, Korea.

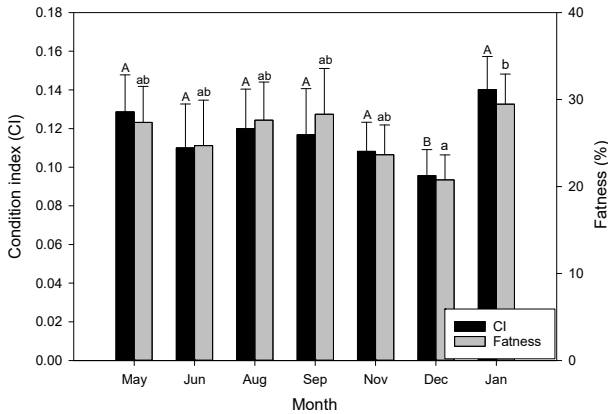


Fig. 5. CI index and Fatness of *K. buelowi* captured in Yokji waters, Korea. Upper case and lower case of the letters indicates statistical significance in CI index and Fatness, respectively ($P < 0.05$).

조사기간중 굽은이랑새조개의 비만도는 CI 지수와 Fatness 지수를 이용하여 분석하였다 (Fig. 5). CI 지수는 5월 0.13 ± 0.01 에서 12월에 0.10 ± 0.00003 으로 감소하였고, fatness 지수는 춘계 (5-6월)에는 27.00-25.23의 범위를 보이다가, 하계 (8-9월)에는 28.01-28.03으로 증가하였고, 추계 (11월) 및 동계 (12월)에는 23.96 및 20.75로 감소하였다. CI지수보다는 Fatness 지수가 보다 민감한 지수인 것으로 판단된다.

윤문을 이용한 연령사정 결과의 정확성을 파악하기 위하여 각장-윤경 간의 상관관계를 분석한 결과는 Fig. 6과 같다. 각 연령군별 윤문은 비교적 뚜렷한 대응성을 보였고, 서로 겹치지 않아 연령형질로 적합한 것으로 판단하였다. 채집된 개체의 각장은 31.8-68.9 (평균 52.3 ± 8.5) mm의 범위였고, 전중 5.6-84.7 (평균 40.1 ± 17.6) g의 범위였다. 연령사정 결과에 따라 von Bertalanffy 성장식을 유추한 결과 이론적 최대 각장 (L_{∞})은 75.005 mm였고, 성장계수 (k)는 0.363/year, 각장 0일 때 이론적 연령 (t_0)은 0.09394세였고, 최대 전중은 104.38 g이었다.

$$SL = 75.005 (1 - e^{-0.363(t-0.094)})$$

$$(R^2 = 0.9980, P < 0.0001)$$

$$TW = 104.38 (1 - e^{-0.363(t-0.094)})^{2.8370}$$

$$(R^2 = 0.9980, P < 0.0001)$$

고 찰

굽은이랑새조개에 관한 연구는 거의 전무한 실정으로 국내에서는 채집 정보 (MBRIS, 2025) 와 Cytochrom b 유전자

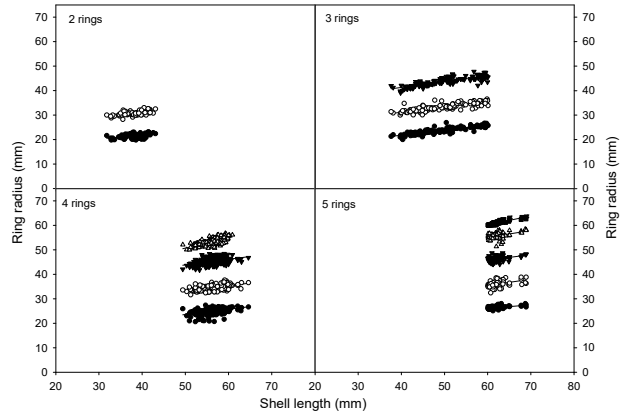


Fig. 6. Relationship between Shell length and ring radii of *K. buelowi* from Yokji waters, Korea.

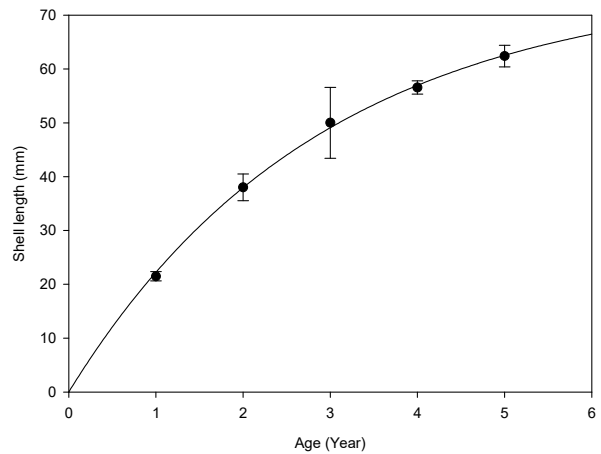


Fig. 7. Von Bertalanffy growth curve of shell length in *K. buelowi* from Yokji waters, Korea.

분석을 통해 Cardiidae family의 유전적 근원관계와 미토콘드리아 계통 분석 결과를 보고하였다 (Choi *et al.*, 2024). 국외에서도 일본에서 일부 식용 정보가 존재하기는 하지만, 매우 제한적 자료만 존재한다.

굽은이랑새조개의 각장-각고 상대성장 속도는 0.982로 상대성장은 거의 비슷하였다. 한편 최소자승법에 의한 각장-전중 관계식의 성장지수는 2.837이었다. 이론적인 성장지수는 3에 근접하지만 (Ryu *et al.*, 20056; Yoon *et al.*, 2011), 비교적 패각이 얇아 쉽게 부서지는 굽은이랑새조개는 비교적 낮은 성장지수를 나타내었다.

채집된 표본으로부터 유추한 굽은이랑새조개의 기대 수명은 6-7년으로 추정되었다. 비교적 수명이 긴 수산자원의 지속가능성을 확보하기 위해서는 보다 적극적인 자원관리가 필수적이다. 채집된 조개들의 각장 분포를 살펴보면 여름철까지는 다양한 각장 크기의 개체군이 나타나지만, 9월 이후 12월에

작은 개체들의 빈도가 낮아지는 특성을 볼 수 있었다. 이는 11월에 수온약층이 파괴되면서 저층 수온이 상승하여 고수온 노출에 의한 자원에 변동성이 발생할 수 있음을 시사한다.

굽은이랑새조개는 사니질의 저질에 약 10 cm 정도 얇게 잠입하여 서식하는 습성이 있다. 우리 조사중 수중드론으로 저질환경을 촬영한 결과 조류소통이 원활하고 모래층이 발달한 해역에 주로 분포하는 특징을 볼 수 있었다. 그러나 자원관리는 전혀 이뤄지지 않아 자연 폐사한 개체들의 빈 패각이 저질층에 산재하고 있고, 경우에 따라서는 거의 100% 빈 패각만 어획된 경우도 있었다. 이는 치패의 착생을 방해하고 모래 속으로 잠입하는 큰 성패의 서식환경의 불안정성을 가중시킬 수 있다. 초기 치패의 착생은 굽은이랑새조개 자원 관리의 핵심요인 중 하나일 수 있다. 따라서 빈 패각에 대한 정확활동이 반드시 필요하며, 정확을 위해 수확된 빈 패각은 굽은 모래입자 정도로 파쇄하여 살포하면 치패 착생 등에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

이매패류의 CI 지수는 이매패류의 영양상태와 건강 등의 생리적인 상태를 나타내는 비만도를 평가하는 중요한 지표로 활용되고 있고, 육중과 각용적의 비를 나타내는 방법 (Condition index) 과 육중과 전중의 비로 나타내는 방법 (Fatness) 이 있다. 그러나 두 지수를 혼용하여 사용하거나, 육중도 습중량, 건중량, 회제거건중량 등 연구자에 따라 다양하게 응용하고 있다 (Zeng and Yang, 2021), 연구자에 따라 자신의 관점에 적합한 지수를 활용하고 있고, Kang and Choi (1999) 는 통합의 비만도 지수는 CI지수를 사용하는 것이 보다 적절한 방법이라 제안하고 있다. 통상적으로 CI는 패각성장의 변화에 대해 민감한 지수이고 FAT는 육성장에 민감하다. 그러나 우리의 연구에서는 CI 지수는 12월을 제외하고 유의한 차이가 없는 것으로 나타났지만, FAT 지수는 다소간의 유의차가 존재하였다 ($P < 0.05$). 조직표본을 통한 생식소 발달주기를 관찰한 결과, 굽은이랑새조개의 12월 이후 생식세포가 발달하여 3월 정도에 완전히 성숙하고, 이후 4-5월에 산란하는 것으로 추정되므로 (Unpublished data), 우리의 조사시기에 포함되는 5월 이후는 산란과 동시에 체중이 감소하므로 CI지수의 감소가 예상된다. 또한 굽은이랑새조개는 여름철에 먹는 조개로 알려지고 있고 여름철 살이 차는 것으로 보고되고 있다. 따라서 우리의 연구결과 CI지수는 5월 이후 꾸준히 감소하는 패턴을 보였지만, FAT지수는 여름철인 8-9월에 다소간 반등하는 경향을 보였다. 따라서 굽은이랑새조개는 체중량지수를 활용하여 영양상태 및 비만지수를 표현하는 것이 더 타당할 것으로 판단된다.

굽은이랑새조개의 최대 각장 (L_t) 은 75.005 mm 였고, 최대 전중은 104.38 g이었다. 이는 *K. californiense* (Deshayes, 1839) 와 유사한 크기였다 (Harbo, 1997). 굽은

이랑새조개의 수명은 6.54년으로 추정되고, 새조개과의 *Fulvia mutica* 의 최대 연령이 6.5년이라는 보고와 유사하였다 (Kang *et al.*, 2006). 연령별 평균 윤경 크기는 1년 24.1 ± 2.1 mm, 2년생 33.6 ± 2.3 mm, 3년생 45.1 ± 1.3 mm, 4년생 54.5 ± 1.7 mm, 6년생 61.0 mm로 측정되었다. 본격적인 어획이 이뤄지고 있지 않아 비교적 안정적인 연령분포를 나타내고 있으나, 향후 식용가치가 늘어날 경우 어획강도가 증가할 수 있을 것으로 예상된다. 따라서 굽은이랑새조개 자원의 효율적 관리를 위해서는 자원동태학적 고찰을 통해 지속가능성을 높일 필요가 있다.

사 사

이 논문은 국립군산대학교 수산과학연구소 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

REFERENCES

- Cho, E.S., W.A. Lim, J.D. Hwang, and Y.S. Suh (2011) Effects of environmental characteristics on the production of shellfish in Deukryang Bay, Korea. *Journal of Environmental Science*, **20**(10): 1243-1263.
- Choi, B.H., D.G. Lee, C.Y. Lim, S.Y. Ki, S.C. Sun, W.H. Joo, K.S. Lee, J.T. Park, and K.W. Lee (2021) Pilot study of seed production for resource reinforcement in Venus clam (*Cyclina sinensis*). Conference by Aquaculture subcommittee in KOSFAS, Pusan, 349.
- Choi, H., Y. Gwon, Y.K. An and S.I. Eyun (2024). Positive selection of mitochondrial cytochrome b gene in the marine bivalve *Keenocardium buelowi* (Bivalvia, Cardiidae). *Animals*, **14**(19): 2812.
- Harbo, R. M. (1997) Shells & shellfish of the Pacific northwest: a field guide. Madiera Park, BC: Harbour Publishing.
- Jeong, P.G. and B.T. Kim (2025) Analysis of climate change impacts on Manila clam production and associated economic damage costs in South Korea. *Journal of Climate Change Research*, **16**: 377-388.
- Kang, D.H., H.S. Park, Chris A. Richardson, and K.S. Choi (2020) Microgrowth banding patterns in the shell of the cockle, *Fulvia mutica* (Bivalvia: Cardiidae) from Korea. Proceeding of the 98th Annual meeting of National Shellfisheries Association in Monterey California USA, National Shellfisheries Association. 54p.
- Kang, D.H. and K.S. Choi (1999) Evaluation of methods used in calculation of condition index using the mussel, *Mytilus coruscus* (Gould, 1861) collected from Cheju, Korea. *Korean Journal of Malacology*, **15**: 57-62.
- Kim, B.H., Y.K. Shin, K.Y. Park, N.J. Choi, B.S. Oh, and B.H. Min (2008) Growth and survival of the spat of ark shell, *Scapharaca broughtonii* in intermediate

- culture with different shape of protective net and type of preventent of spat loss. *Korean Journal of Malacology*, **24**: 131-136.
- Kimura S., (2000) Shellfish collected by dredging in Ise Bay and Mikawa Bay. *Nagoya Shellfish Study Group, Kakitsubata*, **26**: 18-20.
- Matsukuma A., (2017) Cardiidae. *In*: Matsukuma A. (Ed), Mollusks in Japan (Second Edition). Tokai University Publishing Division, Hiratsuka, pp. 575-579.
- MBRIS, (2025) *Keenocardium buelowi*. Mrine Bio-Resources Information system. Seocheon, Korea. Retrieved from <https://www.mbris.kr/pub/main/publicMainPage.do> at Mar. 13, 2025.
- Ryu, D.G, E.Y. Chung and Y.-M. Kim (2006) Age and Growth of the Hard Clam, *Meretrix lusoria* (Bivalvia: Veneridae) on the West Coast of Korea. *Journal of the Korean Society of Oceanography*, **11**(4): 152-157.
- Shin, Y.K., B.H. Kim, N.J. Choi, C.G. Jung and M.W. Park (2008) Influence of temperature, salinity and hypoxia on survival and metabolic rate in the arkshell, *Scapharaca broughtonii*. *Korean Journal of Malacology*, **24**: 59-65.
- von Bertalanffy, L. (1938) A Quantitative Theory of organic growth (Inquiries on Growth Laws. II). *Human Biology*, **10**: 181-213.
- Walford, L.A. (1946) A new graphic method of describing the growth of animals. *Biological Bulletin*, **19**: 141-147.
- Yoon, H.S., Y.K. An, S.T. Kim and S.D. Choi (2011) Age and Growth of the Short Necked *Ruditapes philippinarum* on the South Coast of Korea. *Korean J. Malacology*, **27**(1): 1-7.
- Zeng Y, Yang H. (2021) Review of molluscan bivalve condition index calculations and application in Northern Quahogs *Mercenaria mercenaria*. *Aquaculture Research*, **52**: 23-36.

