

실내 및 실외 사육에 따른 두드럭조개 (*Lamprotula coreana*) 의 성장특성

김찬우, 이시우, 남명모, 황형규, 김대희

국립수산과학원 중앙내수면연구소

Growth Characteristics of the *Lamprotula coreana* indoor and outdoor-reared

Chan-woo Kim, Si-Woo Lee, Myoung-mo Nam, Hyung kyu Hwang and Dae-hee Kim

Inland Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, NIFS, Gapyeong-gun 12453, Republic of Korea

ABSTRACT

This study surveyed endangered species, *Lamprotula coreana*, growth and survival rate by indoor – reared (IDR) and outdoor – reared (ODR). We measured shell length, height, width, weight every month and surveyed water condition everyday from February to November 2015. To assess the growth, calculate growth rate (GR), daily growth rate (DGR), specific growth rate (SGR), weight gain (WG), daily weight gain (DWG), specific weight gain (SWG). As a result, Initial shell length is 71.00 ± 3.37 mm IDR and 88.53 ± 5.63 mm ODR. Final shell length is 78.54 ± 3.60 IDR mm and 92.53 ± 4.92 mm ODR. Initial total weight is 103.67 ± 17.99 g IDR and 203.78 ± 30.61 g ODR. Final total weight is 138.43 ± 19.79 g IDR and 232.95 ± 31.82 g ODR. GR, DGR, SGR, WG, DWG, SWG are significantly different with IDR and ODR ($P < 0.05$). IDR is significantly higher than ODR and I presume it is because of the fed and water temperature. SR is over 92% for both of them and it is possible to reared indoor and outdoor. Recently, river construction work and environmental change have caused negative impact on the distribution of *L. coreana*. The result of this study would provide fundamental data for management and species preservation of *L. coreana*.

Keywords: *Lamprotula coreana*, freshwater, growth, survival rate

서 론

최근 멸종위기 야생생물에 대한 사회적 관심이 높아지며 다양한 연구기관들의 연구, 조사가 진행되고 있으나, 두드럭조개 (*Lamprotula coreana*) 의 보존 및 복원을 위한 장기 연구는 부족한 실정이다 (Jeon *et al.*, 2016). 환경부는 우리나라 담수패류중 염주알다슬기 (*Koreanomelania nodifila*), 귀이빨대칭이 (*Cristaria plicata*), 두드럭조개와 기수지역에 서식하

는 기수갈고둥 (*Clithon retropictus*) 을 포함하여 총 4종을 멸종위기 야생생물로 지정하였다. 두드럭조개는 이매패강 (Bivalvia) 석패목 (Unionoida) 석패과 (Unionidae) 두드럭조개속 (*lamprotula*) 에 속하는 우리나라 토종 민물조개로 멸종위기야생생물 I 급으로 지정되어있고, 본 종과 유사한 종으로는 *L. gottscheio* 와 중국대륙의 대하천에서 발견되는 *L. leai*, *L. polystica*, *L. rochechanarti*, *L. fibrosa* 등이 있다 (Choi *et al.*, 1965). 두드럭조개의 서식지는 수질이 좋고 유량이 풍부하며 모래와 자갈이 혼합되는 지점에서 생활하며, 한강수계의 경우 화학 및 물리적 조건이 이전보다 많이 교란되어 그 서식지가 감소하여, 최근에는 발견되지 않고 있다 (Kim *et al.*, 2015). 두드럭조개는 민물생태계에서 납자루 등의 산란숙주, 여과성 섭식을 통한 정수 처리 역할 등 중요한 역할을 하고 있다 (Cho, 2009; Lee *et al.*, 2002; Chung, 2003). 그러나 최근 강과 하천이 산업화에 따른 하천개발로 수생태계의 환경변화와 정수역화 되고 있는데, 이는 이동하는 능력이 약하고 계류성 패류인 두드럭조개의 생존에 큰 영향을 주고 있다.

Received: December 31, 2018; Revised: February 28, 2019;
Accepted: March 15, 2019

Corresponding author: Dae-hee Kim

Tel: +82 (31) 589-5130, e-mail: kd3717@korea.kr
1225-3480/24717

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.

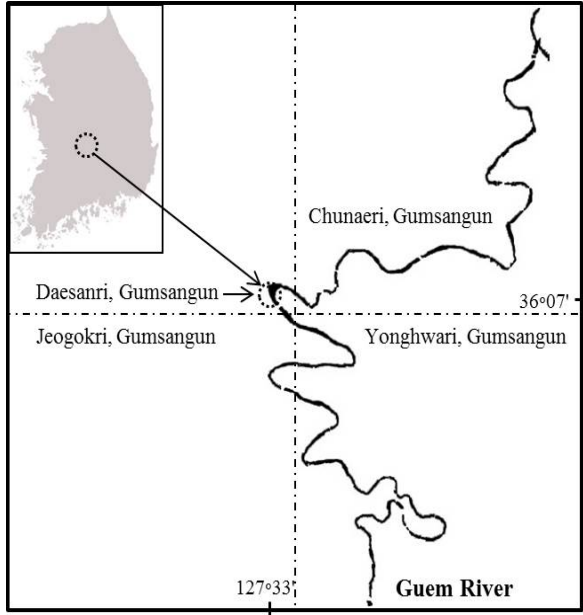


Fig. 1. Location map of the collecting point.

중국에서는 곳체두드럭조개 (*L. leai*), 펠조개 (*Anodonta woodiana*) 등 담수패류의 성장에 관한 연구를 하고 있지만 (Ling *et al.*, 1835; Zheng *et al.*, 1998), 국내에서는 담수 이매패류 성패의 성장에 대한 연구가 없었다. 두드럭조개의 연구는 1960년대의 연구논문 (Choi and Choi, 1965; Choi *et al.*, 1965; Kim, 1969) 과 분포와 동태, 서식지를 연구한 논문 (Kim *et al.*, 2015; Jeon *et al.*, 2016) 만 있을 뿐 사육 및 성장에 관한 연구는 보고되지 않고 있다. 멸종위기종인 두드럭조개의 종 보존과 인공증식을 위해 사육, 성장 및 서식환경 등 더욱 많은 연구가 요구된다. 이에 본 연구는 멸종위기종인 두드럭조개의 실내와 실외 사육환경에 따른 성장률 (성장율, 일간성장율, 순간성장율, 증중율, 일간증중율, 순간증중율), 생존율 등을 측정, 비교하여 천내습지 등 일부 미소지역에서 서식하고 있는 두드럭조개의 보존과 인공증식을 위한 기초자료를 확보하고자 하였다.

재료 및 방법

두드럭조개는 경기도 가평군 국립수산물연구원 중앙내수면연구소에서 채집하여 사육중인 것을 사용하였다. 채집은 충남 금

산의 금강에서 하였으며 (Fig. 1), 평균 크기는 각장 78.68 ± 13.25 mm, 각고 63.4 ± 9.95 mm, 각폭 37.38 ± 5.69 mm, 무게 147.23 ± 69.29 g 이고, 연령은 5.4 ± 1.22 로 나타났다. 국립수산물연구원 (2009) 보고에 의해, 1년생 각장 25 mm 이하, 2년생 30 mm 에서 40 mm, 3년생 40 mm 에서 55 mm, 4년생 55 mm 에서 70 mm, 5년생 70 mm에서 80 mm, 6년생 80 mm 에서 90 mm, 7년생 90 mm 에서 100 mm, 8년생 이상은 105 mm 로 측정하였다. (Table 1).

2015년 2월부터 2015년 11월까지 약 9개월간 사육하였고, 실외 사육 (outdoor - reared, ODR) 은 수조크기 (2 m × 5 m × 0.5 m) 에서 사육하였으며, 수중펌프를 이용하여 인공수류를 생성하였다. 모래와 자갈로 저층 (약 20-25 cm) 을 조성하였고, 먹이는 공급하지 않았으며, 자연적으로 발생하는 먹이원에 의존하였다.

실내 사육 (indoor - reared, IDR) 은 수조크기 (0.45 m × 0.45 m × 0.45 m) 에서 사육하였으며, 모래와 자갈로 저층 (약 20-25 cm) 을 조성하였으며, 각 수조마다 에어레이션을 공급하였다. 먹이는 Spirulina Powder (Nutrition Facts, Calories 15, Total fat 0 g, sodium 35 mg, Total Carbohydrate 1 g, Protein 2 g, Vitamin A, B-12, Iron, Distributed by NOW FOODS, USA), Chlorella Powder (Broken cell wall, Nutrition Facts, Calories 10, Total fat 0 g, sodium 0 mg, Total Carbohydrate < 1 g, Protein 2 g, Vitamin A, C, Iron, Distributed by NOW FOODS, USA) 를 1 : 1 비율로 혼합하여 급이하였다. 급이량은 각 사료 (Spirulina Powder, Chlorella Powder) 1 g 씩, 총 2 g 을 500 ml 의 사육수에 희석하여 일 1회 공급하였고, 수조청소는 주 1회 실시하였다. 실험은 3반복으로 실시하였으며, 실험기간 중의 IDR, ODR 의 사육수온은 자연수온에 의존하였고 수온, 용존산소, 수소 이온 농도를 수질측정기 (YSI-556 MPS, Yellow Springs Instruments Inc., Ohio, USA) 를 이용하여 매일 측정하였다.

성장 조사는 실험시작 전 모든 두드럭조개의 각장 (Shell length), 각고 (Shell height), 각폭 (Shell breadth), 전중 (Total weight) 을 측정하였고, 매일 모든 두드럭조개를 채포하여 각장, 각고, 각폭, 전중을 측정하여, 월별 4가지 항목의 변화를 조사하였다. 각장과 각고, 각폭은 버니어 캘리퍼스를 이용하여 0.01 mm 까지 측정하였고, 전중은 전자정밀저울 (MW-II, CAS Co., Yangju city, Gyeonggido, Koera) 이용

Table 1. Sampling numbers and measuring of *Lamprotula coreana* before the study

| Number of shellfish | Shell length | Shell height | Shell width | Total weight | Age(years) |
|---------------------|-------------------|-----------------|------------------|--------------------|----------------|
| 40 | 78.68 ± 13.25 | 63.4 ± 9.95 | 37.38 ± 5.69 | 147.23 ± 69.29 | 5.4 ± 1.22 |

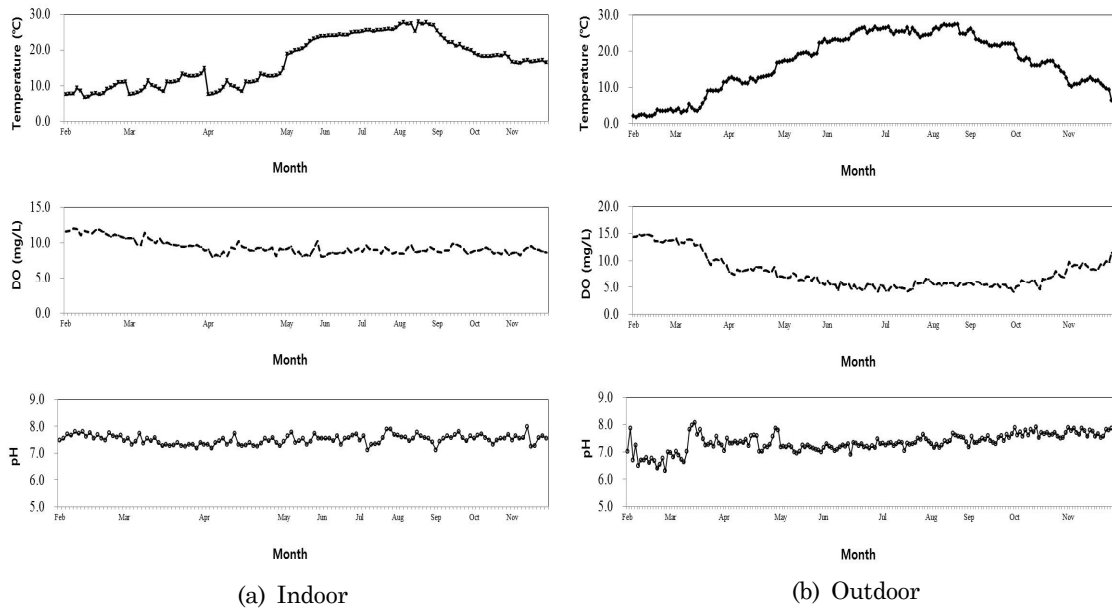


Fig. 2. Changes of water condition indoor and outdoor-reared.

하여 0.1 g 까지 측정하였다. 측정된 각장, 각고, 각폭은 아래 식에 따라 성장률 (growth rate, GR), 일간성장율 (daily growth rate, DGR), 순간성장율 (specific growth rate, SGR) 을 산출하였고, 전중은 증중률 (weight gain, WG), 일간증중율 (daily weight gain, DWG), 순간증중율 (specific weight gain, SWG) 을 산출하였다. 그리고 생존율 (survival rate, SR) 도 산출하였다.

- 성장률 (GR, %) = $(L_e - L_i) / L_i \times 100$ 또는 $(H_e - H_i) / B_i \times 100$ 또는 $(B_e - B_i) / B_i \times 100$
- 일간성장율 (DGR, %/day) = $(L_e - L_i) / (T - t) \times 100$ 또는 $(H_e - H_i) / (T - t) \times 100$ 또는 $(B_e - B_i) / (T - t) \times 100$
- 순간성장율 (SGR, %/day) = $(\ln L_e - \ln L_i) / (T - t) \times 100$ 또는 $(\ln H_e - \ln H_i) / (T - t) \times 100$ 또는 $(\ln B_e - \ln B_i) / (T - t) \times 100$
- 증중률 (WG, %) = $(W_e - W_i) / W_i \times 100$
- 일간증중률 (DWG, %/day) = $(W_e - W_i) / (T - t) \times 100$
- 순간증중률 (SWG, %/day) = $(\ln W_e - \ln W_i) / (T - t) \times 100$
- 생존율 (SR, %) = $(N_i - N_e) / N_i \times 100$

여기서, L_e 과 L_i 는 각각 최종 각장과 최초 각장, H_e 와 H_i 는 각각 최종 각고와 최초각고, B_e 와 B_i 는 각각 최종 각폭과 최초 각폭이며, W_e 와 W_i 는 각각 최종 전중과 최초 전중을 나타낸다. $(T - t)$ 는 사육일수를 나타낸다. N_e 와 N_i 는 각각 최종생존마리수와 최종생존마리수를 나타낸다.

실험 결과는 3회 반복한 평균치로 나타내었으며, 통계프로

그램인 SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 12.0 KO for windows (IBM Co. Ltd., New York, USA) 를 이용하여 독립표본 $T - Test$ 를 실시하였으며, $P < 0.05$ 수준에서 평균 간의 유의성을 검정하였다.

결 과

약 9개월간의 실험기간 동안 IDR, ODR 의 수질환경 (수온, 용존산소, 수소 이온농도) 변화를 Fig. 2에 나타내었다. IDR 의 수온은 사육기간동안 평균수온 $16.64 \pm 6.78^\circ\text{C}$ 로 최저 수온은 2월, 6.51°C , 최고 수온은 8월, 27.94°C 로 나타났다. 7월부터 8월까지 25°C 이상의 수온을 유지하였다. 용존산소는 평균 $9.38 \pm 0.99 \text{ mg/L}$ 로 최고 용존산소는 2월 11.98 mg/L , 최저 용존산소는 5월 8 mg/L 로 나타났다. 수소 이온 농도는 평균 $\text{pH } 7.51 \pm 0.17$ 로, 최저 수소 이온 농도는 2015년 6월, $\text{pH } 7.12$, 최저 수소 이온 농도는 2015년 11월, $\text{pH } 7.98$ 로 나타났다. ODR의 평균수온은 $16.62 \pm 7.9^\circ\text{C}$ 로 최저 수온은 2월, 1.80°C , 최고 수온은 8월, 27.3°C 로 나타났다. 실험시작부터 3월 중순까지 5°C 미만의 수온을 나타냈고, 6월 중순부터 8월까지 25°C 이상의 수온을 유지하였다. 용존산소는 사육기간 동안 평균 $7.77 \pm 2.99 \text{ mg/L}$ 로 최고 용존산소는 2월, 14.86 mg/L , 최저 용존산소는 6월, 4.22 mg/L 로 나타났다. 수소 이온 농도는 평균 $\text{pH } 7.35 \pm 0.33$ 로 최고 수소이온 농도는 3월, $\text{pH } 8.08$, 최저 수소이온농도는 2월, $\text{pH } 6.3$ 로 나타났다.

실험에 사용된 두드럭조개 각장의 분포는 80-90 mm 에서

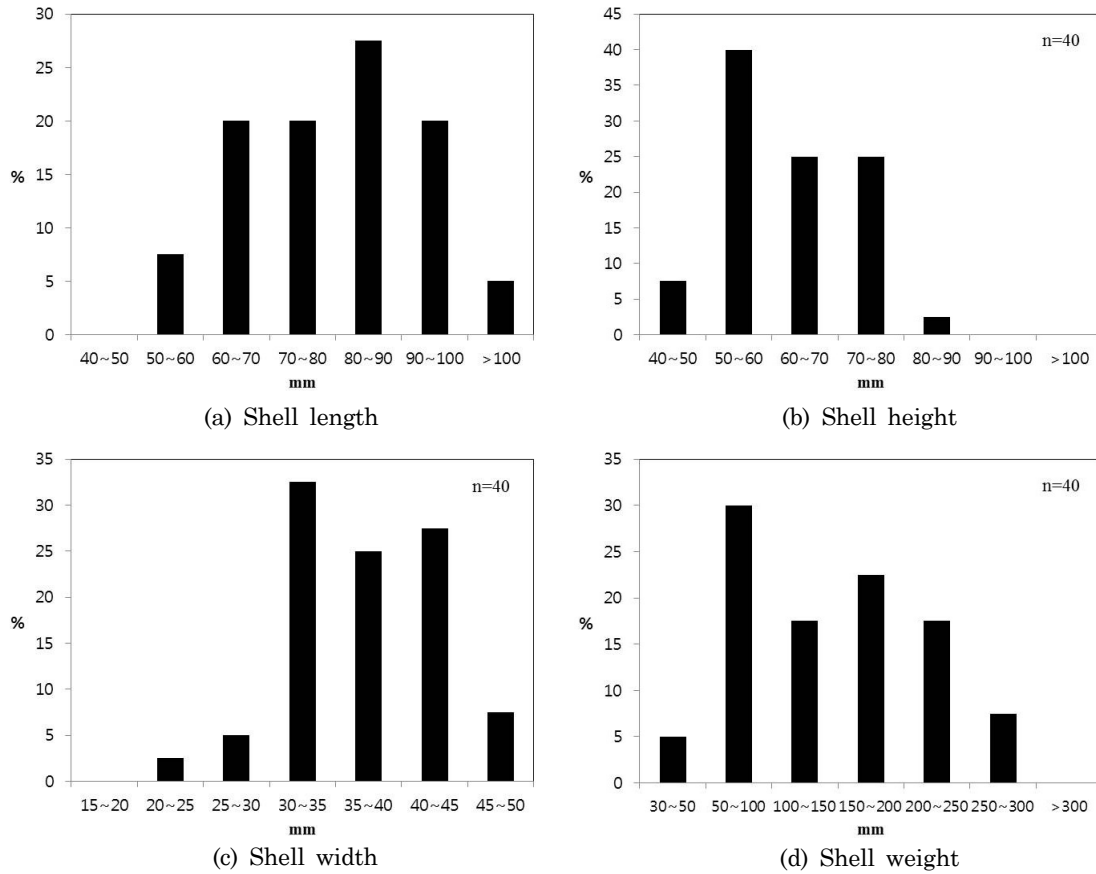


Fig. 3. Distribution of shell length (a), shell height (b), shell width (c), shell weight (d) in the study.

27.5%로 가장 높게 나타났고, 다음으로는 60-70 mm, 70-80 mm 에서 각각 20% 로 나타났다. 각고는 50-60 mm 에서 40% 였으며, 60-70 mm, 70-80 mm 에서 각각 25% 로 나타났다. 각폭은 30-35 mm 에서 32.5%, 40-45 mm 에서 27.5% 로 나타났다. 전중은 150-200 g 에서 22.5%, 100-150 g, 200-250 g 에서 각각 17.5%로 나타났다 (Fig. 3).

두드럭조개의 각장 (SL) 에 대한 각고 (SH) 의 상대성장식은 $SH = 0.7373 SL (R^2 = 0.9632)$, 각장에 대한 각폭 (SW) 은 $SW = 0.418 SL (R^2 = 0.9481)$, 각장에 대한 전중 (TW) 은 $TW = 0.0003 SL^{2.9645} (R = 0.9769)$ 로 나타났다 (Fig. 4).

약 300일간 사육한 두드럭조개의 IDR 은 평균 각장 71.00 ± 3.37 mm 에서 78.54 ± 5.63 mm 로 성장하였고, ODR 은 88.53 ± 5.63 mm 에서 92.53 ± 4.92 mm 로 성장하였다 (Fig. 5). IDR과 ODR의 평균차는 2월 17.53 ± 3.79 mm에서 11월 13.99 ± 3.52 mm 로 감소하며 유의적인 차이 ($P < 0.05$) 를 나타냈다. (Table 2). 각고는 IDR 이 평균 57.32 ± 2.53 mm 에서 61.70 ± 3.51 mm 로 성장하였고, ODR 은 71.36 ± 3.73 mm 에서 74.57 ± 3.30 mm 성장하였다. IDR 과 ODR의 평균차는 2월 14.05 ± 2.60 mm에서 11월 12.87

± 2.78 mm 로 감소하여 유의적인 차이를 나타냈다 ($P < 0.05$). 각폭은 IDR 이 평균 34.25 ± 2.14 mm 에서 36.33 ± 2.52 mm 성장하였고, ODR 는 평균 41.50 ± 2.32 mm 에서 43.53 ± 2.06 mm 성장하였다. IDR 과 ODR 의 평균차는 2월 7.25 ± 1.82 mm 에서 11월 7.19 ± 1.88 mm 로 감소하여 유의적인 차이를 나타냈다 ($P < 0.05$). 전중은 IDR 이 평균 103.67 ± 17.99 g 에서 평균 138.43 ± 19.79 g 로 성장하였고, ODR 은 203.78 ± 30.61 g 에서 232.95 ± 31.82 g 성장하였다. IDR 과 ODR 의 평균차는 2월 100.11 ± 20.50 g 에서 11월 94.52 ± 21.63 g 로 감소하여 유의적인 차이를 나타냈다 ($P < 0.05$). GR 은 각장이 IDR 10.57 ± 2.06, ODR 4.76 ± 1.76, 각고는 IDR 7.18 ± 1.58, ODR 4.63 ± 1.51, 각폭은 IDR 6.39 ± 1.76, ODR 4.98 ± 2.06, 전중은 IDR 39.65 ± 22.74, ODR 15.69 ± 5.57 로 나타났으며 유의적인 차이를 나타냈다 ($P < 0.05$). DGR 은 각장이 IDR 2.43 ± 0.23, ODR 1.31 ± 0.38, 각고는 IDR 1.34 ± 0.23, ODR 1.05 ± 0.25, 각폭은 IDR 0.70 ± 0.13, ODR 0.66 ± 0.22, 전중은 IDR 11.26 ± 3.24, ODR 9.66 ± 2.62 로 나타났으며 유의적인 차이를 나타냈다 ($P < 0.05$). SGR 은 각장이 IDR

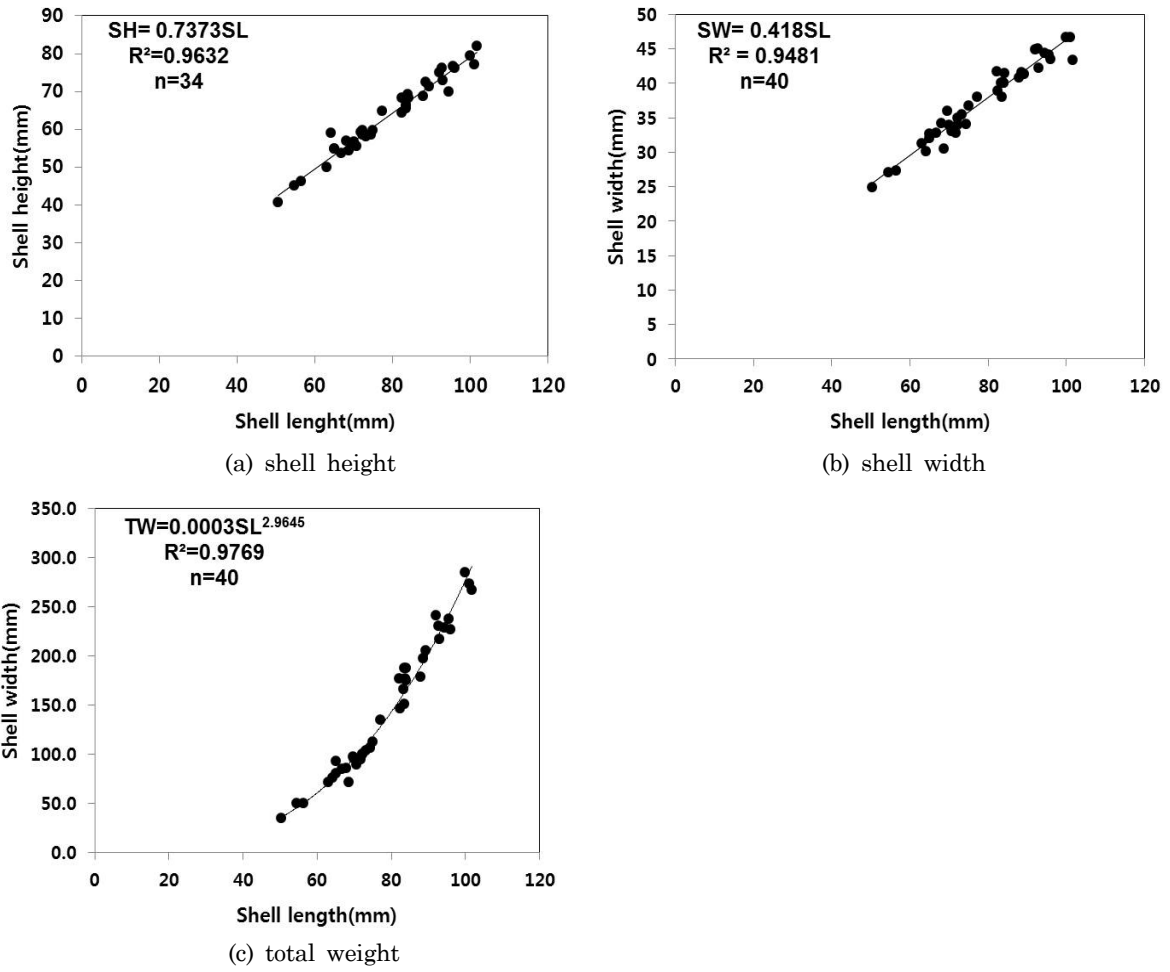


Fig. 4. Relationship between shell height (a), shell width (b), total weight (c) and shell length in the study site.

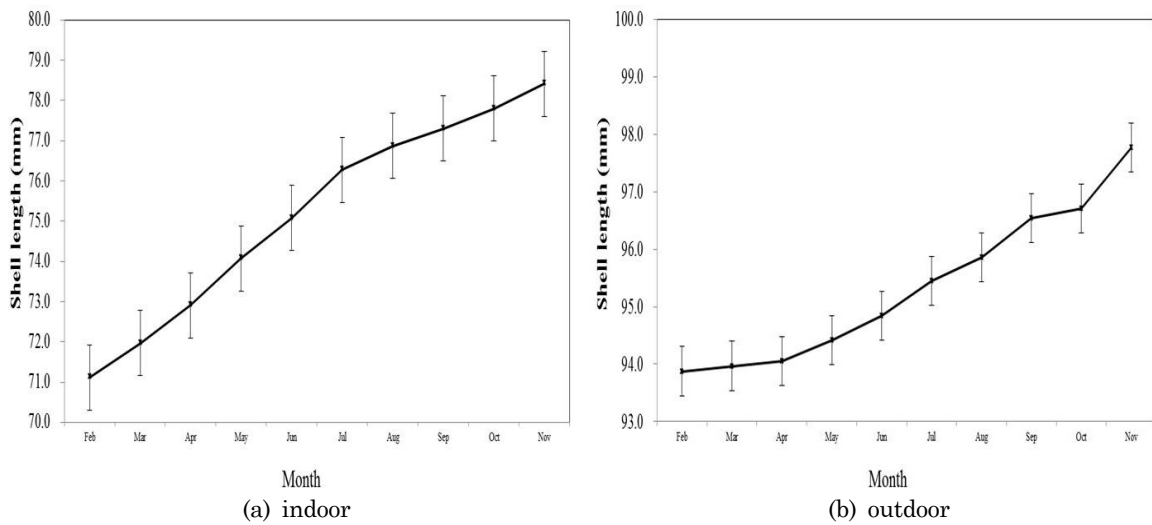


Fig. 5. Changes of shell length (mm) of *Lamprotula coreana* indoor and outdoor - reared.

Table 2. Growth performance of *Lamprotula coreana*

| | | Indoor | Outdoor |
|--------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Shell length | IML ² | 71.00 ± 3.37 | 88.53 ± 5.63 |
| | FML ³ | 78.54 ± 3.60 ^b | 92.53 ± 4.92 ^a |
| | GR ⁴ | 10.57 ± 2.06 ^b | 4.76 ± 1.76 ^a |
| | DGR ⁵ | 2.43 ± 0.23 ^b | 1.31 ± 0.38 ^a |
| | SGR ⁶ | 0.03 ± 0.01 ^b | 0.01 ± 0.01 ^a |
| Shell Height | IMH ⁷ | 57.32 ± 2.53 | 71.36 ± 3.73 |
| | FMH ⁸ | 61.70 ± 3.51 ^b | 74.57 ± 3.30 ^b |
| | GR | 7.18 ± 1.58 ^b | 4.63 ± 1.51 ^a |
| | DGR | 1.34 ± 0.23 ^b | 1.05 ± 0.25 ^a |
| | SGR | 0.02 ± 0.01 ^b | 0.01 ± 0.01 ^a |
| Shell width | IMB ⁹ | 34.25 ± 2.14 | 41.50 ± 2.32 |
| | FMB ¹⁰ | 36.33 ± 2.52 ^b | 43.53 ± 2.06 ^a |
| | GR | 6.39 ± 1.76 ^b | 4.98 ± 2.06 ^a |
| | DGR | 0.70 ± 0.13 ^b | 0.66 ± 0.22 ^a |
| | SGR | 0.02 ± 0.01 ^{ns} | 0.02 ± 0.01 |
| Total weight | IMW ¹¹ | 103.67 ± 17.99 | 203.78 ± 30.61 |
| | FMW ¹² | 138.43 ± 19.79 ^b | 232.95 ± 31.82 ^a |
| | WG ¹³ | 39.65 ± 22.74 ^b | 15.69 ± 5.27 ^a |
| | DWG ¹⁴ | 11.26 ± 3.24 ^b | 9.66 ± 2.62 ^a |
| | SWG ¹⁵ | 0.11 ± 0.05 ^b | 0.05 ± 0.01 ^a |

¹Values (mean ± S.D of two replications) with a different Superscripts within the same row are significantly different ($P < 0.05$).

²Initial mean shell length. Unit is mm.

³Final mean shell length. Unit is mm.

⁴Growth rate. Unit is %.

⁵Daily growth rate. Unit is %/day.

⁶Specific growth rate. Unit is %/day.

⁷Initial mean shell height. Unit is mm.

⁸Final mean shell height. Unit is mm.

⁹Initial mean shell breadth. Unit is mm.

¹⁰Final mean shell breadth. Unit is mm.

¹¹Initial mean total weight. Unit is g.

¹²Final mean total weight. Unit is g.

¹³Weight gain. Unit is %.

¹⁴Daily weight gain. Unit is %/day.

¹⁵Specific weight gain. Unit is %/day.

0.03 ± 0.01, ODR 0.01 ± 0.01, 각고는 IDR 0.02 ± 0.01, ODR 0.01 ± 0.01, 각폭은 IDR 0.02 ± 0.01, ODR 0.02 ± 0.01, 전중은 IDR 0.11 ± 0.05, ODR 0.05 ± 0.01 로 각장, 각고, 전중은 유의적인 차이가 나타났으며, 각폭은 유의적인 차이가 없었다 ($P < 0.05$).

SR 은 IDR 92.5%, ODR이 100%로 ODR이 높게 나타났다.

고 찰

우리나라의 담수패류인 두드럭조개는 멸종위기야생생물 I 급 종으로 1960년대 말까지는 한강에 많이 분포하였고 고급 단추 및 진주핵을 만드는 등 산업종으로 활용되었다. 최근 한 강에서는 발견되지 않고 (Kim *et al.*, 2015), 일부 지역에만

서식하고 있다. 두드럭조개는 서식지와 개체수가 적어 생태 등 기초 관련 연구에 어려움이 있다. 이에 본 연구는 환경부 승인을 받아 실내와 실외 사육환경에 따른 성장률, 생존율 등을 측정, 비교하여 두드럭조개의 보존과 인공증식을 위한 기초자료를 확보하고자 하였다.

실내, 외 사육에 따른 성장은 GR, DGR, SGR, WG, DWG, SWG 에서 유의적인 차이 ($P < 0.05$) 를 보이며 IDR 이 ODR 보다 빠르게 성장하였다. IDR 은 사육기간동안 먹이 공급을 하였고, ODR 은 자연 발생된 먹이로 사육되었다. 담수 이매패류는 아가미로 부유물질을 여과섭식하며 성장한다 (柳, 2010). 일반적으로 패류의 여과율은 부유물질 농도와 밀접한 상관성이 있다 (Sprung and Rose, 1988; Reeders and de vaate, 1990; Hwang, 1996). 저층은 모래와 자갈로 동일하게 조성하였고, IDR 은 최저수온이 6.51°C, ODR 은 1.80°C 로 평균수온은 비슷하나 최저수온에서 차이가 있었다. 이 등 (2011) 은 담수 이매패류인 일본재첩 (*Corbicula japonica*) 의 성숙유생의 수온별 사육에서 24°C, 27°C 보다 18°C, 21°C 에서 성장이 느리게 나타났고, 모래바다이 플라스틱평판과 물러망보다 유의적인 차이 ($P < 0.05$) 를 보이며 성장이 빨랐다고 보고하였다. 일반적으로 수온은 유생사육의 중요한 요인으로 낮은 온도에서는 성장과 발달이 늦으나 높은 온도에서는 폐사율이 증가한다 (O'Connor and Heasman, 1998). 용존산소와 수소이온농도는 IDR 과 ODR 이 유사하였으며, 자연조건의 이매패류는 수온, 전기전도도, 수소이온농도 등 수질환경에 크게 민감하지 않은 것으로 보고하였다 (Kang *et al.*, 1999). 위와 같은 이유로 먹이공급과 수온 등이 성장에 영향을 끼쳐 유의적인 차이가 있었던 것으로 사료된다. SR 은 IDR, ODR 모두 92% 이상으로 나타났고, 본 실험의 결과와 같이 먹이공급과 수질환경을 유지하면 두드럭조개의 실내, 외 사육이 가능하며, 실내사육이 실내보다 성장에서 더 빠른 결과를 나타낼 수 있을 것이다.

본 연구결과를 바탕으로 장기적인 연구를 통해 여과섭식을 통한 수질개선 (Reeders *et al.*, 1989) 및 납자루아과의 산란숙주 역할을 하고 있는 두드럭조개의 보존 및 복원뿐만 아니라 패육을 이용한 식품개발, 폐각을 이용한 소재 산업 등 다양한 분야의 활용도 모색할 수 있을 것이다.

요 약

본 연구는 멸종위기야생생물 I 급으로 지정된 두드럭조개의 실내, 외 사육에 따른 성장 및 생존율을 조사하였다. 2015년 2월부터 11월까지 각장, 각고, 각폭, 전중을 매월 측정하였고 수질환경 (수온, 용존산소, 수소 이온 농도) 은 매일 측정하였다. 성장은 각장, 각고, 각폭, 전중의 성장률 (growth rate, GR),

일간성장률 (daily growth rate, DGR) 및 순간성장률 (specific growth rate, SGR) 과 중량의 증중률 (weight gain, WG), 일간증중률 (daily weight gain, DWG) 및 순간증중률 (specific weight gain, SWG) 을 산출하였다. 결과적으로 각장은 실험 시작 시 실내 사육 (indoor-reared, IDR) 이 평균 71.00 ± 3.37 mm, IDR (outdoor-reared, ODR) 88.53 ± 5.63 mm, 실험 종료 시 IDR 78.54 ± 3.60 mm, ODR 92.53 ± 4.92 mm 으로 나타났다. 전중은 실험 시작 시 IDR 103.67 ± 17.99 g, ODR 203.78 ± 30.61 g, 실험 종료 시 IDR 138.43 ± 19.79 g, ODR 232.95 ± 31.82 g 으로 나타났다. GR, DGR, SGR, WG, DWG, SWG 는 IDR 과 ODR 이 유의적인 차이를 나타냈다 ($P < 0.05$). IDR 은 ODR 보다 성장에서 유의적인 차이를 보이며 높게 나타났으며 ($P < 0.05$), 이는 먹이공급과 수온 등이 성장에 영향을 끼친 것으로 사료된다. 생존율은 IDR 과 ODR 이 92% 이상으로 두드럭조개는 실내, 외 사육이 가능하였다. 이 연구는 산업화에 따른 하천개발과 수생태계의 환경변화로 서식지가 감소하고 있는 두드럭조개의 종 보존 및 인공증식을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

사 사

본 논문은 2019년도 국립수산물품질관리원 수산과학연구소 연구사업 「담수 수산생물 종보존 및 복원연구, R2019032」으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Choi, K. C., Choi, S. S. (1965) Ecological Studies on the *Lamprotula coreana* (1) - On the breeding season and the larvae, Glochidia. *The Korean journal of zoology*, 8(2): 67-72.
- Choi, K. C., Choi, Kwon. O. K. (1967) Ecological Studies on the *Lamprotula coreana* (1) - On the attachment of the glochidia of *Lamprotula coreana* to the fish. *The Korean journal of zoology*, 11(1): 1-4.
- Chung, P. R., (2003) Freshwater Molluscs in Korea. 연학사.
- Hwang, S. J. (1996) Effects of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) : on phytoplankton and bacterioplankton : Evidence for size-selective grazing. *Korean society of limnology*, 29: 363-378.
- Hwang, S. J., Kim, H. S. and Shin, J. K (2001) Filter-Feeding Effect of a Freshwater Bivalve (*Corbicula leana* PRIME) on Phytoplankton. *Korea J. Limnol.*, 34: 298-309.
- Jeon, Y.L., Park, Y.J., Seo, Y.J., Yoon, H.N. and Park S.J. (2016) Distribution and Population Dynamics of Endangered Species, *Lamprotula coreana* on the Korean Peninsula^a. *Proc. Korean Soc. Environ. Ecol.*

- Con., **26**(1): 45-45.
- Jo, Y.H. (2009) Molecular phylogeny of Korea freshwater mussel species (Bivalvia : Unionidae) based on mitochondrial CO I, Cyt b and 16S rRNA genes. Pukyong National University.
- Kim, B. H., Baik, S. K., Hwang, S. O., Hwang, S. J (2009) Operation of CROM System and its Effects of on the Removal of Seston in a Eutrophic Reservoir Using a Native Freshwater Bivalve (*Anodonta woodiana*) in Korea. *Korean society of limnology*, **42**(2): 161-171.
- Kim, B.H., Park, J.J., Kim, T.I., Son, M.H. and Lee, S.W. (2016) The Effect of Growth and Survival Rate on Feeding Rate of 3-year-old Abalone, *Haliotis discus hannai* rearing in Net Cage Culture. *Korean Journal of Malacology*, **32**(2): 103-109.
- Kim, D.H., Kim K.H., Lee, W.O. and Hur, J.W. (2015) Habitat assessment of *Lamprotula coreana* by using physical habitat simulation system (PHASIM) at the Guem River. *Korean Journal of Malacology*, **18**(2): 93-217.
- Kim, D. M. (1969) Ecological Studies on Freshwater Shellfishes - 1. On Distribution and Population Density of *Lamprotula coreana* and *Lamprotula gottschei* in the Han River. *Korean society of limnology*, **2**: 29-34.
- Korean Statistical Information Service (2018). 국가통계포털
- Kwon, O. K., Pack, G. M., Lee, J. S. and Song, H. B. (1991) The Egg Deposition of Fish in the Fresh - water Mussels and the Glochidial (Unionidae) Attachment on the Fish. Environmental research annual report. pp. 81-88.
- Lee, J. S., Min, D. K. (2002) A Catalogue of Molluscan Fauna In Korea. *Korean Journal of Malacology*, **18**(2): 93-217.
- Lee, J. Y., Kim, Y. K., Lee, C. S. (2011) Ontogenetic changes in salinity and temperature tolerance in the doughboy scallop, *Mimachlamys asperrima*. *Journal of Shellfish Research*, **17**: 89-95.
- Lee, Y. J., Kim, B. H., Kim, N. Y., Um, H. Y. and Hwang, S. J. (2008) Effects of Temperature, Food Concentration, and Shell Size on Filtering Rate and Pseudofeces Production of *Unio douglasiae* on *Microcystis aeruginosa*. *Korea J. Limnol.*, **41**: 61-67.
- LING, G., WU X. P., OUYANG, S., GAO, J.-H., WU, H. S., (2005) THE AGE AND GROWTH OF *Lamprotula leal* Gray 1835. Journal of Nanchang University (Natural Science). 2005-05.
- O'Connor, W. A. and Heasman, M. P (1998) Growth and survival of the brackish water clam, *Corbicula japonica* larvae according to rearing conditions. *Korean Journal of Malacology*, **27**(4): 337-343.
- Okino, T. (2014) Regional Development and the Improvement of Water Quality using Bivalves in Lake Suwa (Japan). *Korean journal of ecology and environment*, **47**: 1-9.
- Reeders, H. H. and A. Vaate. and F. J. Slim. (1989) The filtrationrate of *Dreissena polymorpha* (Bivalvia) in three Dutch lakewith reference to biological water quality management. *Freshwater Biol.*, **22**: 133-141.
- Reeders, H. H. and A. Vaate. (1990) Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) : a new perspective for water quality management. *Hydrobiol.*, **200/201**: 437-450.
- Song, M. Y., Im, J. R., Lee, W. O., Kim, S. T., Kim, D. H. (2015) Reproductive Ecology of the Freshwater Bivalve, *Unio douglasiae* (Unionidae) in Lake Uiam. *Korean Journal of Malacology*, **31**(3): 171-178.
- Sprung, M. and U. Rose (1988) Influence of food size and food quality of the feeding of the mussel *Dreissena polymorpha*. *Oecologia*, **77**: 526-532.
- Yoon, H.J., Kang, P.D., Kim, S.E. and Lee, S.M. (2006) Breeding of Major Characteristics of the Wild Silkmoth, *Antheraea yamamai* indoor- and outdoor-reared. *Korea J. Seric. Sci.*, **48**(2): 61-67.
- You, Y, H. (2010) A study on the effects of filter-feeding freshwater bivalves on water quality change. Graduate School of Konkuk University.
- 국립수산과학원 (2009). 멸종위기종 개체군 생태 및 어류 산란숙주 관계연구. 45pp.