

해만가리비 (*Argopecten irradians*) 의 동해 북부에서의 양식 연구

김영대¹, 이주², 김기승², 박미선¹, 박영철¹, 김영숙³, 유현일⁴

¹국립수산과학원 남동해수산연구소, ²동해수산연구소 양식산업과, ³국립수산과학원 어장환경과, ⁴국립수산과학원 해조류연구센터

A Study on *Argopecten irradians* Aquaculture in the North East Sea Regions

Young Dae Kim¹, Chu Lee², Gi Seung Kim², Mi Seon Park¹, Young Chel Park¹, Young Suk kim³ and Hyun Il Yoo⁴

¹South East Sea Fisheries Research Institute, NIFS, Tongyoung 53085, Korea

²Aquaculture Industry Research Division, East Sea Fisheries Research Institute, NIFS, Gangneung 25435, Korea

³Marine Environment Research Division, NIFS, Busan 46083, Korea

⁴Seaweed Research Center, NIFS, Mokpo 58746, Korea

ABSTRACT

NIFS conducted a feasibility study on the bay scallop *Argopecten irradians* aquaculture in the test site of Dongsan-ri, Yangyang-gun, Gangwon-do in June 2015. The transplantation for the test was also carried out in June. The average shell length was 5.79 ± 0.6 mm at the time, 15.83 ± 0.8 mm in July, 39.40 ± 0.7 mm in September, 55.72 ± 5.8 mm in November and 59.67 ± 1.7 mm in December. At the time of transplantation, the average shell height was 6.06 ± 0.7 mm, and it grew to 16.40 ± 0.9 mm in July, 53.16 ± 5.2 mm in November and 55.80 ± 2.9 mm in December. Total weight was 0.78 ± 0.5 g in July but increased to 24.25 ± 4.2 g in November and 26.06 ± 4.3 g in December. The daily growth rate of shell length(DGR) was 0.33 mm / day in June, 0.43 mm / day in September and 0.13 mm / day in November. DGR of weight was 0.20 g / day in June, 0.27 g / day in September, 0.06 g / day in November. The relative growth of shell length and shell height was $y = 0.9132x$ and $R^2 = 0.9923$. As a result, it was proved that bay scallop aquaculture is possible in Gangwon province, the northern part of the East Sea. This will definitely increase the income of fishermen by enabling them to culture more aquaculture species than the single large *Patinopecten yessoensis* in the region.

Keyword : Seed production, Aquaculture, *Argopecten irradians*, Growth, Water temperature, Region

서 론

우리나라에 서식하는 가리비과의 가리비류는 24종이 있으며

(Lee and Min, 2002), 양식으로 사용되는 주요 종은 큰가리비 (*Patinopecten yessoensis*), 비단가리비 (*Chlamys farreri*), 해만가리비 (*Argopecten irradians*) 가 있다 (Oh *et al.*, 2003). 해만가리비는 멕시코만이 원산지로 *A. irradians irradians* (Lamarck), *A. irradians concentricus* (Say), *A. irradians amplicustatus* (Dall) 의 3개 아종이 있으며 온수성 패류로 알려져 있는 해만가리비는 우리나라 남부해역인 경남권을 중심으로 양식되고 있다 (Oh *et al.*, 2003). 가리비류의 양식생산량은 2010년 253 톤, 2012년 519 톤, 2014년 956 톤에서 2015년 1,557 톤으로 대폭 증가되었고 그중 경남권의 해만가리비 생산량은 1,255 톤으로 다른 지역과 비교하여 월등하여 우리나라 가리비류 생산의 약 80%를 차지하

Received: December 5, 2016; Revised: December 21, 2016;
Accepted: December 30, 2016

Corresponding author : Hyun Il Yoo

Tel: +82 (10) 4426-2103, e-mail: hiyoo@korea.kr
1225-3480/24638

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.

고 있다 (FIS, 2015). ATKATI (2015) 의 통계에 따르면 가리비류의 수출은 525 톤인 반면에 수입은 10,224 톤으로 약 9,699 톤의 무역 불균형이 발생되고 있다. 해만가리비의 양식 연구는 국립수산물연구원 남해수산연구소에서 실내 인공종묘 생산 연구와 동절기 성장 연구를 수행하였다 (Oh *et al.*, 2000). 이를 시작으로 해만가리비의 양식 수심이 성장에 미치는 영향 (Oh *et al.*, 2002), 해만가리비 생식주기 (Oh *et al.*, 2002), 해만가리비의 해역에 따른 성장 연구 (Oh *et al.*, 2003), 해만가리비 유생 및 치패의 발생 특성 연구 (Oh *et al.*, 2003), 동해 남부 해역인 포항시 지역에서 양식시험 (Kim *et al.*, 2015) 이 보고되었다. 외국의 연구사례를 살펴보면, 중국은 1982년 미국에서 해만가리비를 이식하여 산업화에 성공하였고 (Oh *et al.*, 2003), 해양환경에 따른 성장 연구 (Kirby-Smith, 1972), 먹이생물이 성장에 미치는 영향 연구 (Kirby-Smith and Baber; 1974, Rhodes and Wildman, 1980; Urban and Langdon, 1984) 등이 있다.

우리나라의 해만가리비 양식은 주로 남해안을 중심으로 고성군, 통영시, 거제시에서 이루어지고 있다. Oh *et al.* (1999) 의 연구에서 해만가리비의 생존율은 66.7-100% 까지 나타났다. 그러나, 최근 해만가리비의 폐사율이 해역에 따라 50% 이상을 보이고 있으며 기형패 발생도 증가하고 있는 추세이다. 이러한 원인으로는 고밀도 양식, 빈산소수괴 발생, 저질오염, 열성화 등 다양한 면에서 나타날 수 있다 (Han *et al.*, 2013). 해만가리비가 동해안에서 양식품종으로 불리한 여건으로는 수온으로 양식 적수온인 18-28°C (YSFRI., 1991) 를 유지하는 기간이 남해안에 비해 짧다 (MLTM., 2010). 그러나, Kim *et al.* (2015) 의 연구에서 동해 남부에서 해만가리비 시험양식이 성공적으로 이루어져 산업화 가능성이 밝혀졌다. 동해는 수온, 태풍 등 환경적인 제약이 존재하나 양식 가능한 면적이 많아 개발 및 활용이 절실한 실정이다, 이에 동해북부에서는 큰가리비 위주의 양식이 이루어지고 있는 실정이나 해만가리비 시험양식을 통하여 양식 가능성과 양식품종 다양화에 기여하고자 한다.

재료 및 방법

1. 가리비 서식지의 생태 특성 조사

가리비 어장의 환경조사는 국립수산물연구원에서 수행하고 있는 “2015년도 동해 연안어업 및 환경생태 조사” 어장환경모니터링 결과를 토대로 분석하였다. 조사 대상 해역인 양양군 동산리 해역의 내측 연안 정점에 대해 2015년 2월부터 2015년 12 월까지 2개월 간격으로 실시하였다. 시험 연구의 수온 특성은 국립수산물연구원 시험 조사선 탐구 12호에 장착된 CTD (SBE 9 plus) 를 이용하여 측정하였으며 클로로필-*a* 는 채수

기 (Niskin sampler) 를 이용하여 표층과 저층으로 나누어 조사되어 졌다. 클로로필-*a* 농도 조사는 해수 2 L를 0.45 μ m pore membrane filter (Whatman 47 mm) 로 필터링 후 5 ml 의 90 % 아세톤 용액에 넣어 4°C의 암소에서 24시간 색소를 추출한 다음, 형광분광광도계 (Turner Designs 10-Au Fluorometer) 로 조사하였다 (MLTM, 2010).

2. 해만가리비의 종묘

1) 해만가리비 어미 사육관리

해만가리비 어미는 Kim *et al.*(2015) 의 방법에 따라 각장 7 cm 내외를 실내에서 성성숙을 유도하였다. 성성숙 유도를 위하여 23°C 로 상승하여 유지하였다. 사육 기간중에는 먹이생물은 동해수산연구소에서 배양한 *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros calcitrans*, *Pavlova lutherii*, *Phaeodactylum tricorutum*을 1일 2-3회 mL당 100,000-150,000 cells 농도로 혼합하여 공급하였다. 먹이 공급후 2시간 동안은 지수 상태를 유지하였고 섭취 상태에 따라 먹이량을 조절하였다.

2) 산란 및 유생사육

Kim *et al.* (2015) 의 방법에 따라 성숙유도 및 산란을 유도하였다. 해만가리비 어미의 수용 당시 GSI (gonadosomatic index) 는 7.2-11.5로 평균 9.7 이었으며 4월에 18.5 로 상승하였다. 산란을 위한 자극 방법으로는 간찰자극법을 사용하였으며, 어미 200 마리를 2톤 수조에 수용하여 방정을 유도한 후 약 1시간 후 산란행위가 줄어들면 어미를 제거하고 수정 후 30 μ m Muller gauze를 사용하여 수정란을 약 3차례 정도 세척 후 1 μ m 필터로 여과 및 자외선 조사된 해수에 수용하였다. 이때 수정란의 수용 밀도는 17-25 개체/mL 이었다.

3) 치패 실내 배양

유생 배양은 수온은 23 \pm 1°C를 유지하였으며 약 10분 정도 지난 후 발과 안점이 발생하는 시점에 사전 해수에서 독성을 제거한 팜사에 채묘를 실시하였다. 채묘이후 약 1.5개월 동안 배양 및 생산하였다. 먹이 공급은 5종을 약 50,000-100,000 cells/Day은 밀도로 1일 3회 공급하였다. 치패 생산을 위한 사육수 수온도 23 \pm 1°C를 유지했다.

4) 동해 북부 바다양성

동해수산연구소의 자체 인공종묘 생산된 해만가리비 치패의 평균 각장은 2.2 \pm 0.8 mm로 양파망에 넣어 강원도 양양군 동산리 연안지선 민간인 양식장 일부 라인에서 시험 양성하였다 (Fig. 2). 각 시험 대상의 해만가리비 치패는 15단 체롱에 평균 500 마리씩 수용하여 수심 10 m에 양성하였으며 환경 변화에 따라 양성 수심을 5-30 m까지 조정 가능하도록 하였



Fig. 1. Location of the experiment sites on the East Sea coast.

다. 양성 관리는 Kim *et al.* (2015) 의 방법에 따라 양성 30 일 경과 후 팜사에서 치패를 분리, 15단 채롱에 각 칸당 평균 200-300 마리 밀도로 수용하였으며 1개월 지난 시점에 칸당 100-200 마리 밀도로 중간망에 수용하였다. 평균 각장 3 cm 이상시 본 양성기에 칸당 40-50 개체 밀도로 수용하여 15단 채롱 10개 시험 양식하였다.

일간성장율 (daily growth rate, DGR) 은 다음의 계산식으로 계산하였다.

$$\text{일간성장율 (DGR, mm/day)} = (L_e - L_i / T - t) / \text{day}$$

단, L_e 는 최종 평균각장, L_i 는 최초 평균 각장, T 최종사육일수, t 최초사육일수 이다.

시험 샘플은 각각 30 마리를 버어니어 캘리퍼스를 이용하여 각장, 각고를 mm 단위로 측정하였고, 전 중량은 전자저울을 사용하여 g 단위로 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 동해 북부 (양양군 동산리) 해만가리비 시험 장소의 환경 특성

해만가리비 시험장소인 강원도 양양군 동산리 앞 바다의 2015년도 해양환경 특성을 분석하였다. 표층 수온의 연중 평균은 14.34℃였고, 연중 최저 수온은 6.64℃로 2월에서 4월에 나타났고, 최고 수온은 25.51℃로 8월에 나타났다. 시험 해역의 저층 연중 평균 수온은 5.63℃였고, 최저 수온은 4월 6월에서 2.80-3.19℃를 나타내었다, 저층의 최고 수온은 12월에 11.80℃로 표층과는 차이를 나타내었고 변동 특성이 다르게 나타났다 (Fig. 2). 시험해역의 2015년 표층 평균 염분은 33.41를 나타내었으며, 최저 염분은 32.16으로 8월에, 최고

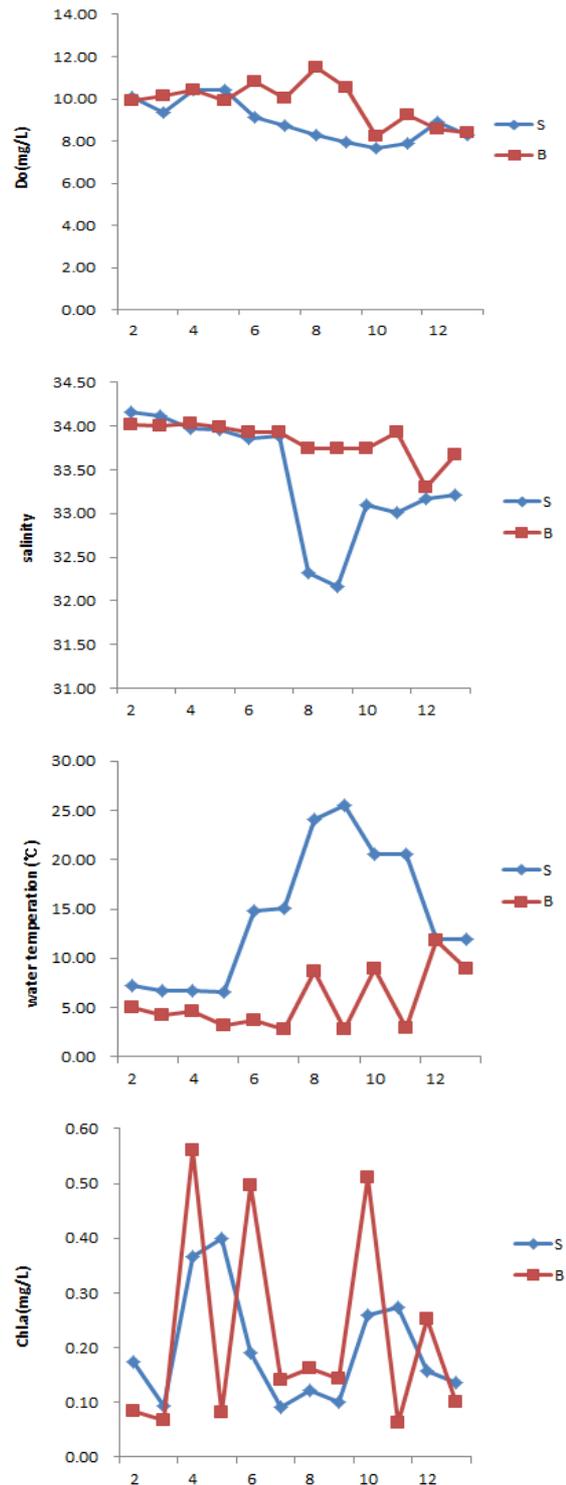


Fig. 2. Vertical profiles of environment in the Pohang Jangi coastal areas of the East Sea in 2015 (S: Surface, B: Bottom).

염분은 34.16 ‰으로 2월에 나타났다. 저층의 평균 염분은 33.84를 보였으며, 최저 염분은 12월에 33.30을 보였으며 최고 염분값은 2월 34.04로 4월에 나타났다. 2015년 표층의 평균 용존산소량은 8.93 mg/L를 보였으며, 최저 용존산소량은 10월에 7.67 mg/L 였고, 최고치는 4월에 10.44 mg/L를 나타내었다. 저층의 평균 용존산소량은 9.81 mg/L를 보였으며, 최저 용존산소량은 10월에 8.21 mg/L 였고, 최고 용존산소량은 8월에 11.49 mg/L를 보였다.

2015년 표층 클로로필-*a* 평균은 0.20 $\mu\text{g/L}$ 였고, 최저 클로로필-*a*는 0.09 $\mu\text{g/L}$ 로 8월에 나타났고, 최고 클로로필-*a*는 0.40 $\mu\text{g/L}$ 로 4월에 나타났다. 저층 클로로필-*a* 평균값은 0.22 $\mu\text{g/L}$ 였고, 최저 클로로필-*a* 0.06 $\mu\text{g/L}$ 으로 8월에 보였으며, 최고 클로로필-*a* 0.56 $\mu\text{g/L}$ 으로 4월에 보였다.

동해안과 남해안은 해양환경 측면에서 차이를 보이고 있으며 이로 인하여 주요 양식 품종인 큰가리비는 주로 동해북부에서 양식되고 있는 반면에 해만가리비는 주로 경남 고성군과 통영에서 이루어지고 있다 (Kim *et al.*, 2015; Kim *et al.*, 2014).

큰가리비, 해만가리비를 비롯한 가리비류의 성장과 생존율에 직접 영향을 주는 해양환경 요소로 수온, 염분, 용존산소, 클로로필-*a* 등이 있다 (Andi, 1993). Kim *et al.*(2014)의 연구보고에 따르면 큰가리비의 성장에 적절한 수온 범위는 15-20°C로 동해 북부해역인 강원연안의 경우 6월-8월에 15°C 이하의 분포를 보인 반면 동해 남부 해역인 경북 연안에서는 6월-10월까지 15°C 이상의 수온 양상을 나타내었다. 우리나라 남해안의 경우 수온은 12.2-24.5°C로 21.1-24.5°C를 보인 7-9월에 해만가리비 성장이 가장 양호한 연구 결과가 있다 (Oh *et al.*, 2002). Kim *et al.* (2015)의 연구 결과에 따르면 2014년도 동해 남부 해역의 표층 수온의 평균은 17.79°C, 최저 수온은 2월에 13.16°C, 최고 수온은 8월 23.38°C로 해만가리비 성장에 적합한 수온을 보였다. 2015년도 남해안의 수온은 2월 6.63°C, 8월에 28.05°C, 12월 13.51°C를 보였고, 클로로필-*a*는 2월 7.01 $\mu\text{g/L}$, 8월 12.95 $\mu\text{g/L}$, 12월 1.24 $\mu\text{g/L}$ 를 보였다 (NIFS, 2015).

온대성 패류로 알려져 있는 해만가리비는 하절기 이후 수온이 하강하는 10-11월에 성장이 둔화되기 시작하며 이때의 수온은 16.0-19.7°C 이며 성장이 정지되는 시기는 12월이라고 밝혔다 (Oh *et al.*, 2002). 해만가리비를 대량으로 생산하는 중국 발해만의 연중 수온범위는 1-27°C범위를 보이고 있으며 봄철에 수온이 상승하기 시작되며 4월에 11°C 상승, 늦가을 시점인 11월에 11°C 로 하강하는 수온 특성을 가지고 있는 발해만이 해만가리비 양식에 적합하다고 밝혔다 (Zhang, 1995). 중국수산과학원 황해수산연구소 (YSFRI, 1991)는 해만가리비의 생존 가능한 수온은 -1.31°C 로 넓게 형성되어 있으며 최저 수온은 18-28°C이며 수온이 10°C 이하로 하강하면 성장

이 지체되고, 5°C 이하에서는 성장이 정체된다고 보고하였다. Kim *et al.* (2015)의 연구보고에 따르면 동해남부 해역의 경우 10월까지 평균 수온이 21.1°C로 해만가리비가 성장하기에 적합한 수온을 보이고 있어 동해안도 해만가리비 양식이 가능함을 보여 주고 있다. 우리나라 남부 해역인 여수지역의 수온은 10.4-25.5°C, 8월 수온이 22.9-25.4°C (평균 수온 23.4 \pm 1.514°C)를 보였으며, 12월의 수온은 10.4-12.6°C로 동해 남부 지역의 수온은 동해 북부와 달리 높게 형성되고 있다 (Oh *et al.*, 2003). 중국 수산과학원 황해수산연구소의 연구보고에 따르면 해만가리비의 적정 염분 범위는 27.32-33.10‰이다 (YSFRI, 1991). 해만가리비는 저염분인 15‰에서도 80% 생존 (Mercaldo and Rhodes, 1982)과 저수온 10°C 환경의 담수에서도 48시간 동안 생존이 가능하다는 연구결과가 있어 (Belding, 1910; Castagna and Chanley, 1973; Duggen, 1975) 광수온과 염분성을 가지고 있는 양식 품종으로 평가된다. Kim *et al.* (2015)의 연구 결과에 의하면, 포항지역의 표층 평균 염분은 33.42‰였고, 8월에 최저 염분인 30.80‰ 나타나고 2월에 최고 염분값인 34.47‰ 값을 보였다. 동 지역의 평균 염분 34.06, 8월에 최저 염분값으로 33.73, 2월에 최고 염분값으로 34.23을 보여 수온과 염분은 해만가리비 양식에 적합한 환경이었다. Oh *et al.* (2002) 연구에 따르면 남해 역의 클로로필-*a* 농도값은 1.23-11.05 $\mu\text{g/L}$ 으로 Rhodes and Wildman (1980)의 연구결과와 해만가리비의 성장에 적합한 클로로필-*a*는 1.40 $\mu\text{g/L}$ 이상이었다. Kim *et al.* (2015)의 연구결과에 따르면, 동해 남부해역인 포항지역의 2014년 표층 평균 클로로필-*a* 0.39 $\mu\text{g/L}$, 12월에 최저값의 클로로필-*a*는 0.19 $\mu\text{g/L}$, 8월에 최고 클로로필-*a* 0.63 $\mu\text{g/L}$ 로 우리나라 남부 해역과 많은 차이를 보이고 있다. 동 지역의 저층 클로로필-*a* 경우에도 0.26 $\mu\text{g/L}$ 의 평균적인 값을 나타내었고 8월에 최저 클로로필-*a* 값인 0.14 $\mu\text{g/L}$, 4월에 최고값의 0.57 $\mu\text{g/L}$ 클로로필-*a* 나타내었다. 해만가리 비 양식장의 클로로필-*a*를 분석한 Oh *et al.* (2003)에 따르면 여수 시험어장 클로로필-*a*는 1.69-7.40 $\mu\text{g/L}$ 로 동해 지역과 비교해 높은 농도값을 보이고 있다. 해양환경 측면에서 동해남부 수온은 해만가리비의 성장에 적합한 기간이 다소 많으나 클로로필-*a*는 남해안의 통영시, 여수시에 비해 낮은 값을 보였다. 동해 북부 해역인 강원도 양양군 지역의 평균 클로로필-*a* 0.20 $\mu\text{g/L}$, 최소값의 클로로필-*a*는 0.19 $\mu\text{g/L}$, 최고값 클로로필-*a*는 0.56 $\mu\text{g/L}$ 으로 Oh *et al.* (2003) 결과와 비교하면 현격한 차이를 보이고 있다.

2. 동해 북부에서의 해만가리비 양식

1) 해만가리비 성장

양양군 동산리 시험어장 해역에 해만가리비 시험을 위한 이

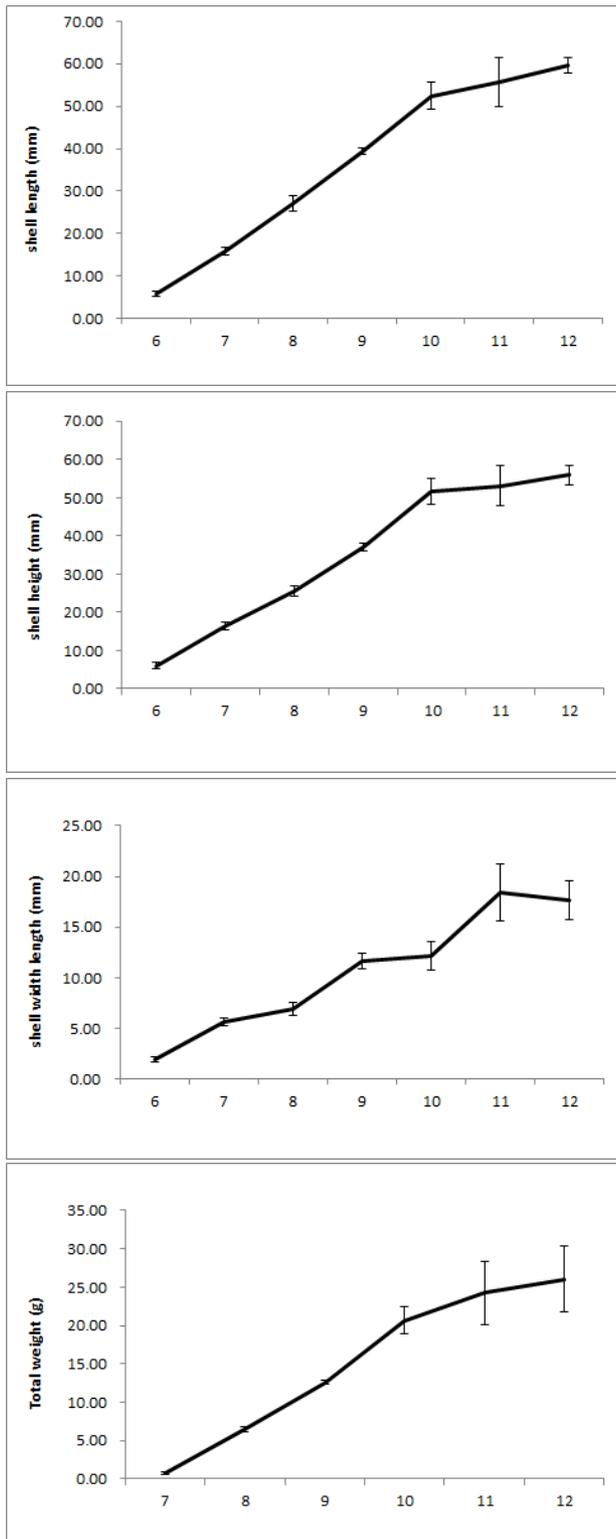


Fig. 3. Monthly change in growth of shell length, shell height, and total weight of *A. irradians*.

식은 6월에 수행되었으며 당시 치패 평균 각장은 5.79 ± 0.6 mm 이었으며, 7월에 15.83 ± 0.8 mm, 9월에 39.40 ± 0.7 mm, 11월에 55.72 ± 5.8 mm, 12월에 59.67 ± 1.7 mm로 성장하였다. 이식 당시의 평균 각고는 6.06 ± 0.7 mm 이었으며, 7월에 16.40 ± 0.9 mm, 11월에 53.16 ± 5.2 mm, 12월 55.80 ± 2.9 mm로 성장하였다 (Fig 3). 전중량은 7월에 0.78 ± 0.5 g 이었으나 11월에 24.25 ± 4.2 g으로 증가하였으며 12월에는 26.06 ± 4.3 g 으로 증가하였다. 우리나라 남부 해역에서 양성시험한 Oh *et al.* (2003) 의 해만가리비 시험 결과에 의하면, 회진지역이 6월 평균 각고 17.38 ± 0.17 mm, 12월에 50.64 ± 1.2 mm, 돌산지역은 6월 17.20 ± 0.35 mm, 12월 47.49 ± 0.62 mm를 보였다. 동절기 해만 가리비 성장 연구한 Oh *et al.* (1999) 의 결과에 따르면 각고성장이 12월에 55.20 mm 까지 성장하여 동절기에 10.17 mm 증가하였다고 보고하였다. 동기간 중형치패 대상으로 시험결과 각고성장이 23.11 mm, 소형 치패를 대상으로 시험한 결과에서는 11월에 각고성장이 가장 빠른 성장을 보였다고 밝혔다. Kim *et al.*(2015)의 연구결과인 동해남부 포항지역의 해만가리비 연구결과를 보면, 6월에 시험 당시 해만가리비의 치패 평균각장은 22.71 mm, 10월에 60.43 mm, 12월 72.40 mm 로 성장하여 동해북부와는 성장차이가 있다. 시험 당시 평균각고는 23.22 mm 이었으며, 10월에 58.88 mm, 12월에는 70.89 mm로 성장하였다. 전중량은 시험당시 6월에 2.0 g 이었으나 10월에 32.7 g으로 증가하였으며 12월에는 46.6 g 으로 증가하였다. 이러한 성장 차이는 동해북부와 남부의 수온의 차이와 관련 있는 것으로 생각된다. 본 연구에서의 동해북부 수온은 표층 수온의 연중 평균은 14.34°C인 반면에 동해남부 (Kim *et al.*, 2015) 17.79°C였고, 연중 최저 수온은 동해 북부가 6.64°C이나 동해남부는 13.16°C, 최고 수온은 동해북부가 25.51°C, 동해남부가 23.38°C로 차이를 보였다. 수온의 측면에서는 동해남부가 성장에 좋은 조건을 가지고 있으나 성장에서는 다소 차이를 보인 양식 가능성은 충분히 입증되었다.

시험 해만가리비의 각장 일간성장율은 6월 0.33 mm/day, 9월에 0.43 mm/day, 11 월에 0.13 mm/day를 나타내었다. 각고 일간성장율의 경우 6월 0.34 mm/day, 9월 0.49 mm/day, 11월 0.09 mm/day를 보였으며 전중량 일간성장율은 6월 0.20 g/day, 9 월 0.49 g/day, 11월 0.09 g/day를 보였다 (Fig. 4). 동해 남부에서 시험한 Kim *et al.* (2015) 의 결과에서 해만가리비의 일간 성장률은 각장의 경우, 4-6월이 0.35 mm/day, 6-8월 0.41 mm/day로 큰 폭으로 성장하였다. 동해남부와 북부와의 해만가리비 일간성장율 차이를 보였으며 각장과 각고의 상대성장의 경우 $y = 0.9789x$, $R^2 = 0.9949$ 로 성장하였다 (Fig 5). Oh *et al.* (2003) 의 연구에서 남해안 해만가리비의 일간성장율은 남면지역이 0.606%, 회진 지역은

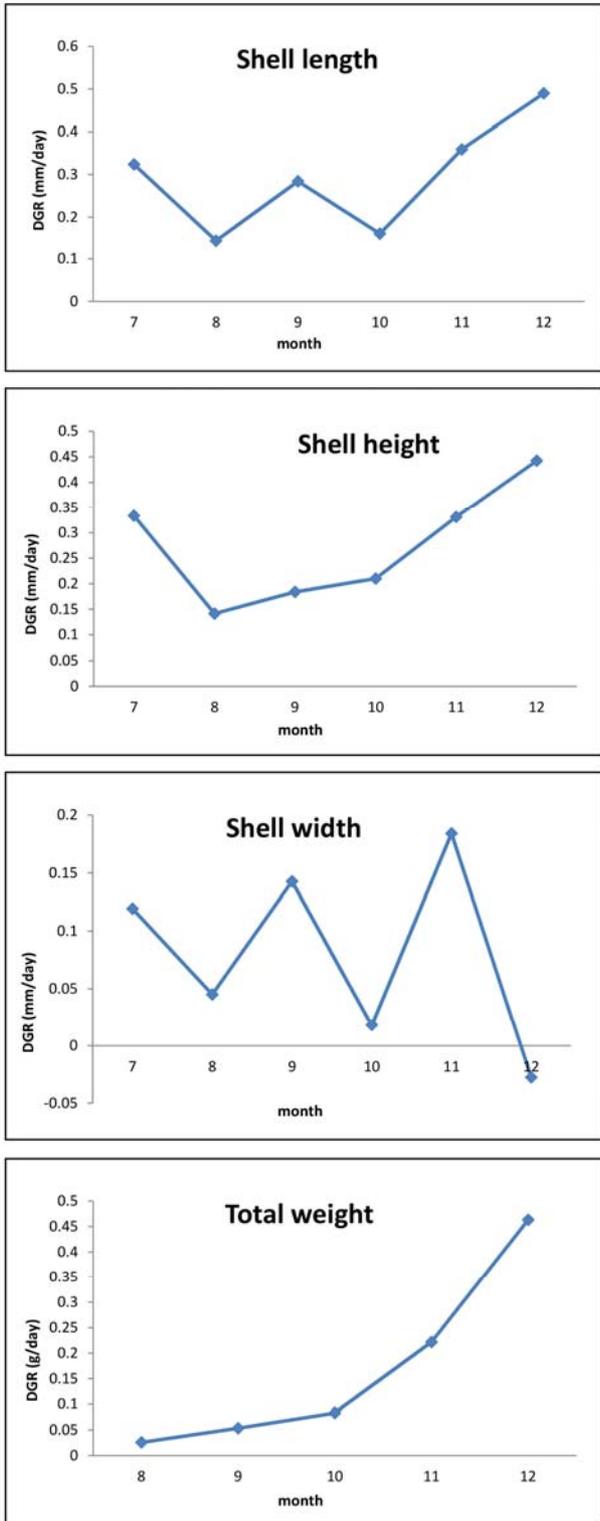


Fig. 4. Relative growth between shell length and shell height of the larvae of the scallop, *A. irradians*.

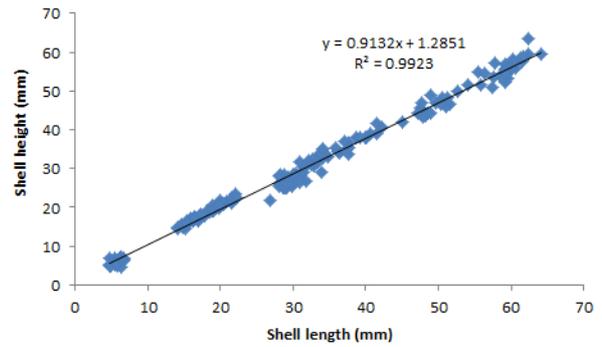


Fig. 5. Monthly change in daily growth rates of shell length, shell height, and total weight of *A. irradians*.

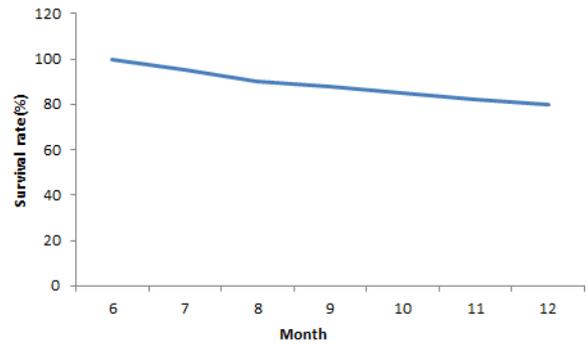


Fig. 6. Monthly survival rate of *A. irradians* at the southern East Sea shell length (mm) shell height (mm) shell width length (mm) Total weight (g)

0.581%, 돌산지역은 0.549%로 나타나 동해북부에 비해 높은 성장률을 나타내었다. 이들 지역의 성장 특성으로 7월에는 3 개 해역 일간성장율이 증가하였으나 8월부터는 감소하기 시작 하여 11-12월에는 0.027%로 급속히 감소하였다. Oh *et al.* (2002) 의 연구에서 수심 2 m의 7월의 각고 일간성장율이 가장 양호하였으나 8월부터 성장이 느려지고 9월부터는 정체 현 상을 보였다. 그러나 동해남부 포항지역의 시험 해만가리비는 8월 까지 빠른 성장을 나타내었고 시험 종료 시점인 12월에도 성장을 보였다. Oh *et al.* (2002) 의 연구결과에서 남해안의 해만가리비 평균 각고의 성장은 34.26 mm이었고, 12월 50.85 mm로 나타났고 전중량은 31.13 g으로 증가하여 중중 량은 30.32 g 이었다. 본 연구에서의 생존율은 하절기에서 10 월중에 약 5%의 폐사율이 나타났으며 12월까지 80%를 보여 양호한 생존율을 보였다 (Fig. 6). 동해남부 해만가리비 시험 양식에서는 12월에 90.3%를 나타내었다 (Kim *et al.*, 2015). 남해안 해만가리비 생존율은 표층시험구가 87.0%, 저층시험구 가 60.0%로 나타났다 (Oh *et al.*, 2002). Oh *et al.*(1999) 연 구결과에 따르면 대형치패가 12월까지 83.3% 이었으나 3월에 66.7%로 낮아졌다. 중형패는 3월에 득량만이 83.3%, 소형패

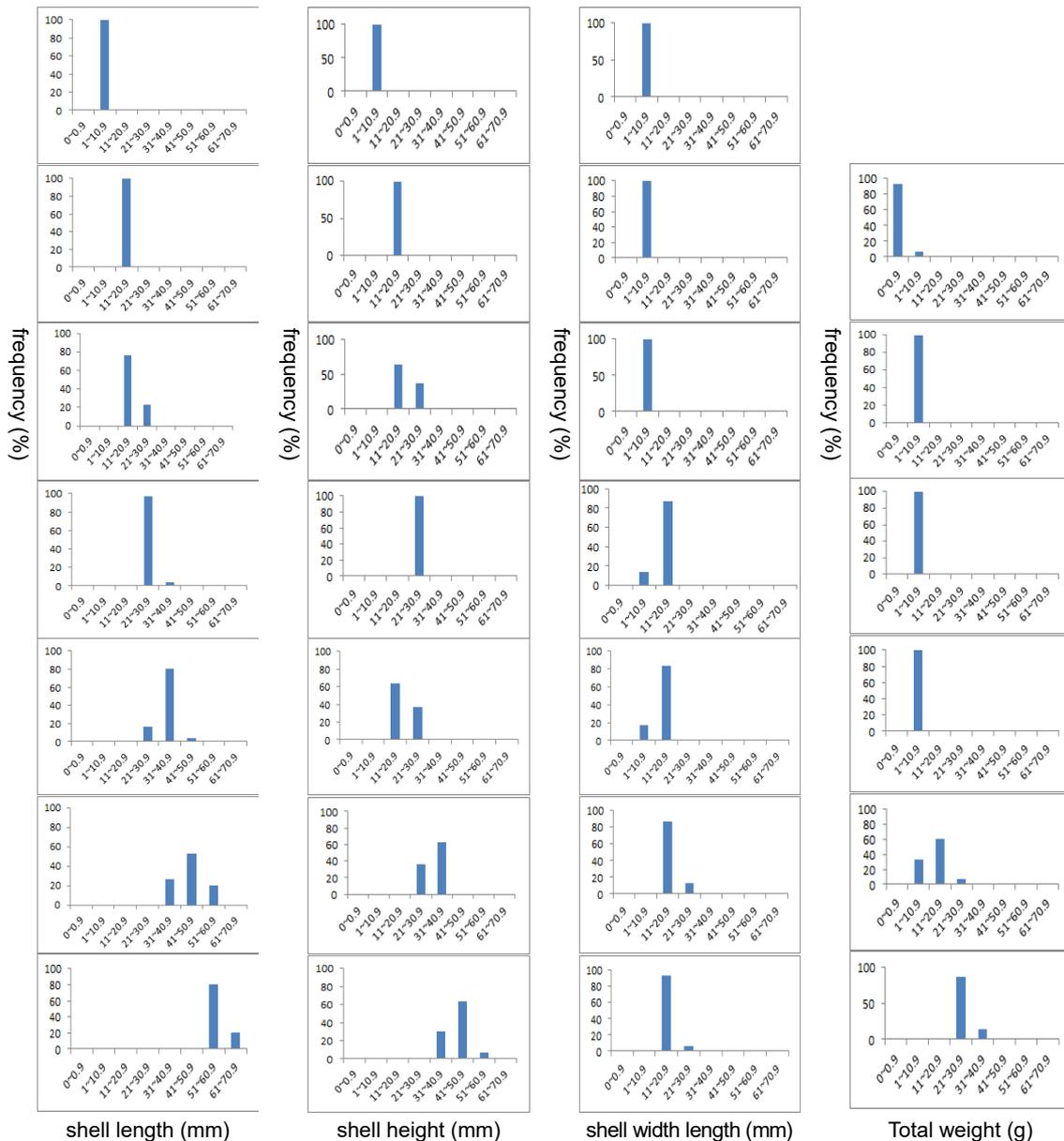


Fig. 7. Monthly changes of shell length, shell hight, total weight per aquaculture region.

는 3월에 가막만 70%이고 다른 지역은 100%를 보였다고 보고했다. 이러한 경향은 패류의 개체 크기가 클수록 기초대사 에너지가 많이 필요하나 수온이 낮은 때는 체내 대사율이 낮아져 생존율에 영향을 미치는 것으로 판단된다 (Sastry, 1966, 1968). Oh *et al.* (1999) 연구에서 10월 평균 수온은 $19.7 \pm 0.58^{\circ}\text{C}$, 12월 평균 수온은 $10.6 \pm 1.82^{\circ}\text{C}$, 2월 평균수온은 $6.8 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ 의 값을 보였다. 남해안의 해만가리비성장 특성으로 대형치패의 동절기 성장은 11월에 급속한 성장을 보였으나 12월에는 성장이 완만하게 보였고 다음해 3월까지의 성장지체 또는 감소하는 경향을 보였다. 이러한 성장 특성은 10월 중순

에서 11월 중순까지 $20.5\text{-}12.5^{\circ}\text{C}$ 이었으며, 수온 15°C 전후인 11월 성장 둔화, 11°C 전후인 12월 중순에 성장이 정지되어 3월까지 계속되어 수온과 성장은 상관관계를 보인다고 밝혔다 (Oh *et al.*, 1999). Oh *et al.* (1999) 는 해만가리비의 양식과 정에서의 생존기간이 20-26개월, 대부분 10-16개월에 일생 한번 산란한다고 밝혔다. 양식대상종으로 해만가리비 10-15 mm 치패를 양식하면 10월중에 상품크기로 성장하여 이때패류중 굴, 고막류, sea scallop (*P. magellanicus*) 등의 순으로 양식 효과가 우수한 품종이다 (Castagna and Duggan, 1973). 시험양식한 해만가리비의 각장 분포도는 시험 당시 6

월은 0-10 mm 구간이 100% 이었으며 10월에는 21-30 mm 16.7%, 31-40 mm 80%, 41-50 mm 3.3%, 12월에 51-60 mm 80%, 61-70 mm 20% 이었다. 각고의 경우, 시험당시인 6월에 1-10 mm 100% 이었으나 10월에 21-30 mm 36.7%, 31-40 mm 63.3%, 12월 41-50mm 3.3%, 51-60 mm 93.4%, 61-70 mm 3.3% 이었다. 전중량의 10월 분포도는 1-10 g 구간이 100%, 11월 1-10 g 33.3%, 11-20 g 구간이 60%, 21-30 g 구간이 6.7%, 12월 분포도는 21-30 g 86.7 %, 31-40 g 13.3% 를 보였다. 동해남부 해만가리비 시험양식한 성장 분포도 6월, 20-30 mm 크기의 가리비가 90%의 분포를 보였고, 60-80 mm 크기의 가리비가 약 53%, 12월, 60-80 mm가 100%를 보였다 (Kim *et al.*, 2015). 동 연구에서 각고 분포도는 6월, 20-30 mm 구간이 90%, 12월 60-80 mm 구간이 100%의 분포를 보였다 (Fig. 7).

동해북부 해역인 강원도에서는 냉수성 패류인 큰가리비 위주의 양식이 이루어져 왔고 해만가리비는 남부해역에서만 양식이 가능하였다. 이는 수온과 영양염의 차이에서 비롯되었다고 판단된다. 동해수산연구소에서 동해남부 해역에서 시험 양식에 성공하였으며 성장면에서 남해안과 차이가 거의 없었다. 환경적인 측면에서 동해 남부 해역의 수온이 해만가리비 성장에 유리한 측면이 있어 남해안에 비하여 좋은 조건을 가지고 있으나 먹이생물의 척도인 클로로필- α 값은 낮은 것으로 조사되었다. 본 연구에서 동해북부 해역의 환경 특성은 해만가리비 양식에 필요한 수온과 영양염이 남해안에 비해 불리한 여건을 보이거나 지속적인 성장과 높은 생존율에서 양식 가능성이 확인되었다. 동해산 해만가리비는 수확까지 폐각 외형에 이물질과 부착동물이 거의 없어 상품성이 뛰어나고 이식 이후 12월에 상품으로 판매가 가능해 양식품종으로 가능성이 확인되었다. 본 연구에 의거, 동해안의 큰가리비 단일 품종 양식의 단조로운 양식에서 벗어나 해만가리비 양식 산업 확대로 어업인의 소득 증대에 기여할 것으로 사료된다.

요 약

국립수산과학원 동해수산연구소는 강원도 양양군 동산리 시험어장 해역에 해만 가리비 양식가능성 연구를 수행했다. 시험을 위한 이식은 6월에 수행되었으며 당시 치패 평균 각장은 5.79 ± 0.6 mm 이었으며, 7월에 15.83 ± 0.8 mm, 9월에 39.40 ± 0.7 mm, 11월에 55.72 ± 5.8 mm, 12월에 59.67 ± 1.7 mm로 성장하였다. 이식 당시의 평균 각고는 6.06 ± 0.7 mm 이었으며, 7월에 16.40 ± 0.9 mm, 11월에 53.16 ± 5.2 mm, 12월 55.80 ± 2.9 mm로 성장하였다. 전중량은 7월에 0.78 ± 0.5 g 이었으나 11월에 24.25 ± 4.2 g으로 증가하였으며 12월에는 26.06 ± 4.3 g으로 증가하였다. 각장 일간성

장은 6월 0.33 mm/day, 9월에 0.43 mm/day, 11월에 0.13 mm/day를 나타내었다. 각고 일간성장율의 경우 6월 0.34mm/day, 9월 0.49 mm/day, 11월 0.09 mm/day를 보였으며 전중량 일간성장율은 7월 0.20 g/day, 9월 0.27 g/day, 11월 0.06 g/day를 보였다. 각고의 상대성장의 경우 $y = 0.9132x$, $R^2 = 0.9923$ 으로 성장하였다. 본 연구 결과로 동해 북부해역인 강원도에서도 해만가리비 양식 가능성이 입증되었다. 따라서, 동해안에서 큰가리비 단일 품종 양식의 단조로운 양식에서 벗어나 해만가리비 양식 산업 확대로 어업인의 소득증대에 기여할 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원 연구과제 『해역특화 생태통합양식(IMTA) 기술 개발, R2016015』의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다

REFERENCES

- Andi, A. (1993) Differential growth characteristics of sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin, 791) in suspended culture. 95 pp. Degree of Master of Science (Biology). Acadia University.
- ATKATI. (2015) ATKATI, Korea agro-fisheries & food trade corporation. Belding, D.L. (1910) A report upon the scallop fishery of Massachusetts. Commonwealth of Massachusetts, Boston, pp. 150.
- Castagna M. and Chanley, p. (1973) Salinity tolerance of some marine biovalves from in shore and estuarine environments in Virginia waters on the western mid-Atlantic coast. *Malacologia*, **12**: 47-96.
- Duggan, W.P. (1975) Reactions of the bay scallop, *Argopecten irradians*, to gradual reductions in salinity. *Chesapeake Science*, **6**: 284-286.
- FIS (2015) Fishery Information Service, Ministry of Oceans Fisheries, Korea.
- Han J.C., Jo Q., Chel Y.C., Park T.G., Lee D.C., Cho K.C. (2013) A report on the mass summer mortalities of the farmed Pacific oysters, *Crassostrea gigas* and Bay scallops *Argopecten irradians* in the local waters of Goseong Bay, Korea. *Korean J. Malacol.*, **29**(3): 239-244.
- Kirby-Smith, W.W. (1972) Growth of the bay scallop: the influence of experimental water currents. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **8**: 7-18.
- Kirby-Smith, W.W. and R.T. Barber. (1974) Suspension feeding aquaculture system: effects of phytoplankton concentration and temperature on growth of the bay scallop. *Aquaculture*, **3**: 135-145.
- Kim Y. D., Lee C., Shim J. M., Kim M. K., Kim G. S., Choi J. S., An W. G. and Nam M. M. (2014) A Study on the Growth of Juvenile *Patinopecten*

- yessoensis* from Different Aquaculture Regins. *Korean J. Malacol.*, **30**(4): 321-331.
- Kim Y.D., Lee C., Shim J.M., Kim G.S., Choi J.S., Nam M.M. 2015. Growth characteristics of bay scallop (*Argopecten irradians*) reared in the southern East sea. *Korean J. Malacol.*, **31**(2): 103-112.
- Lee, J.S. and Min, D.J. (2002) A catalogue of molluscan fauna in Korea. *Korean Journal of Malacology*, **18**: 93-217.
- Mercaldo, R.S. and Rhodes, E.W. (1982) Influence of reduced salinity on the Atlantic bay scallop *Argopecten irradians* (Lamarck) at various temperatures. *Journal of Shellfish Research*, **2**: 177-181
- MLTM.(2010) Ministry of land, Transport and Maritime Affairs, Marine environment standard methods, pp. 495.
- NIFS (2015) Annual Monitoring Report of Marine Environment around Aquaculture Area in Korea. Oh, B.S. and Jung C.G. (1999) Studies on the growth of bay scallop, *Argopecten irradians* in winter season in south sea of korea. *Korean j. Malacol.*, **15**(2): 71-79 [in Korean].
- Oh, B.S., Jung, C.G., Kim, S.Y. and Chung, E.Y. (2002) Reproductive cycle of the bay scallop, *Argopecten irradians* transplanted from China. *Journal of Korean Fisheries Society*, **35**(3): 201-206.
- Oh, B.S., Jung, C.G., Yang, M.H. and Kim, S.Y. (2000) Effect of rearing density in culture cage on the growth of the bay scallop, *Argopecten irradians*. *Bulletin of National Fisheries Research and Development Institute*, **58**: 88-95.
- Oh, B.S., Yang, M.H., Jung, C.G., Kim, J.I., Kim, Y.S. and Kim, S.Y. (2002) Effect of selected spat on growth of bay scallop (*Argopecten irradians*) during aquaculture. *Journal of Aquaculture*, **15**(3): 123-129.
- Oh, B.S., Jung, C.G. and Kim, S.Y. (2003) Artificial spawning, larval and spat developments of the bay scallop, *Argopecten irradians*. *Korean Journal of Malacology*, **19**(1): 19-24.
- Oh B. S., Yang M. H., Jung C. G., Kim Y. S., Kim S. Y. and Kim S.Y. (2003) Comparative Study on the Growth of Bay Scallop, *Argopectin irradians*, in the Three Rearing sites. *Korean j. Malacol.*, **19**(2): 143-152.
- Rhodes, E.W. and J.C. Widman. (1980) Some aspects of the controlled production of the bay scallop (*Argopecten irradians*). *Proc. World Maricult. Soc.*, **11**: 235-246.
- Rhodes, E.W. and Wildman, J.C.(1980) Some aspects of the controlled production of the bay scallop (*Argopecten irradians*). *Proceeding of the World Mariculture Society*, **11**: 235-246.
- Sastry, A. N. (1966) Temperature effects in reproduction of the bay scallop, *Aquipectin irradians* Lamaeck. *Bio. Bull.*, **130**: 118-134.
- Sastry, A. N. (1968) Relationships among food, temperature and gonad development of the bay scallop, *Aquipecten irradians* Lamark. *physiol. Zool.*, **41**: 44-53.
- Urban, E.R. and Langdon, C.J. (1984) Reduction in cost of diets for the American oyster, *Crassostrea* (Gmelin), by the use of non-algae supplements. *Aquaculture*, **38**: 277-291.
- YSFRI (Yellow Sea Fisheries Research Institute). (1991) Training manual on breeding and culture of scallop and sea cucumber in China. Regional sea farming development and demonstration project. p. 84.
- Zhang, F., Jianghu, M., Xiangsheng, L., Shuying, L. and Lingxin, Q. (1995) A study on the meat condition of the bay scallop in Jiaozhou Bay.