

# 큰가리비 (*Patinopecten yessoensis*) 치패의 양성지역에 따른 성장 특성 연구

김영대<sup>1</sup>, 이주<sup>1</sup>, 심정민<sup>2</sup>, 김미경<sup>1</sup>, 김기승<sup>1</sup>, 최재석<sup>3</sup>, 안원근<sup>4</sup>, 남명모<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립수산과학원 동해수산연구소, <sup>3</sup>신라대학교 바이오식품소재학과, <sup>4</sup>부산대학교 한의약전문대학원 약물의약부

## A Study on the Growth of Juvenile *Patinopecten yessoensis* from Different Aquaculture Regions

Young Dae Kim<sup>1</sup>, Chu Lee<sup>1</sup>, Jeong Min Shim<sup>2</sup>, MeeKyung Kim<sup>1</sup>, Gi Seung Kim<sup>1</sup>, Jae-Suk Choi<sup>3</sup>, Won Gun An<sup>4</sup> and Myung-Mo Nam<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Aquaculture Industry Division, NFRDI, Gangneung 210-860, Korea

<sup>2</sup>Fisheries Resources and Environment Division, NFRDI, Gangneung 210-860, Korea

<sup>3</sup>Department of Bio-Food Materials, Silla University, Busan 617-736, Korea

<sup>4</sup>Department of Pharmacology, School of Korean Medicine, Pusan National University, Yangsan

### ABSTRACT

*Patinopecten yessoensis* is known to be farmed only in the northern part of the East Sea today. In an attempt to extend its production area, we have conducted experiments both in the northern and southern parts of the East Sea and studied on their growth in an aim to use the results for increasing overall productivity of the species. Early juvenile scallops produced in February 2014 showed an average shell length of  $0.23 \pm 0.002$ . The high growth group showed an average shell length and shell height of  $4.11 \pm 0.08$  mm and  $4.28 \pm 0.09$  mm, respectively, in June while they were  $23.63 \pm 3.4$  mm and  $24.19 \pm 4.5$  mm in October. The low growth group showed an average shell length and shell height of  $2.23 \pm 0.7$  mm and  $1.99 \pm 0.9$  mm, respectively, in June while they were  $17.06 \pm 3.4$  mm and  $17.59 \pm 4.5$  mm in October. The daily growth rate of the high growth group was 0.037 mm/day and 0.027 mm/day for the low growth group. In August, we measured the shell length of *Patinopecten yessoensis* from Yangyang-gun, Gangneung-si, Yeongdeok-gun, and Pohang-si. *Patinopecten yessoensis* from Pohang-si showed the best growth performance with its shell length of  $26.90 \pm 3.6$  mm. *Patinopecten yessoensis* from Yeongdeok was the second largest with its shell length of  $23.56 \pm 3.4$  mm. We presume that optimal water temperature and phytoplankton abundance of the two regions have contributed to the good growth performance of the species.

**Keyword** : Juvenile Scallop, *Patinopecten yessoensis*, Growth, Water temperature, Region

### 서 론

우리나라 가리비과는 24종이 서식하고 있다고 보고되고 있으며 (Lee and Min, 2002), 동해안 북부해역에 주로 분포하는 큰가리비 (*Patinopecten yessoensis*) 는 산업적으로 중요 종으로 각장이 200 mm까지 성장하는 대형종이다 (Oh *et al.*, 2008). 큰가리비의 서식장으로는 북위 35도 이상의 고위도로 우리나라 동해안, 일본의 북해도, 러시아의 동해 및 사할린에 주로 서식하며 서식 수심은 10-50 m가 주 서식 수심이나 최대 200 m까지 서식한다고 보고되어져 있다 (Oh *et al.*, 2008). Oh *et al.* (2008) 에 따르면, 1971년 경북 영일만에서 900톤의 자연산 가리비가 생산되었으나 남획, 수온 변동 등의

Received: December 9, 2014; Revised: December 20, 2014;  
Accepted: December 24, 2014

Corresponding author : Myung-Mo Nam

Tel: +82 (54) 782-5497 e-mail: mmnam@korea.kr  
1225-3480/24544

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.

원인으로 생산량이 감소하고 있다. 동해안 큰가리비 생산량은 1997년 1,200톤의 최대 생산이후 2001년 대량폐사 이후 산업이 위축되어 2002년에는 59톤까지 생산량이 축소되었고 (Park, 1998) 현재는 약 500여톤으로 생산이 되고 있어 점차 회복되는 추세이다 (NFRDI, 2013).

가리비의 수입량은 약 10천톤이 달하고 있으며 양식에 필요한 종묘 약 90 %를 종묘는 중국에서 수입하여 양식에 충당하고 있으며 최근에는 중국에서도 대량폐사가 발생하는 문제점을 안고 있으며 성장과 생존율이 국내산보다 낮은 문제도 있다 (NFRDI, 2013).

큰가리비에 대한 연구로 국외에서는 성장 연구로 Yamamoto (1964), Ishihara (1966), Belogradov (1974), Imai (1977), Silina (1978), Ventilla (1982), Tomita *et al.* (1982), Maru (1985), Ito *et al.* (1988), Wildish *et al.* (1988) 와 기초 생리생태 (Bourne *et al.*, 1989; Shumway, 1991) 등이 있다. 가리비류 중 해만가리비 (bay scallop, *Argopecten irradians irradians*) 의 밀도별 성장(Rhodes and Widman, 1980, 1984), giant scallop, (*Placopecten magellanicus*) 의 밀도별 성장과 생존시험(Parsons and Dadswell, 1992, 1994; Penney, 1995; Penney and McKenzie, 1996; Penney and Mills, 2000), 아일랜드 가리비 (iceland scallop, *Chlamys islandica*) 의 양성시험 (Wallace, 1982; Wallace and Reines, 1984) 등이 있다. 큰가리비의 산란유발 (Kang *et al.*, 1982, Kang *et al.*, 1996), 생식주기 (Chang *et al.*, 1997), 중간육성 (Park *et al.*, 2000), 성장 (Park, 1998, Park *et al.*, 2001), 소화맹낭의 계절적 변화 (Chang, 1991) 의 선행 연구가 있다. Yoo (1969) 의 먹이와 성장에 관한 보고 이후 Lee and Chang (1977), Yoo *et al.* (1979)의 자연채묘에 관한 연구와 Pyen and Rho (1978), Kang *et al.* (1982) 의 인공종묘 생산에 관한 기초연구가 있고, 비단가리비에 대해서는 종묘생산 (Park *et al.*, 2005), 소화맹낭 (Chung *et al.*, 2005), 생식세포 분화 및 생식주기에 관한 연구 (Park *et al.*, 2008) 가 있으며, 동해 특산 품종인 고랑가리비 종묘생산 (Lee *et al.*, 2013) 에 관한 연구가 있다.

큰가리비의 자연 산란기는 5-6월로 보고되어 있다 (Oh *et al.*, 2008). 기존의 연구 결과를 살펴보면 자연산란기에 산란을 유도하여 종묘연구를 수행하여 왔다 (NFRDI, 2010, 2011). 가리비 양식은 인공종묘생산 또는 자연채묘로 치패를 생산하여 양성과정을 거친다. 고수온기인 8월까지 1 cm 전후로 성장하여 내부기관이 발달하면서 생리활성도 크게 변화한다고 보고 되어져 있다 (Maru, 1985). 기존의 양식방법으로는 치패생산 당해연도 10월경에 1차 망갈이하고 다음해 4월경에 각장 4 cm로 성장할 즈음에 본 양성으로 망갈이 하여 수확과정을 거



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

친다. 또한, 동해 북부에 한정되어 양식이 이루어지고 있는 현실에서 가리비 양식생산량 확대를 위하여 동부 북부에서 남부까지 양식시험을 통하여 성장 특성을 분석하여 생식생산량 확대를 위한 기초자료를 활용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 가리비 서식지의 생태 특성 조사

가리비 어장의 환경조사는 국립수산물연구원 동해수산연구소에서 수행하고 있는 “동해 연안어업 및 환경생태 조사” 사업의 어장환경모니터링 결과를 참조하였다. 가리비 성장조사 대상 해역인 양양, 강릉, 영덕 및 구룡포 해역의 내측 연안 정점에 대해 2014년 6월부터 10월까지 짝수월에 실시하였다. 조사정점의 수온 특성은 국립수산물연구원 시험조사선 탐구 12호에 장착된 CTD (SBE 9 plus) 를 이용하여 측정하였으며 클로로필-a 시료 채취는 채수기 (Niskin sampler) 를 이용하여 표층과 저층에서 이루어졌다. 클로로필-a 농도 분석은 해수 2 L를 0.45 μm pore membrane filter (Whatman 47 mm) 로 여과 후 여과지를 5 ml의 90 % 아세톤 용액에 넣어 4°C의 압소에서 24시간 색소를 추출한 후 형광분광광도계 (Turner Designs 10-Au Fluorometer) 로 분석하였다 (MLTM, 2010).

### 2. 큰가리비 치패의 성장 특성

#### 1) 국내산과 중국종묘와의 성장비교

조기 종묘생산을 위하여 어미관리는 Kim *et al.* (2014) 의 방법에 따라 수온조절을 통하여 성성숙을 유도하였다. 큰가리비 종묘 생산은 Kim *et al.* (2014) 의 방법에 따라 종묘를 생산하였다. 국내 조기산에서 고성장군과 저성장군을 나누어 성

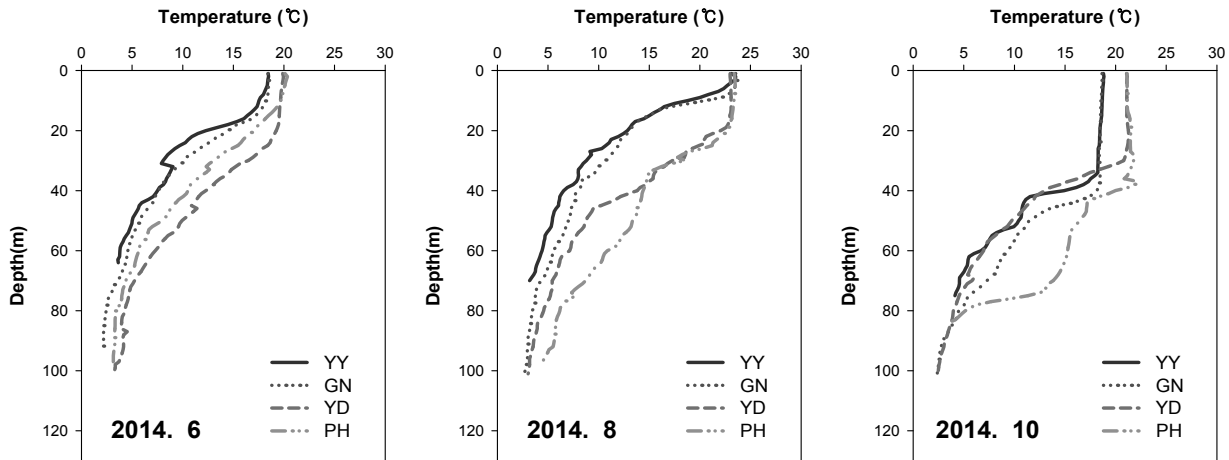


Fig. 2. Vertical profiles of temperature in the coastal areas of the East Sea in June, August and October, 2014. YY (Yangyang), GN (Gangneung), YD (Youngduck), PH (Pohang)

장 특성을 조사하였다. 2014년 2월에 채란 및 채묘한 치패의 평균 각장은  $0.23 \pm 0.002$  mm이었다. 6월부터 고정장군과 저성장을 구분하여 별도의 채롱에서 양성하였다. 각 시험 대상의 가리비 치패는 10단 채롱에 100마리씩 수용하여 수심 15-20 m에 양성하였다.

종묘생산된 치패를 대상으로 강원도 양양군의 시범어장에서 국내산과 중국산 치패의 성장을 비교 분석하였다. 시험 당시의 국내산의 각장, 각고는 각각 3.49, 3.82 mm 이었다. 중국산 치패의 크기는 각장, 각고는 1.52, 1.55 mm 이었다. 시험 샘플은 각각 30마리를 버어니어 캘리퍼스를 이용하여 각장, 각고 측정하였고 전 중량은 소수 둘째자리 전자저울을 사용하였다.

2) 큰가리비의 지역별 성장비교

강원도 양양군 수산리, 강릉시 주문진, 영덕군 대진리, 포항시 장기면에 위치한 양식장에 국내산 조기 종묘를 수하연에 양성하여 지역별로 성장 등의 특성을 분석하였다. 각 시험 대상의 가리비 치패는 10단 채롱에 100마리씩 수용하여 수심 15-20 m에 양성하였다. 시험 샘플은 양양군 시범어장에 수용한 시험용 조기산 치패이다. 일간성장률 (daily growth rate, DGR) 은 다음의 계산식으로 계산하였다.

$$\text{일간성장률 (DGR, mm/day)} = (Le - Li / T - t) / \text{day}$$

단, Le는 최종 평균각장, Li는 최초 평균 각장, T 최종사육일수, t 최초사육일수 이다

시험 샘플은 각각 30마리를 버어니어 캘리퍼스를 이용하여 각장, 각고 측정하였고 전 중량은 전자저울을 사용하였다. 통

계처리는 ANOVA test를 실시하였으며 사후 분석은 Duncon을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 큰가리비 연구 장소의 환경 특성

6월에서 10월까지 양양, 강릉, 영덕 및 구룡포연안의 수온 변동을 살펴보면 (Fig. 2), 6월에는 표층의 경우 양양과 강릉 연안에서는 평균 18.4°C, 영덕과 구룡포연안에서는 20°C 내외로 연안별 차이가 크지 않았다. 수심 20 m 층에서는 양양, 강릉, 영덕 및 구룡포연안에서 각각 평균 12.3°C, 14.5°C, 19.2°C, 17.4°C로 영덕연안의 수온이 가장 높게 나타났으며, 수심 50 m 층에서는 각각 평균 5.0°C, 5.7°C, 10.0°C, 7.9°C로 역시 영덕연안의 수온이 가장 높았다. 수온약층은 영덕연안을 제외한 연안에서는 약 20-50 m 층에 형성되어 있었으며, 영덕연안에서는 약 30-70 m 층에서 형성되어 있어 대체로 수심 20 m 층 아래에서 수온이 급격하게 하강하는 양상이었다.

8월에는 표층의 경우 동해 전 연안에서 평균 23.0-23.5°C로 거의 유사하였으며, 6월에 비해 기온 및 일사량 증가로 수온이 증가하였다. 수심 20 m 층에서는 양양, 강릉, 영덕 및 구룡포연안에서 각각 평균 12.8°C, 13.1°C, 22.7°C, 22.8°C로 양양 및 강릉연안에서는 6월과 유사한 수온을 보였으나, 영덕 및 구룡포연안에서는 6월에 비해 3-5°C 상승한 양상이었다. 수심 50 m 층에서는 각각 평균 5.4°C, 7.0°C, 8.9°C, 13.6°C로 구룡포연안의 수온이 가장 높았다. 수온약층은 양양과 강릉연안에서는 약 10-40 m 층에서 강하게 형성되어 있었으며, 영덕과 구룡포연안에서는 약 30-60 m 층에서 강하게 형성되어 있어 강원연안과 경북연안의 수온 연직분포가 뚜렷한 차이를 보였

다. 20-40 m 층의 경우 영덕과 구룡포연안에서는 수온이 약 14-22°C 범위로 양양과 강릉연안의 수온 약 7-13°C 범위에 비해 약 2배의 높은 수온을 보였다.

10월에는 표층의 경우 양양과 강릉연안에서는 평균 18.7°C, 영덕과 구룡포연안에서는 21°C 내외로 8월에 비해 다소 하강하였으며, 표층 수온이 수심 35 m 층까지 그대로 유지되는 특징을 보였다. 이에 따라 20 m 층의 수온은 양양 및 강릉연안에서는 약 5°C 증가하였고, 영덕 및 구룡포연안에서는 유사하였다. 수심 50 m 층에서는 각각 평균 10.4°C, 11.5°C, 9.7°C, 16.5°C로 역시 8월에 비해 증가한 양상이었다. 수온약층은 대체로 약 40-70 m 층에 비교적 강하게 형성되어 있었다.

가리비 양성 수심인 20-40 m 층의 수온 분포를 보면 강원연안의 경우 6월과 8월에 15°C 이하의 분포를 보인 반면 경북연안에서는 6월에서 10월까지 지속적으로 15°C 이상을 보여 가리비 성장 적수온 (15-20°C) 의 분포를 보였다. 따라서 6월에서 10월 중 20-40 m 층의 수온변동이 강원연안에서는 다소 크게 나타난 반면 경북연안에서는 그다지 크지 않았으며, 가리비 양성 수심에서의 이러한 수온 변동은 가리비의 안정적인 성장에 다소 영향을 미쳤을 것으로 보인다.

가리비 먹이원이 되는 식물플랑크톤의 현존량을 간접적으로 보여주는 지표인 클로로필-a 농도 변동을 살펴보면, 6월에는 0.07-0.30  $\mu\text{g/L}$  (평균 0.18  $\mu\text{g/L}$ ) 의 분포로 다소 낮은 평균 농도를 보였으며, 특히 양양연안에서 0.10  $\mu\text{g/L}$  이하의 매우 낮은 농도를 보였다 (Fig. 3). 강원연안보다는 경북연안에서 0.20  $\mu\text{g/L}$  이상으로 상대적으로 높게 나타났다. 8월에는 0.13-1.08  $\mu\text{g/L}$  (평균 0.47  $\mu\text{g/L}$ ) 의 분포로서 6월에 비해 평균 농도가 다소 높아졌으며, 해역별로는 6월과 마찬가지로 양양연안에서 가장 낮았고 포항연안에서 1.0  $\mu\text{g/L}$  이상으로 다소 높은 농도를 보였다. 10월에는 0.23-0.84  $\mu\text{g/L}$  (평균 0.52  $\mu\text{g/L}$ )의 분포로 평균 농도는 조사기간 중 가장 높게 나타났으며, 해역별 농도는 6월과 마찬가지로 양양에서 가장 낮고 영덕이 가장 높은 농도 분포를 보였다.

6월에서 10월 중 클로로필-a 농도는 해역별로 양양연안 (평균 0.14  $\mu\text{g/L}$ ), 강릉연안 (평균 0.39  $\mu\text{g/L}$ ), 영덕연안 (평균 0.44  $\mu\text{g/L}$ ) 및 포항연안 (평균 0.60  $\mu\text{g/L}$ ) 로서 양양연안에

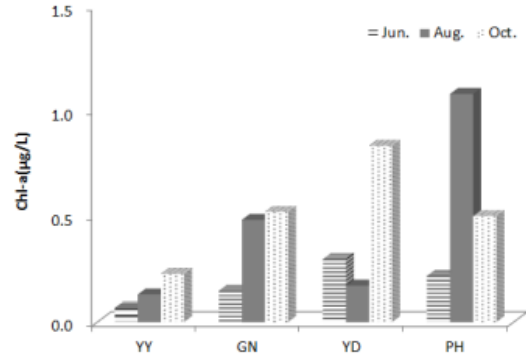


Fig. 3. Vertical profiles of chlorophyll-a in the coastal areas of the East Sea in June, August and October, 2014. YY (Yangyang), GN (Gangneung), YD (Youngduck), PH (Pohang).

서 가장 낮았고 포항연안에서 가장 높았다. 이와 같은 해역별 클로로필-a 농도 차이는 수온변동과 함께 양식어장별 가리비의 성장 차이를 보이는데 있어 영향을 주었을 것으로 보인다.

## 2. 큰가리비 치패의 성장 특성

### 1) 조기 종묘의 성장 특성

2014년 2월에 채란 및 채묘한 치패의 평균 각장, 각고는  $0.23 \pm 0.002$  mm이었다. 고성장군의 6월 평균 각장, 각고는 각각  $4.11 \pm 0.08$  mm,  $4.28 \pm 0.09$  mm이었다. 10월  $23.63 \pm 3.4$  mm,  $24.19 \pm 4.5$  mm이었다. 저성장군의 6월 평균 각장, 각고는 각각  $2.23 \pm 0.7$  mm,  $1.99 \pm 0.9$  mm이었고, 10월에  $17.06 \pm 3.4$  mm,  $17.59 \pm 4.5$  mm로 성장하였다 (Fig. 4). 일간성장률은 고성장군은 0.037 mm/day, 저성장군은 0.027 mm/day 이었다 (Fig 5).

### 2) 국내산과 중국 종묘와의 성장비교

중국산 수입 치패가 우리나라 큰가리비 양식에 대부분 활용되고 있는 실정으로, 국내산 치패와 중국산 치패와의 성장 비교 분석으로 가리비 양식 산업에 기초 자료로 활용하고자 한

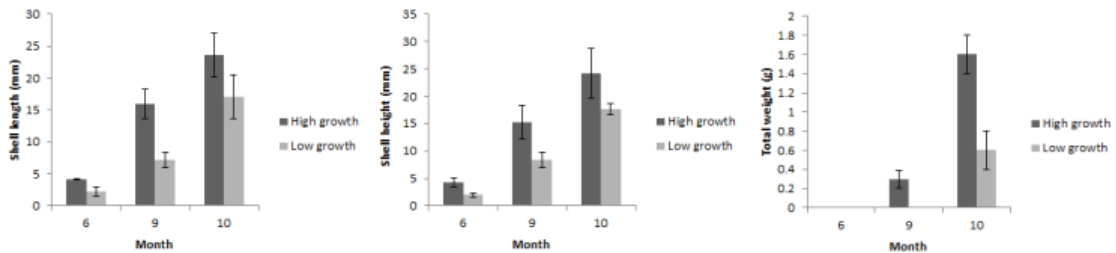


Fig. 4. Growth performance of high growth group and low growth group.

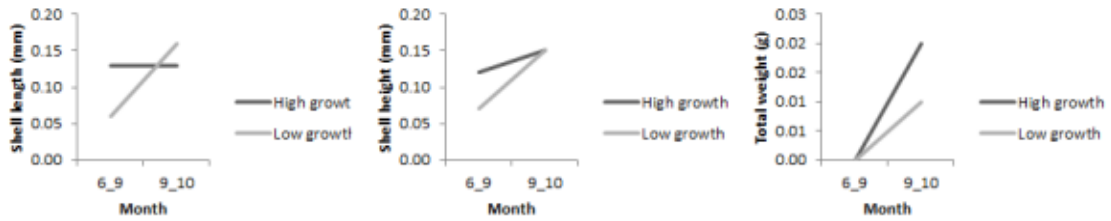


Fig. 5. Monthly change in the daily growth rates of high growth group and low growth group.

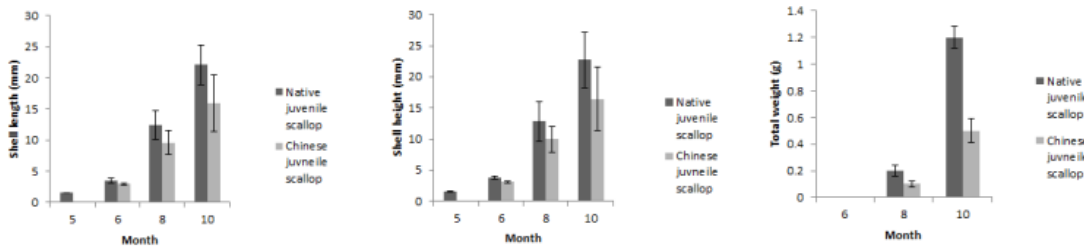


Fig. 6. Growth performance of native and chinese juvenile scallop *P. yessoensis*.

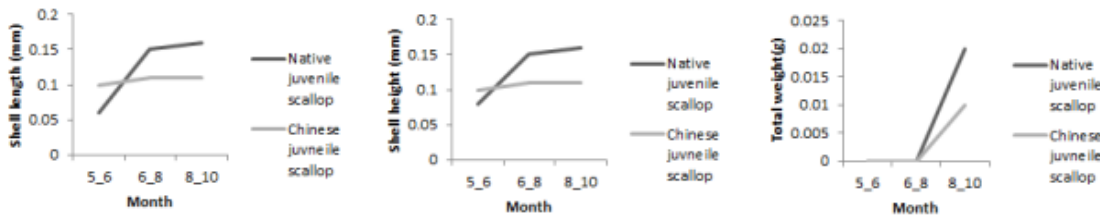


Fig. 7. Monthly change in daily growth rates of shell length, shell height, and total weight of native juvenile scallop and chinese juvenile scallop.

다. 2014년 4월에 채포, 5월에 부착기 치패로 성장한 국내산의 각장은 1.56 mm, 6월에 3.49 mm로 성장하였다. 국내산의 6월 전중량은 0.003 g이었고, 10월에는 각장  $22.09 \pm 3.49$  mm, 전중량  $1.12 \pm 0.003$  g 이었다. 수입된 중국산 치패의 경우, 6월에 각장은  $2.96 \pm 0.88$  mm, 전중량은  $0.003 \pm 0.001$  g 이었고, 10월에는 각장  $15.96 \pm 2.96$  mm, 전중량  $0.5 \pm 0.003$  g 이었다 (Fig. 6). 국내산과 중국산의 일간성장율을 보면, 국내산의 경우 6-8월에 0.15 mm/day인 반면에 중국산은 0.11 mm/day이었다. 8-10월의 국내산은 0.16 mm/day인 반면에 중국산은 0.11 mm/day 이었다. 각고의 경우, 국내산의 6-8월 일간성장율은 0.15 mm/day, 중국산은 0.11 mm/day로 각장과 같은 경향을 보였다 (Fig. 7). 큰가리비 양식에서 본 양성이란 중간육성 단계를 거쳐 각고 5-7 cm 크기를 상품 출하 크기인 각고 10 cm 내외의 어미로 양성하는 과정을 말한다 (Park *et al.*, 2001). 본양성에서는 수하식 양성 (suspended culture) 을 하며 채롱식 (lantern cage) 과 귀매달이 양성 (ear suspended) 가 사용되나 최근에는 채롱

식양성 방법이 주로 사용된다 (Park *et al.*, 2001). 귀매달이식은 초기 인력이 많이 들고 양성 과정중에 떨어지는 경우가 종종 있어 현재는 거의 사용하고 있지 않는다 (NFRDI, 2013). 가리비 양식의 중요한 요소중 하나는 양식기간을 단축하여 경제성을 확보하는 것이다 (Cropp and Hortle, 1992). 외국의 경우 내만에서 양식이 이루어져 환경 안정성이 뛰어나지만 우리나라 동해안은 외해성으로 태풍, 너울성파도 등이 상시있는 곳에서 양식이 이루어지고 있어 더욱 정교한 기술이 요구된다. 또한, 동해안은 대만난류에서 분리되어 동해안파라 북상하는 동한난류 (East Korean Warm Current) 와 시베리아 연안에서 남하하는 리만한류 (Liman Current) 에서 분리되어 내려오는 북한한류 (North Korean Cold Current) 가 교차하는 곳으로 한난류의 영향과 동해 중층수의 영향을 함께받는 해역으로 (Park *et al.*, 2001) 하절기 냉수대는 큰가리비양식의 큰 위협으로 대두되고 있다 (NFRDI, 2013). Cropp and Hortle (1992) 의 연구결과에서 8 cm 까지의 양식기간이 20개월이 소요되었고 Park *et al.* (2001) 연구에서

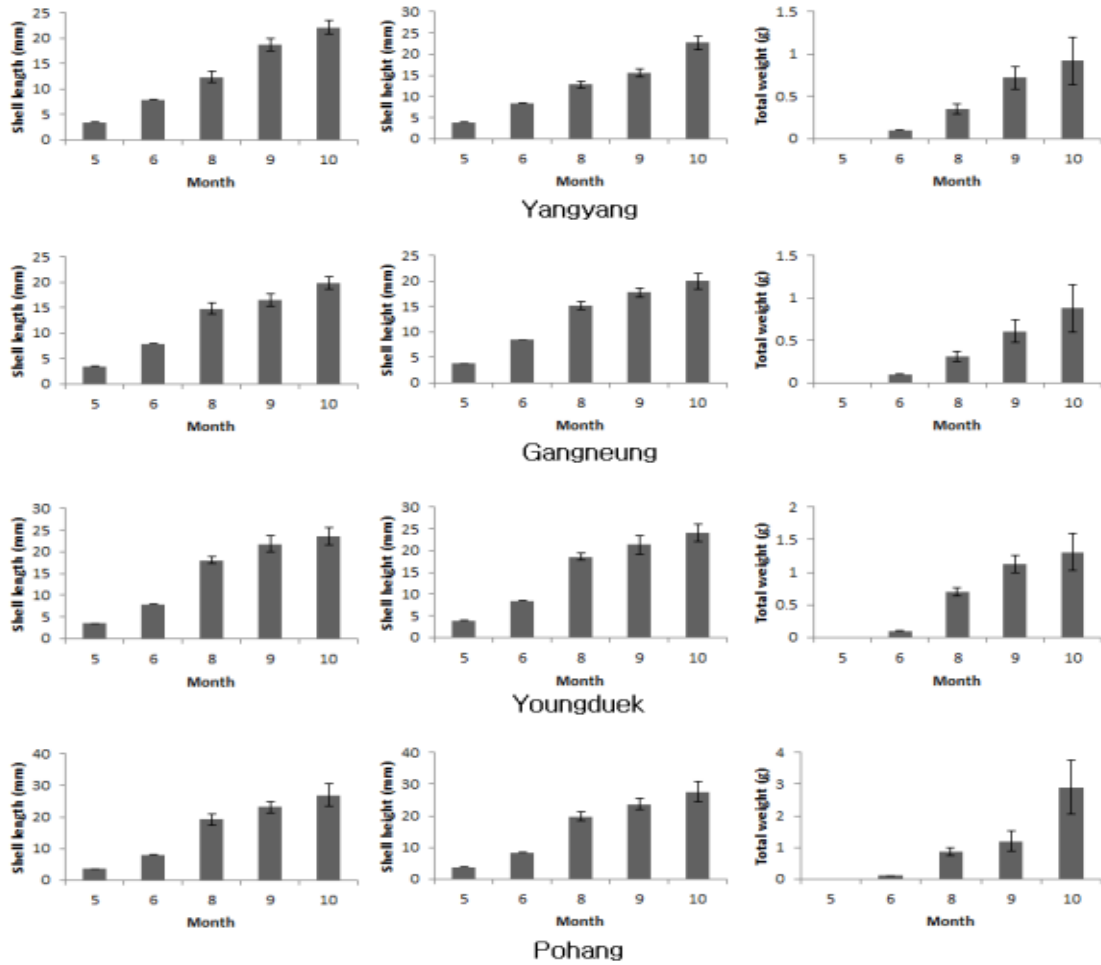


Fig. 8. A Study on the growth of juvenile *Patinopecten yessoensis* from different aquaculture regions.

는 평균각고 10 cm 이상, 전중량 140 g 내외로 성장시키는데 22개월이 소요되었으며 그중 본 양성기간인 9개월에 성장이 매우 빨랐다고 밝혔다. 또한, 이들 연구에서는 본양성 시기를 채묘 이듬해 3월에 실시할 경우 출하기간을 18개월 정도 단축할 수 있다고 하였으며, 특히, 11-12월에 각고 3 cm 내외로 성장한 당년산을 10-12개월 밀도 수용하여 양성할 경우 더욱 앞당겨 질 수 있다고 밝혔다. 본 연구에서 조기산을 사용하여 양성할 경우 다른 연구에 비해 양식기간 단축이 가능할 것으로 판단된다. 과거 영일만에서 큰가리비를 대량으로 수확 (Oh *et al.*, 2008) 한 것을 감안하면 동해 남부에서도 양식이 가능하며 동해 전역으로 큰가리비양식이 가능할 것으로 판단된다.

### 3) 큰가리비의 지역별 성장비교

지역별로 8월의 큰가리비의 각장 성장은 양양, 강릉, 영덕, 포항의 경우  $12.39 \pm 1.05$  mm,  $14.84 \pm 1.2$  mm,  $18.01 \pm 0.82$  mm,  $19.27 \pm 1.81$  mm 이었으며, 10월에는 각각

$22.09 \pm 1.21$  mm,  $19.85 \pm 1.21$  mm,  $23.56 \pm 1.78$  mm,  $26.90 \pm 1.68$  mm로 나타나 포항 지역에서 가장 성장이 양호하였고, 이어서 영덕 지역이  $23.56 \pm 3.4$  mm으로 나타났다. 각고 성장의 경우, 지역별로 8월은 양양, 강릉, 영덕, 포항의 경우  $12.85 \pm 0.78$  mm,  $15.21 \pm 0.88$  mm,  $18.61 \pm 0.85$  mm,  $19.81 \pm 1.28$  mm 이었으며, 10월에는 각각  $22.72 \pm 1.60$  mm,  $20.02 \pm 1.20$  mm,  $24.13 \pm 1.96$  mm,  $27.61 \pm 3.25$  mm로 나타나 포항 지역에서 가장 성장이 양호하였고, 이어서 영덕 지역이  $23.56 \pm 3.4$  mm으로 나타났다. 이러한 결과는 포항, 영덕 해수온이 성장에 적합하게 형성된 것으로 판단된다 (Fig. 8). 5월과 6월에는 모든 지역이 유의차가 없었다 ( $P > 0.05$ ). 그러나 7월부터 10월까지의 양양과 주문진은 유의차가 없었고 ( $P > 0.05$ ), 영덕과 포항도 역시 유의차가 없었다 ( $P > 0.05$ ). 양양과 주문진, 영덕과 포항은 유의차가 있었다 ( $P < 0.05$ ). 동해 북부의 경우 일교차가 심하고 11월부터 봄까지는 북한한류가 영향을 미치고 여름에는 동한난류와

동해중부해역에 존재하는 냉수대의 영향을 받는다 (Park *et al.*, 2001). 따라서 이들 세력의 확장 여부에 따라 수온 변동에 영향을 받고 가리비의 생리기능과 먹이생물 변동 등 다양한 환경요소가 나타난다 (Park *et al.*, 2001). Park *et al.* (2000) 연구에 따르면 평균 각고 1.77 ± 0.19 cm 시작한 시험이 수심 10 m에서 5.68 ± 0.29 cm, 15 m에서는 5.54 ± 0.34 cm, 수심 20 m에서는 5.38 ± 0.38 cm 로 성장하여 빠른 성장을 보인 반면 수심 30 m 이하에서는 4.99 ± 0.41 cm로 낮은 성장을 보였다. 큰가리비의 성장에 크게 미치는 환경 요소중에서 수온이 있으며, 수온 23°C 이상에서는 섬모운동에 영향을 미치고 5°C 이하가 오랜기간 동안 지속되면 생존에 영향을 준다고 밝혔다 (Yamamoto, 1964). Yamamoto (1964)의 연구 결과에 따르면 주 양성 수심인 10-15 m 수심의 수온은 연중 4.8-23.8°C로 한해성 큰가리비의 적정 양식수온은 5-23°C이라고 밝혔다. Park *et al.* (2000)의 연구 결과에 따르면 수심 10-30 m에서 4.7-20.3°C를 유지할 유지하여 적정 수온을 유지하였으며 성장이 빠른 시점이 9-14°C 내외로 상승하여 시기 이었다고 밝혔다. 본 연구의 6월에는 표층의 경우 양양과 강릉 연안에서는 평균 18.4°C, 영덕과 구룡포 연안에서는 20°C 내외로 연안별 차이가 크지 않았다, 수심 20 m 층에서는 양양, 강릉, 영덕 및 구룡포 연안에서 각각 평균 12.3°C, 14.5°C, 19.2°C, 17.4°C로 영덕연안의 수온이 가장 높게 분포하였다. 8월에는 표층의 경우 동해 전 연안에서 평균 23.0-23.5°C로 거의 유사하였으며, 6월에 비해 기온 및 일사량 증가로 수온이 증가하였다. 수심 20 m 층에서는 양양 및 강릉연안에서는 6월과 유사한 수온을 보였으나, 영덕 및 구룡포 연안에서는 6월에 비해 3-5°C 상승한 양상을 보여 지역에 따른 수온 차이를 보여 주었다. 10월 표층은 동해 북부해역인 양양과 강릉연안에서는 평균 18.7°C, 동해 남부해역인 영덕과 구룡포가 21°C 내외로 지역별로 차이를 보였으나 표층 수온이 수심 35 m 층까지 그대로 유지되는 특징을 보였다. 따라서 수온의 측면에서도 가리비 성장에 적정을 유지되 비교적 높은 수온을 보인 포항, 영덕지역의 큰가리비 성장이 양호한 것에 뒷받침 한다.

강릉시 주문진의 클로로필-a 농도는 1992년 클로로필-a 농도는 0.09-2.82  $\mu\text{g/L}$ , 1993년도 0.11-3.14  $\mu\text{g/L}$ 를 보였으며 3-4월에 표층에서 수심 30 m까지 1.51-3.14  $\mu\text{g/L}$ 의 높은 농도로 특히, 수심 10-15 m층이 높았다. 그러나 7-8월에는 낮은 값을 보이다가 10-11월에 0-15 m에서 0.68-1.76  $\mu\text{g/L}$ 로 높아지는 경향을 보였다 (Park *et al.*, 2000). 본 연구에서는 경북연안에서 0.20  $\mu\text{g/L}$  이상으로 강원연안 보다 상대적으로 높게 나타났다. 8월 0.13~1.08  $\mu\text{g/L}$  분포로서 6월에 비해 평균 농도가 다소 높아졌으며, 양양연안에서 가장 낮았고 포항 연안에서 1.0  $\mu\text{g/L}$  이상으로 다소 높은 농도를 보였다. 10월에도 0.23~0.84  $\mu\text{g/L}$  (평균 0.52  $\mu\text{g/L}$ )의 분포로 평균 농

도는 조사기간 중 가장 높은 경향을 보였으며, 양양에서 가장 낮고 영덕이 가장 높은 농도 분포를 보였다. Wallace and Reinsnes (1984)의 연구 결과에 따르면 가리비 성장에 미치는 요소로 먹이 생물인 식물플랑크톤 량과 종류가 있다고 밝혔다. 패류에서 온도와 영양조건의 관계에 관련된 연구로는 Kirby-Smith and Barber, 1974; Rodhouse *et al.*, 1981; MacDonald and Thompson, 1985; Wilson, 1987가 있다. 부영양화의 기준인 10  $\mu\text{g/L}$  (Yoshida, 1973) 보다 못미치는 값을 보였으며, 우리나라의 진해만의 1.4-55.3  $\mu\text{g/L}$ , 일본 가리비 양식장의 0.8-4.6  $\mu\text{g/L}$ 에 비해서 낮은 값이다 (Park *et al.*, 2000). Park *et al.* (2000)의 연구 결과에 따르면 중간 육성패의 성장이 빠른 해에는 2-4월 클로로필-a 농도가 2-3  $\mu\text{g/L}$  이상으로 높은 시기였고 성장은 낮은 해에는 클로로필-a 농도가 1  $\mu\text{g/L}$ 로서 먹이생물 변동량이 큰가리비 성장에 영향을 미친다고 밝혔다.

6월에서 10월 중 클로로필-a 농도는 해역별로 양양연안 (평균 0.14  $\mu\text{g/L}$ ), 강릉연안 (평균 0.39  $\mu\text{g/L}$ ), 영덕연안 (평균 0.44  $\mu\text{g/L}$ ) 및 포항연안 (평균 0.60  $\mu\text{g/L}$ )로서 양양연안에서 가장 낮았고 포항연안에서 가장 높았다. 이와 같은 해역별 클로로필-a 농도 차이는 수온변동과 함께 어장별 가리비의 성장 차이를 보이는데 있어 영향을 주었을 것으로 보인다.

#### 4) 큰가리비의 일간성장률

큰가리비 각장의 일간성장률을 지역별로 보면, 양양의 경우 0.11-0.21 mm/day의 범위로 8-9월에 최대였고 9-10월에 최소였다. 강릉은 0.05-0.15 mm/day로 양양 개체군이 최대 성장을 보인 8-9월에 최소값을 보였고 5-6월에 최대값을 나타냈다. 영덕과 포항은 각각 0.06-0.17 mm/day, 0.13-1.19 mm/day범위로 6-8월에 최대였고 9-10월에 최소였다 (Fig. 9). 각고의 경우, 양양 개체군은 0.09-0.24 mm/day 범위를 보여 9-10월에 최대생장을 하는 것으로 확인되었다. 강릉 개체군은 0.07-0.15 mm/day범위로 5-6월에 최대값을 보였고 영덕과 포항은 각각 0.09-0.15 mm/day, 0.13-0.19 mm/day의 범위로 6-8월에 최대 성장을 하는 것으로 확인되었다. 지역별 상대성장 결과를 살펴보면 양양의 경우  $y = 0.9633X$ ,  $R^2 = 0.853$ 으로 각고와 각장이 비슷한 비율로 성장하였다. 강릉은  $y = 1.0385X$ ,  $R^2 = 0.9649$ , 영덕  $y = 1.0104X$ ,  $R^2 = 0.9814$ , 포항  $y = 1.0272X$ ,  $R^2 = 0.9717$ 의 값을 보였다 (Fig. 10). Park *et al.* (2000)의 연구결과에 따르면 수심 10 m에서, 단위면적 ( $\text{m}^2$ ) 당 10개체를 수용할 경우 각고의 일간성장률은 0.247 mm/day였고, 일본 사로마에서는 0.122 mm/day로 차이를 보였다. 수용밀도를 달리하여 단위면적당 50개체를 수용할 경우 일간성장률은 0.205 mm/day, 100개체 0.178 mm/day, 200개체 0.151 mm/day로 수용밀도에

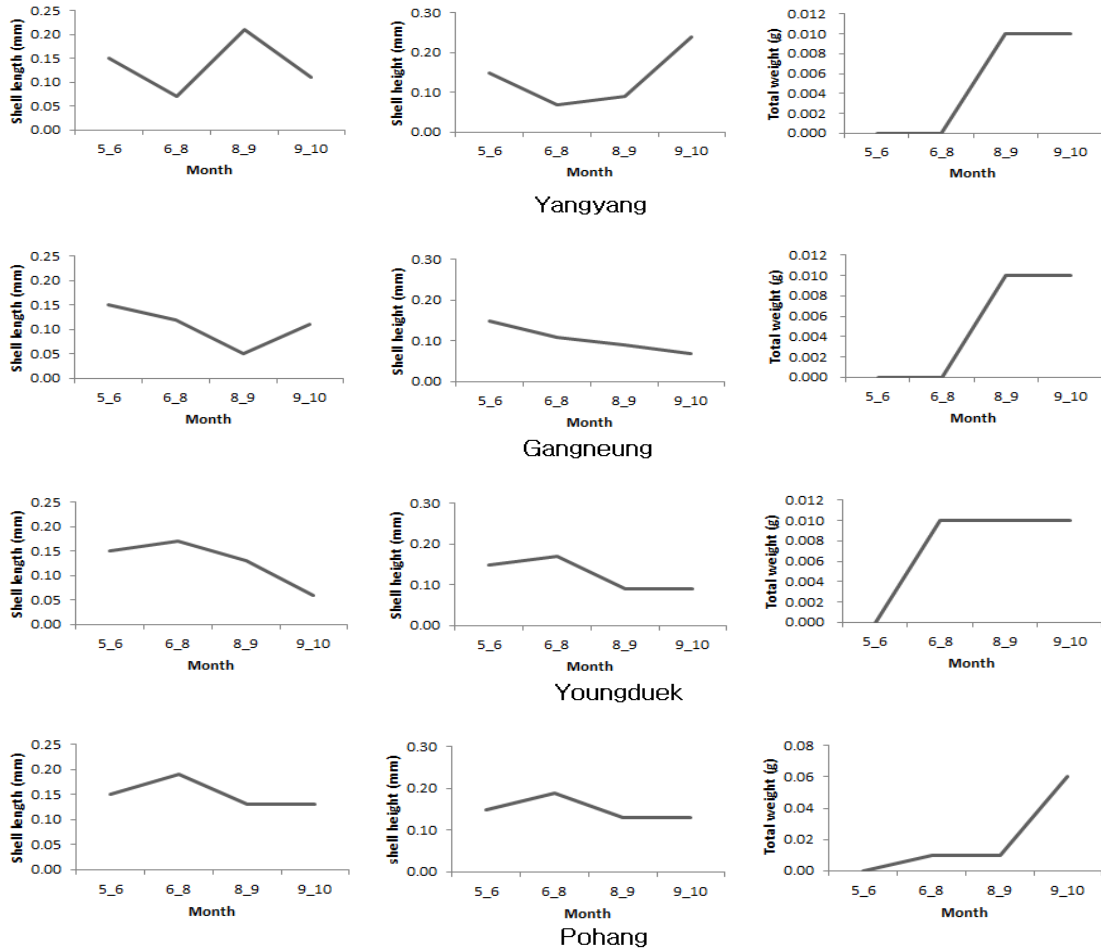


Fig. 9. Monthly change in daily growth rates of shell length, shell height, and total weight for different aquaculture regions.

따라 차이를 보였다. Parsons and Dadswell (1992) 의 연구 결과에서는 0.05-0.14 mm/day를 보였다. Park *et al.* (2000) 의 동해 북부의 연구결과, 1-2월보다는 3-4월이 성장이 높게 나타난다고 밝혔다. 이는 적정 수온범위에서는 낮은 온도 보다 다소 높은 온도가 큰가리비 성장에 좋은 영향을 미치는 것으로 판단하고 있다. 본 결과에서도 포항, 영덕지역의 성장이 높게 나타난 것은 수온이 적정 범위에서 높게 형성된 것이 성장에 도움이 되었다고 판단된다. 적정 양성 수심으로 10-15 m가 20-25 m 보다 성장에서 좋은 결과 보였는데 이는 수온과 관계가 깊다 (Park *et al.*, 2000). Park *et al.* (2000) 은 7-8월중으로 1차 분산하도록 하고 있으나 최근의 국립수산물과학원에서는 여름철에는 가능한 망갈이 등을 하지 않도록 권고하고 있다. 이는 여름철 고온과 강렬한 직사광선이 가리비 폐사에 많은 영향을 미치기 때문이다.

지역별로 큰가리비의 성장에 따른 분포도를 보면 양양군의 경우, 각장, 각고, 중량에서는 5-6월에서는 0-10 cm, 0-1 g 에

모두 분포하였으나 8월에는 각장, 각고가 11-20 cm에 분포하였고 10월에는 21-30 cm 구간에 각장, 각고가 80%가 속하였으며 중량의 경우에도 1.1-2.0 g 사이에 50% 분포하였다. 강릉시의 경우, 각장, 각고, 중량에서는 5-6월에서는 0-10 cm, 0-1 g 에 모두 분포하였으나 8월에는 각장, 각고가 11-20 cm에 분포하였고 10월에는 21-30 cm 구간에 20%가 속하였으며 중량은 1.1-2.0 g 사이에 80% 분포하였다. 영덕군의 경우, 각장, 각고, 중량에서는 5-6월에서는 0-10 cm, 0-1 g 에 모두 분포하였으나 8월에는 각장, 각고가 11-20 cm에 90%, 21-30 cm 구간에 10% 분포하였고 10월에는 21-30 cm 구간에 80%, 31-40cm 에 20%가 분포하였으며 중량은 1.1-2.0 g 사이에 20% 분포하였다. 포항시시의 경우, 각장, 각고, 중량에서는 5-6월에서는 0-10 cm, 0-1g 에 모두 분포하였으나 8월에는 각장, 각고가 11-20 cm에 분포하였고 10월에는 21-30 cm 구간에 20%가 속하였으며 중량은 2.1-3.0 g 사이에 50%, 3.1-4.0 g 사이에 20% 분포하였다 (Fig. 11).



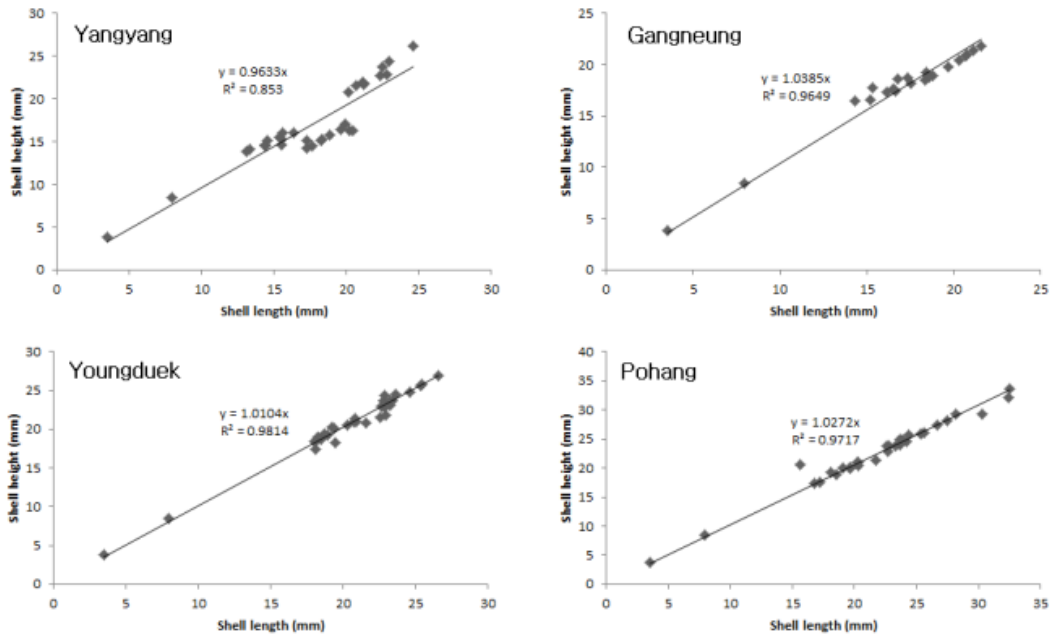


Fig. 10. Relationship between growth parameters per aquaculture region.

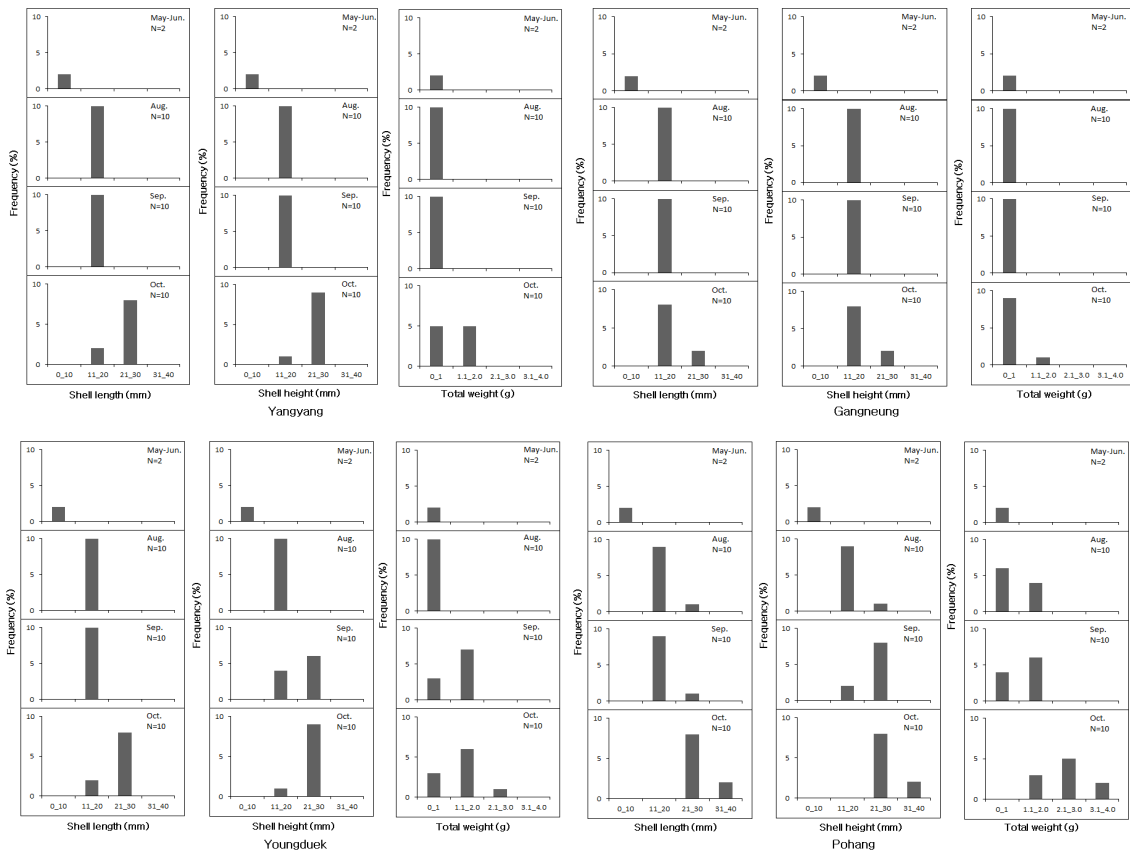


Fig. 11. Monthly changes of shell length, shell hight, total weight per aquaculture region.

## 요 약

현 시점에서 동해 북부에 한정되어 양식이 이루어지고 있는 큰가리비 양식생산량 확대를 위하여 동부 북부에서 남부까지 양식시험을 통하여 성장 특성을 분석하여 생식생산량 확대를 위한 기초자료를 활용하고자 한다. 조기 종묘의 성장 특성으로 2014년 2월에 채란 및 채묘한 치패의 평균 각장, 각고는  $0.23 \pm 0.002$  mm이었다. 고성장군의 경우, 6월에 평균 각장, 각고는 각각  $4.11 \pm 0.08$  mm,  $4.28 \pm 0.09$  mm이었다. 10월에는  $23.63 \pm 3.4$  mm,  $24.19 \pm 4.5$  mm이었다. 저성장군의 경우, 6월에 평균 각장, 각고는 각각  $2.23 \pm 0.7$  mm,  $1.99 \pm 0.9$  mm이었고, 10월에  $17.06 \pm 3.4$  mm,  $17.59 \pm 4.5$  mm로 성장하였다. 일간성장률은 고성장군은  $0.037$  mm/day, 저성장군은  $0.027$  mm/day 이었다. 8월에 지역별로 큰가리비의 성장을 보면 양양군, 강릉시, 영덕군, 포항시의 평균각장은  $7.93 \pm 0.2$  mm으로 지역별로 큰가리비를 양성 시험한 결과, 포항 지역에서 각장  $26.90 \pm 3.6$  mm로 가장 성장이 양호하였다. 이어서 영덕 지역이  $23.56 \pm 3.4$  mm으로 나타났다. 이러한 결과로는 포항, 영덕 해수온과 식물플랑크톤이 큰가리비 성장에 적합하게 형성된 것으로 판단된다.

## 사 사

본 연구는 국립수산물연구원 연구과제 『가리비 인공종묘 대량생산 및 산업화 (14AQ62)』의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 실험과제에 많은 도움을 주신 김기승, 최선화, 김기식, 김유리, 이소영에게 감사의 말씀을 드립니다.

## REFERENCES

Belogradov, E. A. (1974) Growth of the sea scallop *Mizuhopecten Yessoensis* in submerged cages. *Fish. Mar. Ser. Can. Transl. Ser.*, **3266**: 4.

Bourne, N., C. A. Hodgson and J. N. C. Whyte (1989) A manual for scallop culture in British Columbia. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, **1964**: 215.

Chang, Y. J. (1991) Seasonal variations of digestive diverticula in the scallop, *Patinopecten yessoensis*. *J. of Aquacult.*, **4**: 19-30.

Chang, Y. J., Lim, H. K. and Park, Y. J. (1997) Reproductive cycle of the cultured scallop, *Patinopecten yessoensis* in eastern waters of Korea. *J. Aquacult.*, **10**: 133-141.

Chung, E. Y., Park, Y. J., Lee, J. Y. and Ryu, D. K. (2005) Germ cell differentiation and sexual maturation of the hanging cultured female scallop *Patinopecten yessoensis* on the east coast of Korea. *J. Shellfish. Res.*, **24**: 913-921.

Cropp, D. A. and M. E. Hortle. (1992) Midwater cage culture of the commercial scallop *Pecten furnatus* Reeve, 1852. in Tasmania. *Aquaculture*, **102**: 55-64.

Ishihara, A. (1966) The propagation and rearing of the scallop, *Pecten yessoensis* at district fisheries improvement and dissemination station (Japan). *Can. Trans. Fish. Aquat. Sci.*, **5394**: 82.

Imai, T. (1977) Aquaculture in shallow seas: progress in shallow sea culture. Part II. The evolution of scallop culture. Translation from original Japanese. National Technical Information Service, Springfield, VI, USA: 261-364.

Ito, H., H. Moriya and T. Sasaki. (1988) Larval distribution and offshore spat collection technology of Japanese scallop in Hokkaido's coasts. Spring Meeting Japan. *Sci. Soc. Fish.* 255.

Kang, H. W., Cheong, S. C., Lee, J. K., Jo, Y. J. and Chang, J. W. (1982) The study on the Artificial seed production of scallop *Patinopecten yessoensis* (Jay) in the Hatchery. *Bull. Fish. Res. Dev. Agency*, **30**: 111-118.

Kang, K. H., Baik, K. K., Chang, Y. J. and Yoo, S. K. (1996). Spawning induction according to stimulating treatment and spat rearing of scallop, *Patinopecten yessoensis*. *Korean J. Malacol.*, **12**: 99-104.

Kim, Y. D., Lee, C., Min, B. H., Kim, G. S. and Nam, M. M. (2014) Early Sexual Maturation Through Temperature Stimulation and Development of *Patinopecten yessoensis* (in press)

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.

Lee, B. H. and Chang, S. I. (1977) A study on the culture of scallop *Patinopecten yessoensis* (Jay). (1). Experiment on spat collection and culture by hanging in the eastern coast of Korea. *Bull. Fish. Res. Dev. Agency*, **16**: 165-178.

Lee, J. and Min, D. K. (2002) A catalogue of molluscan fauna in Korea. *Korean J. Malacol.*, **18**: 93-217.

Lee, J., Kim, Y. C., Kim G. S. and Nam, M. M. (2013) Development and growth in fertilized eggs and larvae of Korea swift's scallop *Chlamys swiftii* reared in the laboratory. *Korean J. Malacol.*, **29**(4): 263-272.

MacDonald, B. A. and R. J. Thompson. (1985) Influence of temperature and food availability on the ecological energetics of the giant scallop *Placopecten magellanicus*. I. Growth rates of shell and somatic tissue. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **25**: 279-294.

Maru, K. (1985) Ecological studies on the seed production of scallop, *Patinopecten yessoensis* (JAY). *Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.* **27** : 1-53.

MLTM. (2010) Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Marine environment standard methods, pp. 495.

NFRDI. (2010) Final report. pp. 1030.

NFRDI. (2011) Final report. pp. 1810.

NFRDI. (2013) Final report. pp. 843.

- Oh, B. S., Lee, J. Y., Park, S. K., Lee, J. and Jo, Q. T. (2008) A study on the production of Artificial Seed and Intermediate culture for Attached Spats of the Chinese Stock of a Scallop, *Patinopecten yessoensis*. *Korean J. Malacol.*, **24**(2): 153-159.
- Park, K. Y., Kim, S. K. Seo, H. C. and Ma, C. W. (2005) Spawning and larval development of the Jicon scallop, *Chalymys farreri*. *J. Aquacult.*, **18**(1): 1-6.
- Park, K. Y. and Lee, K. Y. (2008) Germ cell differentiations during oogenesis and reproductive cycle in female jicon scallop, *Chlamys farreri* on the west coast of Korea. *Dev. Reprod.*, **12**(2): 195-202.
- Parsons, G. J. and M. J. Dadswell. (1992) Effect of stocking density on growth, production, and survival of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, held in intermediate suspension culture in Passamaquoddy Bay, New Brunswick. *Aquaculture*, **103**: 291-309.
- Parsons, G. J. and M. J. Dadswell. (1994) Evaluation of intermediate culture techniques, growth, and survival of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, in Passamaquoddy Bay, New Brunswick. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, **2012**(7): 29.
- Park, Y. J. (1998) Biological studies on aquaculture of the scallop, *Patinopecten yessoensis* (Jay). Doctor thesis Jeju Nat. Uni. 187.
- Park, Y. J., Rho, S. and Lee, J. Y. (2000) Intermediate culture of the scallop, *Patinopecten yessoensis*, in the east coast of Korea. *J. Aquacult.*, **13**(4): 339-351.
- Park, Y. J., Rho, S. and Lee, C. S. (2001) Growth of the scallop, *Patinopecten yessoensis*, in the east coast of Korea. *J. Aquacult.*, **14**(3): 181-195.
- Penny, R. W. (1995) Effect of gear type and initial stocking density on production of meats and large whole scallops *Placopecten magellanicus*, using suspension culture in Newfoundland. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, **2079**(5): 9.
- Penny, R. W. and C. H. Mckenzie. (1996) Seasonal change in the body organs of cultured sea scallop, *Placopecten magellanicus*, and coincidence of spawning with water temperature, seston, and phytoplankton dynamics. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, **2014**(4): 22.
- Penny, R. W. and T. J. Mills. (2000) Bioeconomic analysis of a sea scallop, *Placopecten magellanicus*, aquaculture production system in Newfoundland, Canada. *J. Shellfish Res.*, **19**: 113-124.
- Pyen, C. K. and Rho, Y. G. (1978) Studies on the early development and spat collection of *Patinopecten yessoensis* (Jay) under laboratory conditions. *Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Agency*, **20**: 141-155.
- 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 J. C. Widman. (1984) Density dependant growth of the bay scallop, *Argopecten irradians*, in suspension culture. *Int. Counc. Explor. Sea, C. M.*, **1984K**(18): 8.
- Rodhouse, P., B. Ottway and G. M. Burnell. (1981) Bivalve production and food chain efficiency in an experimental nursery system. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **61**: 243-256.
- Shumway, S. E. (1991) Scallop : biology, ecology, and aquaculture. Elsevier Press, New York. 1095.
- Silina, A. V. (1978) Determination of age and growth rate of the yezo scallop by the culture of its shell surface. *Biol. Morya*, **5**: 39.
- Tomita, K., K. Tajima, M. Uchida, M. Mori and T. Wakui. (1982) On the population of scallop, *Patinopecten yessoensis* (JAY), in Sarufutsu, Hokkaido. *J. Hokkaido Fish. Exp. Stn.*, **39**: 111-125.
- Ventilla, R. F. (1982) The scallop industry in Japan. pp. 309-350. (in) *Mar. biol.* 20. Academic Press, London.
- Wallace, J. S. (1982) The culture of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O. F. Muller). I. Spat collection and growth during the first year. *Aquaculture*, **26** : 311-320.
- Wallace, J. S. and T. G. Reinsnes. (1984) Growth variation with age and water depth in the Iceland scallop (*Chlamys islandica*, Pectinidae). *Aquaculture*, **41**: 141-148.
- Wildish D. J., A. J. Wilson, W. Young- Lai, A. M. DeCoste, D. E. Ajken and J. D. Martin. (1988) Biological and economic feasibility of four grow-out methods for the culture of giant scallops in the Bay of Fundy. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, **1658**: 1-22.
- Wilson, J. H. (1987) Environmental parameters controlling growth of *Ostrea edulis* L. and *Pecten maximus* L. in suspended culture. *Aquaculture*, **64**: 119-131.
- Yamamoto, G. (1964) Scallop culture in Mutsu Bay. *Suisan Zoyoshoku Soshu, (Tokyo)*, **6**: 77.
- Yoo, S. K. (1969) Food and growth of the larvae of certain important bivalves. *Bull. Pusan Fish. Coll.*, **9**: 65-87.
- Yoo, S. K., Kim, Y. U. and Park, K. Y. (1979) Improvement of the method of seed scallop production. *Bull. Pusan Fish. Coll.*, **19**: 55-62.
- Yoshida, Y. (1973) Changes in biological production in low trophic levels pp.92-103. Fisheries series 1. Koseishu Koseikaku, Tokyo. 92-103.