

# 한국 남해안에 移植한 중국산 해만가리비, *Argopecten irradians*의 동절기 성장에 관한 연구

오 봉 세, 정 춘 구<sup>1)</sup>

국립수산진흥원 남해수산연구소, <sup>1)</sup>국립수산진흥원 통영분소

## Studies on the Growth of the Bay scallop, *Argopecten irradians* in Winter Season in South Sea of Korea

Bong Sae Oh and Choon Goo Jung<sup>1)</sup>

South Sea Fisheries Research Institute, Yeosu 556-820, Korea, <sup>1)</sup> Tongyeong Fisheries Research Laboratory, Tongyeong 650-940 Korea

### ABSTRACT

To develop new products for aquaculture, which fishermen at South Sea can get high income, after bay scallop was transplanted from Sandong province in China from October 17, 1996 to March 18, 1997 at Duekrang Bay in Janghung gun and Kamak Bay in Yeosu city on Chollanam province, Sumjin river estuary in Hadong gun and Gejae Bay in Keoje city on Kyongsangnam province.

Temperature was decreased from 20.5°C to 5.1°C in February and then it was increased to 12.0 in March. Ranges of salinity, DO and Chlorophyll-a were 22.40-34.70 psu, 5.24-9.77 mg/l and 1.27-22.28 µg/l, respectively, and low temperature, sudden changes of salinity and low concentration of Chlorophyll-a influenced the growth of bay scallop. bay scallop in the rearing period showed the fastest growth from October 17 to November 18 through the every size rages, while it grew slowly or stopped growing from December 18 to March 18. Among 4 transplanted areas, young scallop at Duekrang Bay showed the fastest growth and then Kamak Bay, Gejae Bay, Sumjin estuary in order.

The daily growth rate of young scallop in the middle size range (5.70%) was higher than those in large (2.07%) and small (5.49%) size range. The meat weight index showed the highest in December. Survival rates from October to December were high, not related to the size ranges, but survival rate of the small young scallop from January to March was higher than those of the rest. As the result, transplanted bay scallop at South Sea was shown to grow by the middle of December (around 10°C temperature).

**Keywords :** Bay scallop, *Argopecten irradians*, Aquaculture, Temperature effect

### 서 론

가리비류는 전세계적으로 300여종이 분포(柳, 1979)하고 있으며, 우리 나라에는 국자가리비(*Pecten albicans*), 큰가리비(*Patinopecten yessoensis*), 비단가리비(*Chlamys farreri farreri*), 주문진가리비(*Chlamys swifti*), 혼한가리비(*Chlamys nobilis*), 리본비단가리비(*Chlamys lemniscata*), 짝귀비단가리비(*Chlamys irregularis*), 둥근비단가리비(*Chlamys islandica*), 해가리비(*Amusium japonicum japonicum*), 개가리비(*Lima vulgaris*), 가는줄개가리비(*Limaria hakodatensis*), 빛개가리비(*Ctenoides lamyi*) 등 12종(Kwon et al., 1993)이 있고, 중국에서는 비단가리비, 큰가리비, 해만가리비(*Argopecten irradians*), 혼한가리비 등 40여종(YSFRI, 1991)이 있으며, 미국에는 Giant pacific scallop(*Pecten caurinus*), 해만가리비(*A. irradians*),

Received August 16, 1999; Accepted November 21, 1999

Corresponding author: Oh, Bong Sae

Tel: (82) 662-690-8980 e-mail: obsksy@nfrda.re.kr  
1225-3480/15201

© The Malacological Society of Korea

Icelandic scallop(*Chlamys islandica*), Calico scallop (*Argopecten gibbus*), Sea scallop(*Placopecten magellanicus*) 등이 주요 종으로 생산(FAO, 1995)되고 있다.

한편, Clarke(1965) 및 Abbott(1974)는 해만가리비를 *Argopecten irradians irradians* (Lamarck)는 북방형, *A. irradians concentricus* (Say)는 남방형의 두 아종으로 분류 하였으나, Waller(1969)는 *A. irradians*의 outer ligament 길이가 disk 길이에 따라 증가되는지, posterior auricle 의 높이가 각고에 따라 증가하는지와 좌각의 볼록한 정도 (convexity)가 각고나 각장에 따라 증가하는지 등의 형태적인 특성으로 *A. irradians amplicostatus* (Dall)를 첨가하여 3개 아종으로 분류하였다.

해만가리비는 생존기간이 20-26개월이고, 대부분 10-16 개월에 일생 동안 한번 산란(Bricelj *et al.*, 1987)한다. 최소 상품크기는 각고 5 cm(Belding, 1910)로 4월말에 10-15 mm 크기의 치패를 양성하면 10월에 상품크기로 빠르게 성장하는 것이 특징이며, 미국에서도 이때패류 중에서 굴, 고막류, Sea scallop(*P. magellanicus*) 다음으로 어업인의 좋은 소득원이었다(Castagna and Duggan, 1971).

미국에서의 해만가리비 생산량은 1992년에 1,564톤, 1995년에는 1,593톤을 생산하였다(FAO, 1995). 중국은 1970년 가리비 양식기술 개발을 시작하였고, 1982년에는 미국에서 해만가리비를 산동반도 발해만으로 이식(YSFRI, 1991)하였다. 중국 가리비 생산량은 1985년에 6,000톤을 생산한 이래 1987년 46,000톤, 1996년에 총 999,000톤을 생산하였는데, 이 중에서 해만가리비는 비단가리비 다음의 생산량을 차지하는 것으로 추정된다(湯, 1999).

한편 우리 나라는 패류생산량의 73.38%를 차지하고 있는 굴양식의 경우 주생산지인 경상남도 해역에서 전체 굴 생산량의 87.83%를 생산하고 있으므로(통계청, 1999), 장기간 연속으로 인한 어장노화와 육상 오염원의 유입 증가에 따른 어장환경의 악화로 1990년 이후 1997년까지 양식 굴은 30만톤 전후에서 생산량이 한계에 도달한 것으로 보인다. 따라서 새로운 양식품종을 개발보급이 매우 절실한 시점에서 환경적응력이 강하고 속성으로 성장하여 자급의 회수기간이 짧은 해만가리비를 이식품종으로 선정하여 산동성에서 1996년 9월 남해안 4개 해역으로 이식, 1997년 3월까지 동절기에 사육한 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 이식 해역의 환경

이식 해역의 환경 요인 중 수온, 용존산소, 염분, 클로로필 및 식물플랑크톤의 종조성을 매월 1회 조사하였다. 채수는 간이채수기를 사용하여 2 m 수심에서 하였으며, 수온은 현장에서 봉상온도계로 측정하였고, 용존산소는 Winkler 법의 개량법인 中井 변법(1933)으로 측정하였다. 염분은 염분 측정기(Watanabe Model 601 MK III)로 측정하였다. 클로로필의 경우는 pore size 0.45  $\mu$ m, membrane(직경 47 mm) 여과지를 사용하여 현장에서 500 ml의 해수를 여과하고 이를 90% 아세톤으로 추출하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 상등액을 비색계로 Jeffrey and Humphrey (1975)의 방법에 따라 비색정량하였다.

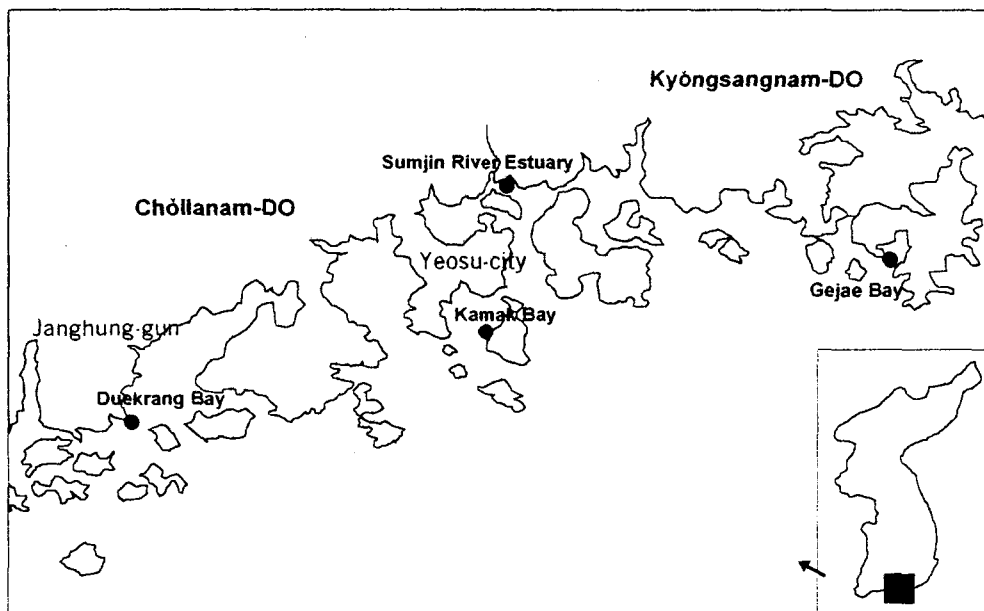


Fig. 1. Location of the transplanted and rearing sites of the *A. irradians*.

## 2. 해역별 이식 해만가리미 치패 성장

사육시험에 사용한 해만가리미는 1996년 9월 16일 중국 산둥성 영성시 소재 수산센터에서 사육중이던 각고 1 cm 전후의 치패 2만마리를 항공편으로 국립수산진흥원 남해수산연구소 사육실로 옮긴 후 9월 17일 득량만 입구에 위치한 전남 장흥군 회진면 회진리의 미역양식장에 수하하여 10월 16일까지 한달간 중간 양성하였다. 이 중에서 10월 17일 크기별로 대형치패(각고 44.29±3.10 mm), 중형치패(각고 23.87±3.21 mm), 소형치패(15.67±2.61 mm)로 구분하여 43.5(길이)×43.5(폭)×8.5(높이) cm 크기의 시판되고 있는 플라스틱 사각형 패류양성용 채통에 30마리씩 수용하여 전라남도 장흥군 회진면 회진리의 득량만과 여수시 남면 황대리의 가막만, 경상남도 하동군 금성면 갈사리의 섬진강 하구 및 경상남도 거제시 남부면 죽림리의 거제만 등 4개 해역(Fig. 1)에 수하식으로 시험구를 설정하고 매월 1회 각장, 각고, 각폭, 채중, 생존마리수를 조사하였다. 일간성장률은 아래의 식 1에 의해(Ricker, 1968), 연체부중량지수(meat weight index)는 식 2, 생식소중량지수(gonad weight index)는 매월 1회 생식소를 절취하여 식 3에 의해 산출하였고, 패주중량지수 (adductor muscle weight index)는 식 4에 의하여 산출하였다.

사육결과는 ANOVA, Duncan's multiple range test 및 student t-test를 이용하여 각 시험구간의 유의성을 검정하였다.

$$\text{일간성장률} = 100 \times \ln(L_1 - L_0) / T \dots\dots\dots (1)$$

여기서,  $L_1$  : 종료시 평균체중,  $L_0$  : 시작시 평균체중, T : 사육일수

$$\text{연체부중량지수} = \frac{\text{육중량}(g) \times 100}{\text{패각중량}(g) + \text{육중량}(g)} \dots\dots (2)$$

$$\text{생식소중량지수} = \text{생식소 중량}(g) \times 100 / \text{육중량}(g) \dots\dots (3)$$

$$\text{패주중량지수} = \text{패주 중량}(g) \times 100 / \text{육중량}(g) \dots\dots (4)$$

## 결 과

### 1. 이식 해역의 환경

해만가리미를 이식한 4개 해역에서 측정된 환경인자는 Fig. 2와 같다. 평균수온은 10월에 19.7±0.58 °C 범위로 사육기간 중 최고치를 보였다. 그러나 12월에는 수온이 10.6±1.82°C로 가장 낮았으며, 2월에 최저수온은 6.8±2.0 °C 이었다. 해역별로는 득량만의 수온이 9.5-19.8°C(평균 13.0±3.37°C)로 다른 이식해역에 비해 변화폭이 적은 반면에, 섬진강 하구는 5.1-20.5°C(평균 11.0±5.41°C)로 변화폭이 컸다.

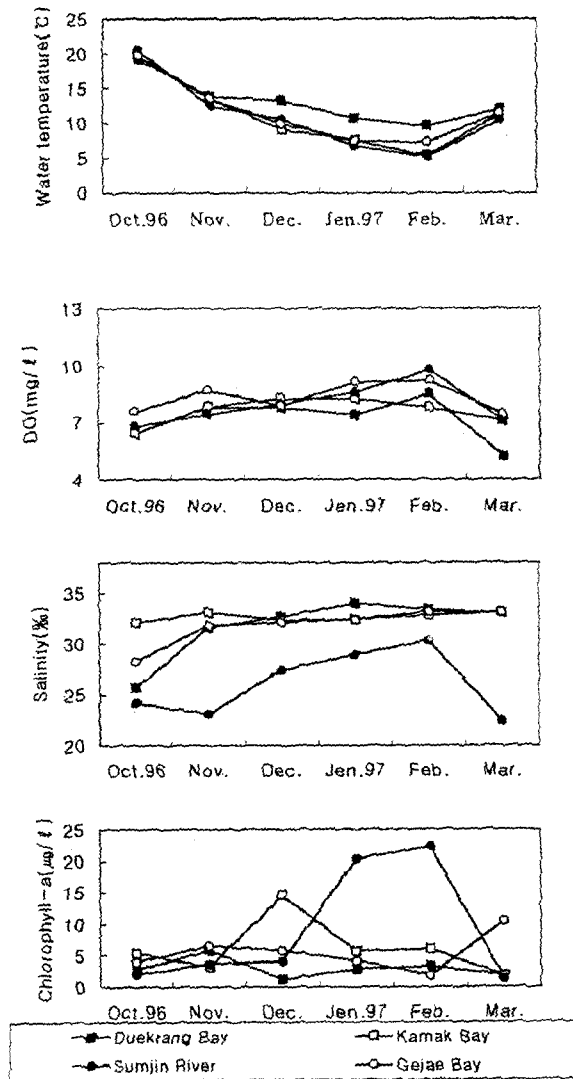


Fig. 2. Monthly variation of environmental parameters measured in experimental areas.

용존산소는 6.24-9.20 mg/l로 해역별수질 등급 1에 해당하는 양호한 상태를 보였다. 사육기간 중 염분도의 변화폭은 22.40-34.70% 범위였다. 섬진강 하구는 지리적 특성상 22.40-30.30%(평균 26.05±3.27%)범위로 다른 해역에 비하여 염분농도가 낮게 유지되었으나, 나머지 3개 해역은 10월을 제외하고는 30% 이상의 염분상을 보였다. 사육기간 중 클로로필 농도는 1.14-22.28 µg/l로 변화폭이 컸었는데, 월별, 해역별로는 득량만과 거제만은 11월, 가막만은 12월, 섬진강 하구는 2월에 가장 높게 나타났으나, 가장 낮은 농도를 나타낸 시기는 득량만, 가막만, 섬진강 하구는 3월, 거제만은 2월이었다. 특히 섬진강 하구의 클로로필 농도는 평균 8.92±9.67 µg/l로 변화가 심하였다.

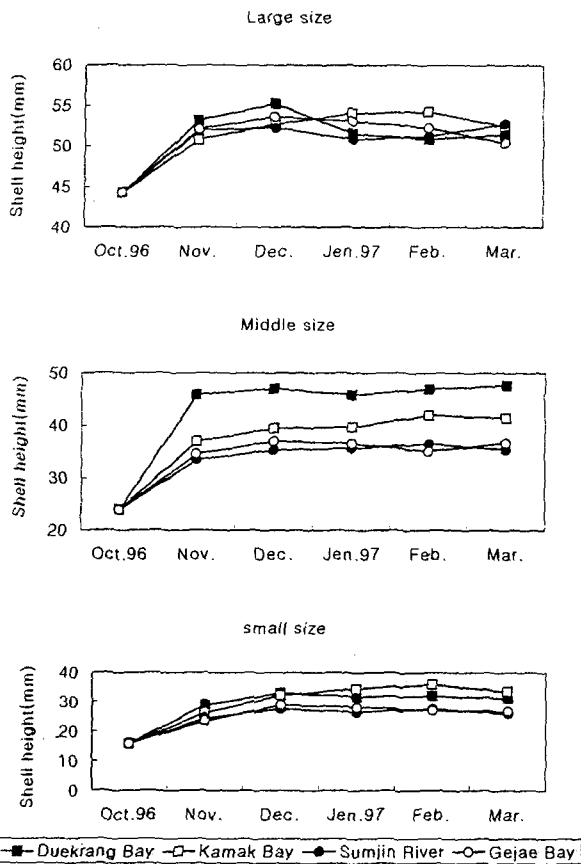


Fig. 3. Monthly variation of shell height of *A. irradians*.

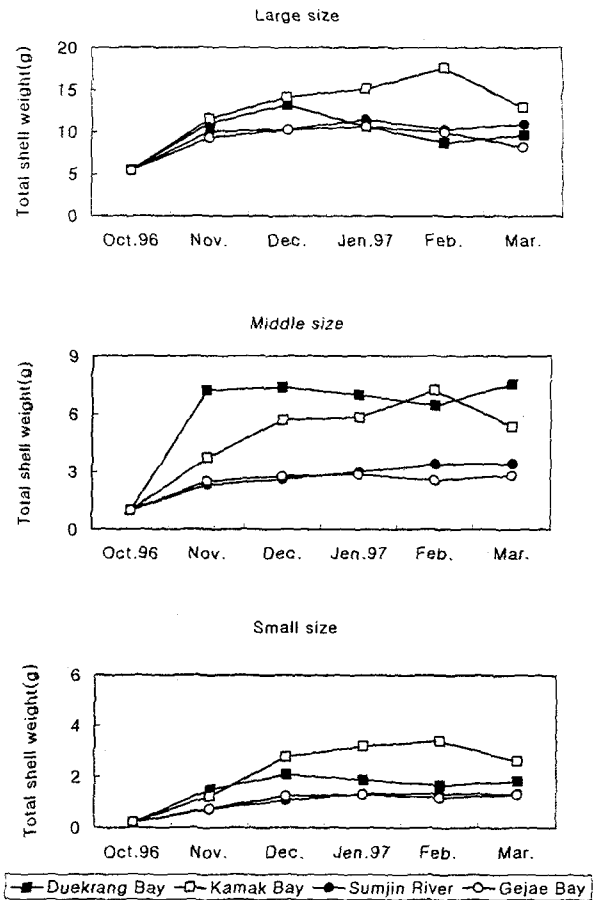


Fig. 4. Monthly variation of total shell weight of *A. irradians*.

## 2. 이식 해만가리비의 치폐 사육결과

### 1) 대형치폐

1996년 10월 17일 동절기 대형치폐의 사육 개시시부터 대형치폐의 성장이 지속된 12월 18일까지 63일간 해역별 평균각고 증가는 득량만의 경우 10.17 mm 증가하여 평균각고 55.20 mm, 거제만 9.34 mm 증가하여 평균각고 53.62 mm, 가막만 8.39 mm 증가하여 평균각고 52.67 mm, 섬진강하구 7.94 mm 증가하여 평균각고 52.22 mm로 성장하여 득량만 해역에서 평균각고의 성장이 가막만과 섬진강하구에 이식한 치폐의 성장과 비교시 통계적인 유의차가 있었고, 거제만과는 유의차가 없었다( $p < 0.05$ ). 이를 월별로 살펴보면 11월에는 모든 해역에서 각고의 성장이 급속하게 증가하였으나, 12월에 들어서는 성장패턴이 완만하게 변하면서, 그 이후 익년 3월까지 각고성장이 지체 또는 감소되는 경향을 보였다(Fig. 3).

사육개시시부터 12월 중순까지 해역별 각고의 절대성장 은 0.17 mm · d<sup>-1</sup>(득량만), 0.15 mm · d<sup>-1</sup>(거제만), 0.13

mm · d<sup>-1</sup>(가막만), 0.13 mm · d<sup>-1</sup>(섬진강하구)였다.

한편, 사육개시시부터 12월 중순까지 전중량의 월변화를 살펴보면 득량만은 16.79 g 증가 평균중량 30.33 g, 가막만은 18.54 g 증가하여 평균중량 32.08 g, 섬진강하구는 9.98 g 증가하여 평균중량 23.52 g, 거제만 9.35 g 증가하여 평균중량 22.89 g으로 증가하였다. 해역별로 가막만은 득량만과 유의차가 없었으나 섬진강하구와 거제만과는 유의차가 있었다( $p < 0.05$ ). 이를 월별로 살펴보면 모든 해역에서 11월까지 급속한 전중량의 증가를 보였으나, 12월에는 가막만을 제외한 다른 해역의 성장이 지체 또는 감소하며, 그 이후 익년 3월까지 전중량의 증가가 정지되거나 감소하는 경향을 보였다(Fig. 4).

그리고 동 기간에 전중량의 절대성장 은 0.29 g · d<sup>-1</sup>(가막만), 0.27 g · d<sup>-1</sup>(득량만), 0.16 g · d<sup>-1</sup>(섬진강하구), 0.15 g · d<sup>-1</sup>(거제만)였고, 전중량의 일간성장률은 가막만 2.07%로 득량만 1.99%, 섬진강하구 1.61%, 거제만 1.32%에 비하여 높았다(Fig. 5).

연체부 중량지수가 가장 높게 나타나는 시기는 해역별 차

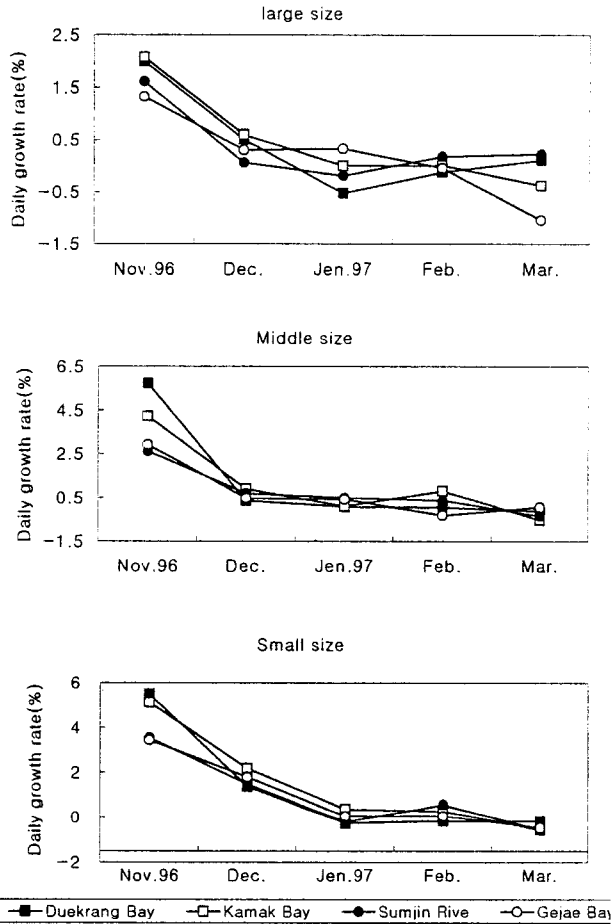


Fig. 5. Daily growth rate of total shell weight of *A. irradians*.

이가 있었는데 득량만과 거제만은 11월 48.59%와 48.14%로, 가막만과 섬진강 하구는 1월 52.15%와 55.10%으로 높게 나타났다(Fig. 6).

## 2) 중형치패

10월 17일에서 12월 18일까지 중형치패의 각고는 득량만 23.11 mm 증가하여 평균각고 46.98 mm, 가막만 15.59 mm 증가하여 평균각고 39.46 mm, 거제만 13.12 mm 증가하여 평균각고 36.99 mm, 섬진강하구 11.44 mm 증가하여 평균각고 35.31 mm로 되었다. 해역별로 득량만 해역에서 평균각고의 성장은 가막만, 거제만, 섬진강하구에 이식한 치패의 성장과 비교시 통계적인 유의차가 있었다( $p < 0.05$ ). 월별 각고성장은 대형치패와 마찬가지로 모든 해역에서 11월에 빠르게 증가하였다가, 12월에 지체되었으며, 그 이후 익년 3월까지 성장이 전반적으로 감소하는 경향을 보였다(Fig. 3).

12월 중순까지 각고의 절대성장은  $0.34 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ (득량

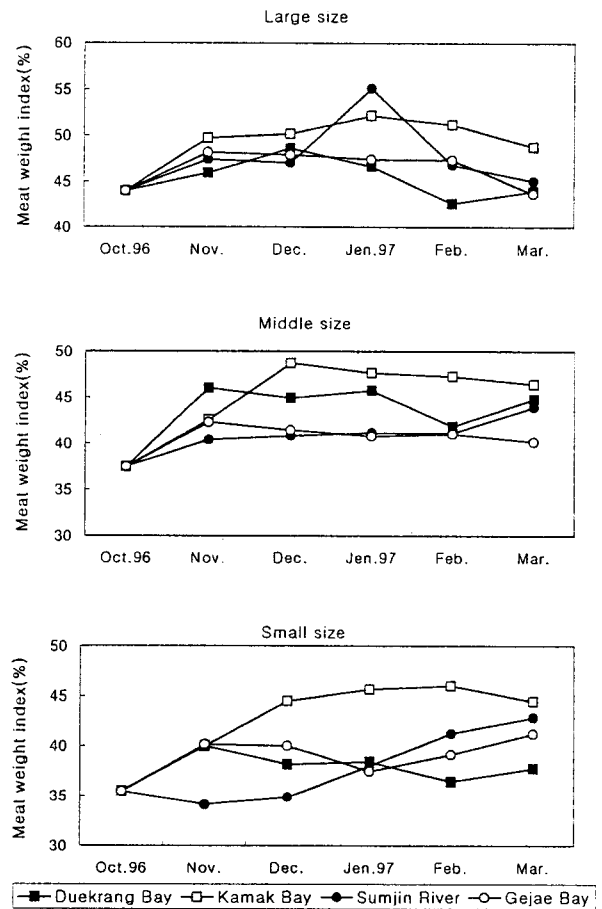


Fig. 6. Monthly variation of meat weight index of *A. irradians*.

만),  $25 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ (가막만),  $0.21 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ (거제만),  $0.18 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ (섬진강하구) 였다.

한편, 12월 중순까지 전중량의 월변화를 살펴보면 득량만은 16.45 g 증가 평균중량 19.08 g, 가막만은 11.03 g 증가하여 평균중량 13.66 g, 거제만 5.23 g 증가하여 평균중량 7.86 g, 섬진강하구 4.96 g 증가하여 평균중량 7.59 g으로 증가하였다. 해역별 득량만에서의 성장이 가장 좋았으며, 가막만, 섬진강하구, 거제만에 이식한 치패의 성장과 비교시 통계적인 유의차가 있었다( $p < 0.05$ ). 이를 월별로 보면 모든 해역에서 11월까지 전중량의 증가가 가장 빨랐으나, 12월에는 지체되었으며, 그 이후 익년 3월까지 전중량의 증가가 정지되거나 감소하는 경향을 보였다(Fig. 4).

12월 중순까지 전중량의 절대성장은  $0.26 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ (득량만),  $0.18 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ (가막만),  $0.08 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ (거제만),  $0.08 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ (섬진강하구) 였고, 해역별 전중량의 일간성장률은 11월에 득량만 5.70%, 가막만 4.20% 거제만 2.90%, 섬진강 하구 2.60%였다. 특히 섬진강 하구에서의 일간성장률은

Table 7. Marine environment of bay scallop beds in Korea, China and USA.

Sites	Year	W.T(°C)		Salinity(‰)		High tidal speed (cm/sec.)	Tidal amplitude(m)	
		Low	High	Low	High			
Korea*	Duekrang Bay	'96	6.1	27.8	31.41	33.60	51.4	3.5
		'97	7.3	26.3	31.66	33.70		
	Kamak Bay	'96	4.6	27.4	32.19	34.50	36.0	3.3
		'97	5.6	26.5	28.02	33.50		
	Sumjin River	'96	5.1	27.2	21.40	29.30	41.2	3.5
Gejae Bay	'96	7.5	28.6	29.37	34.00	41.2	2.5	
China**	Balhae Bay	'58- '88	1	27	28	31	40-100	1-1.5
USA***	Virginia State	'70	-1.1	29.8	21.4	32.5	19.3	1.2-1.5

\*Korea's data from National Fisheries Research and Development Agency,

\*\*China's data from Yellow Sea Atlas (Lee *et al.*, 1998)

\*\*\*USA's data from Castagna and Duggan (1971).

0.35-2.60%로 득량만과 가막만에 비해 낮았는데 이는 수온과 염분의 변화와 관계가 있는 것으로 추정된다(Fig. 5).

연체부 중량지수는 득량만과 거제만은 11월에 46.00%와 42.29%로, 가막만은 12월에 48.67%로 섬진강 하구는 3월에 43.92%로 가장 높은 값을 보였다(Fig. 6).

3) 소형치패

10월 17일에서 12월 18일까지 소형치패의 각고는 득량만 17.23 mm 증가하여 평균각고 32.92 mm, 가막만 16.56 mm 증가하여 평균각고 32.25 mm, 거제만 13.19 mm 증가하여 평균각고 28.88 mm, 섬진강하구 11.91 mm 증가하여 평균각고 27.60 mm로 되었다. 해역별은 대형, 중형치패와 마찬가지로 득량만 해역에서 평균각고의 성

장은 거제만, 섬진강하구에 비하여 유의차가 있었으나, 가막만과는 유의차가 없었다(p < 0.05). 월별 각고의 성장은 대형, 중형치패와 마찬가지로 모든 해역에서 11월에 가장 빨랐으며, 12월에 완만하다가, 그 이후 익년 3월까지 성장이 정지되는 경향을 보였다(Fig. 3).

12월 중순까지 각고의 절대성장은 0.27 mm · d<sup>-1</sup>(득량만), 0.26 mm · d<sup>-1</sup>(가막만), 0.21 mm · d<sup>-1</sup>(거제만), 0.19 mm · d<sup>-1</sup>(섬진강하구) 였다.

한편, 12월 중순까지 전중량의 월변화는 가막만 6.71 g 증가 평균중량 7.43 g, 득량만 5.89 g 증가하여 평균중량 6.61 g, 거제만 3.10 g 증가하여 평균중량 3.82 g, 섬진강하구 2.87 g 증가하여 평균중량 3.59 g으로 증가하였다. 해역별 가막만에서의 성장이 가장 좋았으며 섬진강하구나 거제만에 비하여 유의차가 있었다(p < 0.05). 이를 월별로 살펴보면, 모든 해역에서 12월까지 전중량의 증가가 빨랐으나, 그 이후부터 가막만을 제외한 다른 3 해역에서 전중량의 증가가 정지되거나 감소하는 경향을 보였다(Fig. 4).

전중량의 절대성장은 0.11 g · d<sup>-1</sup>(가막만), 0.09 g · d<sup>-1</sup>(득량만), 0.05 g · d<sup>-1</sup>(거제만), 0.05 g · d<sup>-1</sup>(섬진강하구)로 대형치패나 중형치패 보다 매우 낮은 값을 보였고, 전중량의 일간성장률은 11월에 득량만 5.49%로 가막만 5.11%와는 비슷하였으나, 섬진강하구 3.53%, 가막만 3.43%에 비하여 높았다. 그러나 12월에는 일간성장률이 중, 대형치패의 경우와 마찬가지로 경향으로 감소하였다(Fig. 5).

연체부 중량지수는 대, 중형치패와 마찬가지로 득량만과 거제만은 11월에 39.99와 40.14로 높았고, 가막만은 2월에 46.00를, 섬진강은 3월에 42.80으로 높았으나, 이 해역들도 12월의 연체부 중량지수와 큰 차이는 없었다(Fig. 6).

지금까지 얻어진 사육결과를 종합하면, 전반적으로 사육

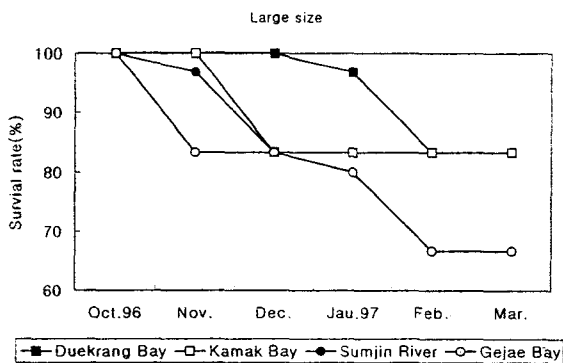


Fig. 7. Survival rate of *A. irradians* from October 1996 to March 1997 at rearing sites.

기간 중 성장이 가장 빨랐던 시기는 10월 17일에서 11월 18일까지였고, 이 기간 중 중형패의 일간성장률은 5.70%로 소형패 5.49%와 대형패 2.07% 보다 성장이 빨랐다. 그러나 12월 18일 이후 소형패의 일간성장률은 2.16%로 중형치패 0.88%, 대형치패 0.59% 보다 높게 나타나 저수온 기간 중에도 소형치패는 성장을 계속한 반면에 중, 대형치패는 성장이 거의 정지되는 것으로 나타났다.

#### 4) 생존율

대형치패의 생존율은 성장이 계속된 12월까지의 이식해역에서 83.3%이상의 높은 생존율을 보였으나, 3월에 섬진강 하구와 거제만 해역의 생존율은 66.7%로 떨어졌다. 그리고 중형치패의 생존율은 성장이 계속된 12월까지의 100%의 생존율을 보였으나, 3월에는 거제만과 섬진강 하구는 100%의 생존율을 보인 반면, 득량만과 가막만은 각각 83.3%, 66.7%의 생존율을 보였다. 소형치패는 사육기간 종료된 3월까지 가막만이 70%의 생존율을 보인 것을 제외하고는 100%의 생존율을 보였다. 전반적으로 동절기간 중 해만가리비의 생존율은 소형치패가 중, 대형치패 보다 높았으며, 대형치패의 생존율이 가장 낮았다. 특히 대형치패의 경우 섬진강 하구와 거제만에서 생존율이 낮았다(Fig. 7).

### 고 찰

대부분의 이매패류 성장은 수온이나 영양조건 등과 같은 환경요인(Kirby-Smith and Barber, 1974; Broom and Mason, 1978; Rodhouse *et al.*, 1981; MacDonald and Thompson, 1985; Wilson, 1987)에 영향을 받는다.

이러한 환경요인 중에서 해만가리비를 직접 생산하고 있는 중국과 미국의 사육환경을 우리나라와 비교하여 살펴보면 Table 1과 같다. 해만가리비의 원산지인 미국 대서양 연안의 버지니아주 Finny Creek 해역의 경우, 수온은 -1.1-29.8°C 범위(4월에 10°C 상승, 11월에 10°C 하강)였고, 조차 1.2-1.5 m, 최고 조석류 19.3 cm/sec. 염분 21.4~32.5 ‰ 범위(Castagna and Duggan, 1971)로, 1982년 이후 해만가리비 양식이 대규모로 이루어지고 있는 중국 산둥성 발해만의 수온 1-27°C(4월에 11°C 상승, 11월에 1°C 하강), 조차 1-1.5 m, 최고 조석류 40-100 cm/sec. 염분 28-31‰ 범위(Lee *et al.*, 1998)와 해양조건이 비슷하여 중국 발해만이 해만가리비 양식에 적합하다고 하였다(Zhang, 1995). 이에 비하여 우리 나라 남해안은 1996년-1997년 수온 4.6-28.6°C 범위(3월에 10°C 상승, 12월에 10°C 하강), 조차 2.5-3.5 m, 최고 조석류 36-51.4 cm/sec. 염분 21.40-34.50 ‰ 범위로, 10°C 이상 성장 가능한 기간이 중국, 미국에 비하여 한달 정도 길어 해만가리비 양성에 다소 유리한 환경조건을 보였다.

해만가리비는 생존 가능한 수온범위가 -1-31°C이고, 성장

에 적합한 수온범위는 18-28 °C이며, 10 °C이하에서는 성장이 지체되고, 5°C이하에서는 정지된다고 하였고(YSFRI, 1991), *Chlamys opercularis*의 성장도 수온에 영향을 받는다고 밝힌바 있다(Broom and Mason, 1987). Yamamoto (1964)의 보고에 의하면 수온은 큰가리비의 생육과 성장에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 수온 23°C이상에서는 큰가리비의 섭모운동이 지장을 받으며, 수온 약 5°C 이하의 기간이 오랫동안 지속될 때에는 생존에 영향을 미친다고 하였다. 이와 같이 여러 연구자의 연구결과를 종합하면 수온은 해만가리비 성장의 주요한 제한 요인이라 할 수 있다. 본 연구에서도 1996년 10월 17일에서 1997년 3월 18일까지 153일간의 동절기 사육기간 중 이식해역의 수온은 20.5-5.1°C 범위였다. 그리고 치패의 성장은 대, 중, 소형치패에 관계없이 수온이 20.5-12.5°C 범위를 보였던 10월 중순일에서 11월 중순까지 성장이 가장 좋았으며, 수온이 15°C 전후인 11월 중순에 성장이 둔화되고, 수온이 11°C 전후인 12월 중순에 성장이 정지되어 3월 중순까지 계속되는 것으로 나타나 이식 해만가리비의 성장은 해역에 관계없이 수온과 정상관관계를 보였다.

해만가리비는 현재 우리 나라에서 양식되고 있는 비단가리비나 큰가리비 보다 저염분에 강한 종이지만(Duggan, 1975), 급격한 염분 변화에는 견디지 못하고 폐사가 많았다(YSFRI, 1991).

본 연구기간 중 염분 변화는 22.40-34.70‰ 범위로 적절한 염분 농도로 볼 수 있다. 그러나 이식해역 중 섬진강 하구는 12월에서 2월 사이에는 섬진강에서 유입되는 담수량이 적어 27.40-30.30 ‰ 범위로 높았던 것을 제외하고 다른 이식해역에 비해 전반적으로 낮은 염분 농도(22.40-26.90‰) 범위였지만, 염분이 해만가리비의 성장에 영향을 주었다고는 볼 수는 없었다. 단지, 섬진강으로부터 담수 유입량의 변화가 심하고 조석간만에 따른 영향으로 염분의 변화가 심한 것이 섬진강 하구의 치패 성장에 나쁜 영향을 미쳤다고 생각된다.

본 사육기간중 클로로필은 1.27-22.28 µg/l였는데, 클로로필 농도가 가장 높았던 득량만은 1.71-14.55 µg/l(평균 5.58 µg/l)이었고, 월별 변화폭이 가장 큰 해역은 섬진강 하구로 1.27-22.28 µg/l 까지였다. Rhodes and Wildman (1980)에 의하면 해만가리비의 최적 성장을 유지하기 위한 클로로필 농도는 1.40 µg/l 이상이면 충분하다고 하였다. 따라서 3월 섬진강 하구의 농도가 1.27 µg/l로 가장 낮았으나, 1-2월에 급격히 높아지고 있어서 이식해역에서 클로로필 농도는 해만가리비의 성장에 영향을 미치지 않는 범위였다. 그러나 섬진강 하구는 다른 이식해역에 비해 클로로필 농도 변화가 심하게 나타나, 염분의 급변과 더불어 해만가리비의 성장에 좋지 않는 영향을 미치는 것으로 사료된다. 한편 수소이온농도와 용존산소는 성장시험에 영향을 미치지 않는 양호한 상태를 보였다.

대, 중, 소형치패의 동절기간 중 성장이 지속된 10월 중

순에서 12월 중순까지 크기별 전중량의 일간성장률은 중형 치패가 대형, 소형치패보다 높았다. 이는 해만가리비의 상품크기가 50 mm 이상(Belding, 1910)이고 50 mm에서 성장률이 감소한다는 보고(Castagna and Duggan, 1971)를 감안할 때, 각고 23.87 mm에서 46.98 mm까지에서 전중량의 증가가 가장 빠른 크기이었음을 나타내었다. 이식 F1 해만가리비의 중형치패의 성장은  $0.67 \text{ mm} \cdot \text{day}^{-1}$ 로 Castagna and Duggan(1971)이 보고한 7-10월 사이 Pen 양식에서 해만가리비가  $8.3 \text{ mm/month}$  ( $0.28 \text{ mm} \cdot \text{day}^{-1}$ ) 성장하였다는 보고에 비하여 2.4배 빠른 성장을 보였으나, 중국에서 여름철 성장기에  $0.4-0.6 \text{ mm} \cdot \text{day}^{-1}$ 로 성장한다는 보고(YSFRI, 1991)와는 다소 비슷한 결과를 보였다. 그러나 이러한 성장차이는 사육환경의 차이에 의한 것으로 추정된다.

연체부 중량지수가 최고값을 보이는 시기는 치패 크기에 따라 차이가 있었는데, 대형치패의 경우 섬진강 하구에서 1월 55.10%, 중형치패의 경우 가막만에서 12월 48.67%, 소형치패의 경우 가막만에서 2월 46.00%로 가장 높았다. 연체부 중량지수는 12월 이후 각고의 성장이 정지되어도 소형치패에서는 2월까지도 전중량이 조금씩 증가가 계속되었다. 이런 현상은 대형패가 성장이 정지되어도 소형패는 성장이 지속되는 보상성장(Ricker, 1975)으로 이해할 수 있다.

한편, 동절기간 중 폐사율은 대형치패가 중, 소형치패보다 높았는데, 이는 Sastry(1977)에서 지적한 치패의 크기가 클수록 필요한 기초 대사 에너지가 많이 소요되나 저수온으로 체내대사율이 낮아져 에너지 수급에 불균형을 초래하여 큰 개체가 작은 개체 보다 폐사율이 높아지는 현상과 잘 일치하고 있다.

## 요 약

1996년 9월 16일 중국 산둥성에서 해만가리비를 이식하여 전남 장흥군 득량만, 여수시 가막만, 경남 하동군 섬진강 하구 및 거제시 거제만에서 10월 17일에서 1997년 3월 18일까지 사육한 해역의 환경요인 중 수온은 10월에 최고  $20.5^{\circ}\text{C}$ , 2월에 최저  $5.1^{\circ}\text{C}$ 를 보였고, 용존산소는  $5.24-9.77 \text{ mg/l}$  범위, 염분은  $22.40-34.70\%$  범위, 클로로필  $1.27-22.28 \mu\text{g/l}$  범위로 동절기 사육기간 중 해만가리비의 성장은 11월 중순까지 가장 빠르고, 그 이후 성장이 둔화되다가 12월 중순부터 이듬해 3월 중순까지는 성장이 지체 또는 정지되었다. 이식 해역별로는 득량만에서 치패의 성장이 가장 좋았고, 그 다음이 가막만, 거제만, 섬진강 하구의 순이었다. 치패크기별 일간성장률은 중형치패가 5.70%로 대형치패 2.07%, 소형치패 5.49%보다 높았다. 연체부 중량지수는 12월에 최고값을 보였다. 10-12월의 생존율은 크기에 관계없이 83.3% 이상으로 높았으나, 1-3월은 소형치패가 중, 대형치패보다 생존율이 높았다.

## REFERENCES

- Abbott, R.T. (1974) American Seashells. 2nd Ed. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 663 pp.
- Auster, P.J. and Stewart, L.L. (1984) Compensatory growth in the bay scallop, *Argopecten irradians* (L.). *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, **5**: 103-104.
- Belding, D.L. (1910) A Report upon the scallop fishery of Massachusetts, including the habits, life history of *Pecten irradians*, its rate of growth and other factors of economic value. Spec. Rep., Comm. Fish, and Game, Mass., 150 pp.
- Broom, M.J. and Mason, J. (1978) Growth and spawning in the pectinid *Chlamys opercularis* in relation to temperature and phytoplankton concentration. *Mar. Biol.*, **47**: 277-285.
- Castagna, M. and Duggan, W. (1971) Rearing the bay scallop, *Argopecten irradians*. *Proc. Nat. Shellfish. Assoc.*, **61**: 80-85.
- Clarke, A.H. (1965) The scallop superspecies *Argopecten irradians* (Lamarck). *Malacologia*, **2**: 161-188.
- Duggan, W.P. (1975) Reactions of the bay scallop, *Argopecten irradians*, to gradual reductions in salinity. *Chesapeake Sci.*, **6**: 284-286.
- FAO (1995) Fishery statistics, catches and landings. vol., **80**: 419-420.
- Kirby-Smith, W.W. and Barber, R.T. (1974) Suspension feeding aquaculture system: effects of phytoplankton concentration and temperature on growth of the bay scallop. *Aquaculture*, **3**: 135-145.
- Kwon, O.K., Park, G.M. and Lee, J.S. (1993) Color Atlas of Korean Shells. Academy Press, Seoul, 445 pp. [in Korean]
- Lee, Y.C., Qin, Y.S. and Liu, J.Y. (1998) Yellow Sea Atlas. Ocean Science and Technology Institute, Inha University, Korea and Ins. of Oceanology Chinese Academy of Sciences, 524 pp.
- MacDonald, B.A. and Thompson, R.J. (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.
- Rhodes, E.W. and Widman, J.C. (1980) Some aspects of the controlled production of the bay scallop (*Argopecten irradians*). *Proc. World Maricult. Soc.* **11**: 235-246.
- Ricker, W.E. (1968) Methods for assessment of fish production in freshwater. I. B. P. Handbook No. 3.



- Blackwell Scientific Publication, Oxford, 348 pp.
- Rodhouse, P.G., Ottway, B. and Burnell, G.M. (1981)  
Bivalve production and food chain efficiency in an  
experimental nursery system. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*,  
61: 243-256.
- Waller, T.R. (1969) The evolution of the *Argopecten gibbus*  
Stock (Mollusca: Bivalvia) with emphasis on the  
tertiary and quaternary species of eastern North  
America Paleont. Society, Mem. 3, *Jour. Paleont.*, **43**(5),  
Suppl.: 1-125.
- 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 pp.
- 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 (RAS/90/002),  
84 pp.
- Zhang, F. (1995) The rise of the bay scallop culture  
industry in China. Fisheries, biology and aquaculture  
of pectinids: 8th International Pectinid Workshop, **17**:  
131-135.
- 楊愛國, 1999. 중국의 수산양식업 현황. 수산양식, **8**: 7-90.  
[in Korean]
- 柳晟奎, 1979. 淺海養殖. 새로출판사. 부산, 235-259 pp. [in  
Korean]
- 통계청, 1999. 어업생산통계. 대전, 215 pp. [in Korean]