

해만가리비, *Argopecten irradians*의 해역별 성장

오봉세, 양문호¹, 정춘구², 김영숙³, 김숙양⁴, 김성연⁵

국립수산과학원 양양내수면연구소, 남해수산종묘시험장¹, 남해수산연구소², 포항분소³,
유해생물과⁴, 기획관리실⁵

Comapartive Study on the Growth of Bay Scallop, *Argopecten irradians*, in Three Rearing Sites

Bong-Sae Oh, Moon-Ho Yang¹, Choon-Goo Jung², Young-Sook Kim³,
Sook-Yang Kim⁴ and Sung-Yeon Kim⁵

Yangyang Inland Fisheries Research Institute, YNFRDI, Yangyang 215-821, Korea

¹Namhae Marine Hatchery, NFRDI, Namhae 668-820, Korea

²South Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Yeosu 550-823, Korea

³Pohang Laboratory, NFRDI, Pohang 791-110, Korea

⁴Harmful Algal Blooms Research Division, NFRDI, Busan 619-900, Korea

⁵Research Planning Division, NFRDI, Busan 619-900, Korea

ABSTRACT

Water temperature during the culturing period was 10.4-25.5°C and there was a little difference between rearing sites. Salinity (25.00-31.17 psu) and DO (over 6.13 mg/l) showed reasonable condition for the growth of bay scallop. Concentrations of chlorophyll-a were ranged 1.69-7.40 µg/l, and they fluctuated monthly in the every sampling site. During the growing period from June to October, dominant phytoplankton species were *Ceratium* sp. in Nammeon and Hoejin, *Chaetoceros* sp. in Dolsan. Density of phytoplankton was high in July, August and October, but it was low in September and November.

When young bay scallops were cultured for 185 days in Nammyeon, Hoejin and Dolsan, shell heights were grown for 0.19 mm/day, 0.18 mm/day and 0.16 mm/day, respectively, and total weights were increased 0.16 g/day, 0.16 g/day and 0.13 g/day, respectively. Daily growth rates of shell height were 0.606%, 0.581% and 0.549%, and daily growth rates of total weight were 1.972%, 1.857% and 1.746%,

respectively. Maximum predicted values of shell height calculated by von Bertalanffy growth model were 52.62 mm, 51.74 mm and 48.91 mm, respectively. Survival rate was the highest in Nammyeon (87.0%), but the rates in Hoejin and Dolsan sharply decreased after November.

Keywords: Bay scallop, *Argopecten irradians*, Aquaculture.

서론

해만가리비는 분류학적으로 연체동물 문, 부족 강 익형 목 (Pteriomorphia), 가리비 과 (Pectinidae) 해만가리비 속 (*Argopecten*) 에 속한다 (Lee and Min, 2002). 현재 *Argopecten irradians concentricus*와 비슷한 형태를 지닌 해만가리비 화석이 미국 플로리다의 160만년에서 70만년 사이 초기 Pleistocene 퇴적층에서 최초로 발견된 이래 (Wilbur, 1995), 해만가리비는 *A. irradians irradians* (Lamarck), *A. irradians concentricus* (Say), *A. irradians amplicustatus* (Dall) 의 3개 아종으로 나뉘어져 진화되어져 왔다.

이중에서 우리나라에 이식된 종은 멕시코만이 원산지인 *Argopecten irradians irradians* 아종으로, 중국에서는 1982년 미국에서 중국 산둥반도 발해만으로 이식하여 양식

Received October 29, 2003; Accepted December 6, 2003

Corresponding author: Oh, Bong-Sae

Tel: (82) 33-679-3729 e-mail: obsksy@nfrdi.re.kr
1225-3480/19209

© The Malacological Society of Korea

(Chew and Fusui, 1993) 하고 있었는데, 1996년 남해연구소에서 패류양식 신품종으로 개발하기 위하여 동년 9월 남해안으로 이식한 후 1998년 12월까지 각종 사육시험을 실시한 결과, 해만가리비의 동절기 성장 (Oh and Jung, 1999), 밀도별 성장 (Oh *et al.*, 2000), 양식 생물학적 연구 (Oh, 2000), 수심별 성장 (Oh *et al.*, 2002), 생식주기 (Oh *et al.*, 2002), 선발효과 (Oh *et al.*, 2002), 인공산란, 유생 및 치패발생 (Oh *et al.*, 2003) 등에 관한 연구가 보고 되어 있다.

한편, 외국에서는 먹이생물의 영향 (Rhodes and Wildman, 1980; Kirby-Smith and Barber, 1974; Peirson, 1983; Urban and Langdon, 1984), 유속과 성장 (Kirby-Smith, 1972), 체성분 (Rines, 1985; Zhang *et al.*, 1991) 에 관한 연구와 Wells (1927) 가 해만가리비의 양식가능성을 제시한 이래 Loosanoff and Davis (1963), Castagna and Duggan (1971), Tettelbach (1986), YSFRI (1991), Zhang (1995) 등의 많은 연구가 있다.

본 연구는 우리나라 남해안의 득량만 하루 해역인 전라남도 장흥군 회진면과 가막만 중부 해역인 여수시 돌산읍 및 가막만 남부 해역인 여수시 남면 해역에 국내에서 인공종묘 생산된 해만가리비 치패를 이용하여 수하식으로 양성하면서 해역별 성장을 비교 조사하였다.

재료 및 방법

1. 치패

해역별 성장시험에 사용한 치패는 중국 산둥성 발해만에서

이식한 해만가리비 어미패를 이용하여 1997년 1월 29일과 31일 여수수산종묘시험장에서 산란된 치패를 실내에서 사육하여 전남 여수시 남면해역에서 6월 16일까지 중간 양성한 후 각고의 크기가 비슷한 치패를 선발하여 3개 해역에서 양성시험용 치패로 사용하였다.

2. 사육

수하 양성시험은 전남 장흥군 회진, 여수시 돌산 및 여수시 남면 등 3개 해역 (Fig. 1) 에서 패류 양성용 채롱 [43.5 (L) × 43.5 (B) × 8.5 (H) cm, 망목 9 mm 및 20.5 mm]에 평균각고 16.59-17.38 mm의 치패를 각각 50 마리씩 수용하여 2만복수로 시험구를 설정하였다. 사육기간은 6월 16일부터 12월 17일까지 185일간이었으며, 매월 1회 각장, 각고, 각폭, 체중 및 생존율을 조사하여 해역별로 성장을 비교하였다.

결 과

1. 해양환경

해만가리비를 수하양성한 3개 해역의 사육기간 (6월-12월) 중의 해양환경은 Fig. 2와 같이, 수온은 10.4-25.5℃로 월별로 살펴보면 8월의 수온은 22.9-25.4℃ (평균 23.4 ± 1.51℃) 였고, 11월에는 14.5-16.0℃ (평균 15.6 ± 0.73℃) 였으며, 12월에는 10.4-12.6℃ (평균 11.6 ± 0.99℃) 였다. 해역별 연간 평균수온은 성장이 양호하였던 남면에서는 19.94 ± 4.26℃로, 성장이 저조하였던 돌산의 19.73 ± 5.07℃보다 차이가 없었으나, 다소 외양에 위치한 남면의 수온 변화가 적은 경

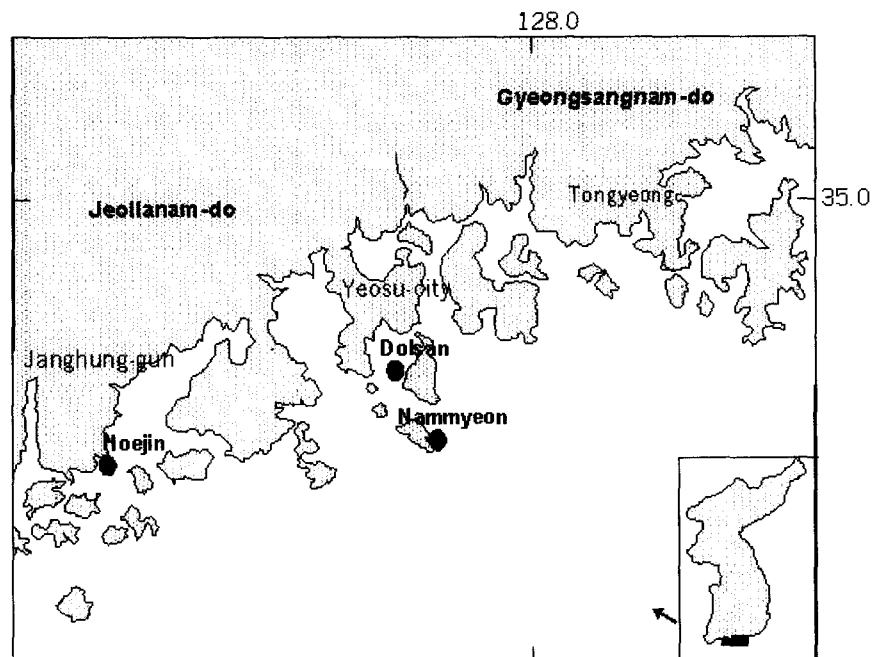


Fig. 1. Map showing rearing sites of bay scallop.

Table 1. Monthly variations of phytoplankton composition in Nammyeon area.

Species	Number of cells/ml of sea water in					Total	Ratio (%)
	June	July	August	September	October		
<i>Ceratium</i> sp.	238	32	12	0	40	322	35.25
<i>Chaetoceros</i> sp.	0	12	0	0	36	48	5.2
<i>Chroococcus</i> sp.	0	0	20	0	0	20	2.2
<i>Coscinodiscus</i> sp.	40	0	0	0	0	40	4.4
<i>Distephanus</i> sp.	0	0	0	8	0	8	0.9
<i>Epiplocyloides</i> sp.	0	0	0	24	0	24	2.6
<i>Navicula</i> sp.	0	0	0	0	40	40	4.4
<i>Nitzschia</i> sp.	16	0	0	0	36	52	5.7
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	0	32	0	32	55	119	13.0
<i>Staurastrum</i> sp.	0	8	0	0	0	8	0.9
<i>Thalassionema</i> sp.	0	0	0	0	16	16	1.8
<i>Thalassiosira</i> sp.	4	28	0	71	40	143	15.9
<i>Triparma</i> sp.	0	0	0	24	0	24	2.6
Others	20	12	16	4	0	52	5.7
Total	318	124	48	163	263	916	100.0

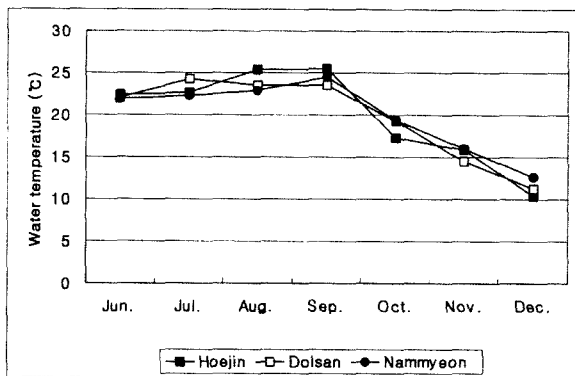


Fig. 2. Monthly variation of water temperature at rearing sites of *Argopecten irradians*.

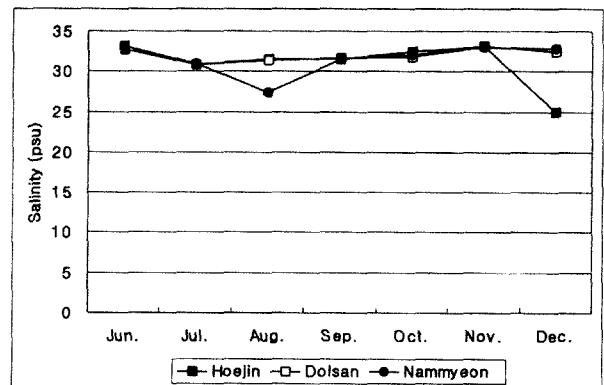


Fig. 3. Monthly variations of salinity at rearing sites of *Argopecten irradians*.

향을 보였다 (Fig. 2).

조사기간 동안의 염분 농도는 25.00-33.17 psu로 월별 염분 농도의 변화를 살펴보면, 6월과 11월에 염분은 높게 나타났고, 우기인 8월에 염분이 가장 낮아 전형적인 연안역의 염분변화 양상을 보였다. (Fig. 3). 용존산소도 최저 6.13 mg/l 이상으로 조사 해역 전부에서 양호한 상태를 보였으나 (Fig. 4), chlorophyll-a는 1.69-7.40 $\mu\text{g/l}$ 로 전반적으로 남면해역이 다른 해역에 비하여 다소 높았으나 그 차이는 크지 않았다 (Fig. 5).

해만가리비의 성장이 지속된 6-10월에 해역별로 출현한

phytoplankton 종 중에서 출현율이 10% 이상인 종을 살펴보면, 남면에서는 *Ceratium* sp. 35.2%, 규조류인 *Thalassiosira* sp. 15.9%, *Pseudonitzschia* sp.가 13.0%였고 (Table 1), 회진에서는 *Ceratium* sp.가 25.5%, *Chaetoceros* sp.가 19.4%였으며 (Table 2), 돌산에서는 규조류인 *Chaetoceros* sp.가 40.4%, *Ceratium* sp.가 10.22%로 나타났다 (Table 3). Phytoplankton의 밀도는 해역별로 대체적으로 7월과 8월에 피크를 보인 후 점차적으로 낮아지다가 10월에 다시 한번 번무하였다가 11월에 급격히 감소하는 양상을 보였으나, 총 출현 개체 수에서는 해역별로 큰 차이가

Table 2. Monthly variations of phytoplankton composition in Hoejin area.

Species	Number of cells/ml of sea water in					Total	Ratio (%)
	June	July	August	September	October		
<i>Ceratium</i> sp.	8	16	202	20	4	250	25.5
<i>Chaetoceros</i> sp.	8	79	20	12	71	190	19.4
<i>Dictyocha</i> sp.	0	20	0	0	0	20	2.0
<i>Distephanus</i> sp.	0	8	0	0	0	8	0.8
<i>Eucampia</i> sp.	0	79	0	0	8	87	8.9
<i>Gonium</i> sp.	0	0	0	4	0	4	0.4
<i>Hemiaulus</i> sp.	0	8	0	0	0	8	0.8
<i>Navicula</i> sp.	0	0	8	0	40	48	4.9
<i>Nitzschia</i> sp.	0	0	0	0	40	40	4.1
<i>Planktoniella</i> sp.	4	0	0	0	0	4	0.4
<i>Sphaerocystis</i> sp.	0	0	20	4	0	24	2.4
<i>Thalassionema</i> sp.	0	12	0	0	0	12	1.2
<i>Thalassiosira</i> sp.	4	20	24	8	24	80	8.2
<i>Tintinnopsis</i> sp.	4	0	0	0	0	4	0.4
Others	17	40	32	39	75	203	20.7
Total	45	282	306	87	262	982	100.0

Table 3. Monthly variations of phytoplankton composition in Dolsan area.

Species	Number of cells/ml of sea water in					Total	Ratio (%)x
	June	July	August	September	October		
<i>Actinastrum</i> sp.	0	0	16	0	0	16	1.7
<i>Ceratium</i> sp.	51	12	28	4	0	95	10.2
<i>Chaetoceros</i> sp.	8	123	110	40	95	376	40.4
<i>Eucampia</i> sp.	0	12	0	0	20	32	3.4
<i>Gonatozygon</i> sp.	4	0	16	0	0	20	2.2
<i>Melrosira</i> sp.	0	20	28	0	0	48	5.2
<i>Navicula</i> sp.	0	0	0	0	28	28	3.0
<i>Nitzschia</i> sp.	8	0	0	28	28	64	6.9
<i>Parundella</i> sp.	0	0	0	8	8	16	1.7
<i>Sphaerocystis</i> sp.	0	12	0	0	0	12	1.3
<i>Thalassiosira</i> sp.	8	0	0	12	12	32	3.4
<i>Tintinnopsis</i> sp.	0	0	16	0	0	16	1.7
Others	32	20	59	28	39	175	18.8
Total	111	199	273	120	227	930	100.0

없었다.

2. 해역별 성장

회진, 돌산 및 남면에서 평균각고 16.59-17.38 mm의 해만 가리비의 치패를 대상으로 185일간 수하양성한 결과, Table 4

와 같이 남면에서는 34.26 mm 성장하여 평균 각고는 50.85 mm, 회진에서는 33.26 mm 성장하여 평균 각고는 50.64 mm, 돌산에서는 30.29 mm가 성장하여 평균 각고 47.49 mm로 되어, 남면은 회진과는 성장에 유의차가 없었으나 돌산과는 유의차 ($p < 0.05$) 가 있었다 (Table 4 and Fig. 6).

각고의 일간 성장률은 Table 5와 같이 남면에서 0.606%, 회진에서 0.581%, 돌산에서는 0.549%였다. 이를 월별로 보면, 3개 해역 모두 7월까지 각고의 일간 성장률이 증가하였으나 8월부터는 감소하였고, 11월 및 12월에는 0.027% 이하의 일간 성장률을 보여 성장이 지체 또는 정지되는 경향을 보였다. 돌산에서는 9월까지의 각고의 일간 성장률이 다른 해역에 비하여 높았으나 그 이후는 다른 해역에 비하여 낮아지는 경향을 보였다.

한편, 평균 전중량은 Table 6 및 Fig. 7과 같이 사육기간 중 남면에서는 30.32 g 증가하여 평균 전중량이 31.13 g으로, 회진에서는 30.05 g 증가하여 평균 전중량이 31.05 g으로, 돌산에서는 23.30 g이 증가하여 평균 전중량 24.26 g으로 증가되어, 남면과 회진과는 평균 전중량의 유의 차가 없었으나, 돌산에서는 유의차 ($p < 0.05$) 가 있었다.

전중량의 일간 성장률은 Table 7과 같이 남면에서는 1.972%, 회진에서는 1.857%, 돌산에서는 1.746%였다. 월별

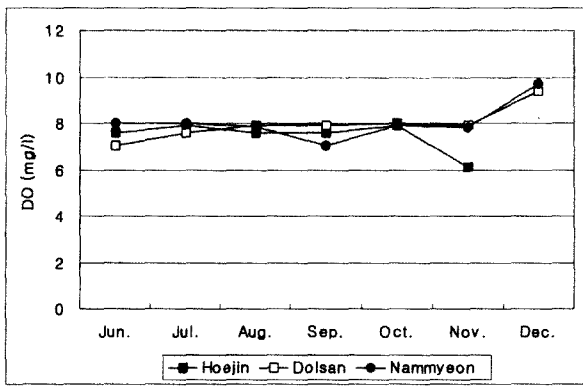


Fig. 4. Monthly variations of DO at rearing sites of *Argopecten irradians*.

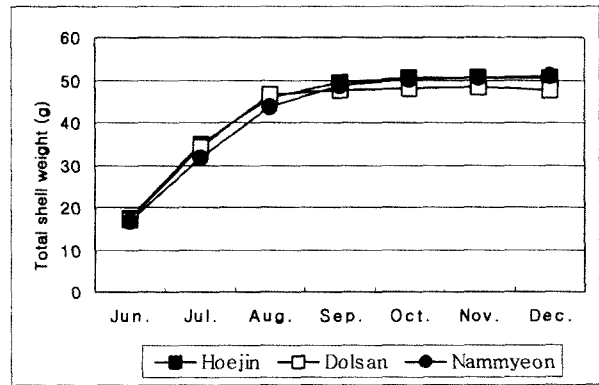


Fig. 6. Monthly variations of shell height of *Argopecten irradians* at rearing sites.

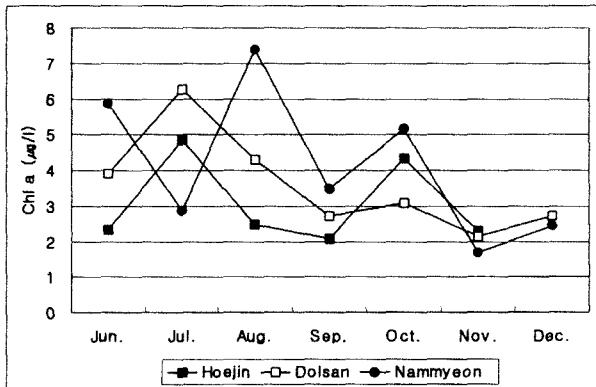


Fig. 5. Monthly variations of chlorophyll-a at rearing sites of *Argopecten irradians*.

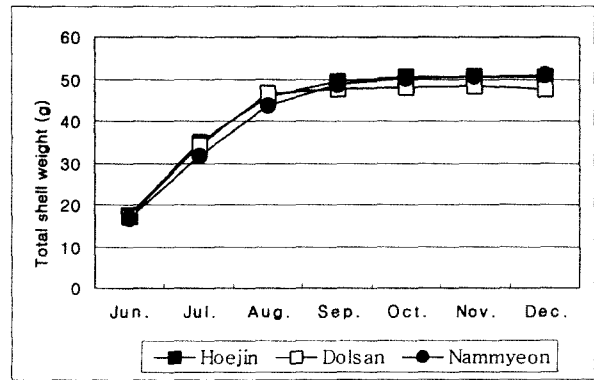


Fig. 7. Monthly variations of total shell weight of *Argopecten irradians* at rearing sites.

Table 4. Monthly variations of shell height of *Argopecten irradians* in rearing sites. (unit: mm)

Sites	June	July	August	September	October	November	December
Hoejin	17.38 ± 0.17 ^a	35.02 ± 0.37 ^a	45.75 ± 5.40 ^a	49.35 ± 0.40 ^a	50.45 ± 0.53 ^a	50.72 ± 0.68 ^a	50.64 ± 1.21 ^a
Dolsan	17.20 ± 0.35 ^a	34.13 ± 0.35 ^{ab}	46.41 ± 1.16 ^a	47.60 ± 0.66 ^a	48.02 ± 0.33 ^a	48.39 ± 0.81 ^{ab}	47.49 ± 0.62 ^{ab}
Nammyeon	16.59 ± 0.99 ^a	31.70 ± 1.01 ^b	43.75 ± 0.81 ^a	48.81 ± 4.24 ^a	50.03 ± 3.82 ^a	50.53 ± 3.00 ^{ab}	50.85 ± 2.71 ^a

Values (mean ± s.d.) in the same column not sharing a common superscript are significantly different ($p < 0.05$).

Table 5. Daily growth rates of shell height of *Argopecten irradians* at rearing sites. (unit: %)

Sites	July	August	September	October	November	December	Mean
Hoejin	2.436	0.862	0.216	0.085	0.014	0.000	0.581
Dolsan	2.363	0.991	0.072	0.034	0.021	0.000	0.549
Nammyeon	2.233	1.039	0.313	0.095	0.027	0.023	0.606

Table 6. Monthly variations of total shell weight of *Argopecten irradians* in rearing sites. (unit: mm)

Sites	June	July	August	September	October	November	December
Hoejin	1.00 ± 0.05 ^a	8.17 ± 0.05 ^a	16.97 ± 4.00 ^a	25.46 ± 0.14 ^a	31.64 ± 0.22 ^a	32.31 ± 1.05 ^a	31.05 ± 2.04 ^a
Dolsan	0.96 ± 0.06 ^a	7.10 ± 0.00 ^b	19.50 ± 0.30 ^a	23.35 ± 0.57 ^a	23.46 ± 0.06 ^b	24.02 ± 1.92 ^b	24.26 ± 1.05 ^b
Nammyeon	0.81 ± 0.04 ^a	6.29 ± 0.54 ^b	16.89 ± 1.66 ^a	25.14 ± 6.44 ^a	29.07 ± 6.02 ^a	30.54 ± 5.95 ^a	31.13 ± 5.64 ^a

로는 7월까지 모든 해역에서 전중량의 일간 성장률이 최대치를 보인 후 감소하여 11월과 12월에는 0.059% 이하로 나타나 성장이 지체 또는 정지되는 결과를 보였다. 돌산의 경우 각고의 일간성장률이 8월에 높았으나, 전중량은 오히려 9월에 높게 나타나 각고와 전중량의 성장시기에 차이가 나타났다.

3. von Bertalanffy growth curve

해역별 해만가리비의 성장을 파악하고자 von Bertalanffy growth curve를 이용하여 성장에 대한 생물학적 특성치를 추정하였다. 그 결과를 살펴보면 (Table 8 and 9), 남면에서 최대각고 (L_{∞})는 52.62 mm로 추정되었으며, 성장계수 (k)는 0.62로 나타났다. 회진의 경우 최대각고는 51.74 mm, 성장계수는 0.77, 돌산은 최대각고 48.91 mm, 성장계수는 0.88로 추정되어 남면에서 각고가 가장 크게 성장할 수 있는 것으로 나타났다 (Fig. 8).

4. 생존율

사육기간 중 해만가리비의 생존율은 Fig. 9에 나타난 바와 같다. 해역별 생존율은 성장이 가장 좋았던 남면에서는 11월까지 91.0%의 높은 생존율을 보였으나, 12월에 약간 감소하여 87.0%의 생존율을 보였고, 회진에서는 7월까지 98.0%이상의 생존율을 보였으나, 8월에 79.0%로 감소한 후 매월 약간씩 감소하여 12월에는 65.0%의 생존율을 보였으며, 돌산에서는 9월까지 88.0%의 생존율을 보였으나, 그 후 점차 감소하여 11월에는 62.0%, 12월에는 41.0%의 낮은 생존율을 보였다.

고 찰

해만가리비를 사육한 3개 해역 (회진, 돌산, 남면)의 해양환경 중에서 가리비의 성장과 생존에 영향을 미치는 주요인 (Andi, 1993)인 수온, 염분, 먹이생물 등을 조사하였다. 이 중에서 수온은 최저 10.4°C에서 최고 25.5°C까지 변화하였는데, 월별 해만가리비 성장은 해역에 관계없이 7-9월 (21.1-25.5°C)에 가장 좋았고, 10-11월 (14.5-19.7°C)에는 성장이 점차 저조하였으며, 12월 (11.6 ± 0.99°C)에는 성장이 거의 정지되어 수온과 해만가리비의 성장과는 positive한 상관관계를 보였다. 이러한 수온과 가리비의 성장과의 positive한 관계는 Rhodes and Widman (1980)와 해만가리비의 동절기 성장 (Oh and Jung, 1999)에서도 비슷한 결과를 보고한 바 있다. 각 해역별 수온은 큰 차이가 없어 해역별 성장 차이는 수온에 의한 영향으로 보기는 어려웠다.

일반적으로 가리비는 고 염분에 서식하는 종이다. 제주도 연안에 서식하는 해가리비는 20 psu에서 20시간 만에 전량 폐사하였다 (Son, 1997). 이에 비하여 해만가리비는 15 psu에서 온도와 노출시간에 관계없이 80% 이상 생존하였고 (Mercaldo and Rhodes, 1982), 수온이 10°C일 때 담수에서 48시간 생존이 가능한 광염성 종으로 (Castagna and Chanley, 1973; Duggan, 1975), 적정염분은 21-33 psu로 보고 되었다 (YSFRI, 1991). 본 연구를 수행한 3개 해역의 염분은 25.00-31.17 psu로 월별, 해역별로 염분과 성장과의 사이에는 일정한 상관관계를 보이지 않았으며, 사육기간 중 최

Table 7. Daily growth rates of total shell weight of *Argopecten irradians* at rearing sites. (unit: %)

Sites	July	August	September	October	November	December	Mean
Hoejin	7.260	2.315	1.199	0.835	0.056	0.000	1.857
Dolsan	6.903	1.090	2.436	0.019	0.059	0.042	1.746
Nammyeon	7.061	3.186	1.096	0.582	0.136	0.076	1.972

저염분도 25.00 psu 이상으로 성장에 영향을 미치지 않는 상태였다.

해역별 먹이생물의 양을 간접적으로 측정하여 나타낸 chlorophyll-a 농도를 보면 1.69-7.40 $\mu\text{g/l}$ 로 해만가리비의 최소 성장을 위한 chlorophyll-a 농도가 1.40 $\mu\text{g/l}$ 이상 (Rhodes and wildman, 1980)이라는 보고를 감안하면 본 연구에서는 수온과 염분보다는 먹이생물의 양이 해만가리비 성장에 영향을 미치는 요인으로 작용한 것으로 사료되었으며, 이는 Andi (1993) 가 보고한 phytoplankton의 감소가 해만가리비의 성장차이를 일으키는 환경요인으로 작용한다는 것과 같은 결과를 보였다. 그러나 해역별 플랑크톤 개체 수에서는 큰 차이를 보이지 않았는데 비하여 해만가리비의 성장이 양호한 6-10월에 해역별로 출현한 phytoplankton의 우점종에는 차이가 있어, 성장이 양호하였던 남면해역은 편모조류인 *Ceratium* sp.가 35.2%, 회진해역은 *Ceratium* sp.가 25.5% 였으나 성장이 다른 해역에 비하여 낮았던 돌산해역은 규조류인 *Chaetoceros* sp.가 40.4%로 높은 출현율을 보였다. 이와 관련 Peirson (1983) 는 해만가리비의 먹이로서 naked flagellate인 *Dunaliella tertiolecta*, *Isochrysis galbana*, *Pavlova lutheri* 등 7종의 편모조류의 소화흡수율은 종 간의 차이가 없이 78-90%로 높은 반면, 세포벽을 가진 *Chlorella* 은 17%로 매우 낮아서 편모조류의 소화흡수율이 높은 것으로 보여진다. 그러나 규조류에 대한 소화흡수율에 대한 연구가 없어 양식 해역에 출현하는 phytoplankton의 종의 차이가 해만가리비 성장에 어느 정도 영향을 미치는지에 대해서 계속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

해만가리비의 성장이 양호한 해역과 그 시기를 알아보고자

Table 8. The line of the best fit of the Ford-Walford plots for calculating the von Bertalanffy parameters at rearing sites.

Sites	Equation	r^2
Hoejin	$SH_{t+1} = 27.85 + 0.4617SH_t$	0.9746
Dolsan	$SH_{t+1} = 28.62 + 0.4149SH_t$	0.8857
Nammyeon	$SH_{t+1} = 24.24 + 0.5393SH_t$	0.9634

Table 9. The von Bertalanffy parameters for shell height of *Argopecten irradians* grown at rearing sites.

Sites	sh_{∞}	K	t_0
Hoejin	51.74	0.7728	-0.1799
Dolsan	48.91	0.8797	-0.7669
Nammyeon	52.62	0.6175	-0.1233

해역별로 사육한 결과, 남면해역에서 각고의 성장은 7월에 0.52-0.61 mm/day로 가장 많이 성장한 후 계속 감소하여 8월 0.35-0.40 mm/day이었고, 9월 이후에는 0.05 mm/day 이하의 낮은 성장을 보였다. 이런 성장은 미국 Connecticut의 Poquonock river의 해만가리비는 7-11월에는 매월 10 mm 씩 성장을 하나 12월에는 성장이 정지하였다는 보고 (Tettelbach, 1986) 와 8월 26일에서 9월 30일까지 해만가리비의 성장은 0.37 mm/day 이었다는 보고 (Smith and Tettelbach, 1996) 가 있다. 또한 중국에서 해만가리비는 여름철 성장기에 0.4-0.6 mm/day로 성장한다는 보고 (Yellow Sea Fisheries Research Institute, 1991) 에 비하여 본 연

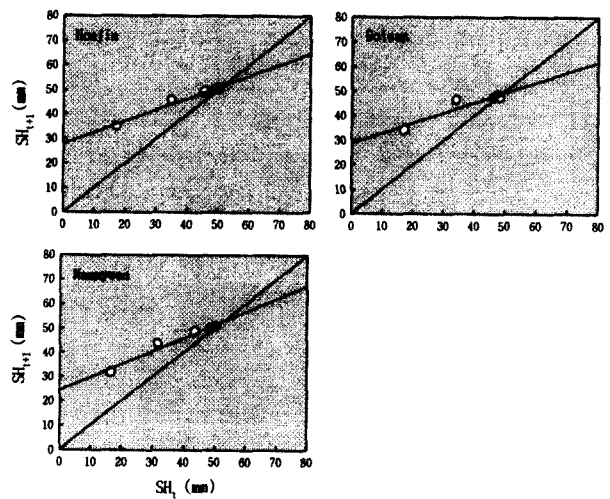


Fig. 8. Walford plots to estimate parameters for the von Bertalanffy growth equation of *Argopecten irradians* at rearing sites.

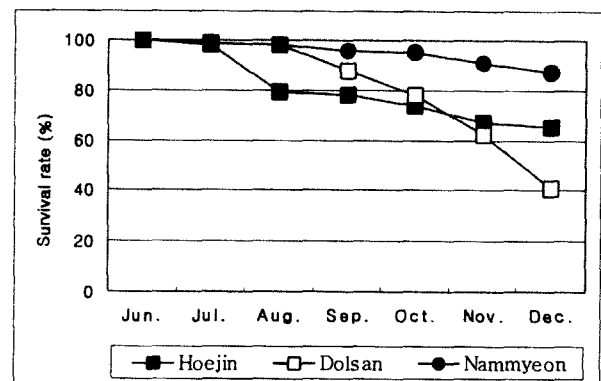


Fig. 9. Survival rate of *Argopecten irradians* at rearing sites.

구에서는 다소 좋은 결과를 보였다. 이러한 결과는 미국 남부에 위치한 걸프만과 멕시코만에 비하여는 수온 여건이 다소 불리하지만, 우리나라 남해안에 비하여 봄철 수온 상승이 늦고, 가을철 수온 하강이 빠르며 12월 이후 수온이 1°C까지 내려가는 중국 해만가리비 양식 주산지인 산둥성 발해만과 한국 남해안과 해양환경이 비슷하다는 미국 중부의 대서양 연안 (Zhang, 1995) 보다는 수온 여건이 좋았기 때문이라 사료된다.

일반적으로 이매패류의 성장에 영향을 미치는 주요 환경요인으로는 수온 (Rose *et al.*, 1988) 과 먹이생물 (O'Connor *et al.*, 1992) 를 들 수 있는데, 본 연구에서 해만가리비의 성장은 수온이 15°C 내외로 하강하는 11월 이후 성장이 크게 둔화되었고, 수온 10°C 내외로 하강한 12월 중순 이후에는 성장이 거의 정지되어 수온의 영향이 크게 나타났다. 그러나 가리비의 종류에 따라서는 성장이 연중 지속된다는 보고 (Parsons and Dadswell, 1992) 와 해만가리비는 각고가 5 cm 가까이 성장하면 성장률이 감소한다는 보고 (Castagna and Duggan, 1971) 등 미세조류의 이용도가 성장에 영향을 미친다는 보고 (MacDonald and Thompson, 1985) 등을 감안할 때, 같은 수온 조건하에서는 해만가리비 성장차이는 먹이생물에 의한 영향도 클 것으로 생각된다.

한편, 각고의 경우 7월에 최대성장을 보인 후 감소하는 경향과 다르게 전중량은 9월까지 계속 증가하다가 10월 이후 정체되는 경향을 보였는데, 중국에서도 해만가리비는 10월부터 수온하강과 더불어 성장이 정체되지만 육중량은 계속 증가되고 패주중량지수는 11월에 13%로 최고치에 도달한다는 보고 (Yellow Sea Fisheries Research Institute, 1991) 와 패주중량지수가 10월에서 익년 4월 사이 높게 유지 된다는 보고 (Zhang *et al.*, 1991) 등으로 미루어 본 연구와 비슷한 경향을 보였다.

가리비류의 적합한 채취 시기는 품종에 따라 차이가 있는데, 큰가리비의 경우 3월 중순에서 4월 중순 산란기 직전에 출하하는 것이 경제적이라고 하였으나 (Park, 1998), 우리나라 연안에서 양식된 해만가리비의 경우는 상기의 연구결과로 미루어 어업인에게 최대의 소득을 올릴 수 있는 수확 시기는 각고가 최대로 성장하고, 전중량과 패주중량이 최대 값을 보이는 12월로 판단된다.

해역별 각고의 최대 예상 값은 남면 해역이 52.62 mm로 득량만이나 가막만에 비하여 높게 나타났다. 이러한 성장차이는 수온과 영양조건 등 해양환경 요인의 차이에 기인한다고 생각된다 (Kirby-Smith and Barber, 1974; MacDonald and Thompson, 1985; Wilson, 1987). 그리고 생존율은 다소 외양에 위치하여 다른 해역보다 환경이 양호한 남면에서 87%로 높는데 비하여, 내만에 위치한 회진과 돌산은 성장이 지속된

10월까지의 생존율이 75% 내외를 보였으나, 성장이 정체 또는 정지된 11-12월 생존율은 65%와 41%로 낮아졌다. 폐사율에 대한 보고로 Castagna and Duggan (1971) 은 자연에서 가리비의 폐사율은 산란 후 10개월째부터 증가한다고 보고하여 본 연구와 비슷한 경향을 보였다. 일반적으로 굴, 우렁쉥이 등의 양식에서도 이와 같은 폐사 현상이 자주 발생하고 있어 폐사와 관련된 연구의 필요성도 있는 것으로 사료된다.

요 약

우리나라 남해안의 남면, 회진 및 돌산의 3개 해역에서 해만가리비의 사육기간 중 수온은 10.4-25.5°C로 해역별 수온차이는 크지 않았으며, 염분은 25.00-31.17 psu, 용존산소는 최저 6.13 mg/l 이상으로 해만가리비 성장에 적합한 범위였다. Chlorophyll-a는 1.69-7.40 $\mu\text{g/l}$ 로 낮은 농도를 보인 시기도 있었다. 6-8월 해만가리비 성장기에 phytoplankton 우점종은 성장이 좋았던 남면에서는 편모조류인 *Ceratium* sp.가 35.2%, 회진에서는 *Ceratium* sp.가 25.5% 출현하였으나, 성장이 낮았던 돌산에서는 규조류인 *Chaetoceros* sp.가 40.4%로 우점하였다. 플랑크톤의 밀도는 대체적으로 8-9월에 높았고, 10월에 낮았다.

해만가리비의 치패를 대상으로 185일간의 사육한 결과, 각고는 남면 0.19 mm/day, 회진 0.18 mm/day, 돌산 0.16 mm/day였고, 전중량은 남면 0.16 g/day, 회진 0.16 g/day, 돌산 0.13 g/day였다. 각고의 일간성장률은 남면이 0.606%, 회진 0.581%, 돌산 0.549%였고, 전중량의 일간성장률은 남면에서는 1.972%, 회진에서는 1.857%, 돌산에서는 1.746%였다. von Bertalanffy 성장모델에 의해 얻어진 각고의 최대 예상값은 각각 52.62 mm (남면), 51.74 mm (회진), 48.91 mm (돌산)였다. 생존율은 남면이 87.0%로 가장 높았으나, 회진 및 돌산은 11월 이후 급감하였다.

REFERENCES

- Andi, A. (1993) Differential growth characteristics of sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin, 1791) in suspended culture. 95 pp. Degree of Master of Science (Biology). Acadia University.
- Castagna M. and Chanley, P. (1973) Salinity tolerance of some marine bivalves from in shore and estuarine environments in Virginia waters on the western mid-Atlantic coast. *Malacologia*, **12**: 47-96.
- Castagna, M. and Duggan, W. (1971) Rearing the bay scallop, *Argopecten irradians*. *Proceeding National Shellfish Association*, **61**: 80-85.
- Chew, K.K. and Fusui, Z. (1993) Recent developments in bay scallop, *Argopecten irradians*, culture in China. *Proceeding of the 9th International Pectinid Workshop, Nanaimo*, **2**: 4-8.

- Duggan, W.P. (1975) Reactions of the bay scallop, *Argopecten irradians*, to gradual reductions in salinity. *Chesapeake Science*, **6**: 284-286.
- 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 Barber, R.T. (1974) Suspension feeding aquaculture system: effects of phytoplankton concentration and temperature on growth of the bay scallop. *Aquaculture*, **3**: 135-145.
- Lee, J.S. and Min, D.J. (2002) A catalogue of molluscan fauna in Korea. *Korean Journal of Malacology*, **18**: 93-217. [in Korean]
- Loosanoff, V.L. and Davis, H.C. (1963) Rearing of bivalve mollusks. *Advanced Marine Biology*, **1**: 1-136.
- 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. *Marine Ecology Progress Series*, **25**: 279-294.
- 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.
- O'Connor, W.A., Nell, J.A. and Diemar, J.A. (1992) The evaluation of twelve algae species as food for juvenile Sidney rock oysters, *Saccostrea commercialis*. *Aquaculture*, **108**: 277-283.
- 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 Journal of Malacology*, **15**(2): 71-79. [in Korean]
- 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. [in Korean]
- Oh, B.S. (2000) Studies on the seedling production and aquaculture of bay scallop, *Argopecten irradians* (Lamarck). Ph. D. thesis. University of In ha, pp. 174.
- 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. [in Korean]
- Oh, B.S., Jung, C.G. and Kim, S.Y. (2002) Study of growth on bay scallop, *Argopecten irradians* in differential cultured depths. *Journal of Aquaculture*, **15**: 61-68. [in Korean]
- 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. [in Korean]
- Oh, B.S. and 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. [in Korean]
- Park, Y.J. (1998) Biological studies on aquaculture of the scallop, *Patinopecten yessoensis* (Jay). 185 pp. Ph. D. Dissertation, Cheju National University.
- Parsons, G.J. and Dadswell, M.J. (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.
- Peirson, W.M. (1983) Utilization of eight algal species by the bay scallop, *Argopecten irradians concentricus* (Say). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **68**: 1-11.
- 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.
- Rines, H.M. (1985) Effects of biochemical composition of algae diets on growth and metabolism of juvenile bay scallop *Argopecten irradians* (Lamarck) (Bivalvia, Pectinidae). 182 pp. Ph. D. Dissertation, Rhode Island University.
- Rose, R.A., Campbell, G.R. and Sanders, S.C. (1988) Larval development of the saucer scallop, *Amusium balloti* Bernardi. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, **39**: 153-160.
- Smith, C.F. and Tettelbach, S.T. (1996) Bay Scallop Restoration, Western Peconic Bay, Project Report. 44 pp.
- Son, P.W. (1997) Biological studies on aquaculture of the sun and moon scallop, *Amusium japonicum japonicum*. 128 pp. Ph. D. Thesis. University of Jeju,
- Tettelbach, S.T. (1986) Dynamics of crustacean predation on the northern bay scallop, *Argopecten irradians irradians*. 229 pp. Ph. D. Dissertation, University of Connecticut, Storrs, CT.
- 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.
- Wells, W.F. (1927) Report of the experimental shellfish station. N.Y. State Conservation Department, 16th Annual Report, 113-130.
- Wilbur, A.E. (1995) Population genetics of the bay scallop, *Argopecten irradians* (Lamarck): an analysis of geographic variation and the consequences of self-fertilization. 128 pp. Ph. D. Thesis, Delaware University.
- Wilson, J.H. (1987) Environmental parameters controlling growth of *Ostrea edulis* L., and *Pecten maximus* L., in suspended culture. *Aquaculture*, **64**: 119-131.
- YSFRI (Yellow Sea Fisheries Research Institute) (1991) Training manual on breeding and culture of scallop and sea cucumber in China. 84 pp. Regional Sea

Comparative Study on the Growth of *Argopecten irradians*

Farming Development and Demonstration Project
(RAS/90/002).

Zhang, F., Jianghu, M., Yichao, H., Xiangsheng, L.,
Shuying, L. and Lingxin, Q. (1991) A study on the
meat condition of the bay scallop in Jiaozhou Bay.

Oceanologia et Limnologia Sinica, **22**(2): 97-103.

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.