

## 한국산 및 일본산 굴, *Crassostrea gigas* 종패의 성장비교

정우건, 조상만, 문수경<sup>1</sup>, 정보영<sup>1</sup>

경상대학교 양식학과 및 해양산업연구소, <sup>1</sup>식품과학과 및 해양산업연구소

### Comparison of Growth of the Pacific Oysters, *Crassostrea gigas*, Cultured with Korean and Japanese Spats

Woo-Geon Jeong, Sang-Man Cho, Soo-Kyung Moon<sup>1</sup> and Bo-Young Jeong<sup>1</sup>

Department of Aquaculture, and <sup>1</sup>Department of Food Science, Gyeongsang National University, Tongyoung 650-160, Korea

#### ABSTRACT

To study the growth of transplanted Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, we sampled Korean and Japanese oysters attached in Chinhae Bay near Gaduk Island and in Seto inland sea in Japan, respectively, suspended in Pukman Bay.

Water Temperature ranged from 11.2 to 27.8°C (mean 19.84 ± 5.47°C) on the surface, and 11.1 to 23.6°C (mean 18.31 ± 4.18°C) on the bottom. Salinity ranged from 31.45 to 34.57 (mean 33.10 ± 1.16) on the surface, and from 31.69 to 34.35 (mean 33.24 ± 1.06) on the bottom. salinity was the lowest in September and October, and the highest in December.

Growth of oysters in shell height showed a significant difference after being suspended at the farm, reaching 70.3 ± 12.5 mm in the Korean oysters and 96.2 ± 14.6 mm in the Japanese oysters in December. While the Korean oysters showed relatively low growth rate and cessation of growth after sudden growth between June and July, the Japanese oysters showed continuous growth during the whole farming period, although stepwise growth was observed.

It was not until September that meat weight showed a significant difference between the two. After

September, there was a sudden increase in the Japanese oysters, reaching 7.5 ± 2.9 g in December, but growth of the Korean oysters showed slow growth rate during whole farming period, reaching 4.6±1.9 g in December. here was an obvious decrease in the meat weight of Japanese oysters in December, which might be attributed to restriction of food.

Condition factors rebounded in October in the Korean oysters and in September in the Japanese oysters, respectively, attaining 12.8 in the Korean oysters and 15.3 in the Japanese oysters at the end of investigation on December.

Shell length-height regression equations were as follows:

Korean oysters:  $S_n = 2.922S_t - 4.8024$  ( $r^2 = 0.8541$ )

Japanese oysters:  $S_n = 3.623S_t - 5.1239$  ( $r^2 = 0.7782$ )

This showed the possibility of morphological transformation in the shell of the Korean oysters since shell height was longer than those reported by Bae *et al.* (1976) and Lee *et al.* (1992).

**Keywords:** *Crassostrea gigas*, oyster, Growth, Transplantation.

#### 서론

자연채묘에 의존하고 있는 우리나라 양식 굴의 종패는 연중 전기 (6-7월), 후기 (8-9월)에 생산하고 있으며, 이중 후기채묘에 의한 물량이 70%정도 차지하고 있다 (경상남도, 1999). 그러나 자연 채묘는 해양환경의 변화에 따라 풍흉이 심한 특성이 있으며, 1992년에는 자연채묘가 부진하여 총 소요량의 1.9%

Received December 23, 2000 Accepted May 10, 2001  
Corresponding author: Jeong, Woo-Geon  
Tel: (82) 55-640-3101 e-mail: jeongwg@gaechuk.gsnu.ac.kr  
1225-3480/17104  
© The Malacological Society of Korea

만을 확보할 수 있었다. 따라서 1994년부터 일본산 굴 종패를 이식하여 양성하고 있으며, 일본산 굴을 모패로 사용하기 위하여 장기 양성 중에 있다 (굴수하식양식수산업협동조합, 1998).

우리나라의 양식굴 성장에 관한 연구는 1970년대와 1980년대 초에 주로 이루어 졌으며 (Bae and Bae, 1972a; Lee and Yoo, 1975; Bae *et al.*, 1976; Yoo and Park, 1981; Kim *et al.*, 1982), 이식 후의 성장에 관한 연구는 남해 및 서해산 참굴의 종패 이식 후 성장 (Chung and Kwak, 1970), Portugal 굴 (*Crassostrea angulata*) 과 Olympia 굴 (*Ostrea lurida*) 의 이식 성장에 관한 연구 (Bae and Bae, 1972b) 가 있다. 그러나 최근 이식된 일본산 굴의 성장에 관한 보고는 거의 없으며, 굴 종패가 이식된 지 5년이 지난 현재에는 중간 교잡으로 인한 한국산 굴의 형태적 변화가 있을 것으로 예상되었다 (굴수하식양식수산업협동조합, 1996).

이 연구에서는 이식된 일본산 굴과 한국산 굴의 성장을 비교하고 형태적 변화가 있는지를 조사하여 앞으로 굴 종패의 이식 및 양성에 관한 기초자료로 제공하고자 시도되었다.

### 재료 및 방법

1994년 8월 일본의 히로시마현의 Seto 내해에서 수중채묘하여 단련시킨 후, 1995년 6월 우리 나라에 이식된 일본산 참굴 종패와 1994년 8월 진해만 가덕도 해역에서 채묘하여 단련시킨 한국산 참굴 (*Crassostrea gigas*) 종패를 1995년 6월에 경상남도 통영시 북만 해역에 수하하였다 (Fig. 1). 성장 조사를 위하여 양성중인 굴을 1995년 6월부터 12월까지 매월 1회

채취하여 각고 (SH, mm), 각장 (SL, mm), 전중 (TW, g), 육중 (MW, g)을 측정하였다. 비만도는 전중에 대한 육중의 비율로 하였다.

$$\text{Condition factor} = (\text{MW} / \text{TW}) \times 100$$

굴의 수층별 성장 변화를 파악하기 위하여 연승 1 대를 3 등분하여 각 구역에서 1 개의 수하연을 채취한 후, 수하연을 상부, 중부, 하부로 구분하여 각 3 개의 cluster를 조사하였다.

대상해역의 해양 환경조사는 매월 수온, 염분 및 chlorophyll-a를 측정하였다. 수온은 Van Dorn 채수기로 표층수와 저층수를 채수하여 봉상수온계로 측정하였고, 염분은 채수된 시료수를 실험실로 옮겨 inductively coupled salinometer로 측정하였다. Chlorophyll-a는 GF/C여과지 (pore size 0.45  $\mu\text{m}$ ) 로 시료수 1 liter를 여과하여 Strickland and Parsons (1968) 법에 따라 산출하였다.

### 결과 및 고찰

굴의 패각 성장이나 비만에 영향을 미치는 주요환경 인자는 수온, 먹이농도, 염분 등으로 (Malouf and Breese, 1977; Incze *et al.*, 1980) 알려져 있어, 대상해역의 수온 및 염분, 클로로필을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다.

조사기간 중 수온은 표층 11.2-27.8 $^{\circ}\text{C}$  (평균 19.84  $\pm$  5.47 $^{\circ}\text{C}$ ), 저층 11.1-23.6 $^{\circ}\text{C}$  (평균 18.31  $\pm$  4.18 $^{\circ}\text{C}$ ) 이었다. 또한 수층별 염분은 표층 34.57-31.45 (평균 33.10  $\pm$  1.16), 저층 34.35-31.69 (평균 33.24  $\pm$  1.06) 였는데, 이는 Bernard (1983) 가 보고한 임계 염분농도 8-22보다 높았다. 시기별로

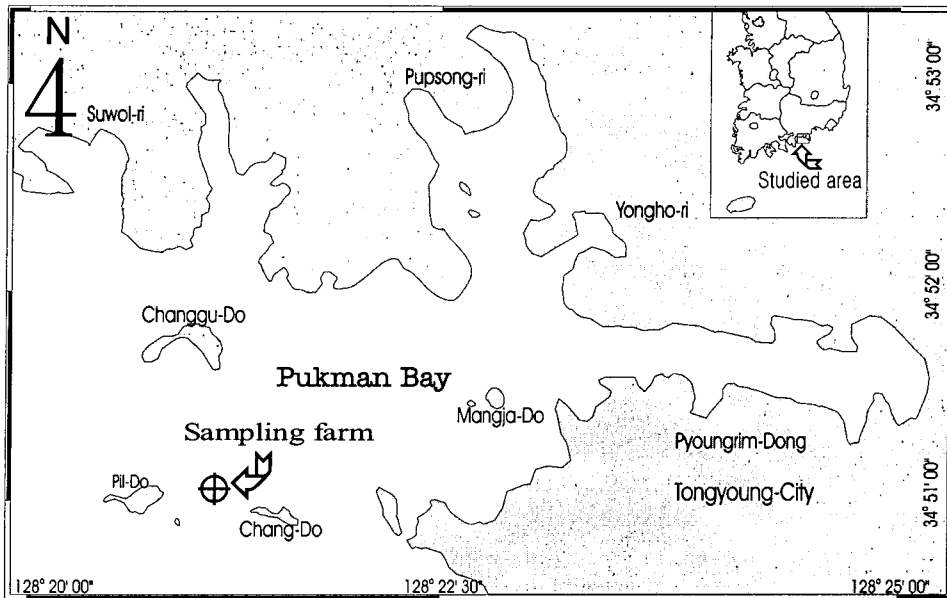


Fig. 1. Sampling site of oyster farm in Pukman Bay.

는 9, 10월이 낮았고, 12월이 가장 높았다 (Fig. 2).

굴은 수중의 식물플랑크톤을 여과 섭식하는 이매패류이므로 chlorophyll-a 농도는 먹이의 농도를 판단할 수 있는 근거가 된다 (정, 1998). 조사기간 중 북만해역의 chlorophyll-a는 1.66-2.67 mg/m<sup>3</sup> (평균 2.01 ± 0.36 mg/m<sup>3</sup>) 였고, 한산, 거

제만의 0.40-3.44 mg/m<sup>3</sup>와 비슷하였다. 특히 Choi *et al.* (1997) 은 한산, 거제만의 굴 비만도가 낮은 것은 11월의 chlorophyll-a가 0.5 mg/m<sup>3</sup>로 낮아 이 시기의 먹이량이 비만도에 큰 영향을 주는 것으로 보고하였다. 북만 해역에서도 11월의 chlorophyll-a이 1.66 mg/m<sup>3</sup>로 가장 낮아 한산, 거제

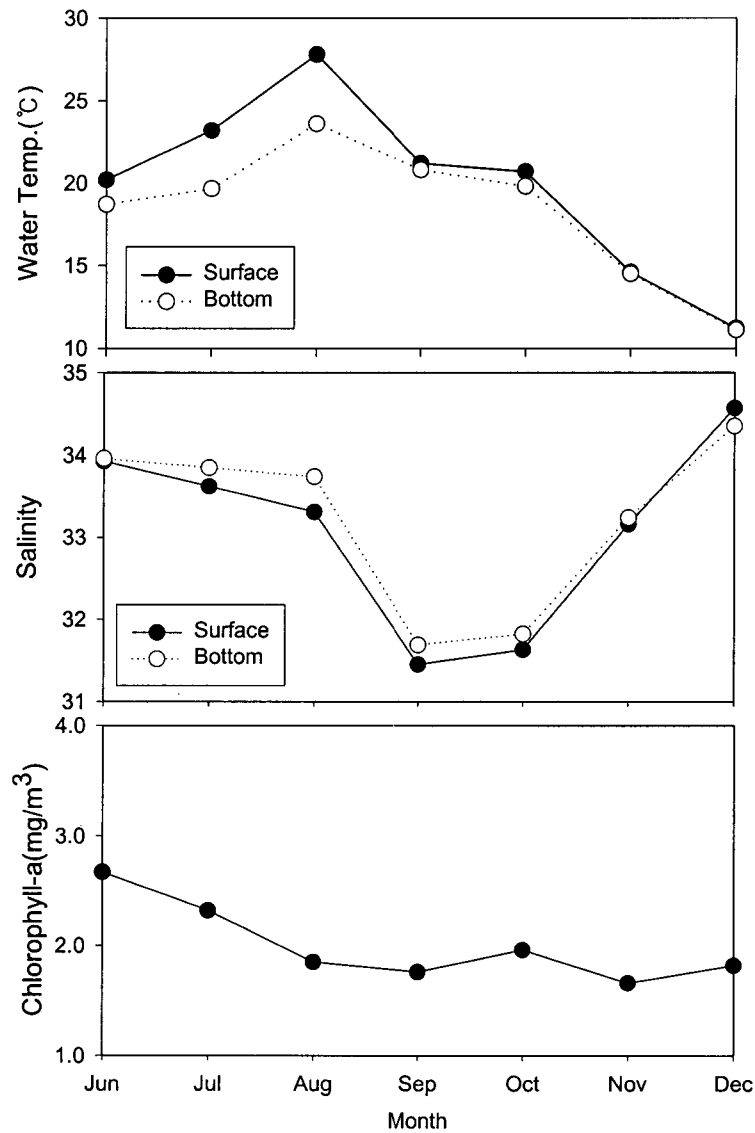


Fig. 2. Monthly variation during the sampling period of water temperature, salinity and chlorophyll-a in Pukman Bay, from June to December in 1995.

해역과 비슷한 경향이였다.

북만해역의 패각 성장은 Fig. 3과 같다. 한국산은 6월 수하시 각고 28.2 mm였고, 12월 수확시 각고 70.3 mm로 성장하였다. 일본산은 수하시 각고 24.8 mm에서 12월 수확시 각고 93.5 mm로 성장하여 일본산굴의 성장이 한국산에 비해 양호하였다. 한국산 굴과 일본산 굴의 성장차이는 수하직후부터 현저하였다. Yoo *et al.* (1972)은 참굴의 패각 성장은 수온 상승기에 빠른 것으로 보고하였고, 또한 Kim (1980)은 남해산 참굴을 서해로 이식하여 성장을 조사한 결과, 여청도에서는 6월부터 9월까지, 선유도에서는 7월부터 9월까지의 패각 성장이 매우 빨랐다고 하였다. 북만해역에서의 패각성장은 수하이후 매우 빠른 성장을 하였고, 이는 단련상에서 성장억제와 수온상승기인 패각성장에 호조건에 제공되기 때문이라고 할 수 있다. 그러나 한국산은 7-9월간의 성장이 6-7월간의 성장에는 미치지 못하지만, 10월 이후의 성장보다는 빨랐고, 일본산은 10-11월간의 패각 성장이 다소 침체되었고, 11월 이후 다시 빠른 패각성장을 나타냄으로써 거의 연중 성장하는 것으로 조사되어 한국산 굴의 패각 성장과는 다소 차이가 있었다. 그러나 이러한 성장은 Kobayashi *et al.* (1996)이 보고한 패각성장 패턴과도 다소 차이가 있어, 이에 대한 원인은 보다 세밀한 조사가

요구된다.

북만해역에 수하한 한국산 및 일본산 굴의 육성장은 Fig. 4와 같다. 각 종굴의 성장결과를 보면, 한국산은 6월 수하시 0.7 g에서 12월 수확시까지 4.6 g으로 성장하였다. 한편 일본산 종굴은 6월 수하시 0.3 g에서 12월 수확시 7.5 g으로 성장하였다. 6월 수하이후부터 9월까지 두 종굴 간의 차이가 없이 비슷한 육중량 변동범위를 나타내었지만, 일본산 굴은 9월 이후, 한국산 굴은 10월 이후 육중량이 증가하였다. 따라서 9월 이후 일본산과 한국산의 육중량의 차이가 현저하였고, 11월에는 두 굴간의 성장차이가 3.9 g으로 가장 큰 차이를 나타내었다. 9월에 한국산과 일본산 간의 성장차이가 나타나는 것은 산란에 의한 회복의 차이로 생각된다. 한국산은 산란 후 회복이 지연된 반면, 일본산은 한국산에 비해 빠른 회복을 보이며 10월 이후 높은 비만이 매우 급속하게 일어나는 것을 알 수 있었다. 그러나 11월 이후 일본산은 현저한 육중량 감소가 있었고, 한국산은 성장 정체가 나타났다.

Choi *et al.* (1997)은 한산, 거제만의 굴 비만도가 낮은 것은 11월의 chlorophyll이 0.5 mg/m<sup>3</sup>로 낮아 이 시기의 먹이량이 굴의 비만도에 큰 영향을 주는 것으로 보고하였다. 북만해역에서도 조사기간 중의 11월의 chlorophyll 농도가 가장

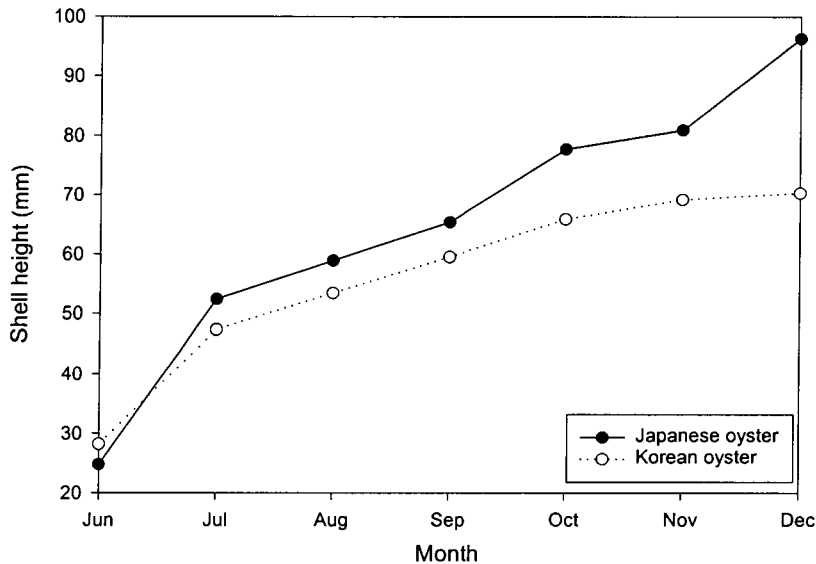


Fig. 3. Growth of shell height (mm) for oysters suspended in Pukman Bay, from June to December in 1995.

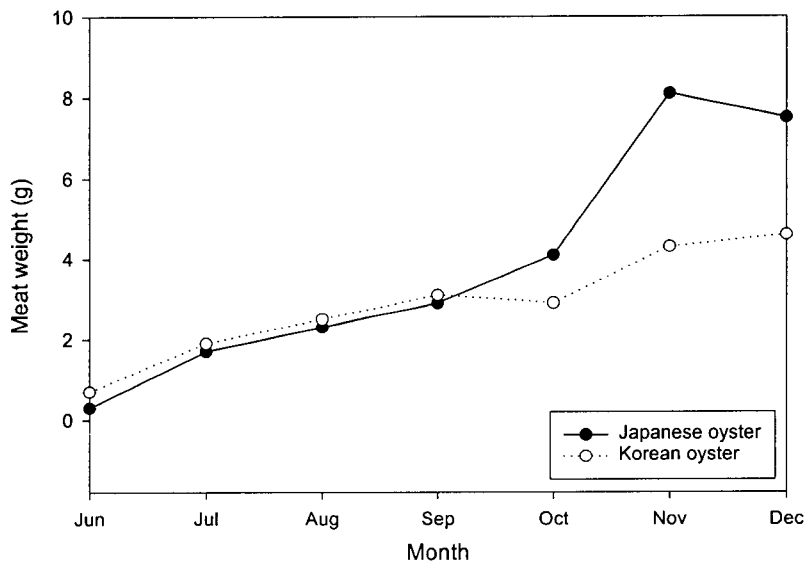
**Table 1.** Comparison of shell height (SH) - shell length (SL) regressions.

Location	Equation
Pukman (Korean oysters)	$S_h = 2.922S_t - 4.8024$
Pukman (Japanese oysters)	$S_h = 3.623S_t - 5.1239$
Goje Eogu (Bae <i>et al.</i> , 1976)	$S_h = 1.5074S_t + 0.0541$
Sarayng (Bae <i>et al.</i> , 1976)	$S_h = 1.2127S_t + 0.4977$
Gumbong, Changsu (Lee <i>et al.</i> , 1992)	$S_h = 1.6695S_t + 6.8800$
Wonpo, Puyngsa (Lee <i>et al.</i> , 1992)	$S_h = 1.5746S_t + 3.3100$

낮았다. 어느 해역의 생물 수용력은 그 해역의 여러 가지 요인에 의해 지배되지만, 정 (1998) 은 먹이생물에 의한 수용력에 대해 고찰할 필요가 있다고 하였고, 이러한 수용력에 의해 양식장의 생물생산량을 결정할 수 있다고 하였다. 조사기간중 북만해역의 양식장에서 11월 이전에는 대부분 먹이요구량을 상회하였지만, 11월 이후 먹이요구량을 겨우 충족시키거나 또는 부족한 것으로 보고하였다. 따라서 11월 이후 한국산에 비해 일본산 굴의 육중량 감소의 변동범위가 큰 것은 북만 해역의 양식장의 먹이생물에 의한 수용력의 조절로 볼 수 있다. 조사기간 중 북만해역의 chlorophyll로 대표되는 먹이량이 11월에 최저치를 보임으로써 이를 잘 입증하고 있다. 정과 조 (1998)

는 북만 해역에서 수하시기에 따른 육중량 변화에 대한 조사에서 6월에 수하하는 초기와 양식말기에 빠른 육중량 증가를 보이고, 고수온기에는 성장이 지연 또는 정체되는 것으로 보고하였다. Lee *et al.* (1991) 는 각 양식장별 기초생산력에 관한 연구에서 각 양식장별 기초생산력은 한산, 거제만과 가막만 모두 11월부터 저하하기 시작하여 익년 1월에 최저치가 되는 것으로 보고하였다. 따라서 11월 이후 감소한 먹이량은 조사해역의 굴 생산에 영향을 줄 수 있는 것으로 판단된다.

Kobayashi *et al.* (1996) 는 Hinase 수역에서 6월에 수하한 굴 육중량은 수하초기 급증하여 7월부터 9월까지 감소하는 것으로 보고하였다. 그러나 북만 해역에서는 9월까지 완만



**Fig. 4.** Growth of meat weight (g) for oysters suspended in Pukman Bay from June to December in 1995.

하지만 꾸준한 육중량 증가를 보이고 있어 다소 차이를 보였다. 11월 이후 Hinase 수역의 굴은 지속적으로 육중량이 증가하였지만 (Kobayashi *et al.*, 1996), 북만해역에서는 급격하게 감소하여 대조적이었다.

조사해역의 비만도 변화는 Fig. 5와 같다. 한국산 굴의 비만도는 10.1-19.5의 범위였고, 일본산은 12.2-20.4 범위였다. 한국산 및 일본산 모두 수하직후 지속적으로 비만도가 감소하였고, 이는 육성장에 비해 패각성장이 상대적으로 더 빠르기 때문이다. 한국산은 10월까지 감소하여 10.1로 가장 낮았고, 일본산은 9월까지 감소하여 12.2로 가장 낮았다. 이후 비만도는 증가하여 한국산은 12월에 12.8로 11, 12월 계속하여 비만도가 증가하였지만, 증가속도는 매우 느렸고, 일본산은 11월에 18.7로 매우 급속하게 비만도가 높아졌지만, 11월 이후 다시 급격하게 비만도가 감소하였다. 이는 한국산과 달리 일본산 굴의 패각 성장은 11월 이후 다시 증가한 반면, 육성장은 오히려 감소하여 상대적으로 비만도가 감소한 것으로 조사되었다.

일본산 종패가 이식된 이후 한국산 굴의 형태적 변이를 조사하기 위해 한국산 및 일본산 굴의 각장-각고 상관관계를 조사한 결과, 일본산 굴이 한국산에 비해 각장에 대한 각고의 비가 높았다. 또한 한국산 굴의 각고-각장 회귀직선식은 Lee *et al.* (1992) 과 Bae *et al.* (1976)의 회귀직선과는 현저한 기울기의 차이가 있었다. 이는 각장에 대한 각고의 길이가 현저하게

증가하여, 일본산 종패 이식 후 한국산 굴의 형태적 변화가 있었음을 알 수 있었다 (Table 1, Fig. 6). 그러나 이는 산란에 참가한 개체군이 순수 한국산 개체군인지, 아니면 일본에서 이식되어 수하 양성된 개체군인지 확인할 수 없어 정확한 원인은 밝히기 어렵다. 그러나 일본산 굴 종패 이식 이후 남해안 일대에서 채묘된 굴 개체에 최소한 형태적 변화가 관찰되고 있다는 것은 분명하다. 따라서 이에 대한 원인에 관한 보다 세밀한 조사가 요구되어 진다.

### 요 약

일본산에서 이식한 종패의 성장과 한국산 굴의 성장을 조사하고자 1995년 6월부터 12월까지 경상남도 통영시 북만해역에 두 종패를 수하하여 패각 및 육성장을 조사하였다. 조사기간 중 수온은 표층 11.2-27.8°C (평균 19.84 ± 5.47°C), 저층 11.1-23.6°C (18.31 ± 4.18°C) 였고, 염분은 표층 31.45-34.57 (평균 33.10 ± 1.16), 저층 31.69-34.35 (평균 33.24 ± 1.06) 이었으며, 월별로는 9, 10월이 가장 낮았고, 12월이 가장 높았다. 클로로필은 1.66-2.67 mg/m<sup>3</sup> (평균 2.01 ± 0.36 mg/m<sup>3</sup>) 의 범위였으며, 11월이 1.66 mg/m<sup>3</sup>으로 가장 낮았다.

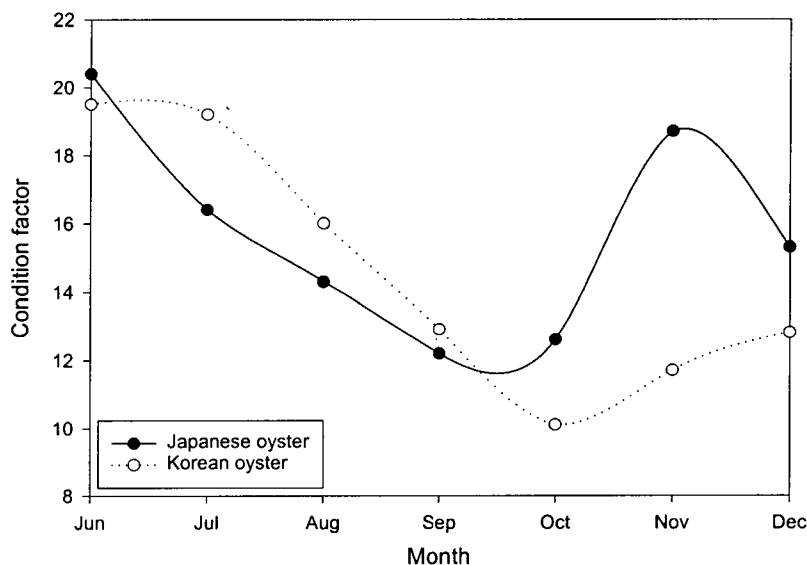


Fig. 5. Change of condition index after suspending in Pukman Bay from June to December in 1995.

패각 성장은 일본산이 한국산 보다 월등히 높은 성장량을 나타내어 12월 수확시 한국산은  $70.3 \pm 12.5$  mm, 일본산은  $96.2 \pm 14.6$  mm였다. 6-7월간의 성장이 가장 빨랐고, 한국산은 10월 이후 패각성장이 둔화된 반면, 일본산은 11월 이후 다시 급격한 성장을 하였다.

육중량은 9월까지 한국산과 일본산은 거의 비슷하였으나, 9월 이후 현저하게 차이가 나타나기 시작하였다. 12월 수확시 한국산  $4.6 \pm 1.9$  g, 일본산  $7.5 \pm 2.9$  g으로 일본산의 육중량이 양호하였다. 그러나 일본산은 11월에  $8.1 \pm 3.0$  g으로 가장 높은 육중량을 나타내었다가 12월에 다시 감소하였는데, 이는 먹이량에 의한 양식장의 수용력에 의해 조절된 것 같다 (정, 1998).

한국산은 산란 후 회복이 느려 10월까지 비만도가 감소한 반면, 일본산은 9월부터 다소 증가하기 시작하여 10월 이후 급증하였고, 11-12월에 다시 급격히 감소하였다. 12월 수확시 비만도를 보면, 한국산은 12.8, 일본산은 15.3으로 일본산이 훨씬 높았다.

이상의 결과로 볼 때, 일본에서 이식한 종패의 성장이 모든 면에서 한국산보다 우수하였다.

북만에 수하 양성한 한국산 및 일본산 굴 종패의 각고-각장

상관식은 아래와 같다.

Korean oysters:  $S_h = 2.922S_t - 4.8024$  ( $r^2 = 0.8541$ )  
 Japanese oysters:  $S_h = 3.623S_t - 5.1239$  ( $r^2 = 0.7782$ )

Bae *et al.* (1976)과 Lee *et al.* (1992)이 보고한 한국산 종패의 각고-각장 상관식과는 기율기 차이가 현저하여 각고의 길이가 늘어나 일본산 종패 이식이후 한국산 굴의 형태적 변화가 있음을 알 수 있었다.

### 감사의 글

이 논문은 1997년 한국학술 진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구된 결과의 일부로 이에 감사드리며, 또한 시료를 제공하여 주신 굴수하식양식수산업협동조합 관계자 여러분께 진심으로 감사드립니다.

### REFERENCES

경상남도 (1999) 수산현황. p. 168.  
 굴수하식양식수산업협동조합 (1996) 육중개량 사업추진 계획서 (일본산 종패 도입). 11 pp.

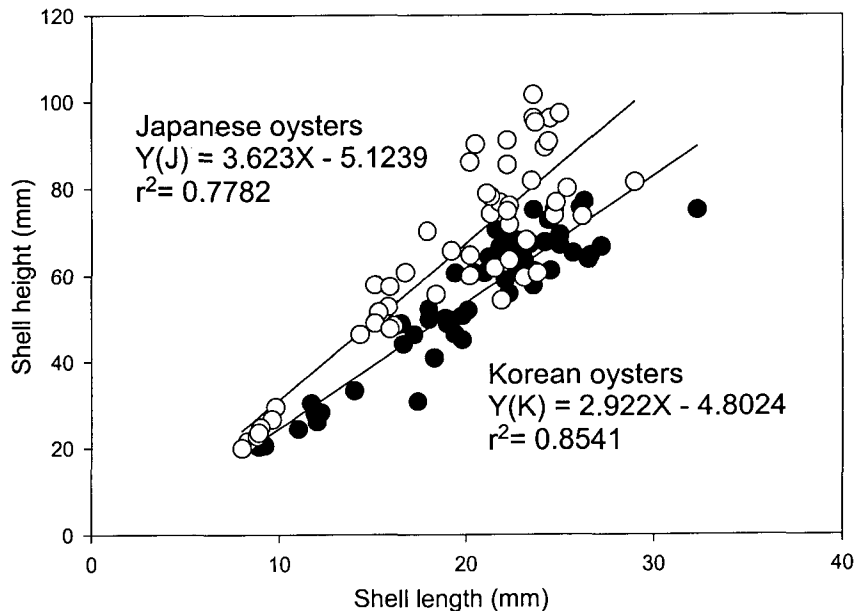


Fig. 6. Regression between shell length (SL) and shell height (SH) for oysters suspended in Pukman Bay.

Comparison of Growth of *Crassostrea gigas* Cultured with Korean and Japanese Spats

- 굴수하식양식수산업협동조합 (1998) 양식어장관리지도방안. p. 3.
- 정우건 (1998) 통영 북만의 굴양식장 적정관리에 관한 연구. 제주대학교 박사학위 청구논문. 126 pp.
- 정우건, 조상만 (1998) 양식 참굴, *Crassostrea gigas*의 수하시기에 따른 육중량 변화. 1998년 추계 한국패류학회 학술발표대회 요지집. p. 4-5.
- Bae, G.M. and Bae, P.A. (1972a). Studies on suspended culture of oyster *Crassostrea gigas* in the Korean coastal water, (1) On the growth rate of oyster in growing area. *Bull. Fish. Res. Dev. Agency*, **9**: 71-84. [in Korean]
- Bae, G.M. and Bae, P.A. (1972b) Growth of transplanted Portugal and Olympia oysters in the Korean coastal waters. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, **5**(1): 17-22. [in Korean]
- Bae, P.A., Kim, J.E., Kang, P.A. and Kim, Y. (1976) Studies on suspended culture of oyster, *Crassostrea gigas* in the Korean coastal waters, (III) On the growth rate of oyster depending on the environmental factors in each growing area. *Bull. Fish. Dev. Agency*, **15**: 73-81. [in Korean]
- Bernard, R.F. (1983). Physiology and the mariculture of some Northeastern Pacific bivalve molluscs. *Can. Spec. Publ. Bull.*, **70**: 1121-1126.
- Chung, J.R. and Kwak., H.S. (1970) Growth of south and west coast pacific oyster spats (*Crassostrea gigas*) after cross-transplantation. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, **3**(2): 129-136. [in Korean]
- Choi, W.J., Chun, Y.Y., Park, J.H. and Park, Y.C. (1997) The influence of environmental characteristics on the fatness of Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, in Hansan-Koje Bay. *J. Kor. Fish. Soc.*, **30**(5): 794-803. [In Korean]
- Incze, L.S., Lutz, R.A. and Watling, L. (1980) Relationships between effects of environmental temperature and seston on growth and mortality of *Mytilus edulis* in a temperate northern estuary. *Mar. Biol.*, **57**: 147-156.
- Kim Y.H. (1980) Ecological studies on the growth of transplanted oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg) from southern coast of Korea. *J. Korean Ocean. Soc.*, **15**(1): 8-16.
- Kim, Y., Kang, P.A. and Yoon, D.S. (1982). Studies on suspended culture of oyster, *Crassostrea gigas* in the Korean coastal waters-The growth of oysters in relation to the initiation time of hanging culture. *Bull. Fish. Res. Dev. Agency*, **30**: 81-89. [in Korean]
- Kobayashi, M., Hofmann, E.E., Klinck, J.M. and Kusaka, K. (1996) A population dynamics model for the Japanese oyster, *Crassostrea gigas*. *Aquaculture*, **73** pp.
- Lee, B.D, Kang, H.K. and Kang, Y.J. (1991) Primary production in the oyster farming Bay. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **24**(1): 39-51.
- Lee, C.K. and Yoo, S.K. (1975) Growth of *Crassostrea gigas* (Thunberg) at the oyster farm of Gajodo. *Bull. Nat. Fish. Univ. Busan*. **14**(2): 41-50. [in Korean]
- Lee, K.H., Kim, M.N. and Woo, C.Y. (1992) On yield condition and growth characteristics of oyster, *Crassostrea gigas* in Kamak Bay, Korea. *Bull. Mar. Sic. Inst., Yosu Natl. Fish. Univ.* **1**: 12-27. [in Korean]
- Malouf, R.E. and Breese, W.P. (1977) Seasonal changes in the effects of temperature and water flow rate on the growth of juvenile Pacific oysters, *Crassostrea gigas* Thunberg. *Aquaculture*, **12**: 1-13.
- Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. (1968) A Practical Handbook of Seawater Analysis. Fish. Res. Bd. Canada. Bull., **167**, 311 pp.
- Yoo, S.K. and Park, K.Y. (1981) Biological studies on oyster culture(III) - Oyster growth comparison between 4 farms in Hansan-Geoje Bay and density-dependent relative shell growth. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, **13**(4): 207-212. [in Korean]
- Yoo, S.K., Yoo, M.S. and Bark, J.N. (1972) Biological studies on oyster culture(1). Growth of the *Crassostrea gigas*. *Bull. Pusan Fish. Coll.*, **12**(2): 63-76.