

동해안 지역 우렁쉥이, *Halocynthia roretzi*의 양식 수심, 수하연 간격 및 종묘생산지에 따른 성장 특성

홍정표 · 이 주 · 류호영* · 허성범**
국립수산진흥원 동해수산연구소, *국립수산진흥원 생물공학과
**부경대학교 양식학과

Growth Variation with Culture Depth, Interval Between Suspended Lines and Locality of Seedling of Sea Squirt, *Halocynthia roretzi* (von Drasche) in Suspended Culture in the East Sea

Jeung Pyo HONG, Chu LEE, Ho Young RYU* and Sung Bum HUR**

East Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Kangnung 210-861, Korea
*Bioengineering Division, National Fisheries Research and Development Institute, Pusan 619-902, Korea
**Department of Aquaculture, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

We examined the growth variation with water depth, interval between suspended lines and locality of seedling production of sea squirt. *Halocynthia roretzi*, measuring approximately 10.1~15.3 mm in tunic height, was cultured at the farm near Guryongpo, Pohang city from 7 January to 6 December 1998 (333 days). Growth condition depending on culture depth was most favourable at the depth of 10~12 m. It was concluded that nutritional conditions were better at the depth since there was a greater amount of phytoplankton than at any other depth in the water column. Growth condition depending on distance between suspended lines was most favourable at the interval of 2 m and 2.5 m than at the interval of 1 m and 1.5 m. There was no significance difference in growth variation with locality of seedling. The seasonal variations in growth of tunic height, meat and total weight were correlated with temperature and chlorophyll a. In the depth of 10~12 m, the rate of increase in tunic height was generally greatest in the growth period II (244 $\mu\text{m}/\text{day}$) and IV (338 $\mu\text{m}/\text{day}$), lower in the period I (108 $\mu\text{m}/\text{day}$), and slightly increased during the period III (185 $\mu\text{m}/\text{day}$). The water column have showed a typical seasonal pattern with temperature ranged between 12.07~24.14°C and over 20°C between July and September.

Key words: Sea squirt, *Halocynthia roretzi*, Growth variation

서 론

우렁쉥이, *Halocynthia roretzi* (von Drasche) 양식은 1905년경 일본에서 시작되었고 (酒井, 1965), 우리나라의 경우 1970년대 초부터 양식이 시도되었으나, 생산량이 정상적으로 집계된 것은 자연산의 경우 1974년에 1,562톤이 최초였으며, 양식산은 1982년에 39톤이 처음으로 통계연보에 기재된 이후 1985년 9,069톤을 기점으로 점점 증가하여 1994년에는 42,822톤이 생산됨으로써 중요한 양식 품종이 되었다 (농수산부, 1975; 1983; 1986; 1995). 특히 경북 동해안에서는 수하양식의 75%를 차지하고 있어, 어민의 주요 소득원으로서 자리 매김을 하고 있다.

한편 본 종의 성장에 대한 연구로는 Jang (1979), Kim et al. (1979) 및 Kim (1980)에 의해 초기성장양이 밝혀졌고, Chung et al. (1989)은 동해안에서의 수층별 우렁쉥이 성장에 대하여 보고하였고, Yoo et al. (1988)은 남해안에서의 2년산 우렁쉥이의 성장에 대해 보고하였으며, 국외에 있어서는 平井 (1940), 酒井 (1965), 藤田·藤田 (1966), 菊池 (1976) 등의 보고가 있다. 그러나 이들은 모두 단편적인 성장에 관한 연구이고, 현재 양식이 다양화되고 있는 부분에 대한 종합적인 연구는 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 국내에서 양식되고 있는 우렁쉥이 종묘인 남해안산, 동해안산 및 일본산

우렁쉥이에 대한 종묘생산지별 성장도 조사와 아울러 현재 제일 많이 양식하고 있는 남해안산 종묘를 이용하여 양식수심 및 수하연 간격이 우렁쉥이 종묘의 성장에 미치는 영향을 알아보려 수행하였다.

재료 및 방법

본 조사는 1998년 1월부터 1998년 12월까지 실시되었다. 양식장의 환경조사에서 수온, 염분, 용존산소, pH는 다기능수질측정기 (YSI 6000)를 사용하여 현장에서 측정하였고, 영양염류 ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$)와 COD 및 클로로필-a 함량조사는 해수를 현장에서 채수한 후 냉장상태로 실험실로 운반하여 분석하였다.

실험에 사용된 양식 우렁쉥이 종묘중 남해안산은 남해 통영 지역에서 양식중인 어미에서 채묘한 종묘이고, 동해안산은 울산 지역에서 양식중인 어미에서 채묘하였으며, 일본산은 일본 센다이현에서 종묘를 수입하여 포항시 구룡포 지역에서 양식한 어미에서 직접 채묘한 종묘를 사용하였다. 각 종묘는 현지에서 1년간 가이식한 종묘를 구입하여 즉시 본 양식에 사용하였다.

양식장은 포항시 구룡포읍 장길리 연안의 시험연구어장 (수심 23 m)에서 실시하였고, 종묘생산지별 실험은 남해안산, 동해안산, 일본산 종묘를 각각 수하연을 달리하여 수심 10 m (수하연 길이

3 m) 수층에 10연씩 시설하였고, 수층별 실험은 현재 대부분의 어민들이 양식하고 있는 남해안산 종묘를 사용하였으며, 시설은 수하연 길이를 총 16 m로 하여 2~4 m, 6~8 m, 10~12 m, 14~16 m의 수층에 우렁쟁이 종묘를 각각 감아서 연승수하식으로 10연을 시설하였다. 시설 간격별 실험에 사용된 종묘도 남해안산 종묘로서 시설은 수하연 간격을 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m, 2.5 m로 구별하여 수심 10 m (수하연 길이 3 m) 수층에 각 1대씩 (1대=100 m) 시설하였다.

우렁쟁이 성장도 조사중 종묘생산지별 시료의 성장도는 매월 1회씩, 수층별과 수하연 시설 간격별 시료는 분기마다 조사하였고, 시료 채취는 매회 각각의 수하연을 1 m씩 잘라서 냉장 상태로 실험실로 운반 후 수하연에서 우렁쟁이를 전부 떼어낸 다음 그중 50개체씩 무작위로 표본 추출하여 깨끗이 씻은 후 체고, 체폭, 체중, 껍질중량, 육질중량, 육질의 건조중량을 각각 측정하였다. 측정방법은 체고, 체폭은 Jang (1979)의 방법으로 vernier caliper로 0.01 mm까지 측정하였는데, 우렁쟁이는 외부 측정시 연체부가 Tunicine질로 되어 신축성이 있으므로 측정하기 어려운데 이것은 우렁쟁이 외부에 약간의 충격을 반복하여 가함으로써 원래의 단단한 형태로 유지되게 하여 이때 측정함으로써 정확성을 기했다. 체중은 여과지로 표면의 수분을 제거한 후 전자저울로 0.01 g까지 측정하였으며, 껍질중량과 육중량은 외부측정이 끝난 우렁쟁이를 칼로 입·출수공을 중심으로 체고의 2/3 정도까지 절개 한 후 껍질과 육질부를 분리하여 여과지로 수분을 제거하고 전자저울로 측정하였고, 육질부의 건조중량은 측정이 끝난 육질부를 건조기에 넣어 50±5°C에서 3일간 건조시켜 수분을 완전히 제거하고 측정하였다.

모든 시험결과는 One-way ANOVA-test를 실시하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 평균간의 유의성을 검정하였다.

결 과

1. 양식장 환경

우렁쟁이 양식장 환경의 수층별 월 변화는 Fig. 1, 2와 같다. 먼저 수온의 수층별 변화를 보면, 2m층은 13.12~24.14°C, 8m층은 12.07~23.62°C, 14m층은 12.14~23.62°C의 분포로서 2월의 8m층이 가장 낮았고, 7월의 2m층에서 가장 높았으며, 5~8월까지 2m층과 14m층 간에는 3~4°C의 수온차이가 있었다. 염분의 수층별 변화는 2m층이 32.53~33.60‰, 8m층 32.59~33.67‰, 14m층 32.68~33.73‰의 분포를 보였고, 7, 8월이 낮고, 10, 11월이 높았다. 용존산소의 수층별 변화는 2m층이 6.75~9.77 mg/L, 8m층 6.78~9.50 mg/L, 14m층 6.60~9.71 mg/L의 분포를 보였고, 4, 5월이 높고 2, 7월이 낮았다. pH의 수층별 변화는 2m층이 7.88~8.25, 8m층이 7.90~8.25, 14m층이 7.94~8.28의 분포를 보여 층별로는 차이가 없었으나, 월별로는 2월이 가장 높고, 4월이 가장 낮은 분포를 보였다. 용존부기질소의 수층별 변화는 2m층이 2.2260~5.9820 mg/L, 8m층 1.8200~5.0180 mg/L, 14m층 1.3730~5.1480 mg/L의 분포로 5월의 2m층이 가장 높고, 2월의 14m층이 가장 낮은 분포를 보였다. 인산-인의 수층별 변화는 2m층이 0.11450~0.3710 mg/L, 8m층 0.1750~0.4230 mg/L, 14m층 0.1910~0.3960 mg/L의 분포로 5, 9월이 높은 분포를 보였다. 화학적 산소요구량의 수층별 변화는 2m층이 0.16~0.85 mg/L, 8m층 0.30~0.95 mg/L, 14m층 0.40~1.07 mg/L의 분포로 8월이 높고, 9~11월이 낮은 분포를 보였다. 클로로필-a의 수층별 변화는 2m층이 0.52~4.34 mg/L, 8m층 0.55~6.24 mg/L, 14m층 0.45~5.26 mg/L의 분포로 5월의 2m층에서 가장 높았으며, 월별로는 5월이 가장 높고, 다음이 8월이었으며, 11월이

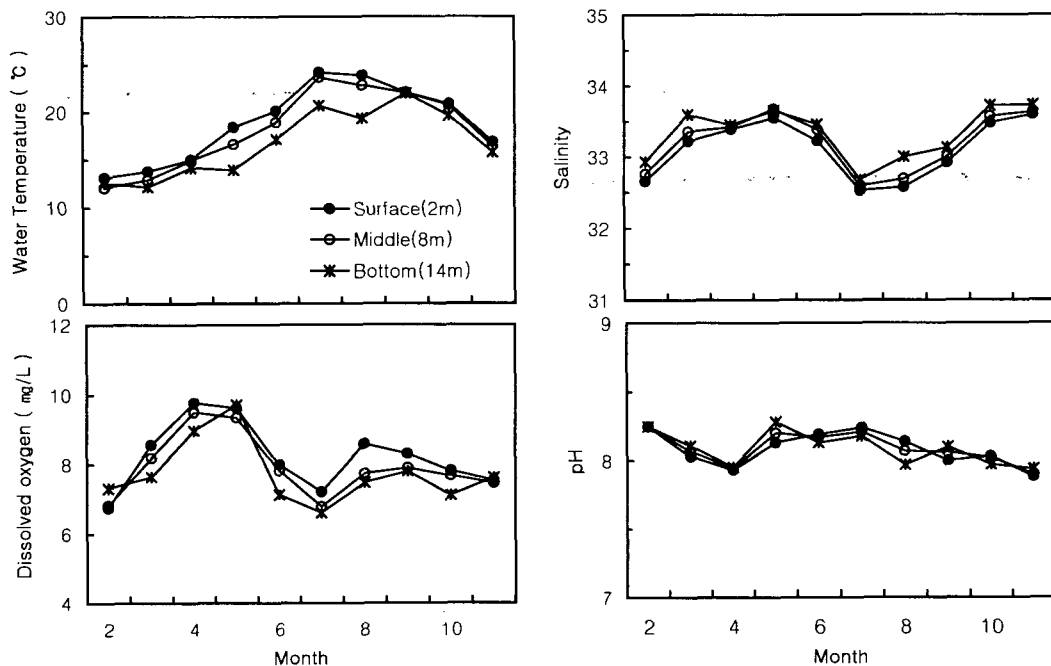


Fig. 1. Monthly variation of water temperature, salinity, dissolved oxygen and pH at three culture depth of sea squirt, *Halocynthia roretzi* (von Drasche) farming.

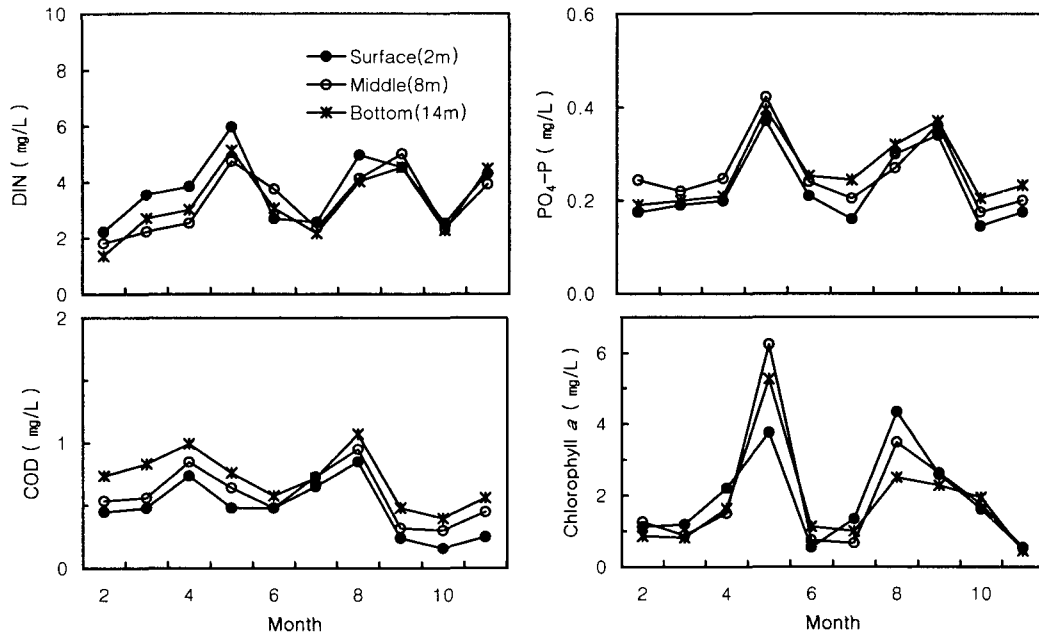


Fig. 2. Monthly variation of dissolved inorganic nitrogen (DIN), $PO_4\text{-P}$, chemical oxygen demand (COD) and chlorophyll *a* at three culture depth of sea squirt, *Halocynthia roretzi* (von Drasche) farming.

가장 낮은 분포를 보였다.

2. 성장

가. 종묘생산지별 성장

조사 기간중 종묘생산지별 우렁쟁이의 체고 성장을 보면 (Fig. 3), 양성 시작시인 1998년 1월 7일에 남해안산이 15.81 mm, 동해안산 10.12 mm, 일본산 15.34 mm인 종묘가 5개월이 경과한 6월 19일 조사시 각각 56.08 ± 7.15 mm, 40.56 ± 6.61 mm, 58.27 ± 6.43 mm로 성장하여 같은 기간에 성장비율이 남해안산은 3.55배, 동해안산은 4.00배, 일본산은 3.80배로서 동해안산, 일본산, 남해안산 순으로 성장비가 높았다. 수온이 22~24°C로 상승한 7월~9월까지의 전반적인 위축을 가져와 체고가 정체 또는 소폭의 성장만 하였으나, 10월로 접어들어 수온이 하강함에 따라 성장이 회복되어 11월 26일 실험 종묘시에는 각각 74.64 ± 7.19 mm, 72.80 ± 11.6 mm, 73.90 ± 5.71 mm로 성장하여 수확 가능한 크기가 되었으며, 처음 시작할 때와 종료시까지 성장비율을 보면 남해안산이 4.72배, 동해안산이 7.19배, 일본산이 4.82배로 동해안산이 일본산이나 남해안산에 비해, 높은 성장을 보였으나, 서로간 통계적인 차이는 없었다 ($P > 0.05$). 각각의 사육일수에 대한 체고 (Tunic Height, TH) 성장식은 다음과 같이 표시되었다.

남해안산 $TH = 5.8996D + 13.43$ ($R^2 = 0.9133$)

동해안산 $TH = 6.1560D + 5.3362$ ($R^2 = 0.9852$)

일본산 $TH = 6.0739D + 11.743$ ($R^2 = 0.9053$)

이때 D는 사육일수 (Day)를 나타낸다.

체고 (TH)에 대한 체폭 (Tunic Width, TUW)의 성장은 Fig. 4

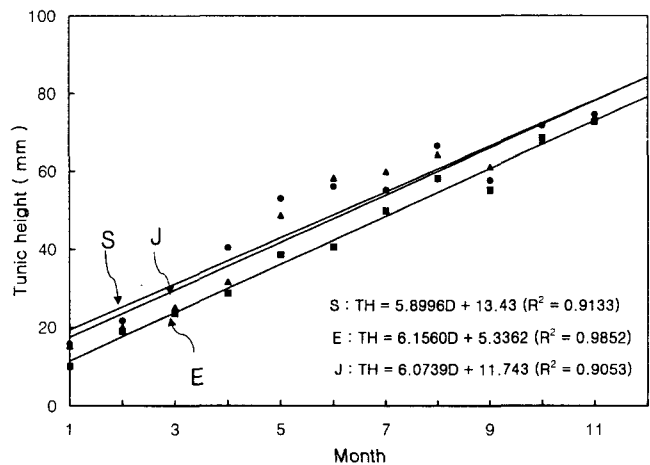


Fig. 3. Monthly growth of tunic height depending on locality of seedling production in *Halocynthia roretzi* (von Drasche) cultured from January to December 1998 in suspended culture.

S(●), sea squirt from South Sea; E(■), sea squirt from East Sea; J(▲), sea squirt from Japan.

와 같으며, 체고를 1로 하였을 때 체폭의 성장비 범위는 양성 시작 시 0.69~0.84로 체고가 체폭에 비해 약 1.3배 가량 컸으나, 성장함에 따라 체고에 대한 체폭의 비율이 점점 낮아져, 체고 50 mm 정도에서는 체고에 대한 체폭의 성장비 범위가 0.56~0.58로 체고가 체폭보다 약 1.8배 가량 더 커서 우렁쟁이가 성장함에 따라 양식산 특유의 형태인 길쭉한 형태를 보였다. 이러한 체고에 대한 체폭의 상대성장은 직선회귀분포를 나타내고 있으며, 각각에 대한

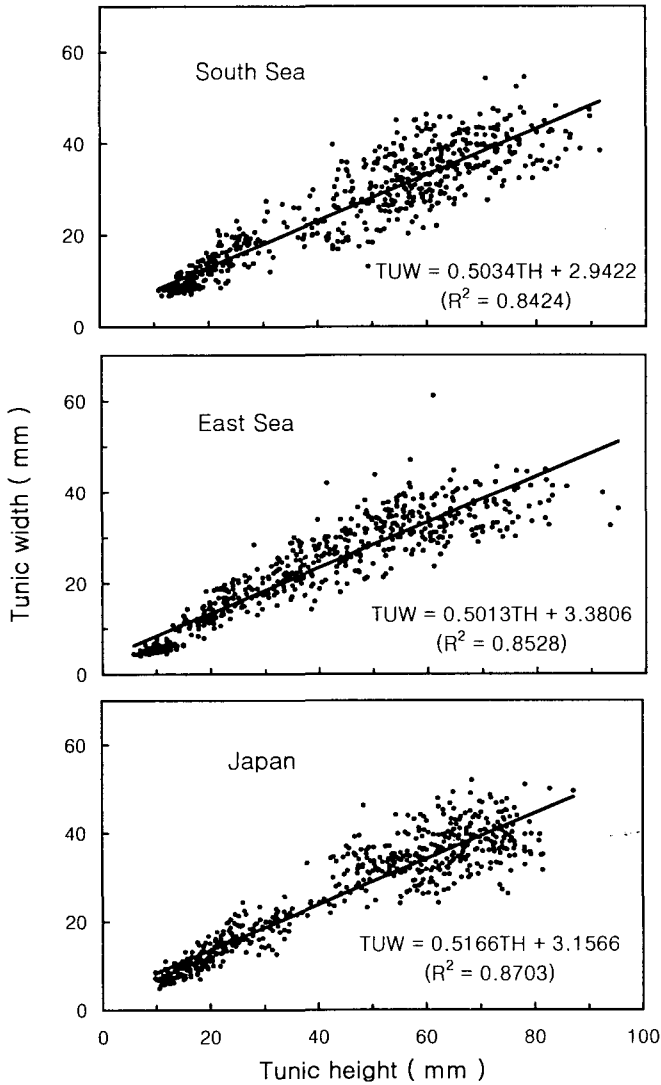


Fig. 4. Relationship between tunic height and tunic width depending on locality of seedling production in *Halocynthia roretzi* (von Drasche) cultured from January to December 1998 in suspended culture. R indicates the correlation coefficient of the model.

성장식은 다음과 같다.

남해안산 $TUW = 0.5034TH + 2.9422$ ($R^2 = 0.8424$)
 동해안산 $TUW = 0.5013TH + 3.3806$ ($R^2 = 0.8528$)
 일본산 $TUW = 0.5166TH + 3.1566$ ($R^2 = 0.8703$)

체중은 양식 시작 시에 남해안산이 0.92 ± 0.33 g, 동해안산이 0.23 ± 0.08 g, 일본산이 1.02 ± 0.57 g이던 것이 5개월이 경과한 6월 19일에는 각각 27.01 ± 8.31 g, 15.25 ± 7.61 g, 31.93 ± 9.03 g으로 같은 기간 성장 비율이 남해안산은 29.4배 동해안산은 66.3배, 일본산은 31.3배로서 동해안산, 일본산, 남해안산 순으로 성장비가 높았다. 11개월이 경과한 11월 26일에는 54.26 ± 12.17 g, 50.76 ± 14.28 g, 52.66 ± 9.70 g으로 성장하여 수확 가능한 무게에 도달하게 되었으며, 성장

비율은 남해안산이 59배, 일본산이 51.6배인데 비해 동해안산은 무려 175.1배의 높은 성장비를 보였다. 한편 체고 (TH)에 대한 체중 (Total Weight, TOW)의 상대성장은 Fig. 5와 같으며, 각각 다음과 같이 지수곡선식으로 표시되었다.

남해안산 $TOW = 0.0008TH^{2.6042}$ ($R^2 = 0.9567$)
 동해안산 $TOW = 0.0005TH^{2.7284}$ ($R^2 = 0.9638$)
 일본산 $TOW = 0.001TH^{2.5677}$ ($R^2 = 0.9666$)

체고에 대한 껍질중량 (Test Weight, TEW)의 상대성장 (Fig. 6)도 각각 다음과 같이 지수곡선식으로 표시할 수 있었다.

남해안산 $TEW = 0.0008TH^{2.2848}$ ($R^2 = 0.9036$)

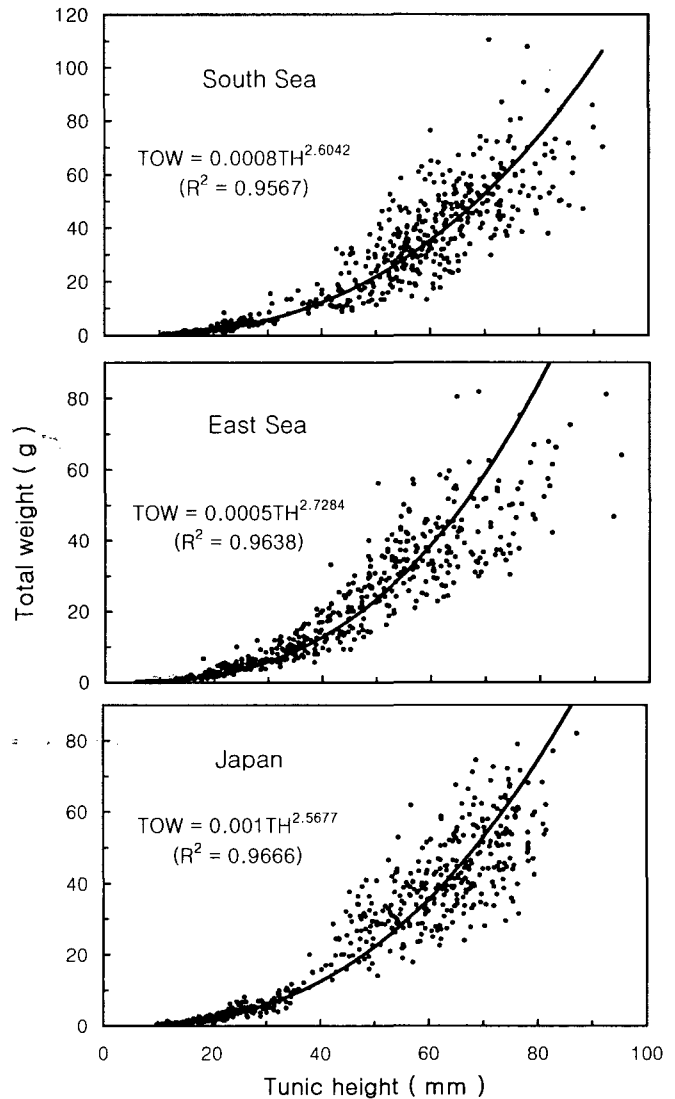


Fig. 5. Allometric relationship between tunic height and total weight depending on locality of seedling production in *Halocynthia roretzi* (von Drasche) grown from January to December 1998 in suspended culture. The curve was fit by regression equation ($Y = ax^b$) and R indicates the correlation coefficient of the model.

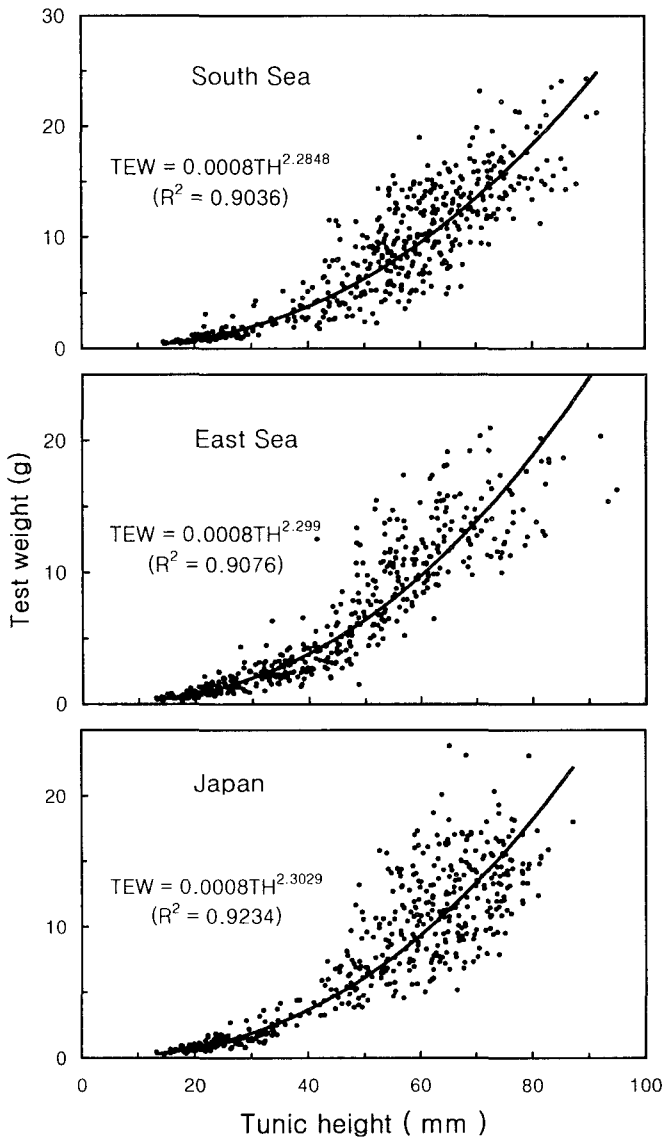


Fig. 6. Allometric relationship between tunic height and test weight depending on locality of seedling production in *Halocynthia roretzi* (von Drasche) cultured from January to December 1998 in suspended culture. The curve was fit by regression equation ($Y=ax^b$) and R indicates the correlation coefficient of the model.

동해안산 $TEW=0.0008TH^{2.299}$ ($R^2=0.9076$)

일본산 $TEW=0.0008TH^{2.3029}$ ($R^2=0.9234$)

체고에 대한 육중량 (Somatic Tissue Weight, STW)의 상대성장도 각각 다음과 같이 지수곡선식으로 표시되었다.

남해안산 $STW=0.0003TH^{2.5246}$ ($R^2=0.8939$)

동해안산 $STW=0.0005TH^{2.3658}$ ($R^2=0.8938$)

일본산 $STW=0.0004TH^{2.459}$ ($R^2=0.9272$)

체고에 대한 육질부의 건조중량 (Drained Weight of Somatic

Tissue, DW)의 상대성장도 다음과 같이 지수곡선식으로 표시할 수 있었다.

남해안산 $DW=0.00004TH^{2.5257}$ ($R^2=0.8436$)

동해안산 $DW=0.00005TH^{2.4594}$ ($R^2=0.8363$)

일본산 $DW=0.00005TH^{2.4747}$ ($R^2=0.8777$)

한편 껍질중량은 전중량을 1로 하였을 때 껍질중량비 범위가 남해안산은 $0.21\pm 0.04\sim 0.35\pm 0.05$ (평균 0.29 ± 0.07), 동해안산은 $0.22\pm 0.04\sim 0.36\pm 0.06$ (평균 0.29 ± 0.08), 일본산은 $0.21\pm 0.02\sim 0.35\pm 0.05$ (평균 0.28 ± 0.06)로서 동해안산이나 남해안산이 일본산에 비하여 껍질이 다소 두꺼운 것으로 나타났으나, 통계적으로는 유의차가 없었다 ($P>0.05$). 껍질중량 (TEW)에 대한 전중 (TOW)의 상대성장도는 다음과 같이 회귀직선식으로 표시되었다.

남해안산 $TEW=0.2426TOW+0.878$ ($R^2=0.8533$)

동해안산 $TEW=0.2790TOW+0.1267$ ($R^2=0.8879$)

일본산 $TEW=0.2613TOW+0.2641$ ($R^2=0.8788$)

또한 육질부의 중량은 전중량을 1로 하였을 때 육중량비 범위가 남해안산은 $0.21\pm 0.03\sim 0.33\pm 0.41$ (평균 0.26 ± 0.07), 동해안산은 $0.23\pm 0.04\sim 0.28\pm 0.06$ (평균 0.24 ± 0.05), 일본산은 $0.21\pm 0.03\sim 0.27\pm 0.04$ (평균 0.25 ± 0.04)로서 남해안산, 동해안산, 일본산 순위였으나 통계학적으로는 차이가 없었다 ($P>0.05$). 육중량 (STW)에 대한 전중 (TOW)의 상대성장도는 다음과 같이 회귀직선식으로 표시되었다.

남해안산 $STW=0.2626TOW-0.0639$ ($R^2=0.8964$)

동해안산 $STW=0.2544TOW-0.1775$ ($R^2=0.94$)

일본산 $STW=0.2467TOW+0.1262$ ($R^2=0.9331$)

육질부의 건조중량은 육질부의 습중량을 1로 하였을 때 건조중량비 범위가 남해안산은 $0.12\pm 0.02\sim 0.17\pm 0.05$ (평균 0.14 ± 0.03), 동해안산은 $0.10\pm 0.02\sim 0.17\pm 0.02$ (평균 0.14 ± 0.05), 일본산은 $0.12\pm 0.02\sim 0.17\pm 0.02$ (평균 0.14 ± 0.03)로서 서로간에 차이가 없었다 ($P>0.05$). 건조중량 (DW)에 대한 육중량 (STW)의 상대성장도는 다음과 같이 회귀직선식으로 표시되었다.

남해안산 $DW=0.1378STW+0.0255$ ($R^2=0.9091$)

동해안산 $DW=0.135STW+0.0139$ ($R^2=0.8906$)

일본산 $DW=0.1425STW+0.0067$ ($R^2=0.8866$)

나. 수하연 시설 간격별 성장

경북 동해안에서 우렁쟁이 양식장에서는 수하연 시설 간격을 0.8~5.0 m까지 시설하고 있으나, 대부분이 1.2~2.0 m 간격으로 시설하고 있다. 이러한 시설 간격이 양식 우렁쟁이의 성장에 어떤 영향을 미치는지를 알아보기 위해 시설 간격을 달리 (1.0 m, 1.5 m, 2.0 m, 2.5 m)하여 성장 조사한 결과를 보면 Table 1과 같다.

체고의 성장을 보면 1998년 1월 7일 양식 시작시 15.83 ± 2.44 mm~ 16.98 ± 2.77 mm인 것이 3월 25일 조사시 1.0 m와 1.5 m 시설구가 유사한 성장을 보이며 가장 높았고, 2.0 m 시설구가 다른 시설구에 비해 가장 낮은 성장을 보였다. 6월 19일 조사시에는 1.0 m 시설구가 다른

Table 1. Growth of TH, T UW, T OW, T EW, STW and DW of sea squirt, *Halocynthia roretzi* depending on the interval between suspended line

Variables	Survey date	Interval between suspended line			
		1.0 m	1.5 m	2.0 m	2.5 m
TH (mm)	7 Jan.	16.72± 2.32 ^a	16.98± 2.77 ^a	15.83± 2.44 ^a	16.12± 2.52 ^a
	25 Mar.	28.73± 5.29 ^a	29.74± 5.48 ^a	22.31± 3.54 ^b	24.30± 4.02 ^c
	19 Jun.	59.64± 7.85 ^a	51.59± 6.41 ^b	51.89± 8.91 ^b	48.93± 7.27 ^c
	30 Sep.	61.77± 5.48 ^a	60.05± 5.91 ^{ab}	57.78± 4.55 ^b	65.79± 7.31 ^c
	6 Dec.	74.52± 7.43 ^a	77.06± 9.23 ^b	78.12± 8.60 ^c	78.31± 6.63 ^c
T UW (mm)	7 Jan.	9.52± 1.35 ^a	9.68± 1.43 ^a	8.88± 1.24 ^a	8.98± 1.35 ^a
	25 Mar.	18.03± 3.52 ^a	18.70± 4.02 ^a	15.13± 2.89 ^b	15.94± 3.48 ^b
	19 Jun.	35.18± 4.99 ^a	29.53± 4.86 ^b	33.74± 5.32 ^a	29.31± 3.34 ^b
	30 Sep.	38.75± 6.13 ^a	31.85± 6.06 ^b	31.96± 3.20 ^b	34.61± 3.05 ^{ab}
	6 Dec.	38.89± 4.69 ^a	36.36± 4.21 ^a	39.34± 4.97 ^a	40.28± 4.21 ^a
T OW (g)	7 Jan.	1.23± 0.45 ^a	1.28± 0.48 ^a	0.92± 0.33 ^a	1.16± 0.39 ^a
	25 Mar.	6.32± 3.23 ^a	7.75± 4.02 ^b	3.84± 1.89 ^c	4.64± 2.71 ^c
	19 Jun.	36.18± 12.13 ^a	27.46± 9.93 ^b	26.67± 10.19 ^b	25.48± 7.70 ^b
	30 Sep.	52.20± 13.12 ^a	37.17± 9.91 ^b	33.99± 7.18 ^b	44.93± 9.51 ^a
	6 Dec.	55.53± 15.08 ^a	47.96± 11.35 ^a	54.95± 13.68 ^a	58.00± 13.62 ^a
T EW (g)	7 Jan.	0.50± 0.13 ^a	0.50± 0.13 ^a	0.44± 0.12 ^a	0.50± 0.13 ^a
	25 Mar.	1.55± 0.78 ^a	1.73± 0.82 ^a	1.04± 0.53 ^b	1.21± 0.55 ^b
	19 Jun.	8.13± 2.08 ^a	8.62± 2.26 ^a	6.79± 2.62 ^b	8.50± 2.12 ^a
	30 Sep.	17.01± 3.45 ^a	14.36± 3.46 ^{ab}	11.77± 2.26 ^b	14.91± 3.47 ^a
	6 Dec.	14.92± 2.96 ^a	14.13± 3.54 ^a	14.75± 3.04 ^a	15.83± 3.25 ^a
STW (g)	7 Jan.	0.36± 0.08 ^a	0.38± 0.11 ^a	0.32± 0.08 ^a	0.33± 0.08 ^a
	25 Mar.	1.48± 0.75 ^a	1.64± 0.88 ^a	0.73± 0.40 ^b	0.98± 0.49 ^b
	19 Jun.	10.11± 3.49 ^a	9.64± 3.34 ^a	7.44± 3.23 ^b	9.19± 3.29 ^a
	30 Sep.	11.98± 3.85 ^a	8.34± 2.95 ^b	8.21± 2.15 ^b	11.96± 2.95 ^a
	6 Dec.	12.89± 4.04 ^a	11.06± 3.46 ^a	12.82± 3.84 ^a	15.02± 4.80 ^b
DW (g)	7 Jan.	0.06± 0.02 ^a	0.06± 0.02 ^a	0.05± 0.01 ^a	0.06± 0.01 ^a
	25 Mar.	0.17± 0.09 ^a	0.21± 0.12 ^b	0.09± 0.05 ^c	0.13± 0.07 ^d
	19 Jun.	1.39± 0.45 ^a	1.53± 0.54 ^a	1.03± 0.43 ^b	1.24± 0.51 ^{ab}
	30 Sep.	1.96± 0.76 ^a	1.23± 0.68 ^b	1.33± 0.51 ^b	1.70± 0.56 ^{ab}
	6 Dec.	1.38± 0.53 ^a	1.63± 0.76 ^a	1.36± 0.56 ^a	1.67± 0.76 ^a

TH, tunic height; T UW, tunic width; T OW, total weight; T EW, test weight; STW, somatic tissue weight; DW, drained weight of somatic tissue. Columns with different superscripts are significantly different ($t < 0.05$).

시험구에 비해 가장 높은 성장을 보였고, 그 다음이 1.5 m와 2.0 m 시설구였으며, 2.5 m 시설구가 가장 낮은 성장을 보였다. 9월 30일 조사시에는 6월 조사시에 가장 낮은 성장을 보였던 2.5 m 시설구가 다른 시설구에 비해 가장 높은 성장을 보였고, 다음이 1.0 m, 1.5 m 시설구 순위였으며, 1.5 m 시설구는 1.0 m나 2.0 m와 유사한 성장을 보였다. 12월 6일 조사시에는 2.0 m와 2.5 m 시설구가 유사한 성장을 보이면서 가장 높은 성장을 보였고, 다음이 1.5 m 시설구였으며, 1.0 m 시설구가 가장 낮은 성장을 보였다.

체폭, 체중, 껍질중량 및 건조육중량의 성장 변화는 3월 이후 시설구간별로 다소의 성장 차이는 있었으나, 마지막 측정시인 12월 6일에는 서로간에 유사하였다. 다만 육중량은 2.5 m 시설구가

다른 시설구에 비해 유사한 차이를 보이면서 높았다.

Table 2는 시설 간격에 따른 우렁쉥이의 체고와 체중의 일간 성장을 나타낸 것이다. 먼저 체고의 일간 성장을 보면 I 구간 (1~3월)에서는 1.0 m와 1.5 m 시설구간에는 유사한 성장을 보이면서 높았고, 2.0 m 2.5 m 시설구간에는 유사한 성장을 보이면서 낮았다. II 구간 (3~6월)에서는 1.0 m 시설구와 2.0 m 시설구간에 유사한 성장을 보이면서 높았고, 다음이 2.5 m 시설구였으며, 1.5 m 시설구가 가장 낮았다. III 구간 (6~9월)에서는 2.5 m 시설구가 가장 높았고, 다음이 유사한 성장을 보인 2.0 m와 1.5 m 시설구였고, 1.0 m 시설구가 가장 낮았다. IV 구간 (9~12월)에서는 2.0 m 시설구가 가장 높았고, 1.0 m와 2.5 m는 유사한 성장을 보이면서 낮았으며, 1.5 m 시설구는 다른 시설구와 유사한 성장을 보였다. 그러나 전체적으로 보면 2.5 m, 2.0 m, 1.5 m, 1.0 m 순으로 성장하였으나 통계적으로는 차이가 없었다. 반면 체중은 2.5 m 시설구가 다른 시설구에 비해 유사한 차이를 보이면서 높았고, 그 외 다른 시설구간에는 서로 유사하였다. 또한 구간별 체고 성장을 볼 때 I · III 구간에서 평균 이하의 성장을 보인 반면, II · IV 구간에서는 평균 이상의 성장을 보였다.

Table 2. Average daily growth rates of TH and T OW of sea squirt, *Halocynthia roretzi* depending on the interval between suspended line for the four sample intervals

Variable	Interval between suspended line	Growth period				
		I	II	III	IV	Overall
TH ($\mu\text{m}/\text{day}$)	1.0 m	152±54 ^a	421± 21 ^a	32±40 ^a	205± 96 ^a	176±17 ^a
	1.5 m	164±55 ^a	278±111 ^b	126±15 ^b	254± 51 ^{ab}	184±22 ^a
	2.0 m	68±30 ^b	421± 33 ^a	88±67 ^b	303± 65 ^b	187±20 ^a
	2.5 m	94±36 ^b	340± 14 ^c	251±26 ^c	188± 27 ^a	188±14 ^a
T OW (mg/day)	1.0 m	68±40 ^a	434± 74 ^a	239±30 ^a	49± 57 ^a	164±45 ^a
	1.5 m	87±51 ^b	286±120 ^b	144±30 ^b	161± 48 ^b	141±33 ^a
	2.0 m	36±23 ^c	336± 80 ^b	109±50 ^b	313±105 ^c	162±40 ^a
	2.5 m	46±34 ^c	294± 46 ^b	290±34 ^a	195± 72 ^b	171±40 ^b

I = 7 January-25 March (77 days), II = 25 March-19 June (86 days), III = 19 June-30 September (103 days), IV = 30 September-6 December (67 days) and over all 7 January-6 December (333 days). Columns with different superscripts are significantly different ($t < 0.05$).

다. 수층별 성장

양식 수층에 따른 우렁쉥이의 성장을 알아보기 위해 양식 우렁쉥이를 수층을 달리 (2~4 m, 6~8 m, 10~12 m, 14~16 m)하여 양식하면서 성장도를 조사한 결과가 Table 3이다. 먼저 체고의 성장을 보면 3~9월까지 6~8 m, 10~12 m, 14~16 m 수층이 유사한 성장을 보이면서 2~4 m 수층보다 높은 성장을 보였으며, 12월에는 10~12 m 수층이 가장 높은 성장을 보였고, 다음이 6~8 m 수층과 14~16 m 수층이 유사한 성장을 보이면서 높았고, 2~4 m 수층이 가장 낮은 성장을 보였다. 체폭의 성장은 6월까지의 차이가 없었으나, 9월 들어 2~4 m 수층이 낮은 성장을 보인 반면, 다른 수층간에는 유사한 성장을 보이면서 높았다. 12월에는 10~12 m

Table 3. Growth of TH, T UW, T OW, T EW, STW and DW of sea squirt, *Halocynthia roretzi* depending on the culture depth of suspended line

Variables	Survey date	Depth			
		2~4 m	6~8 m	10~12 m	14~16 m
TH (mm)	7 Jan.	14.28± 2.74 ^a	14.28± 2.74 ^a	14.28± 2.74 ^a	14.28± 2.74 ^a
	25 Mar.	19.74± 3.69 ^a	23.44± 3.79 ^b	24.46± 4.52 ^b	23.43± 4.28 ^b
	19 Jun.	32.92± 4.70 ^a	43.07± 5.84 ^b	45.45± 4.71 ^b	44.75± 5.94 ^b
	30 Sep.	46.77± 6.65 ^a	61.16± 8.30 ^b	64.60± 6.71 ^b	63.55± 8.44 ^b
	6 Dec.	63.20± 9.03 ^a	82.69± 11.22 ^b	87.25± 9.05 ^c	85.91± 11.41 ^b
T UW (mm)	7 Jan.	8.88± 1.24 ^a	8.88± 1.24 ^a	8.88± 1.24 ^a	8.88± 1.24 ^a
	25 Mar.	13.46± 2.94 ^a	14.58± 3.04 ^a	15.55± 3.41 ^a	15.42± 3.46 ^a
	19 Jun.	22.61± 2.96 ^a	26.31± 3.48 ^a	28.60± 4.39 ^a	27.30± 4.93 ^a
	30 Sep.	24.52± 3.18 ^a	28.67± 3.79 ^b	31.09± 4.81 ^b	29.73± 5.37 ^b
	6 Dec.	30.29± 3.97 ^a	35.24± 4.66 ^b	38.30± 5.88 ^c	36.57± 6.60 ^{bc}
T OW (g)	7 Jan.	0.91± 0.34 ^a	0.91± 0.34 ^a	0.91± 0.34 ^a	0.91± 0.34 ^a
	25 Mar.	2.45± 1.19 ^a	3.50± 1.63 ^a	3.99± 2.25 ^a	3.97± 2.16 ^a
	19 Jun.	10.67± 3.55 ^a	17.96± 5.14 ^b	21.55± 7.11 ^b	19.63± 6.71 ^b
	30 Sep.	21.44± 7.13 ^a	36.04± 10.36 ^b	43.33± 14.28 ^b	39.46± 13.49 ^b
	6 Dec.	34.64± 11.52 ^a	58.32± 16.68 ^b	70.01± 23.09 ^c	63.77± 21.79 ^b
T EW (g)	7 Jan.	0.44± 0.12 ^a	0.44± 0.12 ^a	0.44± 0.12 ^a	0.44± 0.12 ^a
	25 Mar.	1.00± 0.42 ^a	1.13± 0.47 ^a	1.14± 0.57 ^a	1.17± 0.60 ^a
	19 Jun.	4.21± 1.20 ^a	6.76± 1.41 ^b	7.88± 2.04 ^b	7.46± 1.94 ^b
	30 Sep.	11.61± 3.32 ^a	18.68± 3.88 ^b	21.75± 5.64 ^b	20.58± 5.36 ^b
	6 Dec.	14.56± 4.16 ^a	23.39± 4.86 ^b	27.26± 7.06 ^c	25.79± 6.71 ^b
STW (g)	7 Jan.	0.32± 0.08 ^a	0.32± 0.08 ^a	0.32± 0.08 ^a	0.32± 0.08 ^a
	25 Mar.	0.54± 0.27 ^a	0.77± 0.37 ^a	0.89± 0.53 ^a	0.99± 0.66 ^a
	19 Jun.	3.31± 1.15 ^a	5.88± 1.71 ^{ab}	6.86± 2.25 ^b	6.26± 2.66 ^b
	30 Sep.	6.78± 2.36 ^a	12.07± 3.50 ^b	14.06± 4.60 ^b	12.83± 5.44 ^b
	6 Dec.	10.59± 3.69 ^a	18.83± 5.47 ^b	21.95± 7.19 ^b	20.03± 8.50 ^b
DW (g)	7 Jan.	0.05± 0.01 ^a	0.05± 0.01 ^a	0.05± 0.01 ^a	0.05± 0.01 ^a
	25 Mar.	0.07± 0.04 ^a	0.12± 0.06 ^a	0.13± 0.08 ^a	0.14± 0.09 ^a
	19 Jun.	0.48± 0.15 ^a	0.85± 0.30 ^b	0.93± 0.29 ^b	0.77± 0.28 ^b
	30 Sep.	1.04± 0.32 ^a	1.84± 0.64 ^b	2.02± 0.63 ^b	1.66± 0.61 ^b
	6 Dec.	1.06± 0.32 ^a	1.88± 0.66 ^b	2.07± 0.64 ^b	1.70± 0.62 ^b

TH, tunic height; T UW, tunic width; T OW, total weight; T EW, test weight; STW, somatic tissue weight; DW, drained weight of somatic tissue. Columns with different superscripts are significantly different ($t < 0.05$).

수층이 가장 높은 성장을 보였고, 다음이 14~16 m, 6~8 m 순위였으며, 2~4 m 수층이 가장 낮았으며, 14~16 m 수층은 10~12 m 수층과 6~8 m 수층과 유사한 성장을 보였다. 체중과 껍질 중량은 3월까지 차이가 없었고, 6월부터 9월까지는 2~4 m 수층이 다른 수층보다 성장이 낮았으며, 나머지 수층간에는 유사한 성장을 보이면서 높았다. 12월에는 10~12 m 수층이 다른 수층에 비해 가장 높은 성장을 보였고, 다음이 14~16 m 수층과 6~8 m 수층이 유사한 성장을 보였으며, 2~4 m 수층이 가장 낮은 성장을 보였다. 육중량 및 건조중량은 6월 이후부터 2~4 m 수층이 낮은 성장을 보인 반면, 다른 수층간에는 유사한 성장을 보이면서 높았다.

Table 4는 수층에 따른 우렁쟁이의 체고와 체중의 일간 성장률

Table 4. Average daily growth rates of TH and T OW of sea squirt, *Halocynthia roretzi* depending on the culture depth of suspended line for the four sample intervals

Variable	Culture depth	Growth period				
		I	II	III	IV	Overall
TH ($\mu\text{m}/\text{day}$)	2~4 m	71± 4 ^a	153± 16 ^a	134± 19 ^a	245± 36 ^a	147± 23 ^a
	6~8 m	95± 20 ^b	228± 26 ^b	176± 24 ^b	321± 44 ^b	200± 27 ^b
	10~12 m	108± 29 ^b	244± 10 ^b	185± 19 ^b	338± 35 ^b	214± 20 ^b
	14~16 m	95± 27 ^b	247± 23 ^b	182± 24 ^b	334± 44 ^b	210± 27 ^b
T OW (mg/day)	2~4 m	20± 12 ^a	96± 28 ^a	105± 35 ^a	197± 66 ^a	101± 34 ^a
	6~8 m	33± 19 ^b	168± 41 ^b	176± 51 ^b	333± 94 ^b	172± 49 ^b
	10~12 m	39± 26 ^b	204± 58 ^c	211± 70 ^c	398± 132 ^c	207± 68 ^c
	14~16 m	39± 25 ^b	182± 55 ^{bc}	193± 66 ^{bc}	362± 124 ^{bc}	189± 64 ^{bc}

I = 7 January-25 March (77 days), II = 25 March-19 June (86 days), III = 19 June-30 September (103 days), IV = 30 September-6 December (67 days) and over all 7 January-6 December (333 days). Columns with different superscripts are significantly different ($t < 0.05$).

나타낸 것이다. 먼저 체고의 일간 성장을 보면 모든 측정구간 (I~IV)에서 2~4 m 수층이 낮은 성장을 보인 반면 다른 수층간에는 유사한 성장을 보이면서 높았다. 전체적으로 보아도 같은 경향이였다. 체중은 I 구간에서는 2~4 m 수층이 낮고, 나머지 수층간에는 유사한 성장을 보이면서 높았으나, II~IV 구간에서는 10~12 m 수층이 가장 높았고, 다음이 14~16 m 수층이 10~12 m 수층과 6~8 m 수층과 유사한 성장을 보이면서 높았으며, 다음이 6~8 m 수층이였고, 2~4 m 수층이 가장 낮았으며, 전체적으로 보아도 같은 경향을 보였다. 또한 구간별로 볼 때 I·III 구간에서 평균 이하의 성장을 보인 반면, II·IV 구간에서는 평균 이상의 성장을 보였으며, 그 중에서도 10~12 m 수층의 II·IV 구간에서 각각 244 $\mu\text{m}/\text{day}$ 및 338 $\mu\text{m}/\text{day}$ 로 비교적 높았고 I 구간에서는 108 $\mu\text{m}/\text{day}$ 로 가장 낮았다

고찰

우렁쟁이의 성장에 대하여 卍井 (1940)는 양식한 우렁쟁이의 경우 1년 만에 체고 1.0 cm, 체폭 0.9 cm, 2년째는 각각 11.1 cm, 10.7 cm 및 3년째는 각각 22.3 cm, 12.5 cm로 자란다고 하였으며, 또한 酒井 (1965)는 체묘 시설한 후 그대로 양성할 경우 1.5년에 체고 2.9 cm, 체폭 2.1 cm, 중량 7 g으로 성장하고, 2.5년에 각각 8.0 cm, 5.6 cm, 114 g으로, 3.5년에는 각각 11.2 cm, 7.3 cm, 155 g으로 성장한다고 하였으며, 또한 Yoo et al. (1988)은 우리나라 남해안의 한산도에서 시험한 결과 1984년 2월에 채묘한 종묘가 1년 후인 1985년 2월에 체고가 2.6±0.38 cm, 중량 4.84±1.69 g, 2년 후인 1986년 3월에는 각각 9.15±0.92 cm, 119.35±31.54 g로 자랐다고 보고하여 1년 생은 卍井 (1940)의 결과보다는 훨씬 좋은 것으로 나타났고, 오히려 酒井 (1965)의 1.5년 성장한 결과와 비슷한 경향을 보였으며, 또한 2년생은 卍井 (1940)의 결과에는 못 미치나 酒井 (1965)의 결과보다는 좋고, 전중량의 경우도 酒井 (1965)의 결과보다는 빠

른 것으로 보고하였다. 따라서 이들의 결과로부터는 양식 우렁쟁이가 서식환경의 차이에 따라 성장이 달라진다는 것과, 성장함에 따라 체고에 대한 체폭의 비가 감소하므로 우렁쟁이의 형태가 점차 장형으로 되어 가는 것을 알 수 있다.

본 실험의 경우에도 중요 생산지가 각각 다른 우렁쟁이 종묘를 구입하여 같은 장소에서 양식하였을 때 성장에는 유의한 차이가 인정되지 않아 이들의 결과를 뒷받침해주고 있음을 알 수 있었다. 또한 본 실험에 사용된 새끼우렁쟁이는 채묘 후 1년이 경과된 것으로 실험 시작 시에는 남해안산과 일본산은 平井 (1940)의 1년산보다 크고 동해안산은 비슷한 크기로 시작하였으나, 2년째의 성장은 平井 (1940)의 결과보다 못했다. 물론 본 실험은 2년에서 1개월이 부족하지만 조사된 체고의 성장식에 의하면 2년째 남해안산은 8.4 cm, 동해안산은 7.9 cm, 일본산은 8.5 cm로 성장했다고 보더라도 平井 (1940)의 결과에는 훨씬 못 미치는 것으로 나타났다. 그리고 Yoo et al. (1988)의 결과보다도 1개월 정도 늦은 것으로 나타났는데, 이것은 Yoo et al. (1988)은 실험 시작 시점에 체고가 2.6 ± 0.38 cm이었지만 본 실험에서는 실험 시작 후 3개월째인 3월 25일 측정시 남해안산이 24.38 ± 4.27 mm, 동해안산 23.51 ± 5.89 mm, 일본산 25.09 ± 3.85 mm인 것을 감안하면 오히려 성장이 다소 나았다고 보아야 할 것이며, 또한 본 실험이 酒井 (1965)의 결과보다는 나은 것으로 나타나 우렁쟁이의 성장은 종묘의 종류보다는 양식장소의 환경의 차이 때문이라고 생각된다.

체고를 1로 하였을 때 체폭의 성장비가 본 실험에서 채묘 후 1년 11개월 째에 0.51~0.53으로 체고가 체폭보다 1.88~1.95배로 약 2배 정도 빨리 성장하였으나, 平井 (1940)의 결과에서 2년째 체고에 대한 체폭의 성장비가 0.96으로 체고 체폭이 비슷한 성장을 보인 것과, 酒井 (1965)의 2.5년째 체고에 대한 체폭의 성장비가 0.7로 체고가 체폭에 비해 1.4배 성장한 것과 비교하면 본 실험에서의 우렁쟁이 성장은 체폭에 비해 체고의 성장이 훨씬 빠르다는 것을 알 수 있다. 이는 우렁쟁이 양식방법이 변화하고 있음을 시사하고 있는데, 즉 平井 (1940), 酒井 (1965)가 조사한 시점은 일본에서의 우렁쟁이 양식이 초창기였고, Yoo et al. (1988)이 조사한 시점은 우리나라의 우렁쟁이 양식 초기를 막 벗어나는 시점으로 이때는 우렁쟁이 수하연에 종묘를 적당한 양의 밀도로 부착시켜서 양식하는 것이 바람직한 것으로 권장되어 왔는데, 이는 酒井 (1965)가 양식에 있어서 밀식하게 되는 경우, 성장이 나쁘고 현저하게 가늘고 긴 형태를 갖추며 육질도 얇아져서 소위 양식특유의 형태가 된다고 기술한 것에도 잘 나타나 있다. 따라서 밀식이 될 경우에는 속음을 하거나 또는 부착생물 등이 다량으로 부착할 시에는 선상으로 올려 청소를 해주는 등의 작업을 하였으나, 최근에는 이런 일련의 작업들이 우렁쟁이에게 스트레스를 주어 폐사의 원인이 된다하여 수하연에 종묘를 최대한 밀식하여 감으므로 다른 부착생물이 붙지 못하게 하거나, 양식중반에 부착생물이 있어 청소해야 할 경우에도 선상으로 올려 노출시키는 방법보다는 잠수하여 수중에서 작업하는 등 우렁쟁이에게 스트레스를 최소화하는 양식 방법을 택하고 있다. 따라서 앞서 연구한 결과보다는 본 실험에서 조사된 우렁쟁이의 밀도가 높아 현저히 장형이고 전중량도 적다고 보여진다. 이것은 좋은 다르지만 굴의 경우도 부착기당 부착밀도

가 증가할수록 각고에 대한 각장의 비가 작은 장형의 패각이 된다고 하는 谷田·菊池 (1957)의 보고 및 Yoo and Park (1981)의 결과와도 유사하다.

현재 동해안에서는 우렁쟁이 수하연 시설간격을 0.8~5.0 m까지 시설하고 있어, 시설간격을 달리하여 실험하였을 때 양식초기에는 1.0 m와 1.5 m가 비슷한 성장을 보이면서 2.0 m나 2.5 m보다 유의하게 성장이 빨랐으나, 11개월 후에는 성장이 2.5 m, 2.0 m, 1.5 m, 1.0 m 순으로 나타나 시설간격이 넓을수록 성장이 빠른 것으로 보이나 통계적으로는 차이가 없었다. 이는 우렁쟁이 성장에 대한 계 요인이 수온이나 먹이생물 분포의 차이에 직접적인 이유가 있을 거라고 논술한 Jang (1979)이나, 동해안 우렁쟁이가 남해안에 비해 현저히 늦은 것은 먹이생물의 양과 투명도가 다르기 때문이라고 한 Chung et al. (1989)의 연구와 마찬가지로 동해안에서 해류가 항시 남북방향이나 북남방향으로 흐르는 것을 감안하면, 어릴 때는 수하연 시설간격을 좁게 하는 것이 오히려 해수의 흐름을 막아 성장이 더 빨라질 수 있음을 보여주고 있으나, 성장함에 따라 먹이 섭취량이 점차 많아지면 남해안 보다 먹이량이 부족한 동해안에서는 해수의 흐름을 원활히 해주는 것이 새로운 먹이의 이동을 가져와 먹이공급이 원활해질 수 있을 것으로 추정되므로 적어도 수하연의 시설 간격을 2.0 m 이상 띄우는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

Chung et al. (1989)은 동해안 우렁쟁이의 수층별 조사에서 채묘 후 13개월까지 조사한 결과에 의하면 15 m층 (15~18 m)의 성장이 가장 양호하였고, 10 m층 (10~13 m)과 20 m층 (20~23 m)은 거의 비슷한 성장을 보여 강원해역 우렁쟁이 양식수층은 15 m층부터 시작하여 3~4 m 범위가 가장 좋다고 보고하였으나, 본 실험에서는 10~12 m 수층이 가장 양호한 성장을 보였으며, 다음이 14~16 m 수층과 6~8 m 수층으로 두 수층간에는 유의차가 없었고, 2~4 m 수층이 가장 낮은 성장을 보여, Chung et al. (1989)의 연구 결과와는 다소 다른 결과를 보였는데, 이는 지역에 따른 차이로 볼 수 있었다. Chung et al. (1989)은 실험 수역의 투명도가 평균 10.6 m로 10 m 수층은 투명도가 미치는 수심 안으로서 조도가 컸기 때문에 다른 수층인 중층이나 심층에 비해 성장이 나쁘고 생존율이 낮았다고 추정하였으며, 菊池 (1971)도 투명도가 미치는 수심 안에서는 조도가 클수록 성장에 장애를 미친다고 보고하였으나, 남해안에서 Kim et al. (1979)은 7 m 수심에, Jang (1979)은 5 m 수심에서 우렁쟁이가 잘 자란 반면 Chang et al. (1982)은 영일만에서 표층인 4 m 수심에 수하한 우렁쟁이가 8월에 대부분 폐사 되었다고 보고한 것과 본 연구의 결과를 종합해 볼 때 우렁쟁이의 양식수층은 표층 가까이에서는 좋지 않은 것이 틀림없지만, 지역에 따라 적정 양식 수층이 조금씩 다르다는 것을 알 수 있다. 본 실험 결과를 보아 경북 동해안에서는 10~12 m 수층이 가장 양호한 것으로 나타나 이 수층을 중심으로 양식한다면 성장이 가장 좋을 것으로 판단되었다.

藤田·藤田 (1966)은 우렁쟁이는 저온보다는 고온에 약하였고 보고하였고, 菊池 (1976)는 수온 22°C에서 수관 위측 징후가 있고 25.0°C 이상에서부터 우렁쟁이가 폐사 한다고 보고하였으며, 특히 3~6월에 걸쳐 성장이 좋아지며, 육중량도 놀랄 정도로 충실

하게 되며, 음력 5월의 우렁쟁이는 맛도 좋아진다고 기술하고 있다. 그리고 Jang (1979)도 3월 하순부터 7월 하순까지 성장이 좋고, 혹서기로 인해 수온이 상승하는 8월부터 2개월 간은 성장이 중지된 상태였다고 하였으며, Yoo et al. (1988)은 양성기간중 일시적인 체형위축이 발생한 시기는 7~9월의 여름철로 비교적 높은 수온 (평균 23.53°C, 최고 26.1°C)과 낮은 비중 (평균 1.0233, 최저 1.0207)과 어떤 연관성이 있는 것이라고 추정한 것 등의 결과와 본 실험에서도 유사한 경향을 보여 (Fig. 3) 우렁쟁이 양식수층에서 22°C 이상의 수온을 보인 7~9월에 성장의 둔화 또는 꺾질이 평소보다 딱딱해지면서 체형이 줄어드는 현상을 발견할 수 있었다. 시설간격별 일간성장 (Table 2)이나, 수층별 일간성장 (Table 4)의 결과에서도 체고성장이 성장기 I (1~3월)과 성장기 III (6~9월)에서 평균 이하의 성장을 보인 반면, 성장기 II (3~6월)와 IV (9~12월)에서 평균 이상의 높은 성장을 보인 것에도 잘 나타나고 있다.

염분은 Chang et al. (1982)과 Na et al. (1991)은 30‰ 이상만 되면 폐사와 무관하여 우렁쟁이 생태에 변화를 가져오지 않는다고 했고, Kim (1980)은 서해안에서 29.2~32.0‰의 염분이 우렁쟁이의 서식에 영향을 없다고 하였으며, Chung et al. (1989)도 30‰ 이상으로 지장이 없었다고 보고하였으며, 본 실험에서도 염분 범위가 32.53~33.73‰의 범위로 7월을 제외하면 수층별로 큰 차이가 없었다.

용존산소에 대해서는 Na et al. (1991)은 수온 20°C에서 최저산소 요구량은 3.7 mL/kg/h, 25°C에서 6.3 mL/kg/h로 최저 산소 요구량 특성은 20°C보다 25°C에서 높고 동일 중량이라면 체고가 작을 때 즉 3년산보다 2년산에서 용존산소의 요구량이 높다고 보고하여 우렁쟁이 양식장에서 용존산소량의 중요성을 언급하였으나, 본 실험에서는 용존산소가 6.60~9.77 mg/L로 우렁쟁이 성장에 영향을 미치지 않았으며, 그 외 영양염류 (NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N, PO₄-P)와 수소이온농도, 화학적산소요구량 등도 우렁쟁이 성장에 영향을 끼칠만한 것을 발견할 수 없었다.

요 약

1998년 1월 7일부터 1998년 12월 6일까지 총 333일간 경북 포항시 구룡포읍 장길리 연안에서 채묘 후 1년이 경과한 체고 10.1~15.8 mm 사이의 새끼 우렁쟁이 *Halocynthia roretzi* (von Drasche)를 대상으로 수층별, 수하연 시설 간격별 및 종묘생산지별의 성장에 관하여 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 수온은 12.07~24.14°C의 분포 범위로 7월의 2 m층이 가장 높았고, 염분은 32.53~33.73‰의 분포 범위로 7, 8월이 낮고, 10, 11월이 높았으며, 용존산소는 6.60~9.77 mg/L의 분포 범위로 4~5월이 높고, 7월이 낮았으며, 그 외 환경도 우렁쟁이 성장에 영향을 미치는 사항은 발견할 수 없었다.
2. 종묘생산지별 월별 체고 성장은 양식 시작시 체고가 남해안산이 15.81 mm, 동해안산 10.12 mm, 일본산 15.34 mm인 것이 11월에는 각각 74.64 mm (±7.19 mm), 72.80 mm (±11.67 mm), 73.90 mm (±5.71 mm)로 성장하여 종묘에 따른 체고 성장에 대한 통계적인 차이는 없었으며, 이들 각각에 대한 성장식은

다음과 같이 회귀직선식으로 표시할 수 있었다.

$$\text{남해안산 } TH = 5.8996D + 13.43 \quad (R^2 = 0.9133)$$

$$\text{동해안산 } TH = 6.1560D + 5.3362 \quad (R^2 = 0.9852)$$

$$\text{일본산 } TH = 6.0739D + 11.743 \quad (R^2 = 0.9053)$$

또한 체고 (TH)에 대한 체중 (TOW)의 성장식은 다음과 같이 지수곡선식으로 표시되었다.

$$\text{남해안산 } TOW = 0.0008TH^{2.6042} \quad (R^2 = 0.9567)$$

$$\text{동해안산 } TOW = 0.0005TH^{2.7284} \quad (R^2 = 0.9638)$$

$$\text{일본산 } TOW = 0.001TH^{2.5677} \quad (R^2 = 0.9666)$$

3. 수하연 시설 간격별 체고 성장은 2.5 m와 2.0 m가 서로 유사한 성장을 보이면서 1.5 m나 1.0 m 시설구보다 높았고, 체고의 일간 성장율은 2.5 m, 2.0 m, 1.5 m, 1.0 m 순이었으나 통계적인 차이는 없었다. 체중의 일간 성장율은 2.5 m 시설구가 다른 시설구에 비해 높았다.
4. 수층별 성장은 10~12 m 수층에서 성장이 가장 양호하였고, 다음이 14~16 m 수층과 6~8 m 수층으로 이들 두 수층간에는 유사한 성장을 보였고, 2~4 m 수층이 가장 낮은 성장을 보였다. 특히 10~12 m 수층에서 체고의 성장률은 성장기 II와 IV 구간에서 각각 244 μm/day 및 338 μm/day로 비교적 높았고, I 구간에서는 108 μm/day로 가장 낮았다.

참 고 문 헌

Chang, D.S., S.K. Chun, S.C. Cheong and H.L. Seo. 1982. A study on the mortality of sea squirt, *Halocynthia roretzi* (Drasche). Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst. Korea, 29, 7~27 (in Korean).

Chung, S.K., S.K. Kyoo and S.D. Lee. 1989. The growth of cultured sea squirt, *Halocynthia roretzi* (V. Drasche), at different water depth at the eastern coast of Korea. Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst. Korea, 43, 127~136 (in Korean).

Duncan, D.B. 1955. Multiple-rang and multiple F tests. Biometrics, 11, 1~42.

Jang, Y.J. 1979. Studies on the early growth of the sea squirt, *Halocynthia roretzi* (Drasche). Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst. Korea, 21, 69~76 (in Korean).

Kim, J.D., S.C. Cheong and H.W. Kang. 1979. Studies on the culture and air exposure experiments of sea squirts, *Halocynthia roretzi* (Drasche). Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst. Korea, 22, 71~80 (in Korean).

Kim, Y.G. 1980. Ecological study on the transplantation of the sea squirt, *Halocynthia roretzi* (V. Drasche) to Gogusan Islands. Bull. Korean Fish. Soc., 13, 57~64 (in Korean).

Na, G.H., C.S. Lee and W.J. Choi. 1991. The effect of dissolved oxygen on the aestival mass mortality of sea squirt, *Halocynthia roretzi* (Drasche). Bull. Korean Fish. Soc., 24, 52~58 (in Korean).

Yoo, S.K., K.Y. Park. 1981. Biological studies on oyster culture (III). Oyster growth comparison between four farms in Hansan-Geoje bay and density-dependent relative shell growth. Bull. Korean Fish. Soc., 13, 207~212 (in Korean).

Yoo, S.K., H.S. Lim and D.T. Lim. 1988. On the growth of the sea squirt (*Halocynthia roretzi*) from artificial seeds. J. Aquacult., 1, 75~84 (in Korean).

- 農水産部. 1975. 農林水産統計年報.
 農水産部. 1983. 農林水産統計年報.
 農水産部. 1986. 農林水産統計年報.
 農水産部. 1995. 農林水産統計年報.
 平井越郎. 1940. 食用海鞘マボヤ *Cynthia roretzi* Drasche の養殖の近況. 動物學雜誌, 52, 467~471.
 谷田專治・菊池省吾. 1957. 垂下養殖カキの密度效果に關する研究. 第1報 原板内の個體密度效果. 東北水研報, 9, 133~142.
- 酒井誠一. 1965. マボヤ. 淺海養殖 60種. 大成出版社. 東京, pp. 304~309.
 藤田惣吉, 藤田 忠. 1966. ボヤの養殖試験. 養殖, 3, 65~67.
 菊池要三郎. 1971. マボヤの人工フ化と養殖. 養殖, 9, 120~124.
 菊池要三郎. 1976. マボヤの成長と養殖に關する試験. 養殖, 13, 98~99.

2001년 3월 22일 접수

2001년 6월 4일 수리