J. Korean Fish. Soc. 29(4), 537~545, 1996 한수지, 29(4), 537~545, 1996

진해만산 오뚜기갯지렁이 *Sternaspis scutata* (다모강 : 오뚜기갯지렁이과)의 분포 및 성장

임현식 · 홍재상*
목포대학교 해양자원학과, *인하대학교 해양학과

Distribution and Growth Pattern of *Sternaspis scutata* (Polychaeta : Sternaspidae) in Chinhae Bay, Korea

Hyun-Sig LIM and Jae-Sang HONG*
Department of Marine Resources, Mokpo National University, Muan, Chonnam 534-729, Korea
** Department of Oceanography, Inha University, Inchon 402-751, Korea*

A population study on the sternaspid polychaete *Sternaspis scutata* (Ranzani) was conducted in Chinhae Bay, Korea, from June 1987 to May 1990. *Sternaspis scutata* was chiefly distributed in the mouth area of the bay, and its distributional delimitation remained unchanged all the year round. Abundance of this species appeared to be related to the organic carbon content of the sediment. It was relatively high in the area where the organic content of the sediment was between 2.0 and 4.0% (mean 3.8 ± 1.11) with mean grain size of 8.75 ϕ.

The relationship between the length of the ventral plate and the body wet weight is $Wt=13.2752\ L^{2.7984}$ ($R^2=0.962$). Therefore, the length of ventral plate can be used as an indicator of body growth of this species. The growth curves fitted to von Bertalanffy equations for ventral plates and weights are $L_t=5.235\ (1-e^{-0.3625(t-0.4047)})$ and $W_t=1364.1\ (1-e^{-0.3625(t-0.4047)})^{2.7984}$, respectively. Size frequency histograms showed that the settlement occurred during all the year round with its peak in summer.

Key words : Chinhae Bay, polychaete, *Sternaspis scutata*, distribution, growth

서 론

오뚜기갯지렁이 *Sternaspis scutata* (Ranzani, 1807)는 환형동물문 (Phylum Annelida)의 다모강 (Class Polychaeta)에 속하며 범세계적으로 분포하는 다모류로서, 오뚜기갯지렁이과 (Sternaspidae)에는 *Sternaspis* 1속 (genus)만이 보고되어 있다. 이 종은 사질 및 니질역에서 구멍을 파고 서식하며 거의 모든 수심역의 사질과 니질 퇴적상에서 발견되지만, 대부분은 200 m 이내의 천해대에서 주로 발견된다. 그러나 한 서식처에서 높은 밀도로 발견되는 경우는 드물다고 알려져 있다 (Fauchald, 1977). 한편 어류 가운데 촉수과 (Mullidae)의 일종인 *Mullus barbatus*는 오뚜기갯지렁이를 먹이로서 주로 포식하는 것으로 알려져 있다 (Focardi et al. 1980).

우리나라 연안에서도 오뚜기갯지렁이는 비교적 풍부하게 서식하는 종으로서 거의 전연안에서 채집되고 있다. 그럼에도 불구하고 이 종에 대해서는 대부분 군집연구의 일환으로 채집된 시료에 대한 분포 해석의 결과가 대부분으로, 개체군 수준에서의 상세한 생태학적 정보가 없는 실정이다 (Oh and Kim, 1976; Yi et al. 1982; Hong and Lee, 1983; Je et al. 1991; Lim et al. 1991; Chung, 1992).

다모류의 경우, 연령 형질이 잘 나타나는 어류와는 달리 대체로 일정한 연령 형질이 없는 실정이다 (Olive, 1980). 따라서 성장을 나타내는 지표로서 종

류에 따라 턱(jaw)의 크기(Kirkegaard, 1970; Olive, 1977; Olive and Garwood, 1981; Caron et al. 1995)나 체폭(Tamai, 1987; Sarda et al. 1995) 등을 측정하고 있다. 그러나 오뚜기갯지렁이는 체절이 불분명하고 몸은 신축성이 큰 반면, 석회질의 등판을 가지고 있어 이것이 성장을 나타내는 지표로 사용될 가능성이 있다. 田中 등(1973)의 경우 오뚜기갯지렁이의 등판 길이 및 건중량을 측정하여 이 종의 가입, 사망율, 현존량 등을 추정하려고 시도한 예가 있다. 따라서 본 연구에서는 진해만에서 채집된 저서동물 가운데 우점종의 하나인 오뚜기갯지렁이의 분포 특성 및, 등판의 길이가 개체의 성장을 반영하는지를 살펴보고, 이를 토대로 한 코호트(cohort)별 성장패턴을 von Bertalanffy 성장모델에 적용시켜 오뚜기갯지렁이의 성장 양상을 추정하였다.

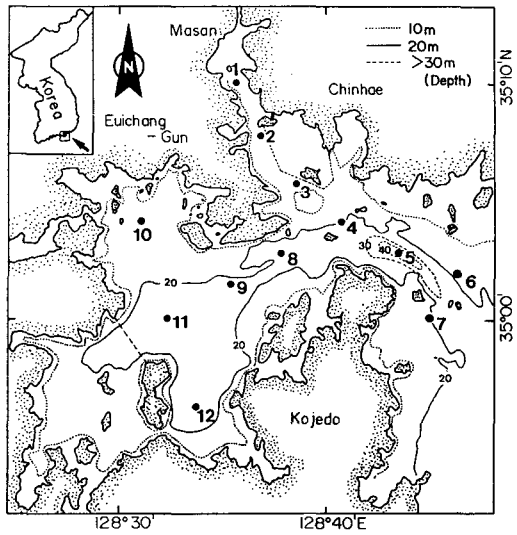

Fig. 1. Map showing the sampling stations and bathymetry in Chinhae Bay, Korea.

재료 및 방법

본 조사에서의 저서동물 채집은 진해만에서 1987년 6월부터 1990년 5월까지 격월별, 계절별 및 월별로 총 22회에 걸쳐, van Veen grab (0.1 m^2)을 사용하여 수행되었다. 조사시기, 정점 및 방법과 본 조사 해역의 환경 자료의 측정 및 분석 결과는 Lim and Hong (1994)의 방법과 동일하다 (Fig. 1). 채집된 퇴적물은 선상에서 1 mm 망목의 체로 걸른 후 그 잔존물을 플라스틱 샘플병에 담고 10% 중성 포르말린 용액으로 고정하여 실험실로 운반하였다. 실험실에서는 동물군 가운데 다모류인 오뚜기갯지렁이 (*Sternaspis scutata*)만을 별도로 선별하여 개체수를 세었으며, 단위면적당 (m^2) 개체수로 환산하였다. 각 개체의 등판 (ventral plate) 길이 (Fig. 6)는 해부현미경을 사용하여 10 um까지 측정하였다. 또한 각 개체의 습중량은 여과지 위에서 개체의 몸 표면에 있는 물기를 제거한 다음 전자저울을 이용하여 10 mg까지 측정하였다. 한편 등판 길이의 조성을 이용하여 코호트(cohort)를 분리하였다. 코호트의 분리에는 Bhattacharya (1967)의 세대분석방법을 사용하였으며, 이 방법의 적용은 Pauly and Cody (1985)에 의해 고안된 프로그램인 ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis)을 사용하였다. 각 코호트는 서로 연속되는 성장을 나타낸다고 가정하고, 분리된 코호트의 평균 등판 길이를 이용하여 von Bertalanffy 방정식을 적용하여 오뚜기갯지렁이의 성장식을 구하였다. Bertalanffy 성장식의 정수인 성장계수와 극한 등판길이는 Walford 정차도 (Ford-Walford plot) (Walford, 1946)를 이용하여 추정하였으며, 이를 등판길이와 체중과의 관계식에 대입하여 극한체중을 구하였다.

결 과

1. 분포 및 서식 밀도

진해만에서 채집된 다모류 가운데 오뚜기갯지렁이 (*Sternaspis scutata*)는 전체 조사기간 (1987년 6월~1990년 5월) 중의 22회 그랩 샘플에서 6,593개체가 채집되어, 전체 출현한 저서동물 개체수의 3%를 차지하였으며 8번째의 우점종이었다. 평균 밀도는 26.80 ± 54.00 개체/m^2였으며 습중량은 3.66 ± 7.22 g/m^2로서 단위 면적당 생물량의 측면에서는 5번째 우점종이었다 (Lim, 1993).

진해만 전체에서 이 종의 분포역은 주로 외해의 영향을 받는 만입구의 정점에 출현하고 있었으며, 계절에 따라 분포역이 확대되거나 축소되지 않고 일정한 경향을 나타내었다 (Fig. 2).

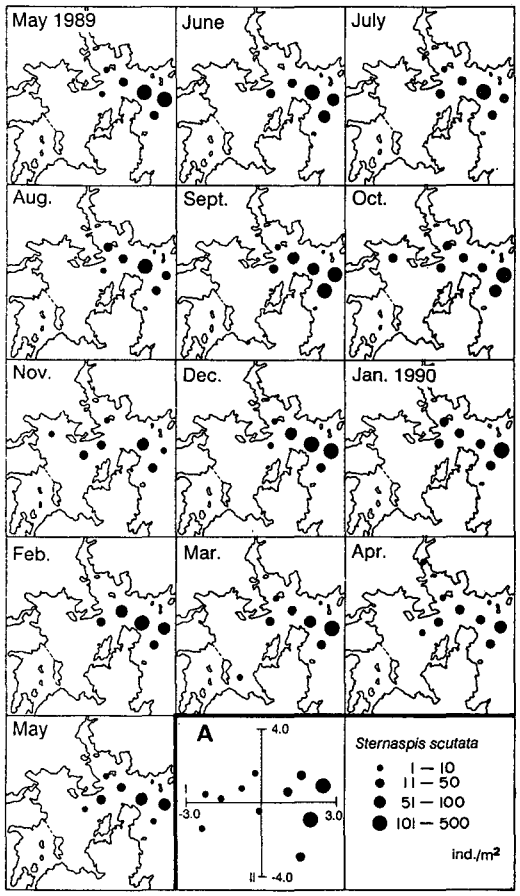

Fig. 2. Spatial distribution of *Sternaspis scutata* in Chinhae Bay.
A: The result of the PCA analysis using the five environmental data (water temperature, salinity and dissolved oxygen in the bottom water layer, mean grain size, and sediment organic carbon of the surface sediment) and abundance of the species

월별 출현량을 보면 1989년 5월의 경우 2 개체/m^2 (정점 8)~230 개체/m^2 (정점 5)의 범위였으며 정점 6에서도 120 개체/m^2가 출현하였다. 6월에는 만입구에 위치한 정점 5와 6에서 각각 226 개체/m^2 및 100 개체/m^2의 밀도였는데 5월에 비해 밀도 변동은 거의 없었다. 7월에는 6월에 비해 전반적으로 밀도가 약간 감소하였지만 정점 5에서는 152 개체/m^2가 출현하였다. 한편 정점 5의 경우 8월에는 194 개체/m^2의 밀도였으나, 9월에는 74 개체/m^2로 감소된 반면 정점 6에서는 246 개체/m^2가 출현하였다. 11월이 되면서 정점 7과 8에서도 낮은 밀도로 출현하였다. 12월에는 정점 5와 6에서 각각 240 개체/m^2 및 216 개체/m^2의 비교적 높은 밀도로 출현하였는데, 이듬해 5월까지는 분포역의 변화가 거의 없으며, 만 입구 정점에서만 출현하였다. 봄철인 4월에는 마산만 안쪽인 정점 1에서도 6 개체/m^2 출현하였다 (Fig. 2).

2. 서식밀도의 계절변동

한편 3년간의 조사기간 중 오뚜기갯지렁이의 계절별 또는 월별 밀도의 장기 변동을 보면, 매 채집시마다 평균 4.3 개체/m^2~51.3 개체/m^2 범위였다 (Fig. 3).

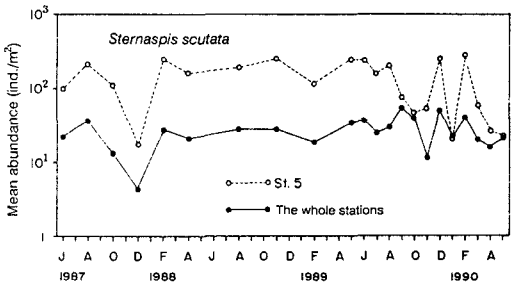

Fig. 3. Seasonal fluctuation of mean abundance of *Sternaspis scutata* in Chinhae Bay.

진해만 전체로 볼 경우 오뚜기갯지렁이의 계절별 또는 월별 밀도의 변동은 크지 않으나, 여름철인 1987년 8월과 1989년 9월에 상대적으로 높은 밀도를 나타냈으며, 1987년 12월과 1989년 11월에는 밀도가 감소하였다. 감소 후에는 다시 이듬해 2월이 되면서 다소 밀도가 증가하는 양상을 나타내었으며, 대체로 정점 5의 밀도가 진해만 전체 밀도 변동에 큰 영향을 미치고 있었다. 따라서 여름철에는 밀도가 상대적으로 증가하고 가을철이 되면서 밀도가 일시적으로 감소하는 주기적인 계절현상을 반복하고 있음을 알 수 있었다.

3. 환경요인과의 관계

오뚜기갯지렁이가 출현하는 정점에서 퇴적물의 유기물 (SOC) 함량은 2.0~4.0 (평균 3.80 ± 1.11) % 였으며, 이 들 정점에서의 평균 입도는 8.75 (± 0.64)ϕ였다. 퇴적물 내의 유기물 함량에 따라 내만에서 만 입구역에 이르는 정점을 하나의 조사선 (transect)으로 설정하고, 이 종의 밀도와 퇴적물의 유기물 함량과의 관계를 보면 퇴적물의 유기물량이 증가할수록 밀도가 감소하는 경향을 나타내었다 (Fig. 4). 따라서 조사기

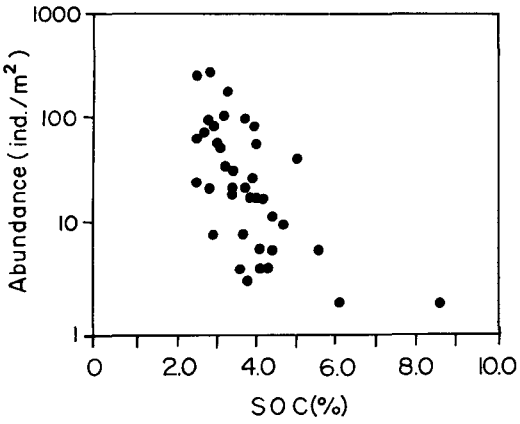

Fig. 4. Relationship between sediment organic carbon content (%) and abundance of *Sternaspis scutata* in Chinhae Bay.

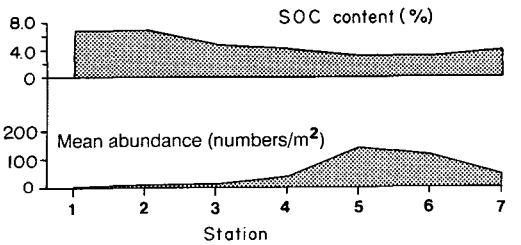

Fig. 5. Distribution of sediment organic carbon content(%) and mean abundance of along a transect representing pollution *Sternaspis scutata* gradient.

간 중 진해만산 오뚜기갯지렁이는 세립하고 유기물이 많은 내만 보다는, 상대적으로 조립하고 유기물량이 적당하며 외해수의 영향을 받는 곳에서 서식 밀도가 높음을 알 수 있었다 (Fig. 5). 이러한 결과는 5개 환경요인을 사용하여 실시한 주성분 분석에서도 잘 나타나고 있다. 즉, 주성분 제 1축에는 퇴적물의 유기물 함량이 적재되어 있는데, 오뚜기갯지렁이의 밀도는 주성분 제 1축을 따라 분포하고 있었다 (Fig. 2A).

4. 등판길이와 체중과의 관계

오뚜기갯지렁이는 다른 다모류와는 달리 몸 뒷편 등쪽에 1쌍의 등판 (ventral plate)을 가지고 있으며, 개체의 크기에 따라 그것의 크기도 다른 것이 관찰되었다. 따라서 이 등판의 길이가 개체의 성장을 반영하는지를 알기 위해 각 개체의 등판 길이와 습중량을 측정하였다. 측정된 등판 길이 (L: Length of ventral plate)와 습중량 (Wt)은 $Wt = 13.2752\ L^{2.7984}$의 관계식

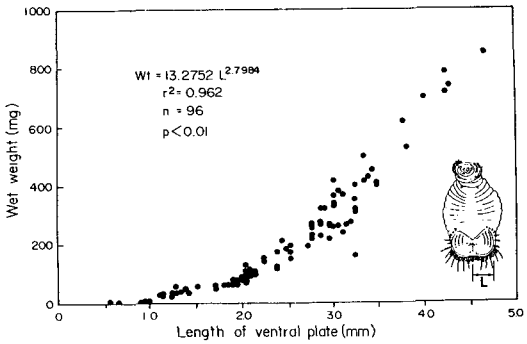

Fig. 6. Relationship between the length of ventral plate (L) and body weight (Wt) for *Sternaspis scutata* in Chinhae Bay.

으로 나타낼 수 있었으며 이들 사이에는 $R^2=0.962$로 매우 높은 상관 관계가 있음을 알 수 있었다 ($P<0.01$) (Fig. 6). 따라서 본 종은 성장에 따라 등판의 길이도 증가함을 알 수 있으며, 등판 길이는 개체의 성장에 따른 생체량 증가를 잘 반영하고 있다고 볼 수 있다.

5. 코호트 (cohort)의 분리

오뚜기갯지렁이의 등판 길이의 월별 빈도 분포에 의하면, 계절에 따라 2~3개의 코호트가 관찰되었다. 즉, 제1코호트 (C-1)는 등판 길이가 평균 1.02 mm였으며, 제2코호트 (C-2)는 등판 길이가 평균 2.32 mm, 제3코호트 (C-3)는 등판 길이가 평균 3.17 mm였다 (Fig. 7). 그러나 각 코호트는 시간이 경과함에 따라 이동하는 경향을 찾을 수 없었으며, 어린 개체의 출현율도 월에 따른 변동이 없었다. 따라서 등판 길이의 빈도 분포와 출현 개체수로부터 오뚜기갯지렁이 착저 (着底, settlement)는 연중 일어나는 것으로 추정된다.

6. 성장 방정식

ELEFAN 프로그램을 사용하여 구분한 각 코호트별 등판 길이의 평균치는 C-1=1.025 mm, C-2=2.318 mm, C-3=3.174 mm, C-4=3.82 mm로 추정되었다 (Table 1). 이상과 같이 구한 코호트별 등판 길이의 평균값을 사용하여 Walford (1946)의 정차도를 그려보면 Fig. 8과 같다. 즉 연속하는 두 코호트 사이의 등판길이 추정치는 선형 관계를 보이며, 이를 이용한 오뚜기갯지렁이의 등판길이의 성장식은 다음과 같다.

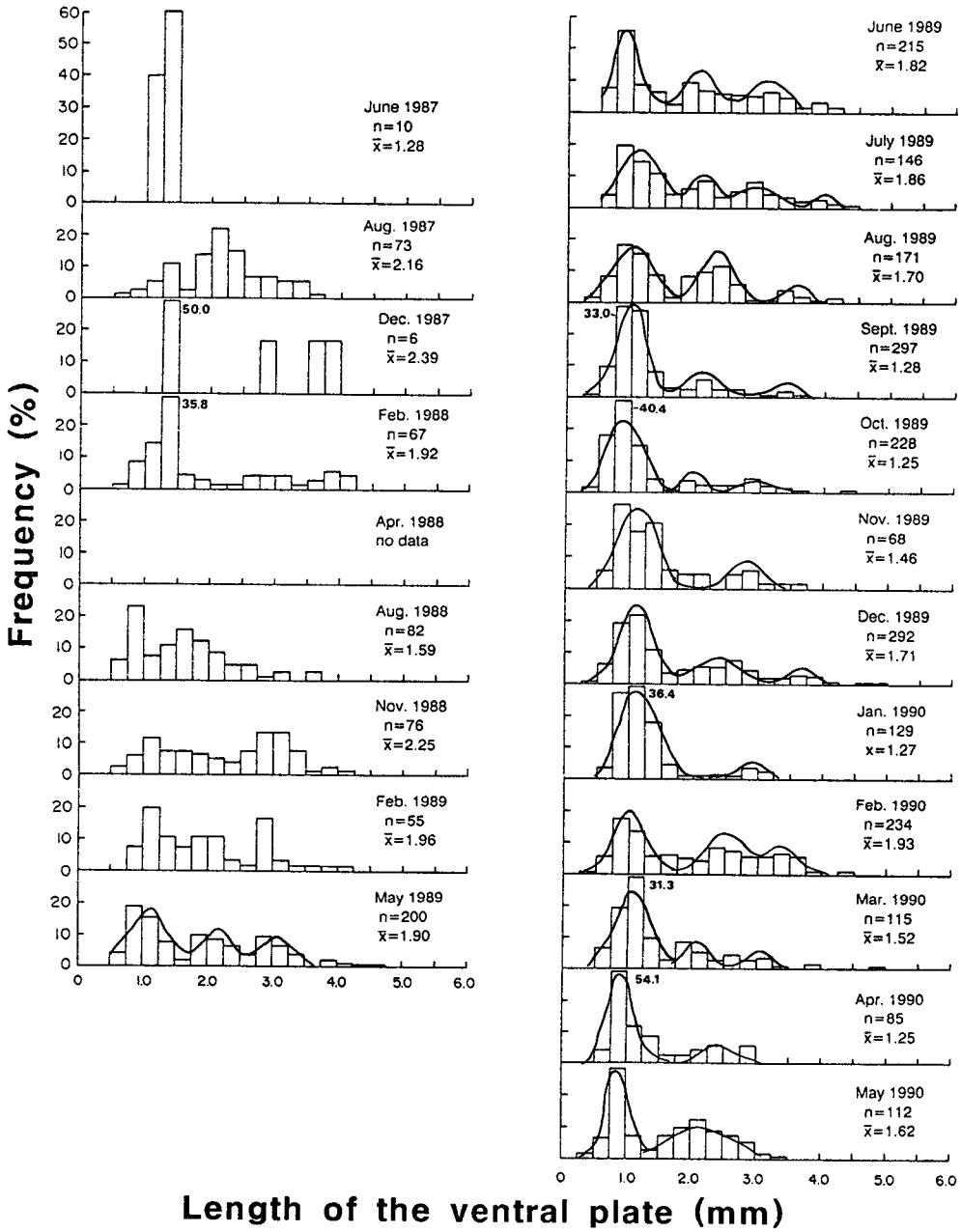

Fig. 7. Size frequency distribution of the length of ventral plate of *Sternaspis scutata* during June 1987~May 1990 in Chinhae Bay.

$L_{t+1}=0.6960L_t+1.5921$ ····· (1)

$L_{t+1}=L_\infty(1-e^{-K})+e^{-k}L_t$ ····· (2)

(1)과 (2)식에서

$K=0.3625$

$L_\infty=5.235$

$t_o=0.4047$로 계산되어 다음과 같은 성장 방정식으로 나타낼 수 있었다.

$L_t=5.235\,(1-e^{-0.3625(t-0.4047)})$

같은 방법으로 체중에 대한 von Bertalanffy 성장 방정식을 구하면 다음과 같다.

Table 1. Mean length of the ventral plate of four cohorts of *Sternaspis scutata*

Sampling Date	Cohort (length, mm)			
	Cohort 1	Cohort 2	Cohort 3	Cohort 4
May 1989	1.08	2.14	3.02	–
June 1989	0.88	1.96	3.11	–
July 1989	1.13	2.10	2.85	3.82
Aug. 1989	1.00	2.30	3.49	–
Sept. 1989	1.00	2.13	3.38	–
Oct. 1989	0.94	1.98	2.89	–
Nov. 1989	1.13	2.80	–	–
Dec. 1989	1.12	2.45	3.68	–
Jan. 1990	1.17	2.95	–	–
Feb. 1990	1.01	2.55	3.42	–
Mar. 1990	1.06	2.08	3.05	–
Apr. 1990	0.91	2.48	–	–
May 1990	0.89	2.21	2.85	–
Mean	1.025	2.318	3.174	3.820

$W_t = W_\infty (1 - e^{-K(t-to)})^{2.7984}$

$W_\infty = 1364.1$ mg

$W_t = 1364.1 (1 - e^{-0.3625(t-0.4047)})^{2.7984}$

따라서 극한 등판 길이는 5.235 mm, 극한 체중은 1364.1 mg, 성장계수 (K)는 0.3625로 추정되었다.

위와 같이 구한 등판 길이의 성장 방정식을 그래프상에 나타내면 Fig. 9와 같다.

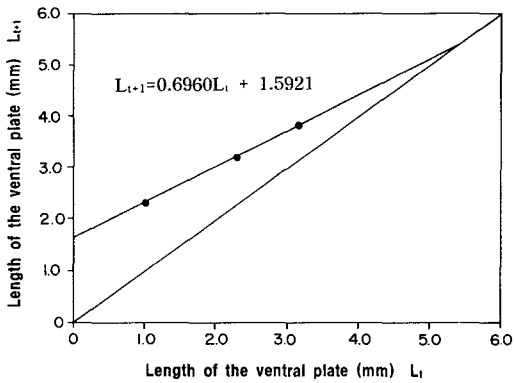

Fig. 8. Ford-Walford graph of the growth of ventral plate of *Sternaspis scutata* from the specimens of Chinhae Bay, Korea.

고 찰

1. 진해만산 오뚜기갯지렁이의 분포생태

진해만에서 오뚜기갯지렁이는 계절에 관계없이 외해의 영향을 받는 진해만의 입구 해역에 주로 분포하였다. Hong and Lee (1983)는 본 조사 해역인 마산만에서 진해만 입구에 이르는 정점의 조사에서, 이 종이 주로 외해역에서 출현하며 밀도는 약 110 개체/m^2에 달하였다고 보고하였으며, 또한 유기오염과 같은 환경오염에는 비교적 민감한 것 같다고 지적하였다. Oh and Kim (1976)도 인천 연안의 저서다모류에 관한 연구에서 강한 조류로 인해 외해의 영향을 많이 받는 곳에서는 *Magelona japonica*와 함께 오뚜기갯지렁이가 높은 밀도로 서식하고 있으며 이 군집은 다양도가 높다고 지적하였다. Yi et al. (1982)은 울산만의 저서동물상 조사에서 오뚜기갯지렁이가 외해역에서 주로 발견되었다고 보고하였으며, Je et al. (1991)의 충남연안의 형망조사에서도 상대적으로 수심이 깊고 연성저질로 된 정점에서는 다모류 중 오뚜기갯지렁이가 우점적으로 출현함을 보고하고 있다. 오뚜기갯지렁이는 조하대의 사니질 퇴적상에서 일반적으로 발견되는 종으로도 잘 알려져 있다 (Lee, 1976; Yi, 1975; Yi et al.

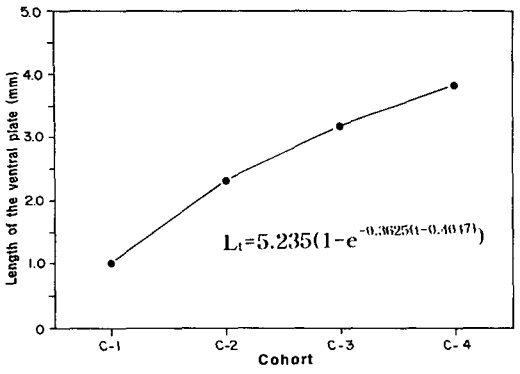

Fig. 9. von Bertalanffy growth curve in the ventral plate of *Sternaspis scutata* from the Chinhae Bay, Korea.

1982). 광양만의 경우, 1983년 2월부터 1994년 2월까지의 조사에서 평균 30~43 개체/m^2로 출현하였는데 서식지의 평균 입도는 6.8~8.0φ를 나타내며, 비교적 수심이 깊은 만입구에서 주로 높은 밀도로 출현한다고 하였다 (Chung, 1992). 여자만의 경우, 이 종은 전체 출현개체수의 12.0~16.0%를 차지하면서 극우점하였다. 그리고 만 전역에 걸쳐 분포하고 있으며 최대 밀도 360 개체/m^2로, 실트질이 48.5~74.0%인 점토성 실트가 풍부한 정점인 만내부와 중앙부에서 분포 밀도가 높았다. 특히 만입구역에서 만중앙부에 걸친 해역에서는 이 종이 극우점하며 17.6%를 차지하고 있다 (Lim et al. 1991).

한편, 외국에서 조사된 본 종의 생태학적 특성을 보면, Kitamori and Funae (1960)는 같은 만내라도 유기 오염물질이 유입되는 하천에서 멀리 떨어진 외해역으로 갈수록 이 종의 서식밀도가 높다고 지적하였다. López-Jamar (1981, 1982)는 내만에서 빈산소수괴가 발생하지 않는 만 중앙부의 니질 퇴적상에는 *Sternaspis scutata-Tharyx marioni* 군집이 형성된다고 밝히고, 이 군집에는 다양도가 높으나 생물량은 상대적으로 낮다고 지적하였다.

따라서 이러한 국내·외의 연구 결과들은 대체로 진해만의 오뚜기갯지렁이 분포 양상과 거의 일치하고 있으며, 그 분포 특성은 동일한 만(灣)이라도 외해수의 영향을 받는 만입구역 및 유기 오염의 영향이 적은 비교적 깨끗한 해역에 주로 서식하고 있음을 알 수 있다. 그러나 본 연구 결과 진해만에서도 봄철인 4월에 마산만 안쪽인 정점 1에서 6 개체/m^2가 출현하기 시작하였고, 또한 여자만에서의 극우점적 밀도 분포의 출현과, 저질의 퇴적상에서도 기존의 조립성 퇴적물에서 점토성 퇴적물로의 서식처 이행 (移行) 등은, 이 종의 생태적 분포 특성을 감시해야 하는 중요한 단서가 된다고 볼 수 있다. 이러한 분포 특성은 이미 광양만의 섬진강 하구역에 위치하는 유기오염이 심한 세립성 퇴적상에서도 관찰되었음을 상기할 때 (unpublished data, J.S.Hong), 앞으로 우리나라 연안 환경의 변화에 따른 본 종의 개체군 동태에 관한 연구가 요구됨을 시사하고 있다.

2. 오뚜기갯지렁이의 성장

이 종의 몸 뒷편 등쪽에 있는 1쌍의 키틴질의 등판에는 성장륜과 유사한 방사상 무늬가 3개 존재하였다. 이들은 개체의 크기에 관계없이 모두 3개씩 나타나고 있는 것으로 보아 어류의 이석이나 조개류의 패각에 나타나는 성장륜은 아닌 것으로 생각된다. 그러나 이 종은 등판 길이와 체중과의 사이에 높은 상관 관계 (r^2 =0.962, P<0.01)가 있는 것으로 나타나, 이 종의 개체군 생태학적 연구시에는 이 등판 길이를 개체성장의 지표로 사용할 수 있을 것으로 보인다. 따라서 등판길이의 코호트별 평균치를 사용하여 von Bertalanffy 성장식에 적용시켜 본 결과, 이 종의 성장식을 $L_t=5.235\,(1-e^{-0.3625(t-0.4047)})$로 나타낼 수 있었으며, 체중 성장식은 $W_t=1364.1\,(1-e^{-0.3625(t-0.4047)})^{2.7984}$로 나타낼 수 있었다. 그러나 본 연구에서는 제 1코호트 (C-1)가 제 2코호트 (C-2)로 연속된다는 가정이 뒷받침되어야만 하는데, 본 연구결과에서는 등판길이의 빈도분포 (Fig. 7) 및 각 코호트별 평균치의 이동이 뚜렷하지 않았다 (Table 1). 따라서 이러한 관점에서 시료의 채집 간격을 짧게 하고 더 많은 시료를 통한 보다 상세한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

한편 오뚜기갯지렁이의 등판 길이의 월별 빈도 분포를 보면 0.5 mm 이하의 개체가 1989년 8, 9, 10, 12월 및 1990년 2월 및 5월에 소량 출현하고 있으며, 전반적으로 보아 1 mm 이하의 개체가 연중 출현함을 알 수 있다. 이것은 오뚜기갯지렁이의 주착저 시기는 여름철이지만, 연중 산란하여 어린 개체가 연중 착저함을 암시하는 것이다. 한편 다른 지역에서 관찰된, 유기물 오염이 심한 지역에서의 우점적 출현 특성으로 보아, 서식처의 범위는 비교적 외해의 조립성 퇴

적상에서부터 기회종 (opportunistic species)의 출현이 용이한 유기물 오염 심화 지역까지 광범위한 것으로 볼 수 있다. 그러나 이 종이 연중 산란하는지에 대해서는 생식소의 발달에 대한 조직학적 연구와 유생발생 및 부유유생 출현시기에 관한 연구가 필요하다. 그리고 서식처의 범위에 대해서는 오염 해역에서의 보다 구체적인 본 종의 개체군 생태학적 연구가 뒷받침 되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

진해만의 저서동물 군집에 대한 생태학적 연구의 일환으로 1987.6~1990.5까지 총 22회에 걸쳐 채집된 저서동물 자료 중 오뚜기갯지렁이 (*Sternaspis scutata*)에 대한 개체군 생태를 조사하였다. 진해만 내에서 이 종은 유기 오염도가 낮고 외해역의 영향을 받는 만 입구역에 주로 분포하고 있었으며, 계절에 따라 분포역이 확대되거나 축소되지 않고 일정한 경향을 나타내었다. 주된 분포역의 퇴적물 내의 유기물 함량은 2.0~4.0% (평균 3.8 ± 1.11)였으며, 평균 입도는 8.75ϕ였다. 이 종의 분포 밀도는 퇴적물의 유기물 함량이 증가할수록 감소하는 양상이었다. 따라서 세립하고 유기물이 많은 내만보다 상대적으로 조립하고 유기물량이 적당하며 외해의 영향을 받는 곳에서 서식밀도가 높음을 알 수 있었다. 본 종의 등판의 길이 (L)와 습중량 (Wt)간에는 $Wt = 13.2752\ L^{2.7984}$ ($R^2 = 0.962$)의 매우 높은 상관 관계가 있어 성장과 함께 등판의 길이도 증가함을 알 수 있으며, 따라서 등판의 길이는 성장을 나타내는 지표로 사용될 가능성이 제시되었다. 이러한 관계를 이용하여 오뚜기갯지렁이의 성장은 von Bertalanffy 성장 방정식에 의해 등판 길이는 $L_t = 5.235(1-e^{-0.3625(t-0.4047)})$로, 체중 성장은 $W_t = 1364.1(1-e^{-0.3625(t-0.4047)})^{2.7984}$로 유도되었다. 등판 길이의 빈도 분포로부터 부유유생 시기를 마친 어린 개체의 착저는 연중 일어나지만, 월별 밀도 변화로부터 여름철이 주착저 시기로 추정되었다.

참 고 문 헌

Bhattacharya, C. G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics, 115~129.

Caron, A., L. Boucher, G. Desrosiers and C. Retiere. 1995. Population dynamics of the polychaete *Nephtys caeca* in an intertidal estuarine environment (Quebec, Canada). J. Mar. Biol. Ass. U.K. 75, 871~884.

Chung, R. H. 1992. A study on the community of benthic polychaete in Kwangyang Bay. M.S. Thesis. Inha Univ. 96 pp (in Korean).

Fauchald, K. 1977. The polychaete worms, definitions and keys to the Orders, Families and Genera. Nat. Hist. Mus. Los Angeles County Sci. Ser. 28, 1~188.

Forcardi, S., L. Falciai, M. C. Gambi, V. Spadini. 1980. Analisi del contenuto gastrico di *Mullus barbatus* (Perciformes: Mullidae). Riv. Idrobiol. 19 (2), 235~248.

Hong, J. S. and J. H. Lee. 1983. Effects of the pollution on the benthic macrofauna in Masan Bay, Korea. J. Oceanogr. Soc. Korea 18 (2), 169~179.

Je, J. G., H. S. Park, H. S. Lim and J. S. Lee. 1991. Distribution pattern of benthic invertebrates dredged in the coastal waters of Chungchongnamdo, Korea (Yellow Sea). Yellow Sea Res. 4, 103~119 (in Korean).

Kirkegaard, J. B. 1970. Age determination of *Nephtys* (Polychaeta: Nephtyidae). Ophelia 7, 277~281.

Kitamori, R. and K. Funae. 1960. The benthic community in polluted coastal water (V) Hiro Bay. Bull. Naikai Reg. Fish. Res. Lab. (13), 11~18.

Lee, J. H. 1976. A study on the benthic fauna along the Busan coast, Korea. Publ. Inst. Mar. Sci. Nat'l. Fish. Univ. Pusan 9, 49~70.

Lim, H. S. 1993. Ecology on the macrozoobenthos in Chinhae Bay of Korea. Ph. D dissertation, Nat'l. Fish. Univ. Pusan. pp. 311 (in Korean).

Lim, H. S. and J. S. Hong. 1994. Ecology of the ma-

crobenthos in Chinhae Bay. 1. Benthic environment. Bull. Korean Fish. Soc. 27 (2), 200~214 (in Korean).

Lim, H. S., J. G. Je, J. W. Choi and J. H. Lee. 1991. Distribution pattern of the macrozoobenthos at Yoja Bay in summer. Ocean Res. Korea 13 (2), 31~45 (in Korean).

López-Jamar, E. 1981. Spatial distribution of the infaunal benthic communities of the Ria de Muros, North-West Spain. Mar. Biol. 63, 29~37.

López-Jamar, E. 1982. Distribución espacial de las communidades bentonicas infaunales de la Ria de Arosa. Bol. Inst. Esp. Oceanogr.7 (2), 255~268.

Oh, I. S. and W. S. Kim. 1976. The polychaetous annelid and enviroment in the intertidal flat, Inchon, Korea. J. Oceanol. Soc. Korea 11, 71~76.

Olive, P. J. W. 1980. Growth line in polychaete jaws (teeth). In: Skeletal growth of aquatic organism. ed. Rhoads, D.C. and R.A.Lutz, 561~592.

Olive, P. J. W. 1977. The life history and population structure of the polychaetes *Nephtys caeca* and *Nephtys hombergii* with special reference to the growth rings in the teeth. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 57, 133~150.

Olive, P. J. W. and P. R. Garwood. 1981. Gametogenic cycle and population structure on *Nereis (Hediste) diversicolor* and *Nereis (Nereis) pelagica* from north-east England. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 61, 193~213.

Pauly, D. and J. F. Cody. 1985. A modification of Bhattacharya's method of mixture of normal distributions. FAO Fish. Rept. 781, 1~16.

Sarda, R., I. Valiela and K. Foreman. 1995. Life cycle, demography and production of *Marenzelleria viridis* in a salt marsh of southern New England. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 75, 725~738.

Tamai, K. 1987. Preliminary study on *Sigambra tentaculata* (Polychaeta: Pilargidae). Benthos Res. 31, 1~9 (in Japanese).

Walford, L. A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull. Mar. Biol. Lab., Woods Hole 90, 141~147.

Yi, S. K. 1975. Studies on the intertidal macrofauna community at Yong-ho Bay, Busan, Korea. Bull. Korean Fish. Soc. 8, 133~149.

Yi, S. K., J. S. Hong and J. H. Lee. 1982. A study on the subtidal benthic community in Ulsan Bay, Korea. Bull. Korea Ocean Res. Dev. Inst. 4, 17~26.

田中雅生. 菊池泰二. 向井宏. 1973. 内海性海域における生物群集の生産動態に 關する研究. 昭和 47年度文部省特定研究業績報告.

1996년 3월 15일 접수
1996년 7월 6일 수리