

## 저서성 단각류 *Pontogeneia rostrata*의 종내 대상분포와 주야-조석주기

유옥환 · 서해립 · 서호영  
전남대 해양학과

### Intraspecific Zonation of the Benthic Amphipod *Pontogeneia rostrata* in Relation to Diel and Tidal Cycles

Ok Hwan YU, Hae-Lip SUH and Ho Young SOH

Department of Oceanography, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

Using a sledge net, the benthic amphipods were taken over one cycle of the neap and spring tides in January 1993 at the sandy shore surf zone of Dolsando, southern Korea. From these samples, we investigated the diel and tidal effects on the intraspecific zonation of *Pontogeneia rostrata*.

The density of *P. rostrata* was higher during neap tide than spring. Of three categories (adult males and females and juveniles), juveniles and males attained to its highest density during neap and spring tides, respectively. Length-frequency data show that the high mortality of juveniles seemed to occur in winter. In the surface at night, it is significant that juveniles were significantly more abundant during neap tide than spring, whereas both adult males and females were more abundant during spring tide than neap. This suggests that the vertical migration patterns of juveniles and adults vary with the type of tides.

During flood of spring tide, more than 90% of population collected at the area above the mean sea level (MSL) were adults. With a decrease of female/male ratio, size of males increased there but that of female did not change, indicating an active migration of large males. This behavior can provide an extension of distribution area for large males, and also give a competitive advantage to large male against small one for mate and feeding. Although adult *P. rostrata* was collected at 100 cm above MSL at night during spring tide, a major portion of population as usually present on the shore below MSL. The center of zonation was restricted from 50 cm to 250 cm below MSL.

Key words: zonation, Amphipoda, *Pontogeneia rostrata*, diel cycle, tidal cycle

#### 서 론

쇄파대는 파도가 부서지기 시작하는 부분부터 바닷가 까지를 가리킨다 (Brown and McLachlan, 1990). 그곳은 밀물과 썰물에 따라 위치가 변하는 해양에서 매우 작은 부분이지만, 여러 해양생물에게 서식처를 제공한다. 쇄파대에 많이 나타나는 해양동물로는 동물플랑크톤과 어류를 들 수 있는데, 많은 어류가 쇄파대에 머물면서 동물플랑크톤을 먹고 자란 후 먼 바다로 나간다. (Brown and McLachlan, 1990). 쇄파대의 동물플랑크톤 가운데 저서-부유생활을 하는 단각류, 쿠마류, 등각류의 생물량이 많다 (Suh and Koo, 1997). 따라서 단각류처럼 생물량이 많은 분류군의 생태를 연구하는 것은 쇄파대 생태계 내의 에너지 흐름을 이해하는 데 매우 중요하다.

조간대에 사는 저서성 단각류는 대상분포를 한다 (McLachlan, 1983). 지금까지 대상분포에 영향을 주는 요인은 여럿 보고되었는데, 크게 물리적 요인과 생물요인으로 나눌 수 있다. 먼저, 물리적 요인으로는 빛 (Forward, 1980; Alldredge and King, 1985)과 조석 (Forward,

1980)과 기질의 입자 크기 (Birnbaum, 1979)가 있고, 생물요인으로 포식자 (Robertson and Howard, 1978; Nelson, 1979; Ambrose, 1984)와 종간경쟁 (Grant, 1981; Jensen and Kristensen, 1990; Ulrich et al., 1995)이 있다. 이러한 요인들은 종간 대상분포를 해석하는 데 많은 도움을 주었다. 그러나, 이 요인들이 종내 대상분포에 어떻게 영향을 주는지는 아직 잘 알려져 있지 않다. 지금까지 종내 대상분포에 영향을 주는 요인으로 포식자 (Wilson, 1989; Scapini et al., 1992)와, 주야와 조석 (Borowsky and Aitken-Ander, 1991)이 보고되었을 뿐이다.

일반적으로 쇄파대에서 사는 많은 갑각류는 주야와 조석에 따라 생물량이 다르게 나타나는데, 이렇게 나타나는 원인을 내인성 리듬의 차로 보고 있다 (DeLancey, 1987). 그리고, 내인성 리듬은 같은 종이라도 성별 및 성장단계에 따라 다르게 나타나며, 이러한 리듬의 종내 차이가 종내 대상분포를 결정한다는 연구가 등각류 (Jones and Naylor, 1970), 십각류 (Warman et al., 1993), 곤쟁이류 (Takahashi and Kawaguchi, 1997)에서 보고되었지만, 쇄파대의 단각류에 대한 연구는 아직 없다.

한 개체군의 대상분포를 명확히 알려면 우선 군집 내의 중간분포를 밝힌 다음, 개체군을 성별과 성장 단계별로 다시 나누어 종내분포 양상을 살펴야 한다. 저서성 단각류 *Pontogenia rostrata*는 자유표서성 냉수종으로 알려졌다 (Kim, 1991), 겨울철 돌산도 모래해안 쇄파대에서 우점하며 독특한 종내 대상분포를 한다고 밝혀졌다 (Suh and Yu, 1997). 이 연구에서는 1) *P. rostrata* 개체군을 성별과 성장단계별로 구분하여 종내 대상분포를 조사하고, 2) 종내 대상분포에 미치는 주야와 조석주기 효과를 밝혔다.

### 재료 및 방법

이 연구는 1993년 1월 4일과 25일에 남해안 돌산도 방죽포에서 실시되었다. 방죽포는 모래 해안선이 약 190 m이며, 경사도가 1:48로 비교적 완만하고, 조간대 폭은 약 150 m이다. 모래의 입자는 66%가 가는 모래 (2~3φ), 26%가 중간 모래 (1~2φ)였다 (Suh and Koo, 1997).

1월 4일의 조차는 159 cm, 25일은 292 cm로, 이때를 각각 소조와 대조로 보았다. 낮은 저조는 소조와 대조때 각각 23시 59분과 16시 46분이었으며, 평균해수면 (MSL) 아래 각각 103 cm와 144 cm였다 (OHA, 1993). 해지는 시각은 소조때 17시 35분이었으며, 대조때 17시 55분이었다 (Fig. 1). 일평균 수온과 염분은 소조때 9.7℃와 32.7% 였으며, 대조때 7.9℃와 33.8% 였다.

생물 채집을 1조석 주기 동안 (소조때에 12시부터 24시까지; 대조때에 11시부터 22시까지) 1시간 간격으로 1 m 수심의 표층 (이하 표층)과 1 m 수심의 저층 (이하 저층) 그리고 바닷가에서 세 번씩 실시했다. 채집장소는 소조때 주간과 간조면에서 해수면의 상승에 따라 상부로 이동되었고, 야간에 해수면의 하강에 따라 하부로 이동되었다. 그러나, 대조때 채집장소는 주간과 만조면에서 해수면의 하강에 따라 하부로 이동되었고, 야간에 해수면의 상승에 따라 상부로 이동되었다. 셀매네트 (망구: 12 × 30 cm, 망목: 300 μm)로 해안선과 나란히 같은 장소에서 20 m를 반복하여 약 1 m/s 속도로 손으로 끌어 채집했다. 표층에서 채집할 때는 네트에 스티로폼을 부착하여 표층 바로 아래에 오도록 했으며, 저층과 바닷가에서는 스티로폼을 떼어낸 후 추를 달아 네트가 바닥에 끌리도록 했다 (Suh et al., 1995). 채집한 생물들을 현장에서 5% 중성 포르말린으로 고정했다. 이 연구에서 사용되어진 셀매네트는 쇄파대 내에서 표층과 저층에서 함께 사용할 수 있는 장치로 부위를 이용하여 일정한 수심을 유지시킬 수 있다. 이 네트는 물 속에서 플랑크톤 네트로 채집

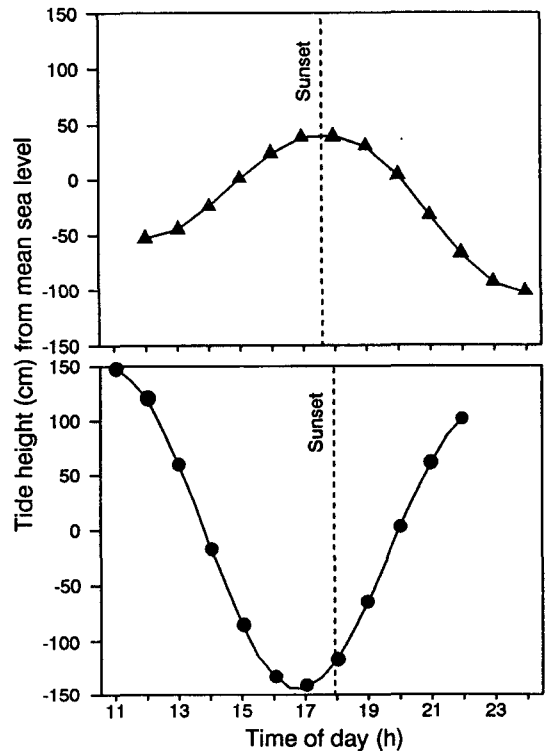


Fig. 1. Tide height of Dolsando over the neap (solid triangles) and spring (solid circles) tide cycles on 4 and 25 January 1993, respectively.

할 수 없었던 저서성 생물들을 채집할 수 있고, 저층 1 cm속부터 바닥에 사는 저서 표서성 생물들을 정량화하여 채집할 수 있다.

실험실에서 광학현미경으로 단각류 *P. rostrata*를 분류했으며, 성체 암·수컷과 미성체로 나누었다. 성 구별은 복란엽이 존재하는 것을 암컷으로 구분했고, 일곱 번째 흉부에 작은 돌기 (성기)와 제 1, 2 촉각의 자루 (peduncle)에 접시 모양의 돌기가 있는 것을 수컷으로 구분했으며, 이러한 형질이 없는 것을 미성체로 구분했다 (Konopacka and Jesionowska, 1995).

*P. rostrata*의 크기를 광학현미경에 부착해 사용하는 영상분석 시스템 (Image-pro plus version 2.0)으로 측정했다. 머리 끝부터 미부 (urosome)까지의 체장 (Y)과 미부 길이 (X)를 측정하여  $Y=5.37 X+0.721$  ( $n=395$ ,  $r=0.865$ )라는 식을 구했다. 이 식으로, 0.01 mm 수준까지 측정된 미부 길이 자료에서 체장을 환산했다.

생물들의 주야 차이와 개체 크기의 변화가 있는지를 알아보기 위해 Mann-Whitney U-test를 사용하였다. 이 분석은 생물들의 분포 형태를 알 수 없을 때 분포패턴에 따라 다르게 나타날 수 있는 검증의 오차를 줄일 수 있다.

결 과

1. 소조와 대조

소조때 *P. rostrata* 개체군 내의 종내밀도는 성체 암·수컷과 미성체가 각각 평균 6, 7, 15마리/그물 (inds/haul)이었으며, 대조때는 성체 암·수컷과 미성체가 각각 평균 3, 5, 2마리/그물이었다 (Table 1). 소조보다 대조때 *P. rostrata* 개체군 내 성체 암·수컷과 미성체의 밀도는 감소했으며, 특히 미성체 생물량은 88%나 줄었다.

2. 주야

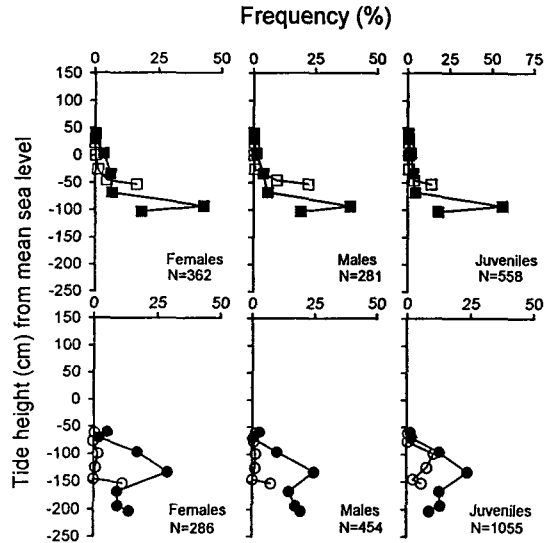
소조와 대조때 표층에서 성체 암·수컷과 미성체는 모두 주간과 야간에 나타나지 않았고, 야간에만 나타났다 (Table 1). 미성체는 소조때 표층에서 야간에 유의하게 많이 나타났다 ( $p < 0.05$ ), 대조때는 나타나지 않았다. 그러나, 성체 암·수컷은 소조보다는 대조때 야간에 유의하게 많이 나타났다 ( $p < 0.01$ ). 저층에서 미성체 밀도는 소조와 대조때 주간보다는 야간에 모두 높았지만, 차이는 유의하지 않았다 ( $p > 0.05$ ). 하지만, 성체 암·수컷의 밀도는 소조와 대조때 주간보다는 야간에 유의하게 높았다 ( $p < 0.05$ ). 바닷가에서 소조때 성체 암·수컷과 미성체의 밀도는 모두 야간에 높았다. 그리고, 대조때 수컷만 주간보다는 야간에 밀도가 높았으며, 암컷은 주간보다 야간에 낮았고 미성체는 야간에 전혀 나타나지 않았다 (Table 1). 그러나, 소조와 대조때 생물량의 차는 유의하지 않았다 ( $p > 0.05$ ).

3. 밀물과 썰물

소조때 수평이동은 성체 암·수컷과 미성체 모두 뚜렷하지 않았다 (Fig. 2). 소조때 주간 바닷가에서 성체 암·수컷과 미성체의 밀도는 밀물과 함께 점점 감소했으며,

**Table 1. Diel differences of average numbers of females, males and juveniles of *Pontogeneia rostrata* at the three sites, surface and bottom of 1 m water depth and at the water's edge, over the neap and spring tide cycles. Mann-Whitney U-test for the differences between day (D) and night (N). Levels of significance; \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ .**

	Neap tide			Spring tide			
	Surface		Bottom	Surface		Bottom	
	D	N	D N	D	N	D N	
Females	0	1	3 12*	5	13	0 1** 1 8*	5 2
Males	0	0	4 19*	5	9	0 5** 1 20*	4 7
Juveniles	0	2*	19 38	6	22	0 0	2 5 4 0



**Fig. 2. Frequency of females, males and juveniles of *Pontogeneia rostrata* in relation to the tide height (cm) from mean sea level over the neap tide. Data obtained at the water's edge (squares) and the bottom (circles) of 1 m water depth were pooled. Open and solid symbols indicate day and night, respectively.**

MSL 위에서 나타나지 않았다. 그러나, 썰물이 일어나는 야간에 밀도는 MSL 아래 50 cm부터 급격히 증가하여 MSL 아래 100 cm에서 가장 높았다. 저층에서 밀물이 일어나는 주간과 야간에 성체 암·수컷의 밀도는 MSL 아래 150 cm부터 급격히 감소했으며, 밀도는 전반적으로 매우 낮았다. 그러나, 미성체는 MSL 아래 150 cm에서 증가하여 MSL 아래 100 cm부터 감소하는 단봉형이었다. 썰물이 일어나는 야간에 MSL 아래 50 cm부터 성체 암·수컷과 미성체의 밀도는 함께 증가하여 MSL 아래 150 cm에서 다시 감소했다.

대조때 바닷가에서 썰물이 일어나는 주간과 성체 암·수컷과 미성체의 밀도는 모두 MSL 아래에서부터 높아져서 MSL 아래 100 cm부터 다시 감소했다 (Fig. 3). 밀물이 일어나는 야간에 성체 암·수컷의 밀도는 MSL 위 100 cm까지 계속 증가하였지만, 미성체는 MSL 위에 나타나지 않았다. 저층에서는 썰물이 일어나는 주간과 성체 암·수컷과 미성체는 모두 MSL 아래 50 cm 와 250 cm 사이에 단봉형으로 분포했다. 밀물이 일어나는 야간에 암컷과 미성체의 밀도는 주간보다는 높았고, 분포 양상은 주간과 비슷한 단봉형이었다. 그러나, 수컷의 밀도는 MSL 부근에서 MSL 아래 200 cm 부근까지 비교적 밀도가 높았지만, MSL 아래 200 cm부터 급격히 감소했다.

4. 종내 이동 양상

대조 밀물때 야간에 성체 암·수컷은 MSL 위로 이동했지만, 미성체는 이동하지 않고 MSL 아래에 머물렀다 (Fig. 3). 대조 밀물때 암컷은 표층에서 19시부터 나타나기 시작했으나, 시간이 지나면서 마릿수가 점점 감소했다 (Fig. 4). 저층에서 암컷은 19시에 급격히 증가했으나, 마릿수는 22시까지 계속 감소했으며, 채집범위는 4 mm에서 8.5 mm까지 넓게 나타났다. 바닷가에서 암컷은 19시부터 나타나기 시작했으며 점차 마릿수가 증가했다. 대조 밀물때 야간에 MSL 위쪽으로 이동하는 암컷은 크기가 변하지 않았다. 그러나, 수컷은 야간에 밀물을 타고 바닷가 쪽으로 이동하는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 몸이 큰 수컷에서 더 뚜렷했다 (Fig. 5). 수컷은 저층에서 해가 지는 18시에 쌍봉형의 개체군 구조를 나타냈다. 19시에 다시 단봉형으로 바뀌면서 20시에 평균 체장은 6.0 mm에서 6.7 mm로 증가했다 ( $p < 0.01$ ). 표층에서는 19시부터 나타났으며, 20시에서 21시 사이에 개체 크기가 증가했다 ( $p < 0.01$ ). 표층에서 체장의 증가는 저층과 1시간 간격이 나타났다. 시간이 지나면서 표층에서 수컷의 마릿수는 계속해서 증가했다. 바닷가에서는 18시에 수컷체장이 평균 6.5 mm이었으나, 19시에는 나타나지 않았다가 20시부터 바닷가에 다시 나타나기 시작했다. 그리고, 22시까지 마릿수가 계속해서 증가하여 22시에 가장 많이 나타났다.

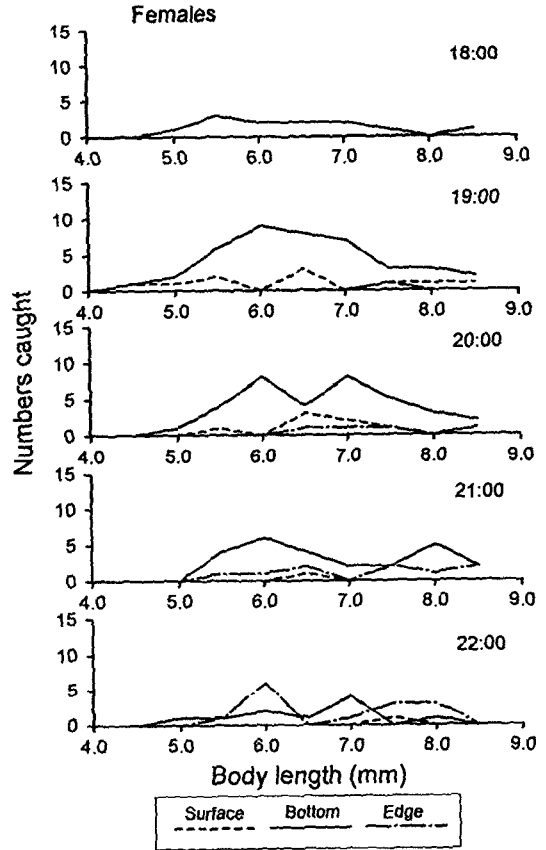


Fig. 4. Length-frequency of female *Pontogeneia rostrata* during flood over the spring tide.

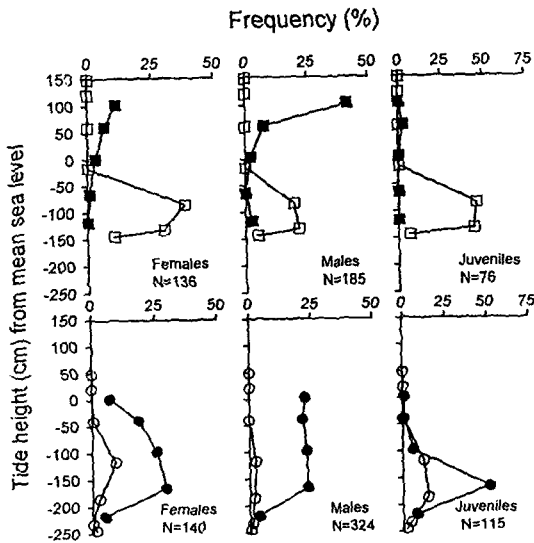


Fig. 3. As Fig. 2, but over the spring tide.

고찰

소조때 채집된 *P. rostrata* 개체군 내 성체 암·수컷과 미성체 밀도는 대조때와 차이가 있었다 (Table 1). 성체 암·수컷과 미성체의 밀도는 모두 소조보다 대조때 낮았고, 특히 미성체의 밀도는 그 정도가 심하여 대조때 밀도가 소조때의 12%에 불과할 정도로 급격히 감소했다. 이처럼 대조때 *P. rostrata* 밀도가 감소한 이유를 설명하려면 몇 가지 가능성을 검토해야 한다. 첫째, 소조와 대조의 조사간격 22일 안에 개체군이 이동하여 분포대가 변했을 가능성이다. 이 연구에서 채집범위는 소조때 243 cm (MSL 위 40 cm에서 MSL 아래 203 cm)였으며, 대조때 382 cm (MSL 위 150 cm에서 MSL 아래 232 cm)로, *P. rostrata*의 분포중심인 MSL 아래 50 cm에서 200 cm까지를 채집할 수 있었다 (Fig. 3과 4). 그리고, 대조때 채집수심 (MSL 아래 250 cm)보다 깊은 곳에서 밀도가

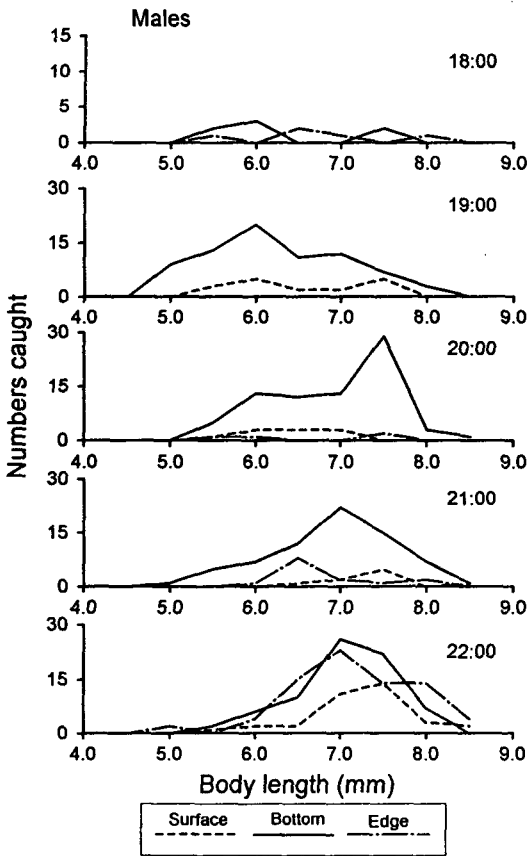


Fig. 5. As Fig. 4, but of male *Pontogeneia rostrata*.

급격히 감소했으므로 대조때 채집수심보다 깊은 곳에 분포중심이 있다고 하기 어렵다. 이 모든 결과는 *P. rostrata*가 채집범위 밖으로 이동했을 가능성이 매우 낮은 것으로 여겨진다.

둘째는 조사시간에 미성체가 성체로 자랄 가능성이다. 이 가능성을 검토할 때 가장 좋은 자료는 사육실험과 연속채집 등에 의한 성장률 자료이겠지만, *P. rostrata*에 대한 연구결과는 아직 없다. 그러나, Fig. 6의 체장빈도 그림에서 소조와 대조때 미성체의 분포모드가 단봉형으로 뚜렷하게 나타났기 때문에 조사간격 22일 안에 미성체가 성체로 성장했을 가능성은 매우 낮다. Fig. 6을 보면 미성체의 성장률은 0.021 mm/d인 데 반하여, 암컷과 수컷의 성장률은 각각 0.022와 0.035 mm/d로 나타났다. 미성체의 성장률이 성체보다 낮게 나타났는데, 이것은 일반적으로 갑각류의 미성체가 성체보다 성장률이 높다는 사실과도 크게 어긋나는 것이다. Covi and Kneib (1995)는 단각류 *Uthlorchestia spartinophila*의 겨울철 성장률이 체장 2.0~3.9 mm 개체에서는 0.002 mm/d 그리고 4.0~8.9 mm 개체에서는 0.001 mm/d이었고, 겨울철 생존율이

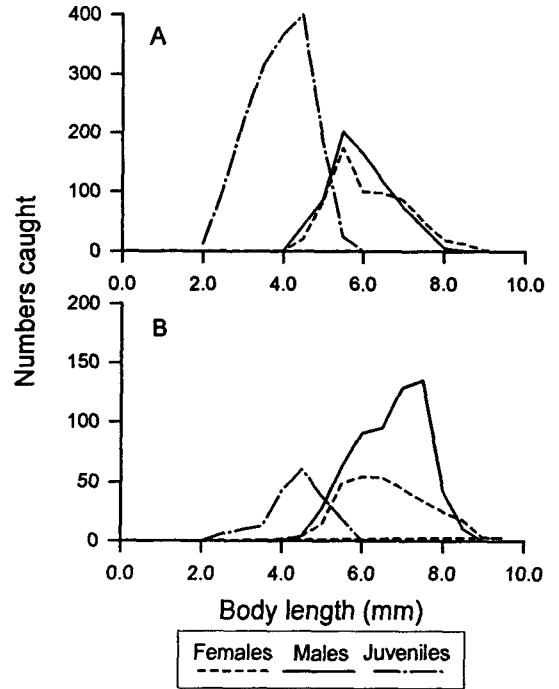


Fig. 6. Length-frequency of *Pontogeneia rostrata* collected over the neap (A) and spring (B) tides, respectively.

다른 계절보다 높다고 했다. 따라서, 이 연구에서 *P. rostrata* 수컷이 미성체보다 1.7배 정도 성장률이 높게 나타났지만, 이 결과는 수컷개체가 실제로 빨리 성장하여 나타났다고 하기보다는 채집의 오차에 의한 것으로 볼 수 있다.

셋째는 채집간격 20일 안에 사망률이 높게 나타나 대조때 밀도가 감소할 가능성이다. Conlan (1994)은 단각류 개체군의 크기를 제한하는 주요 요인으로 어류의 포식을 들고, 마릿수의 급작스러운 변화는 개체군이 어류에 포식되면서 나타난다고 했다. 이 연구에서 미성체의 생물량은 소조보다 대조때 88%로 크게 감소했고, 대조때 체장 2~6 mm의 미성체 가운데 3.5 mm보다 작은 미성체에서 특히 사망률이 높을 것으로 여겨진다 (Fig. 6). 이 연구에서 어류를 함께 채집하지 않아서 정확히 알 수 없지만, 이 조사 해역에서도 어류 포식의 영향이 나타날 가능성은 충분하다. 그리고, 만약 그렇다면, *P. rostrata* 개체군의 크기에 영향을 주는 제한요인으로 포식의 영향을 우선 고려해야 할 것이다. 앞으로, 밝혀져야 할 과제로 남는다.

이 연구에서 성체 암·수컷과 미성체는 모두 야간에 표층으로 이동했으며, 특히 소조와 대조때 각각 미성체와 성체 암·수컷이 유의하게 많았다 (Table 1). 그리고,

대조 야간에 밀물이 일어날 때, 성체 암·수컷이 MSL 위로 이동했다 (Fig. 3). 이처럼 소조와 대조때 *P. rostrata*의 분포에서 종내 차이가 나타났는데, 그러면 종내 대상분포에 영향을 주는 요인들은 무엇일까? 먼저, 빛과 조석의 영향을 살펴볼 수 있다. 단각류 *Marinogammarus marinus*는 주간 밀물때에는 유영능력은 없고 야간 밀물때 유영능력이 나타나며 증가한다 (Fincham, 1972). Forward (1980)는 단각류 *Synchelidium*의 분포가 빛과 조석에 따라 변하며, 이 종은 밀물때 음의 수광성을 보이며 이동한다고 했다. 이러한 행동은 같은 낭하상목에 속하며 서식환경이 비슷한 등각류에서도 알려져 있다. 등각류는 흔히 밀물때 밤에 모래 안에서 나와 이동을 하며, 이때 먹기도 먹는다. 이러한 섭식행동은 주간보다는 야간에 많이 나타나는 것이 특징이다 (Jones and Naylor, 1970). 또한, 등각류 *Eurydice pulchra*는 밀물때 모래 안에서 나와 이동하다가, 썰물때 모래 안으로 들어가며 (Jones and Naylor, 1970), 종내 이동능력은 몸 크기에 비례하여 성체와 미성체간 이동거리에 차이가 나타난다 (Fallaci et al., 1996). 이 연구에서 *P. rostrata* 개체군의 표층 수직 이동은 내인성 리듬의 종내 차이로 조석에 따라 다르게 나타난 것으로 여겨진다. 그리고, 성체는 미성체보다 이동능력이 커서 야간에 밀물을 타고 바닷가 쪽으로 이동하면서 넓은 공간을 이용하는 것 같고, 이 점은 종내 공간경쟁에서 유리하게 작용할 것으로 보인다.

다음으로 종내 대상분포에 영향을 주는 요인은 포식자를 들 수 있다. Fincham (1972)은 단각류 *M. marinus*가 포식자를 피해 야간에 유영하며, Robertson and Howard (1978)는 낮 동안 유영하는 종들은 포식의 영향을 크게 받는다고 했다. Ambrose (1984)는 내서성 단각류 *Rhepoxynius abronius*가 포식자를 피해 수층으로 이동을 한다고 했다. 이 연구에서 성체와 미성체 모두가 야간에 표층으로 이동하는 것으로 보아, 낮 동안 주로 활동하는 시각 포식자 (visual predator)를 피해 야간에 이동하는 것 같다. 이러한 행동은 Essink et al. (1989)가 주장한 것처럼 표층에 올라온 *P. rostrata* 개체군을 분산시키는 데 기여할 것이고, 결과적으로 공간을 둘러싼 종내경쟁을 줄이는 데도 도움을 줄 것이다. 그리고, 저층에서 저서어류의 먹이로 이용되던 저서성 단각류 *P. rostrata*가 표층에 떠오르면 표영어류의 먹이로 이용되므로 *P. rostrata*의 수직이동이 저서계에서 표영계로 에너지를 전달하는 역할도 담당할 것으로 여겨진다.

이 연구에서 *P. rostrata*는 암컷보다 수컷이 활발하게 이동했고, MSL 위로 갈수록 수컷의 체장도 증가했지만, 암컷은 크기에 변동이 없었다 (Fig. 4와 5). 이 결과에서

*P. rostrata* 수컷의 뛰어난 이동능력을 알 수 있다. 단각류 *C. volutator*는 공간을 둘러싼 종내경쟁에서 몸의 크기가 매우 중요하여 큰 개체가 작은 것보다 넓은 공간을 차지했고 (Wilson, 1989), 유영능력과 퇴적물 위를 기어다니는 이동능력도 몸이 작은 암컷보다는 몸이 큰 수컷이 뛰어났다 (Flach, 1992). Forbes et al. (1996)은 조간대에 사는 단각류 *C. volutator* 수컷이 암컷보다 활발하게 이동하며 이것은 짝짓기에서 수컷의 적극성과 관계가 있다고 했다. 이동능력이 있어 이 연구에서 확인된 *P. rostrata* 대형 수컷의 상대적 우위는 짝짓기와 먹이경쟁에서 유리하게 작용할 것이다. 그러나, *P. rostrata* 미성체는 주로 MSL 아래 50~200 cm 부근에 머물면서 대조 야간 밀물때도 MSL 위로 이동하지 않았다. 생물체가 물 흐름에 따라 수동적으로 움직였다면 크기가 작은 것이 더 멀리 이동하겠지만, *P. rostrata*의 경우는 오히려 크기가 작은 미성체가 성체보다 이동하지 않는 것으로 나타났다 (Fig. 3). 이 결과는 *P. rostrata*의 이동이 물 흐름에 따라 수동적으로 움직이는 것이 아니라 생물 고유의 이동습성에 따라 능동적으로 이동한 것을 보여준다.

## 요 약

돌산도 모래해안 쇄파대에서 1993년 1월 소조와 대조때 1조석주기 동안 채집한 저서성 단각류 시료를 가지고, 주야와 조석주기에 따른 *Pontogeneia rostrata*의 종내 대상분포를 조사했다.

*P. rostrata*의 밀도는 대조보다는 소조때 높았다. 개체군을 성체 암·수컷과 미성체로 나누어 보면, 미성체와 수컷의 밀도가 각각 소조와 대조때 가장 높았다. 체장빈도 자료에 따르면, 겨울철에 미성체의 사망이 큰 것 같다. 야간 표층에서 소조때는 미성체 그리고 대조때는 성체 암·수컷이 유의하게 많았다. 이것은 미성체와 성체의 수직이동 양상이 조석에 따라 다르게 나타난 것으로 여겨진다.

대조 밀물때 평균해수면 (MSL) 위에 나타난 *P. rostrata*의 90% 이상이 성체였다. MSL 위에서 암컷/수컷의 비율이 감소했고, 암컷의 체장은 변동이 없었지만 수컷의 체장은 증가했다. 이것은 몸이 큰 수컷의 활발한 이동습성을 가리킨다. 이런 행동은 큰 수컷의 분포역 확장으로 이어지고, 교미와 섭식경쟁에 있어 큰 수컷에게 유리할 것으로 여겨진다. 성체가 대조 야간에 MSL 위 100 cm에서 채집되기도 하지만, 나머지 기간에 *P. rostrata* 개체군은 대부분 MSL 아래에 머물렀다. 분포중심은 MSL 아래 50 cm에서 200 cm 사이였다.

## 감사의 글

겨울철 현장에서 채집을 도와준 구영경씨에게 감사합니다. 아울러, 이 글의 부족한 곳을 지적해 주신 심사위원 두 분께 감사드립니다. 이 연구는 1997년도 교육부 학술연구조성비(해양과학) 지원에 의한 결과입니다 (KIOS-97-M-13).

## 참 고 문 헌

- Allredge, A.L. and J.M. King. 1985. The distance demersal zooplankton migrate above the benthos: implications for predation. *Mar. Biol.*, 84, 253~260.
- Ambrose, W.G. 1984. Increased emigration of the amphipod *Rhepoxynius abronius* (Barnard) and the polychaete *Nephtys caeca* (Fabricius) in the presence of invertebrate predators. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 80, 67~75.
- Biernbaum, C.K. 1979. Influence of sedimentary factors on the distribution of benthic amphipods of Fishers Island sound, Connecticut. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 38, 201~223.
- Borowsky, B. and P. Aitken-Ander. 1991. Sexually dimorphic free-swimming behaviour in the amphipod crustacean *Ampelisca abdita*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 71, 655~663.
- Brown, A.C. and A. McLachlan. 1990. Ecology of Sandy Shores. Elsevier Press, Amsterdam, 186 pp.
- Conlan, K.E. 1994. Amphipod crustaceans and environmental disturbance: a review. *J. Nat. Hist.*, 28, 519~554.
- Covi, M.P. and R.T. Kneib. 1995. Intertidal distribution, population dynamics and production of the amphipod *Uholorchestia spartinophila* in a Georgia, USA, salt marsh. *Mar. Biol.*, 121, 447~455.
- DeLancey, L.B. 1987. The summer zooplankton of the surf zone at Folly beach, South Carolina. *J. Coast. Res.*, 3, 211~217.
- Essink, K., H.L. Kleef and W. Visser. 1989. On the pelagic occurrence and dispersal of the benthic amphipod *Corophium volutator*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 69, 11~15.
- Fallaci, M., I. Colombini, S. Taiti and L. Chelazzi. 1996. Environmental factors influencing the surface activity and zonation of *Tylos europaeus* (Crustacea: Oniscidea) on a Tyrrhenian sandy beach. *Mar. Biol.*, 125, 751~763.
- Fincham, A.A. 1972. Rhythmic swimming and rheotropism in the amphipod *Marinogammarus marinus*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 8, 19~26.
- Flach, E.C. 1992. The influence of four macrozoobenthic species on the abundance of the amphipod *Corophium volutator* on tidal flats of the Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.*, 29, 379~394.
- Forbes, M.R., J.S. Boates, N.L. McNeil and A.E. Brison. 1996. Mate searching by males of the intertidal amphipod *Corophium volutator*. *Can. J. Zool.*, 74, 1479~1484.
- Forward, R.B. 1980. Phototaxis of a sand-beach amphipod: physiology and tidal rhythms. *J. Comp. Physiol.*, 135, 243~250.
- Grant, J. 1981. Dynamics of competition among estuarine sand-burrowing amphipods. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 49, 255~265.
- Jensen, K.T. and L.D. Kristensen. 1990. A field experiment on competition between *Corophium volutator* (Pallas) and *Corophium arenarium* Crawford (Crustacea: Amphipoda): effects on survival, reproduction and recruitment. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 137, 1~24.
- Jones, D.A. and E. Naylor. 1970. The swimming rhythm of the sand beach isopod *Eurydice pulchra*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 4, 188~199.
- Kim, C.B. 1991. A systematic study of marine gammaridean Amphipoda (Crustacea) from Korea. Ph.D. thesis, Seoul Nat'l Univ. 442 pp.
- Konopacka, A. and K. Jesionowska. 1995. Life history of *Echinogammarus ischnus* (Stebbing, 1898) (Amphipoda) from artificially heated Lichenskie Lake (Poland). *Crustaceana*, 68, 341~349.
- McLachlan, A. 1983. Sandy beach ecology - a review. In: Sandy Beaches as Ecosystem, A. McLachlan and T. Erasmus, eds. Junk Publ., Hague, 321~380.
- Nelson, W. 1979. Experimental studies of selective predation on amphipods: consequences for amphipod distribution and abundance. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 38, 225~245.
- OHA (Office of Hydrographic Affairs, Korea). 1993. Tide Tables, Vol. 1, OHA, Inchon, 250 pp.
- Robertson, A.I. and R.K. Howard. 1978. Diel trophic interactions between vertically-migrating zooplankton and their fish predators in an eelgrass community. *Mar. Biol.*, 48, 207~213.
- Scapini, F., L. Chelazzi, I. Colombini and M. Fallaci. 1992. Surface activity, zonation and migrations of *Talitrus saltator* on a Mediterranean beach. *Mar. Biol.*, 112, 573~581.
- Suh, H.-L., S.-G. Jo and K.Y. Kim. 1995. Diel horizontal migration of the two mysids *Archaeomysis kokuboi* and *Acanthomysis* sp. in the sandy shore surf zone of Yongil Bay, eastern Korea. *J. Oceanogr. Soc. Korea*, 30, 523~528.
- Suh, H.-L. and Y.K. Koo. 1997. Subtidal zonation of the cumacean *Bodotria biplicata* in the surf zone of Dol-sando, southern Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, 30, 39~45. (in Korean).
- Suh, H.-L. and O.K. Yu. 1997. Winter zonation of the benthic amphipods in the sandy shore surf zone of

- Dolsando, southern Korea J. Korean Fish. Soc., 30, 340~348. (in Korean).
- Takahashi, K. and K. Kawaguchi. 1997. Diel and tidal migrations of the sand-burrowing mysids, *Archaeomysis kokuboi*, *A. japonica* and *Iiella ohshimai*, in Otsuchi Bay, northeastern Japan. Mar. Ecol. Prog. Ser., 148, 95~107.
- Ulrich, L., K. Anger and U. Schottler. 1995. Tube-building in two epifaunal amphipod species, *Corophium insidiosum* and *Jassa falcata*. Helgolander Meeresunters., 48, 299~320.
- Warman, C.G., D.G. Reid and E. Naylor. 1993. Variation in the tidal migratory behaviour and rhythmic light-responsiveness in the shore crab, *Carcinus maenas*. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 73, 355~364.
- Wilson, W.H. 1989. Predation and the mediation of intraspecific competition in an infaunal community in the Bay of Fundy. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 132, 221~245.

---

1998년 1월 26일 접수

1998년 7월 4일 수리