

돌산도 모래해안 쇄파대에 사는 저서성 단각류의 겨울철 대상분포

서해립 · 유옥환
전남대 해양학과

Winter Zonation of the Benthic Amphipods in the Sandy Shore Surf Zone of Dolsando, Southern Korea

Hae-Lip SUH and Ok-Hwan YU

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

Sledge net samples were taken over the neap and spring tide cycles in January 1993 from the bottom and surface of 1 m depth and at the water's edge in the sandy shore surf zone of Dolsando, southern Korea. Zonation pattern of three dominant gammarid amphipods was compared. The amphipods were more abundant on the bottom and at water's edge than in the surface. Average densities at both sites of *Pontogeneia rostrata* and *Allorchestes angusta* were higher during the neap tide than the spring tide, whereas that of *Synchelidium lenorostratum* was lower during the neap tide. *P. rostrata* migrated horizontally during the flooding and ebbing tides, but *S. lenorostratum* and *A. angusta* did not. Unlike other species, *P. rostrata* was significantly more abundant at night, suggesting its active nocturnal movement. During flooding tide, *P. rostrata* was not found on the shore above the mean sea level (MSL) during daytime, but found in 100 cm above MSL at night. Zonal distribution of *P. rostrata* which was restricted from MSL to 250 cm below MSL, however, did not vary with the day-night cycle during ebbing tide. *S. lenorostratum* and *A. angusta* were not found during flooding tide but ebbing tide. The upper distribution limit of the former was 150 cm below MSL, and the distribution of the latter ranged from MSL to 150 cm below MSL. The highest densities of *P. rostrata*, *S. lenorostratum* and *A. angusta* were 32, 26 and 3 ind. m⁻², respectively. We discussed the relationships between the distribution pattern of three dominant species of gammarid amphipods and their life styles in the sandy shore.

Key words : sandy shore, surf zone, benthic amphipods, zonation, *Pontogeneia rostrata*, *Synchelidium lenorostratum*, *Allorchestes angusta*

서 론

쇄파대는 바닷가에서 파도가 부서지는 곳까지를 가리킨다. 이곳은 육상 기원 유기물과 영양염류가 풍부한 해역으로 생물생산이 활발하여 패류, 갑각류와 어류가 많이 살고 있다. 쇄파대에서 저서-부유생활하는 갑각류 가운데 단각류는 등각류, 쿠마류와 함께 생물량이 많은 분류군에 속한다 (Brown and McLachlan, 1990). 그러므로, 단각류는 쇄파대 생태계에서 일차생산자와 어류를 이어주는 이차생산자로서 먹이망에서 중요한 위치를 차지한다 (Nagata, 1966; Hager and Croker, 1980; Jo, 1990). 쇄파대에 나타나는 단각류는 대부분 옆새우아목 (Gammaridea)에 속하며, 우리나라에서 29과 91종이 알려져 있다 (Kim, 1991).

Biernbaum (1979)은 단각류를 생활양식에 따라 크게 표서성, 내서성과 반육서성으로 나누고, 표서성은 다시 공생성, 판서성, 조소성 (nestler)과 자유표서성으로 나누고, 내서성은 잠입성과 판서성으로 나누었다. 모래해안에

사는 단각류는 비록 생활양식이 다르더라도 특정한 조위를 찾아 대상분포를 한다 (McLachlan, 1983; Wildish, 1988; Haynes and Quinn, 1995). 단각류의 분포양상은 조석, 주야, 먹이와 기질의 입자 크기 등 여러 요인에 따라 변한다 (Wildish and Peer, 1981; Conlan, 1994). Nagata (1966)는 단각류가 밤 동안 조석에 따라 수직이동을 하며, 이동은 대조때 특히 활발하다고 했다. 그러나 Williams (1983)는 썰물때 물 밖으로 드러난 조간대 (이하 조간대) 상부에 사는 *Talitridae*과 *Talitrus saltator*, *Talorchestia deshayesi*, *Orchestia gammarella*의 분포에 미치는 조석의 영향은 뚜렷하지 않다고 했다. Jones and Hobbins (1985)는 모래해안 조간대에 사는 등각류 분포가 조석과 주야의 영향을 받는다고 했다. Alldredge and King (1985)과 Zouhiri and Dauvin (1995)은 저서성 단각류, 십각류와 곤쟁이류가 해질 무렵 기질에서 나와 저서경계층 (benthic boundary layer)으로 이동하기 때문에 야간에 많이 나타나고, 이때 섭식, 생식과 분산을 할 것이라고 했다. 이탈리아의 모래해안에 사는 *T. saltator*와 *O. gam-*

*marellus*는 낮에 모래 속에 있다가 해가 지면서 기질에서 나와 바다쪽으로 수평이동했다. 그리고, 같은 종이라도 서식지에 따라 이동양상은 달랐다. 종간경쟁도 대상분포에 영향을 주는 것 같다고 했다 (Mezzetti et al., 1994). 종간경쟁은 조차가 크고 먹이가 적을 때 더 심하게 나타났다 (Grant, 1981). Ulrich et al. (1995)은 표서관서성 단각류인 *Corophium insidiosum*과 *Jassa falcata*가 함께 살지만, 전자가 기회주의적 특성이 더 강해서 후자보다 분포범위가 넓다고 했다.

모래해안 단각류의 대상분포는 주로 조간대에서 그랩, 방형구와 트랩방법으로 조사되었다. 이러한 방법으로 조간대에서 대상분포가 밝혀진 분류군은 Talitridae과 (Bowers, 1964; Craig, 1973; Koch 1989; Marsden, 1991; Williams, 1995), Exoediceroidae과 (Haynes and Quinn, 1995)와 Coropiidae과 (Wilson, 1989)의 종들이다. Jo (1990)는 부산 다대포 모래해안 조간대에서 단각류의 분포양상을 조사하여, 고조선 부근에는 *Trinorchestia longiramus* (Talitridae과)가 가장 많고, 저조선으로 갈수록 *Haustorioides koreanus* (Dogielinotidae과), *Eohaustorius setulosus* (Pontoporeiidae과), *Mandibulophoxus mai* (Phoxocephalidae과), *Urothoe* sp. (Urothoidea과), *Monoculodes koreanus* (Oedicerotidae과) 순으로 나타난다고 했다. 한편, 조하대 단각류를 플랑크톤 네트로 채집하여 분포양상을 보고한 논문은 매우 드물다. 주로 주야와 밀물과 썰물 (Nagata, 1966; Hager and Croker, 1980) 그리고 낮 동안 밀물과 썰물 (Essink et al., 1989)에 따른 수직이동을 조사한 예가 있을 뿐이다. 지금까지 쓰인 조사방법으로는 조간대에서 잠입성과 관서성 단각류만 채집할 수 있고, 조하대에서는 표층으로 이동하는 표서성 단각류만 채집할 수 있다. 그러나, 이 연구에서 썰매네트로 바닷가와 수심 1m 되는 곳의 저층(이하 저층)과 표층(이하 표층)을 소조와 대조때 1조석주기 동안 채집하여, 잠입성과 표서성 단각류의 분포를 정량 조사할 수 있었다.

이 연구에서는 1) 모래해안 쇄파대에 사는 단각류 군집의 조성을 알아보고, 2) 조석과 주야에 따른 우점종의 분포양상을 파악하고자 했다. 이 연구결과는 모래해안 쇄파대 생태계의 군집구조를 이해하는 데 도움을 줄 것이다.

재료 및 방법

이 연구를 1993년 1월 4일과 25일에 남해안 돌산도 방죽포에서 실시했다 (Fig. 1). 방죽포는 모래 해안선이 약 190m로 양쪽에 암반 지역이 있으며, 경사도가 1:48로

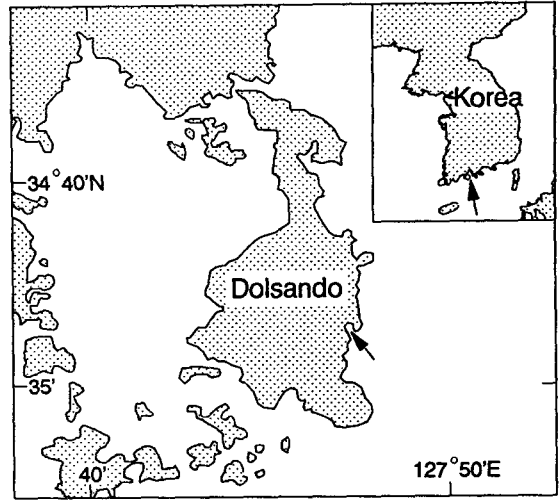


Fig. 1. Location of sampling site in the surf zone of Dolsando, southern Korea.

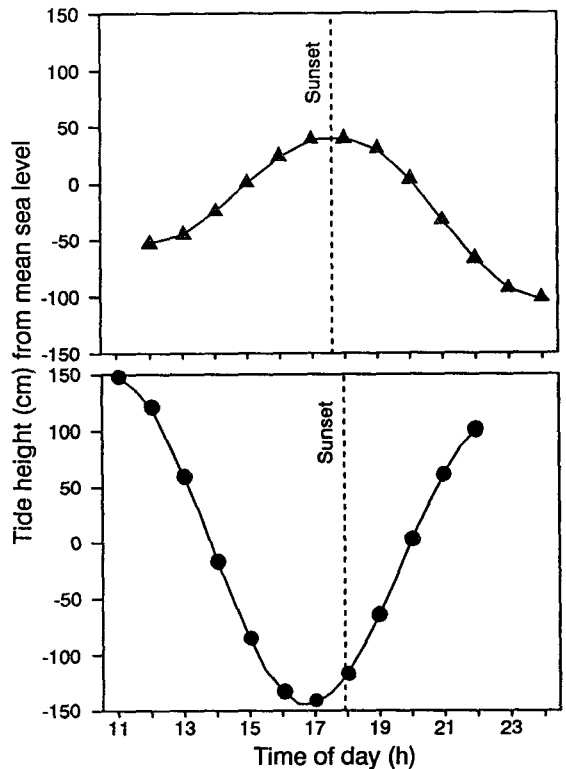


Fig. 2. Tide height of Dolsando over the neap (▲) and spring (●) tide cycles on 4th and 25th January 1993, respectively (from Suh and Koo, 1996).

비교적 완만하고, 조간대 폭은 약 150m이다. 모래의 입자는 가는 모래 (2-3φ)가 66%, 중간 모래 (1-2φ)가 26%

Table 1. Total catch of the benthic amphipods collected from Dolsando, Korea, in January 1993. Values in parentheses indicate percentage

Species	Number
Gammaridea	
<i>Pontogeneia rostrata</i>	1,414 (73.8)
<i>Synchelidium lenorostratum</i>	331 (17.2)
<i>Allorchestes angusta</i>	86 (4.4)
<i>Jassa falcata</i>	37 (1.9)
<i>Urothe convexa</i>	13 (0.6)
<i>Amphithoe brevipalma</i>	8 (0.4)
<i>Gitanopsis breviculus</i>	6 (0.3)
<i>Melita koreana</i>	5 (0.2)
<i>Haustorioides koreanus</i>	4 (0.2)
<i>Grandidierella japonica</i>	2 (0.1)
<i>Orchomene</i> sp.	2 (0.1)
<i>Podocerus hoonsooi</i>	1 (0.0)
Caprellidea	4 (0.2)
Hyperiididea	2 (0.1)
Total	1,915 (100.0)

였다 (Suh and Koo, 1996).

1993년 1월 4일의 조차는 159 cm, 25일은 292 cm였으며, 이때를 각각 소조와 대조로 보았다. 낮은 저조(LLW)는 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. 2). 조사기간에 소조때는 낮에 밀물이 일어났고, 밤에 썰물이 일어났다. 그러나, 반대로 대조때는 낮에 썰물이 일어났고, 밤에 밀물이 일어났다. 일평균 수온과 염분은 소조때 9.7°C와 32.7‰였으며, 대조때 7.9°C와 33.8‰였다.

생물 채집은 소조때에 12시부터 24시까지, 대조때에 11시부터 22시까지 1시간 간격으로 표층, 저층과 바닷가에서 세 번씩 실시했다. 시료수는 소조때 117개, 대조때 108개로 모두 225개였다. 썰때넷(망구, 12×30 cm; 망목,

300 μm)로 해안선과 나란히 같은 장소 20 m를 반복하여 약 1 m/s 속도로 손으로 끌어 채집했다. 표층 채집은 스티로폼을 부착하여 네트가 표층 바로 아래에 오도록 했으며, 저층과 바닷가 채집은 스티로폼을 떼어낸 후 추를 달아 네트가 바닥에 끌리도록 했다(Suh et al., 1995). 표층에서의 여수량은 0.72 m³ (0.12 m×0.3 m×20 m)였으며, 저층과 바닷가에서의 면적은 6 m² (0.3 m×20 m)였다. 채집한 생물들을 현장에서 5% 중성 포르말린으로 고정했다. Kim and Kim(1987), Jo(1990), Barnard and Karaman(1991)과 Kim(1991)을 참고하여 단각류를 종 수준까지 동정했다. 단각류 밀도는 1 m²당 마릿수(마리/m²)로 나타났다. 전체 단각류 중에서 마릿수가 2.0% 이상이 되는 종을 우점종으로 했으며, 모두 세 종이 나타났다. 대조와 소조 그리고 주야간 밀도 차는 Mann-Whitney U-test로 검정했다.

결 과

1. 소조와 대조

1993년 1월 소조와 대조때 채집한 단각류는 각각 11종 1,258마리와 14종 657마리로 모두 3과 14종 1,915마리였다. 총 14종 가운데, 전체 마릿수에서 2.0% 이상을 차지하는 종은 세 종(*Pontogeneia rostrata*, *Synchelidium lenorostratum*, *Allorchestes angusta*)이었다(Table 1). *P. rostrata*는 마릿수가 가장 많았던 종으로 소조와 대조때 각각 전체의 83.7%와 55.6%로 나타나, 대조보다 소조때 전체에서 차지하는 비율이 더 높았다. 그러나, *P. rostrata* 다음으로 많이 나타난 *S. lenorostratum*은 소조와 대조때 각각 전체의 6.9%와 37.5%를 차지하여, 소조보다 대조때 비율이 높았다. *A. angusta*는 소조와 대조때 각각 5.4%와 2.9%로 나타나, 소조때 비율이 대조때보다 높았다(Table 2).

우점하는 세 종 가운데 *P. rostrata*만 표층에서 소조와

Table 2. Total catch of the three dominant species of gammarid amphipods 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. Dominant amphipods comprised >2% of the total amphipod assemblage. Mann-Whitney U-test for the differences between neap and spring tide. Level of significance; *p<0.05.

Species	Surface		Bottom		Edge		Total	
	Neap	Spring	Neap	Spring	Neap	Spring	Neap	Spring
<i>Pontogeneia rostrata</i>	12	32	635	198*	404	133	1,051	363
<i>Synchelidium lenorostratum</i>	0	0	86	239	0	6	86	245
<i>Allorchestes angusta</i>	0	0	15	4	54	13	69	17
Total	12	32	736	441	458	152	1,206	625

대조때 각각 12마리와 32마리를 잡았다. 소조와 대조때 표층에서 잡은 *P. rostrata* 마릿수가 차지하는 비율을 비교하면 각각 1.1%와 8.8%로 나타나, 소조보다 대조때 여덟 배 가량 높았다. 그러나, 저층에서 잡은 *P. rostrata*가 차지하는 비율은 소조와 대조때 각각 60%와 54%로 소조때 더 높았다 ($p < 0.05$). 소조와 대조때 *S. lenorostralum*이 저층과 바닷가에서 각각 98%와 1.8%로 저층에서 훨씬 높았다. 그러나, *A. angusta*는 저층과 바닷가에서 각각 22%와 78%로 바닷가에서 네 배 가량 많았다 (Table 2).

조사기간에 우점종의 주야 밀도를 보면, *P. rostrata*는 밤에 매우 높았으며, 표층과 저층에서 주야 차가 유의했다 (소조, $p < 0.05$; 대조, $p < 0.01$). 그리고, 통계적으로 유의하지 않지만 *S. lenorostralum*과 *A. angusta*는 소조때 밤에 높고, 대조때는 낮에 높은 경향이 나타났다. 저층에서 많이 채집된 *S. lenorostralum*은 소조때 밤에만 84마리가 나타났고, 대조때는 낮에만 239마리가 나타났다. 또한, *A. angusta*는 소조때 바닷가에서 52마리가 나타났지만, 대조때 밤에는 전혀 나타나지 않았다 (Table 3).

Table 3. Diel differences of the three dominant species of gammarid amphipods 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. Dominant amphipods comprised >2% of the total amphipod assemblage. Mann-Whitney *U*-test for the differences between day and night. Level of significance; ¹ $p < 0.05$, ² $p < 0.01$

Species	Neap tide						Spring tide					
	Surface		Bottom		Edge		Surface		Bottom		Edge	
	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night
<i>Pontogeneia rostrata</i>	0	12 ¹	144	491 ¹	90	314	0	32 ²	26	172 ²	89	44
<i>Synchelidium lenorostralum</i>	0	0	2	84	0	0	0	0	239	0	6	0
<i>Allorchestes angusta</i>	0	0	7	8	2	2	0	0	9	1	13	0
Total	0	12	153	583	92	366	0	32 ²	268	173	108	44

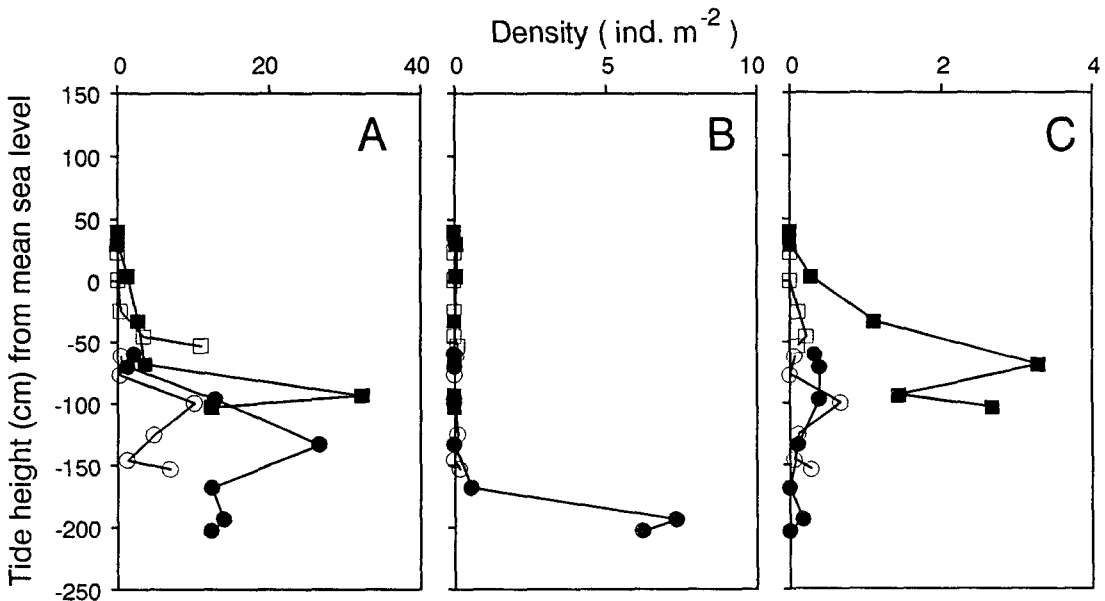


Fig. 3. Density of three amphipods in relation to the tide height (cm) from mean sea level over the neap tide. Data were pooled regardless of time of the collection at bottom (○, ●) and edge (□, ■). Open and solid symbols indicate day and night, respectively. A: *Pontogeneia rostrata*; B: *Synchelidium lenorostralum*; C: *Allorchestes angusta*.

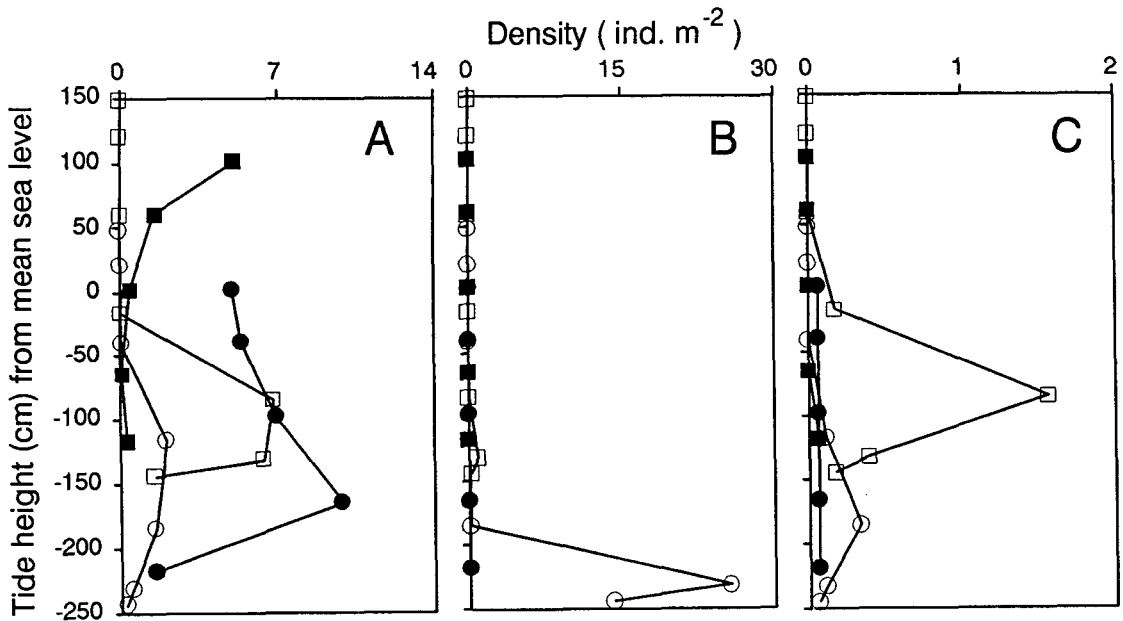


Fig. 4. As Fig. 3, but over the spring tide.

2. 밀물과 썰물

*P. rostrata*는 소조때 밀물과 썰물에 따라 뚜렷하게 수평이동을 하지 않았고, MSL 아래 50 cm와 200 cm 사이에 머물렀다 (Fig. 3-A). 밀물이 일어나는 낮에는 밀도가 낮았고, MSL 위쪽에는 나타나지 않았다. 그러나, 썰물때는 밀도가 높아지고, 분포범위도 넓어졌다. 특히, MSL 아래 50 cm와 100 cm 사이에서 밀도가 급격히 증가하여 MSL 아래 100 cm와 150 cm 사이에서 높았다. 대조때 *P. rostrata*의 수평이동은 매우 뚜렷했으며, 분포범위는 MSL 위 100 cm부터 MSL 아래 250 cm까지로 넓었다 (Fig. 4-A). 바닷가에서 *P. rostrata*는 썰물때 MSL 아래쪽에서만 나타났고, MSL 부근에서 MSL 아래 150 cm까지 단봉형으로 분포했다. 그러나, 밀물때는 MSL 위 100 cm까지 분포했다. 저층에서는 썰물때 MSL 아래 50 cm와 250 cm 사이에서 밀도가 낮았지만, 밀물때 MSL 아래 150 cm와 200 cm 사이에서 급격히 높았다.

*S. lenorostralum*과 *A. angusta*는 밀물과 썰물에 따라 수평이동을 하지 않았다. *S. lenorostralum*은 채집 마릿수의 98% 이상이 저층 MSL 아래 200 cm와 250 cm 사이에서 나타났다 (Fig. 3-B, Fig. 4-B). 특히, *S. lenorostralum*은 썰물때만 나타났다. 소조때 *A. angusta*는 MSL 부근부터 MSL 아래 150 cm 사이에 분포했으며, 저층보다 바닷가에서 많이 나타났다. 특히, MSL 아래 50 cm와 100 cm 사이에 가장 많았다 (Fig. 3-C). *A. angusta*는 대조때 MSL 부근부터 MSL 아래 250 cm 사이에 넓게 나타났지

만, 밀도는 낮았다. 그러나, 썰물때 바닷가에서 MSL 아래 50 cm와 150 cm 사이에서 밀도가 높았다 (Fig. 4-C). 이

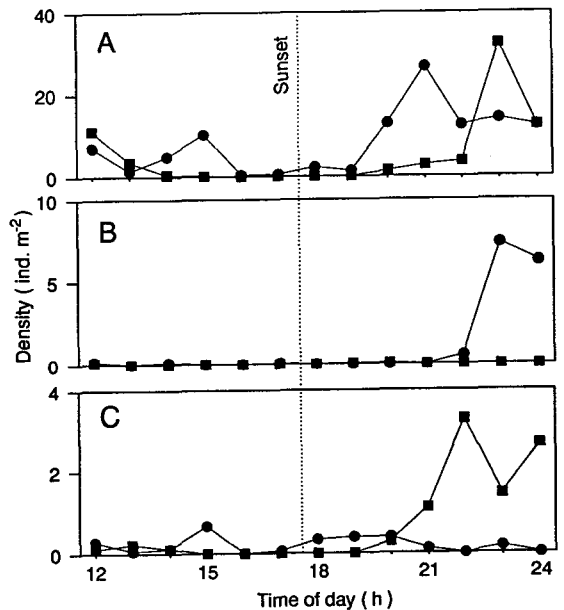


Fig. 5. Diel variation in density of three amphipods collected at bottom (●) and water's edge (■) over the neap tide. A: *Pontogeneia rostrata*; B: *Synchelidium lenorostralum*; C: *Allorchestes angusta*.

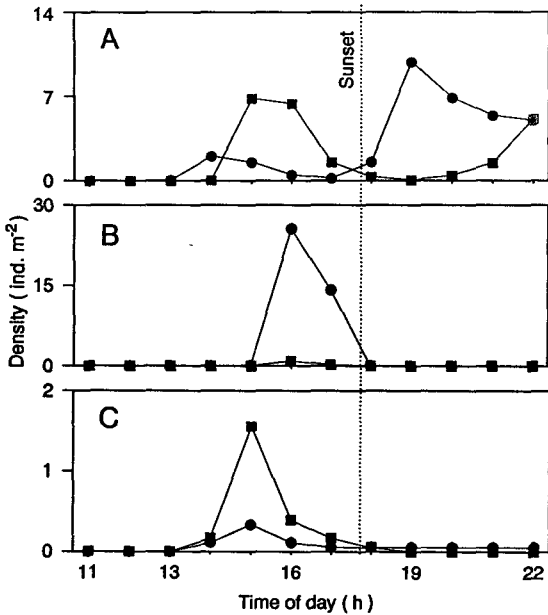


Fig. 6. As Fig. 5, but over the spring tide.

연구에서 *A. angusta* 밀도는 *S. lenorostratum*처럼 썰물때 높았다.

3. 낮과 밤

표층에서 조사기간에 *P. rostrata*를 밤에 44마리 잡았을 뿐이고 *S. lenorostratum*과 *A. angusta*를 전혀 못 잡았다. 전체 마릿수의 97.6%는 저층과 바닷가에서 채집됐다 (Table 3).

소조때 저층에서 *P. rostrata*는 12시부터 15시까지 밀도가 높아지다가 해가 지면서 낮아졌다. 그리고, 20시부터 다시 밀도가 높아져 21시에 최고값 (27마리/m²)에 달한 후에는 낮아졌다. 바닷가에서도 저층과 비슷한 경향이 나타났다. 바닷가에서 밤에는 저층보다 두 시간 늦게 최고값 (32마리/m²)에 달했다 (Fig. 5-A). 대조때 *P. rostrata*는 조위가 MSL 아래쪽인 14시부터 나타나기 시작했고 밀도는 저층보다 바닷가가 더 높았다. 해가 지면서 밀도는 저층보다 바닷가에서 높아졌으나, 21시부터 저층에서 다시 낮아졌고, 바닷가에서는 높아졌다 (Fig. 6-A). 조사기간에 *S. lenorostratum*은 바닷가보다 저층에서 밀도가 높았다. 소조때 밀도는 낮았으나, 23시부터는 밀도가 높았다 (Fig. 5-B). 그러나, 대조때는 16시와 17시에 매우 높았으나, 나머지 시간에는 나타나지 않았다 (Fig. 6-B). 이 종은 채집 마릿수의 99% 이상이 주야에 관계없이 썰물때 나타났으며, LLW가 되기 한 시간 전에 가장 높았다 (Fig. 6-B).

*A. angusta*는 저층보다 바닷가에서 밀도가 높았다. 소

조때는 해지고 두 시간 후부터 나타났으며, *S. lenorostratum*의 최고 밀도가 나타나기 한 시간 전에 가장 높았다 (Fig. 5-C). 대조때는 15시를 빼고 밀도는 매우 낮았다 (Fig. 6-C).

고찰

조사기간에 *P. rostrata* 밀도는 표층과 저층에서 밤보다 낮에 유의하게 높았지만, *A. angusta*와 *S. lenorostratum*은 주야 차가 유의하지 않았다 (Table 3). *P. rostrata* 밀도가 주야간에 다르게 나타났는데 이 결과를 바로 이해하려면 채집방법과 생물습성을 검토해야 한다. 이 연구에서 썰물때 네트를 사용했는데, 이 네트로 모래 속 약 1cm 깊이 까지 채집할 수 있으므로 (Suh et al., 1995), 모래 속으로 1cm보다 깊은 곳에 들어가 생활하는 내서잠입성 단각류는 실제보다 적게 채집될 수 있다. 하지만 *P. rostrata* 같은 자유표서성 단각류를 채집할때는 효율이 매우 높을 것으로 여겨진다. 따라서, 밀도의 주야 차가 채집방법에 의한 오차는 아닌 듯하다. 다음으로 *P. rostrata* 습성 가운데 기질 속에 잠입하는 깊이, 수평이동과 그물회피 등을 살펴 보아야 한다. 먼저, SCUBA로 현장에서 관찰한 결과와 실험실에서 관찰한 결과는 모래바닥의 굳기에 관계 없이 *P. rostrata*가 대부분 모래 속으로 몇 mm만 들어가는 것으로 나타나므로 (유, 미발표), 기질 잠입 깊이가 주야 차의 원인은 아닐 것 같다. 그리고, *P. rostrata*는 채집수심 (MSL 아래 250 cm)보다 깊은 곳에서 밀도가 갑자기 낮아져 (Fig. 4), 낮에 채집수심 밖으로 수평이동했을 가능성도 매우 높다고 여겨진다. 그러나, 단각류가 시각에 의존하여 행동하므로 (Mezzetti et al., 1994), *P. rostrata*의 그물회피가 주야 차를 일으킨 원인 가운데 하나일 것으로 본다. 아울러, 고착생활을 하는 종을 빼고 밤에 활발하게 움직이지 않는 해양무척추동물이 거의 없으므로, 이 종도 밤에 더 활발하게 움직인다고 볼 수 있다. 따라서, *P. rostrata*를 정량으로 채집하려면 소조보다 대조 그리고 낮보다 밤에 채집하는 것이 좋을 듯하다.

조간대에 사는 저서성 단각류의 분포는 조석의 영향을 크게 받는다 (Jo, 1990). Nagata (1966)는 단각류가 조석에 따라 이동하고, 밀물때 밀도가 높아진다고 했지만, Hager and Croker (1980)는 *Amphiporeia virginiana* (Pontoporeiidae과)가 밀물보다 썰물때 이동이 활발하다고 했다. 또한, 모래해안에 사는 등각류는 조석에 따라 수직으로 이동하며, 밀물때 조류를 타고 수평으로 이동했다 (Jones and Naylor, 1970). 그러나, 조상대에 사는 Talitridae과 단각류는 조석의 영향이 뚜렷하지 않았다 (Wil-

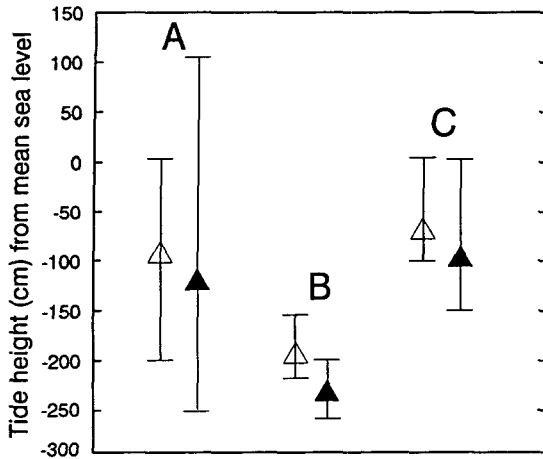


Fig. 7. Zonation of three amphipods in relation to the tide height (cm) from mean sea level over the neap (△) and spring (▲) tide cycles. The ranges of distribution are shown by vertical bars and the highest density by a symbol. Sampling ranges over the neap and spring tide cycles were from 40 cm above MSL to 103 cm below MSL and from 149 cm above MSL to 144 cm below MSL, respectively. A: *Pontogeneia rostrata*; B: *Syncheli-dium lenorostratum*; C: *Allorchestes angusta*

liams, 1983). 다른 분류군인 등각류 *Eurydice pulchra* (Warman et al., 1991), 십각류 *Carcinus maenas*의 유생과 성체 (Aagaard et al., 1995; Zeng and Naylor, 1996)와 쿠마류 *Dimorphostylis asiatica* (Akiyama, 1995)는 조석에 따라 이동했지만, 등각류 *Ligia oceanica* (Williams, 1983)와 쿠마류 *Bodotria biplicata* (Suh and Koo, 1996)는 조석에 따라 이동하지 않았다. 이처럼 분류군에 따라 그리고 같은 분류군에서는 종에 따라 조석에 대한 반응이 다르게 나타났다.

돌산도 모래해안 쇄파대에 사는 저서성 단각류 세 종도 조석과 주야에 대한 반응이 종별로 다르게 나타났다. *P. rostrata*는 밀물과 썰물 그리고 주야에 따라 이동하여 분포양상이 변했다. (Fig. 3-A와 4-A). 이 종은 대조때 나타나는 강한 조류를 타고 멀리 이동하여 분포범위를 넓혔고, 이것이 결과적으로 먹이를 둘러싼 중간경쟁에서 유리하게 작용했을 것으로 여겨진다.

주로 밤에 이동하는 저서성 단각류 (Bowers, 1964; Craig, 1973; Koch, 1989) 가운데 잠입성 종들은 밤에 기질에서 나와 저서경계층으로 이동한다 (Dauvin et al., 1994; Zouhiri and Dauvin, 1995). 또한, Jo (1990)는 *S. lenorostratum*이 조간대 모래나 진흙 속에 살며, 조간대에서 수심 5 m 되는 곳 사이에 분포한다고 했다. 이 연구에서 *S. lenorostratum*과 *A. angusta*는 썰물때만 나타나 (Fig. 3-

C와 4-C), 두 종은 조석에 대한 생활리듬이 매우 낮은 것으로 여겨진다. 그러나, *S. lenorostratum*은 저층에서 많았고 *A. angusta*는 바닷가에서 밀도가 높게 나타나 서식 장소는 뚜렷하게 달랐다 (Table 2). 또 이와 비슷한 현상이 *Amphiporeia virginiana*에서도 나타났고, Hager and Croker (1980)는 그 원인을 썰물때 모래가 움직이면서 생긴 압력변화 때문일 것이라고 했으나 정확한 요인을 밝히는 일은 과제로 남는다.

겨울철 돌산도 모래해안 쇄파대에서 분포범위가 가장 넓었던 종은 *P. rostrata*였으며 (Fig. 7), 이 종은 자유표서성 냉수종으로 알려졌다 (Kim, 1991). 그리고, *A. angusta*도 자유표서성 냉수종으로 알려져 있는데 (Kim, 1991), *P. rostrata*와 견주어 밀도가 낮았고, 분포범위는 MSL 부근부터 MSL 아래 150 cm 사이로 *P. rostrata*보다 좁았다. 분포범위와 밀도로 보아 *P. rostrata*는 *A. angusta*보다 중간경쟁에서 유리한 위치에 있는 듯하다. 이와 비슷한 예가 덴마크 서부 해안에 사는 *Corophium volutator*와 *C. arenarium*에서도 보고되었다 (Jensen and Kristensen, 1990). *S. lenorostratum*은 MSL 아래 150 cm보다 깊은 곳에 나타났으며, 생활양식은 내서잠입성으로 알려졌다 (Kim, 1991). 이 연구에서 자유표서성 단각류인 *P. rostrata*는 내서잠입성 *S. lenorostratum* 보다 분포범위가 넓었다. 또한, *A. angusta*와 *S. lenorostratum*의 분포가 MSL 아래 150 cm를 기준으로 각각 위쪽과 아래쪽으로 구분되므로 공간과 먹이를 둘러싼 중간경쟁은 비교적 약할 것으로 여겨진다.

요 약

1993년 1월 소조와 대조때 썰매네트로 돌산도 모래해안 쇄파대 1 m 수심의 표층과 저층과 바닷가에서 열새우 단각류를 채집해서 우점하는 세 종의 대상분포를 비교했다. 단각류는 표층보다는 저층과 바닷가에 많이 나타났다. *Pontogeneia rostrata*와 *Allorchestes angusta*의 밀도는 저층과 바닷가에서 대조보다 소조때 높았으나, *Syncheli-dium lenorostratum*은 소조때 더 낮았다. *P. rostrata*는 밀물과 썰물에 따라 수평이동을 했으나, *S. lenorostratum*과 *A. angusta*는 수평이동을 하지 않았다. 다른 두 종과 달리 *P. rostrata*는 낮보다는 밤에 유의하게 많이 나타나, 밤에 활발히 이동하는 듯하다. *P. rostrata*는 밀물때 밤에는 평균해수면 (MSL) 위 100 cm까지 나타나지만, 낮에는 MSL 위쪽에 나타나지 않았다. 그러나, 썰물때는 낮과 밤 모두 MSL 부근부터 MSL 아래 150 cm 사이에 분포했다. *S. lenorostratum*과 *A. angusta*는 썰물때만 나타났으며, 분포범

위는 전자가 MSL 150 cm보다 아래쪽, 후자가 MSL 부근부터 MSL 아래 150 cm 사이였다. *P. rostrata*와 *S. lenorstratum*과 *A. angusta*의 최고 밀도는 각각 32, 26, 3마리/m²였다. 그리고, 모래해안에 사는 단각류의 분포양상과 생활양식의 관계를 논의했다.

감사의 글

겨울철 현장에서 채집을 도와준 서호영, 구영경씨에게 감사합니다. 아울러, 이 글의 부족한 곳을 지적해 주신 심사위원 두 분께 감사드립니다. 이 연구는 1996년도 한국과학재단 연구비 지원에 의한 결과입니다 (과제번호 : 961-0404-013-02).

참 고 문 헌

Aagaard, A., C.G. Warman and M.H. Depledge. 1995. Tidal and seasonal changes in the temporal and spatial distribution of foraging *Carcinus maenas* in the weakly tidal littoral zone of Kerteminde Fjord, Denmark. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 122, 165~172.

Akiyama, T. 1995. Circatidal swimming activity rhythm in a subtidal cumacean *Dimorphostylis asiatica* (Crustacea). *Mar. Biol.*, 123, 251~255.

Allredge, A.L. and J.M. King. 1985. The distance demersal zooplankton migrate above the benthos: implications for predation. *Mar. Biol.*, 84, 253~260.

Barnard, J.L. and G.S. Karaman. 1991. The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine gammaroids). *Rec. Aust. Mus., Suppl.* 13, 1~866.

Biernbaum, C.K. 1979. Influence of sedimentary factors on the distribution of benthic amphipods of Fisher Island Sound, Connecticut. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 38, 201~224.

Bowers, D.E. 1964. Natural history of two beach hoppers of the genus *Orchoetoidea* (Crustacea: Amphipoda) with reference to their complemental distribution. *Ecology*, 45, 677~696.

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.

Craig, P.C. 1973. Behaviour and distribution of the sand-beach amphipod *Orchoetoidea comiculata*. *Mar. Biol.*, 23, 101~109.

Dauvin J.C., A. Iglesias and J.C. Lorgere. 1994. Circalittoral suprabenthic coarse sand community from the western English Channel. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 74, 543~562.

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.

Grant, J. 1981. Dynamics of competition among estuarine sand-burrowing amphipods. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 49, 255~265.

Hager, R.P. and R.A. Croker. 1980. The sand-burrowing amphipod *Amphiporeia virginiana* Shoemaker 1933 in the tidal plankton. *Can. J. Zool.*, 58, 860~864.

Haynes, D. and G.P. Quinn. 1995. Temporal and spatial variability in community structure of a sandy intertidal beach, Cape Paterson, Victoria, Australia. *Mar. Freshwater Res.*, 46, 931~942.

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.

Jo, Y.W. 1990. Taxonomy and biogeography of sandy beach Amphipoda (Crustacea) of Korea. Ph.D. thesis, Univ. Amsterdam. 206 pp.

Jones, D.A. and C.St.C. Hobbins. 1985. The role of biological rhythms in some sand beach cirranid Isopoda. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 93, 47~59.

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.

Kim, H.S. and C.H. Kim. 1987. Marine gammaridean Amphipoda (Crustacea) of Cheju Island and its adjacent waters, Korea. *Korean J. Syst. Zool.*, 3, 1~23.

Koch, H. 1989. The effect of tidal inundation on the activity and behavior of the supralittoral talitrid amphipod *Traskorchestia traskiana* (Stimpson, 1857). *Crustaceana*, 57, 295~303.

Marsden, I.D. 1991. Kelp-sandhopper interactions on a sand beach in New Zealand. I. Drift composition and distribution. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 152, 61~74.

McLachlan, A. 1983. Sandy beach ecology - a review. In *Sandy Beaches as Ecosystem*, A. McLachlan and T. Erasmus, eds. Junk Publ., Hague, 321~380.

Mezzetti, M.C., E. Naylor and F. Scapini. 1994. Rhythmic responsiveness to stimuli in different populations of talitrid amphipods from Atlantic and Mediterranean coasts: an ecological interpretation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 181, 279~291.

Nagata, K. 1966. Studies on marine gammaridean Amphipoda of the Seto Inland Sea. IV. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, 8, 327~348.

OHA (Office of Hydrographic Affairs, Korea). 1993. *Tide Tables, Vol. 1*, OHA, Incheon, 250 pp.

- 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. 1996. Subtidal zonation of the cumacean *Bodotria biplicata* in the surf zone of Dolsando, southern Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, 30, 39~45 (in Korean).
- 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., T.J. O'Hara and E. Naylor. 1991. Vertical swimming in wave-induced currents as a control mechanism of intertidal migration by a sand-beach isopod. *Mar. Biol.*, 111, 49~54.
- Wildish, D.J. and D. Peer. 1981. Methods for estimating secondary production in marine Amphipoda. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38, 1019~1026.
- Wildish, D.J. 1988. Ecology and natural history of aquatic Talitroidea. *Can. J. Zool.*, 66, 2340~2359.
- Williams, J.A. 1983. The endogenous locomotor activity rhythm of four supralittoral peracarid crustaceans. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 63, 481~492.
- Williams, J.A. 1995. Burrow-zone distribution of the supralittoral amphipod *Talitrus saltator* on Derbyhaven beach, Isle of Man - A possible mechanism for regulating desiccation stress? *J. Crust. Biol.*, 15, 466~475
- Wilson, W.H., Jr. 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.
- Zeng, C. and E. Naylor. 1996. Endogenous tidal rhythms of vertical migration in field collected zoea-1 larvae of the shore crab *Carcinus maenas*: implications for ebb tide offshore dispersal. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 132, 71~82.
- Zouhiri, S. and J.-C. Dauvin. 1995. Diel changes of the benthic boundary layer macrofauna over coarse sand sediment in the western English Channel. *Oceanol. Acta*, 19, 141~153.

1996년 11월 5일 접수

1997년 5월 6일 수리