

돌산도 쇠파대에 사는 쿠마류 *Bodotria biplicata*의 조하대 대상분포

서해립 · 구영경
전남대학교 해양학과

Subtidal Zonation of the Cumacean *Bodotria biplicata* in the Surf Zone of Dolsando, Southern Korea

Hae-Lip SUH and Young Kyung KOO

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

Subtidal zonation of a cumacean *Bodotria biplicata* was investigated in the sandy shore surf zone of Dolsando, southern Korea. Three replicate samples were taken with a sledge net at three sites, such as the surface and bottom of 1 m depth and water's edge, at hourly intervals over the neap and spring tide cycles on January 1993 ($n=225$). *B. biplicata*, the most dominant cumacean in this area, exhibited peak density at the bottom while about 0.6% of total catch was collected at the surface. Mean density during the neap tide cycle was slightly higher than that during the spring tide cycle. The depth of subtidal zone influenced the total catch of *B. biplicata*. The changes in density were related to the depth of subtidal zone rather than day-night cycle or ebb-flood tide. The results obtained in this study suggest that the diel vertical migration is not distinct. During both neap and spring tide cycles, *B. biplicata* attained a density maximum at the same level of about 90 cm below lower low water (LLW). It is likely, therefore, that this species performs shore- and seaward horizontal migration fortnightly. The speed and distance of migration may be directly related to the beach slope and tide range. Ontogenetic differences in subtidal distribution were observed. Juveniles and manca larvae tended to occur lower areas than the adults. Such differences may reduce intraspecific competition for diets.

Key words : zonation, surf zone, cumacean, *Bodotria biplicata*

서 론

얼음에 덮이지 않은 전세계 해안선의 약 75%는 모래 해안이므로, 그곳에 나타나는 쇠파대는 해양생물의 주요 서식 공간이다. 모래해안에서 대형 저서동물은 별로 눈에 띄지 않지만 쇠파대 환경에 적응한 어류와 플랑크톤 같은 표영동물은 종류도 여러 가지이고 마릿수도 많다. 이 가운데에서 쿠마류는 등각류와 단각류처럼 저서 생활과 부유생활을 함께 하는 정주성 플랑크톤으로 쇠파대에서 생물량이 많은 분류군에 들어간다 (Brown and McLachlan, 1990).

조간대와 조하대에서 쿠마류의 분포는 여러 생태학적 요인에 의하여 결정된다. Watkin (1942)은 모래해안에서 *Cumopsis goodsiri*와 *Pseudocuma cercaria*가 각각 조간대와 조하대에 분포한다고 했다. Corey (1970a)는 *C. goodsiri* 분포를 결정하는 요인으로 입자크기와 노출시기와 배수

율을 들었고 조하대 쿠마류 *Iphinoë trispinosa*와 *Pseudocuma longicornis*의 분포는 입자크기에 영향을 받는다고 했다. 입자크기가 비슷한 모래해안에서 조하대 쿠마류 *Mancocuma stellifera*는 조위변화에 따라 분포수심을 조절했다 (Gnewuch and Croker, 1973).

쿠마류가 주야 수직이동을 한다는 것은 잘 알려져 있지만 그 종조성과 생물량은 계절과 월주기에 따라 크게 변한다 (Macquart-Moulin, 1991). 조하대 쿠마류가 해진 후와 해뜨기 전에 수직이동하는데, 성체 (adult)는 짝짓기하러 이동하고 미성체 (juvenile)와 만카유생 (manca)의 경우는 광반응 행동을 하기 때문에 이동한다고 했다 (Corey, 1970b; Gnewuch and Croker, 1973). Chapman (1984)은 기수호에 사는 *Oxyurostylis pacifica*가 포식자를 피하려고 밤에 수직이동을 한다고 했다. 또 조하대에 사는 *Dimorphostylis asiatica* 수컷 성체가 내인성 리듬을 갖고 주야 수직이동을 하며 이 행동은 조석과 주야주기,

그리고 계절에 따라 변했다 (Akiyama and Yoshida, 1990; Akiyama, 1995).

Gamo (1964)는 *Bodotria biplicata*를 일본 서해안에서 채집하여 Bodotriidae과, Bodotriinae아과에 속하는 신종으로 보고했다. 이 종은 우리나라 서·남해안에도 분포한다 (Kang, 1994). 하지만 *B. biplicata*를 포함하여 조해대 쿠마류의 대상분포와 주야이동을 함께 조사하여 비교한 연구는 거의 없다. 이 연구의 목적은 겨울철 돌산도 쇄파대에 많이 나타나는 쿠마류 *B. biplicata*의 주야이동과 대상분포를 조사한 다음, 소조와 대조에 따른 분포양상을 밝히는 것이며, 대상분포를 결정하는 요인들에 관하여 논의했다.

재료 및 방법

조사지역은 남해안 돌산도의 방죽포 (34°38'N, 127°47'E) 모래해안 쇄파대이다. 이곳의 모래해안은 폭이 약 190 m이고 남쪽으로 열려 있으며, 동·서쪽은 암반으로 막혀 있다. 입자크기는 가는 모래 (2~3φ)와 중간 모래 (1~2φ)가 각각 66%와 26%였다. 경사도는 1:48로 완만한 편이다.

1993년 1월 4일과 25일을 각각 소조 (조차, 159 cm)와 대조 (292 cm)로 보았다. 소조와 대조때 낮은 저조 (LLW)는 각각 23시 59분과 16시 46분에 평균해수면 (MSL) 아래 103 cm와 144 cm이었고, 평균저조 (MLW)는 MSL 아래 117 cm이었다 (OHA, 1993). 따라서, 소조때 MLW 위쪽을 채집한 시각은 15시~20시이고, 대조때 MLW 아래쪽을 채집한 시각은 14시~19시였다. 해지는 시각은 각각 17시 35분과 17시 55분이었다 (Fig. 1). 1월 4일 평균 수온과 염분은 9.7°C와 32.7‰였고, 날씨는 비교적 맑았다. 1월 25일 평균 수온과 염분은 7.9°C와 33.8‰였고, 흐린 날씨였다.

쿠마류를 1조석 주기 동안 (소조때, 간조-만조-간조; 대조때, 만조-간조-만조) 한 시간마다 수심 1 m 되는 곳의 표층과 저층, 그리고 바닷가에서 세 번씩 잡았다. 시료수는 소조때 117개 (9개×13회), 대조때 108개 (9×12회)로 모두 225개였다. 썰매형 네트 (망구, 30 cm×12 cm; 망목, 0.3 mm)로 해안선과 평행하게 20 m를 약 1 m/s 속도로 끌었다 (Suh et al., 1995). 저층과 바닷가를 채집할 때는 네트에 추를 달아 네트 밑바닥이 모래에 끌리도록 했다. 망구에서 10 cm 앞에 지름 1 cm 쇄사슬이 늘어져 있어 네트를 끌면 쇄사슬이 모래 속 약 1 cm까지 교란시키고, 이때 떠오른 모래와 생물은 함께 네트 안으로 들어간다. 이 과정을 물속에서 확인했다. 표층에서 잡을

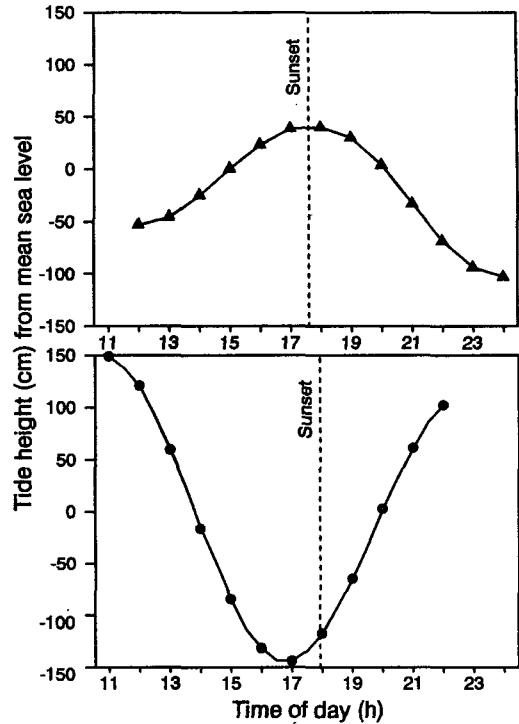


Fig. 1. Tide height of Pangjukpo over the neap (▲) and spring (●) tide cycles on 4 and 25 January 1993, respectively (from OHA, 1993).

때는 추를 제거하는 한편, 스티로폼 부표를 네트에 붙여서 네트를 떠웠다. 따라서 1회 채집면적과 부피는 6 m² (0.3 m×20 m)와 0.72 m³ (0.12 m×0.3 m×20 m)이었다. 아울러 쿠마류의 밀도를 1 m²당 마릿수 (마리/m²)로 나타냈다. 쿠마류를 잡아 병에 넣자마자 5% 중성 포르말린으로 고정했다.

실험실에서 Given (1970)과 Gnewuch (1973)의 쿠마류 발생단계 구분에 따라, 단계를 나누고 마릿수를 세었다. 발생단계별 형태적 특징은 다음과 같다. 1) 성숙 (mature) 암컷: 복란엽이 완전히 발달하고 육낭 안에 알이나 배가 있다. 때때로 육낭이 비어 있다. 2) 미성숙 (maturing) 암컷: 두흉갑과 흉절은 비교적 넓다. 복란엽이 덜 발달해서 주름 모양이다. 암컷은 복지가 없다. 3) 성숙 수컷: 복지와 제2촉각이 완전히 발달한다. 4) 미성숙 수컷: 두흉갑과 흉절이 비교적 좁다. 미절이 두껍다. 제2촉각은 짧고, 복지의 강모에 털이 없다. 5) 미성체: 흉지는 모두 있지만 2차 성징은 없다. 6) 만카유생: 제5흉지가 없고 2차 성징도 없다. 이 연구에서 채집된 성숙 암·수컷의 마릿수가 적어 미성숙 성체들과 합하여 암컷 성체와 수컷 성체로 했다.

Table 1. Total catch of *Bodotria biplicata* collected at the three sites, the surface and bottom of 1 m water depth and water's edge, over the neap and spring tide cycles. Values in parentheses indicate percentage

Site	Neap tide	Spring tide
Surface	26 (0.6)	14 (0.5)
Edge	881 (19.3)	63 (2.4)
Bottom	3,649 (80.1)	2,566 (97.1)
Total	4,556 (100.0)	2,643 (100.0)

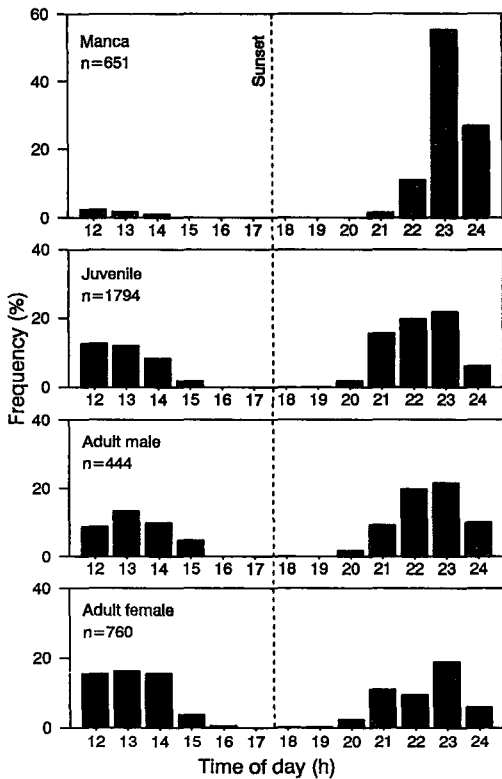


Fig. 2. Frequency (%) of *Bodotria biplicata* collected at the bottom of 1 m depth over the neap tide cycle.

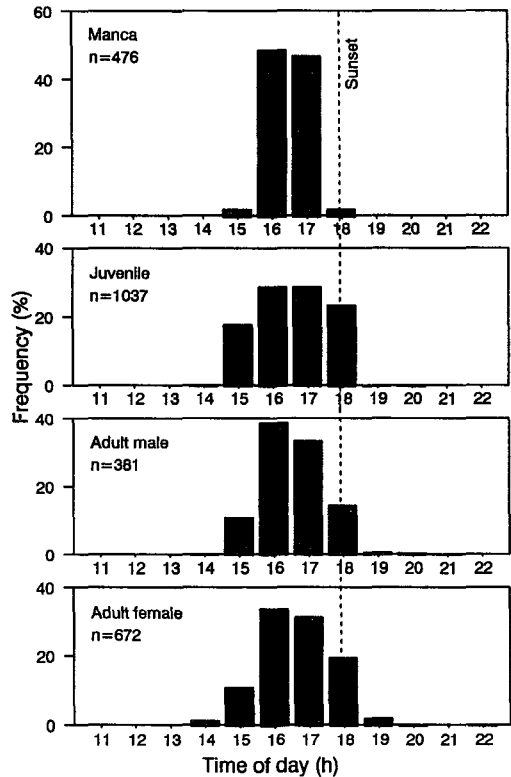


Fig. 3. Frequency (%) of *Bodotria biplicata* collected at the bottom of 1 m depth over the spring tide cycle.

결 과

1. 생물량 변동

1993년 1월 4일(소조)과 25일(대조)에 돌산도 방죽포에서 잡은 쿠마류는 모두 7,208마리였다. 이 가운데에서 Diastylidae과에 속하는 9마리를 빼고 나머지 7,199마리는 모두 Bodotriidae과의 *Bodotria biplicata*였으며 소조와 대조때 각각 4,556마리와 2,643마리를 잡았다. 소조와 대조때 각각 13회와 12회씩 채집했으므로, 1회 평균은 350마리와 220마리였다. 따라서 소조때 채집 마릿수가 대조때보다 약 1.6배 더 많았다. 쇠파대 위치별로 견주어 보면

순이었다. 전체에서 저층 채집 마릿수가 차지하는 비율은 소조와 대조때 각각 80.3%와 97.1%였다. 이에 비해, 표층에서는 소조와 대조때 모두 40마리밖에 잡히지 않았다. 소조때(26마리)가 대조때(14마리)보다, 그리고 야간(28마리)이 주간(12마리)보다 많았다 (Table 1).

만조시각(17시 42분)과 해지는 시각(17시 35분)이 비슷했던 소조때 (Fig. 1), 주간(12마리)보다 야간에 7회 채집해서 2,436마리를 잡았다 (Table 2와 Fig. 2). 주간과 야간 평균은 각각 202마리와 348마리로, 마릿수는 저층>바닷가>표층 야간이 주간보다 1.7배 더 많았다. 대조때는 간조시각(16시 46분)과 해지는

Table 2. Hourly abundances (% of total catch) in each developmental stage of *Bodotria biplicata* collected at the bottom of 1 m depth over the neap tide cycle. Gothic numbers indicate values >25%; +, >5%; -, no cumacean

Hour	Total catch	Adult		Juvenile	Manca
		Female	Male		
12	400	29.5	10.0	56.5	+
13	412	30.1	14.6	52.4	+
14	316	37.3	13.9	46.8	+
15	81	35.8	25.9	38.3	-
16	4	100.0	-	-	-
17	0	-	-	-	-
18	2	100.0	-	-	-
19	6	50.0	-	50.0	-
20	57	29.8	14.0	56.1	-
21	416	20.2	10.1	67.3	+
22	588	12.2	15.0	60.5	12.2
23	992	14.5	9.7	39.5	36.3
24	375	12.0	12.0	29.3	46.7

Table 3. Hourly abundances (% of total catch) in each developmental stage of *Bodotria biplicata* collected at the bottom of 1 m depth over the spring tide cycle. Gothic numbers indicate values >25%; +, >5%; -, no cumacean

Hour	Total catch	Adult		Juvenile	Manca
		Female	Male		
11	0	-	-	-	-
12	0	-	-	-	-
13	0	-	-	-	-
14	13	76.9	7.7	15.4	-
15	312	23.7	13.5	59.6	+
16	908	25.1	16.3	33.0	25.6
17	864	24.5	14.8	34.7	25.9
18	442	29.9	12.7	55.2	+
19	21	66.7	14.3	19.0	-
20	4	25.0	50.0	25.0	-
21	1	-	100.0	-	-
22	1	100.0	-	-	-

시각(17시 55분)이 1시간 이상 벌어져 주야 차를 견줄 수 없었지만 간조시각을 중심으로 한 분포양상은 단봉형이었다(Fig. 3). 소조와 대조때 MLW 위쪽에서 잡은 *B. biplicata*는 각각 150마리와 6마리로 전체 채집 마릿수의 약 4%와 0.2%를 차지했다(Table 2와 3). 그러므로 이 종은 MLW 아래쪽에 사는 조해대 종으로 여겨진다.

채집수심에 따라 변하는 *B. biplicata*의 평균밀도를 Fig. 4에 나타냈다. 소조때는 MLW 위 20 cm 부근까지 3~6 마리/m²가 살고 최고밀도 56마리/m²는 MLW 아래 77 cm(LLW 아래 90 cm) 층에서 나타났다. 하지만 최고밀도층보다 10 cm 깊은 곳에는 21마리/m²로 절반 이상 줄었다.

대조때는 MLW 아래 0~50 cm 부근에 1마리/m² 정도가 나타났고 MLW 아래 70 cm 부근부터 밀도가 높아지기 시작해서, MLW 아래 115 cm(LLW 아래 88 cm) 부근에서 52마리/m²로 밀도가 가장 높았다. 소조때 분포수심이 대조때보다 얕았다.

2. 발생단계별 분포

쇄파대 저층에서 잡은 *B. biplicata*는 모두 6,215마리였다(Table 1). 발생단계별로 살펴보면 미성체가 전체의 45.6%인 2,831마리로 가장 많았고, 다음은 성체로 전체의 36.3%인 2,257마리였고(암컷, 1,432마리; 수컷, 825마리),

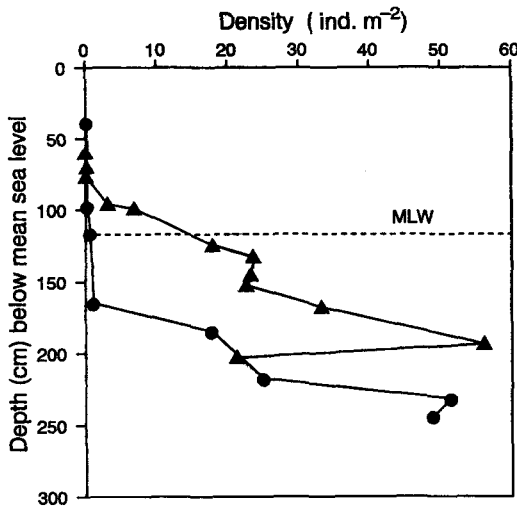


Fig. 4. Density of *Bodotria biplicata* in relation to the depth below mean sea level (MSL). Data were pooled regardless of time of the collection over the neap (▲) and spring (●) tide cycles. The levels of lower low water (LLW) of the neap and spring tide cycles were 103 cm and 144 cm below MSL, respectively. The level of mean low water (MLW) is 117 cm below MSL.

만카유생은 18.1%인 1,127마리였다 (Fig. 2와 3). 미성체와 만카유생은 조하대에서 성체보다 깊은 곳에서 잡혔다. 소조때 MLW 위쪽에서 잡은 150마리 가운데에서 성체와 미성체는 각각 84마리와 66마리였고, 전체 성체와 미성체에서 차지하는 비율은 각각 3.7%와 2.3%로 성체가 미성체보다 조금 높았다. 하지만 만카유생은 MLW 아래 50 cm보다 깊은 곳에 분포했다. 소조때 가장 깊은 곳인 MLW 아래 86 cm에서는 만카유생이 전체의 46.7%로 가장 많았다 (Table 2). 대조때 MLW 위쪽에서는 모두 6마리를 잡았는데 성체와 미성체가 각각 5마리와 1마리였다 (Table 3). 만카유생은 MLW 아래 115 cm보다 깊은 곳에 분포했고 다음이 미성체와 만카유생 순이었다.

고 찰

해양생물을 정량 채집하려면 대상생물의 크기와 행동과 분포양상 등을 알아보고 채집방법을 정해야 한다. 쿠마류는 두홍부와 꼬리를 모래 위로 내놓은 V자 모습으로 모래 속에 묻혀 있고 (Hale, 1943), 생물량 대부분이 모래속 1 cm보다 얇은 곳에 모여 산다 (Gnewuch and Croker, 1973). 이 연구에서 썰때 네트로 같은 시간과 장소에서 3회 반복채집한 시료의 변이계수가 0.2~44.2% 범

위였고 30% 이하가 대부분을 차지한 것으로 나타나서, 쿠마류 서식공간이 비교적 안정되어 있고 채집방법도 적절했다고 본다. 아울러 네트로 채집할 때는 망목크기와 예인속도가 정량 채집에 큰 영향을 준다. Omori and Ikeda (1984)는 네트를 1 m/s 정도로 끈다면 망목크기를 고를 때 채집하려는 생물 체폭의 75% 정도로 하는 것이 정량 채집에 좋다고 했다. *B. biplicata* 미성체와 만카유생의 평균체폭이 각각 0.42 mm와 0.31 mm였으므로, 정량 채집에 적당한 망목크기는 각각 0.32 mm와 0.23 mm이다. 이 연구에서 0.3 mm 망목을 사용했으므로 만카유생은 실제보다 적게 채집되었을 수 있다.

사실 고착생활을 하는 생물을 제외하고 주야이동을 하지 않는 해양 무척추동물은 거의 없다. 더구나 주야이동은 대상분포를 이해하는 데 매우 중요하다. 쿠마류 주야이동은 크게 내인성 리듬을 갖고 움직이는 주야 수직이동과 밀물-썰물에 따라 수동적으로 움직이는 수평이동으로 나눈다. 쿠마류의 주야 수직이동은 잘 알려져 있지만 그 이동양상은 종과 발생단계와 월주기, 그리고 계절 등에 따라 크게 변한다 (Macquart-Moulin, 1991). *Dimorphostylis asiatica*는 수컷 성체만 야간에 표층까지 올라온다 (Akiyama and Yoshida, 1990; Akiyama, 1995). 그리고 Gamo (1964)와 Kang (1994)은 *B. biplicata*를 야간에 표층에서 빛을 이용하여 잡은 시료에서 분류해 내었다.

소조때 야간에 잡은 마릿수가 주간보다 1.7배 더 많았다 (Table 2). 쿠마류는 저서-부유생활을 하기 때문에 채집 마릿수의 주야 차를 견주려면 먼저 주야 채집수심이 같아야 한다. 하지만 1조석 주기 동안에 높은 저조 (HLW)와 낮은 저조 (LLW)가 각각 12시와 24시 부근에 나타나는 부등 (unequal) 반일주조여서 (Fig. 1) 야간 채집수심이 주간보다 깊었다. 더구나 채집수심에 따라 밀도가 크게 변했다 (Fig. 4). 따라서 주야 생물량 차를 단순히 주야 효과만으로 보기 어렵다. 아울러 돌산도 쇄파대 표층에서 잡은 *B. biplicata* 40마리는 전체 마릿수의 0.6%에 해당되는 매우 적은 양이어서 적어도 조사기간에 주야 수직이동은 활발하지 않았던 것으로 본다. Essink et al. (1989)은 저서성 단각류 개체군의 약 0.06% 되는 생물량을 1조석주기 동안 표층에서 채집하고서, 표층에 나타나는 생물량은 비록 적지만 연중 계속 나타난다면 개체군의 재분포에 크게 기여할 것으로 보았다. 이 연구에서 조하대 상부에 대상분포하는 *B. biplicata* 개체군이 1%보다 적은 양이지만 표층에 떠오르는 것이 밝혀졌는데 이러한 행동은 저서성 단각류처럼 쿠마류 개체군의 확산에 도움을 줄 것 같다. 그리고 표층에 떠오른 쿠마류는 표영어류에도 먹힐 것이므로 쿠마류는 저서어류와 함께 표영어류의 먹이로도 이용될 것이다.

소조와 대조때 바닷가에서 각각 전체 마릿수의 19.3%와 2.4%를 채집했다 (Table 1). 만약 *B. biplicata*가 밀물과 썰물에 따라 이동한다면 물살이 센 대조때 바닷가에서 더 많이 잡혀야 한다. 하지만 결과는 반대로 소조가 대조때보다 많았다. 그러므로 조하대 쿠마류 *B. biplicata*는 밀물과 썰물에 따라 수동적으로 이동하지 않고 조하대에 머물면서 일정하게 대상분포를 하는 듯하다. 이러한 행동은 다른 조하대 쿠마류 *Iphinœ trispinosa*와 *Pseudocuma longicornis* (Corey, 1970b), 그리고 *Mancocuma stellifera* (Gnewuch and Croker, 1973)에서도 밝혀졌다.

쿠마류의 분포에 영향을 주는 요인은 무엇인가? 모래해안에 사는 다른 동물들처럼 쿠마류의 분포는 입자크기와 관계가 깊다 (Watkin, 1942). 이밖에도 Corey (1970a)는 노출시간과 배수율 등도 조간대 쿠마류의 분포에 영향을 준다고 했다. 입자크기에 따라 분포가 제한되는 이유를, Wieser (1956)는 쿠마류가 입자크기에 맞추어 섭식 행동을 바꾸어서 섭식효율을 높이지만 입자가 너무 크면 효율은 크게 떨어져 효율이 높은 입자크기를 찾아 이동하기 때문이라고 했다. Gnewuch and Croker (1973)는 *M. stellifera*가 반일주조가 나타나는 조하대에서 HLW와 LLW에 맞추어 바다쪽과 해안쪽으로 이동한다고 했다. 이 연구에서 *B. biplicata*의 분포가 조하대 수심과 관련이 깊은 것으로 나타났다. 입자크기가 비슷할 때는 조위가 분포를 제한하는 듯하다. 아울러 부등 반일주조일 때는 HLW보다 LLW에 맞추어 분포하는 것 같다. Fig. 4는 소조와 대조때 *B. biplicata*의 대상분포를 나타내며 이 종의 분포 중심이 조하대에 있는 것을 뚜렷하게 보여준다. 소조와 대조때 최고밀도가 나타난 수심은 MSL을 기준으로 하면 각각 MSL 아래 92 cm와 132 cm로 40 cm 차가 생기지만, LLW를 기준으로 하면 LLW 아래 약 90 cm로 모두 같았다. LLW 수심은 월주기에 따라 변하므로, *B. biplicata*는 2주 주기로 바다쪽과 해안쪽을 이동한다고 본다. 그렇다면 이 종의 이동거리와 시간은 경사도와 조차에 영향을 받을 것이다.

이 연구에서 *B. biplicata* 분포 하한선을 확인할 수 없었지만 최고밀도가 나타난 수심 아래에서 밀도가 줄어드는 경향이 대조에 비해 소조때 급하게 나타났다 (Fig. 4). 소조때 분포수심이 얕아지면서 대상분포의 폭도 좁아지므로 개체군 크기를 알아보려면 소조때 자료를 이용하는 것이 더 좋을 것 같다. 소조때 대상분포에서 *B. biplicata* 개체군의 평균밀도를 41마리/m²로 계산했다. 아울러 분포면적은 분포수심 폭 (1.3 m)과 경사도 (1:48)와 모래해안 길이 (190 m)로 구할 수 있는데 그 값은 11,856 m²이었다. 평균밀도와 분포면적을 알면 개체군 크기를 짐작할

수 있다. 겨울철 방죽포에 사는 *B. biplicata* 개체군을 4.8 × 10⁶마리로 보았다. 그러나, MSL 아래 203 cm보다 깊은 곳에도 이 종이 분포하지만 채집할 수 없어 분포수심에서 뺀기 때문에 이 추정값은 실제보다 낮다.

Gnewuch and Croker (1973)는 *M. stellifera* 미성체와 만카유생이 여름에 성체보다 1~2 m 더 깊은 곳에 분포한다고 했다. 이러한 현상이 겨울철 *B. biplicata*에서 나타났다 (Table 2와 3). 소조때 최고밀도가 나타나는 수심대에서 미성체와 만카유생이 높은 비율로 분포하고 성체는 이보다 30~70 cm 정도 얕은 곳에 나타났다. 이렇게 미성체와 만카유생이 성체보다 깊은 곳에 머무는 것은 모래이동과 물 흐름 등 물리적 요인과 먹이와 포식자 회피 등 생물적 요인에 적응한 결과로 여겨진다. 발생 단계별로 분포수심을 달리하는 것은 먹이와 공간을 둘러싼 종내경쟁을 줄이는 데 기여할 것이다.

요 약

쿠마류 *Bodotria biplicata*의 조하대 대상분포를 돌산도 모래해안의 쇄파대에서 조사했다. 1993년 1월 소조와 대조때 수심 1 m의 표층과 저층, 그리고 바닷가에서 쿠마류를 1조석주기 동안 한 시간마다 썰때 네트로 3회 반복 채집했다 (시료수=225개). 조하대에서 가장 우점한 *B. biplicata*는 저층에서 밀도가 가장 높았고 표층에서는 전체 생물량의 약 0.6%가 채집되었다. 소조때 평균 밀도는 대조때보다 조금 높았다. 채집 생물량은 조하대 수심의 영향을 받았다. 밀도 변화는 주야주기나 밀물-썰물보다 조하대 수심과 더 관련이 있었다. 조사기간에 주야 수직 이동은 뚜렷하지 않았다. 소조와 대조때 모두 *B. biplicata* 개체군은 낮은 저조 (LLW) 아래 약 90 cm 되는 곳에서 밀도가 가장 높았다. 그러므로 이 종은 2주 주기로 해안 쪽과 바다쪽으로 수평이동하는 듯하다. *B. biplicata*가 조하대 모래바닥을 이동하는 속도와 거리는 모래해안의 기울기와 조차에 따라 달라질 것이다. 개체발생 단계별로 분포양상이 달랐고 미성체와 만카유생이 성체보다 깊은 곳에 분포했다. 이것은 먹이를 둘러싼 종내경쟁을 줄이는 데 기여할 것 같다.

사 사

현장 채집과 실험실 작업을 도와준 유옥환씨에게 감사합니다. 아울러 이 논문의 부족한 점을 지적해 주신 심사위원 두 분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Akiyama, T. 1995. Circatidal swimming activity rhythm in a subtidal cumacean *Dimorphostylis asiatica* (Crustacea). *Mar. Biol.*, 123, 251~255.
- Akiyama, T. and M. Yoshida. 1990. The nocturnal emergence activity rhythm in the cumacean *Dimorphostylis asiatica* (Crustacea). *Biol. Bull.*, 179, 178~182.
- Brown, A. C. and A. McLachlan. 1990. *Ecology of Sandy Shores*. Elsevier Press, Amsterdam, 186 pp.
- Chapman, J. W. 1984. The adaptive value of vertical migration for molting, reproduction, feeding, dispersal and predator avoidance by *Oxyurostylis pacifica* (Cumacea, Peracarida) in Mugu Lagoon, California. Ph.D. thesis, Univ. Calif. Santa Barbara, 117 pp.
- Corey, S. 1970a. The quantitative distribution of three Cumacea (Crustacea, Peracarida) in Kames Bay, Scotland. *Can. J. Zool.*, 48, 925~930.
- Corey, S. 1970b. The diurnal vertical migration of some Cumacea (Crustacea, Peracarida) in Kames Bay, Isle of Cumbrae, Scotland. *Can. J. Zool.*, 48, 1385~1388.
- 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.
- Gamo, S. 1964. On three new species of Cumacea from the southern Sea of Japan. *Crustaceana*, 7, 241~253.
- Given, R. R. 1970. The Cumacea (Crustacea, Peracarida) of California: systematics, ecology and distribution. Ph.D. thesis, Univ. South. Calif., 286 pp.
- Gnewuch, W. T. 1972. Studies on the biology of *Mancocuma stellifera* Zimmer, 1943 (Crustacea: Cumacea). Ph.D. thesis, Univ. New Hampshire, 160 pp.
- Gnewuch, W. T. and R. A. Croker. 1973. Macrofauna of northern New England marine sand. 1. The biology of *Mancocuma stellifera* Zimmer, 1943 (Crustacea: Cumacea). *Can. J. Zool.*, 51, 1011~1020.
- Hale, H. M. 1943. Notes on two sand-dwelling Cumacea (*Gephyrocuma* and *Picrocuma*). *Rec. S. Aust. Mus.*, 7, 337~342.
- Kang, B. J. 1994. A systematic study on Korean Cumacea (Crustacea, Malacostraca). M.S. thesis. Dankook Univ., 47 pp. (in Korean)
- Macquart-Moulin, C. 1991. La phase pelagique nocturne des Cumacés. *J. Plankton Res.*, 13, 313~337.
- OHA (Office of Hydrographic Affairs, Korea), 1993. *Tide Tables*, Vol. 1, OHA, Inchon, 250 pp.
- Omori, M. and T. Ikeda. 1984. *Methods in Marine Zooplankton Ecology*. John Wiley and Sons Inc., New York, 332 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.
- Watkin, E. E. 1942. The macrofauna of the intertidal sand of Kames Bay, Millport, Buteshire. *Trans. Roy. Soc. Edinb.*, 60, 543~561.
- Wieser, W. 1956. Factors influencing the choice of substratum in *Cumella vulgaris* Hart (Crustacea, Cumacea). *Limnol. Oceanogr.*, 1, 274~285.

1996년 7월 15일 접수
1996년 12월 23일 수리