

제주도 주변 용승역의 생물생태학적 기초 연구 -부유성 동물플랑크톤의 현존량과 분포특성-

고유봉 · 오봉철 · 최영찬
제주대학교 해양학과

Bioecological Studies in the Upwelling Area of Cheju Island -Standing Stock and Distribution of Pelagic Zooplankton-

You-Bong GO, Bong-Cheol OH and Young-Chan CHOI
Department of Oceanography, Cheju National University

Daytime surface zooplankton were collected bimonthly from April 1993 to March 1994 at six stations around upwelling and adjacent areas of Gosan, western part of Cheju Island. This paper deals with the occurrence, biomass and some other characteristics of zooplankton in these areas. Copepods had two peaks in the abundance in June (235 ind./m³) and November (301 ind./m³), but were not especially abundant in upwelling area. While gelatinous organisms seldom occurred in the upwelling, and the outer area with high density of 75 ind./m³ (in June) and 458 ind./m³ (in November) at the intermediate area, seasonal values of biomass with mean of 35.8 mg/m³ were the highest in November and the lowest in January. Abundance of chaetognaths (mainly *Sagitta* spp.) ranged 15~37 inds./m³, and carcasses of *Sagitta* occurred very highly in the upwelling area in June (54% of total *Sagitta* organisms) and November (70.5%). Especially 48~77% of *Sagitta* individuals in upwelling area in November was attached by *Oncaea mediterranea*, *O. venusta* and *Candacia bipinata*. Pteropods with shells were sampled only in the upwelling area during strong upwelling season (November, 27~64 ind./m³), indicating the characteristics of ascending behavioral adaptation from the bottom water by upwelling.

Key words : upwelling area, Cheju Island, zooplankton, copepods, gelatinous zooplankton, pteropods

서 론

일반적으로 용승역에서는 영양염의 농도가 높아서 1차생산이 원활히 이뤄지고 (Mitchell and Walker, 1991), 유기현탁물의 높은 퇴적률과 유기물의 집중을 보이므로써 (Birch, 1975), 높은 생물 생산력을 유지한다. 이러한 용승역의 인근역에는 고차영양단계 생물의 산란장이 존재하며, 산란장으로 부터 난과 유생들의 운반 및 가입에 지대한 영향을 끼치는 물리적인 특성 (Shelton and Hutchings, 1982)도 동시에 존재한다. 특히 생물학적 추이도 동물플랑크톤의 생산과 이동을 포함하여 이들 개체군의 뚜렷한 변동을 야기시킬 수 있어서, 용승역에서의 특성 규명을 위해서는

물리·화학적 및 생물학적 연구가 동시에 복합적으로 이뤄져야 한다.

제주도 서부 해역은 황해난류수와 황해저층냉수가 이동하는 길목이고, 여름철에는 양자강 연안수가 영향을 미치며, 서부 연안역인 고산 앞바다는 6월과 11월에 연안용승현상이 뚜렷하게 나타나는 곳이다 (Pang and Kim, 1993; Kang, 1994). 제주도 서남해역은 다른 해역에 비해서 영양염이 풍부할 뿐 아니라 (Choi and Mun, 1991), 동물플랑크톤의 생물량과 생산량도 높은 해역이고 (Oh, 1987), 부유성 갑각류만을 대상으로 분석한 P/B비도 비교적 높게 나타나고 있어서 (Go et al., 1994), 이 해역에서의 동물플랑크톤 출현과 분포양상등의 특성은 매우 특이할 것으로

예상된다.

본 연구에서는, 제주도 서부 고산 연안에 시기적으로 형성되는 소규모의 연안 용승해역과 그 인접해역에 많이 출현하는 부유성 요각류 (Copepoda), 화살벌레류 (Chaetognatha), 유각익족류 (Pteropoda with shell) 및 젤라틴성의 동물플랑크톤 (Siphonophora, Thaliacea)을 대상으로, 이들의 출현특성과 분포양상 및 현존량의 추이등을 밝혔다. 또한 본 연구해역에서 *Sagitta* 사체의 대량 출현과 환경특성요인 관계 및 *Sagitta*와 *Oncaea*와의 서로 먹고 먹히는 관계등도 함께 논의 하였다.

재료 및 방법

시료는 1993년 4월 부터 1994년 3월 까지 제주도 서부 고산연안역에서 격월로 채집 되었다. 채집은 모두 6개의 정점을 선정하여 (Fig. 1) 각 정점에서 표층을 약 1 m/sec의 속도로 10분간씩 예인하였다. 채집에 사용된 네트는 망목 330 μ m의 원추형 플랑크톤 네트 (망구 지름: 56 cm, 전장: 1.7 m)이고, 망구앞에 여과

수량계 (Rigosha Co., Hydrobios Co.)를 장착하여 정량 채집을 행하였다. 채집된 시료는 선상에서 채집 즉시 약 5%의 포르말린-해수 용액에 고정시켰다.

실험실로 옮겨진 시료는 Folsom 분할기로 나눠 해부현미경하에서 각분류군별로 기초분류한후 필요한 경우에는 고배율 광학현미경을 이용하여 종수준까지 동정·계수 하였다. 습중량 측정은 사체와 유기쇄편 등의 이물질을 모두 제거하고 여과지상에서 표면수를 최대한 제거한 후에 천칭 (Sartorius Co. 55)을 이용하여 0.1 mg 단위까지 측정하였다.

화살벌레류인 *Sagitta*의 생체와 사체 (carcass)의 구분은, 몸체의 상태가 지느러미 손상 이외에는 거의 완전하게 가깝고 체액의 손실이 없는 것을 생체로 하고, 체액이 거의 손실되어 외피와 근육질만이 남아 있어서 끈모양에 가까운 것을 사체로 구분하여 계수하였다. 사체의 계수시에 몸체가 완전히 잘라져 있는 경우는 두부가 달려 있는 것만을 취했다. 사체의 출현 비율은 사체/(사체+생체) \times 100%로 나타내었다.

결 과

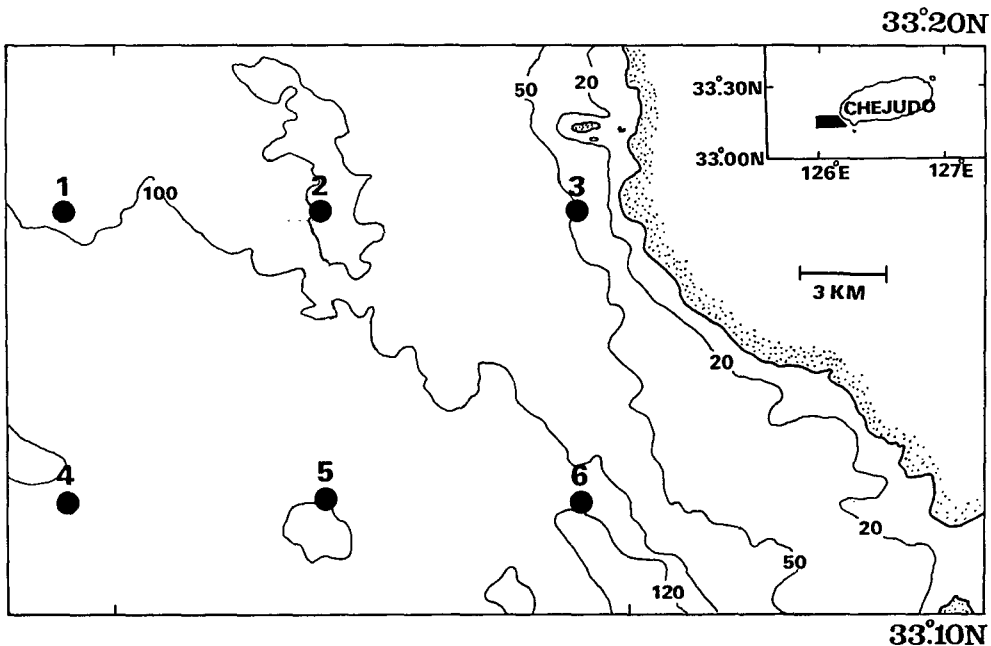


Fig. 1. Map of the sampling locations in western area of Cheju Island, April 1993-March 1994. Depth are in meters. Stations 3 and 6 are located in coastal upwelling area.

1. 주요 동물플랑크톤의 출현과 현존량

본 연구해역에 출현하는 동물플랑크톤은 요각류, 관수모류, 화살벌레류 및 유각익족류이고 이들 주요 그룹의 출현종 목록을 Table 1에 정리하였다. 이들 5 그룹의 출현종은 총 20과 54종 9미동정 종이었다. 전체 평균 개체수 혹은 생물량에서 5% 이상을 보이는 주요종은 관수모류의 *Diphyes* spp., 화살벌레류의 *Sagitta bedoti*, *Sagitta enflata*, 요각류의 *Calanus sinicus*, *Paracalanus indicus*, *Acartia omorii*, *Acartia steueri*, *Oi-*

thona plumifera, *Oithona similis*, *Oncaea venusta*, *Corycaeus affinis*, 유각익족류의 *Styliola subula* 등이었고, 이들 주요종은 대부분 Kuroshio 난류역에서 흔히 발견되는 생물이었다.

조사기간중 요각류의 평균개체수는 6월과 11월에 각각 235 ind./m³, 301 ind./m³로 2차례에 걸쳐 피크를 보이고, 1994년 1월과 3월에는 매우 적은 수의 출현을 보여, 초여름과 늦가을에 많이 출현하는 경향을 보였다. 정점별로는 6월에 정점 4에서 높은 값 (370 ind./m³)

Table 1. Zooplankton taxa identified from the Gosan upwelling area, western Cheju Island, April 1993-March 1994

Siphonophora	
Calyconectae	<i>Diphyes</i> spp.* <i>Abylopsis</i> (<i>eschschoeltzi</i> ?)
Chaetognatha	
Sagittidae	<i>Sagitta bedoti</i> *, <i>Sagitta enflata</i> *, <i>Sagitta nageae</i> , <i>Sagitta pacifica</i> , <i>Sagitta robusta</i> , <i>Sagitta regularis</i> , <i>Sagitta</i> spp.
Pterosagittidae	<i>Pterosagitta draco</i>
Copepoda	
Calanidae	<i>Calanus sinicus</i> *, <i>Calanus minor</i> , <i>Calanus pauper</i> , <i>Calanus tenicornis</i> , <i>Undinula ini</i> , <i>Undinula vulgaris</i>
Eucalanidae	<i>Eucalanus subtennis</i> , <i>Eucalanus mucronatus</i> , <i>Rhincalanus cornatus</i>
Paracalanidae	<i>Paracalanus aculeatus</i> , <i>Paracalanus indicus</i> *, <i>Ctenocalanus longicornis</i>
Calocalanidae	<i>Calocalanus pavo</i> , <i>Calocalanus plumulosus</i>
Euchaetidae	<i>Euchaeta marina</i> , <i>Euchaeta concinna</i>
Scolecithricidae	<i>Scolecithrixella minor</i> , <i>Scolecithrix danae</i> , <i>Scolecithrix ricobarica</i>
Centropagidae	<i>Centropages bradyi</i> , <i>Centropages gracillius</i> , <i>Centropages logicornis</i> , <i>Centropages orsini</i> , <i>Centropages furcatus</i>
Temoridae	<i>Temora discodata</i> , <i>Temora stylifera</i>
Candaciidae	<i>Candacia bipinata</i> , <i>Candacia truncata</i> ,
Pontellidae	<i>Labidocera acuta</i> , <i>Labidocera detruncata</i>
Acartiidae	<i>Acartia danae</i> , <i>Acartia omorii</i> *, <i>Acartia steueri</i> *, <i>Acartia</i> sp.
Oithonidae	<i>Oithona plumifera</i> *, <i>Oithona similis</i> *, <i>Oithona</i> spp.
Oncaeidae	<i>Oncaea mediteranea</i> , <i>Oncaea venusta</i> *
Corycaeidae	<i>Corycaeus affinis</i> *, <i>Corycaeus speciosus</i> , <i>Corycaeus pacificus</i> , <i>Corycaeus</i> spp.
Macrosetellidae	<i>Setella gracilis</i>
Pteropoda	
Cavoliniidae	<i>Creseis</i> (<i>virgula</i> ?), <i>Styliola subula</i> *, <i>Hyalocylis</i> (<i>striata</i> ?)
Thaliacea	
Salpidae	<i>Salpa</i> (<i>fusiformis</i> ?)

*5% or more in individual number or wet weight.

Table 2. Occurrence of gelatinous zooplankton (GZ, Siphonophora and Thaliacea) and pteropods (PT) with shell, and relative percentages of *Sagitta* and carcass of *Sagitta* in June (November) 1993

Stations	Density(ind./m ³)		Relative percentages(%) (<i>Sagitta</i> as its carcass)
	GZ	PT	
1	15(7)	0(0)	8(11)
2	78(75)	0(3)	12(2)
3	9(18)	0(27)	54(67)
4	10(7)	0(0)	12(6)
5	458(85)	0(0)	18(14)
6	20(65)	0(64)	43(74)

Table 3. Annual mean percentages (ranges) in density and in the biomass (wet weight) of the ten zooplankton groups around the coastal upwelling area of Gosan, western Cheju Island, April 1993-March 1994

Zooplankton groups	Percentage (%)	Percentage (%)
	(ind./m ³)	(mg wet wt./m ³)
Siphonophora	10.2 (0.2~55.6)	14.1 (0.3~70.7)
Chaetognatha	5.6 (2.3~12.5)	9.5 (3.6~16.2)
Cladocera	1.2 (0 ~27.5)	0.7 (0 ~10.3)
Copepoda	71.4 (46.5~98.2)	58.1 (37.9~89.1)
Amphipoda	0.4 (0 ~ 0.7)	0.8 (0 ~ 1.5)
Decapoda	0.5 (0 ~ 2.2)	0.9 (0 ~ 3.9)
Euphausiacea	1.6 (0 ~ 4.5)	2.3 (0 ~ 6.2)
Pteropoda	5.1 (0 ~20.1)	9.3 (0 ~39.2)
Appendicularia	2.5 (0.2~ 7.8)	1.1 (0.1~ 4.6)
Thaliacea	1.5 (0 ~ 9.7)	3.2 (0 ~16.4)

을 보이고, 11월에는 정점 6에서 최대값 (551 ind./m³) 을 보였다.

젤라틴성의 동물플랑크톤은 6월에 정점 2에서 78 ind./m³, 정점 5에서 458 ind./m³ 로 다량 출현하고 그 외의 정점에서는 극히 소량만이 출현하였다. 11월에도 정점 2에서 75 ind./m³ 정점 5에서 85 ind./m³을 나타내어 6월과 11월 모두 정점 1, 정점 3, 정점 4 및 정점 6에서는 극소량만이 출현하는 반면 정점 2와 정점 5에서 대량으로 출현하는 경향을 보였다 (Table 2).

유각익족류는 정점 3에서 27 ind./m³, 정점 6에서 64 ind./m³를 나타내고 그 이외의 정점에서는 전혀 출현하지 않거나, 10 ind./m³미만에 불과하여 외해역에 비하여 연안역에서 절대적으로 높은 출현을 나타내었다 (Table 2).

각 분류군별 주요 동물플랑크톤의 개체수와 습중량의 연간 평균비율을 Table 3에 정리 하였다. 개체수에 있어서는 요각류가 71.4%(46.5~98.2%)를 나타내어 가장 높은 비율을 보였다. 그 다음으로 관수모류가 10.2%(0.2~55.6%), 화살벌레류 5.6%(2.3~12.5%), 유각익족류가 5.1%(0~20.1%)를 나타내어 주요 그룹에 속하였으며, 지각류, 단각류, 십각류 (거의 유생), 난바다곤쟁이류, 미충류 및 Thaliacea는 0.4~2.4% 정도에 그쳤다. 전 동물플랑크톤의 평균 습중량은 35.8 mg/m³로 11월에 가장 높고 (49.7 mg/m³) 1월에 가장 낮았다 (8.21 mg/m³) · 습중량으로 나타낸 각 생물그룹이 점유하는 비율은 요각류가 58.1%(37.9~89.1%)로 가장 높았으나, 개체수에서 차지하는 비율보다는 낮았다. 그 다음으로 관수모류가 14.1%(0.3~70.7%)

를 차지하여 개체수에서의 비율보다 높았다. 화살벌레류도 9.5% (3.6~16.2%)를 차지하여 익족류 9.3% (0~39.2%)와 더불어 습중량의 면에서는 높은 기여도를 보였다. 그 이외의 그룹은 모두 합쳐서 3.2% 이하에 불과하였다.

2. 용승역에서의 몇가지 특성

본 조사에서 화살벌레류의 사체 (Fig.2-A)가 채집정점에 따라서 매우 다르게 출현하는 특징이 발견되었다. 특히 정점 3에서 37 ind./m³, 정점 5에서 16 ind./m³로 피크를 보였지만, 그 외의 정점에서는 극히 낮은 출현을 나타냈다. 사체의 출현비율도 6월에 정점 3에서 54%, 정점 6에서 43%를 보여 피크를 나타내고 그 이외의 정점에서는 9~18%에 불과하였다. 또한 11월에도 정점 3에서는 67%, 정점 6에서 74%을 나타내었지만, 그 이외의 정점에서는 2~18%에 지나지 않아 6월과 11월 모두 연안층 정점에서 매우 높은 비율의 사체가 채집되는 특징을 보였다 (Table 2).

화살벌레류인 *Sagitta*가 요각류 *Oncaea*의 제2소각에

의해 달라붙어 있는 상태로 대량 채집되었다 (Fig.2-B). 6월의 경우 그 부착률이 10% 내외로 낮았는데 비하여 11월에는 부착 비율이 높아져, 정점 3에서 48%, 정점 6에서 71%를 나타냈지만 그 이외의 정점에서는 6월과 동일한 수준인 10% 전후에 머물러 있었다. 이것은 외양층 보다는 용승현상이 뚜렷한 연안층의 정점에서 *Oncaea*의 부착률이 극히 높게 나타나고 있음을 보여주고 있다.

유각익족류는 연안층의 정점 3 (27 ind./m³)과 정점 6 (64 ind./m³)에서 높은 밀도를 나타내고 그 이외의 정점에서는 극소수 (10 ind./m³)에 불과하여 외양층의 정점에서보다 연안층의 정점에서 절대적으로 높은 값을 보였다.

한편 젤라틴성의 동물플랑크톤은 6월에 연안층의 정점에서는 극소수에 불과하고, 인접하는 중간층 정점 2 (78 ind./m³)와 정점 5 (458 ind./m³)에서만 다량으로 출현하는 특성을 보였다. 이와 같은 특징은 11월 (정점 2: 75 ind./m³; 정점 5: 85 ind./m³)에도 동일하게 나타나는 특징이었다 (Table 2).

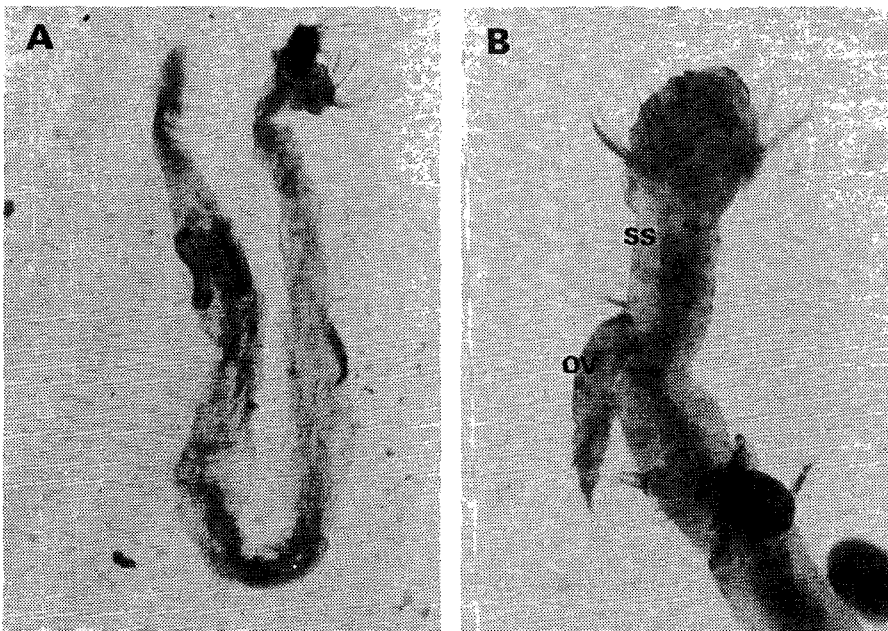


Fig. 2. Micrograph of *Sagitta* carcass (A) and the *Sagitta* attached by *Oncaea* (B).
OV, *Oncaea venusta*; SS, *Sagitta* sp.

고찰

제주도 서부해역은 연안용승해역으로 해류가 제주도를 시계방향으로 선회하면서 용승이 발생한다 (Kim and Lee, 1982). 본 연구의 시료 채집과 동시에 이루어진 조사해역의 연안측은 수온, 염분, 영양염류 등의 물리·화학적 성분들의 수직 및 수평분포도에서 용승의 징후가 확인되었으며, 6월과 11월에 뚜렷하고, 본 조사의 정점 3과 정점 6은 연안용승역에 포함되고 있다 (Pang and Kim, 1993; Kang, 1994).

요각류 전체의 출현 개체수는 연안 용승현상이 강한 6월과 11월에 걸쳐 피크를 보며, Go et al. (1994)이 제주도 주변 연안역에서 연차적으로 조사한 요각류의 유생이 5월에서 9월에 걸쳐서 높은 출현율을 보이고, 성체는 5월과 11월에 가장 높은 출현율을 나타낸다는 결과와 거의 일치하고 있었다. 이는 용승에 의하여 생물생산량이 높아진 결과라기 보다는 제주도 주변역에서 우점하는 주요 요각류의 계절변동 및 번식시기와 관련이 있다고 생각된다. 제주도 주변연안역에서 주요종에 속하는 *Paracalanus indicus*, *Calanus sinicus*, *Acartia steueri*, *Oithona plumifera*, *Oncaea venusta*, *Corcycaeus affinis*는 대체적으로 이 시기에 높은 출현율을 보이는 점 (Go et al., 1994)이 이를 뒷받침 해주고 있다고 할 수 있다.

그러나 관수모류와 *Thaliacea* 등 젤라틴성의 동물플랑크톤은 본 조사해역에서 뚜렷한 연안 용승현상이 발생하는 6월과 11월에 매우 높은 밀도로 인접하는 중간의 정점에서만 다량 출현하고, 용승류가 존재하지 않은 외해역과 연안 용승현상이 뚜렷히 발견되는 연안역에서는 거의 출현하지 않는 특이한 현상을 볼 수 있었다. 이러한 현상은 연안용승과 관련하여 이·화학적 환경요인 및 이들의 먹이가 되는 부유성 입상물질 등의 분포와 밀접한 관련이 있음을 시사하고 그 분포와 출현의 정확한 매카니즘은 더욱 세밀히 조사되어야 할 것으로 생각된다.

본 조사에서 *Sagitta*의 생체가 아닌, 사망후 분해 과정에 있다고 생각되는 사체가 많이 발견되었다 (Fig. 2-A; Table 2). 특히 본 연구에서 *Sagitta*의 사체는 연안용승역인 정점 3과 정점 6에서 매우 높은 밀도로 출현하고 있었다. 사체는 즉 체액이 거의 소실되어 있으나 형태는 유지되고 있는 것, 소화 혹은

분해 되기 어려운 악모와 두부등만이 남아있는 형태 등으로 발견되었다. 이는 *Sagitta*가 세균에 의한 감염 (Nagasawa and Nemoto, 1984) 자연사망 혹은 포식자에 의한 사망등에 기인한 것으로 추정된다. 연안용승역에서 월등히 높은 비율을 나타내는 것은 운동능력을 상실한 사체들이 해저로 서서히 침강하며 분해의 과정을 거치겠으나 용승하는 상승류의 도움으로 표층부로 부상하고 있을 가능성을 시사하고 있다.

본 조사역에서 무각익족류는 전혀 출현 하지 않았지만, 유각 익족류는 연안용승역인 정점 3과 정점 6에서 매우 높은 밀도로 출현한 반면, 다른 정점에서는 거의 출현하지 않았다. 유각익족류 *S. subula*는 제주도 남부의 문섬 주변에서도 하루중 조류가 일어 섬주위에 상승류가 발생하는 시간대에만 섬주위의 표층 혹은 아표층에 대량으로 출현하는 것이 관찰되었다 (Go and Oh, unpublished data). 유영능력이 부족하여 대부분의 종이 저서성에 속하는 유각익족류는 석회질의 각질을 갖고 있어서, 유영행동이 비중에 의한 침강속도를 보상할 수 있을 것으로 생각되나 용승역과 같이 상승류가 존재하는 해역에서는 부유적응과 먹이 공급등의 환경이 이들에게 유리하게 작용하고 있을 수 있다. 이와같은 추정은 유각익족류가 혼합수역과 같이 더 좋은 환경으로 이동적응하고, 때로는 매우 제한된 지역에 한해서 분포 한다 (McGowan, 1963)는 보고에서도 찾아 볼 수 있다.

육식성 동물은 보통 자신보다 소형이고 약한 동물을 공격하여 포식하는 것이 일반적이지만, 요각류중에서는 자신의 몸체와 비슷하거나 그 이상의 크기의 동물을 공격하는 경우도 있다 (Uye, 1985). *Candacia bradyi*가 *Sagitta enflata*를 (Wickstead, 1959), *Acartia longiremis* (Davis, 1977)와 *Tortanus forcipatus* (Goswami, 1977)가 *Sagitta*를 공격하는 것은 잘 알려져 있다. 본 조사역에서 용승역의 정점에서는 *Oncaea*가 *Sagitta* (생체와 사체)에 높은 비율 (48~71%)로 붙어 있는 것이 발견 되었을 뿐만 아니라, 가끔 *Oikopleura*에도 부착해 있었다. *Oncaea mediterranea*가 *Oikopleura*의 house에서 쉬거나 돌진하고 (Alldredge, 1972), *Geleba cordata*의 mucus feeding web에도 붙어 있으며 (Gilmer, 1972), 18시간 굶긴 *O. mediterranea*는 larval house를 먹는다 (Alldredge, 1972)는 보고가 있지만, 실제 이들이 자연 상태에서 house를 먹고 있는

지, 부유하는 물체에 잠시 의지하고 있는 것인지, 아니면 공생이나 기생관계에 있는지, 혹은 그들이 모아 놓은 nanoplankton을 먹고 있는지는 *Oncaea*의 소화관 내용물 분석과 정확한 구기구조 (mouth part structure)의 해명 등 종합적인 정보가 요구된다. *Pleuromamma xiphias*의 소화관을 주사형 전자현미경 (SEM)으로 관찰한 결과, 본 종은 *Oikopleura*가 여과하여 모아 놓은 nanoplankton도 먹이로 취하는 것으로 보고되고 있다 (Oh, 1992). 저자들은 *Sagitta*가 멈춰 있을 때 *Oncaea*는 유영지를 사용하여 *Sagitta*에 접근하고, 제2안테나의 세제 끝마디에 잡기 쉽게 휘어져 있는 강모로 동체 여러곳을 기어다니다가 예리한 좌우 제2소악으로 찌르면 *Sagitta*는 움짓 움직이기 시작하고 이어서 *Oncaea*의 구기 부속지가 수없이 움직이는 현상을 관찰하였다. 따라서 *Oncaea*가 망내의 고밀도하에서 단순히 *Sagitta*에 매달려 있는 것이 아니고, 공격하여 피부와 육질 혹은 피부에 부착된 물질등을 먹고 있거나 기생하는 것으로 생각되어, 저자들은 그 매카니즘에 대해서 사육실험과 현장관찰등을 통하여 세밀히 추적하고 있다.

요 약

제주도 서부 고산 연안 용승역에 출현하는 표층 부유성 동물플랑크톤의 특성을 밝히기 위하여 용승역과 그 인접 외해역에서 1993년 4월 부터 1994년 3월까지 격월로 부유성 요각류, 화살벌레류, 익족류 및 젤라틴성 동물플랑크톤 (Siphonophora와 Thaliacea)을 조사하였다. 요각류는 6월과 11월에 각각 235 ind./m³, 301 ind./m³로 2차례에 걸쳐 피크를 보여 제주도 주변 연안해역과 일치하고, 출현 개체수에 있어서도 용승역이라고 해서 특별히 높지는 않았다. 젤라틴성 동물플랑크톤은 용승역과 외해역에서는 거의 출현하지 않는 반면, 인접하는 중간역에서만 6월과 11월에 75~458 ind./m³로 다량 출현하는 특성을 보였다. 동물플랑크톤의 평균 생물량은 35.8 mg/m³으로 11월에 가장 높고 1월에 가장 낮았다. 화살벌레류는 *Sagitta*의 사체가 6월과 11월의 용승역에서 43~74%로 매우 높게 나타나는 특징을 보였다. 11월의 용승역에 출현한 *Sagitta*는 48~71%가 요각류인 *Oncaea venusta*, *O. mediterr-*

nea 및 *Candacia bipinata*에 의해 부착된 상태에 있었다. 또한 각을 갖고 있어서 그 분포가 제한을 받는 유각 익족류는 외해역에서는 전혀 출현하지 않은 반면, 용승역에서 용승현상이 강한 시기인 11월에 27~64 ind./m³의 높은 밀도로 출현하므로써 용승에 의한 상승류를 이용, 적응하는 부유성 동물플랑크톤의 특성을 보이고 있었다.

사 사

이 연구를 수행함에 있어서 채집과 분석을 도와준 제주대학교 해양학과 해양생태학 연구실 강형문, 조성환, 김정훈, 강승보, 고광범, 김기표군과 야외채집에 협조해준 제주대학교 해양연구소 조사선 아라2호 선장과 승무원들께 감사사를 드린다. 본 연구는 1993년도 교육부 기초과학 육성연구비의 지원에 의해 수행되었다.

참 고 문 헌

- Alldredge, A.C. 1972. Abandoned larvacean houses: A unique food source in the pelagic environment. *Science*, 177, 885~887.
- Birch, G.F. 1975. Sediments on the continental margin off the west coast of South Africa. Ph.D. Thesis, Univ. Cape Town, 210pp.
- Choi, Y.C. and Y.S. Mun. 1991. A study on seawater in southern coastal area of Cheju Island in April. *Bull. Mar. Res. Inst., Cheju Nat'l. Univ.*, 15, 73~80.
- Davis, C.C. 1977. *Sagitta* as food for *Acartia*. *Astarte*, 10, 1~3.
- Gilmer, R.W. 1972. Free-floating mucus webs: a novel feeding adaptation for the open ocean. *Science* 176, 1239~1240.
- Goswami, S.C. 1977. Development and predation in a calanoid copepod *Tortanus forcipatus* (Giesbrecht). *Indian J. Mar. Sci.*, 69, 154~159.
- Go, Y.B., B.C. Oh, B.Y. Ko and T.J. Sohn. 1994. Sea-

- sonal fluctuation of pelagic copepods on the coast of Cheju Island, Korea. Bull. Mar. Res. Inst. Cheju Nat'l. Univ., 18, 15~26 (in Korean).
- Go, Y.B., H.J. Lee and B.Y. Ko. 1994. Bioecological studies of the eastern coastal area in Cheju Island (III) Standing stocks and production of planktonic crustaceans around U-do. J. Korean Earth Sci. Soc., 15 (1), 272~277. (in Korean).
- Kang, T.Y. 1994. Upwelling phenomenon and chemical properties of seawater in the southern coastal area of Cheju Island. MS. Thesis, Cheju Nat'l. Univ. 60pp. (in Korean).
- Kim, K. and H. Lee. 1982. Vertically homogeneous water along the west coast of Cheju Island. J. Oceanol. Soc. Korea, 17(2), 59~68.
- McGowan, J.A. 1963. Geographical variation in *Limacina helicina* in the North Pacific. In Speciation in the Sea, Harding J. P. and N. Tebble, ed. Systematic Assoc. Pub. 5, 109~128.
- Mitchell-Innes, B.A. and D.R. Walker. 1991. Short term variability during an anchor station study in the southern Benguela upwelling system: Phytoplankton productivity and biomass in relation to species changes. Prog. Oceanogr., 28, 39~64.
- Nagasawa, S. and T. Nemoto. 1984. X-diseases in the chaetognath *Sagitta crassa*. Helgolander Meeresunters., 37, 139~148.
- Oh, B.C. 1987. Studies on the estimation of production and community structure of zooplankton in surrounding sea of Cheju Island. MS. Thesis, Cheju Nat'l. Univ., 67pp. (in Korean).
- Oh, B.C. 1992. Ecological studies on the deep-sea copepods in Sagami Bay, Central Japan. Ph.D. Thesis, Univ. Tokyo, Japan, 213pp. (in Japanese).
- Pang, I.C. and T.H. Kim 1993. Upwelling in the western sea of Cheju Island. Bull. Mar. Res. Inst., Cheju Nat'l. Univ., 17, 1-12 (in Korean).
- Shelton, P.A. and L. Hutchings. 1982. Transport of anchovy, *Engraulis capensis* Gilchrist, egg and early larvae by a frontal jet current. J. Cons. Perm. Internat'l Explor. Mer, 40, 185~198
- Uye, S. 1985. The role of zooplankton in the coastal ecosystem. Bull. Coastal Oceanogr., 22(2), 176~189 (in Japanese).
- Wickstead, J. 1959. A predatory copepod. J. Anim. Ecol., 28, 69~72.

1996년 1월 6일 접수

1996년 3월 9일 수리