

## 제주해협에서의 이료생물 분포에 따른 갈치어장의 변동특성

김상현 · 노홍길

제주대학교

(2001년 12월 27일 접수)

## The Fluctuation of Fishing Grounds of Hairtail, *Trichiurus lepturus* in the Cheju Strait by the Distribution of Feeding Biomass

Sang-Hyun KIM and Hong-Kil RHO

Cheju National University

(Received December 27, 2001)

### Abstract

Biomass distribution of zooplankton showed its lowest level in June in the Cheju Strait, and the highest one was noticed in November when the secondary productivity is considered high.

The highest biomass of zooplankton appeared in the sea areas of Sta. 14 and 11 respectively with relation to oceanographic conditions and wet weight of biomass. The positions were the center part of the Cheju Strait, while the sea area of the South Sea of Korea and the northern coast of Cheju Island showed relatively low biomass distribution. The characteristic of the sea area where biomass was densely distributed was it was in patch shape. Meanwhile, biomass distribution was higher in the northern sea area of Cheju Island than in the coastal sea of the South Sea of Korea. It shows formation of hairtail fishing grounds is closely related to biomass distribution in the Cheju Strait. In addition, high biomass is displayed in the center part of the saddle shaped ocean, a boundary of the heterogeneous water mass as a feature of fall oceanographic condition.

Good fishing grounds of a hairtail in the Cheju Strait were formed outside of the sea area that showed patch-shaped high biomass distribution.

### 서론

어류의 생활사에 있어서 먹이생물의 섭이는 제 1차적인 기능을 갖는 것으로 섭이에 의하여 생장·발육·번식이라고 하는 생물체의 기본적인 기능을 영위하여 간다고 하며(林知夫, 1970), 이

들 중 청어과의 어류는 산란직전에 연안에서 식물플랑크톤을 섭이하고(Cushing, 1978), 심해성 민대구와 고등어는 대체로 역학적경계의 외측에서 동물플랑크톤을 섭이하는 특징을 나타냄으로써 먹이연쇄에 의하여 그 외해역에는 다랑어어장이 형성된다고 하였다(Cushing, 1982).

이와 같은 기능에 있어서 갈치(Hairtail, *Trichiurus lepturus*)도 섭이 활동을 하는데 일본 紀伊水道에 서식하는 갈치의 식성 등에 대한 연구에서 위 내용물 조성의 선택성에 있어서 가장 많은 비율을 차지하는 것이 어류이고, 어류 중에서도 *Bregmaceros japonicus*(날개멸), *Trichiurus lepturus*(갈치), *Sardine*(정어리)의 순으로 선택하였으며, 어류 다음으로는 새우·게류(Crustacea), 부유성갑각류(Planktonic Crustacea), 두족류(Cephalopoda), 화살벌레류(Sagittidae)의 순으로 나타냈다(阪本俊雄, 1982). 이러한 결과는 지리적인 특성을 반영하겠지만 다른 연구(鈴木清·木村清志, 1980, 大森 信·清野由己, 1993)에서도 이와 같이 비슷한 양상을 나타내고 있다.

그러므로 본 연구에서는 저서어종이면서 식성이 다양한 갈치(Hairtail, *Trichiurus lepturus*)를 대상으로 이료생물 분포에 따른 갈치어장 변동특성을 분석하기 위해, 먹이사슬 관계에 있어서 고차단계에서 저차 먹이사슬단계로 진행되어 각종 어류의 제1차적인 섭이형태를 보이고 있는 동물플랑크톤의 개체수, 습중량을 정량화하여 제주해협에서의 이료생물 변동에 따른 갈치어장 형성과의 관계를 비교·분석하고자 하였다. 따라서 이러한 이료생물의 변동 특성에 따른 어장형성과의 관계를 규명하여 어·해황 정보의 정도향상에도 기여하고자 하였다.

### 자료 및 방법

Fig. 1에 나타낸 바와 같이 제주해협내에 남북으로 4개의 관측 Line을 설정하여 1992년 6월부터 1993년 5월까지 1993년 1월을 제외한 기간 동안에 월별로 해협내의 해양환경을 CTD(SBE-19, Sea Bird Co.)로 조사(●)하였으며, 각 관측점에서 이료생물 분포를 알아보기 위한 시료를 채집(◎)하였다. 채집은 해양생물채집에 사용되는 자치어 네트(망입구 : 1.13m의 Ring Net, 망목 : 0.33mm, 전장 : 3m)를 사용하였으며, 이때 망입구에는 유숙계(Tsurumi Seiki Co.)를 부착하였다. 채집네트는 조사정점에 도착한 후 투하하여 약 3Knots의 속도로 10분간 수평 예인하였다.

채집된 시료는 선상에서 즉시 약 5%의 중성 포르말린 해수용액으로 고정한 후 실험실로 운반하여 Folsom 분할기(Splitter)로 분할한 후 계수를 실시하였다. 분할된 시료의 습중량은 GF/C Filter (Whatman)로 여과하여 간격수를 제거시킨 후 천칭을 이용하여 0.1mg 단위까지 측정된 후 단위 체적당으로 환산하였으며, 이때 여과수량계의 회전수에 의한 여과수량은 정량적으로 나타내기 위해 무망시험(Calibration)을 행하여 다음식에 의하여 계산하였다.

$$V = \pi r^2 \cdot 100t/T$$

단, V : 총여과수량( $m^3$ )

r : net의 반경(0.565m)

t : 여과수량계의 회전수

T : 무망시험시의 여과수량계의 평균회전수(861)

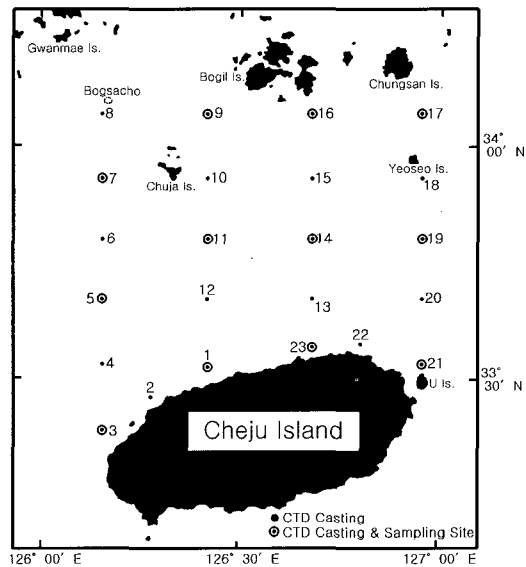


Fig. 1. Map showing the sampling site(◎) and hydrographic stations(●) in the Cheju Strait.

제주해협에서는 갈치어장이 5월부터 해협의 동서 양쪽입구에서 시작된 후 12월까지 지속되어 소멸되는 특성을 나타내 이때의 갈치어장 형성위치와 습중량 분포 특성을 비교하기 위하여 동서

기에 제주해협에서 조업하는 갈치채낚기 및 안강망어선의 조업일지를 수집하여 그 위치 및 어획량을 도시하였으며 이료생물(동물플랑크톤의 습중량) 분포와 비교·분석하였다. 이때 제주해협의 남북단면을 제주도 연안역(정점 3, 1, 23, 21), 제주해협의 중앙부(정점 5, 11, 14, 19), 한국남해연안역(정점 7, 9, 16, 17)으로 구분하는 정점에서 채집된 동물플랑크톤의 개체수(ind./m<sup>3</sup>)와 습중량(mg/m<sup>3</sup>)으로 구하여 이료 생물분포와 해황(海況) 및 갈치 어장과의 관계를 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1) 현존량의 월별 변화

조사기간 동안의 월별 평균 습중량 및 평균 개체수를 Fig. 2에 나타냈다.

6월에 제주해협에서는 관측기간 중 가장 낮은 습중량(14.2mg/m<sup>3</sup>)과 개체수(252.6ind./m<sup>3</sup>)를 나타냈으며, 6월 이후 조금씩 증가하기 시작하여 8월까지 증가 경향을 보이다가 9월에 다소 감소경향을 나타낸 후, 10월에 급격히 증가하여 842.1mg/m<sup>3</sup>, 3,637.5ind./m<sup>3</sup>의 높은 습중량과 개체수 분포를 보인 후, 11월에 1,048.2mg/m<sup>3</sup>, 6,186.3 ind./m<sup>3</sup>의 가장 높은 분포를 나타냈다. 그리고 12월에는 9월 수준까지 급격하게 떨어져 2월 이후 5월까지 낮은 수준을 유지하였다.

제주해협에서 주년에 걸친 유사한 연구가 거의 수행되지 않아 비교 하기는 어렵지만 월별 변화의 폭이 상당히 크게 나타나고 있다. 우리나라의 연안에서의 생물량 계절변동은 봄 4월과 가을 10월에 극대를 나타내지만 가을의 현존량이 높고(Kim, 1972), 여수부근 해역에서도 8월의 평균 295mg/m<sup>3</sup>보다도 11월이 2,873mg/m<sup>3</sup>(심·노, 1982)으로 높게 나타나고 있음을 볼 수 있다. 또한 제주도 남동쪽 신천연안역의 동물플랑크톤의 생물 평균 습중량의 분포에서는 계절변동이 심하여 6~7월에 낮게 나타났고 9월에 최고치를 나타낸 것(Go, 1987)에 비교해 볼 때, 본 조사에서 나타난 월별 평균 습중량 분포는 6월에 최소치가 나타난 것에 대하여는 제주도 연안역과 유사한 결과를 나타냈지만, 최고치는 9월보다 약 2개월 늦은 11

월에 출현하여 여수부근 연안해역이나 우리나라 연안에서의 출현 경향과 일치함으로써 연안천해역과 다소 외해역에서의 연구결과의 차이로 나타난 현상으로 사료된다. 이러한 결과를 종합해 볼 때 제주해협에서는 가을철(11월)에 접어들어 상당히 높은 2차 생산력을 보이고 있다고 할 수 있다.

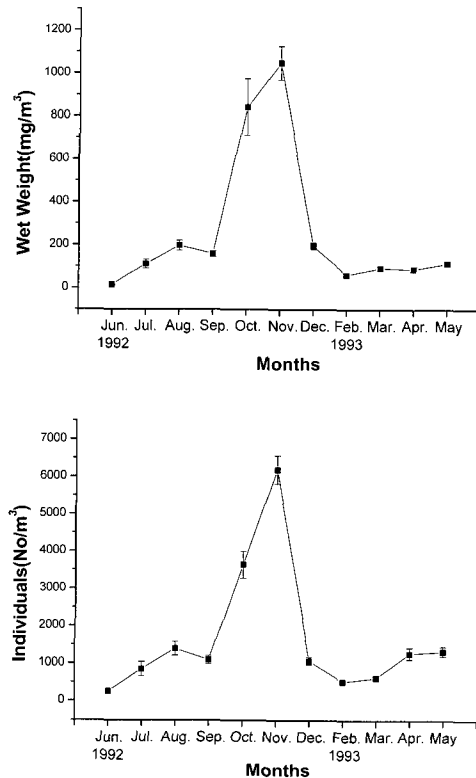


Fig. 2. Monthly variations of zooplankton biomass (wet weight) and number of individuals.

### 2) 현존량의 해역별 변화

정점별 습중량 및 개체수의 평균분포를 Fig. 3에 나타냈다.

한국남해연안역(정점 7, 9, 16, 17)에서는 습중량과 개체수의 분포가 제주해협 중앙부 및 제주도 북쪽연안역에 비하여 대체로 낮게 나타났다. 그렇지만 정점 16에서는 정점 7, 9, 17에 비해 높은 습중량 및 개체수 분포와 편차에 있어서도 높

게 나타나 보길도와 청산도 사이 해역에서 남하하는 연안수의 영향을 강하게 받아 높게 나타나는 것으로 사료된다.

제주해협 중양부(정점 5, 11, 14, 19)에서는 제주해협의 동·서쪽(정점 5, 19) 양입구에서 다소 낮은 분포를 나타냈지만 해협의 중양부인 정점 11에서는 개채수가, 정점 14에서는 습중량이 조사해역 중 주년을 통하여 가장 높게 분포함으로써 해협의 중양부에서도 동쪽해역이 상당히 높은 2차 생산력을 나타내는 해역으로 나타났다.

제주도 북쪽연안역(정점 3, 1, 23, 21)에서는 한국남해연안역에 비하여 다소 높은 습중량 및 개채수를 나타냈으며, 제주도 북서쪽해역(정점 3, 1) 보다 북동쪽해역(정점 23, 21)에서 높은 분포를 나타냈다.

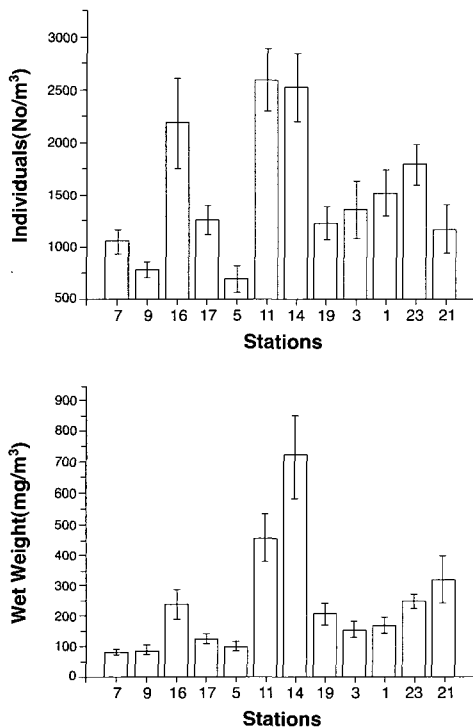


Fig. 3. Biomass(wet weight) and number of individuals of zooplankton in relation to sampling area.

### 3) 해황과 동물플랑크톤 습중량 변동특성

제주해협에서의 수온·염분의 수평분포 및 습중량을 Fig. 4에 나타냈다.

6, 7월 동물플랑크톤의 습중량( $mg/m^3$ ) 분포특성은 관측기간 중 가장 낮은 생물량 분포를 나타내는 시기로 파악되었으며, 제주해협 동·서 양 입구에서  $0.5mg/m^3$ 미만으로 낮은 생물분포를 보이고 있으나, 제주도 북부해역의 함덕연안역(정점 23)과 한국남해안인 보길도 남부역(정점 16)에 상대적으로 높은 분포를 나타냈다. 함덕연안역(정점 23)은 6월이  $7.0mg/m^3$ 이고, 7월이  $50mg/m^3$ 으로 6월보다 7월이 약 7배 많은 분포상황을 보였다. 그러나 보길도 남부역(정점 16)은 함덕연안역의  $1/3 \sim 1/4$ 수준에 불과한 낮은 수준이었다. 습중량 분포에서 보길도 남부해역에 높게 나타나는 것은 보길도 주변해역으로 남하하는 한국남해연안수의 확장으로 인한 영향으로 사료되며, 제주도 북부해역에서 높게 나타나는 것은 김·노(1998)의 결과와 같이 외해역으로 확장하는 것과 같은 형태를 취하고 있는 연안조석 및 용승 등에 의한 결과로 사료된다. 또한 제주해협 서쪽입구의 표층으로 확장하는 저염분수에는 습중량이 낮게 나타나는 것이 특징이었다.

8월에는 6, 7월과 같이 제주도 북부연안역(정점 1)에 높은 습중량( $60.7mg/m^3$ )을 나타냈고, 제주해협의 중양부(정점 14) 및 청산도 남동쪽 해역의 정점 17에는  $25mg/m^3$  이상의 분포를 나타내었다. 그러나 제주도 북서쪽 해역(정점 2)에는 중국대륙 연안수의 주축이 Eddy의 형태로 제주해협내로 유입되고 있으나  $1mg/m^3$  이하의 낮은 생물량 분포를 보이고 있어 6, 7월과 비슷한 결과를 나타냈다.

9월 제주해협에서의 수온·염분의 수평분포는 서로 다른 이질수괴가 해협의 중양부에서 마주쳐 말의 안장과 같은 안상부를 이루고 있는 것이 특징(Kim, 1995)으로 습중량에 있어서 제주도 북부해역인 정점 1과 23에서 제일 낮은  $1mg/m^3$  이하의 분포였다. 그러나 한국남해안역인 보길도 남부해역(정점 16), 추자도 서쪽(정점 7) 및 청산도 남쪽(정점 17) 연안역에 각각  $48.1mg/m^3$ ,  $23.5mg/m^3$ ,  $21.9mg/m^3$ 의 습중량으로 patch 형태의 높은 생물

제주해협에서의 이료생물 분포에 따른 갈치어장의 변동특성

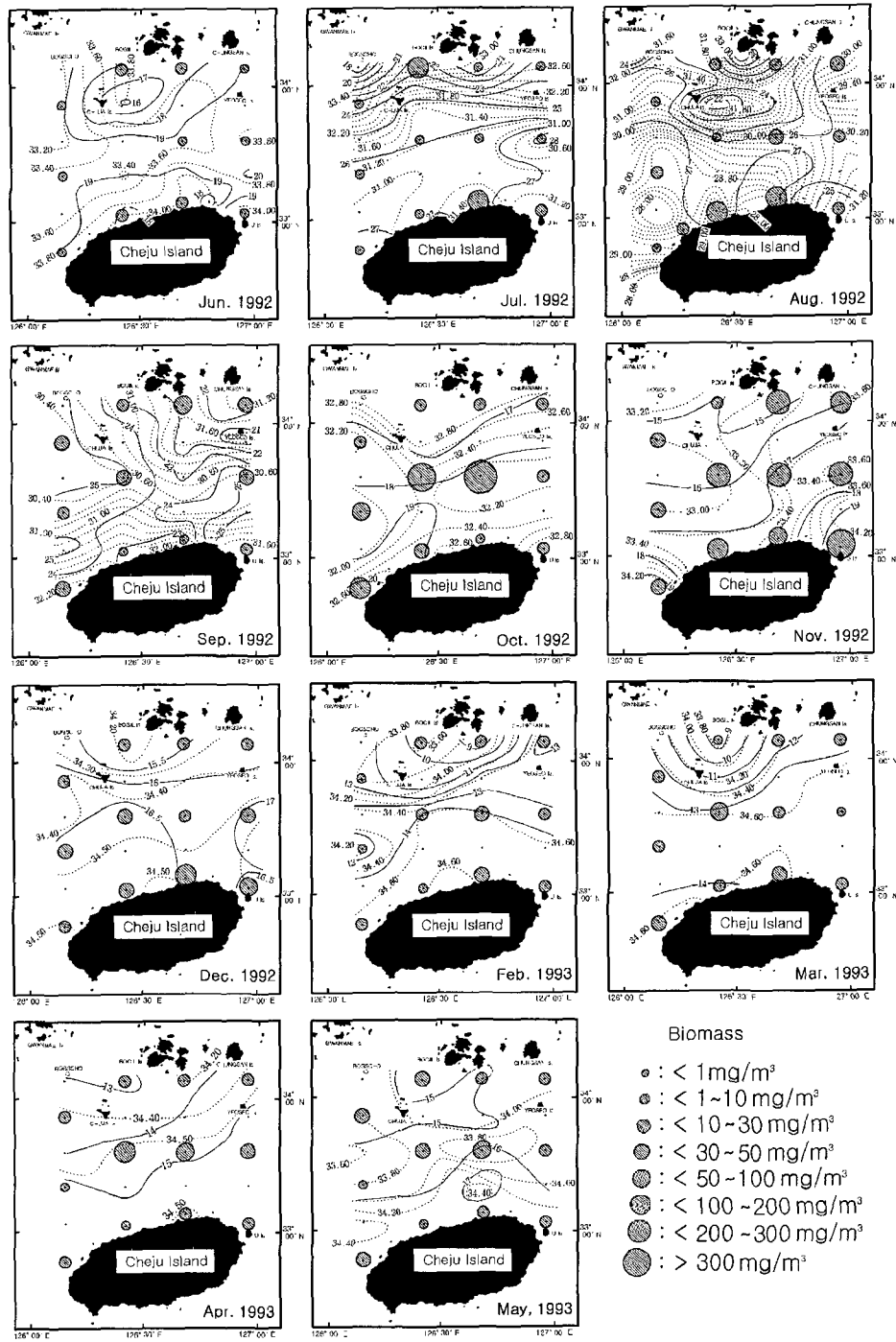


Fig. 4. Horizontal distribution of temperature( $^{\circ}\text{C}$ , —), salinity(psu, ...) and monthly distribution of zooplankton biomass(wet weight,  $\text{mg/m}^3$ ).

량 분포를 나타냈다.

10월에는 9월 이후 전해역에서 습중량이 높게 나타났고, 제주해협 중양부인 정점 11과 14에서 각각  $241.9\text{mg}/\text{m}^3$ ,  $428.7\text{mg}/\text{m}^3$ 으로 patch 형태의 높은 생물량 분포를 나타냈다. 또한 정점 3의 비양도 북서쪽 해역에서  $84.8\text{mg}/\text{m}^3$ 의 습중량을 나타낸 것을 제외하면 대체로  $50\text{mg}/\text{m}^3$  이하의 낮은 생물량을 나타냈다. 해황과 비교해 볼 때 엽분분포에 있어서 한국남해역과 제주도 북쪽해역에서 상대적으로 고염분이며 해협의 동·서 양입구에서 32.20%의 저염분수가 설상으로 확장하면서 해협의 중양부에서 마주침으로써 안상부 구조의 해황을 나타내, 이러한 안상부에 생물량이 많으며 patch의 형태로 존재하고 있다. 따라서 안상부 구조를 이루는 해역은 생물량이 많음으로써 호어장을 형성할 가능성이 있다.

11월은 평균 습중량 및 개체수가 가장 높게 나타난 시기이면서 전해역에서 연구기장 중 가장 많은 생물량 분포를 나타낸 시기로 우도 북쪽연안역인 정점 21에서  $262.5\text{mg}/\text{m}^3$ 의 가장 높은 생물량 분포를 나타냈고, 다음으로 보길도 남동쪽의 정점 16에서  $165.1\text{mg}/\text{m}^3$  또한, 제주해협의 중양부인 정점 14에서  $149.6\text{mg}/\text{m}^3$ , 정점 11과 19에서 각각  $125.3\text{mg}/\text{m}^3$ ,  $124.6\text{mg}/\text{m}^3$ 으로 높게 나타남으로써 제주도를 중심으로 북동쪽 연안 및 외해역에 높은 생물량을 나타냈다. 이런 결과들은 보길도와 청산도 사이해역에서 남서쪽으로 확장하는  $15^\circ\text{C}$ 의 설상의 냉수에서 많은 습중량( $165.1\text{mg}/\text{m}^3$ )을 나타냈으나 복사초 부근 해역에서 남동쪽으로 확장하는  $15^\circ\text{C} \cdot 33.20\%$ 의 저온수에는  $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 으로 아주 낮은 생물량을 나타내어 대조를 이루면서 해황분포와도 잘 일치하였다. 그리고 제주해협의 북동 및 남서쪽을 경계로 우측에 많은 생물량 분포를 나타내어 제주해협의 남동쪽으로 생물분포가 유출되는 형태를 취하고 있다.

Kim and Rho(1995)에 의하면 제주해협은 12월부터 익년 4월까지 동계상황이 연출됨으로써 해황의 수직구조는 거의 균질하고 주로 대마난류수 및 황해난류수에 의해 지배되는 시기로 동계인 12월에는 10월, 11월 이후 습중량이 급격히 떨어지기 시작하여 전해역이  $15.5^\circ\text{C} \cdot 34.20\%$ 이

상의 대마난류수로 이루어져 있는 시기로 한국남해안역의 동쪽외해역(정점 17)에  $7.2\text{mg}/\text{m}^3$  이하의 낮은 습중량을 나타냈다. 다음으로는 제주시를 중심으로 북서쪽해역(정점 5)에  $17.7\text{mg}/\text{m}^3$ 의 다소 낮은 생물량을 나타낸 반면, 제주해협 동쪽입구의 중양해역(정점 19)에  $28.8\text{mg}/\text{m}^3$  및 제주도 북동쪽 연안역의 정점 23, 21에는 각각  $30.9\text{mg}/\text{m}^3$ ,  $55.0\text{mg}/\text{m}^3$ 의 높은 습중량을 나타내어 11월과 유사하게 한국남해연안역에서 동쪽해역으로 빠져나가는 듯한 형상을 하고 있다.

1993년 2월에는 전해역이  $20\text{mg}/\text{m}^3$  이하의 낮은 생물량을 나타내는 시기로 제주해협에 형성된 갈치어장이 완전히 소멸(Kim, 1995)됨으로써 생물량의 변화와도 일치하는 경향을 나타냈다. 이때의 생물량 분포 특성은 제주도 북동쪽 외해(정점 14) 및 연안역(정점 23)에  $18.6\text{mg}/\text{m}^3$ ,  $19.5\text{mg}/\text{m}^3$ 으로 높게 나타낸 반면 북서쪽해역의 정점(정점 1, 3, 5, 7, 9)에서는  $1.7\text{mg}/\text{m}^3$  이하의 낮은 생물량을 나타냈다.

3월의 경우도 전해역이  $30.9\text{mg}/\text{m}^3$ 이하의 낮은 생물량 분포를 나타냈으며, 제주해협중양부(정점 11)에서 가장 높은 생물량을 보이면서 patch의 형태로 나타났고, 제주도 북쪽연안역인 정점 3( $11.4\text{mg}/\text{m}^3$ ) 및 정점 23( $14.8\text{mg}/\text{m}^3$ )에 다소 높은 생물량을 나타냈다.

4월의 경우 제주도 주변해역에 대한 해황 조사 결과 4월까지 대마난류세력권에 들면서 동계상황이 지속되고 있으며, 제주해협의 중양부인 Sta 11, 14, 19에서 각각  $12.4\text{mg}/\text{m}^3$ ,  $42.4\text{mg}/\text{m}^3$ ,  $16.9\text{mg}/\text{m}^3$ 으로 높은 생물량을 나타냈으나, 그 외의 해역은 낮은 분포를 보였다. 5월 제주해협의 중양부인 정점 14에서  $42.9\text{mg}/\text{m}^3$ 의 가장 높은 생물량을 나타냈으며, 다음으로 정점 11( $15.7\text{mg}/\text{m}^3$ ), 정점 7( $15.1\text{mg}/\text{m}^3$ )에서 높은 생물량을 나타내면서 patch의 형태를 취하고 있다. 습중량에 있어서도 정점 7에서  $42.9\text{mg}/\text{m}^3$ 으로 가장 높은 습중량을 나타내면서 patch의 형태를 취하고 있다.

이상의 해황 및 습중량과의 관계를 고찰해본 결과, 가장 높은 분포를 나타내는 정점은 각각 정점 14와 11로 그 출현위치는 해협의 중양부분이고, 한국남해연안역 및 제주도 북부연안역에는 다

소 낮은 생물량분포를 보이고 있으며, 생물량 분포가 높게 나타나는 해역의 특징은 patch의 형태로 분포하였다. 반면 한국남해연안역에 비하여 제주도 북부연안역에 높은 생물량 분포를 나타냄으로써 제주해협에서의 갈치어장 형성위치와 생물량 분포와의 관계가 밀접하게 나타날 것으로 판단된다. 그리고, 가을의 해황 특성인 서로 다른 이질수괴의 경계역인 안상부 해황을 나타낼 때는 안상부의 중심에 높은 생물량을 나타냈다.

#### 4) 해협내 갈치어장 형성위치 및 생물량 분포 특성

제주도 주변해역에서의 채낚기 어선에 의한 갈치어장이 5월부터 제주해협의 동서 양쪽 입구에서 시작된 후 6월부터 제주해협내에서는 본격적인 어기가 시작되어 12월까지 지속되는 특성(Kim, 1995, Kim and Rho, 1998)이 있는데, 생물량 조사시기에 제주해협에서 조업하는 채낚기 어선 및 안강망어선의 조업일지를 수집하여 분석된 어장분포 자료를 생물량(습중량) 자료와 비교·분석하였다. 분석은 제주해협에서 갈치어장이 형성되는 6월부터 12월까지의 자료(Fig. 5)를 활용하였다.

6월의 갈치 어장분포는 제주도 북부해역에서 남서~북동방향으로 100kg이상 조업되는 주어장이 형성되었으며, 추자도 서쪽해역에서도 조업이 이루어지고 있으나 많은 조업 point를 나타내지는 못하였다. 생물량 분포와 비교해볼 때 가장 많은 생물량을 나타내는 제주도 북부해역인 정점 1과 정점 23을 중심으로 이료 생물이 많은 해역의 외측에 남서~북동방향의 어장이 형성되고 있음을 볼 수 있다. 그렇지만 한국남해연안역의 높은 생물량 분포를 나타내는 해역(정점 9)에는 어장이 형성되지 않아 해황에 따른 적수온대의 불일치로 갈치어장이 형성되지 않은 것으로 판단된다. 따라서 생태적으로는 갈치 적수온대에서 생물량이 적은 지역에서는 조업이 이루어지지 않거나 어획이 전무한 상황으로 이런 결과로 추정해 볼 때 갈치어장 형성위치는 100kg이상의 어획량을 보이는 위치가 생물량 분포와 상당히 일치하고 있으며 그 중에서도 생물량이 patch의 형태로 나타나는

그 연변부 즉, 외측에서 많은 조업이 이루어지고 있으며 어획량도 많았다.

7월의 갈치어장 형성 위치는 6월과 거의 유사한 형태지만 해역별로 어획량이 변화가 크게 나타나기 시작하고 어장위치에 있어서도 다소 분산되기 시작하였으며, 300kg이상의 어획량을 나타내는 해역이 함덕북부연안역(정점 23) 북서쪽과 제주해협의 동쪽입구 중앙역에 나타났다. 생물량 분포는 보길도와 추자도 사이해역인 정점 9와 제주도 함덕북쪽해역인 정점 23에서 각각 57mg/m<sup>3</sup>과 52.4mg/m<sup>3</sup>으로 높게 나타났으며, 그 외의 해역의 1mg/m<sup>3</sup>이하의 낮은 분포를 나타내어 patch 형태를 취하였다. 따라서 생물량에 있어 patch의 형태로 나타나는 정점 23의 북쪽해역에 어장의 분산도가 높게 나타나 생물량이 낮은 해역과 대비되었으며, 생물량이 많은 해역을 경계로 그 주변부에 좋은 어장이 형성되고 있었다. 또한 6월의 결과에서와 같이 생물량이 높아도(정점 9) 갈치어장이 형성되는 해황조건이 맞지 않았을 경우에는 어장이 형성되고 있지 않고 있다. 그러나, 정점 9와 23과 같이 생물량이 높게 나타나는 해역의 분포 특성에 있어서 출현종을 비교해보면, 한국남해역인 정점 9의 총습중량 57mg/m<sup>3</sup>에서 Copepoda 30mg, Decapoda 20mg, Sagitta 6mg, Amphipoda 0.6mg, 기타 0.4mg 순서의 습중량 분포를 나타냈고, 제주도 북부연안역 정점 23의 총습중량 52.4mg/m<sup>3</sup>에서 Copepoda 50mg, Sagitta 1mg, Euphausia 0.9mg, Gastropoda 0.5mg의 순서로 나타나 두 해역의 생물종이 상이하게 나타남으로써 이러한 먹이 생물 분포 차이로 인한 먹이선택성을 달리함으로 인하여 갈치어장 형성 및 변동에 영향을 미쳤는지 등에 대하여는 차후 연구되어야 할 과제라 사료된다.

8월에는 갈치 주어장이 제주도 북서쪽해역에 밀집되었으며 해협의 중앙해역에는 분산이 크게 나타나 호어장을 이루지 못하였다. 이때 주어장이 형성된 정점 1에서 60.7mg/m<sup>3</sup>의 생물량 분포를 나타냈으며, 인접한 정점 23에서는 61.6mg/m<sup>3</sup>의 최고 생물량을 나타냈다. 다음으로 높은 생물량을 나타낸 곳은 정점 14와 17로 각각 25.3mg/m<sup>3</sup>, 25.9mg/m<sup>3</sup>의 생물량을 나타내어 남서~북동방향

으로 어장이 분산되고 있어 생물량이 많아지는 방향으로 어장이 이동되고 있음을 알 수 있어 갈치어장과 이료생물과의 관련성이 깊게 나타났다.

9월에는 갈치어장이 제주도를 축으로 동서방향의 주어장이 뚜렷하게 형성되었으며, 추자도 동쪽해역 및 북동쪽해역에도 300kg이상을 나타내는 호어장이 형성되었지만 많은 조업위치를 나타내지는 못하였다. 생물량 분포와 어장과의 관계를 비교해보면, 8월 이후 거의 모든 정점에서 높은 생물량을 나타내어 어획량이 증가하고 어장의 분산이 일어나는 시기와 다소 유사한 경향을 나타내었다. 특히 생물량 분포에 있어서 제주도 북부해역인 정점 1과 정점 23에서 살펴보면 8월까지

는 다른 해역에 비하여 이 해역에 생물량이 높게 나타나 그 주변해역에 어장이 밀집되는 경향을 보였으나 9월에는 타 해역에 비하여 낮은 생물량을 나타내면서 어장이 다소 북쪽으로 이동하는 경향을 나타냄으로써, 생물량 분포의 변동과 함께 갈치어장도 이료생물이 많은 해역으로 이동되고 있었다. 이러한 경향은 정점 19와 20사이의 우도 북쪽해역에 400kg이상의 호어장이 형성되면서 제주해협 동쪽으로 어장이 이동되고 있었다.

10월에는 어장분포가 9월부터 분산이 일어나기 시작하여 10월까지 지속됨으로써 제주해협의 전 해역에서 갈치어장이 형성되었고, 해황과 생물량 분포와의 관계에서 살펴본 바와 같이 해협내에

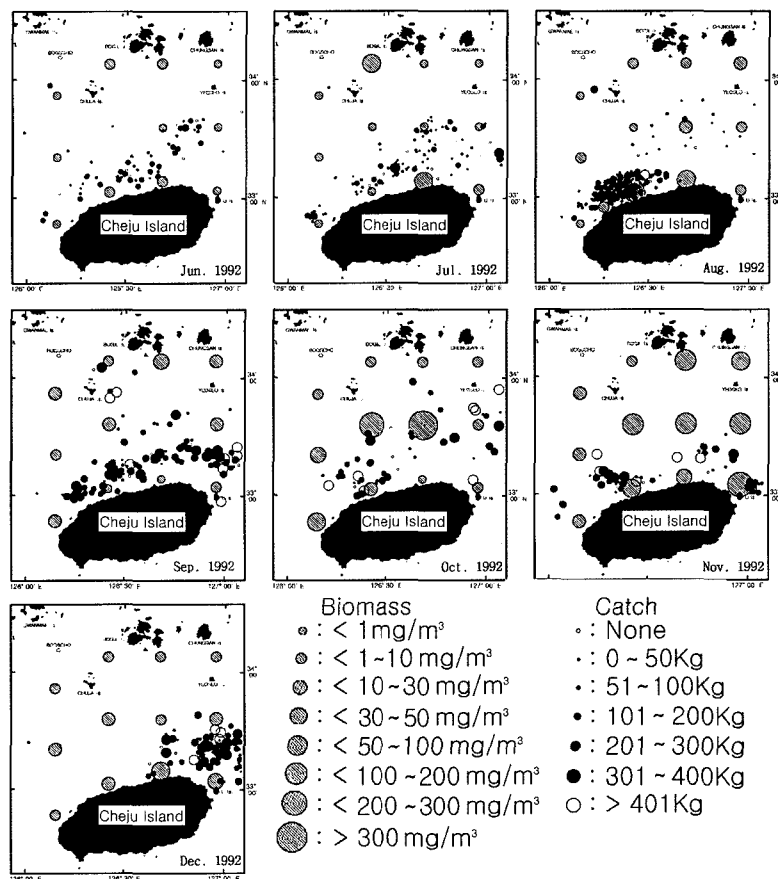


Fig. 5. Monthly distribution of zooplankton biomass(wet weight,  $mg/m^3$ ) and hairtail, *Trichiurus lepturus* catch(kg).



여러 이질수괴가 접하여 안상부를 이루는 해역의 중심부인 정점 11과 14에 각각  $241.9mg/m^3$ ,  $428.9mg/m^3$ 으로 patch 형태의 높은 생물량 분포를 보임으로써, patch의 형태를 이루는 해역의 외측에 호어장이 형성되고 있었다.

11월부터는 갈치어장이 다시 제주도 북쪽해역으로 축소되기 시작하고 제주도 북쪽해역에서도 어장이 동서로 나뉘어지는 형태를 하고 있으며 어획량도 전체적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 이때의 생물량 분포는 전해역에서 높게 나타나는 시기로 제주해협의 서쪽입구 단면(정점 3, 5, 7, 9)에서는 낮게 나타났지만, 이 단면의 동쪽으로 갈수록 생물량이 높게 나타나 제주해협의 동쪽인 우도 북쪽해역(정점 21)에서 가장 높은 생물량( $262.5mg/m^3$ )을 나타내면서 동쪽으로 유출되고 있는 형상의 생물량 분포를 보이고 있고, 생물량이 가장 높은 해역(정점 21)의 주변부에서 호어장을 나타냈다.

12월은 제주도 주변해역에서의 해황이 동계로 접어드는 시기이고, 갈치어장도 11월부터 제주시를 기점으로 동서로 양분되면서 제주도 북서쪽해역에 형성되었던 갈치어장은 12월이 되어 소멸되고 제주도 북동쪽해역에만 주어장이 형성되었다. 생물량 분포는 11월부터 제주해협의 서쪽입구 단면에서 우도쪽으로 유출되는 형상의 분포를 나타내면서 이 시기에는 우도를 정점으로 다른 정점과 비교했을 때 정점 19, 21, 23에서 각각  $28.8mg/m^3$ ,  $30.9mg/m^3$ ,  $55mg/m^3$ 의 높은 생물량 분포를 보임으로써 생물량이 많은 해역의 외측에 주어장이 형성되고 있음을 나타냈다.

이상 제주도 주변해역에서 갈치 어기가 시작되는 6월부터 종어기가 되는 12월까지 해황과 생물량분포, 생물량 분포와 어장형성위치를 분석한 결과를 정리하면 해황변동에 따른 생물량 변동이 각 해역별로 다르게 나타나고 있으며, 또한 생물량분포에 따른 어장형성위치도 patch의 형태로 생물량이 많이 분포하는 해역의 외측에 갈치 주어장이 형성되고 있었다. 이러한 결과들은 서론부분에서도 언급된 바와 같이 저차단계로부터 고차단계로 이행되는 단계의 외해역 즉, 동물플랑크톤이 높은 생물량을 나타내는 해역으로부터 다소

외해역에 다량어 어장이 형성되고 있는 것과 상당히 일치하고 있다(Cushing, 1982). 이런 것과 관련하여 Cushing(1955)은 어류가 먹이생물의 patch를 향하여 모인다는 설명을 하면서, 먹이생물이 농밀하고 어류가 많다면 그 장소에 일시적으로 어업이 행해지고 비교적 짧은 시간 후에 어장이 소멸할 것으로 추정하고 있다. 이것은 최초에 먹이 생물 patch가 출현했을 경우 어장이 형성되지 않는 것은, 어류가 그 주변에 없는 이유로서 설명하고 있으며, 시간의 경과와 함께 서서히 어류가 그것을 섭이하기 위하여 먹이생물의 patch 주변에 모여들고 천천히 섭이하면서 어장이 형성된다. 그리고, 어장이 형성됨과 동시에 지속적인 섭이로 인하여 먹이생물의 밀도는 저하하고 어장이 소멸하는 변천 과정을 거친다고 하였다. 이러한 현상은 서Greenland 외해의 정어리고래(sei whale)(Hjort and Rund, 1929) 및 남 Georgia 외해의 흰긴수염고래(Blue whale)의 먹이섭이 과정(Hardy and Gunther, 1935)에서도 나타난다고 보고하고 있다. 이러한 과정 중 북해에서 식물플랑크톤을 섭이하는 Calanus의 patch를 청어 무리가 발견하고 이를 섭이하는 청어 어장 형성 과정(Balls, 1951, Cushing, 1952)에서도 잘 나타났다.

그렇지만 같은 시기에 서로 다른 해역에 높은 생물량을 보이더라도 어장이 형성되는 위치가 어느 한쪽으로 치우쳐 나타나는 현상이 있는데, 이와 같은 원인이 각 해역별 먹이생물이 변화에 따른 먹이선택성이 차이로 인하여 나타나는 어장의 변동이나 그 역할 등에 관하여는 차후 연구해야 할 것으로 보인다. 또한, 먹이생물이 patch 형태로 나타남에 따라 그 외측에 어장이 형성되는 과정 중에서도 해황의 변화와 관련하여 patch의 어느 쪽에 어장이 형성되는가 그리고, 생물량의 변동에 어황예보의 정도 향상을 위한 방안 모색 등에 대하여도 연구되어야 할 과제로 사료된다.

## 요 약

1. 제주해협에서는 6월에 가장 낮은 생물량 분포를 나타내었고, 가을철(11월)에 가장 높은 생물

량 분포를 보이면서 높은 2차 생산력을 보이는 것으로 사료된다.

2. 해황 및 습중량과의 관계에서 가장 높은 분포를 나타내는 정점은 각각 정점 14와 11로 그 출현위치는 해협의 중앙부분이고, 한국남해연안역 및 제주도 북부연안역에는 다소 낮은 생물량분포를 보이고 있으며, 생물량 분포가 높게 나타나는 해역의 특징은 patch의 형태로 분포하였다. 반면 한국남해연안역에 비하여 제주도 북부연안역에 높은 생물량 분포를 나타냄으로써 제주해협에서의 갈치어장 형성위치와 생물량 분포와의 관계가 밀접하게 나타날 것으로 판단된다. 그리고, 가을의 해황 특성인 서로 다른 이질수괴의 경계역인 안상부 해황의 중심에 높은 생물량을 나타냈다.

3. 제주해협에서 patch의 형태로 생물량 분포가 높게 나타나는 해역의 외측에 좋은 갈치어장이 형성되었다.

### 참고문헌

- Balls, R. (1951) : "Environmental changes in herring behavior", J. Cons. Int. Explor. Mer. 17, 3.
- Cushing, D. H. (1955) : "Production and a Pelagic Fishery", Fish. Invest. Lond. Ser. 2, 18(7), 104.
- Cushing, D. H. (1952) : Echo-surveys of fish, J. Cons. Int. Explor. Mer. 18, 45~60.
- Cushing, D. H. (1978) : "The upper trophic levels in upwelling areas", 101~110. In Upwelling Ecosystems. (ed. B. Boje and M. Tomczak), Springer, Berlin. 303.
- Cushing, D. H. (1982) : Climate and Fisheries, Academic Press Ltd.(London).
- Go, Y. B. (1987) : Zooplankton community and biomass on the coast of Sincheon, southeastern part of Cheju Island, Bull. Mar. Res. Ins. Cheju National University, 11, 41~51(in Korean).
- Hjort, J. and Rund, J. T. (1929) : Whaling and Fishing in the North Atlantic, Rapp. Procès-Verb. Cons. Int. Explor. Mer. 56(1), 123.
- Hardy, A. C. and Gunter, E. R. (1935) : The plankton of the South Georgia Whaling grounds and adjacent waters, 1926~1927. Discovery Rep. 11, 1~456.
- Kim, S. H. (1995) : Studies on the assembling mechanism of the Hairtail, *Trichiurus lepturus*, at the fishing ground of the Cheju Strait, Ph. D. Thesis, Cheju National Univ., 168 (in Korean).
- Kim, S. H. and Rho, H. K. (1997) : Characteristics of hydrographic conditions of the Cheju Strait in winter, Bull. Mar. Res. Ins. Cheju National University, 21, 65~73(in Korean).
- Kim, S. H. and Rho, H. K. (1998) : A study on the assembling mechanism of the Hairtail, *Trichiurus lepturus*, at the fishing grounds of the Cheju Strait, Bull. Korean Soc. Fish. Tech 34(2), 117~134(in Korean).
- Kim, Y. S. (1972) : Secular variation of zooplankton biomass in the South Sea of Korea, J. Korean Fish. Soc., 5(4) : 108~114.
- 林 知夫 (1970) : 魚類の生物生産に關與する諸要因としての餌料環境ならびに魚類の攝餌選擇性, 日水誌, 36(3). 310~315.
- 大森 信 · 清野由己 (1993) : 駿河灣産タチウオ *Trichiurus lepturus* Linnaeus によるサクラエビ *Sergia lucens*(Hansen)의 捕食, 水産海洋研究, 57(1), 15~23.
- 阪本俊雄 (1982) : 紀伊水道におけるタチウオの漁業生物學的研究, 和歌山縣水産試驗場, 113.
- 鈴木 清 · 木村清志 (1980) : 熊野灘におけるタチウオの資源生物學的研究, 三重大學水産研究報告, 第7號, 173~192.
- 심재형 · 노 일 (1982) : 여수근해산 동물플랑크톤의 종조성과 양적분포, 서울대학교 기초과학연구소 논문집.