

## 울진바다목장에서 어획된 가자미목(Pleuronectiformes) 어류의 군집구조 및 공간분포

윤병선 · 박정호 · 손명호 · 양재형<sup>1</sup> · 윤상철<sup>2</sup> · 최영민\*

동해수산연구소 자원환경과, <sup>1</sup>동해수산연구소 독도수산연구센터, <sup>2</sup>국립수산과학원 자원관리과

### Community Structure and Distribution Pattern of the Pleuronectiform Fishes in the Uljin Marine Ranching Area, Korea

Byoung Sun Yoon, Jeong-Ho Park, Myong Ho Sohn, Jae Hyeong Yang<sup>1</sup>,  
Sang Chul Yoon<sup>2</sup> and Young Min Choi\*

Fisheries Resources and Environment Division, East Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Gangneung 210-861, Korea

<sup>1</sup>Dokdo Fisheries Research Center, National Fisheries Research & Development Institute, Pohang 791-110, Korea

<sup>2</sup>Fisheries Resources Management Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-705, Korea

To elucidate the variation of species composition, biomass and length distribution of flatfishes by the period and region in the Uljin marine ranching area, bottom trawl survey was investigated at the six stations from Feb. 2008 to Dec. 2010. During the survey period, a total 4 families 17 species in the Pleuronectiformes, average 69,158 ind./km<sup>2</sup> and 5,625 kg/km<sup>2</sup> were identified, in 2008 appeared in 14 species, average 25,798 ind./km<sup>2</sup> and 2,333 kg/km<sup>2</sup> and in 2009 appeared in 13 species, average 102,360 ind./km<sup>2</sup> and 5,634 kg/km<sup>2</sup> and in 2010 appeared in 14 species, average 75,704 ind./km<sup>2</sup> and 8,632 kg/km<sup>2</sup>. The individual dominant species, occupying over 10% of total individuals, was *Pleuronectes herzensteini* (20,811 ind., 30.0%), *Hippoglossoides pinetorum* (18,666 ind., 26.9%) and *Glyptocephalus stelleri* (13,499 ind., 19.4%) also the biomass dominant species, occupying over 10% of total biomass, was *P. herzensteini* (2,207 kg, 39.3%), *Pleuronectes yokohamae* (857 kg, 15.3%), *H. pinetorum* (761 kg, 13.5%), *Kareius bicoloratus* (677 kg, 12.1%). From the cluster and MDS analysis based on Bray-Curtis similarity matrix of fourth root transformed data of species number and individuals in the Uljin marine ranching area from Feb. 2008 to Dec. 2010 was divided into two different groups of the flatfishes community in 2008 and from Jan. to Apr. in 2009 and 2010 (Group A) and the pleuronectiform community in from May to Dec. in 2009 and 2010 (Group B). From the cluster and MDS analysis using the similarity of demersal organisms community among six stations, the Uljin marine ranching area was divided into two different groups of Group 1 (St. 1 and St. 3) and Group 2 (St. 2, St. 4, St. 5 and St. 6).

Key Words: Uljin marine ranching area, Bottom trawl, Pleuronectiformes, Community structure

## 서 론

연안어장은 그 동안의 과도한 이용과 해양오염 및 연안의 매립과 간척사업 등으로 인하여 어장환경이 훼손되어 어획량이 감소하는 경향을 보이고 있는데, 우리나라의 경우 연근해 어업의 총어획량은 1980년대 이후 감소하고 있는 실정이다 (Fujita, 1987; Yotsui and Maesako, 1993; MIFAFF, 2008). 이러한 수산자원 감소를 방지하기 위한 여러 방안 중에 바다목장 사업은

인공어초, 해조장 등 인공구조물을 설치하여 수산자원의 서식장 및 산란장을 제공하여 어류자원을 지속적으로 증대시키고, 대상해역 생태계의 해양특성과 환경수용력을 우선적으로 고려하여 방류대상종과 방류규모를 결정하고 안정적인 수산물 생산 및 공급체계를 구축하여 잡는 어업에서 기르는 어업으로 전환하는 것을 목적으로 하는 사업이다 (MOMAF, 2005; MIFAFF, 2008; Lee et al., 2012). 또한 바다목장 사업은 어장을 적극적으로 선택하고 조성하는 과정에서 생물자원의 현존량 및 생태특

#### Article history;

Received 13 March 2013; Revised 10 June 2013; Accepted 10 July 2013

\*Corresponding author: Tel: +82. 33. 660. 8521 Fax: +82. 33. 661. 8513

E-mail address: ymchoe@korea.kr

Kor J Fish Aquat Sci 46(4) 413-423, August 2013

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0413>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

© The Korean Society of Fishereis and Aquatic Science. All rights reserved

성에 관한 자료를 축척함으로써 효율적인 어류자원의 관리모형을 개발하는데도 그 목적이 있다.

가자미목(Pleuronectiformes)의 넙치과(Paralichthyidae)와 가자미과(Pleuronectidae) 어류 중에서 넙치(*Paralichthys olivaceus*)와 강도다리(*Platichthys stellatus*)는 바다목장 해역에서 방류대상종으로 선정한 어류들로 이들은 회유하거나 이동이 적은 정착성 어종들로 퇴적층에 잠입하거나 퇴적물의 표면에서 서식하는 특성을 가지고 있다. 방류된 어류들은 자연에서 서식하던 가자미목 어류들과 먹이 및 서식지 경쟁에서 유사한 생태적 지위를 가지고 있기 때문에 바다목장 해역 내에 서식하고 있는 어류들의 자원량과 서식분포 특성에 따라 생존확률이 달라진다. 또한 바다목장 생태계에서 생산 또는 가입되는 먹이원의 양과 생활에 적합한 퇴적환경 및 환경수용능력에 따라 이들의 전체 생존율이 결정되며 전체 개체군의 자원량의 변화가 발생한다. 따라서 본 연구는 울진바다목장 해역에 서식하는 가자미목 어류의 장기적인 모니터링을 통해 바다목장 조성 후 군집의 변화와 함께 저서환경의 차이에 따른 공간분포 특성을 파악하는데 목적이 있다.

## 재료 및 방법

울진바다목장 해역은 경북 울진군 근남면 구산리에서 후포면 후포리 일대 20 km<sup>2</sup>로 한류와 난류가 교차하기 때문에 계절별로 여러 어종이 출현하는 것으로 잘 알려져 있다. 울진바다목장에서 거일리를 중심으로 한 남쪽 해안은 암반이 잘 발달되어 있고, 직산리, 월송리 및 구산리 일대의 수심이 낮은 연안은 다른 해역에 비해 사질의 함량이 높은 특징을 가지고 있다. 본 조사

는 2008년 2월부터 2010년 12월까지 월별로 6개의 정점에서 소형저인망을 사용하여 채집을 실시하였다(Fig. 1). 본 조사에 사용된 어구의 크기는 길이가 약 10 m, 망폭이 약 2.6 m였으며, 각각의 정점에서 1.5~2.5 kt의 속도로 10~30분간 예망하였다.

각 정점으로부터 얻은 가자미목의 종별 개체수 및 생체량 자료는 단위 면적당 (km<sup>2</sup>)으로 환산하였으며, 가자미목 어류군집의 구조를 이해하기 위하여 출현 종수 및 개체수 자료를 이용하여 종다양도지수( $H'$ , Pielou, 1977)와 종우점도지수( $D'$ , Simpson, 1949)를 구하였다.

정점간 유사도분석(similarity analysis)은 정점별로 출현한 종수와 개체수 자료를 바탕으로 유사도를 분석하여 백분율(%)로 나타내었다. 유사도분석 시에 생물자료간의 편중을 피하기 위해 모든 자료는 fourth root로 변환하였으며 Bray-Curtis 지수(Bray and Curtis, 1957)를 사용하여 정점간 유사도를 표현하였다. 정점간 유사도를 바탕으로 하여 군집분석을 실시할 때에는 PRIMER 6.0 프로그램을 사용하였으며, 그룹간의 연결 방식에는 complete linkage를 사용하였고, 그룹간 유사도를 바탕으로 수지도(dendrogram)를 작성하여 집괴분석(cluster analysis)을 실시하였다. 또한 정점간 그룹간의 공간적 분포 특성과 유사성 차이를 알아보기 위하여 다차원척도분석(MDS, Multi Dimensional Scaling)을 실시하여 2차원 공간에서의 군집구조의 차이를 파악하였다. 군집분석 결과 분리된 그룹간의 종수 및 개체수의 유의한 차이를 파악하기 위해서 one-way ANOSIM 분석을 실시하였다. 또한 각 정점군과 정점군 사이의 생물군집 차이를 유발하는 종을 분석하고 이들이 군집의 차이에 기여하는 정도를 알아보기 위하여 SIMPER분석을 실시하였다(Clarke and

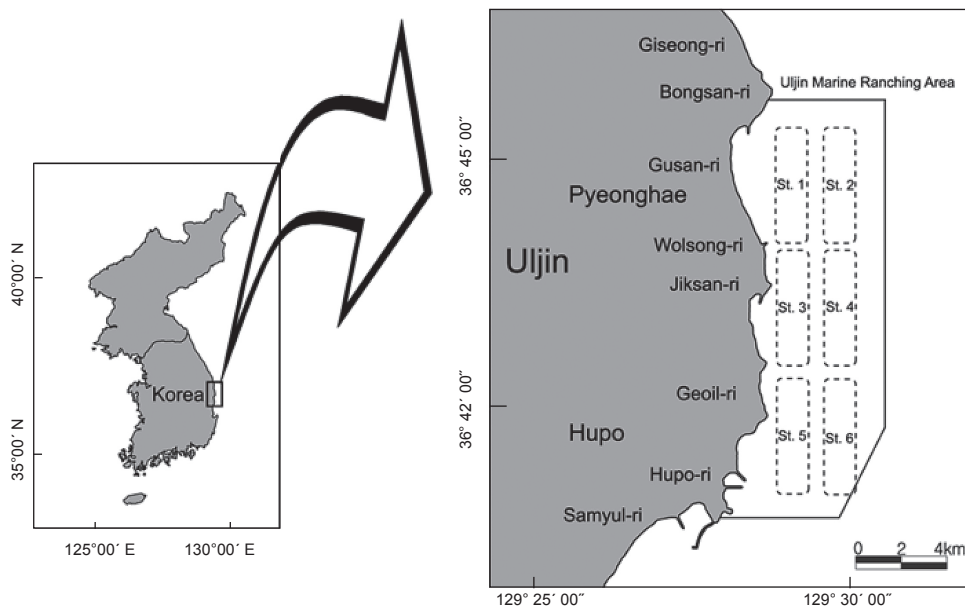


Fig. 1. Map showing the sampling station in the Uljin marine ranching area, Korea.

Warwick, 2001).

시간의 변화에 따른 가자미목 어류의 개체수, 생체량, 종다양도와 종우점도의 변화를 분석하기 위해서는 SPSS version 12.0 for Windows로 paired t-test를 실시하였고, 정점별 개체수 및 생체량의 차이와 연도별 채장분포의 차이를 분석하기 위해서는 ANOVA test를 실시하고 사후분석으로는 Turkey-T 분석을 실시하였다.

## 결 과

### 종 수

2008년 2월부터 2010년 12월까지 울진바다목장 해역 6개 정점에서 출현한 가자미목 어류는 총 4과 17종으로 가자미과(Pleuronectidae)가 12종으로 가장 많았고, 넙치과(Paralichthyidae)는 3종, 납서대과(Soleidae)와 참서대과(Cynoglossidae)는 각각 1종이 출현하였다. 2008년에는 총 3과 14종, 2009년에는 총 3과 13종, 2010년에는 총 3과 14종이 출현하였는데, 월별로 출현한 종수를 연도별로 비교한 결과 2008년에 출현한 종수에 비해 2009년과 2010년에 출현한 종수가 증가한 것으로 나타났다( $P<0.05$ ), 2009년과 2010년 사이의 종수의 차이는 없는 것으로 나타났다( $P>0.05$ ).

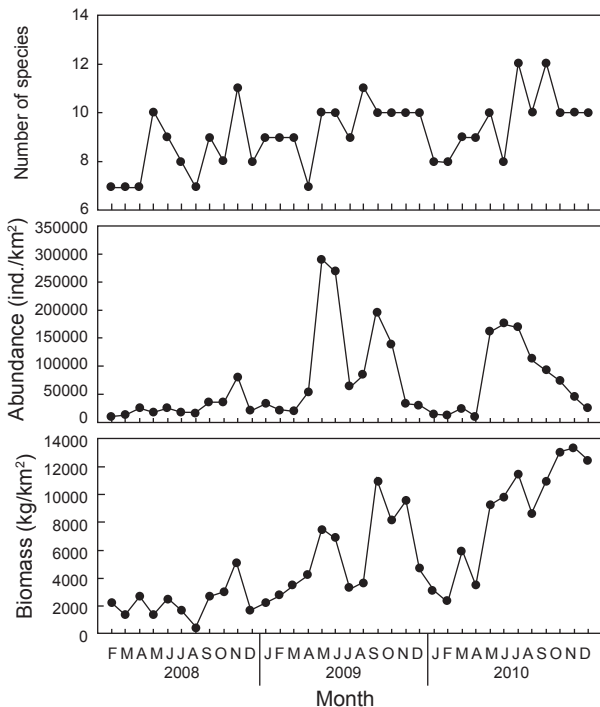


Fig. 2. Monthly variations in number of species, individual and biomass of Pleuronectiformes in the Uljin marine ranching area from Feb. 2008 to Dec. 2010.

### 개체수

조사기간 동안 출현한 가자미목 어류의 평균 개체수는 69,158 ind./km<sup>2</sup>이었는데, 2008년에는 평균 25,798 ind./km<sup>2</sup>로 2009년과 2010년에 비해 적은 개체수를 보였던 반면( $P<0.05$ ), 2009년에는 102,360 ind./km<sup>2</sup>, 2010년에는 75,704 ind./km<sup>2</sup>로 증가한 경향을 보였다. 개체수의 월별 출현 경향을 살펴보면 12~3월에는 낮은 경향을 보였고, 5~10월 사이에는 높은 경향을 보였다(Fig. 2). 정점별 출현 개체수는 정점 2와 정점 4는 각각 평균 139,043 ind./km<sup>2</sup>과 138,665 ind./km<sup>2</sup>로 다른 정점에 비해 개체수가 많은 것으로 나타났다( $P<0.05$ ), 정점 1, 정점 3, 정점 5와 정점 6은 각각 27,220 ind./km<sup>2</sup>, 23,470 ind./km<sup>2</sup>, 29,646 ind./km<sup>2</sup>과 57,126 ind./km<sup>2</sup>로 정점 2와 정점 4에 비해 개체수가 적은 것으로 나타났다(Fig. 3,  $P<0.05$ ).

### 생체량

조사기간 동안 출현한 가자미목의 평균 생체량은 5,625 kg/km<sup>2</sup>로 2008년에는 평균 2,333 kg/km<sup>2</sup>로 생체량이 가장 적었고( $P<0.05$ ) 2009년에는 평균 5,634 kg/km<sup>2</sup>로 2008년보다는 높은 생체량을 보였지만 2010년의 8,632 kg/km<sup>2</sup>에 비해서는 낮은 생체량을 나타냈다( $P<0.05$ ). 월별로 출현한 가자미목의 생체량은 2008년과 2009년에는 봄과 가을에 증가하는 경향을 보였지만 2010년의 1~4월에는 낮아지는 경향을 보인 후 5월부터 다시 증가했다(Fig. 2). 정점별 생체량을 살펴보면 정점 1과 정점 3은 각각 평균 3,415 kg/km<sup>2</sup>과 2,659 kg/km<sup>2</sup>로 가장 적은 것으로 나타났다( $P<0.05$ ), 정점 2와 정점 4는 각각 7,753 kg/km<sup>2</sup>과 8,194 kg/km<sup>2</sup>로 가장 많은 것으로 나타났지만( $P<0.05$ ) 다른

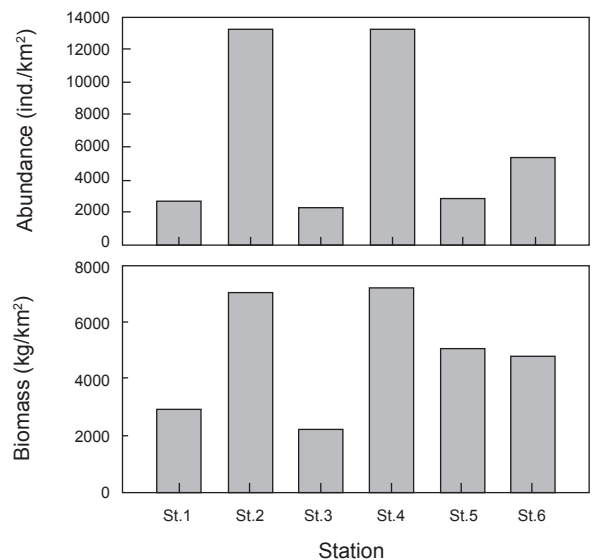


Fig. 3. The individual and biomass of Pleuronectiformes by station in the Uljin marine ranching area from Feb. 2008 to Dec. 2010.

정점들 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 3,  $P>0.05$ ).

우점종

조사기간 동안 채집된 생물들 중에서 전체 개체수의 10% 이상을 차지하는 주요 우점종을 분석한 결과 참가자미(*Pleuronectes herzensteini*)가 평균 20,811 ind./km<sup>2</sup> (30.0%)로 가장 우점하는 것으로 나타났는데, 2008년에 평균 11,199 ind./km<sup>2</sup>로 가장 적은 개체수를 보였고 2009년과 2010년에는 각각 26,624 ind./km<sup>2</sup>과 23,810 ind./km<sup>2</sup>로 개체수가 증가한 것으로 나타났다( $P<0.05$ ). 용가자미(*Hippoglossoides pinetorum*)는 평균 18,666 ind./km<sup>2</sup> (26.9%)의 개체수가 출현한 것으로 나타났는데, 2008년에는 평균 1,591 ind./km<sup>2</sup>로 가장 적게 출현하였고 2009년과 2010년에는 각각 31,311 ind./km<sup>2</sup>과 21,673 ind./km<sup>2</sup>로 개체수가 증가한 것으로 나타났다( $P<0.05$ ). 기름가자미(*Glyptocephalus stelleri*)는 13,499 ind./km<sup>2</sup> (19.4%)의 개체가 출현한 것으로 나타났는데, 2008년과 2009년에는 출현한 횟수가 적어 시간의 변화에 따른 유의한 차이를 보이지 않았지만 2010년이 되면서 평균 18,041 ind./km<sup>2</sup>로 개체수가 증가한 것으로 나타났다(Fig. 4,  $P<0.05$ ).

조사기간 동안 채집된 생물들 중에서 전체 생체량의 10% 이상을 차지하는 주요 우점종을 분석한 결과 참가자미가 평균 2,207 kg/km<sup>2</sup> (39.3%)로 가장 높은 생체량을 보였는데, 2008년에는 평균 916 kg/km<sup>2</sup>, 2009년에는 평균 2,013 kg/km<sup>2</sup>, 2010년에는 3,583 kg/km<sup>2</sup>로 시간이 경과함에 따라 생체량이 지속적으로 증가하는 경향을 보였다 ( $P<0.05$ ). 문치가자미(*Pleuronectes yokohamae*)는 평균 857 kg/km<sup>2</sup> (15.3%)의 생체량을 보였는데, 2008년에는 338 kg/km<sup>2</sup>로 가장 적은 생체량을 보였고, 2009년과 2010년에는 각각 837 kg/km<sup>2</sup>과 1,353 kg/km<sup>2</sup>로 생

체량이 증가한 것으로 나타났다( $P<0.05$ ). 용가자미(*H. pinetorum*)의 생체량은 평균 761 kg/km<sup>2</sup> (13.5%)로 2008년에는 평균 31 kg/km<sup>2</sup>, 2009년에는 542 kg/km<sup>2</sup>, 2010년에는 1,649 kg/km<sup>2</sup>로 시간이 경과함에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 보였다( $P<0.05$ ). 돌가자미(*Kareius bicoloratus*)는 평균 677 kg/km<sup>2</sup> (12.1%)의 생체량을 보였으며, 2008년에 389 kg/km<sup>2</sup>에 비해 2009년에 818 kg/km<sup>2</sup>로 생체량이 증가했지만( $P<0.05$ ) 2010년에는 801 kg/km<sup>2</sup>로 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 5,  $P>0.05$ ).

군집분석

조사기간 동안 출현한 종수와 개체수를 바탕으로 월별 생태지수를 분석한 결과 종다양도(*H*)는 평균 1.53을 나타내었는데, 2008년에는 평균 1.47, 2009년에는 1.54, 2010년에는 1.59를 나타내어 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 6,  $P>0.05$ ). 종우점도(*D*)는 평균 0.29를 나타내었는데, 2008년에는 0.31, 2009년에는 0.29를 나타내어 유의한 차이를 보이지 않았지만 ( $P>0.05$ ), 2010년에는 0.25를 나타내어 2008년에 비해 감소한 것으로 나타났다(Fig. 6,  $P<0.05$ ).

2008년 2월에서 2010년 12월까지 월별로 5회 이상 출현한 종수와 개체수를 바탕으로 월별 유사도를 구하고 집괴분석과 다차원척도분석을 통해 생물군집의 월변화의 유사성을 분석하였

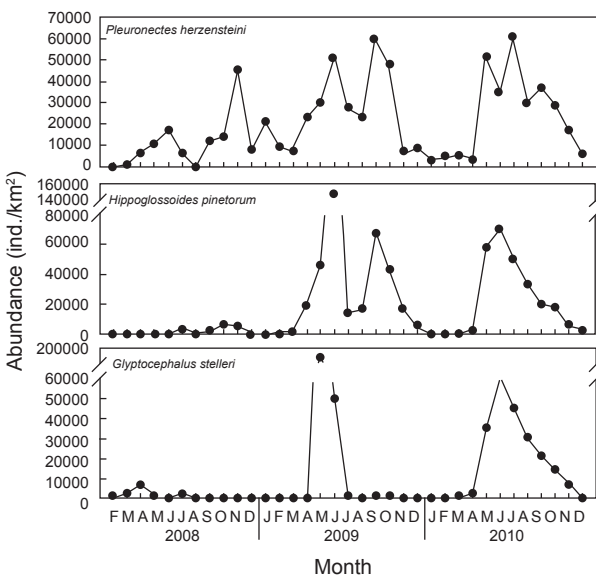


Fig. 4. Monthly variations in abundance of dominant species in the Uljin marine ranching area from Feb. 2008 to Dec. 2010.

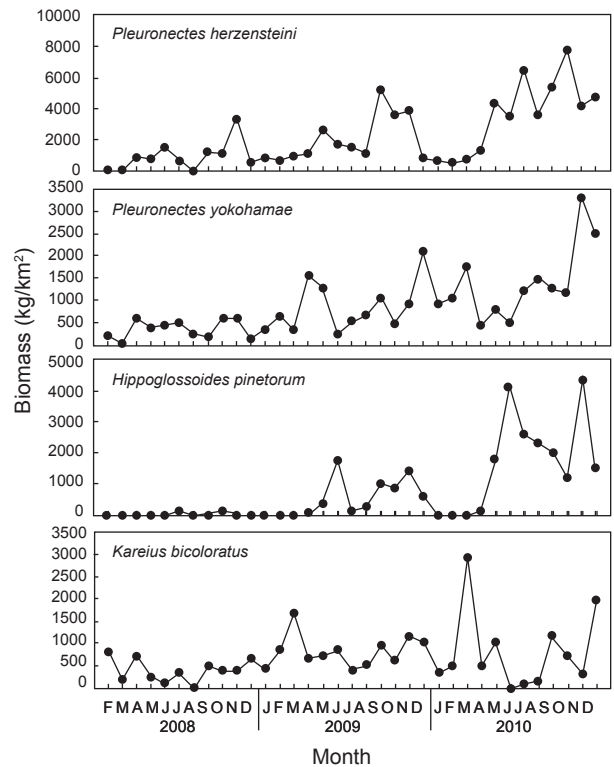


Fig. 5. Monthly variations in biomass of dominant species in the Uljin marine ranching area from Feb. 2008 to Dec. 2010.

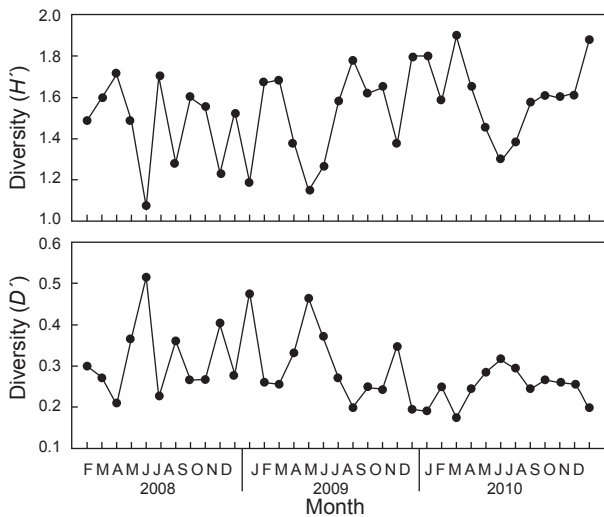


Fig. 6. Monthly variations in species diversity and dominance index in the Uljin marine ranching area from Feb. 2008 to Dec. 2010.

다. 그 결과 생물군집은 크게 2008년과 2009년 1~4월, 2010년 1~4월에 출현한 생물군집(Group A)과 2009년 5~12월과 2010년 5~12월에 출현한 생물군집(Group B)으로 구분되는 경향을 나타냈다(Fig. 7,  $P < 0.05$ ).

군집분석에서 Group A와 Group B 사이의 차이를 유발하는 것에 대한 중기여도를 분석하기 위하여 SIMPER분석을 실시한 결과 기여도에서 10% 이상을 차지하는 종들은 총 3종으로 이들은 Group A에 비해 Group B에서 개체수가 급격히 증가한 경향을 보였다. 용가자미(*H. pinetorum*)는 Group A에서 평균

2,161 ind./km<sup>2</sup>를 Group B에서는 평균 38,266 ind./km<sup>2</sup>가 출현하였고, 참가자미(*P. herzensteini*)는 Group A에서 평균 10,632 ind./km<sup>2</sup>, Group B에서는 평균 32,899 ind./km<sup>2</sup>로 개체수가 증가했다( $P < 0.05$ ). 기름가자미(*G. stelleri*)는 Group A에서 868 ind./km<sup>2</sup>의 적은 개체수를 보였던 반면 Group B에서는 평균 28,499 ind./km<sup>2</sup>의 높은 개체수를 보였다(Table 1,  $P < 0.05$ ).

정점별로 출현한 생물군집을 바탕으로 정점간 유사도를 구하고 집괴분석과 다차원척도분석을 실시한 결과 조사해역은 크게 두 개의 그룹으로 분리되었다(Fig. 8). Group 1은 수심이 낮고 모래의 함량이 높은 지역에 해당하는 정점 1과 정점 3이 포함되었고, Group 2에는 수심이 상대적으로 깊고 니질의 함량이 높은 정점 2, 정점 4, 정점 5와 정점 6이 포함되었다.

군집분석에서 Group 1과 Group 2 사이의 차이를 유발하는 것에 대한 중기여도를 분석하기 위하여 SIMPER분석을 실시한 결과 기여도에서 10% 이상을 차지하는 종들은 총 4종으로 나타났는데, 참가자미(*P. herzensteini*)는 Group 2에서 평균 27,366 ind./km<sup>2</sup>로 높은 개체수를 보였던 반면 Group 1에서는 평균 4,865 ind./km<sup>2</sup>로 낮은 개체수를 보이며 그룹의 분리에 25.8%의 기여도를 나타냈다. 용가자미(*H. pinetorum*) 또한 Group 2에서 26,716 ind./km<sup>2</sup>로 높은 개체수를 보였고, Group 1에서는 평균 179 ind./km<sup>2</sup>의 낮은 개체수를 보였으며 22.9%의 기여도를 나타냈다. 기름가자미(*G. stelleri*)는 Group 2에서 평균 19,354 ind./km<sup>2</sup>로 높은 개체수를 보였던 반면 Group 1에서는 평균 14 ind./km<sup>2</sup>로 매우 낮은 개체수를 보였으며 그룹의 분리에 15.7%의 기여도를 보였다. 반면 점넙치(*Pseudorhombus pentophthalmus*)는 Group 1에서 평균 9,159 ind./km<sup>2</sup>로 더 많은 개체수가 출현하였지만 Group 2에서는 평균 602 ind./

Table 1. Species contributions to dissimilarity between Group A and Group B in the Uljin marine ranching area from Feb. 2008 to Dec. 2010

Rank	Scientific name	Average individual (Ind./km <sup>2</sup> )		Contribution (%)	Cumulation (%)
		Group A	Group B		
1	<i>Hippoglossoides pinetrum</i>	2,161	38,266	29.9	29.9
2	<i>Pleuronectes herzensteini</i>	10,632	32,899	22.5	52.4
3	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	868	28,499	19.1	71.5
4	<i>Pleuronectes yokohamae</i>	2,287	6,588	6.2	77.7
5	<i>Eopsetta grigorjewi</i>	1,823	5,731	6.0	83.7
6	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	2,060	5,256	5.7	89.4

Table 2. Species contributions to dissimilarity between Group 1 (St.1 and St.3) and Group 2 (St.2, St.4, St.5 and St.6) in the Uljin marine ranching area from Feb. 2008 to Dec. 2010

Rank	Scientific name	Average individual (ind./km <sup>2</sup> )		Contribution (%)	Cumulation (%)
		Group 1	Group 2		
1	<i>Pleuronectes herzensteini</i>	4,865	27,366	25.8	25.8
2	<i>Hippoglossoides pinetrum</i>	179	26,716	22.9	48.7
3	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	14	19,354	15.7	64.4
4	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	9,159	602	12.2	76.6
5	<i>Pleuronectes yokohamae</i>	924	5,099	8.6	85.2
6	<i>Eopsetta grigorjewi</i>	1,877	4,298	3.9	89.1
7	<i>Platichthys stellatus</i>	2,228	250	2.8	91.9

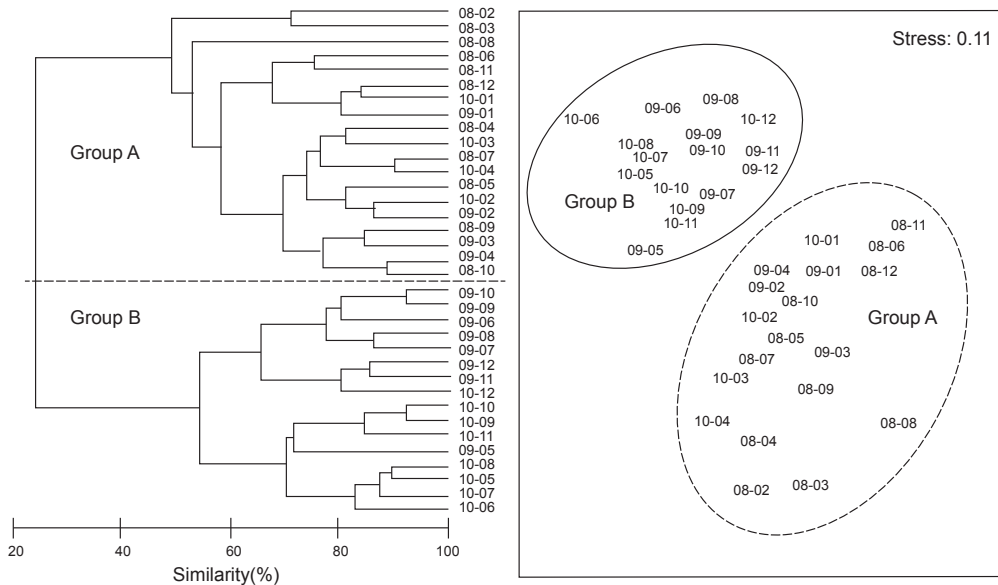


Fig. 7. Dendrogram and MDS plot based on Bray-Curtis similarity matrix of fourth root transformed data of species number and densities in the Uljin marine ranching area from Feb. 2008 to Dec. 2010.

km<sup>2</sup>의 개체수로 12.2%의 기여도를 나타냈다 (Table 2)

체장 조성

2008년 2월에서 2010년 12월까지 출현한 가자미목의 평균 체장분포의 변화를 분석한 결과 강도다리(*Platichthys stellatus*), 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 물가자미(*Eopsetta grigorjewi*)는 매년 평균 체장이 증가한 것으로 나타났고( $P < 0.05$ , Fig. 9), 돌가자미(*K. bicoloratus*)와 용가자미(*H. pinetorum*)는 2008년과 2009년 사이에는 평균 체장의 차이가 없었지만( $P > 0.05$ ) 2010년에는 평균 체장이 증가한 것으로 나타났다( $p < 0.05$ , Fig. 10). 기름가자미(*G. stelleri*)는 2008년에 평균 13.7cm로 가장 작은 평균 체장을 보였고 2009년에는 평균 15.8 cm로 증가하는 경향을 보였지만( $P < 0.05$ ) 2010년에는 평균 체장이 14.7 cm로 감소했다( $P < 0.05$ ). 문치가가미(*P. yokohamae*)와 참가자미(*P. herzenstein*)는 2008년에 평균 체장이 각각 22.1 cm와 17.7 cm를 나타내었는데, 2009년에는 평균 체장이 20.2 cm와 17.0 cm로 감소하였고( $P < 0.05$ ), 2010년에는 평균 체장이 24.5 cm와 20.3 cm로 증가하였다. 반면 점넙치 (*P. pentophthalmus*)는 2008년에는 평균 체장이 11.0 cm, 2009년에는 10.4 cm, 2010년에는 10.8 cm로 시간의 경과에 따른 평균체장의 차이를 보이지 않았다( $P > 0.05$ ).

고찰

군집구성

2008년 2월부터 2010년 12월까지 울진바다목장 해역에서 소

형저인망을 이용하여 가자미목의 현존량과 분포특성을 조사한 결과 출현 종은 총 4과 17종으로 서식환경 및 조사방법에 따라 약간의 차이가 있지만 광양만에서는 8종(Cha and Park, 1997),

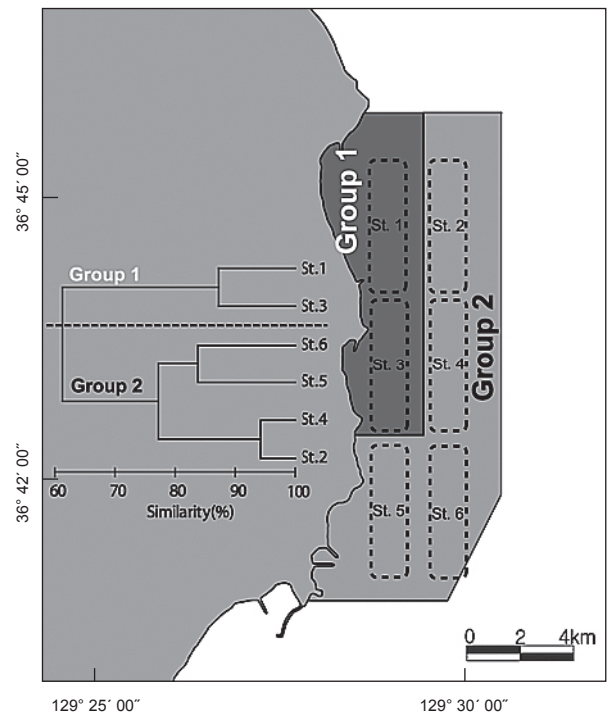


Fig. 8. Schematic representation of space distribution based on cluster analysis and MDS analysis in the Uljin marine ranching area from Feb. 2008 to Dec. 2010.

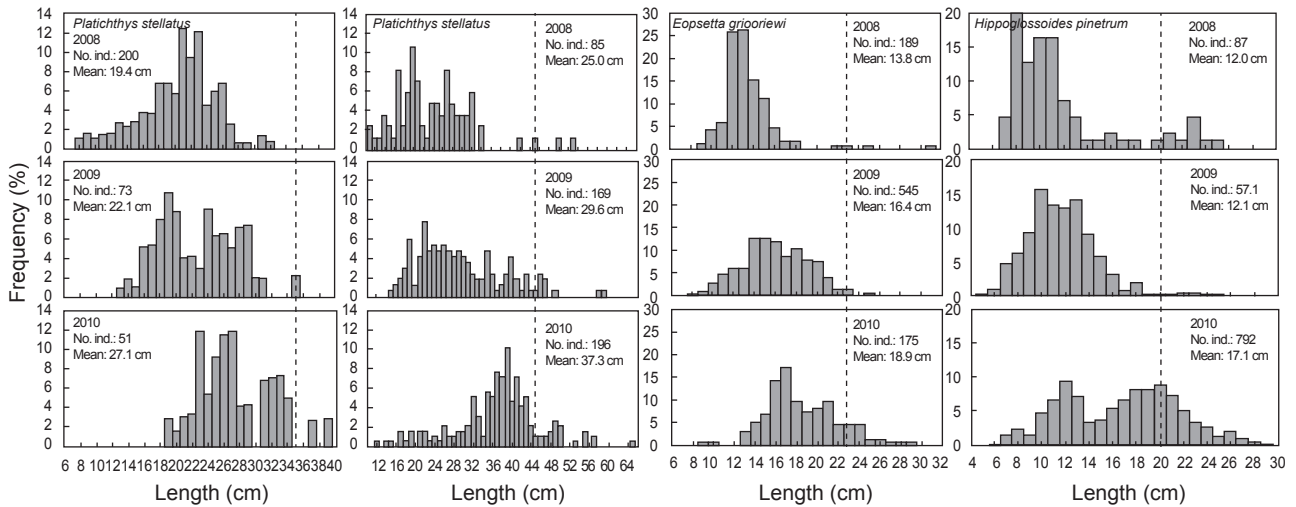


Fig. 9. Length frequency distribution of Pleuronectiformes by years in the Uljin marine ranching area from Feb. 2008 to Dec. 2010.

거제도 남쪽 해역에서는 10종(Youn and Shim, 2000), 부산의 수영만에서는 11종(Kim et al., 2000), 가덕도 주변의 해역에서는 13종(Huh and An, 2000)이 출현하여 본 해역이 다른 해역에 비해 많은 종들이 출현했다. 광양만과 수영만의 경우 본 조사에 비해 수심이 낮고 니질의 함량이 높으며 폐쇄적인 내만의 특성 때문에 본 조사에 비해 출현 종수가 적었던 것으로 생각된다. 가덕도의 경우 13종으로 가장 많은 종이 출현하였는데 가덕도는 낙동강에서 유입되는 많은 영양염으로 일차생산성이 높아 어류의 먹이원이 되는 새우류와 요각류 등 많은 무척추동물이 번성하여 다양한 가자미목 어류들이 출현한 것으로 판단된다. 서해안에서 저인망을 이용한 조사에서는 학암포에서 7종, 연포에서 7종(Noh et al., 2009), 서해 중부연안의 조사에서는 8종(Lee et al., 2010)이 출현하여 남해와 본 조사에 비해 종수가 적은 것

으로 나타났는데, 서해 조사에서는 퇴적물 중에 사질의 함량이 높은 곳에서 서식하는 특성을 가진 가자미목 어류들만 제한적으로 출현하여 종수가 적었던 것으로 판단된다. 동해의 영일만에서 자망에 어획된 가자미목은 총 14종으로 다른 지역에 비해 많은 종이 출현하는 경향을 보였는데(Hong et al., 2008), 영일만의 경우 10~30 m 수심으로 본 조사와 수심이 유사하고 폐쇄적인 특성이 적으며 다양한 퇴적환경을 가지고 있어 많은 종의 가자미목 어류가 채집된 것으로 보인다. 자망은 저서성 어류인 가자미목에 대한 어획강도가 높고(Hwang et al., 1997), 저인망도 저서성과 반저서성 어류를 주로 어획하는 어구로 본 조사와 영일만의 조사에서 채집된 종수의 차이는 어구에 의한 차이보다는 본 조사지역은 다양한 퇴적환경 조성되어 있고, 조사 횟수가 많았던 것 때문으로 생각된다. Lee (2011)는 2002년 후포연

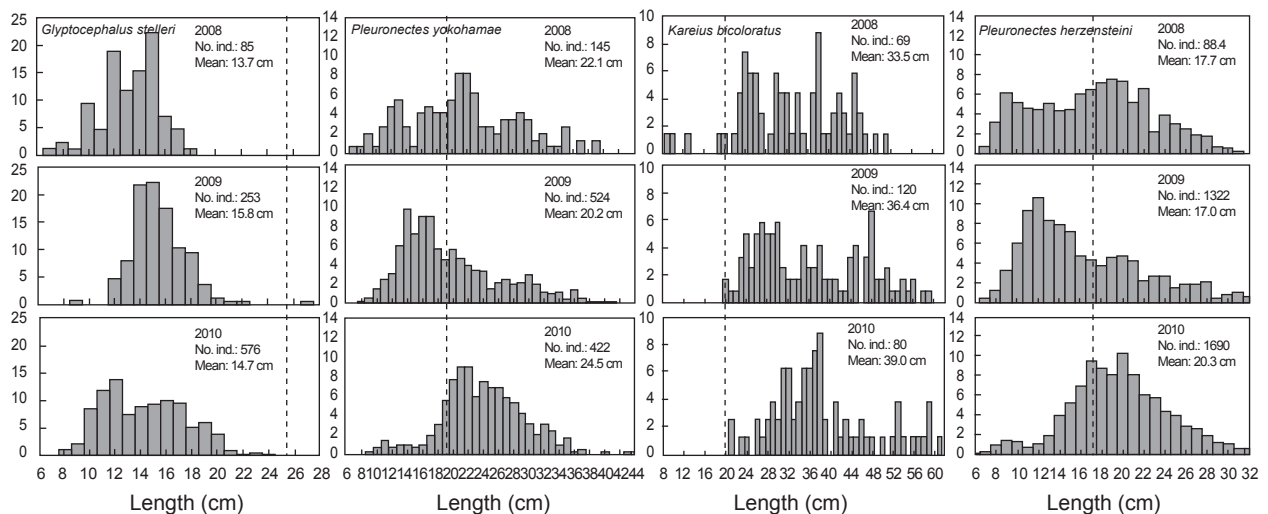


Fig. 10. Length frequency distribution of Pleuronectiformes by years in the Uljin marine ranching area from Feb. 2008 to Dec. 2010.

Table 3. Individual and biomass of dominant Pleuronectiformes in the Uljin marine ranching area from 2007 to 2010

Scientific name	Individual (ind./km <sup>2</sup> )				Biomass (kg/km <sup>2</sup> )			
	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
<i>Platichthys stellatus</i>	-	1,784	722	314	-	214.0	130.8	87.1
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	6,807	1,235	20,200	18,041	63	21.1	263.9	340.5
<i>Paralichthys olivaceus</i>	470	1,027	1,520	676	10	229.3	505.5	372.6
<i>Pleuronichtys cornutus</i>	32	-	59	26	5	0.0	4.9	1.8
<i>Kareius bicoloratus</i>	-	933	1,083	899	-	389.0	818.0	801.2
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	31	1,959	5,711	4,897	6	337.8	836.8	1,352.9
<i>Eopsetta grigorjewi</i>	734	2,492	5,161	1,795	24	62.9	352.9	252.7
<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	1,596	1,591	31,311	21,673	91	30.6	542.3	1,649.0
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	-	1,633	7,658	1,115	-	32.9	91.4	25.2
<i>Clidoderma asperimum</i>	188	-	1,417	431	6	0.0	68.9	67.2
<i>Pleuronectes herzensteini</i>	5,972	11,199	26,624	23,810	368	915.7	2,013.2	3,583.4
References	MIFFAF,2008	The present study			MIFFAF,2008	The present study		

안에서 오토트롤을 이용한 조사에서 가자미목 어류가 4종이 출현하였다고 보고하였는데, 이는 본 조사에 비해 조사지역과 조사 수심이 한정되어 있었고, 총 4회 조사로 조사횟수 또한 적었기 때문에 판단된다.

#### 우점종

본 조사결과 채집된 가자미목 어류 중에서 전체 개체수의 10% 이상을 차지하는 우점종은 참가자미, 용가자미, 기름가자미였고, 전체 생체량의 10% 이상을 차지하는 우점종은 참가자미, 문치가자미, 용가자미, 돌가자미로 나타났다. 남해의 수영만의 조사에서는 문치가자미와 개서대(*Cynoglossus robustus*), 광양만에서는 돌가자미와 개서대(*C. robustus*), 가덕도 주변에서는 문치가자미와 용서대(*Cynoglossus abbreviatus*), 거제도 주변 해역에서는 점넙치와 칠서대(*Cynoglossus interruptus*)가 우점한 것으로 나타났다(Cha and Park, 1997; Youn and Shim, 2000; Kim et al., 2000; Huh and An, 2000). 서해의 태안에서는 넙치와 참서대(*Cynoglossus joyneri*)가 중부연안에서는 찰가자미(*Microstomus achne*), 도다리(*Pleuronichtys cornutus*), 넙치가 우점하는 것으로 나타나 해역에 따른 가자미목의 분포가 뚜렷하게 구분되었다(Noh et al., 2009; Lee et al., 2010). 후포연안과 울진연안의 조사(Lee, 2011)에서는 기름가자미, 용가자미와 참가자미가 우점하는 것으로 나타나 본 조사와 유사한 결과를 보였다. 참가자미는 동해에만 서식하는 것으로 알려져 있고, 용가자미와 기름가자미 또한 동해에서 높은 서식밀도를 보이는 종들로 본 조사에서는 주요 우점종으로 출현하였던 반면 남해와 서해에서 주로 출현하는 납서대과와 참서대과 어류는 거의 출현하지 않는 경향을 보였다. 전 연안에 광범위하게 서식하는 문치가자미는 본 조사에서 생체량 우점종였는데, 포항의 영일만의 조사에서도 개체수와 생체량에서 모두 우점하여 본 조사와 유사한 경향을 보였다(Hong et al., 2008). 울진 바다목장에서 2007년에 조사한 결과와 비교하면 기름가자미가 6,807 ind./km<sup>2</sup> (63 kg/km<sup>2</sup>) 참가자미 5,972 ind./km<sup>2</sup> (368

kg/km<sup>2</sup>), 용가자미 1,596 ind./km<sup>2</sup> (91 kg/km<sup>2</sup>) 우점하였는데 (MFAFF, 2008), 본 연구의 2008년의 결과와 비교하면 기름가자미를 제외하고는 모두 개체수와 생체량이 작았던 반면 2009년과 2010년에 비교하면 개체수와 생체량이 본 연구에서 모두 증가한 것으로 나타나 바다목장 사업이 진행됨에 따라 가자미목 어류들의 개체수와 생체량이 꾸준히 증가한 것으로 판단된다 (Table 3).

#### 집괴 분석

생물군집의 월별 유사성을 분석한 결과에서 2008년과 2009년 1-4월과 2010년 1-4월에 출현한 군집(Group A)과 2009년 5-12월과 2010년 5-12월에 출현한 군집(Group B)으로 구분되었는데, Group A에서 평균 개체수는 24,700 ind./km<sup>2</sup>이었고, Group B에서는 평균 121,600 ind./km<sup>2</sup>로 더 많은 개체가 출현하였다( $P < 0.05$ ). 가자미목은 2008년의 평균 개체수에 비해 2009년과 2010년의 평균 개체수가 증가한 것으로 나타났는데, 가자미목 어류들의 개체수 증가는 먹이원의 종류와 양적인 증가에 인한 것으로 판단된다. MLTM (2008)과 NFRDI (2007, 2008)에 따르면 통영연안에 인공어초를 설치한 후 식물·동물플랑크톤과 같은 어류의 먹이원이 증가하면서 어류의 종수 및 개체수가 증가하는 경향을 보인다고 하였고, Huh and An (2000)은 가덕도 해역이 낙동강에서 유입되는 많은 영양염으로 인하여 기초생산성이 높고 갈대군락에 서식하는 많은 새우류와 같은 갑각류가 어류들의 먹이원으로 작용하여 어류의 종수 및 개체수가 다른 해역에 비해 높다고 보고하여 먹이원의 증가가 어류의 종수와 개체수의 증가를 가져온다고 하였다. 또한 Yoon 등 (2011)과 Kim 등 (2010)에 따르면 울진바다목장과 사천바다목장에 해중립의 조성하고 다양한 인공어초를 설치한 후 바다목장 해역에서 일차생산성이 증가하고 어류의 먹이원이 되는 다양한 무척추동물의 종수와 개체수가 증가하여 어류의 종수 및 개체수가 증가한 것으로 보고하여, 2006년부터 본격적으로 울진바다목장 조성사업이 실시된 이후 지속적으로 먹이원이 증가



되면서 가자미목 어류의 개체수와 생체량이 증가한 것으로 판단된다. 일반적으로 어류는 암반이나 인공어초와 같은 해양구조물 또는 해조류나 잘피와 같은 다양한 해양식물이 존재하는 3차원적인 공간에서 더 높은 종수와 개체수를 나타내는 것으로 알려져 있는데(Park et al., 2003; Kim and Gwak, 2006; Choi, 2008; Cha, 2010; Oh et al., 2010), 이는 암반이나 해양구조물 등이 해류의 흐름에 영향을 미쳐 저층의 높은 영양염을 표층으로 용승시킴으로 기초생산력을 증가시키고 먹이망을 통해 무척추동물에서 어류까지 전달되어지는 에너지 흐름의 과정을 통해 해양생물의 종수, 개체수 및 생체량의 증가를 유발시키기 때문으로 판단된다(MLTM, 2008; Kim et al., 2010).

2009년과 2010년 1-4월에 채집된 가자미목 어류들에 비해 2009년과 2010년 5-12월에 채집된 가자미목 어류들은 종수와 개체수가 모두 높은 것으로 나타났는데 ( $P<0.05$ ), 일반적으로 어류는 수온이 낮아지는 겨울철에는 연안에서 깊은 수심으로 이동하고 봄철이 되면 산란을 위해 연안으로 이동하는 하는 습성에 기인한 것으로 판단된다(Pristas and Lee 1978; Modde and Rose, 1981; Lee and Seok, 1984). 특히 가자미목의 어류들은 대부분은 겨울이 되면 깊은 수심으로 이동하고 산란기인 3~5월이 되면 연안으로 이동하는 특성을 가지고 있어 본 조사의 결과와도 일치하는 것으로 나타났다 (Vollen et al., 2004; Lee et al., 2006; Cha et al., 2008; Choi, 2009; Seo et al., 2010).

가자미목 어류들의 공간적 분포 특성을 분석한 결과 fine sand (2.7phi)의 퇴적물 입도조성을 보이고 수심이 10 m 내외로 낮으며 암반과 인공어초의 분포가 낮은 곳(MOMAF, 2005; MFAFF, 2008)에 위치한 정점(St. 1과 St. 3)들이 Group 1로 구분되었고, 다양한 인공어초가 투하되어 있고 곳곳에 암반이 넓게 분포하며 very fine sand와 clay의 함량이 높은 퇴적물 특성(3.2phi)을 가지며 평균 30~40 m의 상대적으로 수심이 깊은 곳(MOMAF, 2005; MFAFF, 2008)에 위치한 정점(St. 2, St. 4~St. 6)들이 Group 2로 구분되었다. Group 1에서는 점넙치가 평균 9,159 ind./km<sup>2</sup>, 참가자미가 4,864 ind./km<sup>2</sup>, 강도다리가 2,228 ind./km<sup>2</sup>, 넙치가 2,203 ind./km<sup>2</sup>로 우점하는 것으로 나타났는데 이들은 퇴적물의 입도구성에서 사질의 함량이 높은 곳에서 높은 서식밀도를 보이는 종들로 Group 2 지역에 비해 많은 개체수를 보였다 ( $P<0.05$ ). Group 1에서 점넙치는 2008년에 비해 2009년에 개체수가 증가하는 경향을 보였지만 참가자미의 개체수가 2010년에 개체수가 증가하면서 상대적으로 생태적 지위가 비슷한 점넙치의 개체수는 감소한 것으로 판단된다. 일반적으로 수심이 낮고 사질의 함량이 높을수록 퇴적물에 함유되어 있는 유기물의 양이 감소하고 퇴적물의 교란이 심하기 때문에 어류의 먹이가 되는 무척추동물의 종수와 개체수가 적은 것으로 잘 알려져 있다(Etter and Grassle, 1992; Snelgrove, 1998; Yoon et al., 2009). 본 연구에서도 상대적으로 먹이원이 부족하고 저층 퇴적물의 교란이 심한 Group 1지역에서는 조사기간 동안 가자미목 어류의 서식밀도는 크게 변화

지 않는 것으로 나타났고, 무척추동물의 종수 및 개체수 또한 큰 변화가 없는 것으로 나타나 가자미목 어류의 개체수가 큰 변화가 없는 것으로 판단된다(MIFFAF, 2008, 2009, 2010). Group 2에서는 참가자미와 용가자미가 각각 평균 27,366 ind./km<sup>2</sup>과 26,716 ind./km<sup>2</sup>로 우점했고, 기름가자미가 19,353 ind./km<sup>2</sup>로 높은 서식밀도를 보였다. Group 2에서 출현한 우점종들은 시간이 지남에 따라 개체수가 증가하는 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 이 지역의 퇴적환경은 사질에 비해 니질의 함량이 높아 서식하기에 적합하고 다양한 인공어초가 넓게 분포하여 높은 일차생산성이 유지되며(MIFFAF, 2008, 2009, 2010), 인공어초 부착생물에서 직접적으로 퇴적물에 가입되는 많은 유기물 질들이 가자미목 어류들의 먹이원으로 작용하기 때문으로 판단된다.

## 체장 조성

가자미목의 체장분포를 살펴본 결과 강도다리, 넙치, 물가자미로 평균 체장이 시간이 지남에 따라 점차 증가하는 경향을 보였지만 강도다리는 성숙체장이 35 cm (Ralston, 2005)로 개체군중에서 성숙개체들의 비율은 2008년 0%, 2009년 2.2%, 2010년 5.6%, 넙치의 성숙체장은 45 cm로 개체군중에서 성숙개체의 비율은 2008년 5.6%, 2009년 4.7%, 2010년 6.5%, 물가자미의 성숙체장은 23 cm (Kim et al., 2011)로 개체군중에서 성숙개체의 비율은 2008년 1.1%, 2009년 0.7%, 2010년 8.6%로 대부분의 개체들이 미성숙 개체들로 나타나 울진바다목장 해역이 어린 개체들의 성육장으로 이용되긴 하지만 산란장으로 이용하지 않는 것으로 판단된다. Hwang 등 (2012)이 2009년 11월-2010년 10월까지 울진바다목장에서 강도다리의 번식능력에 대한 연구를 수행한 결과에 따르면, 본 해역에서 채집된 강도다리는 대부분 성숙체장에 이르지 못하여 바다목장 내에서 재생산은 미비한 것으로 나타났지만 강도다리와 넙치같이 방류했던 개체들의 평균 체장이 시간이 지남에 따라 지속적으로 증가하는 것으로 보아 바다목장 해역에서 정착하여 서식하는 것을 알 수 있었다. 강도다리와 넙치의 경우 미성숙 개체들이 점차 성숙체장에 이룸에 따라 차후 연구를 통해 바다목장 해역 내에서의 번식특성에 대한 연구와 다른 가자미들과의 먹이경쟁과 서식밀도에 따른 개체군의 변동에 대한 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다. 기름가자미 또한 유사한 경향을 보였는데 기름가자미의 성숙체장은 25.6 cm (Cha et al., 2008)로 조사기간 동안 채집된 개체들의 99% 이상이 미성숙 개체를 보였다. 일반적으로 기름가자미는 40~700 m의 해역에서 광범위하게 서식하며 산란기에 연안으로 이동하여 산란하고 치어일 때는 연안에서 서식하다 성장하면서 외해로 나가는 생태적 습성을 지니고 있어 (Cha et al., 2008), 본 바다목장 해역을 성육장으로 이용하지만 바다목장 해역에서는 산란하지 않는 것으로 판단된다. Lee (2011)의 후포연안에서 수행한 연구에서도 14~18 cm 크기의 기름가자미가 가장 많이 분포했으며, 성숙체장 이상의 기름가자미는 어획되지 않아 본 조사와 유

사한 경향을 보였다.

반면 돌가자미, 문치가자미, 용가자미, 참가자미는 성숙개체가 어획비율이 상대적으로 높은 특성을 보이고 있었는데, 돌가자미의 성숙체장은 25.0 cm (Jun et al., 2003)로 바다목장 해역에서 어획된 개체의 85% 이상이 성숙개체들로 나타났고 문치가자미의 성숙체장은 19.8 cm (Seo et al., 2010)로 성숙개체의 비율이 2008년 56.6%, 2008년 36.6%, 2010년 75.4%, 용가자미는 성숙체장이 20.0 cm로 성숙개체의 비율이 2008년 10.5%, 2009년 1.2%, 2010년에 33.0%, 참가자미의 성숙체장은 17.8 cm (Cha et al., 2006)로 2008년 성숙개체의 비율은 42.8%, 2009년 32.5%, 2010년 58.3%를 나타냈다. 이들 개체군들은 바다목장 해역에서 산란하고 어린 개체들이 바다목장을 보육장과 성육장으로 이용하며 성숙개체가 되면 다시 바다목장 내에서 재생산을 하는 것으로 판단된다. 이들 개체군들은 다른 가자미목 어류들에 비해서 상대적으로 개체수와 생체량이 높은 특성을 보여 다른 가자미목 어류들에 비해 먹이와 서식지 경쟁에서 우위에 있는 것으로 판단되며 바다목장 해역의 높은 일차생산성을 고려할 때 점차적으로 개체수가 증가할 것으로 보인다.

울진바다목장 해역에서 가자미목의 군집구조의 변화를 분석한 결과 가자미목 어류들 중에서 강도다리, 넙치, 물가자미는 바다목장에서 산란을 하지는 않지만 어린 개체들을 성육하는 성육장으로 이용하는 것으로 판단되고, 돌가자미, 문치가자미, 용가자미와 참가자미는 울진바다목장에서 산란하고 어린 치어들의 보육장과 성육장으로 적절하게 이용하는 것으로 판단된다. 울진바다목장 해역의 방류 대상종인 강도다리와 넙치의 경우 지속적인 방류가 이루어지고 있으며 방류된 개체들은 바다목장 내에서 안정적으로 정착하여 성장하고 있으며, 이들 개체군들이 성장함에 따라 성숙개체 이상이 되면 바다목장 내에서 재생산이 이루어질 수도 있기 때문에 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단된다. 또한 울진바다목장의 환경수용능력과 퇴적물 특성을 고려하여 강도다리와 넙치와 같은 가자미류 어류들의 방류량과 방류 장소를 선정하여야 하며, 2차 방류대상종의 선정에 있어서 상대적으로 서식밀도가 낮은 정점 1과 3에서 정착하여 서식할 수 있는 종을 고려하여야 할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- Bray JR and Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol Monogr* 27, 325-349.
- Cha BY. 2010. Species composition and abundance of fish in the water off Geomun island of the southern sea, Korea. *Korean J Ichthyol*, 22, 168-178.
- Cha HK and Park KJ. 1997. Seasonal changes in species composition of fishes cillested with a bottom trawl in Kwangyang bay, Korea. *Korean J Ichthyol*, 9, 235-243.
- Cha HK, Kwon HC, Lee SI, Yand JH, Chang DS and Chun YY. 2008. Maturity and spawning of Korean Flounder *Glyptocephalus stelleri* (Schmidt) in the East sea of Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 20, 263-271.
- Cha HK, Park KY, Lee SI, Park HW, Kwon HC and Choi SH. 2006. Maturity and spawning of brown sole, *Pleuronectes herzensteini* (Jordan et Snyder) in the east sea of Korea. *Korean J Ichthyol*, 18, 363-367.
- Choi CG. 2008. Marine communities around artificial reefs located in Ikata, Shikoku, Japan. *J Kor Fish Soc*, 41, 208-214.
- Choi Y. 2009. Growth and habitat condition of young stage right eye flounder (*Kareius bicoloratus*) in the Saemangeum reservoir. *Korean J Env Biol*, 27, 1-5.
- Clarke KR and Warwick RM. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. PRIMER-E Ltd., Plymouth, U.K.
- Etter RJ and Grassle JF. 1992. Patterns of species diversity in the deep sea as a function of sediment particle size diversity. *Nature*, 360, 576-578.
- Fujita D. 1987. The report of interview to fisherman on "Isoyake" in Taisei-Cho, Hokkaido. *Suisanzoshoku*, 35, 135-138.
- Grove RS and Sonu CJ. 1985. Fishing reef planning in Japan. In: Artificial Reefs: Marine and Freshwater Applications. D'Itri, F.M., Ed. Lewis Publication. Inc., Michigan, USA, 187-251.
- Hong BK, Kim JK, Park KD, Jeon KA, Chun YY, Hwang KS, Kim YS and Park KY. 2008. Species composition of fish collectes in Gill nets form Youngil bay, east sea of Korea. *J Korea Fish Soc*, 41, 353-362.
- Huh SH and An YR. 2000. Species composition and seasonal variation of fish assemblage in the coastal water off Gadeokdo, Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, 33, 288-301.
- Hwang IJ, Lee JB, Choi SJ, Kim SK, Cha HK, Oh TY and Baek HJ. 2012. Reproductive capacity in Starry flounder *Platichthys stellatus* from Uljin marine ranching area, Korea. *Korea J. Fish Aquat Sci*, 45, 253-261.
- Hwang SD, Park YJ, Choi Sh and Lee TW. 1997. Species composition of fish collected by trammel net off Heunghae, Korea. *J Korea Fish Soc*, 30, 13-54.
- Jun JC, Sim DS, Kim YH and Chung EY. 2003. Sexual maturation of the stone flounder, *Kareius bicoloratus*, on the west coast of Korea. *Korean J Ichthyol*, 15, 259-271.
- Kim BG and Gwak WS. 2006. Study on fish assemblages in eelgrass bed of Jisepo Bay and sandy shore of Gujora on Geoje island, Korea. *J Ins Marine Industry*, 19, 79-91.
- Kim YH, Jeon BS and Kang YJ. 2000. Seasonal variation in species composition of fish in Suyoung bay, Korea. *J. Korean Fish Soc*, 33, 320-324.
- Kim YH, Kim YS, Kang HJ, Kim JK and Chun YY. 2011. Age and Growth of shotted halibut *Eopsetta grigorjewi* in the east china sea. *Korean J Ichthyol*, 23, 30-36.
- Kim YS, Choi JH, Kim JN, Oh TY, Choi KH, Lee DW and Cha HK. 2010. Seasonal variation of fish assemblage in Sacheon marine ranching, the southern coast of Korea. *Bull Korean Soc Fish Tech*, 46, 335-345.
- Lee DH, Kim TJ, Choi BE, Lee SJ and Gwak WS. 2010. Spe-

- cies composition of fishes in eelgrass bed of Geoje bay on Geoje island, Korea. Korean J Ichthyol, 22, 179-185.
- Lee JB, Lee JH, Shin YJ, Zhang CI and Cha HK. 2010. Seasonal variation of fisheries resources composition in the coastal ecosystem of the middle Yellow sea of Korea. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 46, 126-138.
- Lee JB, Oh TY, Yeon IJ, Kim BY, Shin HO, Hwang BK, Lee KH and Lee YW. 2012. Estimation of demersal fish biomass using hydroacoustic and catch data in the marine ranching area (MRA) of Jeju. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 48, 128-136
- Lee SI, Park KY, Kim YP, Park HW, Yang JH and Choi SH. 2006. Age and growth of brown sole, *Pleuronectes herzensteini* (Jordan et Snyder) in the east sea of Korea. Korean J. Ichthyol., 18, 355-362.
- Lee TW and Seok KJ. 1984. Seasonal fluctuations in abundance and species composition of fish in Cheonsu Bay using trap net catches. J. Oce. Soc. Kor., 19, 217-227.
- Lee TW. 2011. Seasonal variation in species composition of demersal in the coastal water off Uljin and Hupo in the east sea of Korea in 2002. Korean J. Ichthyol., 23, 187-197.
- MFAFF, 2008. The study on systematic execution plan of Fish stock rebuilding plans. 598pp.
- MIFFAF. 2008. Studies on the development of marine ranching program 2007 in the East, West and Jeju coast of Korea. 1062.
- MIFFAF. 2009. Studies on the development of marine ranching program 2007 in the East, West and Jeju coast of Korea. 1019.
- MIFFAF. 2010. Studies on the development of marine ranching program 2007 in the East, West and Jeju coast of Korea. 1269.
- MLTM, 2008. Study of fisheries environment improvement using the artificial upwelling system. 429.
- Modde T. and Rose ST. 1981. Seasonality of fishes occupying a surf zone habitat in the northern Gulf of Mexico. Fish. Bull. U. S., 78, 911-922.
- MOMAF, 2005. Studies on the development of marine ranching program 2005 in the east, west and Jeju coast of Korea. 1051.
- NFRDI. 2007. Marine forest establishment on the box-typed artificial seaweed reefs. . 160.
- NFRDI. 2008. Assessing the ecological function of artificial reef systems. . 83.
- Noh HS, Uouk KS, Hwang HB and Lee TW. 2009. Seasonal variation in Species composition and abundance of shallow water fishes at Taean beaches, in the Yellow Sea of Korea. J Kor Soc Oce, 14, 145-154.
- Oh TY, Cha HK, Chang DS, Hwang CH, Nam YJ, Kwak SN and Son MH. 2010. Seasonal variation and species composition of fishes communities in artificial reef unit at marine ranching area in the coastal waters off Jeju island, Korea. J Kor Soc Fish Tech, 46, 139-147.
- Park HH, Shin JK, Kim JO, Park SY, Kim HS, Lim DH, Park YC, Cho SH, Hong SH, Lee JW and Gil BG. 2003. An effect on fisheries resources enhancement of hollow jumbo structure and a search for artificial reefs by side scan sonar in the western sea of Korea. Bull Korean Soc Fish Tech, 39, 230-238.
- Pielou EC. 1977. Mathematical ecology, 2nd. John Wiley and Sons. Inc., New York, . 358.
- Pristas PJ. and Lee T. 1978. Seasonal abundance, size, and sex ratio of fishes caught with gill nets in St. Andrew Bay, Florida. Bull. Mar. Sci., 28, 581-589.
- Ralston S. 2005. An assessment of starry flounder off California, Oregon and Washington. Tech. rep, NOAA Fisheries Southwest Fisheries Science Center, Santa Cruz, CA, USA.
- Seo YI, Joo H, Lee SK, Kim HY, Ko JC, Choi MS, Kim JI and Oh TY. 2010. Maturity and spawning of marbled sole *Pleuronectes yokohamae* in the southern sea of Korea. Korea J. Lchthyol., 22, 83-89.
- Simpson EH. 1949. Measurement of diversity. Nature, 163, 16-88.
- Snelgrove PVR. 1998. The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. Biodiversity Conserv, 7, 1123-1132.
- Vollen T, Albert OT and Nilssen EM. 2004. Diet composition and feeding behaviour of juvenile Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) in the Svalbard area. J. Sea Res., 51, 251-259.
- Yoon BS, Yoon SC, Lee SI, Lim JB, Yang JH, Park JH, Choi YM and Park JH. 2011. Community structure of demersal organisms trawl survey in the Uljin marine ranching area, Korea. Kor J Fish Aquat Sci 44, 506-515.
- Yoon SP, Jung RH, Kim YJ, Hong SJ, Oh HT and Lee WC. 2009. Spatio-temporal Changes in macrobenthic community structure and benthic environment at an intensive oyster culturing ground in Geoje-Hansan bay, Korea. J Korean Soc Oce, 14, 213-228.
- Yotsui T and Maesako N. 1993. Restoration experiments of *Eisenia bicyclis* beds on barren grounds at Tsushima islands. Suisanzoshoku, 41, 67-70.
- Youn CH and Shim JH. 2000. Fauna of fish collected by otter trawl at coast off the southeast area of Geoje island. Kor J Env Eco, 14, 167-174.
- Youn CH and Shim JH. 2000. Fauna of fish collected by otter trawl at coast off the Southeast area of Geoje island. Kor. J. Env. Eco., 14, 167-174.