

제주바다목장 해역 내 인공 어초군에 서식하는 어류군집의 종조성 및 계절변동

오택윤* · 차형기 · 장대수 · 황철희¹ · 남윤주¹ · 곽석남¹ · 손민호¹

국립수산과학원 자원연구과, ¹해양생태기술연구소 어류연구팀

Seasonal variation and species composition of fishes communities in artificial reef unit at marine ranching area in the coastal waters off Jeju island, Korea

Taeg-Yun OH*, **Hyung-Kee CHA**, **Dae-Soo CHANG**, **Choul-Hee HWANG¹**, **Yun-Ju NAM¹**,
Seok-Nam KWAK¹ and **Min-Ho SON¹**

*Fisheries Resources Management Division, National Fisheries Research & Development Institute,
152-1 Haeanro, Gijang, Busan 619-705, Korea*

*¹Fish Research Team, Marine Eco-Technology Institute Co., Ltd., 485-1 Yongdang,
Namgu, Busan 608-830, Korea*

This study monitored a variety of marine fish communities in artificial reefs unit of the total 5 types (Dice type, Octagonal turtle type, Two-stage tube type, Gazebo type, Tetrapod type) which are located in the marine ranching at Jeju island by scuba diving in May, July, October and December 2009. Underwater photographing was accomplished at total 3 phases (condition of artificial reefs photographing, concentric circle movement photographing and line transect photographing). The preservation condition of artificial reefs facility was very good, and the dominant species were *Chromis notatus*, *Sebastes thompsoni*, *Oplegnathus fasciatus* and *Halichoeres poecilopterus*. Fish abundance was high in May and June, and low in October and December, 2009. *Chromis notatus* was dominant at the all types of artificial reefs, *Halichoeres poecilopterus* for Gazebo type and Tetrapod type of artificial reefs, and *Sebastes thompsoni* for Dice type, Octagonal turtle type and Two-stage tube type of artificial reefs.

Keywords: Artificial reef unit, Jeju island, Fishes communities, Marine ranching, Visual census

*Corresponding author: tyoh@nfrdi.go.kr, Tel: 82-51-720-2295, Fax: 82-51-720-2277

서 론

우리나라 수산업은 연안 어장에 대한 의존도가 높고, 선진국에 비해 경영구조가 영세하여 적극적인 자원조성을 통한 어업관리가 필요하다. 이러한 수산자원의 증강과 수익 증대를 위한 방안으로 1971년부터 인공어초 시설 사업이 실시되었으며 (Lyu and Jeong, 2000), 오늘날까지 지속적으로 시설되어 관리되고 있다. 특히 해양오염, 적조 그리고 지구 온난화에 의한 해양생태계의 변화는 인공어초 시설 사업의 필요성을 극대화 시키고 있으며, 수산자원의 부가가치 향상은 국민의 해양 레저 욕구까지 충족시킬 수 있을 것으로 기대하고 있다. 실제로 인공어초 어장의 수산생물 자원 조성효과는 자연암반 어장 보다 약 1.3 - 2.3배 정도 높은 것으로 보고되고 있는데 (Kim et al., 1999) 이는 흐름이 있는 3차원의 빈 공간에 인공어초와 같은 인공구조물을 시설함에 따라 저층의 흐름을 차단 혹은 용승시켜 풍부한 영양염류가 표층에 공급되고 이에 따라 기초생물의 생산력이 증대되기 때문이라고 보고된다 (Grove and Sonu, 1985). 이와 같이 효율성과 부가가치성이 높은 인공어초의 시설 및 관리는 연속적으로 이루어질 필요가 있으며, 이에 대한 자원량 변화와 인공어초의 효과에 대한 연구도 활발하게 이루어져야만 한다.

바다목장 해역에서의 수산자원의 분포와 밀도를 파악하기 위한 연구로 디지털카메라와 과학어군탐지기를 이용한 인공어초 주변의 어군량 추정 연구 (Akamatsu et al., 2003; Fabi and Sala, 2002; Hwang et al., 2004), 음향텔레메트리 기법에 의한 조피볼락 (*S. schlegeli*)의 인공어초 주변에서의 행동에 대한 연구 (Shin et al., 2005) 등이 이루어졌으며, 수산생물의 종과 생태특성을 파악하기 위해서는 어구를 이용한 인공어초 주변 어획 조사들이 일부 보고되었다 (Lee and Kang, 1994; Ahn et al., 1999; Park et al., 2000). 하지만 과학어군탐지기는 어초 구조물에 의한 음향산란으로 인하여 어초 내부에 체류하는 어류

자원을 파악하기 어렵고, 음향텔레메트리 기법은 어종의 행동학적 특성 추정에 적합한 기술로서 인공어초 주변 및 어초군 내에 자원량을 추정에 적용하기 어렵다. 따라서 이번 조사에서는 연구자가 직접 눈으로 인공어초와 주변 어류상을 관찰할 수 있는 scuba diving을 통한 수중촬영 기법 (visual census)을 이용하여 인공어초 시설 상태를 파악하고 단위어초군 내 어류자원의 현존량을 파악하여 제주바다목장해역에서의 단위어초군별 서식하는 어류 분포특성을 파악하여 향후 바다목장해역의 수산자원 조성효과를 극대화 시키는 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

제주 바다목장 해역의 현장 조사는 북제주군 한경면 용수리 인근 해역의 총 5종류의 인공어초 (사각, 팔각반구형, 원통2단형, 정사형 그리고 대형hex소프트)를 대상으로 2009년 5월 (춘계), 7월 (하계), 10월 (추계) 및 12월 (동계)에 어류군집에 대하여 조사를 실시하였다 (Fig. 1, Table 1). 각 인공어초 주변에서 출현하는 어류 종과 현존량을 파악하기 위하여 scuba diving을 통한 수중비디오 영상 촬영 (DCR - PC115, Sony)과 수중카메라 사진 촬영 (D - 80 DSLR, Nikon)을 실시하였는데 작업은 총 3단계로 이루어졌다. 첫 번째 단계로 입수 직후 각 인공어초의 전체적인 시설 상태와 현황을 관찰하고 기록하였으며, 두 번째 단

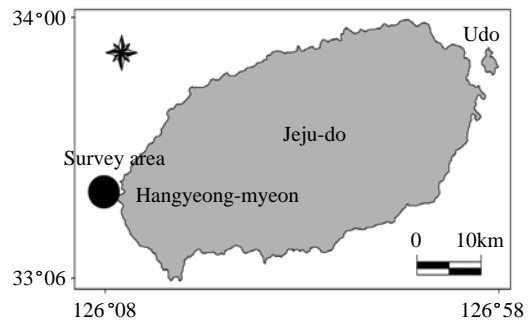


Fig. 1. Location of artificial reefs in the coastal waters off Jeju island, Korea.

Table 1. The outline of the survey on the artificial reefs at Jeju island, Korea

Artificial reefs	Number	Depth	Location	
			N	E
Dice type	200	40	33° 19.562	126° 08.489
Octagonal turtle type	1	40	33° 19.565	126° 08.417
Two-stage tube type	2	40	33° 19.529	126° 08.396
Gazebo type	16	20	33° 19.485	126° 09.140
Tetrapod type	70	20	33° 19.523	126° 09.136

계에서는 인공어초 주변을 동심원상으로 하부에서 상부까지 이동하면서 촬영하였다. 마지막으로 동 - 서, 남 - 북의 임의적 line transect를 설정하여 왕복으로 이동하면서 촬영하였으며, 단계별로 특이사항은 정확한 관찰을 위하여 이동 속도를 늦추기도 하였다 (Fig. 2). 각 어초별 촬영시간은 40여분 내외였으며, 촬영 시간내에 출현한 어종과 개체수는 실험실에서 동영상을 재생하여 분석하였다. 개체수 파악에 있어서 한 종의 어류가 다수 출현한 경우에는 중복으로 계수될 우려가 있어 개체수 범위를 설정하여 결과를 제시하였다. 또한 수중카메라 영상촬영 자료는 수중비디오 영상촬영에서 미흡할 수 있는 부분을 비교 검색할 수 있도록 이용되었으며, 출현 어종은 중 수준까지 동정하여 출현개체수를 파악하여 우점종과 출현종을 파악하였다. 출현 어종의 동정과 생태적 특성은 Masuda et al. (1984), Yoon (2002), Myung et al. (2002) 및 Kim et al. (2005)을 참고하였다.

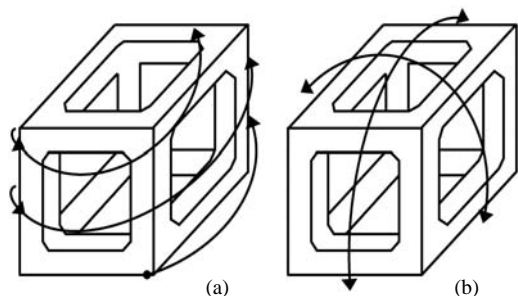


Fig. 2. The quantitative visual census method in this study (a: Concentric circle, b: All quarters transect).

결 과

인공어초 시설 및 보존 상태

인공어초 시설의 보존 상태는 매우 양호하였다. 인공어초 투입시에 흔히 발생 할 수 있는 모서리 부분의 훼손이 일부 관찰되었으나 어초군 형성에 큰 영향을 미칠 정도는 아닌 것으로 판단되었다. 또한 해저 기질에 따라 니질의 상태에서는 어초 하단부 일부가 매몰되어 있기도 하였으나, 전체적으로는 극히 일부를 제외하고는 대부분의 인공어초들이 기능을 유지하는데 양호하였다. 또한 인공어초에 부착하여 서식하는 무척추 동물과 해조류들도 다량 관찰되었다 (Fig. 3).

어초군별 출현양상

사각어초에서 출현한 어류는 총 11종으로 이중에서 자리돔 (*Chromis notatus*)과 불불락 (*Sebastes thompsoni*)이 우점하였으며, 이들은 인공어초 내에서 무리지어 서식하고 있었다. 자리돔 (*C. notatus*)은 4회 조사 모두 출현한 반면 불불락 (*S. thompsoni*)이 3회만 출현하였고, 나머지 대부분의 어류들이 1 - 2회 출현하였다. 팔각반구형강제어초에서는 총 12종의 어류가 출현하였으며, 사각어초와 마찬가지로 자리돔 (*C. notatus*)과 불불락 (*S. thompsoni*)이 우점하였다. 우점종과 더불어 불불락 (*S. thompsoni*)과 쥐치 (*Stephanolepis cirrhifer*)이 4회 출현하였으며, 돌돔 (*Oplegnathus fasciatus*)은 3회, 용치놀래기 (*Halichoeres poecilopterus*) 등 나머지 어류들은 1 - 2회 출현하였다. 원통2단형강제어초에서는

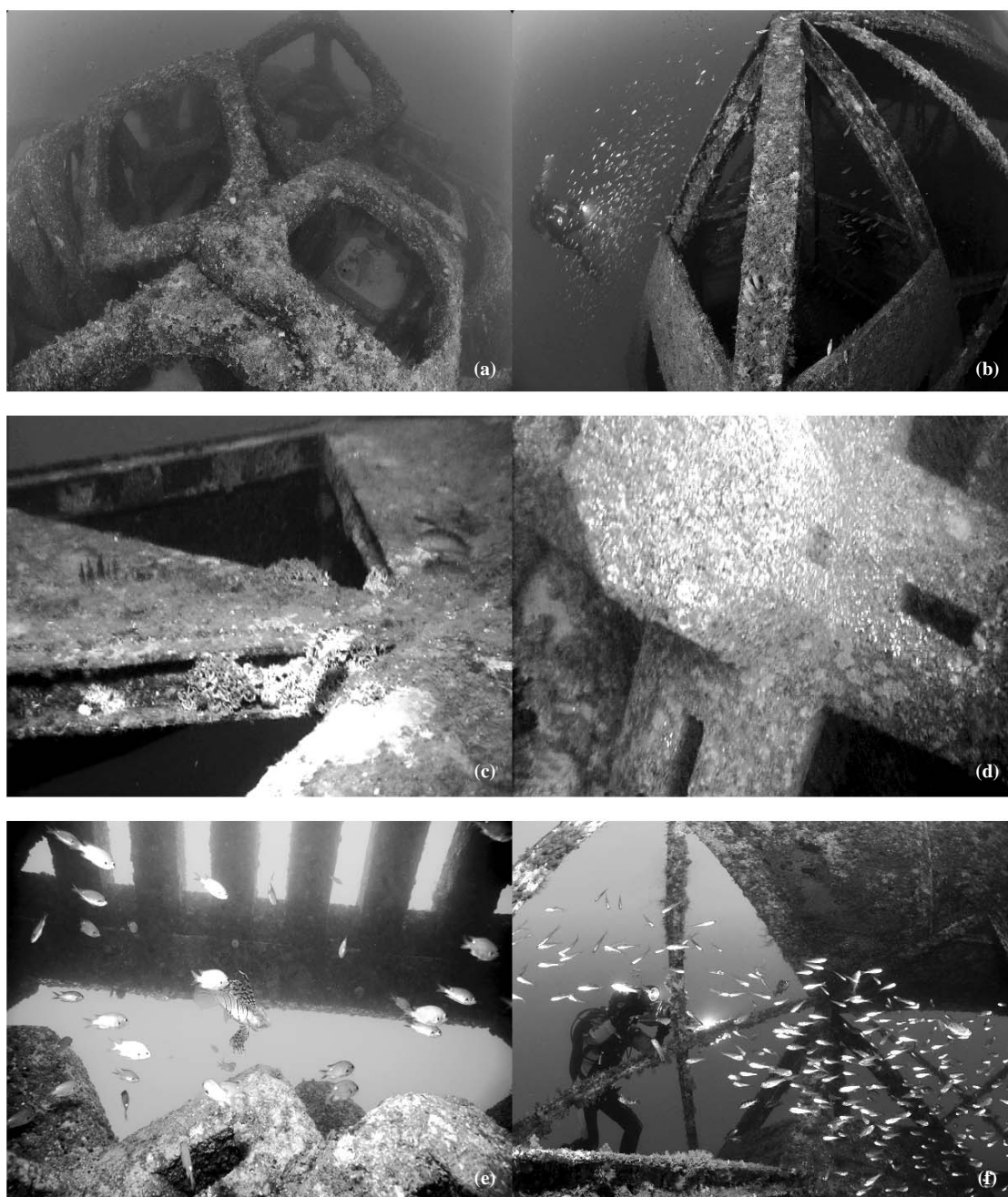


Fig. 3. The scenes of underwater photographing and the status of the artificial reefs in the study area (a: Dice type, b: Octagonal turtle type, c: Two-stage tube type, d: Tetrapod type, e: Gazebo type and f: Underwater photographing).

총 13종의 어류가 출현하였으며, 불볼락 (*S. thompsoni*)과 자리돔 (*C. notatus*)이 우점하였다. 자리돔 (*C. notatus*)은 출현개체수가 가장 많았지

만, 7월 조사에서는 출현하지 않았고, 쥐치 (*S. cirrhifer*)는 출현개체수가 적었으나 4회 출현하였다. 돌돔 (*O. fasciatus*)등 나머지 어류들은 1 -

Table 2. Monthly variation of fish numbers at each artificial reefs in the study area

(++++, Upper 1,000; +++, 100 - 1,000; ++, 10 - 100; +, Below 10 individuals)

Species	Dice type				Octagonal turtle type				Two-stage tube type				Gazebo type				Tetrapod type			
	May	Jul.	Oct.	Dec.	May	Jul.	Oct.	Dec.	May	Jul.	Oct.	Dec.	May	Jul.	Oct.	Dec.	May	Jul.	Oct.	Dec.
Order Zeiformes																				
Family Zeidae																				
<i>Zeus faber</i>	+				+															
Order Scorpaeniformes																				
Family Scorpaenidae																				
<i>Pterois lunulata</i>														+	+	+		+	+	
<i>Sebastes schlegeli</i>																				+
<i>Sebastes thompsoni</i>			++++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++							
<i>Sebasticus marmoratus</i>														+	+					
Family Hexagrammidae																				
<i>Hexagrammos otakii</i>																			+	
Order Perciformes																				
Family Serranidae																				
<i>Epinephelus akaara</i>										++										
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>														+					+	
Family Apogonidae																				
<i>Apogon semilineatus</i>	+++					+++							+	++						
Family Sillaginidae																				
<i>Sillago aeolus</i>															++					+
Family Carangidae																				
<i>Trachurus japonicus</i>			++	++																++
Family Caesionidae																				
<i>Pterocaesio trilineata</i>										++										
Family Pomacanthidae																				
<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>																			+	
Family Kyphosidae																				
<i>Girella punctata</i>																				+
<i>Microcanthus strigatus</i>	+									+			++	++			++	+	++	
<i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>	+					+	++											+		
<i>Terapon jarbua</i>																				++
Family Oplegnathidae																				
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	++	+		+	++	++	+			++	++					+	+		++	+
Family Cheilodactylidae																				
<i>Goniistius zonatus</i>						+	+			+				+		+		+	+	+
Family Pomacentridae																				
<i>Chromis notatus</i>	++++	++++	+++	++	++++	+++	+++	+	+++		++	++	++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++
Family Labridae																				
<i>Choerodon azurio</i>														+			+			
<i>Halichoeres poecilopterus</i>			+			+	+							++	+	++	++	+	++	+
<i>Pseudolabrus japonicus</i>							+			+				+				+	+	+
<i>Semicossyphus reticulatus</i>														+						
Family Pinguipedidae																				
<i>Parapercis sexfasciatus</i>																			++	
Family Blenniidae																				
<i>Petroscirtes breviceps</i>														+		+		+		
Family Gobiidae																				
<i>Sagamia geneionema</i>														+						
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>										+						+				
Order Tetraodontiformes																				
Family Monacanthidae																				
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	
<i>Thamnaconus modestus</i>	+					+				+				+		+				
Number of species	8	5	3	4	7	9	7	4	8	5	5	4	13	3	9	8	13	7	8	6

2회 출현하였다. 정자형어초에서는 총 18종의 어류가 출현하여 자리돔(*C. notatus*)과 용치놀래기(*H. poecilopterus*)가 4회 출현하면서 우점하였고, 쥐치(*S. cirrhifer*)는 3회, 그 밖의 다른 어류들은 1-2회 출현하였다. 대형핵사포트어초는 정자형어초의 어류 출현양상과 유사하였다. 총 18종의 어류가 출현하여 자리돔(*C. notatus*)과 용치놀래기(*H. poecilopterus*)가 우점하였으며, 이들 우점종들과 황놀래기(*Pseudolabrus japonicus*)가 4회, 돌돔(*O. fasciatus*)과 아홉동가리(*Goniistius zonatus*)가 3회, 그 이외 대부분의 어류들은 1-2회 출현하였다(Table 2).

계절별 출현양상

사각어초에서 출현한 어류의 개체수는 7월이 가장 많았으며, 12월에 가장 적었다. 우점종인 자리돔(*C. notatus*)과 불볼락(*S. thompsoni*)이 7월에 출현량이 가장 많은 반면에 2월에는 매우 적게 출현하여 전체 출현양상에 큰 영향을 미친 것으로 판단되며, 다른 대부분의 어류들은 계절에 상관없이 10개체 이하로 출현하였다. 줄도화돔(*Apogon semilineatus*)은 5월 조사에서만 200여 개체가 무리지어 서식하고 있었으며, 전갱이(*Trachurus japonicus*)는 10월 조사에서 어초의 상부에 무리지어 서식하고 있었다. 팔각반구형 강제어초에서의 출현한 어류의 개체수는 7월이 가장 많았고, 12월에 가장 적었다. 5월과 7월의 전체 어류 출현량은 유사하였으나 5월에는 자리돔(*C. notatus*) 1종이 무리지어 출현한 반면, 7월에는 자리돔(*C. notatus*)을 비롯하여 불볼락(*S. thompsoni*)과 줄도화돔(*A. semilineatus*)이 무리지어 출현하였다. 또한 돌돔(*O. fasciatus*)과 줄벤자리(*Rhyncopelates oxyrhynchus*)가 10개체 이상 출현하였으며, 대부분의 어류들은 10개체 이하로 출현하였다. 원통2단형강제어초에서는 5월에 출현한 어류의 개체수가 가장 많았으며, 12월 조사에서 가장 적게 출현하였다. 이는 자리돔(*C. notatus*)이 5월에 대량으로 무리지어 출현한

반면 다른 시기에는 출현하지 않았기 때문이다. 또한 불볼락(*S. thompsoni*)은 5월에 10개체 이하로 출현한 반면 다른 시기에는 100개체 이상 출현하였고, 그 외 불바리(*Epinephelus akaara*), 세줄가는돔(*Pterocaesio trilineata*), 범돔(*Microcanthus strigatus*), 돌돔(*O. fasciatus*) 그리고 자리돔(*C. notatus*)이 10개체 이상 출현하였다. 정자형어초에서는 7월에 가장 많은 어류의 개체수가 출현하였으며 10월에 가장 적었다. 하지만 어류가 가장 많이 출현한 7월에는 단 3종만이 출현하여 가장 적은 출현종수를 보였다. 이는 우점종인 자리돔(*C. notatus*)이 7월에 대량으로 출현하였기 때문이며, 전체적으로는 자리돔(*C. notatus*) 외에도 용치놀래기(*H. poecilopterus*), 줄도화돔(*A. semilineatus*), 별보리멸(*Sillago aeolus*) 그리고 범돔(*Microcanthus strigatus*)이 10개체 이상 출현하였고, 그 외 어종들은 10개체 이하로 출현하였다. 대형핵사포트어초는 5월에 가장 많은 어류의 개체수가 출현하였으며, 12월에 가장 적었다. 자리돔(*C. notatus*)은 100개체 이상이 무리지어 서식하고 있었으며, 용치놀래기(*H. poecilopterus*), 전갱이(*T. japonicus*) 그리고 돌돔(*O. fasciatus*) 등이 10개체 이상 출현하였다. 각 어초군에서의 계절별 출현양상은 5월과 7월에 많은 어류들이 출현하였으며, 10월과 12월에 대체로 적은 어류가 출현하였다. 또한 출

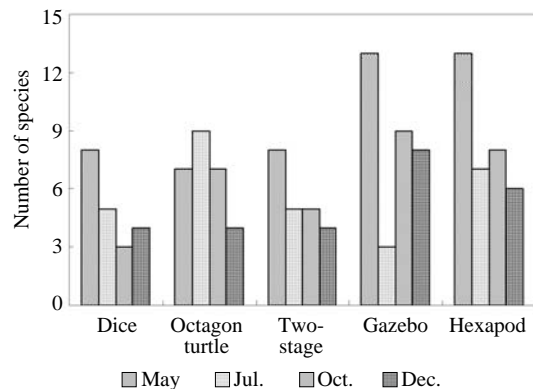


Fig. 4. Difference of number of fish species at each artificial reefs in the study area.

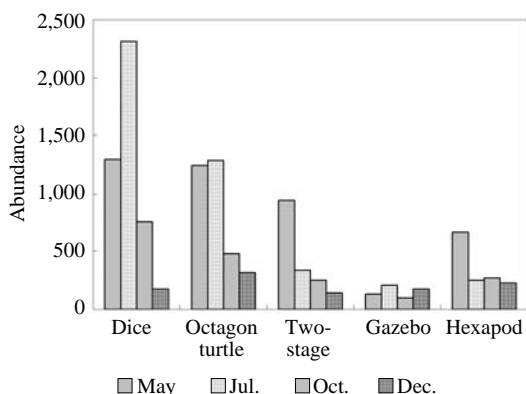


Fig. 5. Difference of abundance of fish species at each artificial reefs in the study area

현종수는 팔각반구형 강제어초를 제외하고는 5월에 가장 많은 특징을 보였다. 어초별 출현 종수는 정자형과 대형hexa포트어초에서 다소 많이 출현하였으며, 출현개체수는 사각어초와 팔각반구형어초에서 많았다 (Fig 4, 5).

고찰

Ahn et al. (1999)은 제주도 연안인공어초의 집어효과에 대해 보고하였는데, 본 조사와는 출현종에 있어서 다소 차이를 보였다. 이는 제주도 북부해역과 서부해역의 조사지점 차이에 따른 것으로 이는 어류의 이동과 관련한 해류의 영향이 큰 것으로 생각된다. Park et al. (2000)은 전라북도 연안 인공어초를 대상으로 시설 상태와 수중촬영을 통한 어류의 출현양상을 보고하였다. 총 21종의 어류와 기타 무척추동물 및 부착생물을 보고하였는데, 우리나라 연안에서 흔히 관찰할 수 있는 쥐노래미 (*Hexagrammos otakii*), 조피볼락 (*Sebastes schlegeli*), 넙치 (*Paralichthys olivaceus*) 등이 관찰되었으며, 어획효과를 파악하기 위한 어구별 단위노력당 어획량은 인공어초 시설구에서의 어획효과가 비교구보다 2배 정도 높았다. 이렇듯 인공어초 시설에 대해 긍정적인 경제적 파급효과는 분명할 것으로 생각되지만 정확한 자원량 산출을 위한 연속적인 조사가 실시되어야 할 것으로 생각된다.

인공어초는 수산생물을 모이게 하는 역할 뿐만 아니라 기초생물의 증식 효과를 유발하여 먹이사슬의 안정화를 가져와 유용수산 자원의 생산력 증진과 산란·성육장을 제공한다. 뿐만 아니라 연안의 불법어업을 막는 역할을 담당하여 수산자원의 보호, 육성을 증진 시킬 수 있다 (Okamoto et al., 1979; Kawasaki, 1984; Buckley and Hueckel, 1985; Lee and Kang, 1994; Park et al., 2000). 인공어초에 의한 효과는 크게 4가지로 볼 수 있다. 첫 번째가 어장가치가 낮은 천해수역을 양호한 어장으로 개조하는 것, 두 번째가 새로운 어장 조성, 세 번째가 집어시설, 마지막으로 종묘보호 육성장으로 이용하는 것이다. 이번 조사에서의 인공어초는 비교적 깊은 수심이었으나 상업성을 가지는 크기의 어류 군집들이 무리지어 서식하여 유용 어장과 집어 기능을 수행하고 있었으며, 미동정 자치어들이 대량으로 서식하고 있었으므로 보호 육성장으로서의 기능도 수행하고 있었다.

어류들은 각각의 먹이 습성과 행동 양상이 다르기 때문에 인공어초의 종류에 따라 군집 양상이 다를 수 있다. 따라서 시설 장소의 특성이나 대상어종에 따라 인공어초의 모형이나 종류에 차이를 두어야 한다고 보고되었다 (Matthews, 1985; Nakamura, 1985). Choi et al. (2000)은 어초별 어류의 출현개체수가 콘크리트 재질로 만들어진 인공어초보다는 넓은 내부공간을 제공할 수 있고, 지붕 (roof)에 의해 발생하는 그늘 효과 (shadow effect)를 제공할 수 있는 강제어초에서 더욱 많은 어류들이 출현한다고 보고하였다. 본 조사에서도 인공어초의 종류와 조사시기에 따라 출현양상이 다소 차이를 보였다. 사각어초와 비교해서 강제어초에서의 어류 출현량이 많았으며, 대형hexa포트어초는 구조가 강제어초와 차이를 보이지만 어초 구조상 지그재그형으로 겹쳐지며 그늘 또는 은닉 장소를 제공하였고, 좁은 지역에 표면적을 넓힐 수 있는 장점으로 어류 출현량이 많았던 것으로 보인다. 하지만 이번 조

사에서 이용된 각각의 인공어초에서의 차이는 전체적으로 뚜렷하지 않았으며 이는 인공 어초 간의 지역적인 거리 차이가 적어서 우점종이 유사하였기 때문으로도 생각된다. 우점종인 자리돐 (*C. notatus*)은 수심 20 - 30m의 산호초나 암반 지역에 무리지어 서식하는 종으로 우리나라의 제주도를 포함하는 남해에 주로 서식하며, 해수온의 상승에 따라 오늘날에는 동해안까지 널리 분포하고 있다. 또한 불볼락 (*S. thompsoni*)은 수심이 다소 깊은 30 - 150m의 암초지역에 무리지어 서식하는 종으로 우리나라의 남해안에 주로 분포하며, 돌돔은 비교적 따뜻한 수온의 연안 바위지역에서 서식하며 바다낚시와 양식대상종으로 인기가 있다 (Yoon, 2002; Myung et al., 2002; Kim et al., 2005).

본 조사에서 이용된 scuba diving을 통한 수중 촬영 기법 (visual census)은 연안성 어류와 같은 수산생물의 양을 측정하기 위해 일반적으로 널리 사용되는 방법 중의 하나이다 (Chabanet et al., 1995; Edgar and Barrett, 1997; De Girolama and Mazzoldi, 2001; Pet - Soede et al., 2001; Guidetti et al., 2002). 이전의 방법들은 바다목장 해역에서의 수산자원의 분포와 밀도를 파악하는데 중요한 기술로 활용될 수 있는 반면 수산생물의 종과 생태특성을 파악하는데 어려움이 있다. 따라서 scuba diving을 통한 수산 자원의 직접적인 관찰과 채집, 그리고 어군탐지기를 이용한 조사가 병행된다면 보다 정확한 자료를 얻을 수 있을 것으로 생각되며, 앞으로도 인공어초 시설어장에서의 어군 행동과 해양환경에 미치는 영향, 그리고 인공어초 시설규모의 적절성에 대한 많은 연구가 필요할 것이다.

결 론

제주 바다목장해역 내에 시설한 5종류 인공어초 (사각, 팔각반구형, 원통2단형, 정자형 및 대형헥사포트)의 단위어초군 별로 서식하는 어류 분포특성을 파악하여 향후 바다목장 조성해역

조성시 수산자원 조성효과를 극대화시키기 위한 어류의 분포 특성을 파악하였다. 그 결과, 제주 바다목장해역의 우점종은 자리돐 (*C. notatus*), 불볼락 (*S. thompsoni*), 돌돔 (*O. fasciatus*) 그리고 용치놀래기 (*H. poecilopterus*)이다. 또한, 계절별 출현양상은 5월과 7월에 많은 어류들이 출현하였으며, 10월과 12월에 대체로 적은 어류가 출현하였다. 어초종류별 출현종수는 정자형과 대형헥사포트어초에서 다소 많이 출현하였으며, 출현개체수는 사각어초와 팔각반구형어초에서 많았다. 자리돐 (*C. notatus*)은 인공어초 종류에 구분없이 다른 어종보다 우점하게 분포하였고, 정자형과 대형헥사포트어초에서는 용치놀래기 (*H. poecilopterus*)가 우점하고, 사각과 팔각반구형 및 원통2단형어초에서는 불볼락 (*S. thompsoni*),이 우점한 것으로 나타났다.

사 사

본 연구는 2009년 국립수산과학원 바다목장 사업 수산자원조사평가분야 (RP - 2010 - FR - 011)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- Ahn, Y.W., H.K. Rho, S.J. Kim, D.G. Jeung and M.K. Kim, 1999. Studies on the improvement of the fish gathering effects of artificial fish reefs in the coastal area of Cheju Island. *J. Fish. Mar. Sci. Edu.*, 11 (1), 59 - 68.
- Akamatsu, T., H. Takahashi and A. Matsuda, 2003. A monitoring system for the aggregated fish group by an acoustic - visual combined method. *Scientist*, 4, 18 - 26.
- Buckley, R.M. and G.J. Hueckel, 1985. Biological processes and ecological development on an artificial reef in Puget Sound, Washington. *Bull. Mar. Sci.*, 37 (1), 50 - 69.
- Choi, C.G., 2008. Marine communities around artificial reefs located in Ikata, Shikoku, Japan. *J. Kor. Fish.*

- Soc., 41 (3), 208 - 214.
- Chabanet, P., V. Dufour and R. Galzin, 1995. Disturbance impact on reef fish communities in Reunion Island (Indian Ocean). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 188, 29 - 48.
- De Girolama, M. and C. Mazzoldi, 2001. The application of visual census on Mediterranean rocky habitats. *Mar. Environ. Res.*, 51, 1 - 16.
- Edgar, G.J. and N.S. Barrett, 1997. Short term monitoring of biotic change in Tamanian marine reserves. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 213, 261 - 279.
- Fabi, G. and A. Sala, 2002. An assessment of biomass and diel activity of fish at an artificial reef (Adriatic sea) using a stationary hydroacoustic technique. *ICES J. Mar. Sci.*, 59, 411 - 420.
- Grove, R.S. and C.J. Sonu, 1985. Fishing reef planning in Japan. *Artificial Reefs: Marine and Freshwater Applications*. D'Itri, F.M., ed. Lewis Publication. Inc., Michigan, USA, pp. 187 - 251.
- Guidetti, P., G. Fanelli, S. Frascchetti, A. Terlizzi and F. Boero, 2002. Coastal fish indicate human - induced changes in the Mediterranean littoral. *Mar. Environ. Res.*, 53, 77 - 94.
- Hwang, D.J., J.S. Park and Y.W. Lee, 2004. Estimation of fish school abundance by using an echo sounder in an artificial reef area. *J. Kor. Fish. Soc.*, 37 (3), 249 - 254.
- Kawasaki, T., 1984. The distribution and behavior of fishes in the artificial reef fishing grounds. In *Biological Process in the Ocean*, R. Marushige, ed. Koseisha Koseikaku, Tokyo, pp 197 - 200.
- Kim, H.S., H.S. Lim, Y.J. Jo, J.I. Choi and O.I. Choi, 1999. Benthic macrofauna on the artificial reefs and their surrounding bottom in the southwest coast of Korea. *Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Inst.*, Korea, 56, 13 - 26.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L., Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim, 2005. *Illustrated book of Korean fishes*. Kyo-Hak Sa, Seoul. pp. 615.
- Lee, J.W. and Y.S. Lee, 1994. Variations of fish community and fish density on artificial reefs. *J. Kor. Fish. Soc.*, 27 (5), 535 - 548.
- Lyu, J.G. and M.S. Jeong, 2000. A Study on the economic appraisals of artificial reefs. *Ocean Policy Research*, 15, pp. 27.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Arago, T. Ueno and T. Yoshino, 1984. *The Fishes of the Japanese Archipelago*, Tokai University, Press, Tokyo, Japan, pp. 437.
- Matthews, K.R. 1985. Species similarity and movement of fishes on natural and artificial reefs in Monterey Bay, California. *Bull. Mar. Sci.*, 37 (1), 252 - 270.
- Nakamura, M. 1985. Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan. *Bull. Mar. Sci.*, 37 (1), 271 - 278.
- Myung, J.G., B. I. Kim, S.M. Lee and G.B. Jeon, 2002. *The sea fishes of Korea*. Darakwon, Seoul, pp. 287.
- Okamoto, M., T. Kuroki and T. Muriiai, 1979. Fundamental studies on the ecology of fishes near artificial reefs. 1. Preparatory observation of fish amount. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 45 (9), 1085 - 1090.
- Park, J.S., M.S. Seo and J.H. Kim, 2000. Effect of artificial fish reefs in the costal area of Jeon Bug province. *J. Fish. Mar. Sci. Edu.*, 12 (1), 11 - 21.
- Pet - Soede, C., W.L.T. van Densen, J.S. Pet and M.A.M. Machiels, 2001. Impact of Indonesian coral reef fisheries on fish community structure and the resultant catch composition. *Fish. Res.*, 51, 35 - 51.
- Shin, H.O., J.W. Tae and K.M. Kang, 2005. Acoustic telemetry measurement of the movement range and diurnal behavior of rockfish (*Sebastes schlegeli*) at the artificial reef. *J. Kor. Fish. Soc.*, 38 (2), 129 - 136.
- Yoon, C.H., 2002. *Fishes of Korea with pictorial key and systematic list*. Academybook, Seoul. pp. 747.
-
- 2010년 2월 24일 접수
 2010년 4월 5일 1차 수정
 2010년 5월 3일 2차 수정
 2010년 5월 7일 수리