

남해 거문도 해역 어류의 출현종과 분포특성

차병열*

국립수산과학원 동해수산연구소

Species Composition and Abundance of Fish in the Water off Geomun Island of the Southern Sea, Korea, 2006 by Byung-Yul Cha* (East Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Gangneung 210-861, Korea)

ABSTRACT Fish assemblages associated with rock reef and non-rock reef were studied using specimens collected at three sites in Geomun Island waters of the Southern Sea, Korea, in February, May, August and October, 2006. Two survey methods for the study were followed: collection by a gill net, and video observation by scuba diving. The gill-net survey was conducted during the night, the scuba-diving observations were conducted during the day. From the gill-net survey, a total of 40 species, 380 inds. and 71,426.9 g was caught at the three sites. The dominant species was *Trachurus japonicus*; other species were *Raja kenoei*, *Dasyatis akajei*, *Stephanolepis cirrifer*, *Narke japonica*, *Pagrus major*, *Sebastes inermis*, and *Sphyaena pinguis*. At the rock-reef site, a total of 26 species, 264 inds. and 46,776.7 g was caught by gill net, and the dominant species was *T. japonicus*. A total of 17 species, 45 inds., 10,535.1 g was caught at the flat-bottom 1 site, and 19 species, 71 inds. and 14,115.1 g were caught at the flat-bottom 2 site. The scuba-diving survey resulted in 13 species and 1,749 inds. observed at the three sites through the survey period. The main observed fishes were rock-dwelling species such as *Chromis notatus*, *Microcanthus strigatus*, *S. cirrifer*, *Ditrema temmincki*, *Evistias acutriostris*, *Girella punctata*, *Halichoeres poecilopterus*, *Hexagrammos agrammus*, *Prionurus scalprum*, *Sebastes inermis*, and *Semicossyphus reticulatus*. Seven species and 1,739 inds. observed at the rock-reef site comprised 99.4% of the inds. of the three sites. Therefore, the fish community in Geomun Island waters included many rock-reef species, but a few were migratory species like *T. japonicus* and *Scomber japonicus*. The abundance of fish at the rock-reef site was high in comparison with those at two non-rock reefs. The dominant species were very different between the day and the night, although rock-reef species comprised the main part of the fish community. We conclude that the high abundance of fish in Geomun Island waters is most closely related to physical structure, such as rock reefs, which is the main habitat of many fishes.

Key words : Geomun Island, fish, rock reef, species composition, abundance

서 론

연안역은 해양생태계의 생산성이 가장 높은 해역 중의 하나로서 하구, 만, 해초지, 습지, 라군, 산호초 등이 대표적인 예라 할 수 있다(Boaden, 1985). 이러한 곳에는 다양한

생물들이 서식하여, 생물 간의 먹이망도 복잡하다. 어류는 연안생태계의 소비자로서 어종이 다양하고 생활사 단계에 따라 연안을 서식처로 이용하는 양상이 다르기 때문에 같은 지역이라 하더라도 환경에 따라 어류의 분포양상은 달라지므로 어류군집 구조도 달라진다(Moyle, 1993).

연안의 어류 분포는 여러가지 요인에 의해 결정되지만 저질의 특성이 가장 중요한 것으로 보고되었다. 콜롬비아

*교신저자: 차병열 Tel: 82-33-660-8526, Fax: 82-33-661-8514,
E-mail: cby4321@yahoo.co.kr

산호초 지역의 경우 (Appeldoorn *et al.*, 2003), 어류의 종조성과 풍도는 서식처의 형태와 관련있다고 하였으며, 서인도 제도 카리브 해의 산호초에 서식하는 어류는 저질, 수심, 지형 등에 의해 분포가 주로 결정되나 (Bouchon-Navaro *et al.*, 2005), 이중 저질의 형태가 가장 큰 요인이라고 하였다. 특히, 산호초지역은 서식처가 다양하고 생산성이 매우 높기 때문에 다양한 어종들이 서식하고 있으며, 또한 어류들에게 생활사를 완성시켜 주는 주요장소가 되기도 한다. 뿐만 아니라, 산호초 어류의 높은 풍도와 다양성은 생물 간의 포식, 경쟁 그리고 공생관계의 복잡한 상호작용을 동반하게 되며, 이러한 결과에 의해 산호초 지역의 어류개체수와 풍도가 결정되어 진다고 할 수 있다. 홍해의 아이라트 산호초 지역에는 어류 서식처로서 초의 중요성을 고려하여 과거 여행객들에 의해 심하게 손상된 산호초의 일부분을 복원함으로써 다시 어류의 풍도와 다양성이 예전과 같이 높아졌다고 보고한 바 있다 (Rilov and Benayahu, 1998).

그러나, 온대해역에서는 열대해역에서 관찰할 수 있는 것과 같은 대규모의 산호초 군락은 찾아보기는 어렵지만, 대신에 해초군락과 연안 암반 구조물에서 비슷한 생태학적 기능들을 찾아 볼 수 있다. 우리나라 진동만 잘피밭 어류의 경우 (Kwak *et al.*, 2006), 잘피가 없는 곳보다 잘피밭에서 어류 밀도가 높았고 어린개체들의 비율이 높다고 보고하였다. 중앙아시아 홍해 아카바 만의 경우 (Khalaf and Kochzius, 2002), 저층이 암반과 같은 경성저질 (hard substrate)로 되어 있는 곳이 그렇지 않은 해역에 비하여 어종이 다양하였으며, 대만의 카오시웅 연안에서는 비록 모래질의 저층이라도 같은 해역에 강철 슬래그 (steel-slag)을 시설한 이후에는 어류의 종 풍부도와 다양도지수가 유의하게 증가되었다고 보고하였다 (Chou *et al.*, 2002).

본 연구에서는 거문도 연안의 어류상의 특성을 밝히고, 암반초와 모래저질의 어류 종조성과 군집구조를 비교하여, 어류분포와 환경과의 관계를 파악하고자 한다.

재료 및 방법

어류자료는 2006년 2월과 5월, 8월과 10월 거문도 연안의 세 정점에서 수집하였다 (Fig. 1). 낮에는 잠수하여 수중 카메라로 직접 어류를 관찰하였으며, 밤에는 삼중자망으로 어류를 채집하였다. 어류 조사방법과 시간이 달라 정량적인 비교는 서로 어렵지만, 조사정점별로 출현하는 어종과 상대적 출현량에 대한 정성적 비교는 가능할 것으로 판단된다. 따라서, 본 조사에서 어류군집에 대한 결과분석은 삼중자망에 채집된 어류를 주 대상으로 이루어졌으며, 낮의 잠수조사 자료는 보완 자료로 이용하였다.

어류 채집에 사용된 삼중 자망의 폭당 규격은 길이 70m

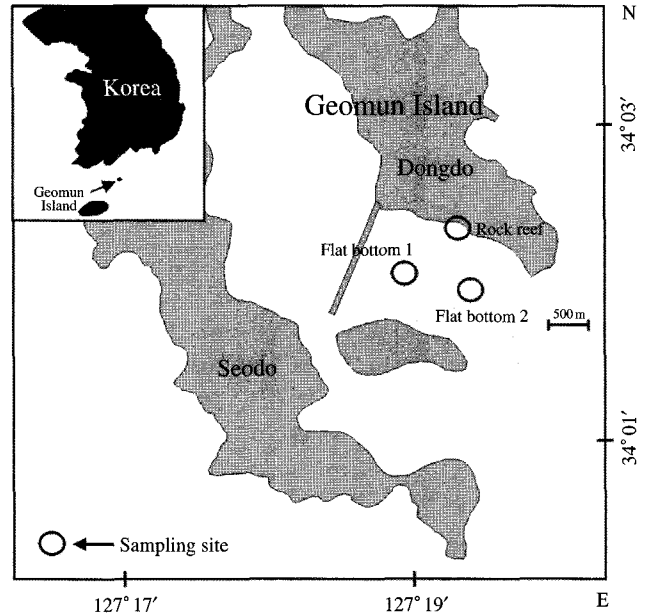


Fig. 1. Map showing the three sampling sites in Geomun Island waters of the Southern Sea, Korea, 2006.

높이 3m 그리고 망목은 57mm이며, 정점마다 2폭씩 저층을 중심으로 시설하였다. 삼중자망은 오후 7시 (일몰직후) 투망하여, 12시간이 지난 익일 오전 7시 (일출직전)에 양망하였다. 주간 잠수조사는 오후 2~3시경에 스쿠버 다이버가 직접 물 속에 들어가 수중카메라를 이용하여 정점별로 어류를 1시간 정도 촬영하였으며, 그 후 모니터상으로 종 동정을 실시하여 계수하였다. 어류는 채집 즉시, 선상에서 냉장 보관하여 연구실로 운반하였다. 운반된 시료는 어류를 어종별로 분류한 뒤 개체수 및 생체량을 측정하였다. 어종별 동정에는 정 (1977), Masuda *et al.* (1984), 김 등 (2005), 명 등 (2005) 등을 이용하였다. 어류에 대한 군집분석을 위하여 종 다양도 (Shannon and Weaver, 1963), 풍부도 (Margalef, 1969), 우점도 (Simpson, 1949) 그리고 균등도 (Pielou, 1966)를 이용하였으며, 그 결과를 조사정점 간에 서로 비교하였다. 또한, 삼중자망에 의한 어류 군집변화 정도를 알아보기 위하여 어류에 대한 채집량 변동계수 (coefficient of variation, C. V.)를 구하였는데, 이는 채집량의 표준편차를 전체 평균치로 나눈 값으로 하였다.

조사해역의 환경요인은 국립해양조사원 (2006)에서 관측한 수온, 기온 그리고 파고에 대한 월 평균 자료를 사용하였다.

결 과

1. 조사해역 개황

1) 주변환경 특성

조사해역인 거문도는 우리나라 남해의 중심에 위치하여

(34° 00' ~ 04' N, 127° 16' ~ 20' E), 여름철에는 동남부해역으로부터 쿠로시오 난류수의 영향을 받으며, 겨울철에는 북서쪽의 황해로부터 황해냉수의 영향을 받는다. 따라서 이곳의 어종들은 이러한 조건에 의해 많은 변화를 보이고 있다. 특히 조사해역인 거문도 동도와 서도 사이 해역은 우리나라 다른 연안역과 마찬가지로 연중 환경변화가 심하며, 물의 흐름도 조석주기에 따라 많이 바뀐다.

2) 조사정점별 특성

어류조사를 위해 선정된 세 정점의 수심은 10~15m 정도이고 정점 간의 거리는 500m를 약간 넘는다(Fig. 1). 동도 남부에 인접한 암반초(rock reef) 정점은 암반 단면이 대체로 굽어진 형태를 하고 있고, 암반의 내부 쪽으로는 물의 흐름이 다소 느려진다. 암반의 형태는 높이에 따라 층을 이루고 있고, 암반표면에는 크고 작은 공간들이 존재하고 있으며, 패류와 해조류 등의 많은 부착생물들이 발견된다. 비암반(non-rock) 정점 1(flat bottom 1)과 정점 2(flat bottom 2)는 동도와 서도의 중앙부에 위치하고 있으며, 저층이 편평한 모래질로 거문도 동남쪽으로부터 불어오는 외풍에 의해 강한 파도의 영향을 많이 받는다. 그러나, 비암반 정점 1은 비암반 정점 2에 비하여 다소 거문도 안쪽으로 치우쳐져 있고, 파도의 영향도 약간 줄어든다.

3) 수온, 기온 및 파고의 변동

거문도 해역의 수온 및 기온 그리고 파고에 대한 월 변동 경향을 Fig. 2에 나타내었다. 먼저, 수온은 2월과 5월에 10°C를 상회하였으나, 8월과 10월에는 27°C 이상으로 상승하였다. 기온은 2월에는 5°C를 약간 넘었고, 5월에는 약 15°C, 8월에는 약 28°C로 점차 증가하였으나, 10월에는 다시 약 20°C로 감소하였다. 파고는 0.37~0.92m의 범위를 보였다. 따라서 수온과 기온은 2월과 5월에는 낮은 경향을, 8월과 10월에는 높은 경향을 보였으나, 파고는 8월에 가장 낮고 10월에 가장 높았다.

2. 삼중자망조사에 의한 어류군집특성

1) 종조성

조사기간 동안 3개 정점에서 삼중자망에 의한 총 채집량은 채집종수 40종, 개체수 380마리, 생체량 71,426.9g이었다(Table 1). 종별 개체수는 전갱이(*Trachurus japonicus*)가 205마리(53.9%)로 가장 많았으며, 다음으로 홍어(*Raja kenoi*)가 15마리(3.9%), 노랑가오리(*Dasyatis akajei*)와 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*)가 각각 12마리(3.2%)로 많았다. 전기가오리(*Narke japonica*)와 참돔(*Pagrus major*)이 각각 11마리(2.9%)이었으며, 볼락(*Sebastes inermis*)은 10마리(2.6%)이었으며, 그 외 어종들은 10마리 미만이었다. 생체량에서는 역시 전갱이가 36,128.9g(50.6%)로 가장 많았으며, 다음으로 홍어 4,243.8g(5.9%), 전기가오리 4,220.0g(5.8%),

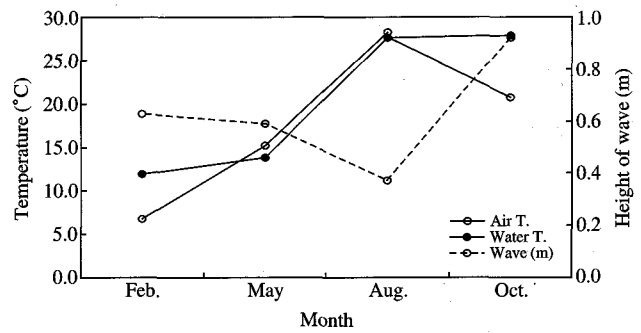


Fig. 2. Seasonal variations of temperature, salinity and wave height in the waters off Geomun Island of the Southern Sea, Korea, 2006.

꼬치고기(*Sphyræna pinguis*) 3,218.5 g (4.5%) 순으로 분석되었다.

2) 정점별 분포

조사정점별로 채집량을 보면(Table 1), 암반초 정점에서는 26종, 264마리, 46,776.7g이 채집되어 3개 정점 중에서 가장 많았다. 암반초의 우점종은 전갱이로 개체수 194마리, 생체량 35,189.0g이었으며, 그 외 어종들은 소수 개체가 채집되었다. 비암반 정점 1에서는 17종, 45마리, 10,535.1g 그리고 우점종은 농어(*Lateolabrax japonicus*) (15.6%) 이었고, 비암반 정점 2에서는 19종, 71마리, 14,115.1g 그리고 우점종은 홍어(14.1%) 이었다.

3) 어류의 정점별 분포

조사기간 동안 3개 정점 모두에서 삼중자망에 의해 채집된 어종은 노랑가오리, 참돔, 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 고등어(*Scomber japonicus*), 조피볼락(*Sebastes schlegeli*), 전갱이 등 6종이었다(Fig. 3). 그러나 이들 어종들은 정점별로 개체수와 생체량 면에 있어서 차이를 보였는데, 노랑가오리와 참돔의 경우, 비암반 정점에서 많은 개체가 출현한 반면, 고등어와 전갱이는 암반초 정점에서 훨씬 많은 개체가 출현하였다. 그러나, 넙치와 조피볼락은 정점간에 별다른 경향을 보이지 않았다. 따라서, 이들 6개 어종들은 전 조사정점에서 출현하였으나, 정점별로 출현하는 생물량은 조금씩 차이를 나타내었다.

3개 정점별 채집된 어종 중에서 해당되는 정점에서만 채집된 어종의 숫자를 Table 2에 나타내었다. 암반초 정점에서 채집된 총 26종 중에서 17종이 암반초에서만 채집되었으며, 9종은 다른 정점들에서도 채집되었다. 비암반 정점 1에서는 17종 중에서 4종 그리고 비암반 정점 2에서는 19종 중에서 3종이 비암반 정점 1과 정점 2에서만 각각 채집되었다. 이를 지역성 지수(regional index)로 비교하여 보면, 암반초가 0.654, 비암반 정점 1이 0.235, 비암반 정점 2가 0.158로 암반초 정점의 지수 값이 가장 컸다. 따라서 암반초 정점은 전체 채집어종수도 많았을 뿐만 아니라, 해

Table 1. List and abundance of fishes species by sampling site in Geomun Island waters of the Southern Sea, Korea, 2006

Scientific name	Sampling site		Soft bottom				Total	
	Rock reef		Flat bottom 1		Flat bottom 2			
	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Argyrosomus argentatus</i>			3	520.3			3	520.3
<i>Chelidonichthys spinosus</i>			1	74.2	8	1,743.3	9	1,817.5
<i>Chromis notatus</i>	1	37.1					1	37.1
<i>Cynoglossus robustus</i>					1	85.2	1	85.2
<i>Dasyatis akajei</i>	1	525.3	5	760.5	6	1,350.4	12	2,636.2
<i>Ditrema temmincki</i>	2	210.2					2	210.2
<i>Engraulis japonicus</i>			1	20.0			1	20.0
<i>Evistias acutirostris</i>			1	18.1			1	18.1
<i>Girella punctata</i>	6	1,486.1					6	1,486.1
<i>Goniistius quadricornis</i>	1	135.2					1	135.2
<i>Goniistius zonatus</i>	1	64.5					1	64.5
<i>Halichoeres poecilopterus</i>	1	130.8					1	130.8
<i>Heterodontus japonicus</i>			2	491.2	3	618.7	5	1,109.9
<i>Hexagrammos agrammus</i>	2	85.0					2	85.0
<i>Hexagrammos otakii</i>	2	585.4					2	585.4
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	2	25.6			2	70.0	4	95.6
<i>Lateolabrax japonicus</i>			7	2,456.5			7	2,456.5
<i>Lophiomus setigerus</i>	1	2,500.5					1	2,500.5
<i>Microcanthus strigatus</i>	1	104.3					1	104.3
<i>Monocentris japonica</i>	1	40.0					1	40.0
<i>Narke japonica</i>			5	1,800.0	6	2,420.0	11	4,220.0
<i>Pagrus major</i>	2	155.2	2	420.1	7	832.4	11	1,407.7
<i>Paralichthys olivaceus</i>	2	130.7	2	140.5	3	35.5	7	306.7
<i>Platycephalus indicus</i>					1	115.1	1	115.1
<i>Pleronichthys cornutus</i>			1	55.0	1	25.8	2	80.8
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	1	105.1					1	105.1
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>			2	95.3	3	104.2	5	199.5
<i>Pteragogus flagelliter</i>	1	87.9					1	87.9
<i>Raja kenoei</i>			5	1,423.8	10	2,820.0	15	4,243.8
<i>Scomber japonicus</i>	5	980.0	1	376.1	2	530.4	8	1,886.5
<i>Scorpaena neglecta</i>					1	61.2	1	61.2
<i>Scorpaena onaria</i>	4	385.3					4	385.3
<i>Sebastes hubbsi</i>	4	700.2					4	700.2
<i>Sebastes inermis</i>	9	1,386.4			1	136.3	10	1,522.7
<i>Sebastes schlegeli</i>	1	228.4	1	470.0	1	325.4	3	1,023.8
<i>Sebastes tertius</i>	7	398.2					7	398.2
<i>Semicossyphus reticulatus</i>	1	415.1					1	415.1
<i>Sphyaena pinguis</i>			2	798.5	7	2,420.0	9	3,218.5
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	11	685.2			1	96.3	12	781.5
<i>Trachurus japonicus</i>	194	35,189.0	4	615.0	7	324.9	205	36,128.9
Total	264	46,776.7	45	10,535.1	71	14,115.1	380	71,426.9
No. of species	26		17		19		40	

*N=number of fish, B=weight in gram.

당해역(암반초)에서 출현하는 어종수 또한 가장 많았다는 것을 알 수 있다.

4) 어류군집의 계절변화

조사기간인 2월부터 10월까지 채집된 어류의 어종수, 개체수 및 생체량의 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 어종수의 경우, 암반초 정점에서는 2월에 9종을 나타내었으나, 5월에는 12종으로 상승하였다. 8월에는 다시 6종으로 감소하였고,

10월에는 8종이었다. 비 암반 정점 1의 경우, 2월에 4종 그리고 5월에는 2종이었으나, 8월과 10월에는 4종과 9종으로 상승하였다. 비 암반 정점 2에서는 2월과 5월에 8종과 9종이었으나, 8월에는 2종으로 낮아졌고, 10월에는 7종으로 다시 상승하였다. 개체수의 경우에 있어서는 세 정점 모두가 2월에서 8월까지 30마리 미만으로 낮았으나, 10월에는 암반초 정점에서 200마리 이상까지 상승하였다. 이때에는 암반초 정점에서 채집된 전갱이가 180마리로 전체의 대부분

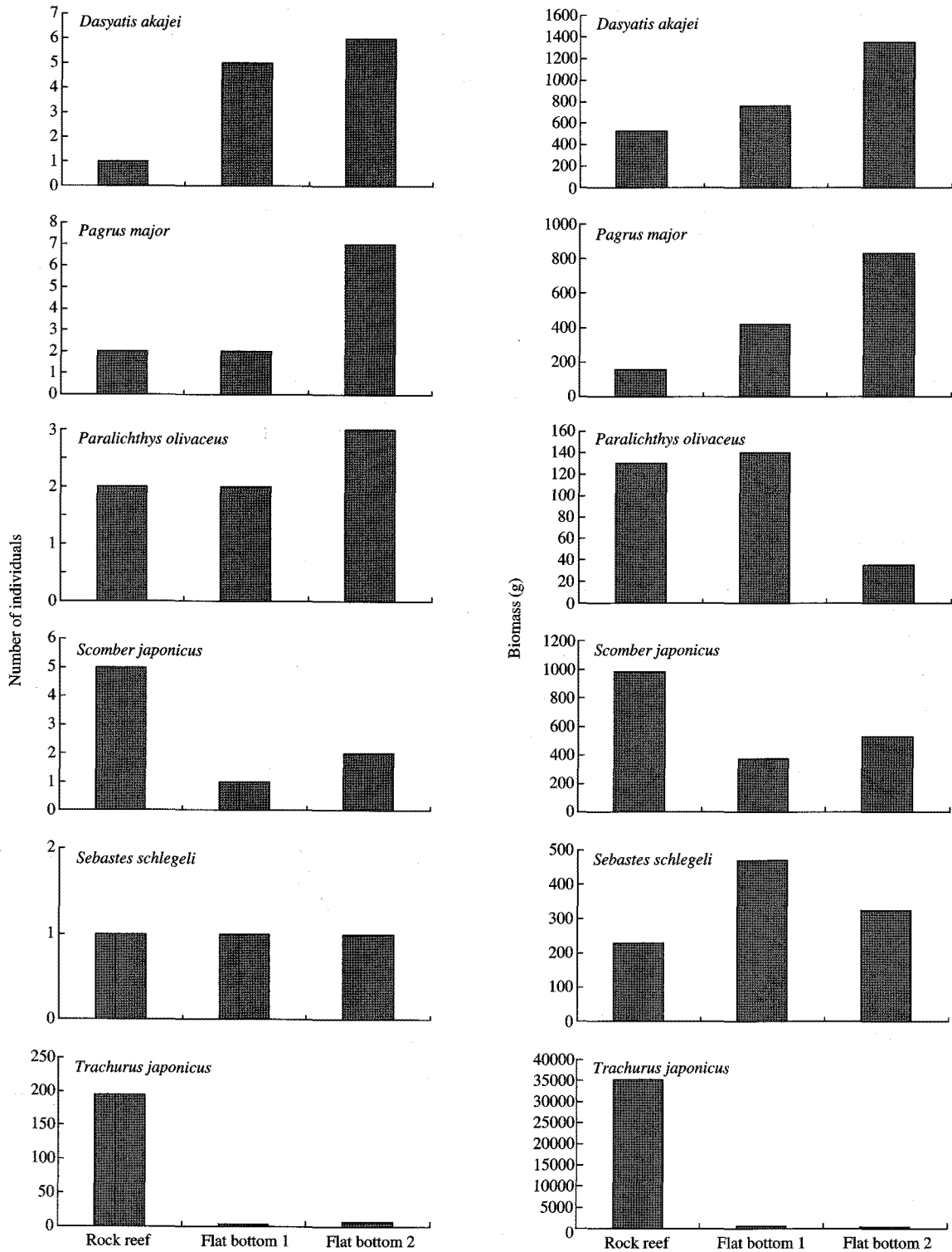


Fig. 3. Occurrence pattern by sampling site of major fish species in Geomun Island waters, 2006.

을 차지(89%)하였다. 10월에는 비 암반 정점 1과 비 암반 정점 2에 있어서도 각각 20마리와 35마리로 다소 상승하였다. 한편, 생체량의 경우, 세 정점 모두 2월부터 8월까지

7,000 g 미만으로 낮았으나, 10월에는 암반초 정점에서 30,000 g 이상까지 상승하였다. 비 암반 정점 1과 비 암반 정점 2에 있어서도 각각 4,000 g 이상, 10,000 g 이상을 나

타내었다. 이러한 계절변화를 변동계수로 살펴보면 (Table 3), 개체수에서는 암반초 정점이 1.360, 비 암반 정점 1이 0.545 그리고 비 암반 정점 2가 0.706을 각각 나타내었다. 다음으로 생체량에 있어서는 암반초 정점이 1.319로 가장

높았고, 비 암반 정점 1이 0.731 그리고 비 암반 정점 2가 1.245를 나타내어 암반초 정점에서 변동계수 값이 개체수와 생체량에서 컸다. 결과적으로, 암반초 정점에서 계절에 따른 어류군집의 풍도 값이 가장 높을 뿐만 아니라, 변화 폭도 컸다는 것을 알 수 있다.

Table 2. Distribution pattern of regional fish species by sampling site in Geomun Island waters, 2006

Item	Sampling site	Soft bottom		
		Rock reef	Flat bottom 1	Flat bottom 2
The number of species caught at one sampling site, not at the other sites (A)		17	4	3
The total number of species caught at each sampling site (B)		26	17	19
Regional index (A/B)		0.654	0.235	0.158

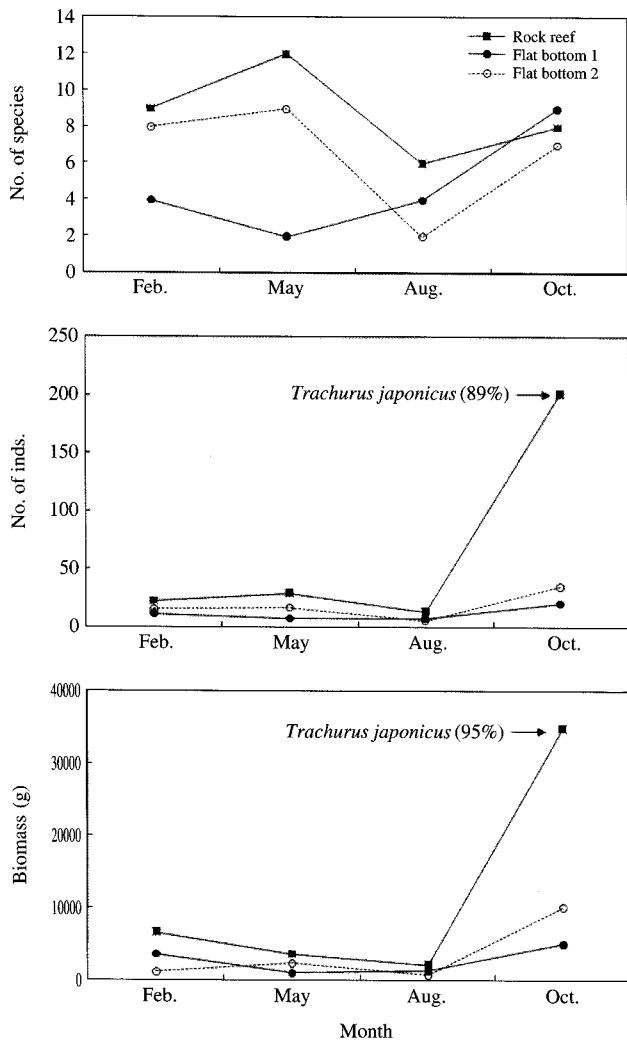


Fig. 4. Tendencies of seasonal variation by sampling site of fish community in Geomun Island waters of the Southern Sea, Korea, 2006.

5) 생태학적 지수

어류군집에 의한 생태학적 지수들을 살펴보면 (Table 4), 다양도 지수는 암반초가 0.456으로 비 암반 정점들인 0.935와 0.929에 비하여 낮았다. 풍부도는 암반초가 4.483으로 비 암반 정점들의 4.203과 4.223보다 높았고, 우점도는 암반초가 0.383으로 비 암반 정점들의 0.058과 0.054에 비하여 높았다. 하지만, 균등도는 암반초 0.140으로 비 암반 정점들의

Table 3. Coefficient of variations by sampling site of fish community in Geomun Island waters, 2006

Abundance	Sampling site	Soft bottom		Total	
		Rtrock reef	Flat bottom 1		Flat bottom 2
No. of inds.		1.360	0.545	0.706	0.870
Biomass		1.319	0.731	1.245	1.098

Table 4. Ecological indices by sampling site of fish community in Geomun Island waters, 2006

Ecological indices	Sampling site	Soft bottom		Total	
		Rock reef	Flat bottom 1		Flat bottom 2
Diversity index		0.456	0.935	0.929	0.773
Richness index		4.483	4.203	4.223	4.303
Dominance index		0.383	0.058	0.054	0.165
Evenness index		0.140	0.330	0.316	0.262

Table 5. List and abundance of fish species observed by a scuba diver in Geomun Island waters of the Southern Sea, Korea, 2006

Scientific name	Sampling site	Soft bottom		No. of inds.	
		Rock reef	Flat bottom 1		Flat bottom 2
<i>Chromis notatus</i>		1,660	1	1	1,662
<i>Ditrema temmincki</i>		5			5
<i>Evistias acutirostris</i>			1		1
<i>Girella punctata</i>		2			2
<i>Halichoeres poecilopterus</i>			1		1
<i>Hexagrammos agrammus</i>		4	2	1	7
<i>Microcanthus strigatus</i>		34			34
<i>Prionurus scalprum</i>			1		1
<i>Sebastes inermis</i>		4		1	5
<i>Semicossyphus reticulatus</i>				1	1
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>		20			20
<i>Thamnaconus modestus</i>		10			10
No. of individuals		1,739	6	4	1,749
No. of species		7	5	4	13

Table 6. Comparison of fish community between night and day catch in Geomun Island waters, 2006

	Dominant species	Ecological habit of dominant species	Relative distribution of fishes at the rock reef	Ecological habit of major fishes
Night (by gill net)	<i>Trachurus japonicus</i>	Migratory	More abundant	Rock-dwelling
Day (by scuba diver)	<i>Chromis notatus</i>	Rock-dwelling	Much more abundant	Rock-dwelling

0.330과 0.316에 비하여 낮았다. 그러므로 암반초는 비 암반 정점들에 비하여 다양도와 균등도는 낮고, 풍부도와 우점도에서는 높았다. 이러한 결과는 암반초 정점에서 전갱이 어군이 우점적으로 출현하고 있고, 또한 보다 많은 어류들이 암반초 정점에 출현하였기 때문이라 할 수 있다.

3. 잠수조사에 의한 낮의 군집특성과의 비교

본 조사해역에서 낮 동안 잠수부에 의해 어류를 수중 관찰한 결과를 Table 5에 나타내었다. 암반초 정점에서 조사된 총 어종수는 7종, 총 개체수는 1,739마리이었다. 비 암반 정점 1은 총 5종, 총 개체수 6마리, 비 암반 정점 2는 총 4종, 총 개체수 4마리이었다. 전 조사정점에서 가장 많이 관찰된 어종은 자리돔(*Chromis notatus*)으로 1,662마리이며, 이중 2마리를 제외한 1,660마리가 암반초에서 관찰되었다. 다음으로 범돔(*Microcanthus strigatus*)과 쥐치가 각각 34마리, 20마리로 역시 암반초에서 관찰되었다. 기타 관찰된 어종들은 망상어(*Ditrema temmincki*), 육동가리돔(*Evisτίας acutirostris*), 벵에돔(*Girella punctata*), 용치놀래기(*Halichoeres poecilopterus*), 노래미(*Hexagrammos agrammus*), 쥐돔(*Prionurus scalprum*), 볼락(*Sebastes inermis*), 흑돔(*Semicossyphus reticulatus*), 말쥐치(*Thamnaconus modestus*) 등이었다.

한편, 잠수조사 결과를 삼중자망에 의한 군집조사와 서로 비교하면 (Table 6), 먼저, 삼중자망의 경우, 우점종은 회유성 어종인 전갱이로 대부분 암반초에서 채집되었다. 그러나, 밤에 암반초에 채집된 어종들은 암초성 어종들이 많았으며, 어류의 풍도 또한 높았다. 잠수조사에서는 암초성 어종인 자리돔이 우점종이었으나, 역시 본 어종은 암반초에서 주로 관찰되었다. 하지만, 삼중자망에 의한 밤보다는 잠수조사가 이루어진 낮의 결과에서, 더 많은 어류들이 비 암반 정정보다는 암반초 정점에서 관찰되는 양상을 보였다.

고 찰

1. 삼중자망에 의한 어류군집 특성

Harrison and Parsons (2000)에 의하면, 육상연안의 암반구조물 지역은 파도의 영향이 적고, 어류가 포식자로부터 보호받을 수 있는 공간을 확보받을 수 있으며, 또한 먹이공급원이 되는 많은 저서생물들이 부착하고 있기 때문에 어류에게는 좋은 서식처가 된다고 하였다. 본 조사해역인 거문

도 연안의 삼중자망에 의한 어류군집조사에 의하면, 암반초 지역에서 채집된 어류가 비 암반 지역에서 채집된 어류보다 출현종수, 출현 개체수 그리고 생체량 면에서 모두 높았다. 또한, 어류군집의 계절변동에 있어서도 암반초 지역의 어류가 비 암반 지역들에 비하여 출현량이 연중 높았다. 이는 거문도 연안의 암반초지역이 비 암반 지역보다 계절의 변화나, 환경변화에 상관없이 많은 어류들이 분포하고 있으며, 따라서 어류들이 선호하는 서식처임을 시사하는 것이다. 이렇게 암반초 지역의 어류 분포량이 높은 이유는 본 지역의 주변이 바위와 같은 구조물로 되어 있기 때문에 거문도 외해 측으로부터 유입되는 강한 파도의 영향을 막아 주고, 담치, 고동류와 같은 패류 그리고 감태, 모자반과 같은 해조류 등이 암반표면에 부착하여 어류에게는 좋은 서식환경을 제공하고 있기 때문이라고 판단된다. 미국 뉴저지 북쪽연안에 위치한 쇠파대 어류군집조사에 의하면 (Wilber *et al.*, 2003), 어류의 풍도는 바위구조물 가까운 곳이 그렇지 않은 해역에 비하여 더 높았다고 보고된 바 있으며, Wootton (1998)에 의하면, 초(reefs)의 물리적 복잡성이 어류를 모이게 하는 한 요인이라고 보고한 바 있다.

그런데, 조사기간 동안 암반초 한 정점과 비 암반 두 정점 모두에서 채집된 어종은 전체 40 어종 중에서 노랑가오리, 참돔, 넙치, 고동어, 조피볼락, 전갱이 등 6종이며, 이중 노랑가오리, 참돔, 넙치, 조피볼락은 비 암반 지역에서 오히려 채집량이 높거나, 암반초와 비슷한 경향을 보였다. 특히 노랑가오리와 넙치는 주 서식처가 모래질인데, 이렇게 암반초 지역에서도 채집된 것은 먹이활동과 같은 일시적 이동에 의해 나타난 결과라고 생각된다.

하지만, 스페인의 리아 데 아로사 하구의 어류군집조사에 의하면 (Chesney and Iglesias, 1979), 전체 채집된 어종의 96% 이상이 강한 지역성을 나타내었으며, 또한 홍합구조물(mussel raft)이 있는 곳이 홍합구조물이 없는 곳보다 어류의 종 다양도, 풍부도, 균등도가 높았다고 보고된 바 있다. 그리고 호주 동부연안 라비 만의 망그로브 습지지역과 모래해변 간의 어류군집조사에서 (Williamson *et al.*, 1994), 19종이 두 지역 모두에서 출현하였지만, 이중 7종은 망그로브 지역에서 그리고 다른 3종은 모래해변에 더욱 풍부하였다고 보고하여 서식환경에 따라 어종별 출현양상이 차별성을 보인다고 하였다. 본 조사에 있어서도 거문도 해역의 3개 정점에서 채집된 6 어종 외에 나머지 34 어종은 한개 혹은 두개 정점에서만 채집되는 양상을 보였다. 가령, 암반초

에서는 총 26종 중에서 17어종이 암반초에서만 채집되었고, 9종은 다른 정점들에서도 채집되었다. 비 암반 정점 1에서는 총 17종 중에서 4어종 그리고 비 암반 정점 2에서는 총 19종 중에서 3어종이 각각 해당정점에서 채집되었다. 이러한 결과들은 어류들이 거문도 해역 내에 지역별로 분리하여 분포하고 있음을 시사한다고 생각되며, 따라서 분포하는 종수도 환경에 따라 달라짐을 의미하는 것이다. 특히, 조사 3 정점 중에서 암반초의 서식환경 조건은 다른 정점들에 비해 어류의 풍부도를 높게 할 뿐만 아니라, 암초성 어종들도 많이 모이게 하는 요인이라고 할 수 있다. Wootton (1998)에 의하면, 연안의 어류는 자신이 선호하는 지역으로 계절에 따라 생식주기에 따라 강하게 군집화하려는 경향을 보인다고 하였다. 본 조사의 경우에 있어서도 지역성 경향 때문에 어류들이 연안에서 특정지역으로 군집화한다고 생각된다. 결과적으로 본 조사에 의한 어류의 분리적 분포양식 (spatio-segregation)은 암반과 비 암반이라는 구조물에 따른 어류의 선택적 결과에 의한 것으로 볼 수 있다.

그런데, 본 조사기간 동안 암반초에서 주로 채집된 어류들은 돔류, 놀래기류, 노래미류 그리고 볼락류 등과 같은 암초성 어종들이 많았지만, 일부 노랑가오리, 넙치 등과 같은 비 암초성 어종들도 포함하고 있었다. 특이한 것은 우점종은 전갱이와 같은 회유성 어종으로 전체 채집 개체수비 53.9%, 전체 채집 생체량비 50.6%를 차지하였다. 이러한 결과는 남해 근해에 많이 분포하고 있던 전갱이가 수온이 증가하면서 거문도 연안으로 대량 이동하여 다량 채집된 결과라고 생각된다. 전갱이 어군의 크기는 대부분 10cm 미만의 미성숙 개체들이며, 같은 해인 봄철에 남해~제주도 간을 중심으로 산란된 그룹들로 추정된다(국립수산과학원, 2005). 따라서 전갱이 성어군인 20~30cm의 그룹들에 비하여 파도와 같은 외력을 견뎌 내거나, 이러한 환경에서 유영할 수 있는 능력이 미약하기 때문에 거문도 연안에서 표영계보다는 파도의 영향이 감소되는 암반측면으로 붙어 이동하였던 것으로 판단된다.

2. 낮과 밤의 비교

보통 연안의 어류군집조사는 어구와 조사방법에 따라 종조성이 많이 달라진다. 가령 수심이 낮은 곳에는 통발이나, 자망과 같은 저층어구를 많이 사용하게 되는데, 이때에는 저서어류들이 많이 채집된다. 반면에 수심이 상대적으로 깊어지는 외해측에서는 정치망과 같은 표층성 어구를 많이 사용하며, 주 어획종은 고등어, 전갱이, 오징어(*Todarodes pacificus*)와 같은 표층성 어종들이다. 본 조사에서는 수심이 낮고 암반초를 포함하고 있는 연안지역임을 고려하여 자망어구를 사용하였으나, 어구의 특성상 주로 밤에 조업이 이루어지기 때문에 낮 동안의 잠수조사를 병행한 것이다.

이러한 결과는 하루 중 특정 시간대의 어류상 뿐만 아니라, 환경특성이 전혀 달라지는 시간대를 함께 조사함으로써 같은 연안해역 내에 어떤 어종들이 서식하고 있는지, 혹은 변화는 있는지, 아니면 어류군집변화는 어느 정도 되고 있는지 파악하는 장점을 가져다 준다. 본 잠수조사에 관찰된 어류의 총 종수는 13종, 총 개체수는 1,749마리이며, 이중 7종, 개체수 1,739마리가 암반초에서 관찰되었다. 비 암반 정점 1에서는 어종수 6종, 개체수 6마리 그리고 비 암반 정점 2의 경우, 어종수 4종, 개체수 4마리가 각각 관찰되었다. 그러므로 어류의 출현종수와 개체수 면에서 암반초가 비 암반 정점들에 비하여 훨씬 많았다고 할 수 있으며, 특히 암반초의 상대적으로 많은 어류의 분포는 밤보다는 낮에 더욱 뚜렷하였으며, 우점종(자리돔)도 전혀 달랐다. 이러한 거문도 연안에서의 어류군집은 낮과 밤 간에 차이가 있다고 할 수 있으며, 이는 거문도 해역의 어류들이 환경변화에 반응하고 있기 때문으로 판단된다.

요 약

2006년 2월부터 10월까지 남해 거문도 연안의 암반초와 비 암반 정점의 어류 종조성을 비교 분석하였다. 어류자료는 밤에는 삼중자망으로 수집하였고, 낮에는 스쿠버 잠수관찰로 수집하였다.

조사기간 동안 세 정점에서 삼중자망에는 총 40종, 380마리, 71,426.9g의 어류가 채집되었다. 어획된 어종 가운데 전갱이가 최우점하였으며, 그 외 홍어, 노랑가오리, 쥐치, 전기가오리, 참돔, 볼락, 꼬치고기 등이 많이 채집되었다. 암반초 정점에서는 26종, 264마리, 46,776.7g의 어류가 채집되었고, 우점종은 전갱이이었다. 다음으로 비 암반 정점 1에서는 17종, 45마리, 10,535.1g의 어류가, 비 암반 정점 2에서는 19종, 71마리, 14,115.1g의 어류가 채집되었다.

스쿠버 다이빙에 의한 3정점 잠수조사에서는 13종, 1,749마리의 어류가 관찰되었다. 주로 관찰된 어종은 자리돔이며, 기타 범돔, 쥐치, 망상어, 육동가리돔, 뽕에돔, 용치놀래기, 노래미, 쥐돔, 볼락, 흑돔 등이 관찰되었다. 암반초에서 어류의 풍부도는 어종수 7종, 개체수 1,739마리이며, 이는 전체의 99.4%를 차지하는 것이다.

거문도 해역에서 어류군집은 많은 암초성 어류들을 포함하고 있었지만, 전갱이, 고등어 같은 회유성 어종들도 다량 포함하고 있었다. 또한 암반초에서 어류의 풍부도는 다른 비 암반 정점들에 비해 높았으며, 암초성 어종이 대부분을 차지하였지만 낮과 밤 간에 우점종은 차이가 있었다. 결과적으로, 거문도 해역의 높은 어류 풍부도는 암반초와 같은 물리적 구조물과 관련이 있었으며, 이는 암반초지역이 많은 어류에게 주요 서식처의 하나가 될 수 있음을 시사하는 것이다.

사 사

본 논문은 국립수산과학원 경상과제인 '인공어초에 관한 연구'의 연구항목인 '남해 서부해역에 시설된 인공어초 연구' (과학원 간행물 등록번호, RP-2010-RE-009)에 의거 수행 되었음을 알려드립니다.

인 용 문 헌

- 국립수산과학원. 2005. 연근해 주요어종의 생태와 어장. 예문사, 397pp.
- 국립해양조사원. 2006. 해양관측자료(거문도연안).
- 김익수 · 최 윤 · 이충렬 · 이용주 · 김병직 · 김지현. 2005. 한국어 류대도감. 교학사, 615pp.
- 명정구 · 김병일 · 이선명 · 전길봉. 2005. 우리바다 어류도감. 다락원, 287pp.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사. 서울, 727pp.
- Appeldoorn, R.S., A. Friedlander, J. Sladek Nowlis, P. Usseglio and A. Mitchell-Chui. 2003. Habitat connectivity in reef fish communities and marine reserve design in Old Providence-Santa Catalina, Colombia. *Gulf Caribb. Res.*, 14: 61-77.
- Boaden, P.J.S. 1985. An introduction to coastal ecology, Chapman and Hall., 218pp.
- Bouchon-Navaro, Y., C. Bouchon, M. Louis and P. Legendre. 2005. Biogeographic patterns of coastal fish assemblages in the West Indies. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 315: 31-47.
- Chesney, Jr.E.J. and J. Iglesias. 1979. Seasonal distribution, abundance and diversity of demersal fishes in the inner Ria de Arosa, northwest Spain. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 8: 227-239.
- Chou, W., K.S. Tew and L. Fang. 2002. Long-term monitoring of the demersal fish community in a steel-slag disposal area in the coastal waters of Kaohsiung, Taiwan. *ICES J. Mar. Sci.*, 59: 238-242.
- Harrison, P.J. and T.R. Parsons. 2000. Fisheries oceanography, An integrative approach to fisheries ecology and management. Blackwell Science Ltd, 347pp.
- Khalaf, M.A. and M. Kochzius. 2002. Community structure and biogeography of shore fishes in the Gulf of Aqaba, Red Sea. *Helgol. Mar. Res.*, 55: 252-284.
- Kwak, S.N., S.H. Huh and C.C. Choi. 2006. Comparisons of fish assemblages associated with eelgrass bed and adjacent unvegetated habitat in Jindong Bay. *Korean J. Ichthyol.*, 18: 119-128.
- Margalef, R. 1969. Perspectives in ecological theory. The University of Chicago Press, Chicago, 111pp.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Ueno and T. Yoshino. 1984. The fishes of the Japanese archipelago. Tokai Univ. Press, Tokyo. Text and plates: 437 pp. +370pls.
- Moyle, P.B. 1993. Fish. University of California, 272pp.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.*, 13: 131-144.
- Rilov, G. and Y. Benayahu. 1998. Vertical artificial structures as an alternative habitat for coral reef fishes in disturbed environments. *Mar. Environ. Res.*, 45: 431-451.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Urbana., 177pp.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 1-688.
- Wilber, D.H., D.G. Clarke, M.H. Burlas, H. Ruben and R.J. Will. 2003. Spatial and temporal variability in surf zone fish assemblages on the coast of northern New Jersey. *Estuar. Coast. Shelf Sci. J.*, 56: 291-304.
- Williamson, L., C. King and P.B. Mather. 1994. A comparison of fish communities in unmodified and modified inshore habitats of Raby Bay, Queensland. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 39: 401-411.
- Wootton, R.J. 1998. Fish ecology. Kluwer Academic Publishers, 386pp.

Appendix 1. Species composition and abundance of fishes by gill net in Geomun Island waters of the Southern Sea, Korea, 2006

Month	February						May	
	Rock reef		Flat bottom 1		Flat bottom 2		Rock reef	
	N	B	N	B	N	B	N	B
Scientific name								
<i>Chelidonichthys spinosus</i>			1	74.2	1	33.0		
<i>Chromis notatus</i>	1	37.1						
<i>Dasyatis akajei</i>							1	525.3
<i>Girella punctata</i>	6	1,486.1						
<i>Goniistius zonatus</i>							1	64.5
<i>Halichoeres poecilopterus</i>							1	130.8
<i>Heterodontus japonicus</i>			2	491.2	2	403.1		
<i>Hexagrammos otakii</i>							1	170.2
<i>Hypodytes rubripinnis</i>							1	10.6
<i>Lateolabrax japonicus</i>			7	2,456.5				
<i>Lophomus setigerus</i>	1	2,500.5						
<i>Monocentris japonica</i>							1	40.0
<i>Pagrus major</i>					5	352.4	1	50.2
<i>Paralichthys olivaceus</i>					1	10.0	2	130.7
<i>Pteragogus flagelliter</i>	1	87.9						
<i>Scorpaena neglecta</i>					1	61.2		
<i>Sebastes inermis</i>	7	1,111.5			1	137.3	2	275.1
<i>Sebastes schlegeli</i>	1	228.4	1	470.0				
<i>Sebastes tertius</i>	2	122.8					5	275.6
<i>Semicossyphus reticulatus</i>	1	415.1						
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>					1	96.0	2	295.1
<i>Trachurus japonicus</i>	2	558.4			3	25.6	10	1,350.5
Total	22	6,547.8	11	3,491.9	15	1,118.6	28	3,318.6
No. of species	9		4		8		12	

*N=number of individuals, B=weight in gram

Appendix 1. Continued

Month	May				August			
	Flat bottom 1		Flat bottom 2		Rock reef		Flat bottom 1	
	N	B	N	B	N	B	N	B
Scientific name								
<i>Chelidonichthys spinosus</i>			1	110.1				
<i>Cynoglossus robustus</i>			1	85.2				
<i>Dasyatis akajei</i>	5	760.5	6	1,350.4				
<i>Engraulis japonicus</i>							1	20.0
<i>Goniistius quadricornis</i>					1	135.2		
<i>Heterodontus japonicus</i>			1	215.6				
<i>Hexagrammos otakii</i>					1	415.2		
<i>Hypodytes rubripinnis</i>			2	70.0				
<i>Paralichthys olivaceus</i>	2	140.5	2	25.5				
<i>Platycephalus indicus</i>			1	115.1				
<i>Pleronichthys cornutus</i>			1	25.8				
<i>Pseudolabrus japonicus</i>					1	105.1		
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>							2	95.3
<i>Raja kenoei</i>							2	745.4
<i>Scorpaena onaria</i>					4	385.3		
<i>Sebastes hubbsi</i>					4	700.2		
<i>Sebastes schlegeli</i>			1	325.4				
<i>Trachurus japonicus</i>					2	330.7	2	340.3
Total	7	901.0	16	2,323.1	13	2,071.7	7	1,201.0
No. of species	2		9		6		4	

*N=number of individuals, B=weight in gram

Appendix 1. Continued

Month Sampling site Scientific name	August		October					
	Flat bottom 2		Rock reef		Flat bottom 1		Flat bottom 2	
	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Argyrosomus argentatus</i>					3	520.3		
<i>Chelidonichthys spinosus</i>							6	1,600.2
<i>Ditrema temmincki</i>			2	210.2				
<i>Evistias acutirostris</i>					1	18.1		
<i>Hexagrammos agrammus</i>			2	85.0				
<i>Hypodytes rubripinnis</i>			1	15.0				
<i>Microcanthus strigatus</i>			1	104.3				
<i>Narke japonica</i>					5	1,800.0	6	2,420.0
<i>Pagrus major</i>			1	105.0	2	420.1	2	480.0
<i>Pleronichthys cornutus</i>					1	55.0		
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	3	104.2						
<i>Raja kenoei</i>	2	540.4			3	679.4	8	2,280.4
<i>Scomber japonicus</i>			5	980.0	1	376.1	2	530.4
<i>Sphyræna pinguis</i>					2	798.5	7	2,420.0
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>			9	390.1				
<i>Trachurus japonicus</i>			180	32,950.2	2	275.5	4	300.1
Total	5	644.6	201	34,839.8	20	4,943.0	35	10,031.1
No. of species	2		8		9		7	

*N=number of individuals, B=weight in gram