

영일만 저어류 종조성의 계절 변동

이 태 원
충남대학교 해양학과

Seasonal Variation in Species Composition of Demersal Fish in Yongil Bay, East Coast of Korea

Tae Won LEE

Department of Oceanography, Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea

Seasonal variation in species composition and abundance of demersal fish in Yongil Bay were determined by analyzing samples collected using an otter trawl from January to October 1991. Of 59 species identified, *Repomucenus lunatus*, *Tridentiger trignocephalus*, *Repomucenus huguenini*, *Ammodytes personatus* and *Sillago japonica* were dominated in abundance. Number of species and biomass were low in winter and high in spring and summer. Species composition did not show spatial variation but showed seasonal variation. Number of species, abundance in number of individuals (630 inds./10³ m²) and in biomass (13,131 g/10³ m²), and species diversity (2.00-2.54) of fish in Yongil Bay were higher than those of the coastal waters in the Yellow Sea or in the South Sea of Korea.

Key words: coastal fish, demersal fish, species composition, otter trawl, Yongil Bay.

서 론

한반도 서해와 남해는 대부분이 대륙붕인데 비하여 동해안은 해안선이 단조롭고 대륙붕의 폭은 25 km 이하, 평균 18 km로 매우 좁다. 영일만은 한반도 남부 동해에서 가장 큰 만으로, 면적이 약 200 km²이다. 수심은 만입구에서 30 m 정도이며 안으로 들어올수록 얕아지고 평균수심은 25 m이다. 영일만 근해의 동해 남부 친해역은 대마난류의 영향을 크게 받아 여름에는 수온이 24~25°C 정도에 이르며, 겨울에는 10°C 정도이다. 영일만의 염분은 육수의 유입이 없어 외양수의 영향을 받는 건기에는 전수층에 걸쳐 34 psu 정도이지만, 우기에는 외양수의 영향을 받는 저층수와 표층수가 층을 이루며, 표층수는 32~33 psu로 낮아진다. 조석은 일조부등이 커서 만일주조가 우세한 혼합조 또는 일주조가 우세한 혼합조이며, 조차는 0.3 m 미만이다. 이와 같이 해양환경이 남해나 서해 연안역과는 다르기 때문에 서식하는 어류상도 차이가 클 것으로 보이나 동해 친해역 어류에 대한 연구는 빈약한 편이다.

영일만 내의 해류는 북서 해안을 따라 만내로 유입되어 형산강 하구에서 남동 해안을 따라 장기갑 쪽으로 빠져나간다. 저질은 해수유동의 영향으로 해류가 흘러 들어오는 만의 북부와 안쪽은 모래질이 우세하며, 만내부에서 만의 남쪽 장기갑 쪽으로 갈수록 세립하여진다 (Park and Song, 1972), 해수는 외해수의 영향으로 전수층에 걸쳐 상당히 맑으며 (Han, 1974), 외해에서 안으로 들어오며 수심이 얕아져, 외파는 만으로 들어오며 증폭되어 부진동이 강한 편이다 (Park et al. 1986). 영일만 식물플랑크톤은 육수의 영향으로 만내부에서 외부로 갈수록 감소하며, 우기인 여름에 식물플랑크톤 현존량이 높다 (Kwak and Lee, 1977; Shim and Bae, 1985). 저서동물은 서해나 남해의 만 보다 밀도가 높았으며, 특히 여름에 높았다 (Shin et al., 1992). 이 연구에 의하면, 니질이 우세한 남동쪽 해역과 사질이 많은 북서쪽 해역, 그리고 오염 부하량이 큰 형산강 하구의 저서동물 조성이 달랐으며, 특히, 1980년대 중반에 비하여 1991년 초반 저서동물 종조성이 바뀌어 포항제철

건설 이후 저서 환경이 변하고 있음을 시사해 준다.

이상에서 살펴 본 것과 같이 영일만의 해양환경 및 생물군에 대한 연구가 수행되었으나, 어류에 대한 연구는 미비한 상태이다. 본 연구에서는 계절에 따른 저어류 종조성 변화를 밝히고, 다른 해역과 비교하여 영일만 저어류 군집의 특성을 분석하였다.

재료 및 방법

재료는 1991년 1월, 5월, 8월, 10월 4회에 걸쳐 3개의 정점에서 otter trawl을 이용하여 수집하였다 (Fig. 1). 정점 1은 영일만 입구로 예인시의 수심 25~30 m 정도이고 저질은 펄이 약간 섞인 모래로 되어 있다. 정점 2는 만의 중앙부로 예인시의 수심은 25 m 내외이며 저질은 실트였다. 정점 3은 만의 안 쪽으로 수심은 15 m 내외였으며 저질은 모래질이었다. 채집에 이용된 otter trawl은 길이 약 15 m, 망목은 날개그물과 몸통그물이 24 mm, 자루그물이 22 mm이었다. 각 정점에서 약 3 km/hr의 속도로 30분 예인하였으며, 예인시 그물은 약 3 m 정도 벌어지기 때문에 1회 채집 면적은 약 4,500 m²에 해당된다.

채집된 어류는 냉장보관하여 실험실로 운반한 후 종별 개체수와 무게를 측정하였다. 종의 동정에는 Chyung (1977), Masuda et al. (1984), Lindberg and Legeza (1965), Lindberg and Krasnyukova (1969, 1989) 등을 이용하였고 종명은 Masuda et al. (1984)을 따랐다. 종다양성지수는 Shannon-Wiener의 식을 이용하여 계산하였다 (Shannon and Weaver, 1949).

계절별 정점간의 종조성 차이를 분석하기 위하여 각 계절 각 정점의 자료를 한개의 표본 단위 (sample unit)로 보고 주성분분석을 하였다. 이 때에 3회 이상 출현종을 대상으로, 각 표본 단위의 출현개체수로 각 종의 순위 (rank)를 정하고 Spearman의 rank correlation을 계산한 후 Davis (1978)의 program "PCA"를 일부 변형하여 계산하였다.

결 과

종조성

조사기간 동안 총 59종의 어류가 채집되었으며, 가자미목 어류가 12종으로 가장 많았고, 망둑어과 어류가 6종 채집되었다 (Table 1). 전 계절에 출현한 종은 문절망둑 (*Acanthogobius flavimanus*) 과 붕장어 (*Conger myriaster*) 이었으나 채집량은 적었고, 8종이 3 계절 동안 채집되었다. 채집된 총개체수 3,028 마리 중에서 돛양태 (*Repomucenus lunatus*) 가 20.2%를 차지하여 가장 많았고, 두줄망둑 (*Tridentiger trignocephalus*), 춤양태 (*Repomucenus huguenini*), 까나리 (*Ammodytes personatus*), 청보리멸 (*Sillago japonica*) 및 *Upeneus bensari* 가 100 마리 이상 채집되었으며, 이 6종이 총 채집 개체수의 68.8%를 차지하였다. 생체량에서는 등가시치 (*Zoarces gilli*) 나 쥐노래미 (*Hexagrammos otakii*) 와 같이 개체수는 적었으나 무게가 큰 어류들이 채집되어, 위의 6종이 45.8%를 차지하였다.

계절별로는 1월에 15종, 169 마리, 2,701.7 g이 채집되어 조사기간 중 출현종수 및 채집량이 가장 적었다 (Table 1, Fig. 2). 그 가운데 실양태 (*Repomucenus valenciennei*) 가 55 마리 (32.5%), 바닥문절 (*Sagamia geneionema*) 가 38 마리 (22.5%) 채집되어 이 두 종이 개체수의 55.0%를 차지하였다.

5월에는 27종, 1,019 마리, 24,059.1 g이 채집되어 1월에 비하여 채집량이 크게 증가하였고, 종수와 생체량은 조사 기간 중 가장 높았다. 1월에 잡혔던 15종 중 8종만이 5월에도 채집되었고, 1월

에 채집량이 많았던 실양태와 바닥문절은 한 마리도 채집되지 않아 종조성이 바뀔 수 있다. 개체수에서는 5월에만 채집된 까나리가 267 마리 (26.2%)로 가장 많았고, 두줄망둑, 청보리멸, 돛양태가 100 마리 이상 채집되어, 이 4종이 전체 개체수의 79.2%를 차지하였다. 생체량에서는 위의 4종 이외에 무게가 큰 붕장어, 쥐노래미, 각시가자미 (*Limanda aspera*), 문치가자미 (*Limanada yokohamae*), 아귀 (*Lophius setigerus*), 등가시치가 1 kg 이상 채집되었다.

8월에는 26종, 1,149 마리, 22,995.3 g의 어류가 채집되어 5월과 양적으로 비슷하였다 (Fig. 2). 8월에는 5월에 채집된 종 중 15종이 채집되었고, 5월에 비교적 채집량이 많았던 돛양태와 주들망둑의 채집량도 많았다. 춤양태는 8월에만 채집되었으나, 전체 개체수의 35.4%를 차지하였다.

10월에는 26종이 채집되어 출현종수는 8월과 같았으나, 개체수와 생체량은 감소하였다. 채집된 26종 가운데 15종은 10월에만 채집되어 5월에서 8월 사이와는 종조성의 변화가 심하였다. 돛양태가 239 마리로 채집개체수의 34.6%를 차지하였고, 회유종인 민달고기 (*Zenopsis nebulosa*) 는 10월에만 118 마리 채집되었고 돛양태 다음으로 개체수가 많았다.

개체수를 이용한 종다양성지수는 1월에 2.00으로 낮았고, 10월에 2.14로 가장 높았으나 계절에 따른 차이가 적었다 (Fig. 2). 생체량을 이용한 종다양성지수는 비슷한 경향을 보여, 2.14에서 2.54의 범위로 개체수의 경우보다 약간 높았다. 연간 평균다양성지수는 개체수의 경우가 2.83, 생체량의 경우가 3.19로 (Table 1), 각 계절의 값보다 커서 계절에 따라 종조성이 바뀌어 감을 나타내었다.

종조성의 시공간 변화

계절별 각 정점의 종조성 (Appendix 1)을 사용하여 주성분분석한 결과, 제 I 성분이 총분산의 28.2%, 제 II 성분이 23.3%를 차지하여 I-II 성분축이 총분산의 51.5%를 차지하였다. I-II 성분축에 투영한 각 계절의 정점들은 전체적으로 볼 때 정점간의 차이에 비하여 계절에 따른 차가 컸다 (Fig. 3). 조사시기 중 1월, 5월과 8월에는 내만의 정점 3이 만 입구 (정점 1)이나 만 중부 (정점 2) 보다 큰 양의 값을 가져, 이 시기에 만 내부는 다른 정점에 비하여 종조성의 차이가 있음을 의미한다. I-II축의 가중치 (Eigen vectors)를 보면 (Fig. 4), I 축에는 10월에 우점한 말퀴치 (*T. modestus*), 노랑촉수 (*U. besari*), 각시가자미 (*L. aspera*) 등이 큰 양의 값을 가졌고, 8월에 우점하였던 등가시치 (*Z. gilli*), 쭈기미 (*I. japonicus*), 찰양태 (*R. huguenini*)가 큰 음의 값을 가졌다. II 축에는 돛양태 (*R. lunatus*), 삼세기 (*H. villosus*), 청보리멸 (*S. japonica*) 같은 온수기의 우점종이 큰 양의 값을 나타내었고, 쥐치 (*S. cirrhifer*), 물매기 (*L. tessellatus*), 바닥문절 (*S. geneionema*)는 음의 값을 나타내었다.

이상을 종합하면, 겨울에는 생물량이 낮고 일부 냉수종들이 우점하였고, 봄에서 가을 사이에는 온수종들이 우점하여 II 축 상에서 정점들이 분리되었다. 온수기 동안에는 돛양태, 삼세기 청보리멸 등은 계속 우점도가 높지만, 10월에는 회유종인 말퀴치, 노랑촉수 등이 우점하여 5월과 8월과는 I축 상에서 차이가 있었다.

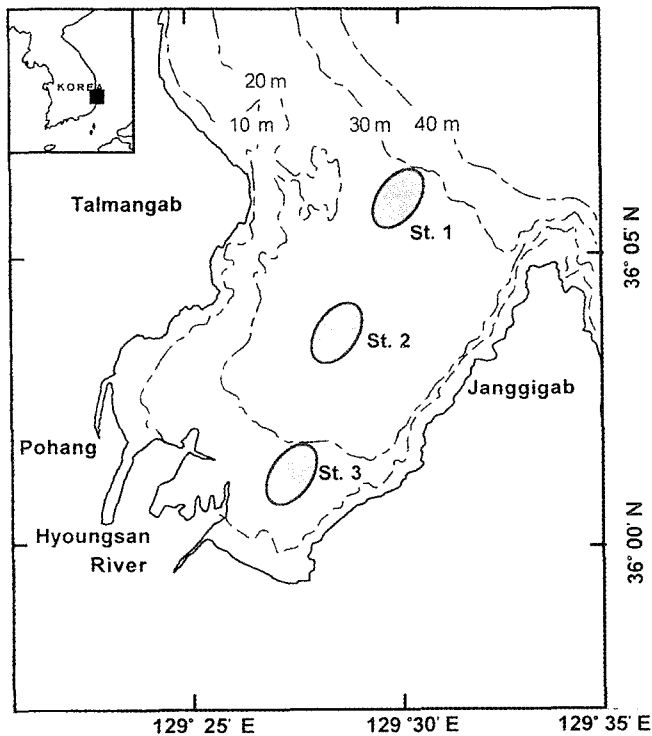


Fig. 1. Map showing the sampling stations of demersal fish in Yongil Bay, Korea.

Table 1. Seasonal variation in species composition of fishes collected in Youngil Bay from January to October, 1991. N and W represent the number of individuals and biomass in grams per 3 hauls (13,500 m²), respectively

Species	Jan.		May		Aug.		Oct.		Total	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	4	95.0	8	49.3	1	11.6	3	41.0	16	196.9
<i>Agonomalus jordani</i>			1	3.6					1	3.6
<i>Ammodytes personatus</i>			267	6757.6					267	6757.6
<i>Apogon lineatus</i>							21	176.7	21	176.7
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>			5	110.0					5	110.0
<i>Cleisthenes pinetorum herzensteini</i>			10	157.1					10	157.1
<i>Conger myriaster</i>	2	23.4	36	1834.9	1	145.0	4	338.4	43	2341.7
<i>Cottiusculus schmidti</i>					1	41.9			1	41.9
<i>Cryptocentrus fillifer</i>							2	17.0	2	17.0
<i>Crynoglossus joyneri</i>			1	18.1			8	133.4	9	151.5
<i>Ditrema temmincki</i>							10	579.7	10	579.7
<i>Enedrias fangi</i>	21	693.8	1	52.9	1	19.0			23	765.7
<i>Enedrias nebulosus</i>	6	231.9	1	34.5	31	1981.0			38	2247.4
<i>Engraulis japonicus</i>					8	43.6	9	49.3	17	92.9
<i>Favonigobius gymnachen</i>							1	8.0	1	8.0
<i>Gymnocanthus herzensteini</i>	4	315.7							4	315.7
<i>Hemilepidotus giberti</i>			23	947.5	18	722.4			41	1669.9
<i>Hemitripteris villosus</i>			2	6.5					2	6.5
<i>Hexagrammos otakii</i>			5	1274.9	48	2662.7	2	102.3	55	4039.9
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	1	3.3	3	13.3	12	72.4			16	89.0
<i>Inimicus japonicus</i>					14	341.8			14	341.8
<i>Lagocephalus lunaris</i>							8	156.1	8	156.1
<i>Leiognathus nuchalis</i>	1	19.6			4	172.5	1	29.6	6	221.7
<i>Lepidopsetta mochigarei</i>							8	923.0	8	923.0
<i>Limanda aspera</i>			40	1071.0			27	1326.5	67	2397.5
<i>Limanda herzensteini</i>			13	666.8					13	666.8
<i>Limanda punctatissima</i>	1	33.3			32	2498.0			33	2531.3
<i>Limanda schrenki</i>	3	320.5	1	6.4	3	357.0			7	683.9
<i>Limanda yokohamae</i>			17	1032.1	1	100.0			18	1132.1
<i>Liparis tanakai</i>			2	55.8					2	55.8
<i>Liparis tessellatus</i>	2	59.4	2	36.4					4	95.8
<i>Lophiomus setigerus</i>			2	1900.0					2	1900.0
<i>Muraenesox cinereus</i>							1	759.0	1	759.0
<i>Oplenathus fasciatus</i>							1	53.5	1	53.5
<i>Paralichthys olivaceus</i>			1	6.8					1	6.8
<i>Paramonacanthus japonicus</i>	11	19.1							11	19.1
<i>Platycephalus indicus</i>					18	57.9			18	57.9
<i>Priacanthus macracanthus</i>							1	69.8	1	69.8
<i>Pseudoblennius cottoides</i>					1	51.8			1	51.8
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>			2	11.6	2	36.7			4	48.3
<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>					45	1138.5			45	1138.5
<i>Repomucenus huguenini</i>					407	5001.4			407	5001.4
<i>Repomucenus lunatus</i>			133	1531.7	240	4303.7	239	2642.0	612	8477.4
<i>Repomucenus valenciennesi</i>	55	572.8							55	572.8
<i>Sagamia geneionema</i>	38	155.4					2	13.3	40	168.7
<i>Scomber japonicus</i>							1	82.0	1	82.0
<i>Scomberomorus koreanus</i>							3	520.3	3	520.3
<i>Sillago japonica</i>			162	2721.5	10	169.3	87	2486.6	259	5377.4
<i>Sphyena pinguis</i>							16	665.0	16	665.0
<i>Stephanolepis cirrihifer</i>	3	62.1							3	62.1
<i>Takifugu stictonotus</i>							3	10.4	3	10.4
<i>Tarphops oligelepis</i>	17	96.4	19	137.0	23	215.0			59	448.4
<i>Thamnaconus modestus</i>							50	658.4	50	658.4
<i>Trichiurus lepturus</i>							65	595.0	65	595.0
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>			245	1342.7	175	1062.5			420	2405.2
<i>Upeneus bensasi</i>							118	826.1	118	826.1
<i>Zenopsis nebulosa</i>					1	15.1			1	15.1
<i>Zeus faber</i>					1	163.6			1	163.6
<i>Zoarces gilli</i>			17	2279.1	51	1609.9			68	3889.0
Number of species	15		27		26		26		59	
Total	169	2701.7	1019	24059.1	1149	22994.3	691	13262.4	3028	63017.5
Diversity (H')	2.00	2.14	2.10	2.39	2.06	2.36	2.14	2.54	2.83	3.19

고찰

채집된 어류는 측면형인 가자미목 어류나 종편형의 망둑어과 어류와 독중개과 어류처럼 주로 바닥에 머무는 어류가 주를 이루었고, 쥐노래미, 청보리멸 등과 같이 바닥 가까이에 머물며 저서 생물을 주먹이로 하는 어류들이 채집되었다. 멸치, 까나리, 갈치, 고등어와 같은 부어류들은 무리를 지어 회유하는 종들로, 저어류는 아니지만 채집기기인 otter trawl에 잡혔기 때문에 종조성에 포함시켰다. 인접한 홍해 연안에서 자망으로 채집된 우점어류는 쥐노래미, 노래미 (*Hexagrammos agrammus*), 귀치 (*Stephanolepis cirrhifer*), 말쥐치 (*Tamnaconus modestus*)와 같은 반저어류들이었다 (Hwang et al., 1997). 본 조사에서도 노래미를 제외하고는 채집되었으나 양적으로 적어 채집기기에 따른 어류 조성이 달라짐을 알 수 있다.

계절에 따른 종조성은 1월에 출현종수와 밀도가 가장 낮았고, 5월과 8월에 높았으며, 10월에는 그 중간 값을 보였다. 1월에 채집된 15종 가운데 5종은 1월에만 출현하였고, 8종이 5월에도 출현하였다. 특히, 1월의 우점종인 실양태, 바닥문절, 흰배도라치는 다른 계절에 채집되지 않거나 채집되어도 몇 마리밖에 채집되지 않아

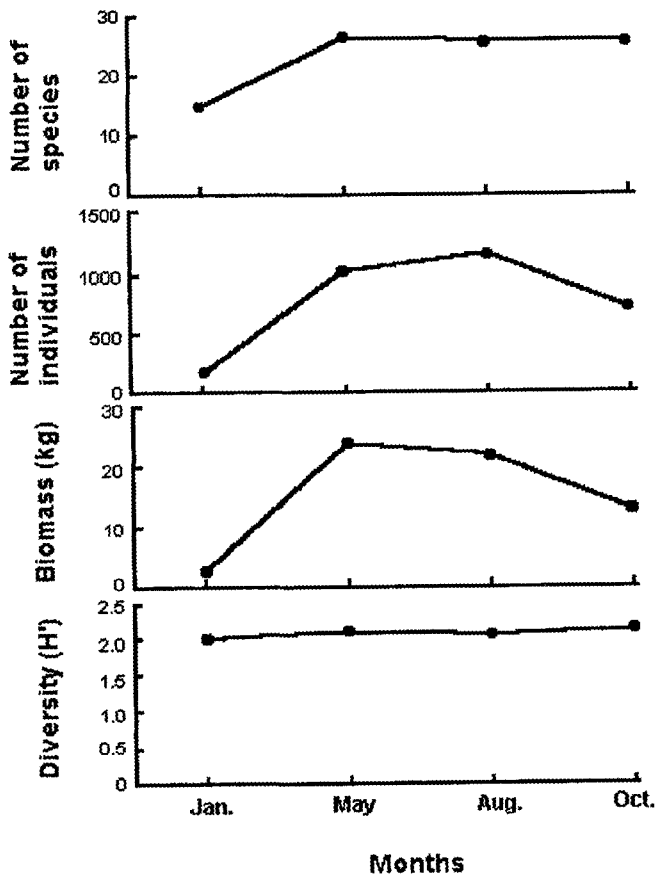


Fig. 2. Seasonal variations of number of species, number of individuals and biomass (kg) per 13,500 m², and species diversity (H') of the demersal fish collected in Yongil Bay from January to October 1991.

1월은 다른 계절과는 다른 종조성을 보였다. 5월과 8월에는 14종이 공동 출현하였고, 양적으로 많았던 종 가운데 까나리는 5월에만, 실양태는 8월에만 채집되었지만, 나머지 3 종은 두 계절 모두 비교적 많은 양이 채집되었다. 10월에 채집된 26종 가운데 15종이 8월에만 채집되어 수온이 낮아지며 종조성이 바뀌고 어류 밀도도 낮아짐을 알 수 있다. 식물플랑크톤과 저서동물도 수온이 높을 때 밀도가 높아 (Shim and Bae, 1985; Shin et al., 1992), 어류는

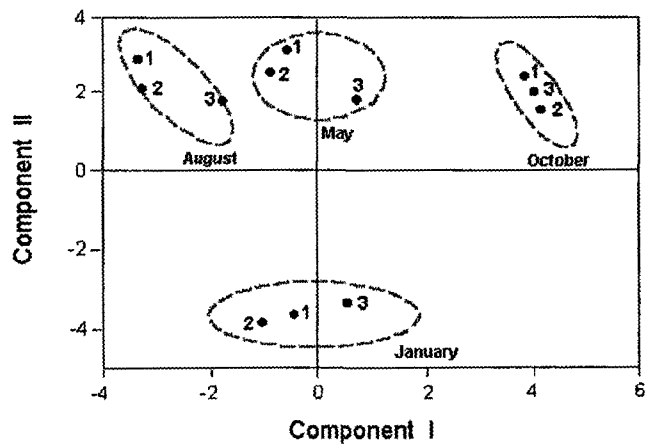


Fig. 3. Scattered diagram showing the station (number) of the sampling season on the I-II principal components determined by principal component analysis of the species composition.

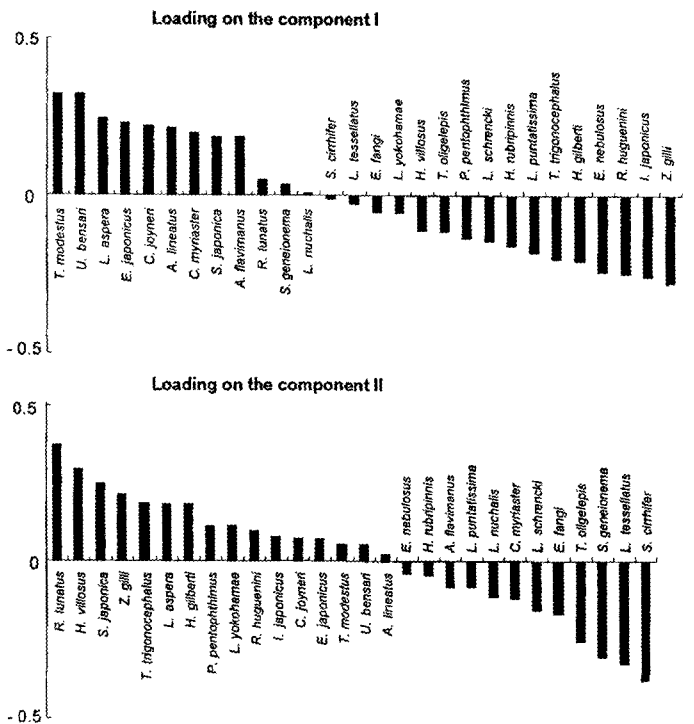


Fig. 4. Loading of variables on the I and II principal components of the demersal fish collected in Yongil Bay from January to October, 1991.

Table 2. Comparison of species composition of fish collected in Yongil Bay to those obtained from the other coastal waters of Korea

	Yongil Bay	Asan Bay	Off Samchonpo
Source	Present study	Lee (1993)	Lee (unpubl.)
Sampled year	1991	1992~92	1990~91
Sampling gear	otter trawl	otter trawl	otter trawl
Mesh size (mm)	22~24	22~24	22~24
Sampling period	seasonal	seasonal	seasonal
Unit sampled area	4,500 m ²	4,500 m ²	3,000 m ²
Number of station	3	2~3	3
Replications	1	2	2
Number of sampling months	4	4	4
Number of species	59	34	50
Mean density (ind./10,000 m ²)	630	339	338
Mean biomass (g/10,000 m ²)	13,131	554	3,799
Diversity	2.00~2.54	0.2~1.8	1.63~2.12
Dominant species	<i>R. lunatus</i> (20.2%) <i>T. trigonocephalus</i> (13.9%) <i>R. hugueni</i> (13.5%) <i>A. personatus</i> (8.8%) <i>S. japonica</i> (8.6%)	<i>C. joyneri</i> (63.3%) <i>J. belengerii</i> (11.8%) <i>T. kammalenis</i> (10.5%) <i>Z. gilli</i> (7.6%) <i>C. stigmatias</i> (1.7%)	<i>L. nuchalis</i> (26.0%) <i>T. kammalensis</i> (18.7%) <i>R. lunatus</i> (14.4%) <i>L. tessellatus</i> (10.9%) <i>C. joyneri</i> (5.9%)

수온이 높고 먹이생물이 많은 계절에 만으로 몰려 오고, 수온이 낮은 계절에는 일부 어류들을 위해 이동하는 것으로 판단된다.

서남 연안에서는 otter trawl을 이용한 저어류 종조성 연구가 비교적 활발히 수행되었다. 그러나, 사용한 어구의 크기가 망목 및 채집 방법이 달라 직접 비교하기는 어렵다. 본 연구에서는 같은 채집기기로 같은 방법으로 비슷한 시기에 수행된 서해의 아산만 (Lee, 1993)과 남해의 삼천포 연안의 자료 (Lee, unpublished data)와 본 연구 자료를 비교하여, 영일만 저어류의 특성을 분석하였다 (Table 2).

서해의 아산만에서는 참서대가 개체수의 63.3%를 차지하여 한 종의 우점도가 매우 높았다. 서해 연안 저어류는 영광 근해에서 인천 근해까지 북쪽으로 갈수록 단일종의 우점도가 높아지며, 영광 연안에서는 반저어류인 민태의 우점도가 높지만 인천 부근으로 갈수록 바닥에 머무는 시간이 많은 참서대의 비중이 커진다 (Lee and Gil, 1998). 이것은 서해의 경우 저질은 서로 비슷하지만, 북쪽으로 갈수록 수온의 연교차가 심하고 조류가 강하여 저어류의 종수가 적고 소수종에 의한 우점도가 큰 것을 알 수 있다.

남해의 삼천포 근해에서는 부어류인 주둥치 (*Leiognathus nuchalis*)가 26.0%로 가장 많이 잡혔고 그 다음으로 부어류인 청멸 (*Thryssa kammalensis*)가 18.7%를 차지하였다. Cha and Park (1997)의 광양만 조사에서도 부어류인 주둥치, 풀반당이 (*Thryssa adelae*)와 청멸이 개체수에서 우점하였다. 그러나, 남해도 연안의 경우는 줄망둑 (*Acentrogobius pflaumii*), 도화망둑 (*Chaturichthys hexanema*), 수염문질 (*Chaturichthys sciiustus*)과 같은 망둑어류의 우점도가 높았다 (Huh and Kwak, 1998). 남해에서 수행된 위의 세 연구는 모두 otter trawl을 이용하였으나, 채집기기가 다르고 채집 수심이 달라 우점종은 차이가 있었으나, 공통된 특징은 망둑어류와 부어류의 종수와 채집량이 많았다. 이것은 남해 연안

은 해안선의 굴곡이 심하여 황해나 동해에 비하여 해수유동이 약하고 인접 해안에 돌과 해초들이 많아 망둑어류가 많이 서식하고, Huh and Kwak (1998)이 지적한 것과 같이 수심이 얕은 곳에서는 수층에 떠를 짓는 부어류들이 쉽게 채집되어 다른 해역에 비하여 많은 부어류들이 채집된 것으로 보인다.

영일만의 경우, 중수에서는 가자미목 어류가 가장 많았지만, 전반적으로 망둑어류, 돛양태류, 횃대류 등과 같은 망둑어형 어류의 종수가 많았고, 돛양태류의 우점도가 높았다. 영일만은 해저가 평탄하고 저질은 모래-펄질이 점진적으로 변하고 (Park and Song, 1972), 조류는 약하지만 외해수의 영향을 받아 (Han, 1974; Park et al. 1986), 조류가 강한 서해안이나, 해수유동이 약한 남해 내만과는 저서환경이 다르다. Otter trawl에 채집되는 어류를 서해는 참서대-민태군집, 남해 내만을 망둑-부어군집으로 볼 때, 영일만은 가자미류-돛양태류 군집으로 특징지을 수 있다.

출현종수는 서해 아산만에서 34종으로 가장 적었고, 남해 삼천포에서 50종이었으며, 영일만에서 59종으로 가장 많았다 (Table 2). 10³ m² 당 개체수와 생체량의 밀도는 아산만에서 339 마리에 554 g, 삼천포 연안에서 338 마리에 3,799 g이었고, 영일만에서 630 마리에 13,131 g으로 가장 높았다. 종다양성지수도 아산만에서 가장 낮았고, 영일만에서 가장 높았다. 이러한 차이는 위의 우점종에서 살펴 본 것과 같이 서식환경이 달라 서식어류도 다르기 때문으로 보인다. 서해안에서는 북으로 갈수록 겨울 수온이 낮고, 조류가 강하여 출현종수와 어류밀도가 낮아진다. 이에 비하여 남해안은 해수 유동은 약하지만 일부 회유종을 제외하고는 내부분이 내만 종들로 구성되어 있다. 이에 비하여, 영일만은 수심이 깊은 동해가 인접하고, 외해수의 영향을 크게 받아 계절에 따라 외해에서 사는 종들이 유입되어 종다양성지수가 높고, 생물생산, 특히 저서 생물 생산이 높아 이를 먹이로 하는 저어류 밀도가 비교적 높은 것으로 보인다.

요 약

1991년 1월에서 10월 사이 영일만 3개 정점에서 otter trawl을 이용하여 계절별로 어류를 채집하여, 계절에 따른 종조성 변화를 분석하였다. 총 59종의 어류가 채집되었으며, 돛양태 (*Repomucenus lunatus*), 두줄망둑 (*Tridentiger trionocephalus*), 춤양태 (*Repomucenus huguenini*), 까나리 (*Ammodytes personatus*), 청보리멸 (*Sillago japonica*)가 개체수에서 우점하였다. 출현종수와 채집량은 겨울에는 적었고, 봄과 여름에 많았으며, 종조성은 정점간의 차이는 적었고 계절에 따라 변하였다. 영일만 저어류의 출현종수, 평균 개체수 (630 inds./10³ m²) 및 평균 생물량 (13,131 g/10³ m²)이 서해나 남해 내만에 비하여 높았고, 종다양성지수도 2.00~2.54로 높았다.

참 고 문 헌

- Cha, S.S. and K.J. Park. 1997. Seasonal changes in species composition of fishes collected with a bottom trawl in Kwangyang Bay, Korea. Korean J. Ichthyol., 9, 235~243. (in Korean)
- Chung, M.K. 1977. The Fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, 727pp (in Korean).
- Davis, J.C. 1978. Statistical and Data Analysis in Geology. Wiley & Sons, New York, 550pp.
- Han, S.B. 1974. Some optical properties at the mouth of Yeong-il Bay. Korea, J. Oceanol. Soc. Korea, 9, 59~64. (in Korean).
- Huh S.H. and S.N. Kwak. 1998. Seasonal variation in species composition of fishes collected by an otter trawl in the coastal water off Namhae Island. Korean J. Ichthyol., 10, 11~23. (in Korean)
- Hwang, S.D., Y.J. Park, S.H. Choi and T.W. Lee. 1997. Species composition of fish collected by trammel net off Heunghae. Korea. J. Korean Fish. Soc., 30, 105~113. (in Korean)
- Kwak, H.S. and K.R. Lee. 1977. Distribution of phytoplankton pigments in Yeongil Bay water of Korea, late October, Korea. J. Oceanol. Soc. Korea, 12, 57~66. (in Korean).
- Lee, T.W. 1993. The demersal fishes of Asan Bay. III. Spatial variation in abundance and species composition. J. Korean Fish. Soc., 26, 438~445. (in Korean)
- Lee, T.W. and J.W. Gil. 1998. Seasonal variation in species composition of demersal fish off Youngkwang in 1986~87. Korea. J. Ichthyol., 10, 241~249. (in Korean)
- Lindberg, G.U. and Z.V. Krasnyukova. 1969. Fishes of the Sea of Japan and the Adjacent Areas of the Sea of Okhotsk and the Yellow Sea. Part III. Translated in English by Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 498pp.
- Lindberg, G.U. and Z.V. Krasnyukova. 1989. Fishes of the Sea of Japan and the Adjacent Areas of the Sea of Okhotsk and the Yellow Sea. Part 4. Russian Translations Series, 71. Balkema/Rotterdam, 602pp.
- Lindberg, G.U. and M.I. Legeza. 1965. Fishes of the Sea of Japan and the Adjacent Areas of the Sea of Okhotsk and the Yellow Sea. Part II. Translated in English by Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 389pp.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Ueno and T. Yoshino (eds). 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago, Text and Plates: 437pp+370 plates.
- Park, H.I., J.Y. Chung and I.S. Oh. 1986. Numerical experiments of the seiche in Yong-il Bay and Pohang new harbor, Korea. J. Oceanol. Soc. Korea, 21, 245~258. (in Korean)
- Park, P.K. and M.Y. Song. 1972. A grain size analysis of bottom sediments of Yeongil Bay, Korea. J. Oceanol. Soc. Korea, 7, 74~85. (in Korean)
- Shannon C.E. and W. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Illinois Univ. Press, 117pp.
- Shim, J.H. and S.J. Bae. 1985. The distribution of phytoplankton in Yeongil Bay, Korea. J. Oceanol. Soc. Korea, 20, 49~60.
- Shin, H.C., S.S. Choi and C.H. Koh. 1992. Seasonal and spatial variation of polychaetous community in Youngil Bay, Southeastern Korea. J. Oceanol. Soc. Korea, 27, 46~54. (in Korean)

1999년 3월 11일 접수

1999년 7월 13일 수리

Appendix 1. Seasonal variation in species composition of fishes collected in Youngil Bay in 1991. N and W represent the number of individuals and biomass in grams per 1 hauls (4,500 m²), respectively

<January>

Species	Station	St. 1		St. 2		St. 3		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius flavimanus</i>						4	95.0	4	95.0
<i>Conger myiaster</i>		1	18.1			1	5.3	2	23.4
<i>Enedrias fangi</i>				1	3.3			1	3.3
<i>Enedrias nebulosus</i>				4	315.7			4	315.7
<i>Gymnocanthus herzensteini</i>		1	19.6					1	19.6
<i>Hypodytes rubripinnis</i>		1	33.3					1	33.3
<i>Leiognathus nuchalis</i>						3	320.5	3	320.5
<i>Limanda punctatissima</i>		2	59.4					2	59.4
<i>Limanda schrenki</i>				11	19.1			11	19.1
<i>Liparis tessellatus</i>		23	306.8	16	177.3	16	88.7	55	572.8
<i>Paramonacanthus japonicus</i>				15	52.2	23	103.2	38	155.4
<i>Repomucenus valenciennesi</i>				3	62.1			3	62.1
<i>Sagamia geneionema</i>		5	22.9	12	73.5			17	96.4
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>		3	99.4	5	189.2	13	405.2	21	693.8
<i>Tarphops oligelepis</i>		1	42.0	1	61.0	4	128.9	6	231.9
Total		37	601.5	68	953.4	64	1146.8	169	2701.7
Number of species		8		9		7		15	

<May>

Species	Station	St. 1		St. 2		St. 3		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius flavimanus</i>						8	49.3	8	49.3
<i>Agonomalus jordani</i>				1	3.6			1	3.6
<i>Ammodytes personatus</i>		261	6601.7	6	155.9			267	6757.6
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>						5	110.0	5	110.0
<i>Cleisthenes pinetorum herzensteini</i>		7	92.9	3	64.2			10	157.1
<i>Conger myiaster</i>				4	197.8	32	1637.1	36	1834.9
<i>Crynoglossus joyneri</i>		1	18.1					1	18.1
<i>Enedrias fangi</i>						1	52.9	1	52.9
<i>Enedrias nebulosus</i>						1	34.5	1	34.5
<i>Hemilepidotus giberti</i>		14	404.2	9	543.3			23	947.5
<i>Hemitripterus villosus</i>		2	6.5					2	6.5
<i>Hexagrammos otakii</i>				4	895.0	1	379.9	5	1274.9
<i>Hypodytes rubripinnis</i>				1	4.2	2	9.1	3	13.3
<i>Limanda aspera</i>		29	511.0	8	208.0	3	352.0	40	1071.0
<i>Limanda herzensteini</i>		3	134.3	10	532.5			13	666.8
<i>Limanda schrenki</i>				1	6.4			1	6.4
<i>Limanda yokohamae</i>		1	32.1	13	390.0	3	610.0	17	1032.1
<i>Liparis tanakai</i>		2	55.8					2	55.8
<i>Liparis tessellatus</i>		2	36.4					2	36.4
<i>Lophiomus setigerus</i>		1	820.0			1	1080.0	2	1900.0
<i>Paralichthys olivaceus</i>				1	6.8			1	6.8
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>		2	11.6					2	11.6
<i>Repomucenus lunatus</i>		13	178.9	22	322.7	98	1030.1	133	1531.7
<i>Sillago japonica</i>		1	9.3	60	1649.3	101	1062.9	162	2721.5
<i>Tarphops oligelepis</i>				19	137.0			19	137.0
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>		202	1068.5	43	274.2			245	1342.7
<i>Zoarces gilli</i>		1	25.1	15	2050.0	1	204.0	17	2279.1
Total		542	10006.4	220	7440.9	257	6611.8	1019	24059.1
Number of species		16		17		14		27	

<August>

Species	Station	St. 1		St. 2		St. 3		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Apogon lineatus</i>				1	11.6			1	11.6
<i>Conger myiaster</i>						1	145.0	1	145.0
<i>Cottiusculus schmidti</i>				1	41.9			1	41.9
<i>Enedrias fangi</i>						1	19.0	1	19.0
<i>Enedrias nebulosus</i>		14	1045.0	10	617.0	7	319.0	31	1981.0
<i>Engraulis japonicus</i>						8	43.6	8	43.6
<i>Hemilepidotus giberti</i>		9	336.6	9	385.8			18	722.4
<i>Hexagrammos otakii</i>		1	6.7	20	1746.0	27	910.0	48	2662.7
<i>Hypodytes rubripinnis</i>		6	31.6	6	40.8			12	72.4
<i>Inimicus japonicus</i>		7	183.2	6	124.8	1	33.8	14	341.8
<i>Leiognathus nuchalis</i>				1	6.0	3	166.5	4	172.5
<i>Limanda punctatissima</i>		24	1700.0	8	798.0			32	2498.0
<i>Limanda schrencki</i>				2	17.0	1	340.0	3	357.0
<i>Limanda yokohamae</i>						1	100.0	1	100.0
<i>Platycephalus indicus</i>						18	57.9	18	57.9
<i>Pseudoblennius cottoides</i>						1	51.8	1	51.8
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>			9.0			1	27.7	2	36.7
<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>		38	832.0	7	306.5			45	1138.5
<i>Repomucenus huguenini</i>		65	450.0	18	114.4	324	4437.0	407	5001.4
<i>Repomucenus lunatus</i>		139	2224.0	50	1365.4	51	714.3	240	4303.7
<i>Sillago japonica</i>		4	89.7	6	79.6			10	169.3
<i>Tarphops oligelepis</i>				23	215.0			23	215.0
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>		167	1010.0	8	52.5			175	1062.5
<i>Zenopsis nebulosa</i>				1	16.1			1	16.1
<i>Zeus faber</i>				1	163.6			1	163.6
<i>Zoarces gilli</i>		22	490.0	24	1005.0	5	114.9	51	1609.0
Total									
Number of species		16		17		14		27	

<October>

Species	Station	St. 1		St. 2		St. 3		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius flavimanus</i>		1	2.6			2	38.4	3	41.0
<i>Apogon lineatus</i>				19	156.9	2	19.9	21	176.8
<i>Conger myiaster</i>		1	83.9	2	120.5	1	134.0	4	338.4
<i>Cryptocentrus fillifer</i>				1	9.0	1	8.0	2	17.0
<i>Crynoglossus joyneri</i>		1	16.2	7	117.2			8	133.4
<i>Ditrema temmincki</i>				1	44.7	9	535.0	10	579.7
<i>Engraulis japonicus</i>		3	17.1	3	11.9	3	20.3	9	49.3
<i>Favonigobius gymnachen</i>						1	8.0	1	8.0
<i>Hexagrammos otakii</i>		1	60.6			1	41.7	2	102.3
<i>Lagocephalus lunaris</i>				3	87.3	5	68.8	8	156.1
<i>Leiognathus nuchalis</i>						1	29.6	1	29.6
<i>Lepidopsetta mochigarei</i>		8	923.0					8	923.0
<i>Limanda aspera</i>		18	538.0	2	56.4	7	732.1	27	1326.5
<i>Muraenesox cinereus</i>						1	759.0	1	759.0
<i>Oplegnathus fasciatus</i>						1	53.5	1	53.5
<i>Priacanthus macracanthus</i>						1	69.8	1	69.8
<i>Repomucenus lunatus</i>		71	829.0	122	1288.0	46	525.0	239	2642.0
<i>Sagamia geneionema</i>				2	13.3			2	13.3
<i>Scomber japonicus</i>						1	82.0	1	82.0
<i>Scomberomorus koreanus</i>				3	520.3			3	520.3
<i>Sillago japonica</i>		11	326.6	25	620.0	51	1540.0	87	2486.6
<i>Sphyrena pinguis</i>						16	655.0	16	655.0
<i>Takifugu stictionots</i>						3	10.4	3	10.4
<i>Thamnaconus modestus</i>		11	162.1	17	180.0	22	316.4	50	658.5
<i>Trichiurus lepturus</i>				1	5.0	64	590.0	65	595.0
<i>Upeneus bensasi</i>		10	58.5	51	343.6	57	424.0	118	826.1
Total		136	3017.6	259	3574.1	296	6660.9	691	13252.6
Number of species		11		15		22		26	