

남해안 진해 용원 천해역 어류의 계절에 따른 종조성 변화

이태원 · 문형태 · 허성희*
 충남대학교 해양학과, *부경대학교 해양학과

Seasonal Variation in Fish Species Composition in the Sheltered Shallow Water off Yongwon, Jinhae in the southern coast of Korea

Tae Won LEE, Hyung Tae MOON and Sung-Hoi HUH*
 Department of Oceanography, Chungnam National University, Taejeon 305-764, Korea
 *Department of Oceanography, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

Seasonal variation in species composition and abundance of shallow water fish off Yongwon, Jinhae in the southern coast of Korea was determined by the analysis of monthly samples collected by a beach seine from January to December, 1998. Among 34 species identified, the resident species such as *Favonigobius gymnauchen*, *Chaenogobius laevis*, *Pholis nebulosa* and juvenile *Hyporhamphus intermedius* were predominated in abundance. The temporal species such as *Sardinella zunasi*, *Leiognathus nuchalis* and *Takifugu niphobles* were collected between April and September. Mean abundance (322 individuals/1000 m² or 806 g/1000 m²) was higher than that in the shallow sand surf zone of Teachon, but lower than that in the shallow mud area of Chonsu Bay in the western coast of Korea. A large number of *H. intermedius* were collected in cold months between November and January. The dominant resident species began to be collected from February, and the number of species and biomass were increased until July. A small number of temporal species were collected and subsequently the abundance was low from August to October when high abundance was expected as in the other shallow waters by recruitment of a large number of juveniles of temporal species. The low abundance in these warm months seemed to be related to the water quality by weak water circulation in this shallow mud area.

Key words : Coastal fish, Species composition, Community analysis, the South Sea.

서 론

조간대 부근 천해역은 조석에 따라 해수면이 바뀌기 때문에 육상과 대기의 영향을 크게 받아 시간에 따른 환경 변화가 심한 편이다. 이곳은 파도가 부서지는 부분으로, 외해에 노출된 곳의 경우 해수유동이 심하고 탁도가 특히 높다. 이와 같은 환경 조건을 지닌 천해역에 서식하는 종들은 심한 환경 변화에 적응된 종들로, 주거종의 수는 적고, 시간에 따른 종조성 변화가 심하다 (Modde and Ross, 1981; Lasiak, 1984). 그러나, 인접 육상으로부터 공급되는 유기물이 많아 먹이가 풍부하고 포식자가 적어 계절에 따라 일부 해양생물들이 어린 시기를 보내는 곳으로, 시기에 따라 높은 생물량을 보인다 (Im and Lee, 1990; Lee et al., 1995, 1997).

조간대의 저서생물은 간조 때에도 조간대에 머물지만, 부유동물이나 어류와 같은 부영동물들은 조수를 따라 이동하기 때문에 생태적으로 조간대 생물과는 구분된다. 이 부영생물들은 조수를 따라 이동하여 생태적으로 인접 해역 서식지 생물의 일부로 볼 수도 있지만, 이곳의 특수한 환경에 적응한 부유동물이나 어류들이 서식하여 근래에 조간대 부근 천해역을 독립된 생태계로 보고 있다 (Modde and Ross, 1981; Brown and McLachlan, 1990).

이 해역의 정주성 부유동물은 곤쟁이, 새우류, 등각류, 단각류들로, 일반적으로 하부조간대 쪽으로 갈수록 생물량이 많고, 낮보다는 밤에 조수를 따라 천해역으로 이동하는 양이 많다 (Suh et al., 1995; Suh and Yu, 1996, 1997; Suh and Koo, 1996). 지금까지 연구된 조간대 부근 천해역 어류 자료를 보면, 망둑어류가 주를 이루고, 계절에 따라 인근 해역에 서식하는 어류의 유어나 소형 부어류들이 이 해역을 이용한다 (Im and Lee, 1990; Lee et al.,

1995, 1997).

한반도 서해와 남해의 조간대는 간척으로 소실되어가고 있으나, 이 해역의 어류 자료는 미비한 편이다. 조간대 부근 천해역을 고유한 생태계로 볼 때, 이 해역 어류 자료는 앞으로의 연안 생태계 관리에 중요한 자료로 이용될 수 있다. 연구지역인 진해시 용원동의 천해역도 간척 예정지로, 간척 이전의 어류 자료를 축적함으로써 앞으로의 연안 환경 변화 파악에 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

본 연구는 남해안 천해역 어류의 특성을 파악하기 위해 경남 진해시 용원의 천해역에서 일년간 월별로 채집된 어류 자료를 분석하여 종조성의 계절 변동을 파악하였고, 다른 해역의 연구 결과와 비교 분석하였다.

재료 및 방법

조사지역은 경남 진해시 용원에 위치한 조간대 부근 천해역으로, 북쪽은 육지로, 남쪽은 가덕도로 막혀 있어 파도가 약하다. 조간대 전방 수백 m는 간조 때 수심 1 m 내외에 불과하다. 조간대는 모래질이며, 인접 조하대는 필질이고 일부에는 갈피 (*Zostera marina*)가 분포한다 (Fig. 1). 본 연구의 시료는 1998년 1월부터 12월까지 월별로 지인망 (beach seine)을 사용하여 채집하였다. 채집에 이용된 지인망의 크기는 10×2.5 m (길이×높이)였으며, 망목 (stretched mesh size)은 5 mm이었다. 채집 때 조석에 따른 영향을 배제하기 위해서 매월 사리 3~5일이 지난 간조 때 시료를 채집하였다. 조간대 부근 천해역 어류는 조석과 시간에 따른 변이

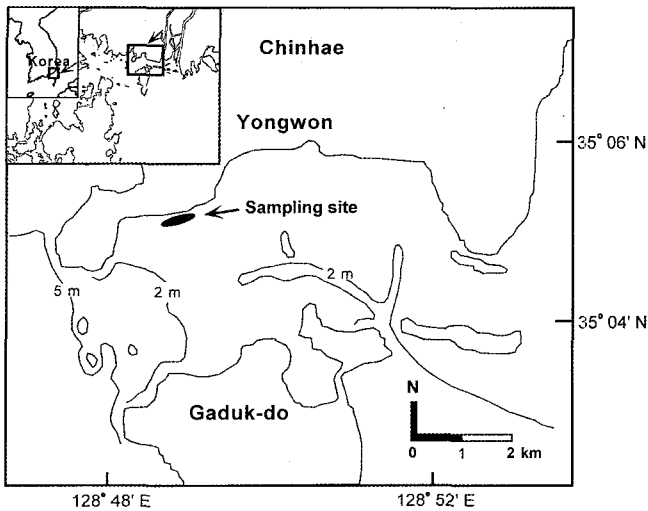


Fig. 1. Map showing the sampling site off Yongwon.

가 심하지만, 사리 간조 때 5회 이상 채집하면 그 조사 시기를 대표할 수 있는 종조성 자료를 수집할 수 있는 것으로 보고되어 (Lee et al., 1997), 이 보고에 따라 한 조사시기에 같은 장소로 반복되지 않도록 하면서 해안선에서 약 20m 떨어진 곳에 5회 투망하여 예인하였다. 1회 예인면적은 200 m² 정도였으며, 각 조사 시기의 자료는 5회 예인면적을 합한 1,000 m²로 표시하였다.

채집된 어류는 냉장 보관하여 실험실에서 채장과 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. 종 다양성지수는 Shannon-Weaver (1949) 식을 이용하였다.

출현종간의 유사성을 분석하기 위하여, 조사시기간의 각 종의 출현 유무에 따라 Jaccard (1908)의 유사도지수를 계산하여 수상도를 작성하였다. 조사시기의 종조성 차이를 분석하기 위하여 채집월의 자료를 한 개의 표본단위 (sample unit)로 보고 주성분분석을 하였다. 이 때에 3회 이상 출현한 종만을 대상으로, 각 표본단위의 출현개체수로 각 종의 순위를 정하고 Spearman의 rank correlation을 계산한 후, Davis (1978)의 program "PCA"를 일부 변형하여 계산하였다.

조사해역 어류 종조성의 특성을 파악하기 위해서, 천수만 펼칠 천해역의 어류 자료 (Lee et al. 1995) 및 대천 모래길 쇄파대의 어류 자료 (Lee et al. 1997)와 출현종, 평균밀도 및 우점종의 계절변화를 비교하였다.

결 과

종조성

조사기간 동안 총 34종, 3,859 마리, 9,670.1 g의 어류가 채집되었다 (Table 1). 출현한 어류는 망둑어과 (Gobiidae)와 황줄베도

라치과 (Pholidae) 어류와 같은 조간대 천해역 주거종과 줄공치 *Hyporhamphus intermedius*의 유어가 주를 이루었고, 난수기에는 밴댕이 *Sardinella zunasi*, 주둥치 *Leiognathus nuchalis*, 복섬 *Takifugu niphobles*와 같은 연안성 부어류들이 출현하였다. 출현빈도에서는 줄공치, 날개망둑 *Favonigobius gymnauchen* 및 두줄망둑 *Tridentiger trignocephalus*가 9회, 베도라치 *Pholis nebulosa*, 미끈날망둑 *Chaenogobius laevis*, 실고기 *Syngnathus schlegeli*와 복섬이 모두 7회, 주둥치가 6회 출현하였고 나머지 종들은 5회 미만으로 출현하였다.

개체수에서는 줄공치가 2,229개체로 전체의 57.8%를 차지하여 가장 많았고, 그 다음으로 베도라치 (9.6%), 날개망둑 (7.4%), 미끈날망둑 (6.3%), 주둥치 (5.7%) 순이었다. 이 5종이 채집된 전체 개체수의 86.8%를 차지하였고 나머지 종들은 2% 미만이었다. 생체량은 개체수에서와 마찬가지로 줄공치가 7,541.6 g으로 전체의 77.1%를 차지하였고, 그 다음 우점 순서는 날개망둑 대신에 복섬으로 바뀐 것을 제외하고는 개체수와 유사한 양상을 보여주었다. 줄공치, 베도라치, 복섬, 미끈날망둑, 주둥치의 5종이 전체의 89.9%로 생체량의 대부분을 차지하였고 나머지 종들은 2% 미만이었다.

종조성의 계절변동

조사기간 동안 수온은 8월에 26.8 °C로 가장 높았고, 2월에 10.7 °C로 가장 낮았으며, 연간 온도차는 16.1 °C였다 (Fig. 2).

출현종수는 1월에는 줄공치 1종만이 채집되었으나, 개체수와 생체량은 높은 값을 보였다. 2월에는 조간대 부근 천해역을 주거지로 하는 망둑어과 어류와 황줄베도라치과 어류들이 출현하여 11종이 채집되었으며, 문치가자미 *Limanda yokohamae*의 유어가 채집되기 시작하였다. 총 124 마리, 195 g이 채집되어 1월에 비하여 낮았는데, 1월에 많은 양이 채집되었던 줄공치가 크게 줄었고, 미끈날망둑 41 마리를 제외하고 다른 종들은 채집 개체수가 적었다. 3월에는 2종을 제외하고는 2월에 채집되었던 종으로 10종이 채집되었으며, 주거종인 베도라치, 날개망둑, 미끈날망둑의 채집량이 많아 개체수와 생체량은 2월에 비하여 증가하였다. 4월에는 16종이 채집되어 조사기간 중 출현종수, 개체수가 높은 편이었다. 1~3월에 많은 양이 채집되었던 줄공치는 채집되지 않았고, 쥐노래미 *Hexagrammos otakii*와 같은 연안성 어종의 유어가 채집되었다. 5월에는 11종, 53 마리, 119.4 g이 채집되어 상대적으로 채집량이 적었다. 베도라치가 34 마리 채집되었고, 나머지 종들은 10 마리 이하가 채집되었다. 6월에는 18종이 채집되어 출현종수는 가장 높았고 4월과 비슷한 종들이 출현하였다. 7월에 채집된 15종 중 12종이 6월에 채집된 종이었으며, 실고기와 주둥치를 제외하고는 10 마리 미만이 채집되어 양적으로는 적었다.

8월 이후 출현종수가 줄었고, 채집량도 상대적으로 낮았다. 8월에는 주둥치가 158 마리 채집되어 개체수의 81%를 차지하였다. 10월에는 5종, 23 마리, 10.2 g이 채집되어 출현종수는 1월을 제외하고 가장 적었고, 개체수 및 생체량은 가장 낮았다. 11월에는 8종이 채집되었으며, 줄공치가 1,149 마리, 343.2 g이 채집되어 대부분을 차지하였고, 개체수와 생체량은 채집기간 중 가장 높았다. 12월은 7종 중 5종이 11월에 채집된 종이었고, 채집량은 11월에 비하여

Table 1. Seasonal variation in species composition of fishes collected in shallow water off Yonwon from January to December, 1998. N and W represent the number of individuals and biomass in grams per 5 hauls (1,000 m²), respectively. 'n' represents the frequency of occurrence

Species	January		February		March		April		May		June		July	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius flavimanus</i>							2	53.2					1	1.6
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>											7	1.3	5	3.2
<i>Acentrogobius pflaumi</i>			1	1.1	3	0.8					1	0.5	9	1.1
<i>Acropoma japonicum</i>														
<i>Chaenogobius laevis</i>			41	51.9	75	97.9	31	38.0	3	3.1				
<i>Conger myriaster</i>											1	3.1		
<i>Favonigobius gymnauchen</i>			13	4.1	95	50.4	69	53.9			32	46.7	1	1.8
<i>Hexagrammos otakii</i>							13	52.9			2	34.1		
<i>Hippocampus coronatus</i>													1	0.2
<i>Hyporhamphus intermediu</i>	829	2,341.7	37	124.7	37	11.6					1	0.8	1	2.1
<i>Kareius bicoloratus</i>														
<i>Lateolabrax japonicus</i>									8	3.6				
<i>Leiognathus nuchalis</i>							1	1.5	2	8.3	8	43.2	18	103.0
<i>Leucopsarion petersii</i>											42	16.1	5	2.1
<i>Limanda yokohamae</i>			7	1.0	60	7.6	10	5.9						
<i>Mugil cephalus</i>											18	3.3	1	0.8
<i>Pholis fangi</i>			9	1.0	2	0.1	6	24.0						
<i>Pholis nebulosa</i>			9	5.3	128	97.5	179	157.2	34	45.3	17	38.5	2	7.4
<i>Platycephalus indicus</i>							1	3.8						
<i>Plecoglossus altivelis</i>			4	2.6										
<i>Pseudoblennius percoides</i>							7	23.4	1	7.9	2	28.1		
<i>Psudoblennius sp. 2*</i>							4	1.7						
<i>Repomucenus lunatus</i>											1	8.6		
<i>Repomucenus valenciennesi</i>													1	4.9
<i>Sardinella zunasi</i>							1	3.6	4	19.5	2	12.7	1	6.0
<i>Sillago japonica</i>									1	4.4	6	27.9		
<i>Sphyraena pinguis</i>														
<i>Syngnathus schlegeli</i>			1	1.1	1	3.4	21	34.7	4	8.0	3	8.5	32	22.1
<i>Takifugu niphobles</i>					3	12.1	35	209.7	2	9.1	8	59.5	4	22.5
<i>Terapon jarbua</i>														
<i>Thryssa kammalensis</i>									1	8.1				
<i>Thryssa purava</i>													2	28.8
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>			1	2.1	7	6.6	32	132.0	3	2.3	4	4.5		
<i>Zoarchias uchidai</i>			1	0.3			6	47.6			1	1.3		
Total	829	2,341.7	124	195.0	411	388.1	418	842.9	63	119.4	156	338.7	84	207.6
Number of species	1		11		10		16		11		18		15	
Diversity(H')			1.77	1.04	1.68	1.59	1.91	2.21	1.65	1.98	2.24	2.40	1.97	1.70

Species	August		September		October		November		December		Total		Relative Abundance		n
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N(%)	W(%)	
<i>Acanthogobius flavimanus</i>											3	54.8	0.1	0.6	2
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>											12	4.5	0.3	0.0	2
<i>Acentrogobius pflaumi</i>							1	0.4	12	5.9	26	9.4	0.7	0.1	5
<i>Acropoma japonicum</i>											1	0.4	0.0	0.0	1
<i>Chaenogobius laevis</i>					3	1.7	9	6.7	80	80.8	242	280.0	6.3	2.9	7
<i>Conger myriaster</i>											1	3.1	0.0	0.0	1
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	3	7.3			1	0.3	1	2.1	70	29.2	285	195.9	7.4	2.0	9
<i>Hexagrammos otakii</i>											15	87.0	0.4	0.9	2
<i>Hippocampus coronatus</i>											1	0.2	0.0	0.0	1
<i>Hyporhamphus intermediu</i>	18	37.0	3	14.2			1,149	4,343.2	154	476.4	2,229	7,451.6	57.8	77.1	9
<i>Kareius bicoloratus</i>							1	6.6	3	48.9	4	55.5	0.1	0.6	2
<i>Lateolabrax japonicus</i>											8	3.6	0.2	0.0	1
<i>Leiognathus nuchalis</i>	158	27.3	32	25.5							219	208.7	5.7	2.2	6
<i>Leucopsarion petersii</i>											47	18.2	1.2	0.2	2
<i>Limanda yokohamae</i>											77	14.5	2.0	0.2	3
<i>Mugil cephalus</i>			2	1.3							21	5.4	0.5	0.1	3
<i>Pholis fangi</i>											17	25.1	0.4	0.3	3
<i>Pholis nebulosa</i>							1	1.1			370	352.2	9.6	3.6	7
<i>Platycephalus indicus</i>											1	3.8	0.0	0.0	1
<i>Plecoglossus altivelis</i>											4	2.6	0.1	0.0	1
<i>Pseudoblennius percoides</i>											10	59.3	0.3	0.6	3
<i>Psudoblennius sp. 2*</i>											4	1.7	0.1	0.0	1
<i>Repomucenus lunatus</i>											1	8.6	0.0	0.1	1
<i>Repomucenus valenciennesi</i>							1	1.7			1	1.7	0.0	0.0	1
<i>Sardinella zunasi</i>	5	2.1									13	42.8	0.3	0.4	5
<i>Sillago japonica</i>			9	36.7	11	5.7					28	80.7	0.7	0.8	5
<i>Sphyraena pinguis</i>	2	1.3									2	1.3	0.1	0.0	1
<i>Syngnathus schlegeli</i>									1	1.8	63	79.6	1.6	0.8	7
<i>Takifugu niphobles</i>	4	11.2	3	14.2							59	338.3	1.5	3.5	7
<i>Terapon jarbua</i>					7	1.2					7	1.2	0.2	0.0	1
<i>Thryssa kammalensis</i>	6	11.8									7	19.9	0.2	0.2	2
<i>Thryssa purava</i>			11	8.4							13	37.2	0.3	0.4	2
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>			1	1.1	1	1.3	1	0.6	10	21.9	60	172.2	1.6	1.8	9
<i>Zoarchias uchidai</i>											8	49.2	0.2	0.5	3
Total	196	98.0	61	101.4	23	10.2	1,164	4,362	330	664.8	3,859	9,670.2	100.0	100.0	
Number of species	7		7		5		8		7		34				
Diversity(H')	0.78	1.56	1.41	1.28	1.25	1.24	0.08	0.04	1.31	0.99	1.71	1.15			

* according to Masuda et al.(1984)

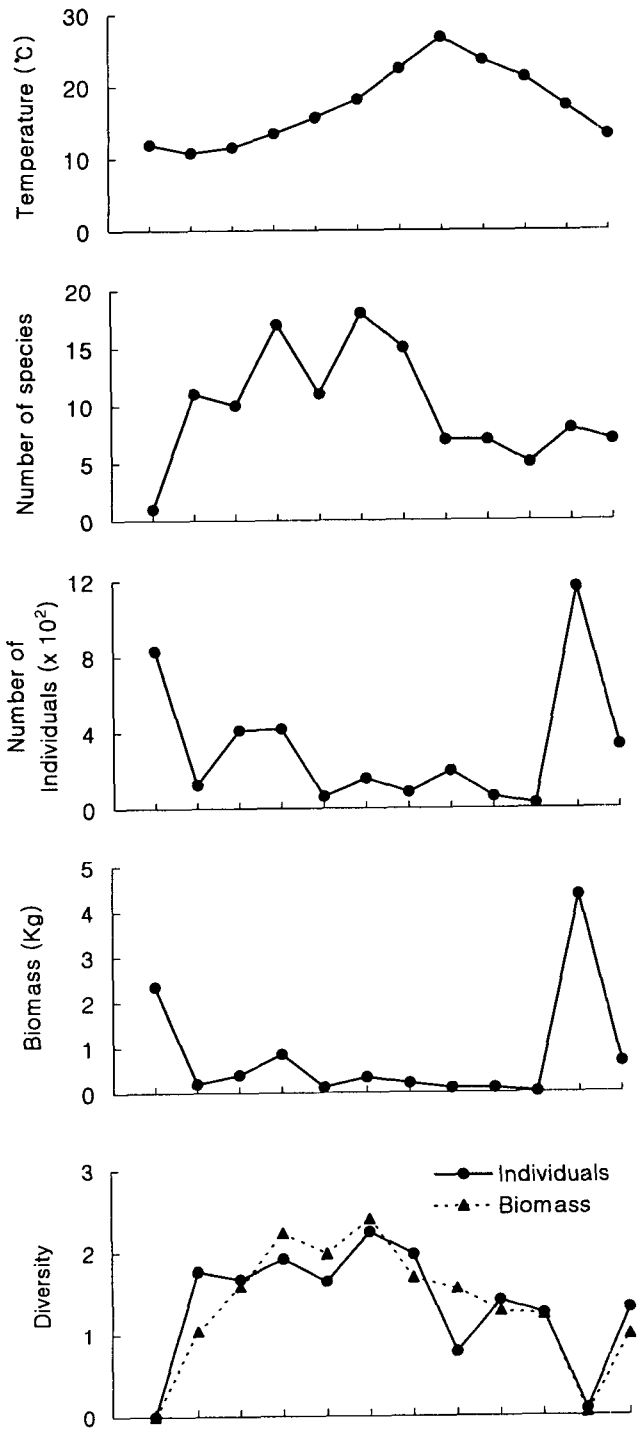


Fig. 2. Monthly fluctuation in temperature, number of species, number of individuals, biomass (g) and diversity index of fish collected in the shallow water off Yongwon from January to December 1998.

적었다.

전반적으로 2~3월에는 주거종들이 주를 이루었고, 4월부터 주거종 이외에 연안성 어종의 유어들이 가입되어 9월까지 출현하

였다. 그러나, 8월 이후 수온이 높아지면서, 채집량은 상대적으로 줄었다. 10월에는 2~9월까지 출현하던 주거종이나 연안종의 유어들도 채집되지 않아 생물량이 낮았고, 11월부터는 2~3월에 채집되던 종들이 다시 채집되었다. 종다양성지수는 주거종들이 출현한 2월 이후 높아져, 연안종의 유어들이 주거종과 함께 출현한 4월에서 7월까지 높은 값을 보였고, 8월 이후에는 감소하였다.

중간 유사성

3회 이상 출현한 종을 대상으로 Jaccard 유사도 지수를 계산하여 수상도를 작성한 결과 유사도 0.45 수준에서 네 무리로 구분되었다 (Fig. 3). 'A' 무리는 미끈날망둑, 줄망둑, 날개망둑, 두줄망둑, 줄공치, 베도라치, 실고기와 같이 출현빈도가 높고 계절에 관계없이 출현한 종들로 이 해역의 주거종들로 판단된다. 'B' 무리는 문치가자미, 흰베도라치, 우베도라치의 유어와 같이 2월에 4월까지 출현한 종들이었다. 'C' 무리는 주둥치, 복섬, 뱀망이, 돌팍망둑의 4종으로, 'B' 무리가 출현한 이후 4월부터 9월까지 봄과 여름에 유어를 보내는 종들로 구성되어 있다. 'D' 무리는 송어와 청보리멸로 주로 6월에서 9월 사이 수온이 높은 계절에 출현한 종들이었다.

계절간의 종조성 주성분 분석

각 조사시기에 3회 이상 출현한 종을 대상으로 개체수의 순위의 상관관계를 이용하여 주성분 분석한 결과, I 축이 34.4%, II 축이 16.7%, III 축이 13.8%의 분산을 포함하여, 제 3축까지 총 정보의 64.9%를 나타내었다 (Table 2). I-II 축에 투영한 각 채집시기의 principal score 값은 상대적으로 수온이 낮은 달의 경우 I축에서 양의 값을 보였고, 수온이 높은 달들은 음의 값을 보여, 전체적으로 시계 방향으로 점진적으로 변하는 양상을 나타내었다 (Fig. 4 a). I 축에 양의 가중치를 준 종들은 시기에 관계없이 출현한, 수상도에서 'A' 무리에 속하는 주거종들이거나, 2~4월 사이 출현한 'B' 무리에 속하는 종들이었다 (Fig. 4b). 이에 비하여 음의 가중치를 준 종들은 주로 4월에서 10월 사이 출현한 'C'와 'D' 무리에 속하는 난수기에 출현한 종들이었다.

고찰

조사해역에 출현한 종들은 주거종 (resident species)과 일시 출현종 (temporal species)으로 구분되었다. 주거종들은 망둑어류와 베도라치류 같이 천해역에서 전생애를 보내는 종과 줄공치와 같이 유어들이 거의 전 계절에 출현하는 종이다. 일시 출현종도 이 해역 주변 연안에 사는 종들이지만 성어의 주서식처가 조간대 부근 천해역보다 약간 깊은 곳이다. 다른 연안해역에서는 계절에 따라 일시적으로 출현하고 다른 해역으로 이동하는 계절종 (seasonal species)들이 채집되었지만 본 조사에서는 이러한 종들은 거의 채집되지 않아, 계절종과 구분하여 일시 출현종으로 정의하였다. 조사해역에 일시 출현한 종은 연안종들의 유어로, 문치가자미는 2월에서 4월 사이에, 주둥치, 복섬, 뱀망이, 송어, 청보리멸 같은 종들

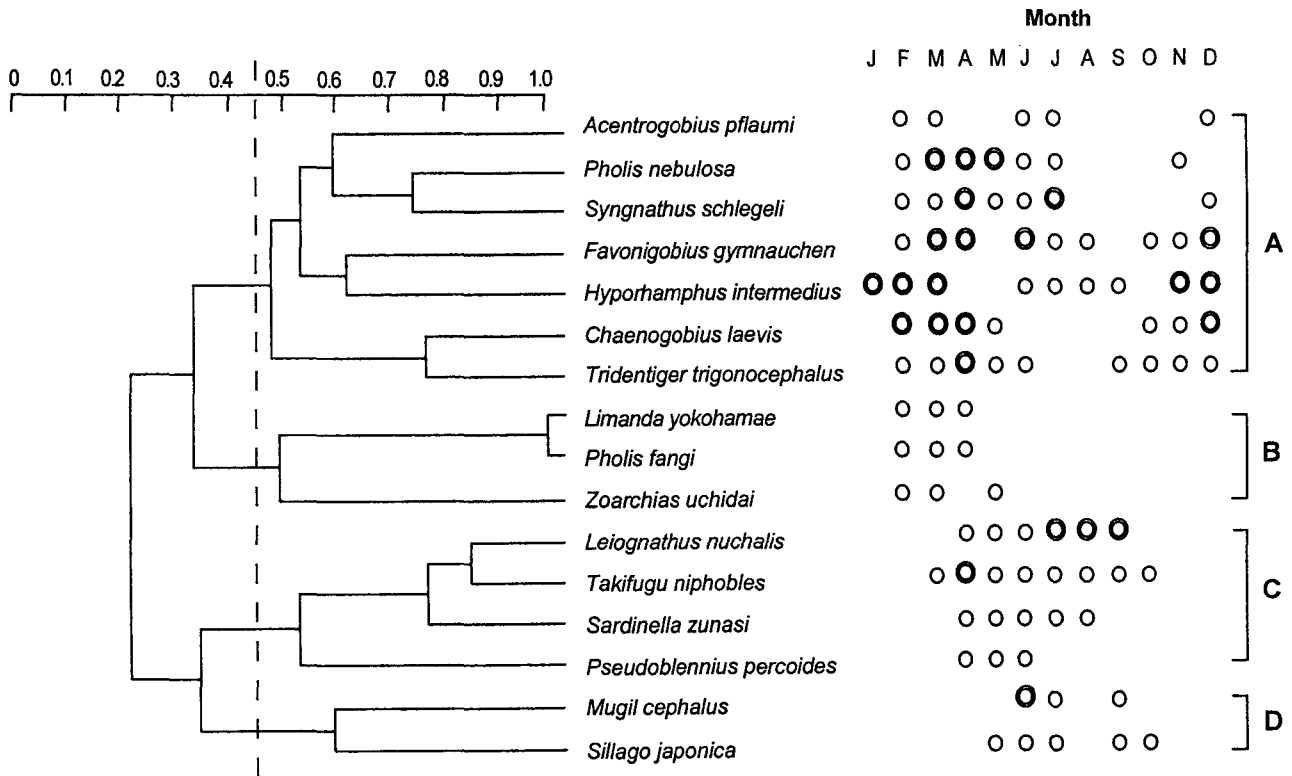


Fig. 3. Dendrogram illustrating the species association and monthly appearance patterns of fishes collected in the shallow water off Yongwon from January to December 1998 (○<10 individuals; ●>10 individuals).

Table 2. Eigen value, variance and cumulative variance of the principal components determined by PCA (principal component analysis) of species composition of shallow water fish collected off Yongwon

Component	Eigen value	Variance(%)	Cumulative variance(%)
1	5.50	34.4	34.4
2	2.67	16.7	51.1
3	2.21	13.8	64.9

은 4월에서 9월 사이 출현하였다. 1월에는 줄곧 한 종만 출현했으나, 개체수가 많았고, 2월부터 주거종들이 채집되기 시작하였다. 수온이 낮은 1월에 주거종들은 조간대 밖의 보다 깊은 곳에서 월동하여 채집지역에서 1월에 채집되지 않은 것으로 판단된다. 4월부터 수온이 상승하면서 연안종의 유어들이 채집되기 시작하여 출현종수는 증가하여 7월까지 많은 종들이 채집되었다, 그러나 7월이 지나면 주거종의 수가 감소하였고 10월까지 채집량이 적었다. 11월부터 주거종들이 증가하여 다시 채집량은 많아졌다. 이와 같이 주거종들은 2월에서 4월 사이 높은 생물량을 보이고, 양적으로는 적지만 연안성 유어들이 4월부터 8월까지 출현하고, 9월과 10월에 주거종들의 수가 줄어 낮은 생물량을 보이고 11월에 주거종들이 다시 출현하여 점진적으로 종조성이 바뀌는 전형적인 계절변동을 나타내었다 (Fig. 4a). 조간대 부근 천해역 어류는 주거종

의 생활사에 따라 양적으로 변동하고, 시기에 따라 연안종의 유어들이 몰려와 계절에 따른 종조성 변동이 심한 경향은 다른 조사결과와 비슷하였다 (Modde and Ross, 1981; Lasiak, 1984; Im and Lee, 1990; Lee et al., 1995, 1997). 그러나, 다른 조사에서는 주거종의 수가 많고 계절종이 시기에 따라 많은 생물량을 보인 반면, 본 연구 해역에서는 일시 출현종의 수도 적었고 차지하는 비중도 낮았다. 그 이유는 조사 해역의 지리적 특성과 연관하여 아래에 다루었다.

한반도 주변 천해역 어류의 종조성은 천수만의 모래질과 펄질 천해역에 조사되었다 (Lee et al., 1995, 1997). 이 자료와 비교하면, 출현종수는 모래질인 대천 쇄파대에서는 26종으로 본 조사해역보다 적었고, 남당 빨질 천해역의 37종과 비슷하였다 (Table 3). 연간 평균개체수 (322 마리/1000 m²)는 남당해역보다 낮았고, 대천해역보다는 높았다. 출현종은 망둑어류가 주를 이루는 것은 세 해역 모두 비슷하였으나 연중 출현하는 연안성 유어는 본 조사해역과 남당해역은 줄곧 출현하였으며 대천해역은 돌가자미로 나타났다. 이러한 출현어종의 차이는 저질에 따른 차이로 판단된다. 계절종 혹은 일시출현종들도 비슷하여 세 해역 모두에서 주동치가 난수기에 우점하였고, 복섬, 청보리멸 등의 유어도 세 해역 모두에서 출현하였다. 그러나, 대천 해역에서는 계절종으로 연안성 어류의 유어의 종수가 많았던 반면, 본 조사해역에서는 일시 출현종의 수가 적었고, 주거종의 수가 많았다.

양적 변동에서 본 조사해역은 천수만과 차이가 있었다. 천수만

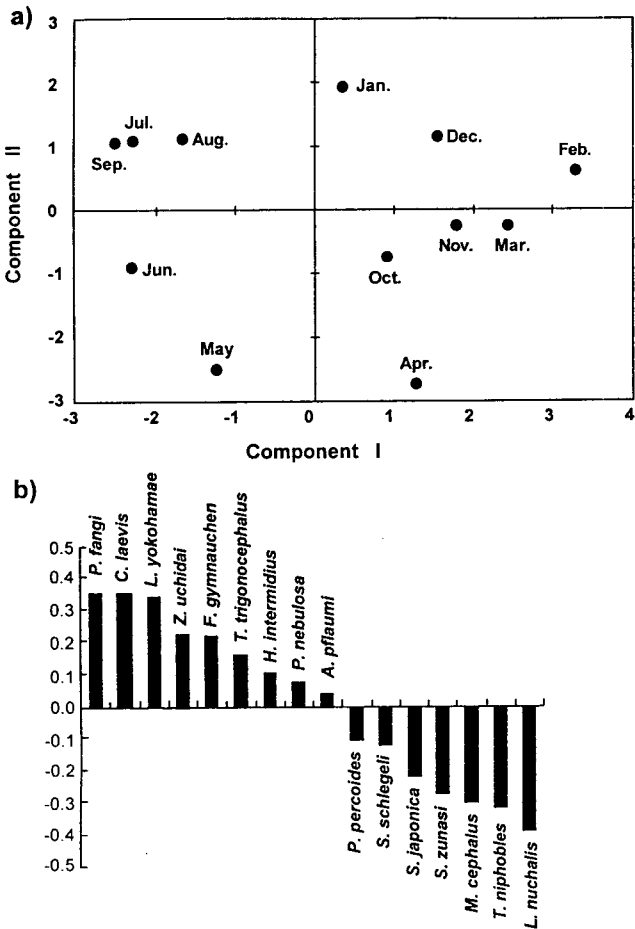


Fig. 4. a) Scattered diagram showing the sampling month on the I-II principal components determined by principal component analysis of the species composition of fishes collected in the shallow water off Yongwon from January to December 1998. b) Loading of variables on the I principal component. Refer Table 1 for the genus name in full.

의 경우 봄에 주거종들의 성어가 대량 출현하여 높은 생물량 값을 보인 점은 비슷하였지만 시기적으로 천수만에서는 3월부터 생물량이 증가한 반면, 본 조사 해역에서는 2월부터 증가하여 수온이 상대적으로 높은 본 조사해역에 주거종들이 일찍 천해역으로 이동하고 있음을 알 수 있다. 초여름에 세 해역 모두 봄에 비하여 채집량이 감소하였으나, 대천 해역에서는 8~9월에 주거종과 계절종의 유어들이 대량 출현하여 8월 이후 가을까지 높은 생물량을 보인 반면, 본 조사해역에서는 8월에서 10월 사이 주거종과 일시 출현종 모두 양적으로 적었다. 대천 해역과 남당 해역은 조간대 부근 천해역이 연안의 수심이 깊은 곳으로 열려 있고 조류가 강하여 해수의 순환이 활발한 편이다. 이에 비하여 본 조사해역은 가덕도까지 수심이 얇은 필 해역으로 해수의 순환이 약한 편이다. 본 연구 과정에서 수질을 측정하지 않았지만 지형과 수심 자료를 고려할 때 수온이 높은 계절에 수질이 악화될 가능성이 커서,

Table 3. Comparison of species composition and mean abundance (inds. or g/1,000 m²) between the shallow waters fish collected from Yongwon, Taechon and Namdang. Refer Table 1 for the genus name in full

Sampling area	Yongwon	Taechon	Namdang
Source	This study	Lee et al.(1977)	Lee et al.(1995)*
Sampling period	Jan.~Dec. 1998	June '95~May '96	May '93~Apr. '94
No. of species	35	26	37
Mean abundance			
in numbers	322	57	610
in biomass	806	144	763
Resident species (relative abundance)	<i>H. intermedius</i> (57.8%) <i>P. nebulosa</i> (9.6%) <i>F. gymnauchen</i> (7.4%) <i>C. laevis</i> (6.3%)	<i>F. gymnauchen</i> (34.4%) <i>K. bicoloratus</i> (14.5%)	<i>C. moronanus</i> (83.5%) <i>H. intermedius</i> (4.4%) <i>F. gymnauchen</i> (1.5%)
Temporal species (relative abundance)	<i>L. nuchalis</i> (5.7%) <i>T. niphobles</i> (1.5%)	<i>L. nuchalis</i> (15.3%) <i>S. japonica</i> (14.5%)	<i>L. nuchalis</i> (3.3%) <i>T. niphobles</i> (2.9%)
Source	This study	Lee et al.(1977)	Lee et al.(1995)*

* Data from December 1993 to April 1994 (Lee, unpublished data) were added.

그 결과 이 기간 동안 어류상이 빈약한 것으로 추정된다. 일반적으로 조간대 부근 천해역은 봄에서 초여름 사이 산란한 많은 어종들의 유어들이 늦여름에서 가을 사이에 어린 시기를 보내는 중요한 성육장으로 알려져 있으나, 본 조사 해역은 이 시기에 수질이 나빠진 관계로 성육장으로 이용되지 못하는 것으로 판단된다.

요 약

1998년 1월에서 12월 사이 월별로 경남 진해시 용원의 천해역에서 지인망으로 어류를 채집하여 계절에 따른 종조성을 분석하였다. 총 34종의 어류가 채집되었으며, 줄공치 *Hyporhamphus intermedius*의 유어, 날개망둑 *Favonigobius gymnauchen*과 미끈날망둑 *Chaenogobius laevis* 같은 망둑어류, 그리고 베도라치 *Pholis nebulosa*와 같은 주거종이 8~10월을 제외한 시기에 우점하였다. 난수기에는 밴댕이 *Sardinella zunasi*, 주둥치 *Leiognathus nuchalis*, 복섬 *Takifugu niphobles*와 같은 연안성 부어류들이 출현하였으나 종수와 채집량이 적었다. 평균 생물량은 322 마리/1000 m², 806 g/1000 m²로, 서해 천수만의 필질 천해역보다 평균 개체수가 적었고, 대천 모래질 쇄파대보다는 높았다. 생물량은 11월에서 1월 사이 줄공치가 대량 채집되어 높았고, 2월부터는 주거종이 증가하고 4월부터 일시 출현종이 유입되어 6월까지 비교적 높은 출현종수와 생물량을 보였다. 그러나, 수온이 높은 8월에서 10월 사이에는 일시 출현종 만이 소수 출현하여 출현종수와 생물량이 낮았다. 조사해역은 조간대 하부가 얇은 필질로 해수 순환이 미약하여 수온이 높은 계절에는 수질이 어류의 서식에 부적합할 것으로 추정되며, 이에 따라 다른 천해역에서는 계절종의 유어가 대량 출현하여 높은 생물량을 보이는 난수기에 어류밀도가 낮은 것으로 판단된다.

감사의 글

자료 수집과 분석을 도와 준 충남대학교 해양학과 황학빈, 송미화, 부경대학교 김대지에게 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Brown, A.C. and A. McLachlan. 1990. Ecology of sandy shores. Elsevier Press, Amsterdam, 186pp.
- Chyung, M.K. 1977. The fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, 727pp. (in Korean).
- Davis, J.C. 1978. Statistical and data analysis in geology. Wiley, New York, 550pp.
- Im, Y.J. and T.W. Lee. 1990. Species composition and biology of major species of gobiid fish in Cheonsu Bay of the Yellow Sea, Korea. Korean J. Ichthyol., 2(2), 182~202 (in Korean).
- Jaccard, P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat., 44, 223~270.
- Lasiak, T.A. 1984. Structural aspects of the surf-zone fish assemblage at King's Beach, Algoa, South Africa : Long-term fluctuations. Est. Coast. Shelf Sci., 18, 161~168.
- Lee, T.W., H.T. Moon and S.S. Choi. 1997. Change in species composition of fish in Chonsu Bay-2. Surf zone fish. J. Korean Fish. Soc., 9(1), 79~90 (in Korean).
- Lee, T.W., S.W. Hwang, S.Y. Park, and Y.R. Joe. 1995. Alteration in community structure of the shallow-water fish in Chonsu Bay. Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Agency, 49, 219~231 (in Korean).
- 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.
- 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 IV. Translated in English by Balkema, Rotterdam. 602 pp.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Ueno and T. Yoshino. 1984. The fishes of the Japanese archipelago. Tokai Univ. Press, Japan. 437 pp+ 370 pls.
- Modde, T. and S. Ross. 1981. Seasonality of fishes occupying a surf zone habitat in the northern Gulf of Mexico. Fish. Bull., U.S., 78, 911~922.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. Illinois Univ. Press. 117pp.
- Suh, H.L. and O.H. Yu. 1996. Diel horizontal migration of planktonic copepods in the surf zone of Yongil Bay, Korea. J. Korean Fish. Soc., 29(4), 527~536 (in Korean).
- Suh, H.L. and O.H. Yu. 1997. Winter zonation of the benthic amphipods in the sandy shore surf zone of Dolsando, southern Korea. J. Korean Fish. Soc., 30(3), 340~348 (in Korean).
- Suh, H.L., S.G. Jo and K.Y. Kim. 1995. Diel horizontal migration of the two mysids *Archaeomysis kokuboi* and *Acanthomysis* sp. in the sandy shore surf zone of Yongil Bay, eastern Korea. J. Korea Soc. Oceanogr., 30(6), 523~528.
- Suh, H.L. and Y.K. Koo. 1996. Subtidal zonation of the cumacean *Bodotria biplicata* in the surf zone of Dolsando, southern Korea. J. Korean Fish. Soc., 30(1). 39~45 (in Korean).

2000년 2월 18일 접수
2000년 5월 17일 수리