

대천 해변 쇠파대어류 종조성의 단기 변화

이 태 원

충남대학교 해양학과

Short-term Variation in Species Composition of Surf-zone Fishes at Daechon Beach, the Yellow Sea of Korea

Tae Won Lee

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

Surf-zone fishes in Daechon Beach, situated at the mouth of Cheonsu Bay, Korea, were collected by a beach seine during the spring and neap tides in August 1999. Short-term variation in species composition was analyzed based on tidal range, tidal level, and time of day. Of 24 species identified, juvenile pelagic fishes predominated in the number of individuals captured. Wilcoxon signed-rank test revealed that the number of individuals was significantly higher during the spring tide than during the neap tide. During the spring tide the fishes were more abundant at the low level than at the high level, while during the neap tide there was no significant difference. The mean density of pelagic fishes did not show significant differences between high and low tides. Demersal fishes were caught mainly in the water below the low level of the neap tide.

Key words : Surf-zone fish, Wilcoxon signed-rank test, diurnal variation, Yellow Sea

서 론

쇄파대 (surf zone)는 해안에서 파도가 부서지는 부분으로, 그 범위는 해안의 경사, 시간에 따른 파도의 세기에 따라 달라질 수 있다. 이곳은 물의 수직 혼합이 활발하고 탁도가 높은 해역으로, 쇠파대 밖의 층상 구조를 이루는 해역과 구분되는 생태적으로 특이한 환경을 이룬다. 조간대의 고착하거나 약한 이동력을 가진 생물은 간조 때에도 조간대에 머물지만, 부유동물이나 어류와 같은 표영동물들은 조수를 따라 이동하기 때문에 생태적으로 조간대 생물과는 구분된다. 이 표영생물들은 조수를 따라 이동하여 생태적으로 인접 해역 서식지 생물의 일부로 볼 수도 있지만, 이곳의 특수한 환경에 적응한 부유동물이나 어류들이 서식하여 근래에 조간대 부

근 천해역을 독립된 생태계로 보고 있다 (Modde and Ross, 1981; Brown and McLachlan, 1990). 조간대 생물은 대부분 이동성이 적어 썰물 때에는 대기에 노출되고 밀물 때에 침수되어 생활하는 생물들로 구성되지만, 쇠파대 생물은 물의 이동을 따라 이동하는 생물이 주를 이루며, 강한 유동 에너지와 높은 탁도에 적응한 생물들로 구성되어 있다. 이곳에 서식하는 어류는 주거종과 일시종의 유어들로 대부분이 크기가 작은 어류들이다. 주거종수는 적으며 망둑어류가 주를 이루고, 일시종 (temporary species)은 계절에 따라 인근 해역에 서식하는 어류의 유어나 소형 부어류들이 이 해역을 이용한다 (신과 이, 1990; 이 등, 1995, 1997).

대천 근해는 수온의 계절 변화가 커서, 겨울에는 소수 주거종이 출현하고, 봄이 되면 외해에서 월동한 회유어들이 산란을 위해서 이동하여 양적으로 증가한다 (Lee

and Seok, 1984; 이, 1989, 1996, 1998). 봄에서 여름에 부화된 어류들은 성장하여 늦은 여름부터 유어들이 대량 출현하고, 늦가을까지 연안역에 머물며 자란다. 대천 쇄파대의 계절에 따른 어류 종조성 변화는 연안역과는 약간 다르다. 겨울에 소수 주거종이 출현하는 양상은 같으나, 봄에는 모래질 쇄파대의 주거종인 날개망둑의 성어가 우점한다(신과 이, 1990; 이 등, 1997). 7월 이후 전어, 청보리멸, 북멸 등 부어류와 돌가자미와 같은 저어류의 유어들이 대량 출현하여 8월에 출현종수와 채집 개체수가 가장 높고, 9월 이후 감소한다.

어류는 이동력이 커서 시공간에 따른 자료 변이가 심하다. 쇄파대와 같이 단기 환경 변화가 큰 서식처에서는 어류 종조성의 단기 변화가 심하여, 종조성 변화와 이에 영향을 주는 요인을 파악할 필요가 있다. 조사해역인 대천 해변은 저조면에서 중부 조간대까지는 경사가 완만하고, 상부 조간대는 상대적으로 경사가 급하다. 상부 조간대는 조립 모래질이고, 중부 조간대는 세립 모래질로 구성되어 있으며, 하부 조간대로 갈수록 입도가 작아진다. 사리 간조 때 하부 조간대에는 시든 해조류 등의 부유물이 많이 떠다니고 탁도가 높다. 본 연구에서는 대천 해변 쇄파대에서 일년 중 출현종수가 가장 많은 8월의 사리와 조금 때 각 시간별로 어류를 채집하여, 조위와 밤낮에 따른 종조성의 변화를 분석하고, 주요종의 서식처의 특징 및 분포양상에 따른 변이에 대하여 토의하였다.

재료 및 방법

재료는 1990년 사리 때인 8월 20~21일, 조금 때인 8월 27~28일 대천 해변 쇄파대에서 수집하였다(Fig. 1). 사리 때인 8월 20~21일의 만조는 20일 15:28와 21일 04:00였고, 간조는 20일 22:10과 21일 10:46였고, 조금 때인 8월 27~28일의 만조는 27일 19:38과 28일 07:37였고, 간조는 27일 13:34과 28일 02:01였다.

각 조사시기마다 13:00부터 24시간 동안 2시간 간격으로 지인망으로 채집하였다. 채집에 이용된 지인망은 길이 약 25 m, 높이 2 m, 망목은 12 mm로 각 시간대별로 3회씩 예인하였다. 각각의 예인 때 같은 쇄파대가 반복되지 않도록 하면서 해안선에서 20 m 떨어진 수심 1 m인 곳에 투망하여 해안선에 수직으로 예인하였다. 따라서, 1회 예인 면적은 500 m² (25 m × 20 m)에 해당되며, 각 조사시기의 자료는 3회 예인 면적(1,500 m²)으로 표시하였다.

채집된 어류는 냉장 보관하여 실험실로 운반한 후 종별 개체수와 무게를 측정하였다. 종의 동정에는 정

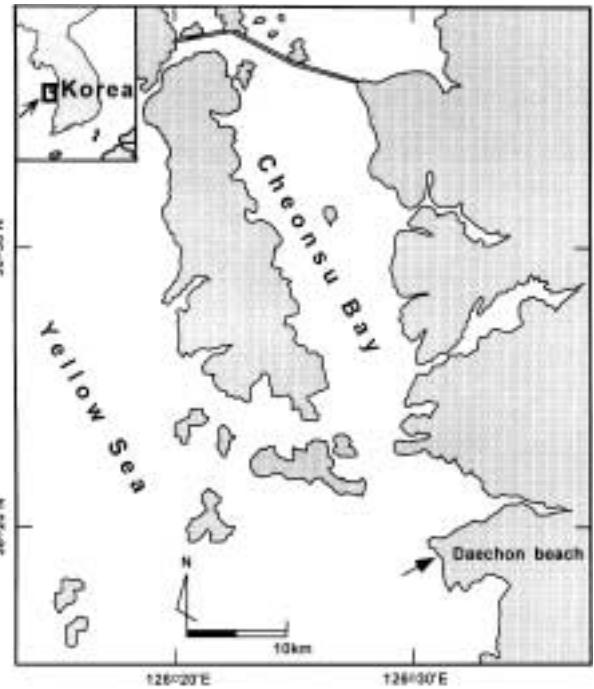


Fig. 1. Map showing the sampling site.

(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).

조석(사리와 조금), 주야 및 조위(만조와 간조)에 따른 변동을 파악하기 위해서 비교가 용이하도록 자료를 정리하였다. 밤낮 자료는 각 조사시기 일몰 19:00에서 일출 7:00 사이의 밤 자료와 7:00에서 18:00 사이 낮의 자료를 비교하였고, 조위에 따른 변동은 만조와 간조 때 3회씩의 자료를 합하였다. 각 비교 자료는 Wilcoxon의 signed-rank test로 검정하였다.

$$Z_T = (T - \mu_T) / \sigma_T$$

여기서, T = signed rank의 합 중 절대치가 작은 값

$$\mu_T = T \text{의 기대값, 즉 rank 합의 평균, } n(n+1)/4$$

$$\sigma_T = T \text{의 표준 편차, } \sqrt{[n(n+1)(2n+1)/24]}$$

비교 표본수(n)가 클 때(n > 12) Z_T는 정규분포에 근접한다.

결 과

종조성

조사기간 동안에는 총 24종, 11,407 마리, 10,034.8g의

Table 1. Species composition of fish collected by a beach seine in the surf zone at the Daechon beach during the daytime and night during the spring and neap tides in August 1990

Sampling date	Aug. 20~21 (spring tide)						Aug. 27~28 (neap tide)						Total	
	Day		Night		Subtotal		Day		Night		Subtotal			
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
Pelagic fishes														
<i>Leiognathus nuchalis</i>	3518	1105.2	3186	1098.8	6704	2204.0	1313	361.9	25	16.0	1338	377.9	8042	2581.9
<i>Sillago japonica</i>	84	114.5	550	799.0	634	913.5	387	740.5	183	295.6	570	1036.1	1204	1949.6
<i>Takifugu niphobles</i>	254	200.6	458	460.1	712	660.7	129	216.3	65	115.0	194	331.3	906	992.0
<i>Thrissa kamalensis</i>	81	86.6	22	128.5	103	215.1	199	165.9	14	43.7	213	209.3	316	424.7
<i>Hyporhamphus intermedius</i>	90	108.3	38	45.6	128	153.9	6	20.4	13	157.6	19	178.0	147	331.9
<i>Sphyraena pinguis</i>	12	25.1	47	184.6	59	209.7	43	86.7	22	110.4	65	197.1	124	406.8
<i>Sardinella zunasi</i>	3	31.6			3	31.6	74	1315.0	19	300.1	93	1615.1	96	1646.7
<i>Mugil cephalus</i>	43	177.4	23	61.3	66	238.7	8	48.7	1	5.7	9	54.4	75	293.1
<i>Konosirus punctatus</i>	18	65.8	3	32.7	21	98.5	6	19.3			6	19.3	27	117.8
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>							13	125.8	1	28.9	14	154.7	14	154.7
<i>Hapalogenys nitens</i>	2	2.2	4	7.0	6	9.2	2	3.3	2	3.0	4	6.3	10	15.5
<i>Engraulis japonicus</i>			4	34.8	4	34.8	1	10.2	2	23.8	3	34.0	7	68.8
<i>Cypucelurus agoo agoo</i>									1	1.7	1	1.7	1	1.7
<i>Pampus argentatus</i>	1	54.1			1	54.1							1	54.1
Demersal fishes														
<i>Paraplagusia japonica</i>	17	15.8	143	283.7	160	299.5	14	10.4	22	20.9	36	31.3	196	330.8
<i>Repomucenus valencinni</i>	4	1.6	51	20.1	55	21.7	1	3.2	5	6.8	6	10.0	61	31.7
<i>Repomucenus lunatus</i>	1	0.6	54	70.4	55	71.0			2	1.8	2	1.8	57	72.8
<i>Kareius bicoloratus</i>			40	381.9	40	381.9							40	381.9
<i>Favonigobius gymnauchey</i>	1	1.4	24	32.6	25	34.0	1	1.8	1	1.7	2	3.5	27	37.5
<i>Johnius belengerii</i>	20	55.0	5	26.3	25	81.3	1	4.1			1	4.1	26	85.4
<i>Syngnathus schlegel</i>	5	2.7	1	0.3	6	3.0	10	16.0			10	16.0	16	19.0
<i>Platycephalus indicus</i>			2	0.7	2	0.7			4	3.7	4	3.7	6	4.4
<i>Tridentiger trignocephalus</i>	3	0.7	1	0.4	4	1.1							4	1.1
<i>Argyrosomus argentatus</i>									4	30.9	4	30.9	4	30.9
Total	4157	2049.2	4656	3668.8	8813	5718.0	2208	3149.5	386	1167.3	2594	4316.8	11407	10034.8
Number of species	18		19		21		17		18		21		24	

어류가 채집되었다 (Table 1). 출현한 어류는 날개망둑 (*Favonigobius gymnauchen*)과 같은 쇠파대의 주걱종, 멸치 (*Engraulis japonicus*), 청보리멸 (*Sillago japonica*) 등과 같은 부어류들의 유어, 그리고 민태 (*Johnius belengerii*), 흑대기 (*Paraplagusia japonica*)와 같은 저어류의 유어들로 구성되었다.

개체수에서는 주둥치 (*Leiognathus nuchalis*)가 70.5%를 차지하여 가장 많았고, 그 다음으로 청보리멸, 복섬 (*Takifugu niphobles*)의 순이었다. 생체량에서도 주둥치가 25.7%를 차지하여 가장 많이 잡혔고, 그 다음으로 청보리멸과 밴댕이 (*Sardinella zunasi*)가 10% 이상을 차지하였다. 채집 개체수와 생체량이 많은 종들은 부어류들의 유어였고, 저어류들은 비교적 채집량이 적었다.

조석에 따른 변동

사리 때인 8월 20~21일 총 21종, 8,813마리, 5718.0 g

Table 2. Signed-rank test to compare the species composition of fish collected between spring and neap tides, between high and low tides, and between daytime and night

	Spring and neap tide	High and low tide		Day and night	
		Aug. 20~21	Aug. 27~28	Aug. 20~21	Aug. 27~28
z	-2.01	-3.01	-0.653	-0.730	-1.95
p	0.044	0.002	0.516	0.466	0.052

의 어류가 채집되었고, 조금 때인 8월 27~28일에는 21종, 2,594마리, 4,316.8 g이 채집되어 출현종수는 같았으나, 개체수와 생체량은 사리 때에 많았다 (Table 1). 각 시기 소수 개체씩 잡힌 3종씩을 제외한 나머지 18종들은 두 시기 모두에 채집되었다. 부어류들은 두 시기에 모두 채집량이 많았고, 저어류들은 사리 때에 채집량이 많은 경향을 보였다. Wilcoxon의 signed-rank test 결과,

Table 3. Temporal variation in species composition of fish collected by a beach seine in the surf zone at the Daechon beach during the spring tide in August 20~21, 1990. N and W represent the number of fishes and biomass (g) per 3 hauls (1,500 m²). 'n' represents the number of occurrence

Species	13:00		15:00		17:00		19:00		21:00		23:00		1:00		3:00		5:00		7:00		9:00		11:00		Total		n	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W		
<i>Engraulis japonicus</i>											4	34.8													4	34.8	1	
<i>Favonigobius gymnauchen</i>									23	30.4	1	2.2									1	1.4				25	34.0	3
<i>Hapalogenys nitens</i>	1	0.7							2	4.5	1	1.0	1	1.5									1	1.5	6	9.2	5	
<i>Hyporhamphus intermedius</i>			14	15.6	9	12.1	2	1.8			2	2.4			25	29.3	21	32.0	40	40.7	15	20.0	128	153.9	8			8
<i>Johnius belangerii</i>					1	2.1	2	20.2	2	4.0									8	18.5	12	36.5	25	81.3	5			5
<i>Konosirus punctatus</i>					1	0.8	3	32.7											11	46.9	1	1.1	5	17.0	21	98.5	5	
<i>Leiognathus nuchalis</i>	2444	835.9	59	12.9	10	2.4	535	133.5	2072	774.5	208	81.7	211	69.6	8	2.0	152	37.5	312	90.7	638	145.4	55	14.9	6704	2204.0	12	
<i>Limanda yokohamae</i>							1	13.4	34	325.6	5	42.9													40	381.9	3	
<i>Mugil cephalus</i>	1	2.9	2	7.8	25	97.3	14	31.3	4	9.9			1	3.6	4	16.5	7	35.2	7	31.8	1	2.4	66	238.7	10			10
<i>Pampus argentatus</i>	1	54.1																							1	54.1	1	
<i>Paraplagusia japonica</i>									11	11.3	108	246.8	22	24.7	2	0.9					15	13.1	2	2.7	160	299.5	6	
<i>Platycephalus indicus</i>											2	0.7													2	0.7	1	
<i>Repomcenus lunatus</i>									52	70.0	2	0.4									1	0.6			55	71.0	3	
<i>Repomcenus valencienni</i>	1	0.4							40	15.6	11	4.5									3	1.2			55	21.7	4	
<i>Sardinella zunasi</i>	3	31.6																							3	31.6	1	
<i>Sillago japonica</i>	9	13.2			11	14.5	43	54.4	260	389.6	208	302.4	34	49.0	5	3.6	22	28.9	30	39.0	12	18.9	634	913.5	10			10
<i>Sphyaena pinguis</i>			1	2.5	12	32.6	7	22.1	27	128.1					1	1.8	10	17.8			1	4.8	59	209.7	7			7
<i>Syngnathus schlegeli</i>											1	0.3							1	0.2	1	0.2	3	2.3	6	3.0	4	
<i>Takifugu niphobles</i>	7	8.8	121	46.0	29	34.0	16	23.0	47	77.0	18	26.4	236	219.5	121	98.2	20	16.0	48	55.8	35	35.2	14	20.8	712	660.7	12	
<i>Thriasa kammalensis</i>									1	16.0	9	101.7	3	6.3			9	4.5	32	33.9	47	51.6	2	1.1	103	215.1	7	
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>											1	0.4							1	0.5	2	0.2			4	1.1	3	
Total	2467	950.6	183	67.5	90	166.3	645	346.4	2654	2004.0	522	756.2	488	351.9	131	101.1	216	109.2	465	341.9	829	380.0	123	142.9	8813	5718.0		
Number of species	8	4	6	10	14	14	16	16	16	14	16	16	7	3	7	10	10	14	14	14	14	12	12	21	21			
Index of species diversity	0.03	0.31	0.68	0.33	0.39	0.39	0.63	0.43	0.43	0.39	0.63	0.43	0.43	0.13	0.45	0.53	0.43	0.43	0.78	0.43	0.43	0.78	0.43	0.44	0.44			

$z = -2.01$ ($p = 0.044$)로, 조금 때보다 사리 때에 유의하게 많은 어류가 채집되었다(Table 2).

시간에 따른 변동

사리 때인 8월 20~21일에는 주둥치는 12회 채집 동안 계속 출현하였고, 이 시기에 잡힌 총개체수의 76%를 차지하였다. 복섬도 12회 계속 출현하였고, 청보리멸과 송어 (*Mugil cephalus*)는 10회 출현하였다(Table 3).

8월 20일 13:00에는 8종, 2,467마리가 채집되었으며, 주둥치가 2,444마리로 개체수의 대부분을 차지하였다. 출현한 8종 가운데 실양태 (*Repomucenus valenciennes*)를 제외한 나머지 종들은 부어류였다. 만조 때인 15:00에 4종, 17:00에는 6종이 잡혀 출현종수와 개체수가 적었고, 모두 부어류들이었다. 그 이후 조위가 낮아지며 출현종수와 생물량이 증가하여 간조 직후인 23:00에 가장 많은 16종이 채집되었다(Fig. 2). 19:00에서 23:00 사이에는 여러 종류의 저어류들이 채집되었다. 간조 이후 출현종수가 감소하여 만조 직전인 03:00에 가장 적은 3종이 채집되었으며, 만조 전 후인 1:00에서 5:00 사이에는 흑대기를 제외한 나머지 종들은 부어류였다. 만조 이후 출현종수가 증가하여 21일 간조 직전인 9:00에 14종이 채집되었으며, 간조 전후에는 저어류들이 채집되었다. 시간대별 채집된 개체수와 생체량도 출현종수와 같이 만조 때 적었고 간조 때 많았다. 종 다양성지수는 조위와는 상관관계를 보이지 않았다.

각 만조와 간조 전후 각 3회씩, 즉 조사기간 각 간조와 만조 총 6회씩의 채집 개체수 자료를 합하여 Wilcoxon의 signed-rank test 결과, $z = -3.01$ ($p = 0.002$)로, 만조 때보다 간조 때에 유의하게 많은 어류가 채집되었다(Table 2).

조금 때인 8월 27~28일 간조 직전인 27일 13:00에는 8종, 501마리, 342.3g이 채집되었고, 간조 후인 15:00에 13종, 1,114마리가 채집되어 출현종과 개체수가 가장 많았다(Fig. 2). 만조 직전인 19:00에 출현종수와 개체수가 가장 적었고, 밤동안 출현종은 8~10종으로 변화가 적었고 채집 개체수도 적었다. 7:00 이후 출현종수는 4~6종으로 적었고, 채집 개체수도 적었다. 조금 때에 출현한 흑대기, 실양태, 날개망둑, 돛양태 (*Repomucenus lunatus*)를 제외한 나머지 13종은 부어류들이었다(Table 4).

사리 때와 같은 방법으로 Wilcoxon의 signed-rank test 결과, $z = -0.653$ ($p = 0.516$)으로 사리 때와는 달리 만조와 간조 때 채집된 어류의 종조성이 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

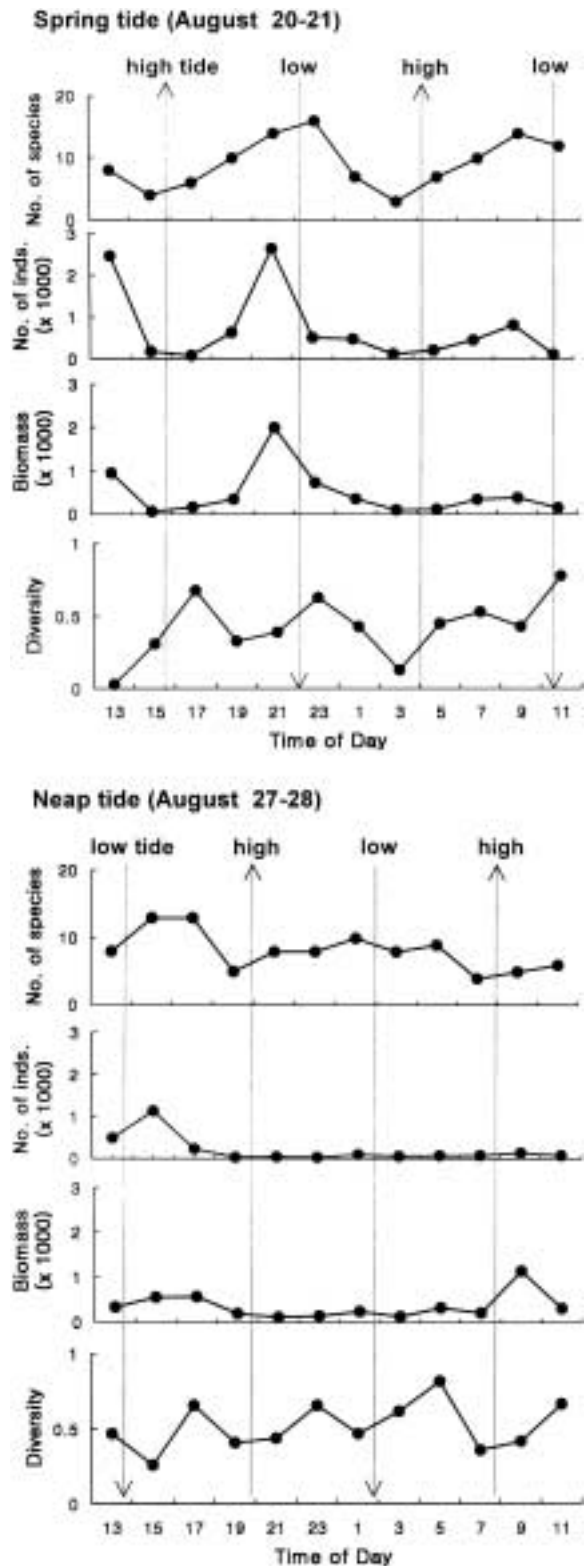


Fig. 2. Temporal variation in the number of species, number of individuals, biomass in gram and species diversity index of fishes collected by a beach seine in the surf zone at the Daechon beach during the spring and neap tides in August 1990.

Table 4. Temporal variation in species composition of fish collected by a beach seine in the surf zone at the Daechon beach during the neap tide in August 27 ~ 28, 1990. N and W represent the number of fishes and biomass (g) per 3 hauls (1,500 m²). 'n' represents the number of occurrence

Species	13:00		15:00		17:00		19:00		21:00		23:00		1:00		3:00		5:00		7:00		9:00		11:00		Total		n	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W		
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	5	47.1	3	44.9			1	28.9			1	28.9			1	7.0	3	17.7	1	7.0	3	17.7	1	9.1	14	154.7	6	
<i>Argyrosomus argentatus</i>											3	23.6	1	7.3												4	30.9	2
<i>Cypocelurus agoo agoo</i>													1	1.7												1	1.7	1
<i>Engraulis japonicus</i>			1	10.2														2	23.8							3	34.0	2
<i>Favonigobus gymnauchen</i>			1	1.8			1	1.7																		2	3.5	2
<i>Hapalogenys nitens</i>	1	1.6	1	1.7			1	2.1	1	0.9																4	6.3	4
<i>Hyporhamphus intermedius</i>	1	2.7	2	4.6	1	1.7	2	7.5	2	67.8	2	51.5	7	30.8	2	11.4										19	178.0	8
<i>Johnius belengerii</i>					1	4.1																				1	4.1	1
<i>Konosirus punctatus</i>			5	6.5	1	12.8																				6	19.3	2
<i>Leiognathus nuchalis</i>	304	124	995	225	14	13.4	1	0.3	1	0.0								23	15.7							1338	377.9	6
<i>Mugil cephalus</i>			7	47.3	1	1.4	1	5.7																		9	54.4	3
<i>Paraplagusia japonica</i>	8	5.5	6	4.9							7	5.5	4	4.1	11	11.3										36	31.3	5
<i>Platycephalus indicus</i>											1	0.5	1	0.2	2	3.0										4	3.7	3
<i>Repomucenus lunatus</i>											1	0.9	1	0.9												2	1.8	2
<i>Repomucenus valencinmei</i>			1	3.2							5	6.8														6	10.0	2
<i>Sardinella zunasi</i>					11	185.0	12	155.0										7	145.1	3	65.7	47	868.9	13	195	93	1615.1	6
<i>Sillago japonica</i>	53	88.0	60	125	115	168	23	36.3	7	8.9	18	25.2	77	122.9	38	60.0	20	42.3	52	86.2	89	236.6	18	37.5	570	1036.1	12	
<i>Sphyaena pinguis</i>	2	4.2	6	20.6	3	9.3			2	7.2	1	9.1	7	27.3	5	25.5	7	41.6					3	2	52.6	65	197.1	9
<i>Syngnathus schlegeli</i>			1	0.3																		9	15.7			10	16.0	2
<i>Takifugu niphobles</i>	10	9.5	45	60.6	40	81.0	1	0.8	41	83.3	10	9.6	3	5.4	3	2.6	7	13.3	28	56.0			6	9.2	194	331.3	11	
<i>Thriasa kammalensis</i>	122	107	10	10.6	47	39.3			1	10.0			3	23.6	4	5.1	6	5.0					20	8.8	213	209.6	8	
Total	501	342.3	1144	556.9	239	572.5	38	198.1	56	120.7	41	147.5	104	244.4	67	131.7	80	324.9	84	214.9	150	115.3	90	312.6	2594	4316.8		
Number of species	8	13	13	13	5	8	8	8	8	8	8	8	10	10	8	8	9	9	4	4	5	5	6	6	6	21		
Index of species diversity	0.47	0.26	0.66	0.66	0.41	0.44	0.66	0.47	0.66	0.62	0.62	0.47	0.82	0.82	0.36	0.42	0.67	0.68	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.68			

밤낮에 따른 차이

사리 때인 8월 20~21일의 낮에는 18종, 4,157마리가 잡혔고, 밤에는 19종, 4,659 마리가 잡혀 전체적으로는 큰 차이가 없었다 (Table 1). 우점 순위가 높은 부어류들은 밤낮의 평균 개체수는 유의한 차이를 보이지 않았고 ($p > 0.05$), 저어류인 돛양태, 실양태, 돌가자미 (*Kareius bicoloratus*), 날개망둑은 밤에 유의하게 많은 개체가 채집되었다 ($p < 0.05$). 그러나, 전 종을 대상으로한 Wilcoxon signed-rank test 결과, $z = -0.730$ ($p = 0.466$)로 밤낮의 종조성이 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 2).

조금 때인 8월 27~28일의 낮에는 17종, 2,208 마리가 잡혀, 밤의 18종 386에 비하여 많은 수의 어류가 채집되었다. 부어류들이 밤에 비하여 낮에 채집량이 많았고, 저어류들은 소수 개체만이 채집되었다. 그러나, Wilcoxon signed-rank test 결과, $z = -1.95$ ($p = 0.052$)로 밤과 낮의 차이는 유의하지 않았다 (Table 2).

토 의

조사기간 동안 채집된 24종 가운데 부어류가 14종, 저어류가 10종으로 부어류가 많았고, 저어류에 비하여 채집량도 많았다. 채집량이 많았던 부어류들은 대부분 외해에서 월동하고 늦은 봄에서 이른 여름에 산란 부화하여 성장한 유어들이었다. 대천 연안의 조하대에는 외해에서 월동한 부어류들의 성어들이 봄에 산란을 위해서 대량 출현하지만 (Lee and Seok, 1984; 이, 1989, 1996, 1998), 쇠파대에서는 이들 성어들은 잡히지 않았고, 모래질 쇠파대를 우점하는 날개망둑이 대량 출현한다 (신과 이, 1990; 이 등, 1997). 봄에 부화하여 성장한 복섬, 학꽂치 (*Hyporhamphus intermedius*), 멸치, 밴댕이, 전어 (*Konosirus punctatus*) 등의 유어들이 8월 이후 조간대 가까이로 몰려와 이 시기에 출현종수가 가장 높다 (신과 이, 1990; 이 등, 1997). 조간대 부근 천해역은 생물 생산이 높고 포식자로부터 보호되어, 연안에서 산란·부화되어 성장한 유어들이 천해역으로 몰려와 성육장으로 이용하는 것을 알 수 있다 주둥치는 1980년대 초반까지는 대천 연안에서 잡히지 않았으나 (Lee and Seok, 1984), 1980년 중반 이후 소수 출현하기 시작하여, 1990년 이후 여름에서 가을 사이 이 해역 대량 출현하는 어류이다 (이, 1989, 1996, 1998).

사리 때와 조금 때 모두 21종이 채집되었고, 18종은 공동 출현하여 출현종수는 차이가 없었다. 그러나, 출현 개체수는 사리 때 8,813 마리로 조금 때의 2,594 마리에 비하여 3배가 넘었다. 출현 개체수가 많았던 종들은 부

어류로 때를 지어 몰려다니는 어류들로, 자료 변이가 심하였다. 일부 우점종이 강조되는 것을 피하기 위해서 두 자료의 종조성 비교에서는 출현 개체수의 순위 (rank)를 이용하였다. Wilcoxon의 signed-rank test 결과 사리 때가 조금 때에 비하여 유의하게 많은 양이 채집되었다. 사리 때에는 만조 때에 비하여 간조 때에 유의하게 많은 어류가 채집되었으나, 조금 때에는 간조와 만조 때 유의한 차이를 보이지 않았다. 사리 때에는 조금 때에 비하여 쇠파대가 조간대 하부까지 확대되어 조간대 하부에 주로 머무는 어류들도 채집될 수 있을 것이다. 부어류들의 평균 개체수는 사리와 조금 때 유의한 차이를 보이지 않았지만, 대부분의 저어류들은 유의한 차이를 보였다. 채집된 대부분의 저어류들은 사리 간조 때 대부분 채집되어, 저어류들은 대부분이 조금 간조선 보다 깊은 곳에 서식하는 것을 알 수 있다. 사리 때에는 조간대 하부에만 주로 머무는 저어류들이 채집되어 간조 때와 만조 때에 종조성이 유의한 차이가 나지만, 조금 때에는 이들 저어류들이 거의 채집되지 않아 종조성의 차이가 유의하지 않은 것으로 판단된다.

조간대는 대기에 노출되는 동안 일부생물들의 생물 생산은 지속되지만 소비되지 않는다. 밀물 때 포식자들은 물을 따라 들어오며, 조간대에 노출 기간 동안 생산된 먹이를 먹는 것으로 알려져 있다. 조간대 부근 천해역에 사는 소형 갑각류들도, 조수를 이용하여 먹이도 섭취하고 포식자로부터 도피하는 것으로 알려져 있다 (Suh et al., 1995; 서와 구, 1997; 유 등, 1998). 위의 연구에서 어류의 먹이가 되는 소형 갑각류들은 중 하부 조간대로 갈수록 밀도가 높고 밀물 때는 중부 조간대 정도까지 수평 이동함을 밝혔다. 조간대 하부로 갈수록 어류 밀도가 증가하는 것은 앞에서 언급한 것과 같이 서식 공간 증가와 비례하지만, 어류와 같은 포식자의 경우 먹이 생물 밀도와도 관계가 있을 것으로 추정된다.

밤낮에 채집된 어류 종조성은 사리나 조금 때 유의한 차이를 보이지 않았다. 사리 때에는 우점 순위가 높은 부어류들의 채집량은 종에 따라 밤에 많이 잡히거나 낮에 많이 잡혔으나, 조금 때에는 우점 순위가 높은 종들은 대부분 낮에 채집량이 많았다. 그러나, 낮에 채집량이 많았던 우점 부어류의 경우 같은 종이라도 사리와 조금 때 밤낮 차이가 서로 달라, 낮에 채집량이 많다고 보기는 어렵다.

어류는 유영력이 커서 신뢰도 높은 자료를 수집하기 위해서는 많은 노력이 요구된다. 위의 자료를 종합할 때 조간대 부근 천해역 어류 채집에서는 사리 간조 때 밤에 채집하면 한 시기를 대표할 수 있는 종조성을 구할 수 있을 것으로 판단된다.

적 요

대천 해변 쇄파대에서 1990년 8월 사리와 조금 때 2 시간 간격으로 24시간 동안 어류를 채집하여, 조차, 조위 밤낮에 따른 어류 종조성의 단기 변동을 분석하였다. 채집된 어류는 총 24종으로, 부어류의 유어들이 양적으로 많았고, 사리 간조 때에는 저어류의 유어들도 출현하였다. Wilcoxon의 signed-rank test 결과 사리 때가 조금 때에 비하여 유의하게 많은 양이 채집되었다. 사리 때에는 만조 때에 비하여 간조 때 유의하게 많은 어류가 채집되었으나, 조금 때에는 간조와 만조 때 유의한 차이를 보이지 않았다. 부어류들의 평균 개체수는 사리와 조금 때 유의한 차이를 보이지 않았지만, 대부분의 저어류들은 사리 간조 때에 유의하게 많이 잡혔다. 채집된 대부분의 저어류들은 사리 간조 때 대부분 채집되어, 저어류들은 대부분이 조금 때 간조전 보다 깊은 곳에 서식하는 것을 알 수 있다.

인 용 문 헌

- Brown, A.C. and A. McLachlan. 1990. Ecology of Sandy Shores. Elsevier Press, Amsterdam, 186 pp.
- Lee, T.W. and K.J. Seok. 1984. Seasonal fluctuations in abundance and species composition of fishes in Cheonsu Bay using trap net catches. J. Oceanol. Soc. Kor., 19 : 217~227.
- 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. 389 pp.
- 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. 498 pp.
- 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 (eds). 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Text and Plates: 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. Urbana, 117 pp.
- 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.
- 서해립·구영경. 1997. 돌산도 쇄파대에 사는 쿠마류 *Bodotria biplicata*의 조하대 대상분포. 한국수산학회지, 30 : 39~45.
- 서해립·유옥환. 1997. 돌산도 모래해안 쇄파대에 사는 저서성 단각류의 겨울철 대상분포. 한국수산학회지, 30(3) : 340~348.
- 신민철·이태원. 1990. 대천해빈 어류군집의 계절변화. 한국해양학회지, 25 : 135~144.
- 유옥환·서해립·서호영. 1998. 저서성 단각류 *Pontogeneia rostrata*의 중내 대상분포와 주야-조석 주기. 한국수산학회지, 31 : 500~507.
- 이태원. 1989. 천수만 저서성어류군집의 계절 변화. 한국수산학회지, 22 : 1~8.
- 이태원. 1996. 천수만 어류의 종조성 변화. 1. 저어류. 한국수산학회지, 29 : 71~83.
- 이태원. 1998. 천수만 어류의 종조성 변화. 1. 부어류. 한국수산학회지, 31 : 645~664.
- 이태원·문형태·최신석. 1997. 천수만 어류의 종조성 변화. 2. 대천 해변 쇄파대 어류. 한국어류학회지, 9 : 79~90.
- 이태원·황선완·박승운·조영록·정희정. 1995. 천수만 천해어류 군집구조의 변화. 수산진흥원 연구 보고, 49 : 219~231.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울. 727 pp.

Received : February 8, 2001

Accepted : March 17, 2001