

牙山灣 底魚類

II. 種組成의 晝夜 및 季節變動

李泰源 · 金光天

忠南大學校 海洋學科

The Demersal Fishes of Asan Bay

II. Diurnal and Seasonal Variation in Abundance and Species Composition

Tae-Won LEE and Gwang-Cheon KIM

Department of Oceanography, Chungnam National University,

Taejon 305-764, Korea

Diurnal and seasonal variation of demersal fishes of Asan Bay were studied using seasonal samples collected by an otter trawl from autumn 1989 to summer 1990. For each sampling period, three to five trawl hauls were completed to obtain day and night samples. Of 32 species identified, *Chaturichthys stigmatias*, *Cynoglossus joyneri*, *Thrissa koreana*, *Repomucenus lunatus* and *Hexagrammos otakii* accounted for 79.5% of the individuals collected, and *C. joyneri*, *T. koreana*, *H. otakii*, *Raja kenoei* and *Kareius bicoloratus* constituted 67.1% of the biomass obtained. Apparently, larger number of individuals and greater biomass were collected in night hauls. However, there is no significant difference between day and night samples in community structure, mean abundance and body length of the dominant demersal species. The greatest numbers and biomass of fishes were collected in summer and the lowest in winter. The abundance of fishes in the study area were dependent upon seasonal effects such as temperature.

緒 論

내만이나 연안의 천해역은 생물생산이 높아 먹이가 많고 포식자로부터 보호되기 때문에, 많은 어류가 산란하고 어린시기를 보내며 성장하는 곳으로 이용된다(Haedrich and Hall, 1976; Allen, 1982, Lee and Seok, 1984). 한반도 서남해안은 해안선의 굴곡이 심한 내만이 발달하여 황해 및 동지나해 어류에 대한 기여도가 상당히 클 것으로 예상된다. 황해와 동지나해에서 산업적으로 중요한 멸치, 갈치, 쥐치, 참조기를 포함한 많은 어류가 서남연안

에서 산란하고 어린시기를 보내며 성장하는 곳으로(김 등, 1970; Yamada et al., 1986), 서남 천해역은 황해동지나해 어류의 산란 및 보육장으로서 중요한 역할을 담당하고 있다. 그러나, 황해 및 동지나해 어류군집에서 한반도 내만의 역할과 어류에 대한 연구는 미비한 편이다.

연안은 환경의 변화가 심하여 시공간에 따른 어류의 분포 및 종조성 변화가 커서 자료수집에 많은 어려움이 따른다. 한반도 연안 부유생물이나 저서동물에 대한 연구는 활발한 편이나, 어류 연구, 특히, 정량적인 연구는 미미한 편이다. 저어류는 부

“本 研究는 1990年度 文敎部 基礎科學 育成研究費의 支援에 의한 것임.

어류에 비하여 이동력이 약하여 어류의 정량연구에는 저어류를 부어류에 비하여 이동력이 약하여 어류의 정량연구에는 저어류를 대상으로 하는 경우가 많으며 채집기기로는 otter trawl이 널리 이용된다(Livingston, 1976; Horn, 1980; Allen, 1982; 이, 1989). 그러나, 저어류의 경우도 상당한 이동력이 있어 자료 변이(sample variation)가 심하여 신뢰도 높은 정량자료를 수집하기 위하여는 자료 변이 폭을 파악하고 이를 극복할 수 있는 적정채집 방법이 요구된다(Taylor, 1953; Oviatt and Nixon, 1973; Lenarz and Adams, 1980). 자료의 변이는 대상생물의 시공간 분포, 도피나 그물의 선택성과 같은 채집기에 대한 어류의 행동에 의하여 결정된다. 장주기, 즉, 계절에 따른 저어류 종조성의 변동은 비교적 많은 연구가 되어 있으나(McErlean et al., 1973; Hoff and Ibara, 1977; Horn, 1980; Nash and Gibson, 1982), 단기, 즉, 주야 변동에 대한 연구는 비교적 적은 편이다. 어류는 밤낮의 서식처 이용과 채집기에 대한 행동이 달라 밤낮 자료는 차이가 있는 곳으로 알려져 있으나 연구 해역에 따라 결과가 일치하지는 않는다(Allen and Horn, 1975; McCleave and Fried, 1975).

아산만 주변에는 방조제 건설과 매립, 산업시설이 계속 건설되고 있어 어류를 포함한 생태계가 변화되어가는 과정에 있는 것으로 판단된다. 본 연구에서는 먼저 이 해역 저어류 출현종과 계절에 따른 양적 변동을 분석하여 어류의 특성을 파악하고자 한다. 이미 이 해역에서 신뢰도 높은 저어류 채집을 위한 적정채집회수에 대한 연구가 수행되었으며(이, 1991), 본 연구에서는 계절별 주야 자료를 바탕으로 밤낮에 따른 변이도 파악하고 그 원인을 분석하고자 한다.

材料 및 方法

자료는 1989년 11월에서 1990년 8월 사이 각 계절별로 아산만 입구의 입파도 동부 해안에서 otter trawl을 이용하여 수집하였다(Fig. 1). 채집해역은 수심 10~25m 정도이고 저질은 모래로 되어 있으

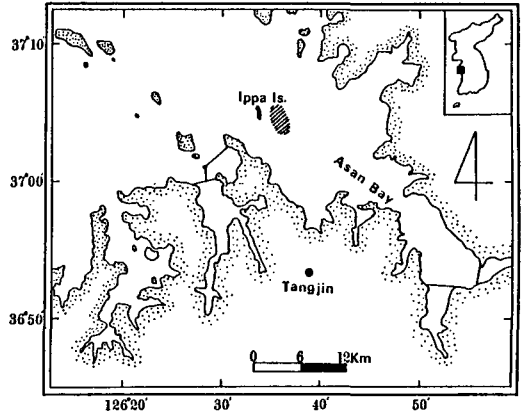


Fig. 1. Location of sampling station in Asan Bay (shaded area).

며 조류가 강한 편이다. 저질에 따라 저어류의 종조성이 달라질 수 있기 때문에 저질이 거의 유사한 입파도 동부의 남북 약 2km, 동서 약 3km의 범위 내에서 채료를 수집하였다. 채집에 이용된 otter trawl은 길이 약 15m, 망목이 22~24mm이었고, 20분 1회 채집 면적은 약 2,000m²에 해당된다. 본 연구에 이용된 otter trawl의 형태 및 채집방법은 이(1991)에 자세히 기술되어 있다.

채집은 낮 동안에는 10:00~15:00 사이, 밤에는 22:00~03:00 사이에 수행하였다. 조사시기마다의 기상조건, 예인 조건에 따라 1회에 20분씩 밤낮 각 3~5회씩 예인하였으며 Table 1에 요약하였다.

채집된 어류는 냉장보관하여 실험실로 운반한 후 종별 개체수와 무게를 측정하였다. 종의 동정에는 정(1977), Masuda et al.(1984), Lindberg and Legeza(1965), Lindberg and Krasnyukova(1969) 등을 이용하였다.

계절별 밤낮에 채집된 어류의 정량적인 차이의 비교를 위하여 밤낮 채집된 어류의 개체수와 생체량의 평균을 t-test하여 검정하였다.

낮과 밤에 채집된 어류의 군집구조 차이를 비교하기 위하여, 계절별로 밤낮에 채집된 어류를 합하여 종조성표를 작성한 후, Wilcoxon의 rank-sum (z_w) 분석을 하여 위험율 5%에서 유의도를 점검하

Table 1. Number of trawl hauls performed in day and night for each sampling time in Asan Bay

Sampling time	Nov. '89		Feb. '90		May '90		Aug. '90	
	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night
Number of hauls	5	5	3	3	4	4	5	5

였다.

$$z_w = \frac{W_x - (W_x)_o}{(\sigma_{w_x})^{1/2}}$$

이 식에서 W_x =두 비교 표본 중 표본 x의 rank-sum
 $(W_x)_o$ =표본 x의 rank-sum의 기대값
 σ_{w_x} = W_x 의 분산

z_w 값은 비교 자료 각각의 표본수가 10을 넘을 때는 정규분포하며, 그 미만일 때는 수표를 이용하였다.

밤낮 혹은 인접계절간 어류군집구조를 비교하기 위하여 Whittaker and Fairbank(1958)의 백분유사도계수(percentage similarity index: PS)를 계산하였다.

$$PS = 100(1.0 - 0.5 \sum |P_{ia} - P_{ib}|)$$

여기서, P_{ia} =표본 a의 i종의 개체수 혹은 생체량의 백분율

P_{ib} =표본 b의 i종의 개체수 혹은 생체량의 백분비를 나타낸다.

종다양성지수는 Shannon-Wiener의 식을 이용하여 계산하였다(Shannon and Weaver, 1949).

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln(p_i)$$

이 식에서 S=출현종수

$$p_i = N_i / N$$

N=총개체수 혹은 생체량

N_i =i번째 종의 개체수 혹은 생체량

을 나타낸다.

結 果

種組成

조사기간동안 총 39종, 2,558개체, 44,553.2g의 어류가 채집되었다. 출현한 어류는 가자미목(Order Pleuronectiformes)어류나 망둑어과(Gobiidae)어류와 같이 해저에 사는 어류와 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)나 민태(*Johnius belengerii*)와 같이 바닥 가까이 머물며 저서생물을 먹이로하는 어류가 주를 이루었고, 뱀망이(*Sardinella zunasi*)와 같은 부어류도 일부 채집되었으나 그 수는 적었다(Table 2). 출현어류 가운데 참서대(*Cynoglossus joyneri*), 쥐노래미, 돌가자미(*Kareius bicoloratus*)와 등가시치(*Zoarcis gillii*)는 4계절 계속 출현하여 이 해역 주거종(resident species)으로 추정된다. 곤어리

(*Thrissa koreana*)는 봄과 여름에, 쉬쉬망둑(*Chaturichthys stigmatias*)은 가을과 겨울에 많은 양이 채집되어 계절에 따라 이 해역을 우점하는 계절종(seasonal species)으로 판단된다.

양적으로는 곤어리가 개체수에서 32.4%, 생체량에서 10.3%를 차지하여 우점도가 가장 높았고, 참서대가 개체수의 30.5%, 생체량에서 29.6%를 차지하였다. 개체수에서는 위의 2종 다음으로 쉬쉬망둑, 돛양태(*Repomucenus lunatus*), 쥐노래미의 순으로 이 5종이 전체 개체수의 79.5%를 차지하였다. 생체량의 우점 5종은 참서대, 홍어(*Raja kenoeji*), 곤어리, 쥐노래미, 돌가자미의 순으로 이 5종이 67.1%를 차지하여 소수종에 의한 우점도가 높았다.

晝夜變動

채집기간 중 낮에 29종, 밤에 27종이 채집되었다. 총 채집된 39종 가운데 6종이 낮에만 채집되었고 4종이 밤에만 채집되었으나, 이 가운데 뱀망이와 청보리멸(*Sillago japonica*)이 2계절 동안 출현하였을 뿐, 나머지 종들은 한 계절에만 출현하였고, 4계절 동안 총 채집 개체수도 청보리멸 12개체를 제외하고는 1~3개체만이 채집되었다(Table 3).

각 계절 10개체 이상 채집된 종의 개체수와 생체량은 곤어리를 제외하고는 낮보다 밤에 많은 개체가 채집되었으나(Table 4), 그 평균값은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(t-test, $P > 0.05$). 곤어리의 경우 8월에는 밤보다는 낮에 유의하게 많은 개체가 채집되었다(t-test, $P < 0.05$). 각 계절 총개체수나 생체량의 평균도 밤낮에 따라 유의한 차이를 보이지 않았다.

위의 t-test는 밤낮에 채집된 저어류의 개체수나 생체량 평균밀도 차의 유의도를 검정하였다. 그러나, 밤낮 채집된 어류의 평균밀도 차이는 없어도 종에 따라 낮 혹은 밤에 많이 채집되어 군집구조상의 차이를 보일 수 있다. 이를 분석하기 위하여 계절별로 밤낮에 채집된 어류의 ranks를 이용하여 Wilcoxon의 rank-sum test(z_w)를 하였다(Table 5). 밤낮에 채집된 개체수를 이용한 Percentage similarity index(PS)는 가을과 겨울에는 비교적 높은 78%와 74%이었고, 봄과 여름에는 31%와 48%로 비교적 낮았으나, z_w 값은 겨울을 제외하고는 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 생체량을 이용한 경우는 PS값이 가을에서 봄 사이에는 42~52%이었고, 여름에는 67%로 다른 계절에 비하여 높았다. 그러나, rank-sum을 이용한 밤낮의 군집구조 차이는 개체수와 같이 겨울을 제외하고는 유의한 차이

Table 2. Seasonal variation of mean abundance (per trawl haul) and relative abundance (expressed as a percentage) of demersal fishes collected by an otter trawl in Asan Bay from November 1989 to August 1990. N and W represent the number of individuals and biomass in grams per hauls (3,000m²), respectively.

Species	November 1989			February 1990			May 1990			August 1990			Annual mean			
	N	W	%	N	W	%	N	W	%	N	W	%	N	W	%	
<i>Acanthogobius hasta</i>	0.2	0.65%	20.1	1.40%	0.5	5.66%	51.1	20.85%					0.2	0.27%	17.8	1.06%
<i>Apogon lineatus</i>									0.9	1.31%	3.5	0.28%	0.2	0.38%	0.9	0.06%
<i>Argyrosomus argenteus</i>									0.3	0.37%	22.9	1.81%	0.2	0.21%	9.0	0.41%
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	10.6	34.42%	135.6	9.42%	3.0	33.96%	35.1	14.31%	0.1	0.19%	0.9	0.07%	3.4	6.75%	42.9	3.29%
<i>Conger nyrausker</i>									0.1	0.19%	5.9	0.47%	0.4	0.42%	25.0	1.14%
<i>Cynoglossus joyneri</i>	2.4	7.79%	54.7	3.80%	0.3	3.77%	5.8	2.35%	11.5	17.17%	274.2	21.65%	14.7	30.49%	367.8	29.56%
<i>Draculo mirabilis</i>	0.1	0.32%	3.4	0.24%									0.0	0.05%	0.9	0.07%
<i>Enebricus nebulosus</i>									0.1	0.19%	12.7	1.00%	0.0	0.05%	3.2	0.21%
<i>Haplogerys mucronatus</i>	0.1	0.32%	1.5	0.11%	0.1	0.19%	9.8	0.77%					0.1	0.11%	2.8	0.20%
<i>Hemirhamphus villosus</i>	0.1	0.32%	45.0	3.13%									0.0	0.05%	11.3	0.94%
<i>Hexagrammos otakii</i>	0.2	0.65%	16.9	1.17%	0.2	1.89%	3.9	1.60%					0.0	0.05%	11.3	0.94%
<i>Hiramicus japonicus</i>									1.1	1.68%	56.7	4.47%	7.8	8.16%	270.1	12.37%
<i>Johnius belangeri</i>	0.1	0.32%	0.3	0.02%					0.5	0.75%	33.8	2.67%	0.6	0.63%	47.3	2.17%
<i>Kareius bicoloratus</i>	4.3	13.96%	217.1	15.08%	1.2	13.21%	31.4	12.80%	1.5	2.24%	15.3	1.20%	2.7	2.82%	66.1	3.02%
<i>Konosirus punctatus</i>									1.0	1.49%	39.8	3.15%	0.1	0.10%	13.6	0.62%
<i>Paralichthys obtusatus</i>									0.1	0.19%	5.9	0.47%	0.3	0.31%	11.8	0.54%
<i>Paralichthys indicus</i>	1.2	3.90%	63.0	4.37%	0.5	0.75%	22.9	1.81%	0.4	0.56%	47.2	3.73%	1.1	1.15%	102.3	4.69%
<i>Platycephalus cornutus</i>	0.3	0.97%	50.1	3.48%												
<i>Raja kenjeri</i>	1.0	3.25%	499.5	34.69%	0.2	1.89%	83.3	34.03%	0.9	1.31%	171.4	13.53%	0.5	0.97%	188.6	14.35%
<i>Repomacrenus lanatus</i>	3.1	10.06%	37.8	2.63%	1.3	15.09%	10.2	4.17%	6.8	10.07%	55.2	4.36%	2.8	5.02%	25.8	1.84%
<i>Repomacrenus valenciennei</i>	2.9	9.42%	40.9	2.84%					3.0	4.48%	23.4	1.85%	1.5	2.86%	16.1	1.25%
<i>Rudarius erodes</i>									0.1	0.19%	2.4	0.19%	0.0	0.05%	8.6	0.57%
<i>Sardinella zunasi</i>	0.1	0.32%	0.9	0.06%					0.1	0.19%	4.3	0.34%	0.0	0.11%	0.8	0.06%
<i>Sebastes schlegelii</i>																
<i>Sebastes momonotus</i>									0.9	1.31%	11.0	0.87%	1.0	1.05%	59.0	2.70%
<i>Sillago japonica</i>									0.4	0.56%	0.6	0.04%	0.5	0.52%	8.5	0.39%
<i>Syngnathus schlegelii</i>									0.3	0.37%	13.4	1.05%	0.2	0.21%	13.3	0.61%
<i>Takiyuga niphoboles</i>	1.0	3.25%	55.7	3.87%					33.4	49.81%	262.2	20.70%	33.3	34.83%	283.0	12.96%
<i>Thrissa boreana</i>									0.8	9.43%	8.5	0.64%	0.2	0.32%	2.2	0.11%
<i>Trienopogon barbatus</i>									0.9	1.31%	100.7	7.95%	0.9	0.94%	56.2	2.57%
<i>Tridentiger barbatus</i>	0.6	1.95%	70.5	4.90%	1.3	15.09%	15.7	6.42%	1.9	2.80%	36.0	2.84%	1.5	1.57%	77.8	3.56%
<i>Zebrias zebra</i>	2.5	8.12%	126.8	8.80%												
<i>Zoares gillii</i>																
Number of Species	30.8		1,439.7		8.8		244.9		67.0		27		9		16	
Abundance/haul	2.13		2.19		1.86		1.81		1.84		2.49		1.70		2.52	
Diversity																

Table 3. Diurnal and seasonal variations of number of individuals and biomass of fishes collected by an otter trawl in Asan Bay from November 1989 to August 1990. The proportion of each species contributed to total numbers and biomass of each sampling time expressed as a percentage (%). 'Abundance/haul' line indicates mean numbers and biomass per haul.

Species	November 1989				February 1990				May 1990				August 1990				Annual mean					
	Numbers		Biomass		Numbers		Biomass		Numbers		Biomass		Numbers		Biomass		Numbers		Biomass			
	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night		
<i>Acanthogobius hasta</i>	0.79	0.55	2.45	0.86	7.69	5.00	34.49	17.99	0.84	2.26	0.21	0.35		0.24	0.48	1.22	1.51	0.24	0.48	1.22	1.51	
<i>Apogon lineatus</i>									0.28	0.56	0.72	2.92	0.38	0.29	0.14	0.62	0.07	0.29	0.14	0.62	0.07	
<i>Argyrosomus argenteus</i>	33.33	35.16	12.04	8.06	30.77	35.00	8.59	15.51	0.28	0.56	0.92	0.14	0.38	0.29	0.22	2.87	3.68	4.34	9.82	2.87	3.68	
<i>Chaeturichthys stigmatius</i>									0.28	7.80	36.16	26.54	29.01	68.29	41.36	61.16	17.31	43.83	24.70	31.56	0.16	
<i>Conger nyriaster</i>	5.56	9.34	2.87	4.27	5.00	5.00	2.84	2.84	0.28	0.28	1.97	1.53		0.11	0.11	0.45	0.05	0.11	0.11	0.45	0.05	
<i>Cynoglossus japonici</i>	0.79		0.70						0.28	0.28	1.53			0.09	0.09	2.06		0.09	0.09	2.06		
<i>Draculo mirabilis</i>									0.28	0.28	1.53			0.09	0.09	2.06		0.09	0.09	2.06		
<i>Enebrichthys mucronatus</i>									0.28	0.28	1.53			0.09	0.09	2.06		0.09	0.09	2.06		
<i>Hemibarbus niloticus</i>	0.79		9.19						0.28	0.28	1.53			0.09	0.09	2.06		0.09	0.09	2.06		
<i>Hexagrammos otakii</i>	1.59		3.45		2.50	2.50	1.94	1.94	1.11	2.82	6.58	2.32	4.58	12.50	9.24	15.04	6.87	2.77	6.87	6.97	6.82	
<i>Inimicus japonicus</i>									2.23	2.26	2.10	0.29	2.86	2.72	2.23	2.00	2.18	2.23	2.23	2.00	2.18	
<i>Johnius belangerii</i>									0.28	3.95	1.42	4.91	0.19	0.46	0.61	0.48	0.56	0.20	0.22	0.56	0.19	
<i>Kareius bicoloratus</i>	8.73	17.58	9.61	17.90	23.08	10.00	39.43	7.21	0.28	3.95	1.42	4.91	0.19	0.46	0.61	0.48	0.56	0.20	0.22	0.56	0.19	
<i>Konorsinus punctatus</i>									0.28	1.69	3.33	0.24						0.11	0.42	0.98	0.05	
<i>Paraichthys olivaceus</i>	5.56	2.75	7.76	2.63					0.28	1.69	3.33	0.24						0.11	0.42	0.98	0.05	
<i>Platycephalus indicus</i>									0.28	1.13	0.62	6.91	1.34	0.93	7.53	2.25	5.40	1.36	1.28	5.40	3.20	
<i>Pleuronichthys cornutus</i>									0.28	1.13	0.62	6.91	1.34	0.93	7.53	2.25	5.40	1.36	1.28	5.40	3.20	
<i>Raja kenoyei</i>	1.59	4.40	13.17	45.78	2.50	2.50	41.17	41.17	0.84	2.26	9.98	17.18					0.51	1.63	5.90	21.17	1.70	
<i>Reptomacrus lunatus</i>	9.52	10.44	3.25	2.30	7.69	17.50	2.18	4.59	5.85	18.64	4.48	4.23					3.56	7.97	2.09	1.95	1.95	
<i>Reptomacrus wallenciemeri</i>	11.11	8.24	5.29	1.58					3.06	7.34	1.88	1.81					2.48	3.46	1.74	0.89	0.89	
<i>Rudarius erodes</i>									0.56	0.56	5.48						0.20	0.14		1.16	1.16	
<i>Sardinella zunasi</i>	0.79		0.18						0.28	0.28	0.37	0.67					0.20	0.11		0.15	0.15	
<i>Sebastes schlegelii</i>									0.28	0.28	0.67						0.11	0.11		0.20	0.20	
<i>Sebastes marmoratus</i>													0.95	1.16	2.98	2.47	0.45	0.55	1.37	0.98	0.98	
<i>Sillago japonica</i>													0.95	1.16	2.98	2.47	0.45	0.55	1.37	0.98	0.98	
<i>Syngnathus schlegelii</i>									0.84	3.95	0.09	1.75					0.33	0.33		0.03	0.03	
<i>Takifugu niphobles</i>									0.28	0.56	1.98	0.11	0.38				1.09	0.25	3.12	0.48	0.48	
<i>Thrasa korana</i>									71.87	5.08	39.46	1.46	57.63	7.18	25.20	2.50	55.74	4.68	23.25	1.30	1.30	
<i>Traenopogon barbatus</i>					7.69	10.00	4.13	3.31		0.56	0.08						0.15	0.88	0.08	0.24	0.24	
<i>Tridentiger barbatus</i>	3.17	1.10	7.30	3.66						3.95	16.11	16.11	1.15	0.69	3.33	1.92	0.89	1.52	3.18	5.35	5.35	
<i>Zabrus zebra</i>	9.52	7.14	14.15	6.05	23.08	12.50	11.18	5.43	2.51	3.39	3.87	1.79	0.57	2.78	1.59	5.25	2.79	4.53	5.27	4.79	4.79	
<i>Zoares gilii</i>																						
Number of Species	15	14			6	9			21	20			13	14			29	27	29	27	29	27
Abundance/25-haul	25.2	36.4	979.3	1900.2	4.3	13.3	85.0	404.8	89.8	44.3	1282.8	1250.5	104.8	86.4	2012.3	2355.7	56.0	45.1	1089.8	1477.8	1477.8	
Diversity	2.18	1.99	2.47	1.81	1.63	1.88	1.41	1.74	1.24	2.23	2.12	2.27	1.21	1.22	1.77	1.47	1.71	2.16	2.49	2.31	2.31	

Table 4. Day and night samples in terms of mean number of individuals, total numbers and total biomass of the five most abundant fish species for each sampling time in Asan Bay. "Difference" indicates whether day samples were significantly (S) or not significantly (NS) different from night samples based on t-test ($P < 0.05$).

Species	November 1989			February 1990			May 1990			August 1990		
	Day	Night	t	Day	Night	t	Day	Night	t	Day	Night	t
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	8.4	12.8	0.49	1.3	4.7	2.09	-	-	-	-	-	-
Difference			NS			NS						
<i>Cynoglossus joyneri</i>	1.4	3.0	0.79	-	-	-	-	-	-	30.4	59.0	1.42
Difference			NS									NS
<i>Hexagrammos otakii</i>	-	-	-	-	-	-	1.0	1.3	0.18	4.8	10.8	2.19
Difference									NS			NS
<i>Repomucenus lunatus</i>	2.4	3.8	0.87	0.3	2.3	1.60	5.3	8.3	0.65	-	-	-
Difference			NS			NS			NS			
<i>Thrissa koreana</i>	-	-	-	-	-	-	64.5	2.3	2.03	60.4	6.2	3.19
Difference									NS			S
Total numbers	25.2	36.4	0.75	4.3	13.3	1.99	89.8	44.3	1.07	105.0	86.4	0.77
Difference			NS			NS			NS			NS
Total biomass	979	1,900	1.22	85	405	1.10	1,283	1,250	0.05	2,012	2,356	0.43
Difference			NS			NS			NS			NS

Table 5. Comparison of day and night fish samples in terms of number of individuals and biomass for each sampling time. Percentage similarity (PS) is explained in the text. "Difference" column indicates whether day samples were significantly (S) or not significantly (NS) different from night samples based on paired rank-sum test (z_w).

Sampling time	PS	No. of inds. z_w	Difference	PS	Biomass z_w	Difference
Nov. 1989	78	-0.611	NS	52	0.000	NS
Feb. 1990	74	-1.296	S	45	-1.650	S
May 1990	31	-1.265	NS	42	-0.813	NS
Aug. 1990	48	-0.024	NS	67	-0.354	NS

가 없었다.

밤낮에 따라 채집된 어류의 체장의 차이를 검정하기 위하여 우점 5종, 쉬쉬망둑, 참서대, 쥐노래미, 돛양태 및 곤어리의 주야 평균체장을 t검정하였다 (Table 6). 1989년 11월 쉬쉬망둑의 체장의 평균은 낮표본은 141.8mm, 밤표본은 133.4mm로 낮표본이 밤표본에 비하여 8.4mm 컸으나, $t=1.78$ 로 밤낮 평균의 차이는 위험율 5%에서 유의하지 않았다 ($p > 0.05$). 이와 같은 방법으로 분석한 결과 참서대와 쥐노래미 5월 표본은 밤에 비하여 낮에 유의하게 큰 개체들이 채집되었으나 나머지 종들은 밤낮에 따라 표본의 체장 평균이 유의한 차이를 보이지 않았다.

季節에 따른 種組成 變動

11월에는 낮에 15종, 밤에 14종, 총 18종이 출현하였다. 이 가운데에 개체수에서는 쉬쉬망둑이 34.4%를 차지하여 우점하였고, 다음으로 돌가자미와 돛양태가 각각 14.0%와 10.1%를 차지하였다 (Table 2). 생체량에서는 한 개체의 무게가 큰 홍어가 34.7%를 차지하여 우점하였고, 돌가자미와 쉬쉬망둑은 15.1%와 9.4%를 차지하였다 (Fig. 2).

2월에는 9종이 출현하여 출현종수가 가장 낮았고, 아작망둑 (*Triaenopogon barbatus*)을 제외하고는 11월에 출현하였던 종들이었다. 개체수에서 쉬쉬망둑이 34.0%, 생체량에서 홍어가 34.0%를 우점하였고, 돌가자미와 돛양태의 우점도도 비교적 높아 가

Table 6. Average length (mm) of day and night samples of the five most abundant species for each sampling time. 'Difference' line indicates that daytime samples were significantly (S) or not significantly (NS) different from nighttime samples based on t-test.

Species	November 1989			February 1990			May 1990			August 1990		
	Day	Night	t	Day	Night	t	Day	Night	t	Day	Night	t
<i>Cynoglossus joyneri</i>	159.4	168.6	0.87	-	-	-	178.1	163.4	2.52	179.5	178.6	0.43
Difference			NS									NS
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	141.8	133.4	1.78	173.3	123.3	2.12	-	-	-	-	-	-
Difference			NS			NS						
<i>Hexagrammos otakii</i>	173.0	81.9	2.37	-	-	-	-	-	-	134.0	129.7	0.60
Difference			S									NS
<i>Repomucenus lunatus</i>	126.7	130.0	0.49	-	-	-	112.2	106.4	1.44	-	-	-
Difference			NS						NS			
<i>Thrissa koreana</i>	-	-	-	-	-	-	104.7	105.7	0.01	104.8	106.5	0.56
Difference									NS			S

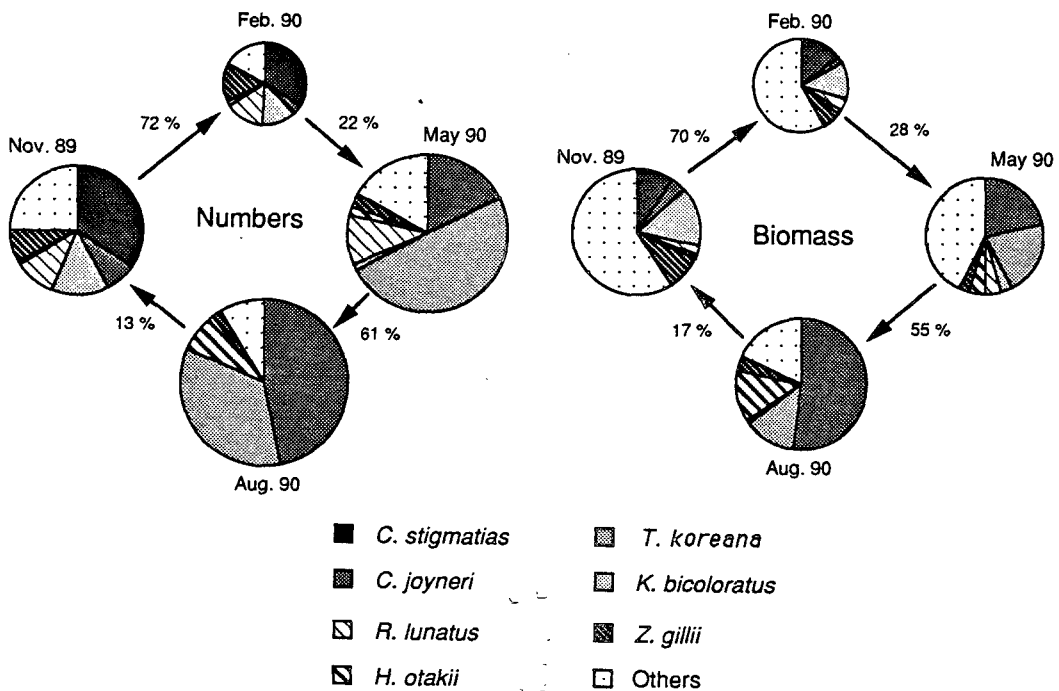


Fig. 2. Quarterly species composition of number of individuals (upper) and biomass (lower) of demersal fishes in Asan Bay. The area of each circle is proportional to sample size in logarithm. The number on the connecting arrow is the percentage similarity between samples.

을과 유사하여 백분유사도 값은 개체수가 72.3%, 생체량이 70.2%로 높은 값을 보였다(Fig. 2).

5월에는 낮에 21종, 밤에 20종, 총 27종이 출현하여 출현종수가 조사기간 중 가장 많았다. 27종 가운데 5종은 봄에만 출현하였고, 풀망둑을 제외하

고는 겨울에 출현하였던 종은 모두 출현하였다. 가을과 겨울에 가장 많은 개체가 채집되었던 쉬쉬망둑은 5월에는 감소하여 개체수의 0.2%를 차지하였고, 끈어리가 개체수와 생체량에서 각각 49.8%와 20.7%를 차지하여 우점하였다. 가을과 겨울에 10%

미만을 차지하였던 참서대는 개체수와 생체량에서 각각 17.2%와 21.7%를 차지하여 곧어리 다음으로 우점하였다. 겨울과 봄의 백분유사도 값은 개체수가 21.5%, 생체량이 27.7%로 낮아 봄의 종조성은 가을이나 겨울과 다른 양상을 보였다.

8월에는 낮에 13종, 밤에 14종, 총 16종이 출현하였고, 이 시기에만 출현한 쏜뱅이(*Sebastiscus marmoratus*)와 두줄망둑(*Tridentiger barbatus*)을 제외하고는 여름에 출현한 종들이었다. 참서대와 곧어리는 여름과 같이 높은 우점도를 보여 이 2종이 개체수와 생체량의 81.6%와 65%를 차지하였다. 5월과 8월의 백분유사도 값은 개체수가 61.0%, 생체량이 54.6%로 비교적 높았다.

8월과 11월에 출현한 25종 가운데 이 두 계절에 공동으로 출현한 종은 7종으로 인접 계절 사이 공동 출현한 종수가 가장 낮았다. 종조성의 비교가 되는 백분유사도 값도 개체수가 12.7%, 생체량이 16.7%로 다른 계절 사이에 비하여 가장 낮아 두 계절 사이 종조성이 크게 바뀔을 알 수 있다.

계절별 밤낮의 otter trawl 20분 1회 예인당의 평균개체수는 가을에는 25.2와 36.4개체이었고, 겨울에는 가장 낮은 4.3과 13.3개체이었다. 봄에는 89.8과 44.3개체로 증가하였고, 여름에는 연중 가장 높은 104.8과 86.4개체이었다(Fig. 3). 생체량도 개체수와 비슷한 계절 변동양상을 보였다.

가을에는 밤낮 채집된 개체 중 쉬쉬망둑이 각각 33%와 35%를 차지하였을 뿐 각 종의 우점도가 낮아 종다양성지수는 2.18과 1.99로 다른 계절에 비하여 높은 편이었다(Fig. 3). 겨울에는 우점도가 높은 어류는 없었으나 출현종수가 밤낮 각각 6종과 9종으로 낮아 종다양성지수는 가을보다 낮은 1.63과 1.88이었다. 봄의 낮 표본에는 곧어리가 총개체수의 71.9%를 차지하여 출현종수가 가장 많았음에도 불구하고 종다양성지수는 1.24로 낮았으나, 밤에는 곧어리의 우점도가 낮아지고 참서대가 36.2%를 차지하고 나머지 종들은 우점도가 낮아 종다양성지수는 낮에 비하여 높은 2.23이었다. 여름에는 낮에는 곧어리가 57.6%를, 밤에는 참서대가 68.3%를 차지하는 높은 우점도를 보여 밤낮 종다양성지수는 각각 4계절 중 가장 낮은 1.21과 1.22이었다.

考 察

種組成

조사해역에서는 33종이 출현하였고 곧어리와 참서대 2종이 개체수의 62.9%를 차지하여 우점하였

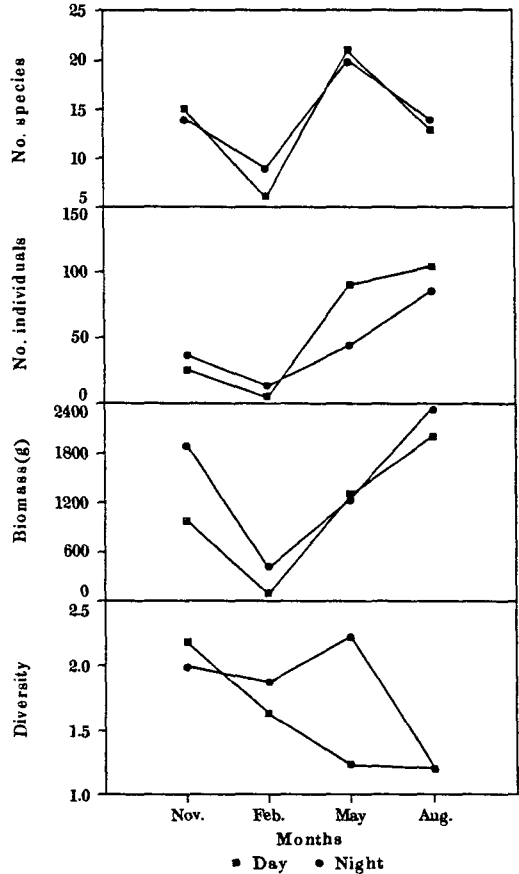


Fig. 3. Diurnal and seasonal variations in total number of species, mean number of individuals and biomass (g) per haul, and diversity H' of demersal fishes collected in Asan Bay from November 1989 to August 1990.

다. 한반도 연안에서 otter trawl을 이용한 저어류는 천수만(이, 1989)과 남해도 근해(곽, 1991)에서 연구되었고, 채집기기의 크기, 망목, 채집 방법이 약간 차이가 있으나 개괄적 경향은 비교할 수 있을 것으로 보인다. 출현종수는 천수만(이, 1989)의 43종이나 남해도 근해(곽, 1991)의 66종에 비하여 아산만이 33종으로 가장 적었다. 본 조사에서 출현종 중 21종은 천수만에 출현하였고, 21종은 남해도 연안에도 출현하였다. 아산만에서는 곧어리와 참서대가 높은 우점도를 보인 반면, 천수만에서는 민어과(Scianidae)에 속하는 민태와 보구치 그리고 등가시치 3종이 61.2%를 차지하였고, 남해도 연안에서는 망둑어과(Gobiidae)에 속하는 *Suruga fundicola*, 도화망둑(*Amblychaeturichthys hexanema*)과 수염문절(*Amblychaeturichthys sciistius*), 그리고 청멸(*Th-*

rissa kammalensis) 및 실양태(*Repomucenus valenciennei*)의 5종이 개체수의 66.3%를 차지하여 우점하여 해역에 따라 서로 다른 양상을 나타내었다. 아산만의 조사해역은 모래질이 우세하고 조류가 강한 해역인 반면, 천수만은 펄이 섞인 세립 모래질로 조류는 아산만보다는 약한 편이다. 남해도 근해의 저질은 천수만과 유사하나 조류가 약한 편으로 저질과 해수의 유동이 저어류 우점종의 결정에 주요인으로 추정된다. 아산만을 우점한 곤어리는 봄과 여름에만 대량 출현한 계절종으로 주간에는 바닥에 머무는 경향을 띠며 서남연안에 널리 분포하는 어류이다. 남해도 연안에서 청멸로 기재된 어류는 곤어리와 같은 종으로 보이며 분류의 재검토가 요구된다. 참서대도 서남연안의 세립퇴적물 해역에 분포하는 저어류로 특히 경기 아산만을 우점하는 주거종 가운데 하나이다.

본 조사해역은 개체수에서 상위 우점 5종이 79.5%를 차지하여 천수만의 68.0%, 남해도 근해의 66.3%보다 소수종에 의한 우점도가 다른 해역에 비하여 높았다. 온대 천해역은 수온을 비롯한 생태요인의 연변화가 심하여 생물 생산이 높아 먹이가 풍부함에도 불구하고 이 환경에 적응한 소수종에 의하여 계절에 따라 우점한다(Allen and Horn, 1975; Haedrich and Hall, 1976; Allen, 1982). 조사해역은 조류에 의한 해수유동이 활발하여 어류에 대한 환경 stress가 특히 심하여 소수종에 의한 우점도가 다른 해역에 비하여 특히 높은 것으로 판단된다.

晝夜變動

본 연구의 결과 아산만의 저어류는 계절에 따라 종조성은 변동되나 주야에 따라 양적으로나 종조성 면에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 소수종이 밤, 혹은 낮에만 출현하였으나 이러한 종들은 출현 빈도도 낮고 채집량도 적은 종(rare species)들로 구성되어 있었다. 연안 천해역의 주야 변동을 조사한 Livingston(1976)이나 Horn(1980)도 우점종은 같은 채집시기에 밤낮 출현하고 소수 희귀종만이 밤이나 낮에만 출현하여 본 연구의 결과와 같았다. 아산만 otter trawl 자료에서 곤어리를 제외하고는 대부분의 우점종들이 낮에 비하여 밤에 출현개체수나 생체량은 많았으나 통계적으로 유의하지 않았다. 본 연구의 채로수집에서는 각 계절 3~5회의 자료만을 수집하여 비교하였기 때문에 채집회수가 증가할 경우 밤낮의 차이가 유의할 수도 있다. 그러나, 연구 여건상 연안 천해 저어류 채집에서는 채집회수를 늘리기 어렵기 때문에 이(1991)가 제

안한 한 정점을 대표할 수 있는 최소 채집회수를 기준으로 자료를 분석하였다. 양적인 변동은 표본수의 증가에 따라 유의도가 달라질 수도 있으나 군집구조는 연안어류와 같이 소수종의 우점도가 높은 경우는 표본수의 증가에 따라 크게 변하지 않는다(Livingston, 1976; 이, 1991). 본 연구의 Wilcoxon의 rank-sum 분석에서 2월의 출현종수도 적고 각 종의 채집 개체수가 적었던 계절을 제외하고는 주야 유의한 차이가 없음은 출현어류의 우점도 순위가 주야에 따라 유의하게 바뀌지 않음을 뜻한다. 따라서, 최소한 아산만의 경우는 주간 표본만으로도 저어류의 군집 구조를 분석할 수 있을 것으로 판단된다.

일반적으로 어류는 낮보다 밤에 많이 채집되는 것으로 알려져 있고, trawl이나 seine 자료를 분석한 결과 출현종수, 개체수, 생체량이 밤에 많이 채집되는 경우가 보고되었다(Livingston, 1976; Horn, 1980). 그러나, McCleave and Fried(1973)은 지인 망 채집에서 밤낮 채집종수는 유사하고 개체수는 낮에 유의하게 많이 채집되었으며, 위의 유의한 차이를 나타낸 보고에서도 밤낮의 차이가 계절, 혹은 종에 따라 유의하였을 뿐이다.

밤낮에 따른 채집량의 차이는 1) 어류의 밤낮에 따른 생물학적인 서식처나 행동의 차이, 2) 개체들의 그물에 대한 도피로 설명되어질 수 있다. 첫째 요인은 밤낮 서식처 이동은 부유생물이나 해양부어류의 일주수직이동은 잘 알려진 사실이지만 연안 천해저어류의 주야 서식처 이동이나 행동에 대한 연구는 미비한 편이다. 본 연구의 자료에서 주야 유의한 차이를 나타낸 곤어리는 동물부유생물을 주먹이로하는 부어류이다. 분석의 대상이 되었던 참서대, 쥐노래미 및 민태는 해저면 가까이에서만 서식하는 어종으로 주야에 따라 그 분포가 유사하고 otter trawl에 대한 행동도 큰 차이가 없는 것으로 판단된다. 이에 비하여 곤어리는 부어류이나 낮에는 바닥 가까이에서 머물지만 밤에는 부유하는 것으로 추정된다. 본 조사와 함께 조사된 부유동물의 일주변화에 의하면(Park, 1990), 조사해역은 조류가 빨라 해수의 수직 혼합이 활발함에도 불구하고 부유동물이 주간에는 바닥 가까이로, 낮에는 표층 가까이로 수직이동을 밝혔다. 곤어리는 부유동물을 주먹이로하는 어류로 부유동물의 수직이동을 따라 이동하여 주야 분포가 다른 것으로 추정되나 곤어리의 주야 먹이 습성이나 행동에 대한 구체적 보고는 수행되지 않고 있다. 둘째로 어류는 주간에는 채집기기를 인식하고 도피할 수 있으며, 큰 어류가 능동적으로 채집기기를 도피하여 낮보다 밤

에 큰 어류가 채집될 것으로 추정하였다(McCleave and Fried, 1975; Hoese et al., 1968). 아산만 우점 저어류 5종의 각 계절 밤낮 평균체장은 참서대와 쥐노래미는 낮이 밤보다 유의하게 크고, 다른 종은 유의한 차이를 보이지 않았다. Horn(1980)의 경우도 같은 종에서 주야에 따라 크기가 차이가 없으며 크기에 따른 도피율의 차이에 대하여 의문을 제기하였다. 이상의 결과는 밤낮 표본량은 서식처, 계절, 종에 따라 다른 것을 알 수 있다.

季節變動

아산만 저어류의 출현종수, 개체수, 생체량은 겨울에는 낮은 값을 보이고 봄에서 가을 사이에 높은 값을 보였다. 아산만의 겨울 최저수온은 5°C 내외로 대부분 저어류가 월동을 위하여 외해나 수심이 깊은 곳으로 이동한 것으로 추정된다. 봄이 되어 수온이 상승하면서 저어류가 내만으로 이동하여 내만의 생태적 이점을 이용하며 가을까지 서식하는 것으로 추정된다.

가을과 봄에는 쉬쉬망둑과 돌가자미의 우점도가 높았고 겨울에 출현한 종은 아작망둑을 제외하고는 가을에 출현한 종으로 구성되어 있었다. 두 계절사이 개체수의 백분율사도 값이 72.3%로 높은 값을 보여 가을에 서식하던 어류의 일부가 월동을 위하여 외해로 이동한 이외에 큰 차이가 없는 것으로 판단된다. 서해에 서식하는 망둑어과 어류는 대부분이 조간대 부근의 천해에 살거나 풀망둑과 같이 어린시기라도 조간대 부근 천해에서 보내는데 비하여 쉬쉬망둑은 거의 전생활사를 내만의 비교적 수심이 깊은 곳에 사는 어류이다(임·이, 1990). 임·이(1990)가 천수만 근해에서 조사한 자료에서도 이 어류는 수온이 높은 계절보다는 낮은 계절에 많은 개체가 채집되어 본 조사와 비슷하였다.

봄에는 조사 기간 중 가장 많은 27종이 출현하였고, 가을에서 겨울 사이 우점하였던 쉬쉬망둑과 돌가자미가 감소한 반면, 주겨종인 차미서대와 끈어리가 많이 채집되었다. 온대 천해역에서는 봄철에 외해에서 월동한 어류들이 내만으로 이동하여 일반적으로 어류의 종수가 증가한다(McErlean et al., 1973; Hoff and Ibara, 1977; Lee and Seok, 1984; 곽, 1991). 5월에 출현한 종 가운데 5종은 봄에만 출현하였고 소수 개체만이 채집되었고 저어류가 아닌 어류도 다수 포함되었다. 이와 같은 현상은 천수만에서 정치망에 채집된 어류에서도 관찰되어(Lee and Seok, 1984), 봄에 많은 어류가 내만으로 몰려옴을 알 수 있다. 주겨종인 참서대는

봄에 수적으로 증가하여 높은 우점도가 여름까지 계속되어 이 종은 수온이 낮은 계절에는 많은 개체가 밖으로 이동하는 것으로 보인다. 끈어리는 뱀망이나 멸치(*Engraulis japonicus*)와 유사하게 외해에서 월동 이후 봄이 되면 산란어군이 내만으로 이동하여 산란하고 유어들은 가을까지 내만에서 성장하는 어류이다(Lee and Seok, 1984). 끈어리는 앞에서 언급한 것과 같이 부어류이나 낮에는 바다가 가까이에 머물러 otter trawl에 채집된 것으로 추정된다. 양적으로는 적었으나 저어류인 민태도 봄에서 가을 사이 연안 천해역의 생태적 이점을 이용하여 회유하는 어류이나(송, 1988), 인접한 천수만에 비하여 우점도가 낮았다. 이것은 조사해역의 대부분이 모래질로 민태는 펄질을 선호하는 어류이기 때문에 서식밀도가 적은 것으로 생각된다.

여름에는 2종을 제외하고는 봄에 출현하였던 어종이었고 참서대와 끈어리의 우점도는 봄에 비하여 높았으며, 채집개체수와 생체량은 출현종수가 봄에 비하여 크게 감소하였음에도 불구하고 우점 2종의 채집량이 많아 연중 최고값을 나타내었다. 여름의 출현종수의 감소는 봄에 산란을 위하여 내만으로 유입되었던 성어가 산란 이후 외해로 이동하고 유어들은 아직 가입되지 않은데 기인된 것으로 추정된다(Lee and Seok, 1984). 천수만의 조간대 부근에서 지인망으로 조사한 자료에 의하면 5~6월 내만에서 산란 부화하여 성장한 유어들은 조간대 가까이로 접근하여 조간대 부근에서는 여름에 생물량이 최대치를 나타낸다(신·이, 1990). 따라서, 일부어종을 제외하고는 유어들이 해안선 가까이로 접근하여 같은 내만이라도 수심에 따라 서식밀도가 다른 것을 알 수 있다.

수온의 연변화가 서해 내만역 저어류의 종조성은 수온 변동에 따른 외해와 내만 사이의 회유, 혹은 이동에 의하여 수온이 낮은 겨울에 생물량이 적고, 봄에서 여름 사이에는 내만의 생태적 이점을 이용하여 어류들이 내만으로 이동하여 양적으로 증가 경향을 보인다. 저어류의 종조성은 이(1989)가 천수만 저어류 조사에서 밝힌 것과 같이 일년을 주기로 계절에 따라 점진적으로 바뀔 수 있다. 이러한 계절 변화는 수온 이외에 어류의 생활사에 따라 같은 내만이라도 성어와 유어의 서식처가 계속 바뀔에 따라 종조성이 변하고 양적으로 변동되는 것으로 판단된다.

要 約

1989년 가을에서 1990년 여름 사이 아산만에서 otter trawl로 저어류 자료를 수집하여 아산만 저어류의 주야 및 계절 변동을 분석하였다. 주야 자료는 각 조사시기마다 주야 각각 3~5회씩 수집하였다. 동정된 32종의 저어류 중, *Chaturichthys stigmatias*, *Cynoglossus joyneri*, *Thrissa koreana*, *Repomucenus lunatus*와 *Hexagrammos otakii*가 총개체수의 79.5%를 차지하였고, 생체량에서는 *C. joyneri*, *T. koreana*, *H. otakii*, *Raja kenoei*와 *Kareius bicoloratus*가 67.1%를 차지하여 우점하였다. 밤에 채집된 개체수와 생체량이 낮보다 많았으나, 그 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 또한 각 계절별 어류 군집구조 및 주요 저어류의 평균체장도 밤낮에 유의한 차이가 없었다. 개체수와 생체량은 여름에 높았고 겨울에 낮아 조사 해역 저어류의 양적 변동은 수온, 혹은 수온과 같은 변화를 보이는 요인에 의하여 결정되는 것으로 판단된다.

謝 辭

자료수집과 분석을 도와준 충남대학교 해양학과 이상운, 황선원 군에게 감사드립니다. 본 연구는 1990년 문교부 기초과학연구소 학술조성연구비(BSRI-90-554)로 수행되었음을 밝힙니다.

參 考 文 獻

곽석남. 1991. 남해도 연안의 어류군집. 부산수산대학교 석사학위논문, 62pp.
 김봉안·황원일·이건시(eds.). 1970. 동지나해 황해 저서어장도. 국립수산진흥원, 105pp.
 송해성. 1988. 서해 연안성 민태(*Johnius belengerii*)와 보구치(*Argyrosomus argentatus*)의 연령, 성장 및 산란생태. 충남대학교 석사학위논문, 87pp.
 신민철·이태원. 대천해빈 어류군집의 계절변화. 한국해양학회지, 25, 135~144.
 이태원. 1989. 천수만 저서성어류군집의 계절 변화. 한국수산학회지, 22, 1~8.
 이태원. 1991. 아산만 저어류. I. 적정채집방법. 한국수산학회지, 24, 248~254.
 임양재·이태원. 1990. 천수만 망둑어과(Family Gobiidae) 어류의 계절에 따른 종조성 변화와 우점종의 생태. 한국어류학회지, 2, 182~202.
 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울, 727pp.

Allen, L. G. 1982. Seasonal abundance, composition and productivity of the littoral fish assemblage in upper Newport Bay. Fish. Bull. U. S. 80, 769~790.
 Allen, L. G. and M. H. Horn. 1975. Abundance, diversity and seasonality of fishes in Colorado Lagoon, Alamitos Bay, California. Estuarine Coastal Mar. Sci., 3, 371~380.
 Haedrich, R. L. and C. A. S. Hall. 1976. Fishes and estuaries. Oceanus, 19, 55~63.
 Hoese, H. D., B. J. Copeland, F. N. Moseley and E. D. Lane. 1968. Fauna of the Aransas Pass Inlet, Texas. III. Diel and seasonal variations in trawlable organisms of the adjacent area. Tex. J. Sci., 20, 33~60.
 Hoff, J. G. and R. M. Ibara. 1977. Factors affecting the seasonal abundance, composition and diversity of fishes in a southern New England estuary. Estuarine Coastal Mar. Sci., 5, 665~678.
 Horn, M. H. 1980. Diel and seasonal variation in abundance and diversity of shallow-water fish populations in Morro Bay, California. Fish. Bull., 78, 759~770.
 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. Korea, 19, 217~227.
 Lenarz, W. H. and P. B. Adams. 1980. Some statistical considerations of the design of trawl surveys for rockfish (Scopaeidae). Fish. Bull., 78, 659~674.
 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 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.
 Livingston, R. J. 1976. Diurnal and seasonal fluctuations of organisms in a north Florida estuary. Estuarine Coastal Mar. Sci., 4: 373~400.
 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.
- McCleave, J. D. and S. M. Fried. 1975. Nighttime catches of fishes in a tidal cove in Montsweag Bay near Wiscasset, Maine. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 104, 30~34.
- McErlean, A. J., S. G. O'Connor, J. A. Mihursky and C. I. Gibson. 1973. Abundance, diversity and seasonal patterns of estuarine fish populations. *Estuarine Coastal Mar. Sci.*, 1, 19~36.
- Nash, R. D. M. and R. N. Gibson. 1982. Seasonal fluctuation and compositions of two populations of small demersal fishes on the West Coast of Scotland. *Estuarine Coastal Shelf Sci.*, 15, 483~495.
- Oviatt, C. A. and S. W. Nixon. 1973. The demersal fishes of Narragasset Bay: an analysis of community structure, distribution and abundance. *Estuarine Coastal Mar. Sci.*, 1, 361~378.
- Park, C. 1990. Day-night differences in zooplankton catches in the coastal area of active tidal mixing. *J. Oceanol. Soc. Korea* 25, 151~159.
- Shannon, C. E. and W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Univ. Illinois Press. 117p.
- Taylor, C. C. 1953. Nature of variability in trawl catches. *Fish. Bull.*, 76, 617~627.
- Whittaker, R. H. and C. W. Fairbanks. 1958. A study of Plankton copepod communities in the Columbia Basin, southeastern Washington. *Ecology*, 39, 46~65.
- Yamada, U., M. Tagawa, S. Kishida and K. Honjo. 1986. *Fishes of the East China Sea and the Yellow Sea*. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., Japan, 501pp.
-
- 1992년 2월 8일 접수
1992년 3월 6일 수리