

淺水灣 底棲性魚類群集의 季節變化

李 泰 源

忠南大學校 海洋學科

Seasonal Fluctuation in Abundance and Species Composition of Demersal Fishes in Cheonsu Bay of the Yellow Sea, Korea

Tae-Won LEE

Department of Oceanography, Chungnam National University,

Taejon 302-764, Korea

Demersal fish community in Cheonsu Bay was analyzed using fish samples collected by a small otter trawl from March to November, 1986. Of the 32 species identified, *Nibea argentatus*, *Chaturichthys stigmatias*, *Cryptocentrus filifer*, *Cynoglossus joyneri* and *Jonius belengeri* predominated in abundance. Based upon principal component analysis of species composition data, the fishes were grouped into resident, migrant and temporal species. Resident fish wintered in the deeper part of the bay, showing a peak in biomass during cold months. In spring, warm weather seasonals, adult *N. argentatus* and *J. belengeri*, migrated into the bay for spawning. However, the biomass of the migrant was not more than that of the wintered adult residents. From July to September, juveniles of many species were collected, but the number of individuals was smaller than that of the littoral or pelagic zones. This suggests that the deeper area of the bay did not serve as a main nursery ground of the juveniles with the exception of two migrant scianid fishes. As a result, the benthic fish of the bay were more abundant in cold months than in summer.

緒 論

온대해역은 수온의 계절 변화가 크기 때문에 각 어류들은 수온의 적응 범위에 따라 회유하여 특정 해역의 어류군집은 계절에 따라 종조성과 생물량이 변한다. 외형상으로 나타나는 수온의 변화는 어류에 영향을 미치는 일사량, 먹이생물 등의 다른 요인과도 밀접한 관계가 있기 때문에, 어류는 이 변화에 적응되어 산란, 부화, 성장한다. 온대해역 가운데에서도 황해는 수심이 얇고 육지로 둘러싸여 있어 수온의 연변화가 큰 편으로 계절에 따른 어류군집의 변화가 뚜렷하고 이환경 변화에 적응한 소수종이 계절에 따라 우점한다 (Lee and Seok, 1984; 신, 1985). 그러나, 아직 내만 저서어류 군집에 대한 연구는 미비한 편이다.

유영성어류 (pelagic fish)는 일반적으로 빨리 헤엄치고 분포 범위가 넓기 때문에 정량분석 자료 수집이 어려운 반면, 저서성어류는 비교적 느리게 헤엄치기 때문에 어류군을 정의하기가 유영성어류에 비하여 쉽고 정량자료 수집이 용이한 편이다. 이러한 이유로 연안의 저서어류 군집은 트롤, seine과 같은 능동어구를 이용하여 많은 연구가 수행되어지고 있다 (Livingston, 1976; Hillman et al., 1977; Horn, 1980; Allen, 1982).

천수만의 유영성 어류 군집은 Lee and Seok (1984)이 소형정치망 자료를 이용하여 계절에 따른 종조성 변화를 밝혔고, 우점종인 전어 (*Konosirus punctatus*)와 밴댕이 (*Sardinella zunasi*)의 생태를 밝혔다 (Lee, 1983; Kil and Lee, 1986). 본 연구에서는 소형 오테트(otter trawl)를 이용하여 천수

만 저서성어류 (demersal fish)를 채집하여, 계절에 따른 종조성 및 양적 변화를 파악하고, 그 변화 요인을 분석하였다.

材料 및 方法

저서성어류 재료는 1986년 3월부터 11월 사이 천수만 입구와 내부에 2개의 조사 정점을 선정하여 소형 오테르틀을 이용하여 격월로 수집하였다 (Fig. 1). 조사정점의 수심은 10~15m 정도이나 천수만에서는 깊은 부분에 해당된다. 채집에 이용된 오테르틀은 길이가 날개그물이 7m, 자루그물이 12m이었으며, 망목 (mesh size)은 날개그물과 자루그물이 각각 14mm와 12mm이었다. 채집은 각 조사

정점에서 2회 예인을 원칙으로 하였으며, 1회 채집은 시속 3km 정도로 20분간 예인하였다. 이때 날개그물의 폭은 약 3m 정도 벌어지기 때문에 1회 예인 면적은 약 3,000m²에 해당된다.

채집된 어류는 냉장 보관하여 실험실로 운반하여, 종별 개체수와 무게를 측정하였다. 종의 검색에는 정 (1977), Lindberg and Legeza (1965), Lindberg and Krasnyukova (1969), Masuda et al. (1984) 등을 이용하였고, 종명은 Masuda et al. (1984)을 따랐다. 각 조사 시기에 만의 내부와 외부 정점에서 채집된 어류의 종조성을 비교 분석한 결과, 같은 조사시기에는 두 조사 정점의 자료 사이에 유의한 차이를 보이지 않았기 때문에 (χ^2 test, $p>0.05$), 두 정점에서 채집된 자료를 종합 4회 예인, 즉 예인면적 12,000m²당 개체수와 생체량으로 표시하였다.

종다양도지수는 변형된 Shannon-Wiener의 식,

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \cdot \log p_i$$

를 이용하였다 (Pielou, 1966). 여기서 S는 출현종수이고, p_i 는 i 번째 종의 개체수 N_i 의 총개체수 N 에 대한 백분율, 즉, $p_i = N_i / N$ 을 나타낸다.

계절에 따른 종조성의 변화와 출현종간의 유사성을 파악하기 위하여, 채집된 달이 2회 이하인 종은 제외시키고 대수로 일차변환 시킨 후 Pearson의 상관계수를 사용 주성분 분석을 하였다. 자료는 Davis (1978)의 program "PCA"를 일부 변형하여 분석하였다.

結 果

1. 種 組 成

채집기간 동안 오테르틀에는 총 32종의 어류가 채집되었으며, 그 가운데에 망둑어과 (Gobiidae)에 속하는 어류가 8종으로 가장 많았다 (Table 1). 3월에는 18종이 출현하였으며, 그 가운데에 5종은 3월에만 출현하였다. 5월에도 18종이 출현하였으나, 그 가운데 6종이 3월에는 출현하지 않은 종으로 이들은 수온이 높아지면서 만으로 유입되어진 종으로 판단된다. 7월이 되면서 3월에서 5월 사이 채집되었던 6종이 채집되지 않는 것으로 미루어, 5월 이후 수온이 상승하면서 저서성어류 조성이 바뀌어 어감을 알 수 있다. 9월에는 조사기간 중 가장 많은 26종이 출현하였으며 대부분의 종이 소수 개체만 채집되었다. 수온이 낮아진 11월에는 조사기간 중

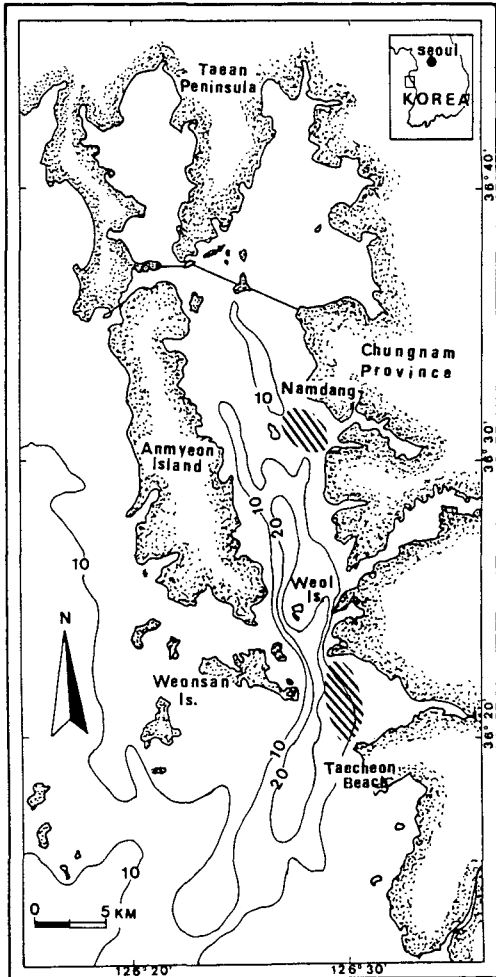


Fig. 1. Map showing the bottom topography of Cheonsu Bay and sampling sites (shaded area).

Table 1. Seasonal variation in species composition of fishes collected by an otter trawl in Cheonsu Bay from March to November, 1986. N and W represent the number of individuals and biomass in grammes per 4 hauls (12,000m²), respectively

SAMPLING MONTH SPECIES	MAR.		MAY		JULY		SEPT.		NOV.	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	4	21.2	1	3.4						
<i>Acanthogobius hasta</i>	50	3081.3					1	63.5	3	174.6
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>							1	34.4	1	33.6
<i>Apogon lineatus</i>					8	65.8	1	5.9	3	5.4
<i>Conger myriaster</i>					2	160.0	2	183.4		
<i>Callionymus flagris</i>	36	189.8	18	138.6					6	30.4
<i>Chaenogobius mororana</i>	2	2.4								
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	54	224.9	44	205.4	2	7.4	2	12.2	2	24.7
<i>Collichthys lucidus</i>					1	9.3				
<i>Cryptocentrus filifer</i>	24	50.4	82	185.0	8	32.4	3	7.7	2	3.8
<i>Cynoglossus joyneri</i>	62	2173.0	20	643.7	14	313.9	4	117.4	1	47.5
<i>Enedrias fangi</i>	2	10.7	16	193.7						
<i>Enedrias nebulosa</i>	2	52.5	3	65.6					1	33.7
<i>Engraulis japonica</i>							1	11.4	2	7.0
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	2	2.8	3	7.9						
<i>Hemitripterus villosus</i>	6	2073.7								
<i>Hexagrammos ottakii</i>			3	818.6	1	116.0	1	28.1		
<i>Inimicus japonicus</i>					3	314.2	1	7.4		
<i>Johnius belengerii</i>			365	1785.5	69	1012.1	28	121.2	16	146.7
<i>Kareius bicoloratus</i>	2	639.6								
<i>Konosirus punctatus</i>					2	77.5	1	114.0		
<i>Lateolabrax japonicus</i>	2	205.6								
<i>Leignathus nuchalis</i>			1	4.0			1	2.3		
<i>Limanda herzensteini</i>	10	2021.4	2	518.8			1	221.7		
<i>Muraenesox cinereus</i>							1	600.0		
<i>Navodon modestus</i>							1	129.6		
<i>Nibea albiflora</i>			2	26.2					1	82.5
<i>Nibea argentatus</i>			2	189.3	25	845.7	97	1181.5	14	245.4
<i>Paralichthys olivaceus</i>							1	17.2		
<i>Platycephalus indicus</i>			5	276.6	4	157.4	1	79.7		
<i>Raja kenojei</i>	2	67.1								
<i>Sardinella zunasi</i>							1	11.6		
<i>Saurida elongata</i>					1	640.0	1	494.0		
<i>Sillago japonica</i>					11	161.7	55	205.2		
<i>Sphyrnaena pinguis</i>							4	83.8	1	23.2
<i>Takifugu niphobles</i>					1	38.5				
<i>Takifugu poecilonotus</i>					4	483.1			1	36.8
<i>Thrissa koreana</i>					34	335.5	4	38.1	1	1.9
<i>Thrissa mystax</i>							1	11.5		
<i>Trichiurus lepturus</i>							1	46.2		
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	30	173.3	3	14.4						
<i>Verasper variegatus</i>	4	251.1	1	104.2						
<i>Zoarcis gilli</i>	146	3220.1	46	2252.4	2	105.4				
NUMBER OF SPECIES	18		18		18		26		15	
TOTAL	440	14461.0	617	7433.2	192	4875.8	216	3828.9	55	896.9
DIVERSITY INDEX	0.89		0.65		0.91		0.77		0.93	

가장 적은 15종이 출현하였으며, 대부분이 9월에 출현하였던 종이였다. 이상의 결과로부터 조사해역의 저서성어류는 계절에 따라 출현종수는 크게 변하지 않으나 종조성은 계속 변화여감을 알 수 있다. 출현빈도에서는 보구치 (*Nibea argentatus*), 얼룩망둑 (*Chaturichthys stigmatias*), 실망둑 (*Cryptocentrus filifer*), 참서대 (*Cynoglossus joyneri*) 및 민태 (*Johnius belengeri*)가 4회 이상 출현하였고, 총출현 개체수와 생체량도 많아 이 해역의 저서어류를 대표하는 종으로 판단된다.

예인면적 12,000m²당 채집된 개체수와 생체량은 3월에 조사기간 중 가장 많은 440개체, 14,461g이 채집되었으나, 그 이후 계속감소하는 경향을 보여 11월에는 조사기간 중 가장 적은 55개체, 896.9g이 채집되었다 (Fig. 2).

조사기간 중 3월에는 440개체, 14,461g의 어류가 채집되어 개체수는 5월보다 적었으나 생체량은 가장 큰 값이 관찰되었다. 출현한 18종 가운데 풀망둑

(*Acanthogobius hasta*), 쉬쉬망둑 (*Chaeturichthys stigmatias*), 참서대 (*C. joyneri*)와 등가시치 (*Zoarces gilli*)가 우점하였다. 이 시기에 채집된 종은 대부분 단위 개체의 무게가 상대적으로 크고 우점종은 대부분 생식소가 성숙된 성어로 구성되어 있었다.

5월에는 3월에 우점했던 종의 개체수가 줄고, 민태가 대량 출현하여 총개체수는 조사기간 중 가장 많은 617개체가 채집되었다. 그러나, 민태는 단위 개체의 무게가 10g 미만이었으며, 3월에 우점하던 대형어의 수가 감소하여 생체량은 3월 보다 적은 값이 관찰되었다. 5월에도 수적으로 우세한 대부분의 종이 생식소가 성숙한 성어로 구성되어 있었다. 그러나, 이곳에서 월동한 쉬쉬망둑, 풀망둑 등의 성어가 외해에서 월동하고 회유하여온 민태 등의 성어로 어류군집의 조성이 대치되어가는 양상을 관찰할 수 있었다.

7월에도 민태는 우점하였으나 수적으로 5월에 비하여 감소하였고 출현한 대부분의 종이 10개체 미만으로 5월에 비하여 개체수와 생체량이 적은 값을 나타내었다. 특히 성어의 비가 줄어들고 성어들도 산란을 마친 개체들이 대부분을 차지하였다. 이 시기는 봄에서 이른 여름 산란을 마친 성어들이 죽거나 외해까지 넓게 분포되어 수적으로 감소하는 것으로 추정되며, 봄에 산란·부화된 이 어류의 유어가 채집되기 시작하였다.

9월에는 성어는 거의 채집되지 않았고 7월부터 출현하기 시작한 유어들 이외에 다른 종의 유어들이 새로이 가입되어 조사기간 중 가장 많은 26종이 출현하였다. 보구치 (*A. argentatus*)와 청보리멸 (*Sillago japonica*) 유어의 수가 증가하여 7월에 비하여 개체수는 다소 증가하였으나, 대부분의 유어가 소수 개체 만이 채집되어 생체량은 7월보다 낮은 값을 나타내었다.

11월 수온이 낮아지면서 출현종수, 개체수 및 생체량이 조사기간 중 가장 낮은 값을 나타내었다. 민태와 보구치를 제외한 대부분의 종이 5개체 미만이 채집되었고 성어는 거의 출현하지 않았다. 또, 출현종 거의 대부분이 여름에서 가을 사이 출현하였던 종으로 구성되어 있었다. 이 시기는 수온이 낮아지면서 외해에서 월동하는 어류는 외해로 회유하여 가기 시작하고 월동어는 아직 가입되지 않아 적은 생물량이 관찰되는 것으로 판단된다.

종다양도지수는 0.65-0.93의 범위로 비교적 계절에 따른 변화폭이 적은 편이었고, 그 변화 양상도 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다 (Fig. 2). 월동하는 여러종의 성어가 비교적 고르게 채집된 3월에는 지수값이 0.89로 비교적 높은 편이었고, 5월에는 3

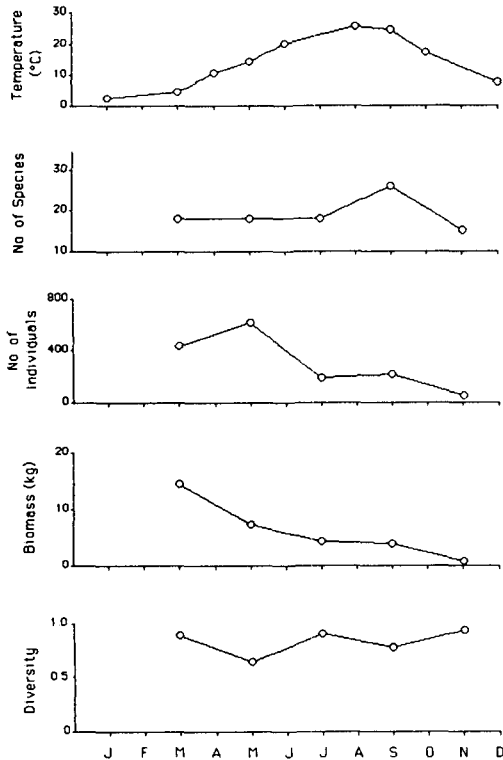


Fig. 2. Seasonal variations in temperature, number of species and individuals, biomass and diversity index of the demersal fish collected by an otter trawl in Cheonsu Bay in 1986.

월과 같이 18종이 출현하였으나 외해에서 회유하여 온 민태가 대량출현하여 전 개체수의 59%를 차지하여 조사기간 중 가장 낮은 0.65가 관찰되었다. 7월에는 민태의 우점도가 낮아지는 반면 다른 회유종들의 상대 개체수가 증가하여 종다양도지수값은 3월과 비슷한 0.90이었다. 9월에 출현종은 26종으로 가장 많았으나 대부분이 1개체가 채집되었고 민태, 보구치 및 청보리멸 3종이 총출현 개체수의 82%를 차지하여 7월보다도 낮은 값을 보였다. 9월에는 조사기간 중 가장 적은 수의 종이 출현하였으나 대부분의 종이 소수 개체씩 고르게 채집되어 가장 높은 다양도값을 나타내었다.

2. 群集構造變化

조사기간 동안 출현한 종 가운데에 2회 이하 출현한 종을 제외하고, 종별 출현 개체수를 대수로 일차변환한 후 주성분 분석법을 이용하여 종간 관계를 분석한 결과, 제 I 성분축과 제 II 성분축이 총분산의 51%와 27%의 분산을 내포하고 있어 두 성분축이 분석자료의 78%의 정보를 나타내었다 (Table 2). 이 두축에 투영된 각 종의 PC score를 살펴보면, 출현종은 크게 세무리로 나눌 수 있었다 (Fig. 3). A무리는 쉬쉬망둑, 실망둑, 참서대가 속하였으며, 이 종들은 조사기간 중 계속 출현하여 A무리는 주거종으로 구성되어 있음을 알 수 있다. 이들은 3월에서 5월 사이 성체가 대량 출현하고 7월부터 유어들이 출현하였으며, 봄에 산란하고 유어들은 내만에서 어린 시기를 보내는 종으로 구성되어 있었다. 이 무리에 속하는 등가시치와 실양태는 3월에서 5월 사이 주거종과 유사하게 성어들이 대량 출현하여 이 무리에 포함되었으나, 유어는 여름부터 거의 채집되지 않았다.

B무리에 속하는 민태와 보구치는 3월에는 출현하지 않았으나 5월에서 11월까지 높은 우점도를 보이는 종으로 외해에서 월동하고 수온이 높아지며 내만으로 들어온 회유종이다. 이들은 성숙어가

내만으로 회유하여 이른 여름 산란하고 그 유어들은 여름동안 천수만 저서어류군집을 우점하며 성장하는 어류로 구성되어 있었다 (송, 1988).

C무리에 속하는 종은 출현 빈도와 개체수가 비교적 적은 종들로 구성되어 있었다. 이 어류들은 흰베도라치 (*Enedrias fangi*)와 청보리멸 (*S. Japonica*)과 같이 주주거지가 유영계인 어류와 저서어류라도 생물량이 적은 어류로 구성되어 있었다.

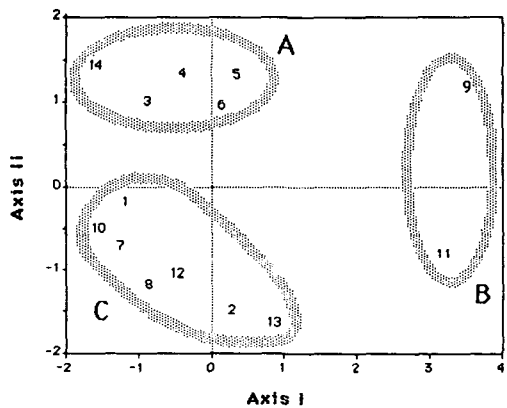


Fig. 3. Scattered diagram of species on the first and second principal axes. They were determined by principal component analysis of species composition data of demersal fishes collected by an otter trawl in Cheonsu Bay in 1986. The numbers represent the species (1. *Acanthogobius hasta*, 2. *Apogon lineatus*, 3. *Callionymus flagris*, 4. *Chaturchthys stigmatias*, 5. *Cryptocentrus filifer*, 6. *Cynoglossus joyneri*, 7. *Enedrias nebulosa*, 8. *Hexagrammos ottakii*, 9. *Johnius belengeri*, 10. *Limanda herzensteini*, 11. *Nibea argentatus*, 12. *Platycephalus indicus*, 13. *Sillago japonica*, 14. *Thrissa koreana*, 15. *Zoarces gilli*).

Table 2. Eigen value, variance and cumulative variance of the components determined by principal component analysis by species (R-mode) of the demersal fishes collected by an otter trawl in Cheonsu Bay, in 1986

Component	Eigen value	Variance (%)	Cumulative variance
1	2.57	51.4	51.4
2	1.35	27.0	78.4
3	0.59	11.8	90.2
4	0.33	6.7	96.9
5	0.16	3.1	100.0

위와 같은 방법으로 각 조사시기 간의 관계를 분석한 결과 제 I 성분과 제 II 성분이 각각 총분산의 59%와 27% 분산을 나타내주고 있어 I~II축이 총분산의 86%를 차지하였다 (Table 3). Fig. 4는 I~II성분축 평면에 투영된 채집시기의 PC score이다. 이 그림에서 월동종이 주를 이루었던 3월과 월동종과 외해에서 회유하여온 종이 혼재하였던 5월은, 유사종의 유어들이 다수 공동 출현하였던 7, 9, 11월과 분리되어져 있다. 그러나, 전체적으로는 채집시기가 일년을 주기로 반시계방향으로 원을 그리고 있다. 이것은 천수만 저서어류 군집은 일년을 주기로 주거종과 회유종이 계절에 따라 서서히 바뀌면서 종조성이 변하여 감을 의미한다.

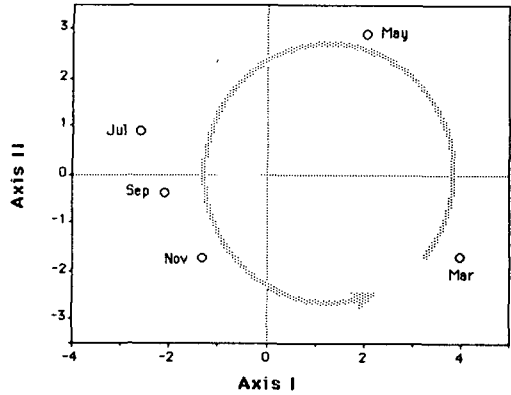


Fig. 4. Scattered diagram of the sampling months on the first and second principal axes. They were determined by principal component analysis of species composition data of demersal fishes collected by an otter trawl in Cheonsu Bay in 1986.

Table 3. Eigen value, variance and cumulative variance of the components determined by principal component analysis by sampling periods (Q-mode) of the demersal fishes collected by an otter trawl in Cheonsu Bay, in 1986

Component	Eigen value	Variance (%)	Cumulative variance
1	8.23	58.8	58.8
2	3.82	27.3	86.0
3	1.32	9.4	95.4
4	0.64	4.6	100.0

考 察

조사기간 동안 채집된 어류는 주거종 (resident species), 회유종 (migrant species)과 일시방문종 (temporal species)의 세 무리로 나눌 수 있었다. 쉬쉬망둑, 참서대, 실망둑 등은 조사기간중 계속 출현하여 주거종으로 분류할 수 있었다. 이 무리에 속하는 종들은 겨울에서 봄 사이 성어들이 대량 출현하여 내만이나 연안의 수심이 상대적으로 깊은 곳에서 월동하고 늦봄에 산란하는 것으로 추정된다. 산란을 마친 성어는 늦봄부터 수가 감소하며, 그 유어가 초여름부터 가을까지 출현하였다. 그러나, 여름에서 가을 사이 유어의 수는 적은 편이었다.

회유종에는 민태, 보구치 등이 속하며 5월부터 조사해역에 출현하여 가을까지 조사해역에서 채집되었다. 이 무리에 속하는 종은 외해에서 월동하고 봄이되면 산란하기 위하여 내만으로 회유하여 성

어가 대량으로 출현하였다. 7월 이후 성어의 수가 감소하고 그 유어들이 출현하기 시작하여 가을까지 저서 어류군집을 우점하여 조사해역을 생육장으로 이용하는 것으로 추정된다. 회유종의 성어 및 유어는 주거종에 비하여 1~2달 늦게 대량 출현하거나 우점하여 내만의 깊은 곳에서 월동한 주거종이 먼저 산란하고, 그 이후 외해에서 월동하고 회유하여온 종이 산란하여 같은 산란장을 공유하지만 시기를 서로 달리하는 것으로 추정된다.

출현빈도도 적고 출현량도 주거종이나 회유종에 비하여 적은 종들은 일시방문종으로 무리지어 수 있었다. 이 무리에 속하는 종은 참가자미 (*Limanda herzensteini*), 양태 (*Platycephalus indicus*) 등과 같이 주거종과 생활사는 유사하지만 그 수가 적은 종이나, 날개망둑 (*Favonigobius gymnauchen*), 얼룩망둑 (*Chanogobius mororana*), 멀치 (*Engraulis japonica*), 끈어리 (*Thrissa koreana*) 등과 같이 주거종이 조건대 부근이거나 유영계인 어류로 구

성되어 있었다 (Lee and Seok, 1984 ; 신, 1985).

천수만의 유영어류군집이나 조간대어류군집은 일반적으로 수온이 낮은 겨울에 소수 어류가 채집되고 수온이 높아지면서 외해나 깊은 곳에서 월동한 회유어류가 만으로 유입되어 높은 생체량이 관찰되었다 (Lee and Seok, 1984 ; 신, 1985). 그러나, 본 연구에서 오테르톨로 채집된 어류는 이와는 달리 겨울과 봄에 비교적 많은 어류가 채집되었고 그 이후 생체량이 감소하는 경향을 나타내었다. 봄에 채집된 참새대, 쉬쉬망둑 등의 주거종과 등가시치, 풀망둑 등의 채집량이 많았던 종은 거의 대부분이 단위개체의 무게도 크고 성숙한 성어들로 구성되어 수온이 낮은 시기에 높은 생체량이 관찰되었다. 이곳에서 월동한 성어나 외해에서 이동하여 온 민태 보구치 등의 성어는 수온이 높아지면서 산란하고 죽거나 섭이를 위하여 넓게 퍼져 여름부터는 소수 개체만이 채집되는 것으로 추정된다. 7월 이후 유영계나 조간대에서는 봄에서 이른 여름사이 산란 부화된 어류의 유어가 대량 출현하는데 비하여, 이 시기에 저서계에서 채집된 유어의 종수는 많으나 각종의 개체수는 적어 채집 개체수나 생체량은 수온이 낮은 시기보다 적었다. 이 자료로 판단할 때 천수만의 수심이 깊은 곳은 이동력이 적은 어류의 월동장으로는 이용되나, 일부 회유종을 제외한 유어들의 생육장으로는 활용되지 않아 수온이 낮은 시기에 많은 생체량이 관찰되고 여름에는 상대적으로 생체량이 적은 것으로 추정된다.

謝 辭

본 연구를 위한 자료 수집과 분석에 수고하여준 충남대학교 대학원 해양학과 임양재, 송해성 및 황선도 군에게 사의를 표합니다. 본 연구는 1985~1988년 한국과학재단 연구비 "황해내만역 생태계 분석"의 일환으로 수행되었음을 밝힙니다.

文 獻

- Allen, L. G. 1982. Seasonal abundance, composition and productivity of the littoral fish assemblage in upper Newport Bay. Fish. Bull. 80, 769~790.
- Davis, J. C. 1978. Statistics and Data Analysis in Geology. Wiley, New York, 550pp.
- Hillman, R. E., N. W. Davis and J. Wennemer. 1977. Abundance, diversity and stability in shore-zone fish communities in an area of Long Island Sound affected by the thermal discharge of a nuclear power station. East. Coastal Mar. Sci. 5, 355~381.
- 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.
- Kil, J. W. and Lee, T. W. 1986. Reproductive ecology of the scaled sardine, *Sardinella zunasi* (Family Clupeidae), in Cheonsu Bay of the Yellow Sea, Korea. Indo-Pacific Fish Biology : Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes, 1986, Ichthyol. Soc. Japan, 818~829.
- Lee, T. W. 1983. Age composition and reproductive period of the shad, *Konosirus punctatus*, in Cheonsu Bay. J. Oceanol. Soc. Korea 18, 161~168.
- Lee, T. W. and K. J. Seok. 1984. Seasonal fluctuations in abundance and species composition of fishes in Cheonsu Bay using trap net catches. Ibid. 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. 389pp.
- Lindberg, G. U. and Z. V. Krasnyukova. 1969. Ibid., Part III. 498pp.
- Livingston, R. J. 1976. Diurnal and Seasonal fluctuations of organisms in a north Florida estuary. Est. 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.
- Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theoretical Biol. 13, 131~144.
- 송해성. 1988. 서해 연안성 민태(*Johnius belengerii*)와 보구치(*Argyrosomus argentatus*)의 연령, 성장 및 산란생태. 충남대학교 석사학위논문. 87pp.

신민철. 1985. 대천해변 어류군집의 계절적 변동.

충남대학교 석사학위논문. 50pp.

정문기. 1977. 한국어도보. 일지사. 서울. 727pp.

1988년 10월 17일 접수

1989년 2월 9일 수리