

## 淺水灣 魚類의 種組成 變化 2. 大川 海濱 碎波帶 魚類

이태원 · 문형태 · 최신석 \*

충남대학교 해양학과 · \* 충남대학교 생물학과

1995년 6월부터 1996년 5월 사이 대천 해변 쇄파대에서 월별로 어류를 채집하여, 종조성, 양적변동 및 군집구조를 분석하고, 1984~85년의 종조성 자료와 비교하여 두 조사시기 사이의 종조성 변화에 대하여 고찰하였다. 재료는 매월 그믐 사리 저조 때 지인망을 5회 예인하여 수집하였다.

본 조사에서는 총 26종의 어류가 출현하였으며, 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*), 주둥치(*Leiognathus nuchalis*), 청보리멸(*Sillago japonica*), 돌가자미(*Kareius bicoloratus*)가 우점하였다. 봄에는 주거종인 날개망둑의 성어가 우점하였고, 6월부터 내만성 부어류와 저어류의 유어들이 대량 출현하여 여름동안 높은 생물량을 보였으며, 11월 이후 수온이 낮아지며 소수종만이 출현하였다.

1984~85년 같은 해역에서 수집된 자료와 비교하면, 계절에 따른 종조성 변화 양상은 유사하였으나 군집구조는 차이를 보였다. 돌가자미, 돛양태(*Repomucenus lunatus*), 흰베도라치(*Enedrias fangi*), 참서대(*Johnius belengerii*), 두줄망둑(*Tridentiger trigonocephalus*), 주둥치와 민태(*Johnius belengerii*)는 1984~85년에 비하여 1995~96년에 수적으로 증가하였고, 곤어리(*Thrissa koreana*), 밴댕이(*Sardinella zunasi*), 학꽂치(*Hyporhamphus sajori*), 숭어(*Mugil cephalus*), 얼룩망둑(*Chanogobius mororana*), 전어(*Konosirus punctatus*), 줄공치(*Hyporhamphus intermedius*) 및 은어(*Plecoglossus altivelis*)는 1984~85년에 비하여 1995~96년에 감소하였다. 수적으로 증가한 종 중 주둥치를 제외하면 저어류들이었고, 감소한 종은 얼룩망둑을 제외하면 부어류들이었다. 이 결과는 천수만 방조제 건설 이후 해수 유동이 약하여지며 세립 퇴적물이 증가하여, 세립퇴적물을 선호하는 어류가 증가하였고, 쇄파대에는 탁도가 증가하여 일부 여과식자에게 부적합한 환경이 조성되어 부어류들이 감소한 것으로 추정된다.

### 서      론

쇄파대는 해안에서 파도가 부서지는 부분으로, 그 범위는 해안의 경사, 시간에 따른 파도의 세기에 따라 달라질 수 있다. 이곳은 물의 수직 혼합이 활발하고 탁도가 높은 해역으로, 쇄파대 밖의 층상 구조를 이루는 해역과 구분되는 생태적으로 특이한 환경을 이룬다. 쇄파대는 물리적으로는 조간대와 상당 부분이 겹치지만 생태적으로는 구분된다. 조간대 생물은 대부분 이동성이 적어 썰물 때에는

대기에 노출되고 밀물 때에 침수되어 생활하는 생물들로 구성되지만, 쇄파대 생물은 물의 이동을 따라 이동하는 생물이 주를 이루며, 강한 유동 에너지와 높은 탁도에 적응한 생물들로 구성되어 있다.

이곳에 서식하는 어류는 주거종과 유어들로 대부분이 크기가 작은 어류들이다. 주거종수는 적으며, 일시종(temporary species)은 부어류들이나 저어류들로 생활사의 일부 중, 대부분 유어를 보내는 종으로 구성되어 있다. 그리고, 쇄파대의 범위는 시시각각으로 변할 수 있기 때문에 인접한 조간대나 쇄파대

밖에 살던 종이 출현하기도 한다. 부어류나 저어류의 신뢰도 높은 자료를 수집하기 위하여는 채집에 상당한 노력이 들지만 쇄파대의 경우는 비교적 적은 노력으로 그 해역 어류의 특성을 파악할 수 있는 자료를 획득할 수 있는 장점이 있다.

천수만은 1984년 천수만 방조제가 건설되면서, 만의 해수유동량이 40% 정도 감소되었고 이에 따라 해수의 유동이 약화되어, 생태계가 변해 가고 있다. 해양환경의 변화는 물리화학적 작용을 거쳐 점진적으로 해양생태계에 영향을 미치고, 연안 생물은 환경 적응 범위가 비교적 넓어 환경 변화가 해양생물에 미치는 영향을 분석하기 위하여는 장기적인 자료가 요구된다. 해양생물의 장기 자료 수집에는 많은 노력이 요구되어 아직 황해 연안 해역에서 해양생물을 대상으로한 장기 자료는 빈약한 편이다. 장기 자료 수집이 어려운 경우, 인위적 환경 변화 이전과 이후에 자료를 수집하여 비교하는 것도 해양생물의 변화를 분석하는 한 방법이 될 수 있다.

천수만의 어류에 대하여는 방조제 건설 이전 만입구의 정치망에서 어획된 어류의 종조성 (Lee and Seok, 1984), 방조제 건설 직후에 저어류 군집 (이, 1989) 및 천해어류의 종조성 (신·이, 1990; 이 등, 1995)에 대한 연구가 수행되었다. 또, 우점어류 가운데, 전어 (Lee, 1983), 밴댕이 (Gil and Lee, 1986), 민태와 보구치 (송, 1988, 이·송, 1993), 흰베도라치 (황, 1989), 붕장어 치어 (Lee and Byun, 1996), 망둑어류 (임·이, 1990)에 대하여 연구되었다. 특히, 저어류는 지난 10년간 종조성이 일부 변화하였음이 밝혀졌다 (이, 1996).

본 연구는 천수만 입구 대천 해변 쇄파대에서 일년간 월별로 어류 자료를 수집하여 종조성의 계절변동을 파악하였고, 방조제 건설 직후 종조성 자료와 비교하고 그 변화 원인에 대하여 토의하였다.

## 재료 및 방법

재료는 1995년 6월에서 1996년 5월 사이 월별로 대천 해변 쇄파대에서 지인망을 이용하여 수집하였다 (Fig. 1). 채집에 이용된 지인망은 길이 약 25m, 높이 2.5m, 망목은 12mm로, 비교 자료로 이용하고자 하는 1984~85년 같은 해역에서 이용하였던 지인망과 같은 그물이었다. 채집은 조석과 밤

낮에 따른 어류 분포 차이를 제거하기 위하여 매월 그믐 사리 야간에 간조 때 실시하였다. 각 시기를 대표할 수 있는 자료를 수집하기 위하여 신·이 (1990)에 따라 5회씩 수집하였다. 한 조사시기 동안 5회의 예인이 같은 쇄파대가 반복되지 않도록 하면서 해안선에서 20m 떨어진 수심 1m인 곳에 투망하였다. 이 때, 그물 양 끝에 달린 30m 예인줄 한쪽은 해변에 두고 투망한 후, 그물의 다른 쪽 끝줄을 해변으로 끌고와 채집 지역에 있는 어류에 대한 교란을 최소화 하였다. 예인 때는 예인줄을 물속에 잠긴 상태에서 흔들어서 주어 그물과 예인줄 내에 있는 물고기가 외부로 나가지 못하게 하며 해안선에 수직으로 예인하였다. 따라서, 1회 예인 면적은 500m<sup>2</sup>에 해당되며, 각 조사시기의 자료는 5회 예인 면적을 합한 2,500m<sup>2</sup>로 표시하였다. 각 조사시기에 수심 1m인 곳의 표층 수온 및 염분도 측정하였다.

채집된 어류는 냉장보관하여 실험실로 운반한 후 종별 개체수와 무게를 측정 하였다. 종의 동정에는 정 (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).

출현종간의 유사성을 분석하기 위하여, 조사시기간의 각 종의 출현 유무에 따라 Jaccard (1908)의 유사도지수를 계산하여 수상도를 작성하였다.

비교 자료로 이용된 신·이 (1990)의 재료는 1984년 9월에서 1985년 8월 사이 본 연구와 같은 방법으로 같은 쇄파대에서 수집되었다. 그러나, 이 자료는 만조에서 간조사이 2시간 간격으로 5회 수집한 점이 본 조사와 다르다. 따라서, 양적으로는 약간의 차이가 예상되어 상대적인 종조성만을 비교하였다. 두 조사시기의 종조성 차이를 분석하기 위하여 채집월의 자료를 한개의 표본 단위 (sample unit)로 보고 주성분분석을 하였다. 이 때에 3회 이상 출현한 종만을 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.

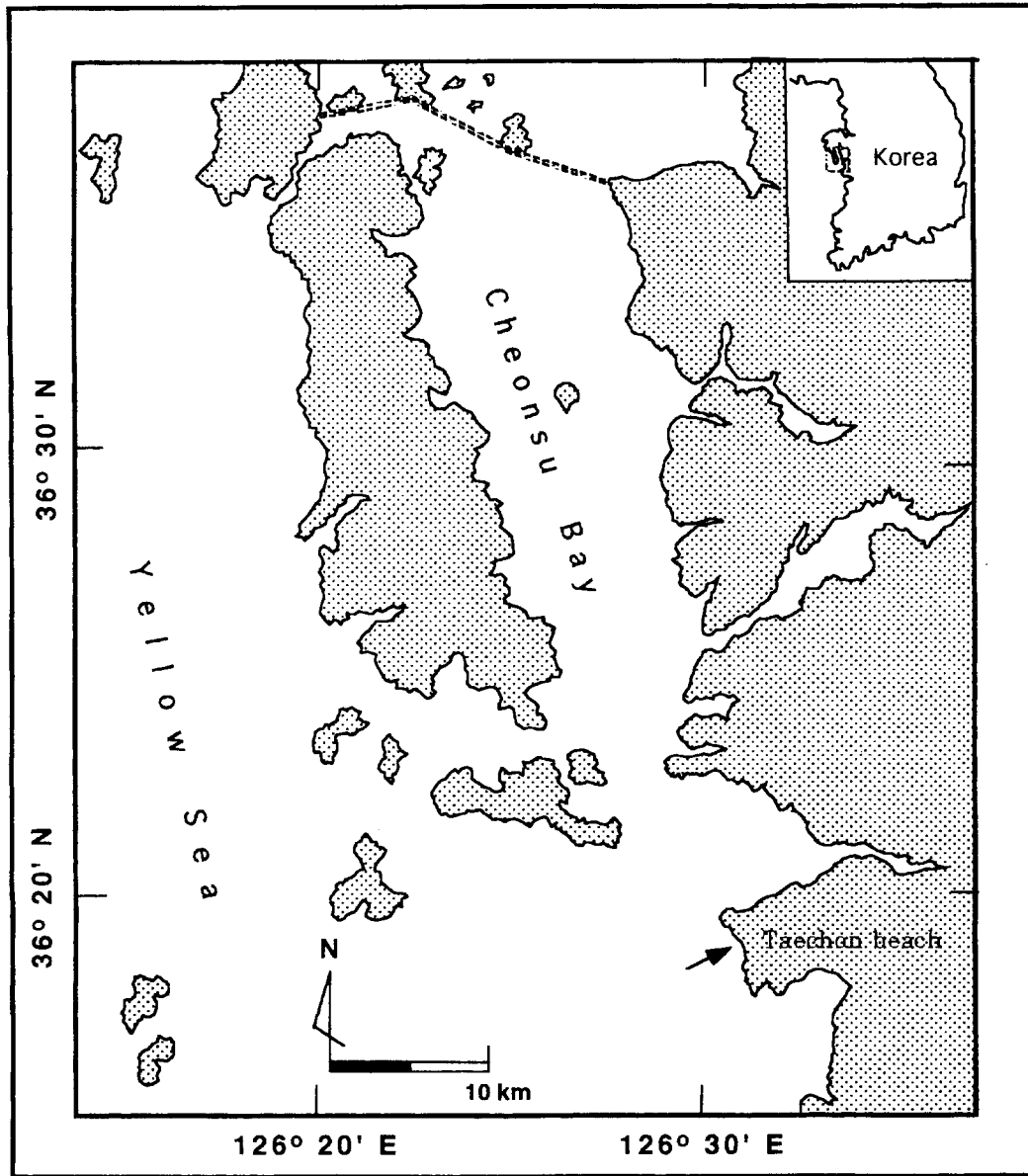


Fig. 1. Map showing the sampling site (arrow) of surf zone fish.

## 결 과

### 1. 종조성

조사기간 동안에는 총 26종, 1,718 마리, 4,327.4g의 어류가 채집되었다 (Table 1). 출현한

어류는 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*) 등과 같은 해안선 가까이에 사는 소형어류, 청보리멸 (*Sillago japonica*) 등과 같은 부어류, 그리고 돌가자미 (*Kareius bicoloratus*)와 같은 저어류로 구성되어 있었다. 날개망둑은 3월에서 7월 사이 채집된 개체는 성어들이었고, 9월에서 1월 사이 채집

**Table 1. Species composition of fishes collected a beach seine at Taecheon Beach from June 1995 to May 1996. N and W represent the number of individuals and biomass in grams per 5 hauls(2,500 m<sup>2</sup>), respectively**

Species	Month	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Total	Relative		
		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	N(%)	W(%)	
<i>Acanthogobius hasa</i>		1 7		61 69.5	5 146.9	1 37.4	1 38.8							14 394.6	0.81	9.14	
<i>Agonomalus jordani</i>				1 0.5										1 0.5	0.06	0.01	
<i>Ammodytes personatus</i>									1 0.2						1 0.2	0.06	0.03
<i>Chaenogobius mororana</i>			1 0.6					1 1.8	1 2.2					3 4.6	0.17	0.11	
<i>Cynoglossus joyneri</i>		2 10.1	2 25.5	7 8.0	5 11.4	9 38.1	1 3.5						2 8.5	28 105.1	1.63	2.43	
<i>Enedrias fangi</i>		5 43.5										38 237.2	22 199.3	65 480.0	34.43	7.87	
<i>Favonigeris nitens</i>		48 76.0	9 13.2		2 3.2	110 41.0	22 10.4	3 1.5	1 0.3		16 5.8	123 59.7	258 128.7	339.8	34.43	7.87	
<i>Haplogerys nitens</i>						1 1.7								1 1.7	0.06	0.04	
<i>Hexagrammos otakii</i>												2 4.7		2 4.7	0.12	0.11	
<i>Hyporhamphus sajoris</i>				1 0.1	1 44.0						2 7.6	3 12.3		7 64.0	0.41	1.48	
<i>Johnius belengerii</i>		1 16.7	1 0.3		32 32.8									34 39.8	1.95	0.92	
<i>Kareius bicoloratus</i>		122 169.1	65 301.8	21 114.2	11 76.1	13 127.9	3 27.3	4 44.8	1 12.5	4 59.7	4 84.7	1 25.5	1 45.6	249 1089.2	14.49	25.23	
<i>Leiognathus japonicus</i>		4 226.5		1 216.6										5 443.1	0.29	10.26	
<i>Leiognathus nuchalis</i>				251 7.6	2 7.4	9 22.0								262 47.0	15.25	1.09	
<i>Mugil cephalus</i>		1 27.3	1 0.2	1 6.8			1 8.3		1 6.5					5 49.1	15.25	1.09	
<i>Paralichthys olivaceus</i>				1 4.8	1 118.8									2 123.6	0.12	2.86	
<i>Pleuronichthys cornutus</i>		1 19.4												1 19.4	0.06	0.45	
<i>Reponucerus lunatus</i>		6 17.0	8 41.6	28 24.7	10 7.6	14 19.7							3 8.2	68 118.8	3.96	2.75	
<i>Sardinella zunasi</i>				18 31.6										18 31.6	1.05	0.73	
<i>Sillago japonica</i>		22 205.7	1 0.4	68 80.5	34 54.7	104 209.3								229 550.5	13.30	12.75	
<i>Sphyraena pinguis</i>				10 5.2										10 5.2	0.58	0.12	
<i>Syngnathus schlegelii</i>		18 42.3	1 1.8	1 0.5									4 5.7	24 50.3	1.40	1.16	
<i>Takifugu niphobles</i>				6 12.2	8 64.4							1 10.5		15 87.1	0.84	2.02	
<i>Thrixa koreana</i>			12 110.5	16 3.2	19 43.9	10 26.2								57 183.7	3.29	4.26	
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>						3 2.0						23 7.6		26 9.7	1.51	0.22	
<i>Zoarces gillii</i>		1 74.2												1 74.2	0.06	1.72	
Total		231 934.8	98 495.4	46 719.3	98 578.2	274 525.3	28 83.3	8 48.0	5 21.7	4 59.7	22 96.1	191 357.5	290 396.1	1718 4317.4	100	100	
Number of species		13	9	18	11	10	5	3	5	1	3	7	86	26			
Diversity Index(H')		1.49 2.09	1.22 1.13	1.69 1.94	1.92 2.02	1.47 1.73	0.78 1.35	0.97 0.29	1.61 1.01	0 0	0.076 0.49	1.03 1.12	0.46 1.18	2.10 2.44			

된 개체들은 유어들이었다 (cf. 신 · 이, 1990). 실고기 일부를 제외한 다른 어류들은 체장 조성으로 보아 대부분 유어들이었다(Table 2). 출현빈도에서는 돌가자미가 연중 계속 출현하였고, 날개망둑이 10회 출현하였으며, 나머지 종들은 6회 이하 출현하였다.

개체수에서는 날개망둑이 34.4%를 차지하여 가장 많았고, 그 다음으로 주둥치 (*Leiognathus nuchalis*), 돌가자미, 청보리멸이 10% 이상을 차지하였다. 생체량은 돌가자미가 25.2%를 차지하여 가장 많았고, 그 다음으로 청보리멸, 흰배도라치 (*Enedrias fangi*), 농어(*Lateolabrax japonicus*)가 10% 이상을 차지하였고, 날개망둑과 주둥치는 크기가 작아 생체량은 적었다.

## 2. 계절변동

수온은 1995년 6월 19.9℃에서 8월에 가장 높은 26.7℃였고, 9월 이후 낮아져 2월에 가장 낮은 2.0℃였다 (Fig. 2). 3월 이후 상승하여 1996년 5월에는 15.6℃를 보였다. 염분은 우기가 끝난 8월에 24.0‰을 보였고, 그 이후 높아져 9월에서 11월 사이 30‰ 내외였으며, 12월 이후는 32~33‰의 범위를 보였다.

1995년 6월에는 13종, 231마리, 934.8g의 어류가 채집되었다(Table 1). 채집된 어류 가운데 돌가자미가 122 마리, 52.8%를 차지하였다. 다음으로 날개망둑, 청보리멸과 실고기(*Syngnathus schlegelii*)가 수십 마리씩 잡혀 위의 4종이 전체

수의 90.9%를 우점하였다. 7월에는 9종, 98마리, 495.4g이 잡혔으며, 곤어리(*Thrissa koreana*)를 제외한 7종은 6월과 같은 종이었다. 돌가자미는 6월에도 최우점종이었으며, 곤어리가 그 다음으로 많았고, 나머지 종들은 10마리 미만이 채집되었다.

8월에는 18종, 469마리, 719.3g이 채집되어 출현종수와 개체수가 가장 많았다. 6월과 7월에 잡히지 않았던 8종이 채집되었고, 부어류의 유어들이 많이 채집되었다. 6월과 7월에 우점하였던 돌가자미는 숫적으로 감소하였고, 주둥치가 251마리로 53.1%를 우점하였다. 민태(*Johnius belengerii*), 돛양태(*Repomucenus lunatus*) 청보리멸도 비교적 많은 양이 채집되었다. 9월에는 11종, 98마리, 578.2g이 채집되어 8월에 비하여 숫적으로 감소하였다. 8월에 우점하였던 주둥치는 2마리 밖에 채집되지 않았고, 돌가자미, 돛양태, 청보리멸, 곤어리와 같이 채집회수가 많은 종들이 주를 이루었다. 10월에는 10종이 출현하였으나, 날개망둑과 청보리멸의 유어가 100 마리 이상 잡혀 개체수는 9월에 비하여 증가하였다.

11월 이후 수온이 10℃이하로 낮아지며 5종 이하가 채집되었고, 수온이 2℃로 가장 낮았던 2월에는 돌가자미 만이 채집되었다.

4월에 수온이 상승하며 출현종수도 겨울에 비하여 증가하였고, 날개망둑의 성어들이 대량 채집되

Table 2. Mean, standard deviation and range of major fishes collected from the surf zone at Taechon Beach

Species	No. of fish measured	Mean ± SD (mm)	Range (mm)
<i>Fabonigobius gymnauchen</i>			
Juveniles	325	33.1 ± 4.8	22.1~42.0
Adults	209	52.3 ± 7.5	36.2~78.3
<i>Sillago japonica</i>	265	63.3 ± 22.1	28.3~127.0
<i>Kareius bicoloratus</i>	249	60.6 ± 20.9	22.0~142.1
<i>Repomucenus lunatus</i>	107	59.4 ± 25.7	24.5~162.0
<i>Enedrias fangi</i>	61	129.7 ± 8.1	113.2~161.4
<i>Thrissa koreana</i>	52	82.9 ± 23.9	45.6~131.1
<i>Syngnathus schlegeli</i>	38	176.1 ± 27.4	85.5~215.5
<i>Cynoglossus joyneri</i>	31	86.2 ± 27.7	31.7~144.7
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	26	32.6 ± 5.0	20.0~44.0
<i>Takifugu niphobles</i>	19	49.8 ± 21.2	17.7~82.5
<i>Johnius belengerii</i>	16	53.9 ± 23.0	32.0~122.0
<i>Harengula zunasi</i>	13	62.9 ± 10.8	54.6~96.9
<i>Acanthogobius hasta</i>	12	153.0 ± 15.7	128.0~171.4
<i>Leiognathus nuchalis</i>	11	54.7 ± 11.5	34.4~68.5

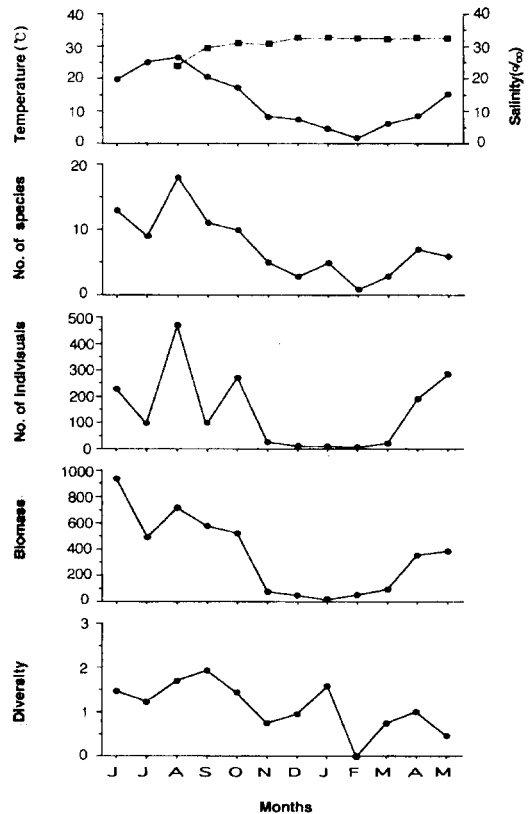


Fig. 2. Monthly fluctuation in temperature and salinity, number of species, number of individuals, biomass (g) and diversity index of surf zone fish at Taechon Beach from June 1995 to May 1996.

어 개체수도 증가하였다. 5월에는 채집된 290 마리 중 날개망둑의 성어가 258마리 채집되어 우점하였다.

전반적인 계절 변화를 보면, 수온이 높은 여름에 유어들이 대량 출현하며(Table 1) 출현종수와 생물량도 높았다(Fig. 2). 겨울에는 생물량이 낮았으며, 봄이 되어 주저종인 날개망둑 성어들이 출현하며 개체수가 증가하였다. 종다양성지수도 출현종수가 많았던 수온이 높은 계절에 높았고, 1월을 제외한 겨울과 봄에는 상대적으로 낮은 값을 보였다. 5월에는 날개망둑의 성어가 대량 출현하여 한종의 우점도가 높아 종다양성지수가 낮았고, 1월에는 5종이 각각 한 마리씩 잡혀 높은 값을 보였다.

### 3. 종간 유사성

3회 이상 출현한 종을 대상으로 Jaccard 유사도 지수를 계산하여 수상도를 작성 한 결과 유사도 0.5 수준에서 네 무리로 구분되었다(Fig. 3).

'A' 무리는 풀망둑, 돛양태, 참서대, 청보리멸, 곤어리와 주둥치의 6종으로, 6월에서 11월 사이 즉 여름에서 가을 사이 출현한 유어들로 구성되어 있었다. 'B' 무리는 학꽂치와 복섬으로 8~9월과 다음해 3~4월에 출현한 종들로 구성되었다. 'D' 무리는 민태, 실고기와 승어의 유어들로 6월에서 8월 사이 여름에 출현한 종들이었다. 이 세 무리에 속하는 종들은 밴댕이(*Sardinella zunasi*), 곤어리, 민태 등과 같이 외해에서 월동하거나(Gil and Lee, 1986; 이·송, 1993), 풀망둑과 같이 비교적 깊은 곳에서 월동하고(임·이, 1990), 봄에 내만 수역에서 산란하는 어류들로 구성되어 있었다. 이 종들의 유어는 늦은 봄에서 가을 사이 천해역에서 보내며, 종에 따라서는 천해역에서 비교적 높은 생물량을 유지한다.

'C' 무리는 주걱종으로, 돌가자미는 조사기간 동안 계속 출현하였고 유어들이었다. 날개망둑은 2월과 8월을 제외한 채집시기 동안 출현하였으며,

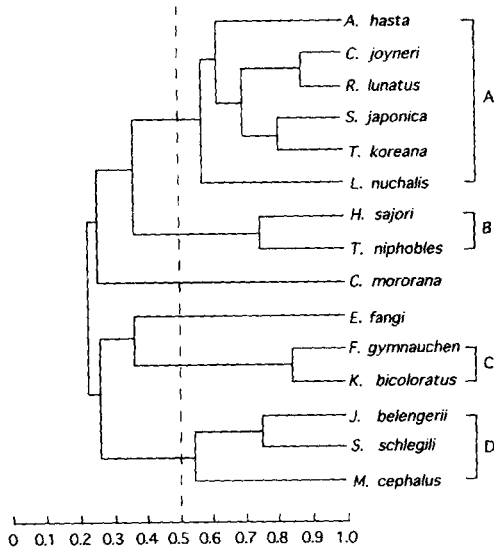


Fig. 3. Dendrogram illustrating the species association of surf zone fish collected at Taechon Beach from June 1995 to May 1996.

봄에는 성어들이 출현하였고 여름 이후에는 유어들이 주를 이루었다.

### 4. 1985~86 자료와의 비교

#### 1) 출현량

본 연구에서는 조사 기간 동안 총 26종, 1,718마리, 4,317g의 어류가 채집된 반면, 1984~85년에는 35종, 4,024마리, 10,179g이 채집되어 약 10년전에 비하여 출현종수도 감소하고 생물량도 감소하였다(Table 3). 두 조사 기간 동안 출현한 42종 가운데 19종은 공동 출현하였고, 16종은 1984~85년에만, 7종은 1995~96년 조사에만 출현하였다.

두 조사시기 모두에 날개망둑이 개체수에서 가장 우점도가 높아 30% 내외를 차지하였다. 1984~85년에는 날개망둑 다음으로 청보리멸, 전어, 밴댕이, 곤어리 등의 부어류 유어의 우점도가 높았으나, 1995~96년 조사에서는 청보리멸의 우점도는 비슷하였으나, 다른 부어류의 우점도는 낮아졌고 돌가자미의 유어의 우점도가 높아졌다. 주둥치는 1984~85년에는 한 마리도 출현하지 않았으나, 1995~96년 조사에서는 날개망둑 다음으로 우점하였다.

두 조사시기 동안 한 번은 1% 이상을 차지한 종 가운데 5 배 이상의 차이를 보인 종을 보면, 1984~85년에 비하여 돌가자미, 돛양태, 흰배도라치, 참서대와 두줄망둑은 수가 1995~96년에 증가하였고, 주둥치와 민태는 1984~85년에는 한 마리도 채집되지 않았으나 1995~96년에는 비교적 많은 수가 채집되었다(Table 3). 곤어리, 밴댕이, 학꽂치(*Hyporhampus sajori*), 승어(*Mugil cephalus*), 얼룩망둑은 1984~85년에 비하여 1995~96년에 수적으로 감소하였고, 전어(*Konosirus punctatus*), 줄꽂치(*Hyporhampus intermedius*) 및 은어(*Plecoglossus altivelis*)는 1995~96년에는 전혀 채집되지 않았다. 숫적으로 증가한 종 중 주둥치를 제외하면 저어류들이고, 감소한 종은 얼룩망둑을 제외하면 부어류들이었다.

#### 2) 군집구조 비교

두 조사 기간 동안의 조사 시기가 서로 일치하지 않아 조사 시기 간의 1:1 비교는 가능하지 않아, 채집한 달을 독립된 표본 추출 단위로 보고 종조성

**Table 3. Comparison of species composition, abundance and relative abundance of surf zonefishes collected by a beach seine at Taechon Beach, between the samples of 1995~96 and 1984~85.**

Species	1995~96			Relative Abundance		1984~85			Relative Abundance		Ratio	
	N	W	n	N(%)	W(%)	N	W	n	N(%)	W(%)	N(95~96) N(84~85)	
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	592	339.8	10	34.43	7.87	1192	1532.2	11	29.62	15.05	0.50	
<i>Kareius bicoloratus</i>	249	1089.2	12	14.49	25.23	32	539.7	8	0.80	5.30	7.78	+
<i>Sillago japonica</i>	229	550.5	5	13.30	12.75	594	878.3	4	14.76	8.63	0.38	
<i>Repomucenus lunatus</i>	68	118.8	6	3.96	2.75	5	20.6	2	0.12	0.20	13.60	+
<i>Enedrias fangi</i>	65	480.0	3	3.78	11.12	2	12.4	1	0.05	0.12	32.50	+
<i>Thrissa koreana</i>	57	183.7	4	3.29	4.26	273	370.1	5	6.70	3.64	0.21	-
<i>Cynoglossus joyneri</i>	28	105.1	7	1.63	2.43	1	2.2	1	0.02	0.02	28.00	+
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	26	9.7	2	1.51	0.22	4	6.1	2	10	0.06	6.50	+
<i>Syngnathus schlegeli</i>	24	50.3	4	1.40	1.16	26	35.6	5	0.65	0.35	0.92	
<i>Sardinella zunasi</i>	18	31.6	1	1.05	0.73	506	994.9	5	12.57	9.77	0.04	-
<i>Takifugu niphobles</i>	15	87.1	3	0.84	2.02	39	130.0	6	0.97	1.28		
<i>Acanthogobius hasta</i>	14	394.6	5	0.81	9.14	28	510.5	5	0.70	5.01		
<i>Sphyaena pinguis</i>	10	5.2	1	0.58	0.12	137	225.2	2	3.40	2.21	0.07	-
<i>Hyporhamphus sajori</i>	7	64.0	4	0.41	1.48	76	479.1	4	1.89	4.71	0.09	-
<i>Mugil cephalus</i>	5	49.1	5	0.29	1.14	36	292.7	5	0.89	2.88		
<i>Lateolabrax japonicus</i>	5	443.1	2	0.29	10.26	1	147.3	1	0.02	1.45		
<i>Chaenogobius mororana</i>	3	4.6	3	0.17	0.11	345	307.1	6	8.57	3.02	0.01	-
<i>Hexagrammos otakii</i>	2	4.7	1	0.12	0.11	3	3.5	1	0.07	0.03		
<i>Ammodytes personatus</i>	1	0.2	1	0.06	0.003	2	2.0	2	0.05	0.02		
<i>Leiognathus nuchalis</i>	262	47.0	3	15.25	1.09							+
<i>Johnius belengerii</i>	34	39.8	3	1.95	0.92							+
<i>Paralichthys olivaceus</i>	2	123.6	2	0.12	2.86							
<i>Agonomalus jordani</i>	1	0.5	1	0.06	0.01							
<i>Hapalogenys nitens</i>	1	1.7	1	0.06	0.04							
<i>Pleuronichthys cornutus</i>	1	19.4	1	0.06	0.45							
<i>Zoarces gillii</i>	1	74.2	1	0.06	1.72							
<i>Konosirus punctatus</i>						538	2898.4	4	13.37	28.47		-
<i>Hyporhamphus intermedius</i>						77	344.3	4	1.91	3.38		-
<i>Plecoglossus altivelis</i>						61	69.9	4	1.52	0.69		-
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>						11	164.3	4	0.27	1.61		
<i>Repomucenus beniteguri</i>						10	16.7	4	0.25	0.16		
<i>Saurida elongata</i>						7	16.4	1	0.17	0.16		
<i>Limanda herzensteini</i>						5	33.8	2	0.12	0.33		
<i>Engraulis japonica</i>						4	17.2	2	0.10	0.17		
<i>Nibea albiflora</i>						2	11.0	1	0.05	0.11		
<i>Anguilla japonica</i>						1	0.1	1	0.02	0.01		
<i>Takifugu vermicularis</i>						1	7.8	1	0.02	0.08		
<i>Platycephalus indicus</i>						1	4.5	1	0.02	0.04		
<i>Thrissa mystax</i>						1	3.3	1	0.02	0.03		
<i>Trachurus japonicus</i>						1	1.9	1	0.02	0.02		
<i>Triakis scyllia</i>						1	81.4	1	0.02	0.80		
<i>Zebrias zebra</i>						1	19.0	1	0.02	0.19		
Number of Species	26					35						
Total	1718	4317.4		100.00	100.00	4024	10179.5		100.00	100.00		

\*\* The signes of '+' and '-' represent the species increased or decreased in abundance for the species occupying over 1% at least in a sampling time.

을 비교하였다. 이 때, 표본의 수는 1984~85년과 1995~96년에 각각 12월씩 총 24개이다. 이 24 표본에서 출현회수가 3회 이상인 종만을 대상으로 각 표본에서 각 종의 순위를 정한 후 주성분분석을 하였다. 분석 결과 제 I, II와 III 성분축이 각각 21.4%, 19.4%와 9.6%의 분산을 내포하여, 이 세축이 총분산의 50.5%를 차지하였다.

I 축상에서는 조사시기에 관계 없이 7월에서 11월 사이의 표본이 양의 큰 값을 갖고, 4월과 5월의 표본이 큰 음의 값을 가졌으며, 1~2월 표본은 비교적 작은 값을 가졌다(Fig. 4). I 축에 가중치를 준 Eigen vector 값을 보면, 4~5월에 상대적으로 높은 출현량을 보였던 날개망둑, 흰배도라치, 은어 등이 큰 음의 값을 가졌고, 뱀쟁이, 청보리멸, 곤어리 여름부터 출현하여 가을까지 출현량이 많았던 유어로 구성된 종들은 큰 양의 값을 가져, 계절에 따른 종조성 변화를 나타낸 축으로 판단된다. 종조성에서 보면 1995~96년에 비하여 1984~85년에 여름에서 가을 사이 부어류 유어들의 우점도가 높았으며, 이에 따라 1995~96년에 비하여 1984~85년의 표본의 범위가 넓었다. II 축 상에서는 1984~85년 표본에 비하여 1995~96년의 표본이 전반적으로 큰 음의 값을 가졌다. II 축의 Eigen vector는 1984~85년에 비하여 1995~96년에 증가한 참서대, 민태, 주둥치, 돛양태 같은 종들은 큰 음의 값을 가졌고, 감소 경향을 보인 얼룩망둑, 전어, 줄공치, 은어 같은 종들은 큰 양의 값을 가져 II 축은 환경 변화에 따른 종조성의 변화를 나타낸 축으로 볼 수 있었다.

## 토 의

### 1. 종조성의 계절변화

본 연구의 재료 수집에 이용된 지인망에 대한 어류의 도피율과 망목 선택성은 자세히 알려져 있지 않았다. 그러나, 비교적 유영력이 큰 뱀쟁이, 곤어리 등의 부어류들이 계절에 따라 대량으로 채집되었다. 특히, 그물이 예인되는 동안 직접 관찰한 바에 의하면 끌줄이 외출임에도 불구하고 예인 범위 안에 있는 어류들이 그 줄 밖으로 도피하지 못하였

다. 이 관찰 결과를 토대로 예인 동안 끌줄을 물에 잠기게 하고 수시로 휘저어 도피율을 최소화하였다. 따라서, 일단 투망하여 예위 쓴 후에는 도피율이 적을 것으로 판단된다. 지인망의 망목은 12mm로, 종에 따라 다르지만 채집된 어류의 체소체장은 20mm 내외로 이보다 작은 어류는 그물 안에 들어왔어도 망목 사이로 빠져 나간 것으로 보인다. 채집된 어류는 조간대 가까이에서 전생활사를 보내는 날개망둑, 얼룩망둑과 같은 소형어와 청보리멸, 주둥치, 흰배도라치, 곤어리 등과 같은 부어류의 유어, 돌가자미, 돛양태, 참서대, 민태 등과 같은 인근 해역에 사는 저어류의 유어들로 구성되어 있었다. 날개망둑은 조간대 부근 천해역 모래질에서 한 살이를 사는 어류로(임 · 이, 1990), 봄에 성어가 대량 출현하여 우점하였으며, 가을부터는 유어들이 비교적 높은 우점도를 보였다. 흰배도라치는 겨울에 산란하고, 이른 봄부터 치어들이 내만으로 몰려와 6~7월까지 내만에서 자라는 어류이다(황, 1989). 그러나, 본 연구에서 4월에서 6월 사이 채집된 흰배도라치는 1년생으로 추정되는 크기로, 월동 이후 성장기에 몰려온 개체들로 추정된다. 곤어리와 민태는 외해에서 월동하고 봄에 수온이 높아지면 내만으로 몰려와 산란하고 유어들이 가을까지 내만에서 자라는 어류로(Lee and Seok, 1984 ; 이 · 송, 1994), 본 조사에서는 여름에서 가을까지 유어들이 출현하였다. 돌가자미, 돛양태, 참서대 등은 내만성 주거종으로 겨울에는 수심이 깊은 곳으로 이동하는 어류들로, 이 종들의 유어들은 천해역에서 보내고 자라면서 깊은 곳으로 이동하는 것으로 추정된다.

쇄파대는 파도 에너지가 강하고 탁도가 높아, 쇄파와 높은 탁도에 적응하지 못한 어류가 살기에는 부적합한 곳이다. 한 살이를 쇄파대에서 사는 날개망둑, 얼룩망둑 및 두줄망둑은 그 크기가 작고, 배지느러미가 흡반으로 변형되어 강한 파도를 견딜 수 있으며, 새조골이 발달하여 부유물이 높은 환경에 적응한 것으로 보인다(임 · 이, 1990). 성어가 부영성이거나 저서성인 어류들이 유어기를 염하구나 쇄파대와 같이 환경 변화가 심한 곳에 사는 것은 경쟁과 포식자를 피하기 위한 적응이라는 것은 잘 알려진 사실이다. 그러나,



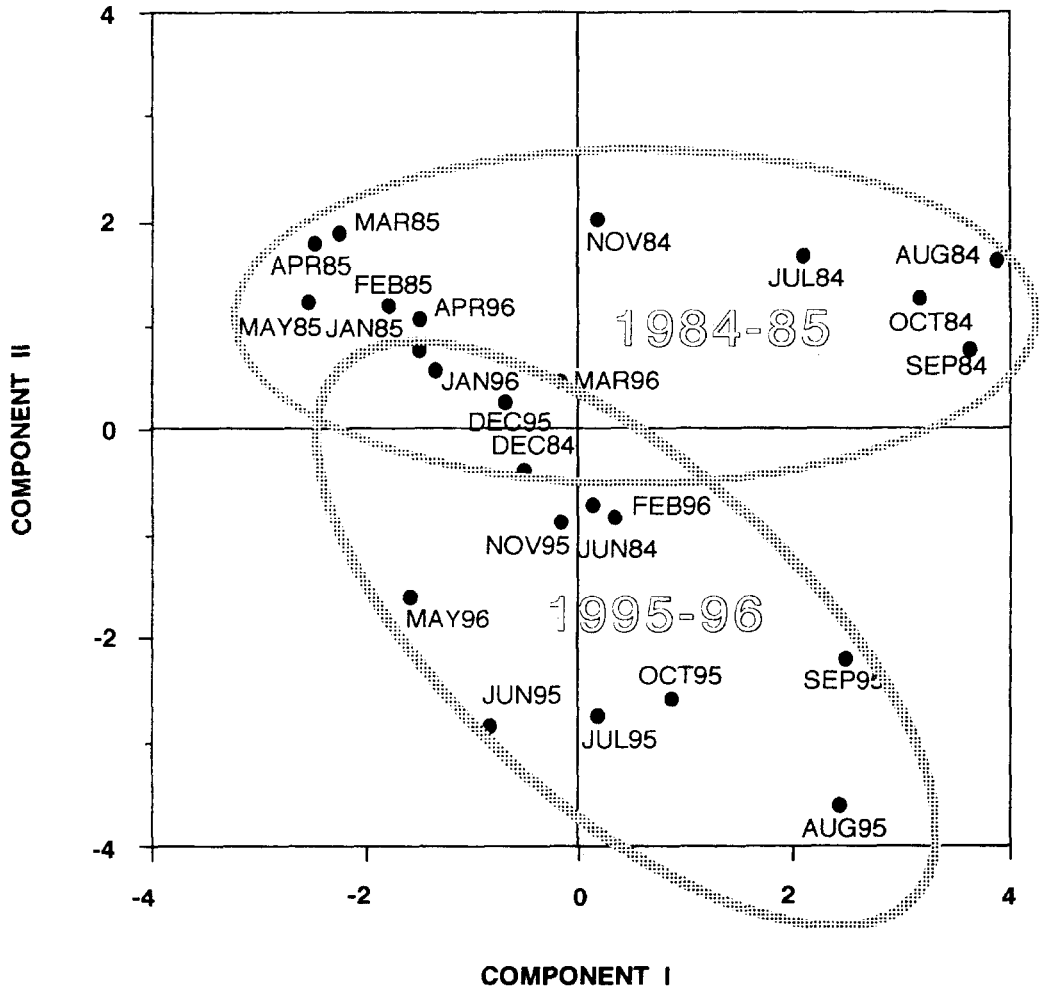


Fig. 4. Scattered diagram showing the sampling months on the I-II principal axes. They are determined by principal component analysis of species composition of surf zone fish collected at Taechon Beach from September 1984 to August 1985 and from June 1995 to May 1996.

환경 변화가 심한 곳에 살기 위하여는 파도, 탁도, 염분 변화에 대한 적응범위가 넓어야 할 것이다. 결국 이러한 어류들은 경쟁력이 약한 어린 시기에는 환경 적응 범위가 넓어 포식과 경쟁이 적은 곳에서 자라고, 자라면서 환경 적응범위가 좁아질 때면 경쟁력이 강하여져 본래의 서식처로 이동하는 것으로 볼 수 있다.

조사해역에서 종조성은 뚜렷한 계절 변화를 나타내어, 봄에는 주거종의 성어가 우점하고 여름부터 가을 사이는 인접 해역에 서식하는 종의 유어들이 우점하고 늦가을 부터는 낮은 생물량을

보였다(Fig. 2). 조사해역의 수온은 5월에 15℃ 내외, 여름에는 25℃를 상회하고, 겨울에는 5℃ 이하로 낮아진다. 천수만의 일차생산은 겨울에는 200mgC/m<sup>2</sup>/day 내외로 낮고, 3월 이후 증가하여 5월에는 600mgC/m<sup>2</sup>/day 이상의 최대값을 보이며, 여름 동안에도 500mgC/m<sup>2</sup>/day 내외의 높은 값을 보인다 (조, 1988). 일부 겨울 산란종을 제외하면 출현한 어류들은 늦봄에서 이른 여름 사이 산란하며, 이들 유어들은 여름 동안 일차생산이 높아 먹이가 풍부한 시기에 포식과 경쟁이 적은 채파대를 이용하는 것을 알 수 있다.

## 2. 1984~85년과 1995~96년의 종조성 비교

두 조사시기의 종조성은 계절에 따라 비슷한 경향을 보였다(Fig. 4). 주성분 분석의 I축 상에서 조사 시기에 관계없이 주거종의 성어가 우점하는 봄의 달들은 음의 값을, 유어들이 우점하는 여름의 달들은 양의 값을 가졌으며, 수온이 낮은 계절의 달들은 작은 절대값을 나타내었다. 이것은 두 조사시기 사이 각 종의 우점도는 차이가 있지만 계절에 따른 전반적인 종조성 변화는 큰 차이가 없음을 의미한다. 그러나, 1995~96년에 비하여 1984~85년 채집 달들이 주성분 I축상에서 더 넓은 폭을 가져, 계절에 따른 종조성 변화가 컸음을 나타내었다.

두 조사시기에 쇄과대 어류 종조성 변화에 영향을 미칠 수 있는 요인은 계절 및 인위적 요인 이외에도 어류의 분포 범위에 따른 표본의 신뢰도를 들 수 있다. 채로 수집에서 채집 면적이 증가하면 자료의 신뢰도가 높아진다. 우점하는 어류는 채집될 확률이 높아 채집 면적이 작더라도 채집되지만 숫적으로 적은 종들은 자료 변이가 심한 편이다. 임·이 (1990)에 따라 한 조사 달에 5회 채집하였으며, 이 자료는 출현 회수가 적고 밀도도 낮은 어류를 제외하면 군집 구조의 분석을 위한 자료의 신뢰도에는 크게 문제가 없을 것으로 판단된다.

두 조사시기 사이 천수만에서는 방조제의 건설 및 보령화력발전소 가동으로 지속적으로 환경이 변화했을 것으로 판단된다. 이러한 자연적 인위적 변동 요인들을 고려하여 두 조사시기 사이에 차이를 나타낸 종의 생태를 중심으로 고찰하였다.

두 조사시기 동안에 감소한 종은 곧어리, 뱀뱀이, 학꽂치, 전어 등의 부어류들이었다. 이 종들 대부분은 어린 시기 때를 지어 다니는 어류들로 분포 범위가 넓고 자료의 시공간 변이가 큰 종들이다. 특히, 1984~85년에는 사리 때 만조에서 간조 사이에 채집한 반면, 1995~96년에는 사리의 저조 때 만 채집한 데에도 원인이 있을 것으로 보인다. 사리 때 저조면 아래에는 해조류 등의 부스러기가 많고 탁도가 높아 여과식자인 부어류들이 머물기에는 부적합한 환경이 조성되는 곳으로 이곳에서만 채집을 하여 부어류의 채집량이 줄어들 수도 있다. 그러나, 부어류 가운데 청보리멸, 곧어리 등의

상대빈도는 1984~85년과 비슷한 수준을 고려하면, 부어류가 전반적으로 감소하였음을 알 수 있다.

1984~85년에 비하여 증가한 종들은 대부분이 저어류들이며 세립질을 선호하는 종들이다. 참서대와 민태는 천수만 및 아산만의 우점 저어류로 특히 세립질을 선호하는 어류이다(이, 1989; 이·황, 1995; 이, 1996). 천수만 방조제 건설 이후 해수의 유동량이 줄며 천수만에는 세립퇴적물 퇴적속도가 증가한 것으로 보이며, 저어류 조사에서도 세립퇴적물을 선호하는 어종이 증가하여(이, 1996), 이들 저어류의 유어들이 세립퇴적물이 쌓인 조간대 부근 천해역에서 성장함에 따라 채집량이 과거에 비하여 증가한 것으로 판단된다. 주둥치는 1981~82년 정치망 자료에는 한 마리도 채집되지 않았고 (Lee and Seok, 1984), 1986년 otter trawl에는 5 마리가 채집되었을 뿐이다. 본 조사에서는 날개망둑 다음으로 우점하여 총채집량의 15.5%를 차지하였고, 이 (1996)의 otter trawl 조사에서도 7.0%를 차지하였다. 주둥치는 1980년대 중반까지 황해 연안역 자치어 조사에서 거의 채집되지 않았고 동해 및 남해 연안 자치어 가운데에서도 그 비중이 낮았으나 (차 등, 1990; 김 등, 1985; 차·허, 1988), 최근 인위적 환경 변화가 심한 진해만, 광양만 등의 해역에서 자치어 가운데 이 종의 비중이 크게 증가하였다(유 등, 1992; 차·박, 1994). 이 자료들로 미루어 주둥치는 인위적 연안 환경 변화에 따라 증가하는 종으로 추정되며 앞으로 연구가 요구되는 종이다.

본 조사에서 구체적인 환경 변화 자료가 수집되지 않아 두 조사 시기 동안의 증감 경향을 나타낸 어류와 환경 변화와의 관계를 구체적으로 파악할 수는 없었다. 그러나, 각 어류의 서식 환경으로 미루어 세립퇴적물이 쌓인 저질을 선호하는 저어류는 증가 경향을 보였고 일부 부어류들이 감소하였다. 이 결과는 천수만 방조제 건설 이후 해수 유동이 약하여지며 세립 퇴적물이 증가하여, 세립퇴적물을 선호하는 저어류가 증가하였고, 쇄과대에는 탁도가 증가하여 여과식성인 어류에게 부적합한 환경이 조성되어 일부 부어류가 감소한 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 1995년 충남대학교 자체연구비의 지

원에 의하여 연구되었음을 밝힙니다.

## 인 용 문 헌

- 김종만 · 유재명 · 허형택 · 차성식. 1985. 울산만 및 그 주변 해역의 치자어 분포. 해양연구 7 : 15~22.
- 송해성. 1988. 서해 연안성 민태(*Johnius belangerii*)와 보구치(*Argyrosomus argentatus*)의 연령, 성장 및 산란생태. 충남대학교 석사학위 논문. 87 p.
- 신민철 · 이태원. 1990. 대천해빈 어류군집의 계절변화. 한국해양학회지 25 : 135~144.
- 유재명 · 김성 · 이은경 · 이종수. 1992. 진해만의 부유성 어란과 치자어 분포. 해양연구 14 : 77~87.
- 이태원. 1989. 천수만 저서성어류군집의 계절 변화. 한국수산학회지 22 : 1~8.
- 이태원. 1996. 천수만 어류의 종조성 변화. 1. 저어류. 한국수산학회지 29 : 71~83.
- 이태원 · 송해성. 1993. 민태의 분포, 체장 및 연령조성. 한국어류학회지 5 : 184~193.
- 이태원 · 황선완 · 박승윤 · 조영록 · 정희정. 1995. 천수만 천해어류 군집구조의 변화. 수산진흥원 연구보고 49 : 219~231.
- 임양재 · 이태원. 1991. 천수만 망둑어과(Family Gobiidae) 어류의 계절에 따른 종조성 변화와 우점종의 생태. 한국어류학회지 2 : 182~202.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울. 727p.
- 조준성. 1988. 서해 천수만의 기초생산력 및 영양염의 동적 순환에 관한 연구. 인하대학교 석사학위 논문. 66p.
- 차성식 · 박광재. 1994. 광양만 부유성 난자치어의 분포. 한국어류학회지 6 : 60~70.
- 차성식 · 유재명 · 김종만. 1990. 황해 중동부 연안역의 자치어 군집의 계절 변동. 한국해양학회지 25 : 96~105.
- 차성식 · 허성희. 1988. 낙동강 하구 부근의 부유성 난자치어의 출현량 변동. 어업기술 24 : 135~143.
- 황선도. 1989. 이석의 미세구조를 이용한 흰베도라치(*Enedrias fangi*)의 초기 생활사. 충남대학교 석사학위 논문. 61p.
- Davis, J. C. 1978. Statistical and data analysis in Geology. Wiley, New York. 550p.
- Gil, J. W. and T. W. Lee. 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. Ichthyological Society of Japan 18 : 161~168.
- Jaccard, P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat. 44 : 223~270.
- 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 J. S. Byun. 1996. Microstructural growth in otoliths of conger eel (*Conger myriaster*) leptocephali during the metamorphic stage. Mar. Biol. 125 : 259~268.
- 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.
- 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. 498p.
- 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. 602p.
- 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. 389p.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Ueno and T. Yoshino (eds). 1984. The fishes of the Japanese Archipelago. Text and Plates : 437p + 370 pls.
- Shannon C. E. and W. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Illinois Univ. Press. 117p.

## Change in Species Composition of Fish in Chonsu Bay (II) Surf Zone fish

**Tae Won Lee, Hyung Tae Moon and Shin Seok Choi \***

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

*\* Department of Biology, Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea*

Monthly samples of surf zone fish at Taechon Beach were collected by a beach seine from June 1995 to May 1996, and analyzed for the species composition, abundance and community structure. Of 26 species identified, *Favonigobius gymnauchen*, *Leiognathus nuchalis*, *Sillago japonica* and *Kareius bicoloratus* predominated in abundance. In spring, the adults of resident species were dominated. A large number of juveniles of pelagic or demersal fish occupied the surf zone from summer to autumn. Fish numbers and biomass were low in winter. The species composition of the present study showed a similar seasonal trend to that obtained in 1984-85. However, demersal fish such as *K. bicoloratus*, *Repomucenus lunatus*, *Johnius belengerii* and *Enedrias fangi*, and *L. nuchalis* were increased, while pelagic fish such as *Thrissa koreana*, *Sardinella zunasi* and *Konosirus punctatus* were diminished. These changes seemed to be related to sedimentation of fine particles for demersal fish and subsequent increase in turbidity for pelagic fish after reclamation in the bay.