

## 아산만 천해역 수심에 따른 어류 종 조성의 계절 변동

황 학 빈 · 이 태 원

충남대학교 해양학과

### Seasonal Variation in Species Composition of Fish with Depth in Asan Bay

Hak Bin Hwang and Tae Won Lee

Department of Oceanography, Chungnam National University, Taejeon 305-734, Korea

Seasonal variation in species composition of fish with depth was determined by analysis of bimonthly samples collected by a beach seine at the shallow water (St. 1 < 1.5 m) and by beam trawl at the two stations (St. 2, 5~7 m and St. 3 > 15 m) from October 1997 to August 1998 off Ippa-do in Asan Bay. Of forty species identified, 13 species at St. 1, 28 species at the St. 2 and 30 species at the St. 3 were collected. The fish density was also increased with depth. *Favonigobius gymnauchen* occupied 55.7% at St. 1 and 38.9% of the number of individuals at St. 2. Almost of fish collected at these two stations were juveniles, and they were principally collected in August and in November. At St. 3, relatively large fishes were collected. Among them *Pholis fangi* and *Chaeturichthys stigmatias* predominated in the number of individuals. Abundance was low, but a large number of species were collected in winter. Principal component analysis revealed that the species composition at the shallower stations was different from that at the deeper station. The number of species and abundance of fish in Asan Bay was lower than in the other western coastal waters of Korea. Species composition in the study area of sandy bottom was different from that in the inner Asan Bay of mud bottom.

**Key words** : shallow water fish, species composition, Asan Bay, Korea

#### 서 론

어류는 유영력이 커서 시공간에 따른 자료의 변이가 심하고, 서식처가 다양하여 한 해역 어류 종 조성 자료를 한 가지 방법으로 수집하기 어렵다. 어류는 서식처에 따라 크게 저어류와 부어류 두 가지로 구분되며, 저어류는 부어류에 비해서 상대적으로 이동력이 약하기 때문에 정량채집이 용이한 편이다(이, 1989). 이런 이유로 인위적 환경 변화가 어류에 미치는 영향 조사에서 otter trawl이나 갯후리그물 (beach seine, 지인망)과 같이 비교

적 정량채집이 가능한 능동어구로 저어류의 종 조성 및 양적 변동을 분석하는 경우가 많다(Livingston, 1976; Hillman *et al.*, 1977; Allen, 1982). 온대 연안역 우점 어류는 수온이 높은 봄부터 가을까지 천해역에서 산란을 하고, 유어기까지 성장을 하며, 수온이 낮아지면 수심이 깊은 곳으로 이동하는 것으로 보고되었다(신과 이, 1990; 임과 이, 1990; 이 등, 1997; 문, 1997). 동일한 종이 라도 생활사와 계절에 따라서 서식 수심이 다르기 때문에, 어류 종 조성의 계절 변화를 구체적으로 파악하기 위해서는 수심별 채집이 요구된다.

천수만의 연구 결과에 의하면, 조간대 부근 천해역 소

형 어류나 유어는 갯후리그물로, 저어류는 otter trawl로, 부어류는 강한 조류를 이용하는 정치망이 적합한 채집 기기임이 밝혀졌다(이와 석, 1984; 이, 1989, 1996; 신과 이, 1990; 이 등, 1997).

본 연구해역인 아산만 주변에도 대규모 방조제가 건설되어 저질이 불안정하고, 인근 도시 및 공업시설로부터 오폐수 유입이 증가하여 수질이 악화되고 있어(국립수산진흥원, 1996), 어류 종 조성 변화가 예상된다. Otter trawl로 수집한 저어류 자료 분석 결과 종 조성이 변하고 있어 아산만 환경 변화가 어류에 영향을 미치고 있음이 밝혀졌다(이, 1991, 1993; 이와 김, 1992; 이와 황, 1995). 그러나, 조간대 부근 천해역 어류나 수심에 따른 어류 종 조성의 계절 변동은 아직 연구되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 각 채집 시기마다 조간대 부근 천해역에서는 갯후리그물로, 깊은 곳에서는 beam trawl을 이용하여 어류를 채집하여 수심에 따른 계절별 종 조성 특성을 분석하였다.

## 재료 및 방법

재료는 아산만 입구의 입파도 서쪽 해역(37° 05' ~ 37° 07' N, 126° 30' ~ 126° 32' E)에서 1997년 10월부터 1998년 8월까지 2개월 간격으로 채집하였다(Fig. 1). 수심별 채집을 위해서 수심 1.5 m 이하의 조간대 부근을 정점 1, 수심 5~7 m 내외의 정점 2, 수심 15 m 이상인 곳에 정점 3을 선정하였다. 정점 1에서는 갯후리그물을, 정점 2와 3에서는 beam trawl을 이용하였다. 각 채집

시기마다 조석에 따른 자료 변이를 배제하기 위해서 갯후리그물과 beam trawl 예인이 용이한 사리 3~4일 후에 채집하였다. Fig. 1에 표시한 해도상의 동수심선은 약 최저저조면(approximate lower low water)을 기준으로 하였기 때문에, 실제 채집 때의 수심은 이 보다 약간 깊었다. 각 채집 시기마다 간조 때 조간대에서 갯후리그물로 채집한 후, beam trawl 채집을 실시하였다. 따라서, beam trawl로 채집할 때의 수심은 약 최저저조면보다 약 1.5~2.0 m 정도가 깊었다. 각 조사 때에 휴대용 GPS로 위치를 확인하였고, 그물 예인거리를 측정하였다. Beam trawl로 예인할 때, 어선에 부착된 수심계로 수심을 측정한 결과 정점 2는 채집시 수심이 5~7 m 내외, 정점 3은 15~20 m이었다.

채집에 이용한 갯후리그물은 길이 10 m, 높이 1.5 m, 망목은 5 mm이었다. 조간대 부근 천해역에서는 갯후리그물로 5회 반복 채집하면 한 시기를 대표할 수 있는 자료를 수집할 수 있기 때문에(신과 이, 1990), 정점 1에서는 갯후리그물을 사용하여 각 조사 시기마다 5회 반복 채집하였다. 갯후리그물은 해안선에서 20 m 떨어진 수심 1 m 정도인 곳에 투망한 후 채집 대상지역의 교란을 최소화하면서 해안선에 수직으로 예인하였다. 1회 예인 면적은 200 m<sup>2</sup>이므로, 5회 총 예인 면적은 1,000 m<sup>2</sup>이었다. Beam trawl은 그물 길이가 10 m, 망목은 날개그물이 20 mm, 몸통그물과 자루그물이 10 mm이었고, 4 m 길이의 강철 봉을 양쪽 날개그물 앞에 고정하여 예인할 때 날개그물 입구가 벌어지게 하였다. Beam trawl은 평균 1 km/hr의 속도로 예인하였으며, 채집 정점을 대표할 수 있는 자료를 수집하기 위해서 이(1991)에 따라서 정점마다 매회 30분씩 2회, 총 1시간 동안 예인하였다. 예인 거리는 1 km이었고, 총 예인 면적은 날개그물의 입구 너비인 4 m를 감안할 때 4,000 m<sup>2</sup>이었다.

채집된 재료들은 현장에서 냉장 보관하여 실험실에서 동정한 후, 종별 개체수와 생체량을 측정하였다. 동정에는 정(1977), 윤과 김(1996), Masuda *et al.* (1984), Nakabo *et al.* (1993) 등을 이용하였다. 종다양성지수(H')는 Shannon-Wiener의 종다양성지수를 이용하였다(Shannon and Weaver, 1949). 채집 크기(n)가 다른 정점 1과 2, 3에서 채집 시기별 출현 종 수를 비교하기 위해서 rarefaction method를 적용하여(Sanders, 1968), 예상 출현 종수 [E(Sn), expected number of species]를 Ludwig and Reynolds (1988)의 프로그램을 사용하여 계산하였다. 수심에 따른 계절별 종 조성 변화는 각 조사 시기의 정점 자료를 표본추출단위(sampling unit)로 보고 순위상관계수(rank correlation coefficient)를 이용한 주성분 분석을 Davis(1978)의 프로그램을 사용하여 분석하

Fig. 1. Map showing the sampling site (shaded area) and bottom topography (depth in m).

였다.

## 결 과

### 1. 수온과 염분

각 정점에서 측정된 수온과 염분은 동일 조사 시기에는 큰 차이가 없어 세 정점의 평균값을 Fig. 2에 나타내었다. 1997년 10월에 수온은 18.8°C이었으며, 그 후 차츰 낮아져서 1998년 2월에 3.9°C로 가장 낮았다. 2월부터 수온은 상승하여 8월에 24.1°C로 채집 시기 동안 가장 높았다. 염분은 1997년 10월에 27.0 psu이었고, 1998년 2월에 29.4 psu로 가장 높았다. 장마 직후인 1998년 8월에 21.8 psu로 가장 낮았다.

### 2. 종 조성의 계절 변동

조사 시기 동안에 총 43종이 채집되었으며, 정점 1에서 13종, 정점 2에서 28종, 정점 3에서 30종이 채집되었다(Table 1, Appendix 1, 2, 3). 세 정점에서 공통으로 출현한 종은 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*), 돛양태(*Repomucenus lunatus*), 실고기(*Syngnatus schlegeli*), 돌가자미(*Kareius bicoloratus*), 풀망둑(*Synechogobius hasta*), 청멸(*Thryssa kammalensis*) 6종이었다. 세 정점 모두 출현한 날개망둑은 개체수에서 정점 1에서는 55.7%, 정점 2에서는 38.9%를 차지하여 우점하였고, 정점 3에서는 흰베도라치(*Pholis fangi*)가 26.5%, 쉬쉬망둑(*Chaeturichtys stigmatias*)이 21.7%를 차지하여 우점하였다(Table 1).

생체량에 있어서는 정점 1에서 풀망둑이 55.5%를 차지하여 우점하였고, 다음으로 날개망둑이 20.1%를 차지하였다. 정점 2에서는 돌가자미가 25.1%를 차지하여 우점하였고, 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)가 14.1%, 범가자미(*Verasper variegatus*)가 13.1%, 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)이 13.0% 순이었다. 정점 3에서는 쉬쉬망둑이 19.8%를 차지하여 우점하였고, 쥐노래미가 16.8%, 흰베도라치가 14.0%, 홍어(*Raja kenojei*)가 13.0%순이었다(Table 1).

정점 1에서는 1997년 10월에 5종, 1998년 8월에 8종이 채집되었고 다른 채집 시기에는 3종 이하가 채집되었다(Fig. 2). 정점 2에서도 1997년 10월에 14종, 1998년 8월에 12종이 채집되어 수온이 높을 때 출현 종수가 많았다. 정점 3에서는 1997년 12월에 가장 많은 17종이 채집되었고, 1998년 4월에 14종이 채집되었다. 다른 정점에 비해 정점 3에서는 수온이 낮은 시기에 비교적 출현 종이 많았다.

정점 1에서는 1997년 10월에 33마리가 채집되었고,

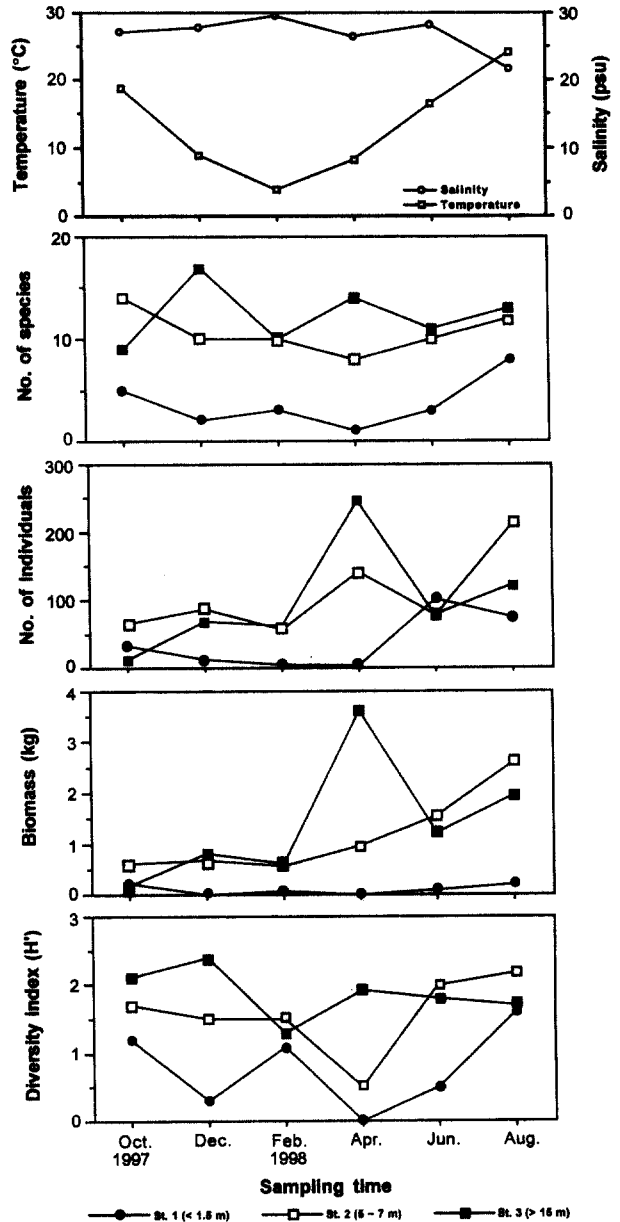


Fig. 2. Bimonthly fluctuations in temperature and salinity, number of species, number of individuals, biomass (per 1,000 m<sup>2</sup> at St. 1, per 4,000 m<sup>2</sup> at St. 2 and St. 3) and species diversity indices (H') of fish collected by beach sein (St. 1) and beam trawl (St. 2 and St. 3) off Ippa Is. from October 1997 to August 1998.

12월, 2월, 4월에는 개체수가 감소하였다(Fig. 2). 1998년 6월과 8월에 개체수가 증가하였는데, 특히 6월에는 날개망둑이 85마리가 채집되어 개체수가 가장 많았다(Appendix 1). 정점 2에서는 1997년 10월부터 1998년 2월까지 개체수는 큰 변동이 없이 100마리 이하로 채집되었다(Appendix 2). 1998년 4월에는 142마리가 채집되

**Table 1.** Comparison of species composition, relative abundance (%) of fish collected at different depths in Asan Bay from October 1997 to August 1998

Species		St. 1 (< 1.5 m)		St. 2 (5~7 m)		St. 3 (> 15 m)	
		N	W	N	W	N	W
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	(날개망둑)	55.7	20.1	38.9	3.5	4.4	0.2
<i>Synechogobius hasta</i>	(폴망둑)	7.5	55.5	1.2	3.5	0.2	0.5
<i>Syngnathus schlegel</i>	(실고기)	1.3	0.1	3.3	0.6	2.7	0.3
<i>Thryssa kammalensis</i>	(청 멸)	1.3	1.9	0.2	0.0	1.5	0.7
<i>Repomucenus lunatus</i>	(돛양태)	0.9	0.2	10.1	2.6	4.4	0.6
<i>Kareius bicoloratus</i>	(돌가자미)	0.4	0.9	3.7	25.1	0.7	2.8
<i>Takifugu niphobles</i>	(복 섬)	16.2	4.7	0.2	0.1		
<i>Acentrogobius pflaumii</i>	(줄망둑)	0.9	0.3	1.2	0.0		
<i>Sillago japonica</i>	(청보리멸)	0.9	3.3	0.2	0.1		
<i>Trachidermus fasciatis</i>	(격정어)	6.1	1.0			0.2	0.2
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	(감성돔)	3.9	4.0				
<i>Mugil cephalus</i>	(승 어)	3.1	5.7				
<i>Hyporhamphus intermedius</i>	(줄공치)	1.8	2.3				
<i>Pagrus major</i>	(참 돔)			7.5	2.7	0.3	0.1
<i>Repomucenus koreanus</i>	(참돛양태)			6.2	4.8	3.2	1.4
<i>Sebastes schlegeli</i>	(조피볼락)			6.1	13.0	3.2	2.7
<i>Pholis fangi</i>	(흰베도라치)			5.6	2.4	26.5	14.0
<i>Hexagrammos otakii</i>	(쥐노래미)			3.6	14.1	4.2	16.8
<i>Sebastes marmoratus</i>	(솜뱅이)			3.4	0.6	10.9	1.3
<i>Platycephalus indicus</i>	(양 태)			1.9	6.8	2.4	5.6
<i>Paralichthys olivaceus</i>	(넙 치)			1.2	2.1	0.5	1.5
<i>Acentrogobius pellidebilis</i>	(점줄망둑)			0.6	0.0	1.4	0.1
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>	(용서대)			0.3	0.6	0.2	0.1
<i>Zoarces gilli</i>	(동가시치)			0.2	0.2	4.1	7.2
<i>Repomucenus valenciennesi</i>	(실양태)			0.2	0.1	0.3	0.3
<i>Limanda yokohamae</i>	(문치가자미)			1.6	1.7		
<i>Verasper variegatus</i>	(범가자미)			0.8	13.1		
<i>Takifugu vermicularis</i>	(매리복)			0.8	1.1		
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	(쥐 치)			0.6	0.3		
<i>Pholis nebulosa</i>	(베도라치)			0.2	0.1		
<i>Ratabulus megacephalus</i>	(봉오리양태)			0.2	0.4		
<i>Takifugu poecilonotus</i>	(흰점복)			0.2	0.3		
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	(위쉬망둑)					21.7	19.8
<i>Cynoglossus joyneri</i>	(참서대)					1.7	3.5
<i>Chirolophis japonicus</i>	(괴도라치)					1.4	2.7
<i>Raja kenoei</i>	(홍 어)					1.0	13.0
<i>Ammodytes personatus</i>	(까나리)					0.8	0.2
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	(두줄망둑)					0.8	0.2
<i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>	(별넙치)					0.3	2.1
<i>Tridentiger barbatus</i>	(아작망둑)					0.3	0.4
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	(도화망둑)					0.2	0.1
<i>Conger myriaster</i>	(봉장어)					0.2	1.0
<i>Liparis tanakai</i>	(꼼 치)					0.2	0.3
Total (%)		100	100	100	100	100	100
No. of species		13		28		30	
Abundance		228	590.7	642	6782.3	589	8642.6

N=number of individuals , W=wet weight

었고, 6월에 감소하였다가 8월에 가장 많은 214마리가 채집되었다. 정점 3에서는 1997년 10월에 가장 적은 12마리가 채집되었고, 1998년 4월에 가장 많은 246마리가

채집되었으며, 6월에 감소하였다가 8월에 개체수가 다시 증가하였다(Appendix 3).

정점 1에서 채집된 개체들은 유어들이 많아 생체량은

적었는데, 1997년 10월에 231.0g, 1998년 8월에 197.0g으로 다른 채집 시기에 비해 생체량이 높았다(Fig. 2). 정점 2에서는 1997년 10월부터 1998년 2월까지 큰 변화가 없었고, 4월부터 생체량은 점점 증가하여 8월에 2607.1g으로 가장 많았다. 정점 3에서는 개체수가 적었던 1997년 10월에 181.1g으로 생체량이 가장 적었고, 12월과 2월에는 큰 변화가 없었다. 1998년 4월에 3623.0g으로 가장 많았고, 6월에는 채집량이 줄었지만 8월에는 다시 생체량이 증가하였다.

정점 1에서는 채집 종수와 개체수가 비교적 많았던 1997년 10월과 1998년 8월에 종다양성지수가 다른 조사시기에 비해 높았다(Fig. 2). 2월에는 3종이 골고루 잡혔기 때문에 종다양성 지수가 높았다. 정점 2에서는 1997년 10월부터 1998년 2월까지 큰 변화가 없었고, 4월에는 날개망둑이 개체수의 89.4%를 차지하여 종다양성지수가 가장 낮았고, 6월과 8월에는 다시 증가하였다. 정점 3에서는 1997년 12월에 종다양성지수가 2.38로 가장 높았고, 1998년 2월에는 흰배도라치가 개체수의

58.1%를 차지하여 다른 조사 시기에 비해 종다양성지수가 가장 낮았다. 4월에 종다양성지수는 다시 증가하다가 6월과 8월에는 다시 감소하여, 정점 3의 종다양성지수는 정점 1과 2와는 계절별로 상반된 경향이였다.

3. 수심별 비교

채집 면적이 서로 다른 각 정점의 출현 종수를 비교하기 위해서 rarefaction method를 이용하여 채집 시기별로 각 정점의 예상 출현 종수  $E(S_n)$ 를 계산한 결과, 정점 1에서는 1998년 8월에  $n(\text{채집크기})=15$ 일 때 6종으로 종이 가장 풍부하였고, 정점 2에서는  $n=40$ 일 때 1997년 12월에 7종, 1998년 8월에 10종으로 여름철에 종이 풍부하였다. 정점 3에서는  $n=40$ 일 때 1997년 12월에 14종, 6월과 8월에 각각 9종으로 겨울철에 종이 풍부한 것으로 계산되어, 수심이 얇은 정점에서는 여름에, 수심이 깊은 정점에서는 겨울에 출현 종수가 많음을 알 수 있었다.

각 수심에서 채집된 전체 어류의 전장 분포(Fig. 3)는 정점 1에서는 50 mm 이하의 어류가 약 150마리로 전체의 66.0%를 차지하였고, 정점 2에서는 30~80 mm 사이의 체장을 갖는 어류가 전체의 약 60.0%를 차지하였고, 정점 3에서는 100~200 mm 사이의 체장 범위에 속하는 어류가 전체의 약 65.0%를 차지하여, 수심이 깊은 정점일수록 큰 어류가 채집되었다.

세 정점에서 1년간 6회씩 채집을 한 총 18개의 표본

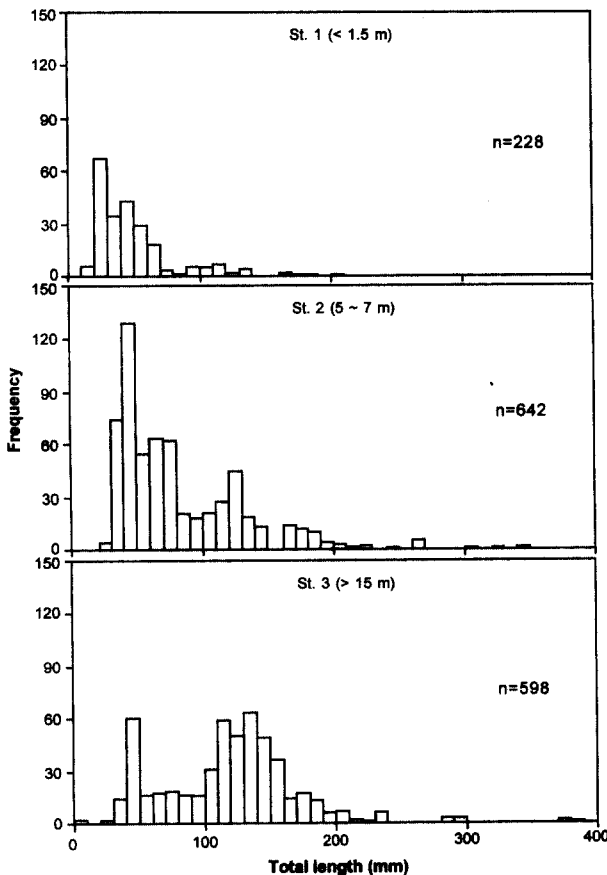


Fig. 3. Frequency distribution of total length (mm) of fish collected during the study at the different stations.

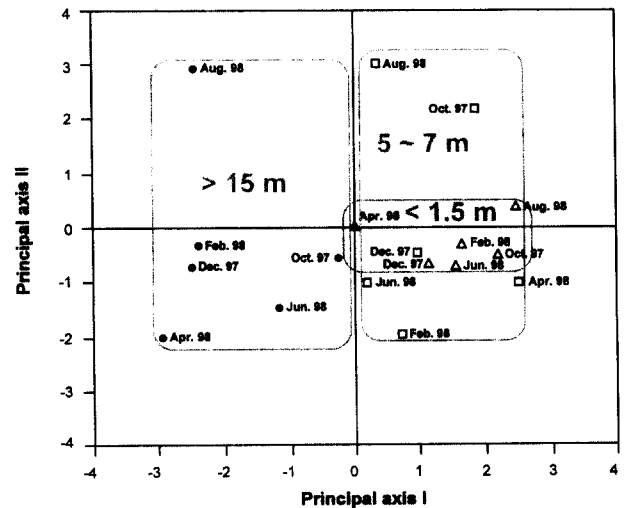


Fig. 4. Scattered diagram showing the sampling time on the I-II principal axis. They are determined by principal component analysis of species composition of fish collected from the 3 stations ( $\Delta$  St. 1,  $\square$  St. 2,  $\bullet$  St. 3 off Ippa Is. from October 1997 to August 1998).

중에서 출현회수가 3회 이상인 종만을 대상으로 순위 상관계수를 이용한 주성분 분석을 하였다. 분석의 결과로 제 I, II, III 성분이 내포하고 있는 분산은 각각 22.1%, 16.8%, 12.5%으로, 세 성분 축이 총 분산의 51.8%를 차지하였다. 제 I 성분 축에는 정점 1, 2의 표본이 조사 시기에 관계없이 양의 범위에 위치하였고, 정점 3의 표본은 음의 범위에 위치하였다(Fig. 4). 제 I 성분 축에 가중치를 준 eigen vector 값에서, 정점 1과 2에서 출현 빈도가 높았던 복섬I(*Takifugu niphobles*), 풀망둑, 날개망둑, 범가자미, 문치가자미 I(*Limanda yokohamae*) 등은 큰 양의 값을 가졌고, 정점 3에서 출현 빈도가 높았던 쉬쉬망둑과 참새대 I(*Cynoglossus joyneri*), 홍어, 흰베도라치 등은 큰 음의 값을 가졌다. 제 I 성분 축에서 정점 1과 2의 표본이 서로 명확하게 구분되어지는 않지만, 정점 3의 표본들과는 잘 구분이 되어져, 수심 약 10m를 경계로 종 조성이 달라지는 것으로 판단된다.

## 고 찰

### 1. 종 조성의 계절변동

세 정점에서 모두 출현한 종은 날개망둑, 돛양태, 실고기, 돌가자미, 풀망둑, 청멸 6종으로 조사 해역의 주거 종들이었다(Table 1). 수심 1.5m 이하의 정점 1에서 출현한 종은 13종으로 다른 정점에 비해 적었고, 주거 종을 제외한 나머지 돌가자미, 복섬, 청보리멸, 줄공치(*Hyporhamphus intermedius*), 줄망둑(*Acentrogobius pflaumii*), 숭어(*Mugil cephalus*), 감성돔(*Acanthopagrus schlegeli*)은 유어들로, 난수기인 6월~10월에 출현하였다. 이 시기에는 주거 종인 날개망둑과 돛양태의 출현도 많아 난수기에 성어들이 산란하기 위해서 또는 유어들이 성장하기 위해서 천해역으로 이동하는 것으로 판단된다.

수심 5m 내외의 정점 2에는 28종이 출현하였는데 정점 1과 마찬가지로 난수기인 8월~10월경에 출현 종이 많았다. 복섬, 줄망둑, 청보리멸(*Sillago japonica*)의 유어가 정점 1에서와 마찬가지로 출현하였다. 정점 2에서는 정점 1에서는 채집되지 않았던 19종이 출현하였는데(Table 1), 이들 중에도 유어의 비율이 높았으며, 출현한 성어의 비율은 상대적으로 낮았다. 특히, 1998년 8월 채집에는 참돔(*Pagrus major*), 썸뱅이(*Sebastiscus marmoratus*), 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*)의 유어들이 처음 출현하였으며, 조피볼락의 유어가 많이 출현하여 전 조사 기간 중 개체수가 가장 많았다. 이들의 산란기를 보면, 참돔은 4~5월경, 조피볼락은 5~6월경, 썸뱅이는 봄철, 쥐치는 늦봄부터 초여름까지 각각 산란기이거나 산출기인 것으로 미루어 볼 때, 봄철에 태어난 이들의

유어가 성장을 하기 위해서 8월경 수심 5m 내외의 지역으로 이동한 것으로 판단된다.

15m 이상의 수심인 정점 3에서는 다른 정점에서 출현하지 않았던 11종이 출현하였고(Table 1), 정점 1, 2에서 유어로 출현하였던 줄망둑, 청보리멸, 감성돔, 숭어, 줄공치와 소수 개체만 채집되었던 복어류, 봉오리양태(*Ratabulus megacephalus*), 베도라치(*Pholis nebulosa*)와 문치가자미, 범가자미의 성어들이 채집되지 않았다. 이 정점에 출현한 11종 중에서 까나리를 제외하고 개체의 크기가 큰 종들이 많았다. 냉수기인 12~4월 사이에 주로 채집된 홍어, 조피볼락, 쉬쉬망둑, 돌가자미, 두줄망둑(*Tridentiger trignocephalus*), 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 점줄망둑(*Acentrogobius pellidebilis*), 참돛양태(*Repomucenus koreanus*), 풀망둑, 꺾정어(*Trachidermus fasciatus*), 까나리(*Ammodytes personatus*), 꼼치(*Liparis tanakai*), 아작망둑(*Tridentiger barbatus*), 피도라치(*Chirolophis japonicus*), 동가시치(*Zoarces gilli*), 실양태(*Repomucenus valenciennei*)는 난수기인 8~10월에는 출현하지 않거나, 채집되었어도 유어가 소량 채집되어, 계절적으로 출현 종들의 차이가 있었다. 즉, 수심 15m 이상인 곳에서는 크기가 큰 주거 종이 주로 서식하며 계절에 따라 어류들이 깊은 곳으로 이동하여 겨울을 보내는 것으로 생각된다.

이상의 결과를 종합해 보면, 수심이 얇은 조건대 부근 천해역(<1.5m)과 5~7m 내외의 지역에서는 난수기에 개체의 밀도가 높고 유어들의 출현 비율이 높은 반면에, 냉수기에는 일부 주거 종만이 출현하였고, 수심 15m 이상인 정점 3에서는 냉수기에 상대적으로 개체의 밀도가 높아, 본 연구 해역에서 어류들은 난수기에 성장을 위해서 얇은 곳으로, 냉수기에는 월동을 위해서 깊은 곳으로 이동하는 것을 알 수 있었다. 유용 어류들의 유어들은 주로 수심 5m 내외의 정점에 난수기에 다수 출현하여 이 해역을 보육장으로 이용하는 것으로 판단된다.

### 2. 기존 자료와의 비교

비교 대상이된 이와 황(1995)의 아산만 저어류 자료는 수심이 15m 이상의 지역에서만 채집하여, 본 연구 정점 3의 결과와 비교하였다. 이와 황(1995)의 자료는 1990년부터 1993까지 아산만 내부 입파도 동쪽 해역에서 계절별로 수집되었고, 연간 출현 종수는 37종, 30종, 21종으로 매년 감소 경향을 보였다. 본 연구에서는 30종이 출현하여(Table 1), 1990~1991년의 37종보다는 적었고, 1992~1993년의 21종보다는 많았다. 단위 면적당 개체수(inds/4,000 m<sup>2</sup>)가 140마리, 102마리, 22마리로 1990년부터 1993년까지 3년 동안은 감소하였는데, 본

연구에서는 99마리였다. 이것은 이와 황(1995)은 망목 24 mm의 otter trawl을 사용한 반면, 본 연구에서는 망목 10 mm의 beam trawl을 사용하여, 24 mm 망목의 그물에 채집되지 않던 작은 종들이 본 연구에서 채집될 수 있기 때문에 근래에 종수가 증가하였다고 보기 어렵다. 입파도 동쪽의 아산만 내부에서 조사가 이루어진 이와 황(1995)의 연구에서는 참서대가 많이 잡혀 개체수와 생물량에서 우점하였고, 채집 해역이 입파도 서쪽 해역인 본 연구에서는 흰베도라치가 많이 채집되어 개체수에서 우점하여 군집 구조의 차이가 있었다. 참서대는 저질이 빨 질인 곳에서 생물량이 많고, 그 유어는 모래질에서도 출현이 많은 반면(이, 1993), 흰베도라치는 모래질인 곳에서 채집되었던 종으로(황, 1989), 두 채집 해역의 저질이 입파도 동쪽의 만 내부는 세립질의 빨로 이루어져 있고, 입파도 서쪽 해역은 모래 질이 우세한 저질로 이루어져 있어(Park and Yoo, 1997), 두 지역의 저질의 차이로 우점종이 다른 것으로 생각된다.

갯후리그물을 이용한 천해역 어류는 대천 해빈(이 등, 1997), 천수만 내부 남당지역(이 등, 1995)에서 조사되었다. 이들 연구에서 사용한 채집 어구는 본 연구에서 사용한 어구보다 길이와 망목이 컸으나, 위에 인용한 두 연구에서 사용한 갯후리그물과 본 연구에 이용한 갯후리그물 두 기기로 어류를 채집하여 종 조성 자료를 비교한 결과 종 조성에는 유의한 차이가 없었다(이, 미발표 자료). 각각의 연구가 서로 다른 시기에 이루어졌고, 채집 횟수도 달라 정량적인 비교는 어렵지만 서로 다른 세 지역의 해파대에서 전체적인 종 조성은 비교할 수 있을 것으로 판단되어 표로 정리하였다(Table 2). 출현 종수는 rarefaction method를 사용하여 채집 크기(n)가 100일 경우를 기준으로 비교하였는데, 본 연구에서는 11종, 대천 해빈에서는 14종, 남당에서는 8종이 출현하는 것으로 계산되었다. 채집 면적을 1,000 m<sup>2</sup>로 환산하였을 때, 개체수 밀도와 생물량의 밀도는 남당, 대천 해빈, 입파도 순서로 감소하여 본 연구 지역이 타 지역에 비해서 생물량이 매우 빈약하다는 것을 알 수 있다. 개체수에서 우점했던 종은 저질이 빨인 남당에서는 얼룩망둑(*Chaenogobius mororanus*)이 전체 84.0%를 차지하였고, 저질이 모래인 대천 해빈에서는 날개망둑이 34.4%를 차지하였으며, 본 연구에서도 날개망둑이 개체수의 55.7%로 우점하여 저질이 모래질인 지역에서 날개망둑의 우점도가 높았다. 빨질인 남당에서는 바닥 가까이에서 머무는 망둑어류, 가자미류, 양태류가 18종(이 등, 1995)으로 전체 출현 종의 48.6%를 차지하였고, 저질이 모래질인 대천에서는 망둑어류와 가자미류가 9종(이 등, 1997)으로 34.6%이어서 남당에 비해 상대적으로 저어류의 비율

**Table 2.** Summary of sampling method, expected number of species (E(Sn)), abundance, species diversity (H') and dominant species of fish collected by beach seine in the different areas of the Yellow Sea

Source	Off Namdang	Off Taechon	Off Ippa Is.
	Lee et al. (1995)	Lee et al. (1997)	This study
Mesh size (mm)	12	12	5
Sampled area (m <sup>2</sup> )	2,500	2,500	1,000
Sediment type E(S <sub>100</sub> )	Mud 8	Sand 14	Sand, Mud 11
Mean density (ind./1,000 m <sup>2</sup> )	1034	58	38
Biomass (g/1,000 m <sup>2</sup> )	1283.2	143.9	98.5
Species diversity (H')	0.15~2.13	0~1.92	0~1.62
Dominant species	<i>C. mororanus</i> (84.0%)	<i>F. gymnauchen</i> (34.4%) <i>L. nuchalis</i> (15.3%)	<i>F. gymnauchen</i> (55.7%) <i>T. niphobles</i> (16.2%)

이 낮았다. 본 연구지역은 모래와 빨이 섞여 있는 저질이었는데, 망둑어류와 가자미류가 5종으로 전체 출현 종의 38.5%를 차지하여 남당에 비해서 상대 출현 종수는 적었고, 대천에 비해서는 높아 저질에 따라서 종 조성의 차이가 나는 것을 알 수 있었다.

## 적 요

1997년 10월부터 1998년 8월까지 2개월 간격으로 아산만 입구 입파도 부근에서 수심 1.5 m 이하인 정점 1에서는 갯후리그물로, 수심 5~7 m인 정점 2와 15 m 이상인 정점 3에서는 beam trawl로 어류를 채집하여 수심에 따른 종 조성의 계절 변동을 분석하였다. 총 43종이 채집되었으며, 정점 1에서 13종, 정점 2에서 28종, 정점 3에서 30종이 채집되었고, 밀도도 수심이 깊어짐에 따라 증가하였다. 정점 1과 2에서는 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*)이 전체 개체수의 55.7%, 38.9%를 차지하였고, 여름철에 출현 종수와 개체수가 많았으며, 대부분이 유어들이었다. 정점 3에서는 흰베도라치(*Pholis fangi*)와 쉬쉬망둑(*Chaeturichthys stigmatias*)이 개체수 면에서 우점하였고, 주로 성어와 크기가 큰 개체들이 채집되었다. 이 정점에서도 난수기에 밀도가 낮았으나, 겨울에 상대적으로 많은 종이 출현하였다. 주성분 분석의 결과 종 조성은 깊은 곳과 얇은 곳이 다르게 나타났다.

전체적으로 아산만 어류는 서해 다른 해역에 비하여 출현 종수와 밀도가 낮았고, 아산만 내에서도 모래벨질인 조사해역의 종 조성은 벨로 구성된 내부해역과도 차이가 있었다.

## 사 사

본 연구의 채집과 자료 분석을 도와준 충남대학교 해양학과 문형태, 신경철, 재료수집을 도와 준 조수남씨에게 감사드립니다. 본 연구는 교육부 학술연구조성비(KIOS-97-M-16)의 지원으로 수행되었음을 밝힙니다.

## 인 용 문 헌

- 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, 646 pp.
- 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. *Estuarine Coastal Mar. Sci.*, 5 : 355~381.
- Livingston, R.J. 1976. Diurnal and seasonal fluctuations of organisms in a north Florida estuary. *Estuarine Coastal Mar. Sci.*, 4 : 373~400.
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology*. Wiley, New York, 337 pp.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Arago, T. Ueno and T. Yoshino. 1984. *The Fishes of the Japanese Archipelago*. Tokai Univ. Press, Tokyo, Text and Plates, 437 pp+370 pls.
- Nakabo, T., M. Aizawa, Y. Anomura, Akihito, Y. Ikeda, K. Sakamoto, K. Sshimda, H. Senou, K. Hatookka, M. Hayashi, K. Hosoya, U. Yamada and T. Yoshino. 1993. *Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species*. Tokai Univ. Press, Tokyo, 1162 pp.
- Park, S.C. and D.G. Yoo. 1997. Bedform distribution and sand transport trend on a subtidal sand ridge in a macrotidal bay west coast of Korea. *J. Korean Soc. Oceanogr.*, 32(4) : 181~190.
- Sanders, H.L. 1968. Marine benthic diversity: A comparative study. *American Naturalist*, 102 : 243~282.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Univ. Illinois Press, Urbana, 117 pp.
- 국립수산진흥원. 1996. 한국 연안어장 환경오염 조사 결과보고서(1989~1994), 255 pp.
- 문형태. 1997. 대천해빈 어류의 종 조성 변화와 우점 종 돌가자미(*Kareius bicoloratus*)의 초기생활사. 충남대학교 석사학위 논문, 46 pp.
- 신민철·이태원. 1990. 대천해빈 쇄파대 어류군집의 계절변화. *한국해양학회지*, 25 : 135~144.
- 윤창호·김익수. 1996. 한국산 멸치과 어류의 분류학적 연구. *한국어류학회지*, 8 : 33~46.
- 이태원. 1989. 천수만 저서성 어류군집의 계절변화. *한국수산학회지*, 22 : 1~8.
- 이태원. 1991. 아산만 저어류. I. 적정 채집 방법. *한국수산학회지*, 24 : 248~254.
- 이태원. 1993. 아산만 저어류. III. 정점간 양적 변동과 종 조성. *한국수산학회지*, 26 : 438~445.
- 이태원. 1996. 천수만 어류의 종 조성 변화. 1. 저어류. *한국수산학회지*, 29 : 71~83.
- 이태원·김광천. 1992. 아산만 저어류. II. 종 조성의 주야 및 계절변동. *한국수산학회지*, 25 : 103~114.
- 이태원·문형태·최신석. 1997. 천수만 어류의 종 조성 변화. 2. 대천 해빈 쇄파대 어류. *한국어류학회지*, 9 : 79~90.
- 이태원·석규진. 1984. 소형정치망 자료에 의한 천수만 어류의 계절에 따른 종 조성 및 양적 변동. *한국해양학회지*, 19 : 217~227.
- 이태원·황선완. 1995. 아산만 저어류. IV. 종 조성의 최근 3년간(1990~1993) 변화. *한국수산학회지*, 28 : 67~79.
- 이태원·황선완·박승윤·조영록·정희정. 1995. 천수만 천해어류 군집구조의 변화. *국립수산진흥원 연구보고*, 49 : 219~231.
- 임양재·이태원. 1990. 천수만 망둑어과(Family Gobiidae) 어류의 계절에 따른 종 조성 변화와 우점종의 생태. *한국어류학회지*, 2 : 182~202.
- 정문기. 1977. *한국어도보*. 일지사, 서울, 727 pp.
- 황선도. 1989. 이석의 미세구조를 이용한 흰베도라치(*Pholis fangi*)의 초기 생활사. 충남대학교 석사학위논문, 60 pp.

Received March 26, 1999

Accepted May 4, 1999



**Appendix 1.** Species composition of fish collected by a beach seine at St. 1 (<1.5 m) from October 1997 to August 1998. N and W represent the number of individuals and biomass in gram per five hauls (1,000 m<sup>2</sup>), respectively

Species	Sampling time	Oct. 97		Dec. 97		Feb. 98		Apr. 98		Jun. 98		Aug. 98		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Favonigobius gymnauc</i>		19	6.6	11	5.0	2	1.1			85	78.2	10	27.9	127	118.8
<i>Takifugu niphobles</i>		3	12.9									34	14.9	37	27.8
<i>Acanthogobius hasta</i>		61	80.4			1	29.5					10	117.8	17	327.7
<i>Trachidermus fasciatus</i>										14	5.8			14	5.8
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>												9	23.4	9	23.4
<i>Mugil cephalus</i>						2	27.6					5	5.8	7	33.4
<i>Hyporhamphus intermedius</i>				1	2.8			3	11.0					4	13.8
<i>Thryssa kammalensis</i>		3	11.5											3	11.5
<i>Syngnathus schlegeli</i>												3	0.7	3	0.7
<i>Acentrogobius pflaumii</i>										2	1.7			2	1.7
<i>Sillago japonica</i>		2	19.6											2	19.6
<i>Repomucenus lunatus</i>												2	1.1	2	1.1
<i>Kareius bicoloratus</i>												1	5.4	1	5.4
Total		33	231.0	12	7.8	5	58.3	3	11.0	101	85.7	74.0	197.0	228	590.7
No. of species		5		2		3		1		3		8		13	
Species diversity (H')		1.23		0.29		1.05		0		0.50		1.62			

N=number of individuals, W=wet weight

**Appendix 2.** Species composition of fish collected by a beam trawl at St. 2 (5~7 m) from October 1997 to August 1998. N and W represent the number of individuals and biomass in gram per five hauls (1,000 m<sup>2</sup>), respectively

Species	Sampling time	Oct. 97		Dec. 97		Feb. 98		Apr. 98		Jun. 98		Aug. 98		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Favonigobius gymnauc</i>		35	24.4	44	31.6	4	2.8	127	68.8	14	31.2	26	81.2	250	240.0
<i>Repomucenus lunatus</i>		8	16.5	9	22.0	6	14.7	3	6.3	5	42.8	34	72.2	65	174.3
<i>Pagrus major</i>												48	186.2	48	186.2
<i>Repomucenus koreanus</i>				18	58.5			2	5.9	20	262.8			40	327.2
<i>Sebastes schlegeli</i>				1	13.1					2	112.0	36	757.9	39	883.0
<i>Pholis fangi</i>				1	2.2	32	123.5		3	33.9				36	159.5
<i>Kareius bicoloratus</i>				5	499.6	7	127.9	2	516.7	10	560.7			24	1704.9
<i>Hexagrammos otakii</i>		4	148.8			1	28.4			8	161.7	10	617.2	23	956.2
<i>Sebastiscus marmoratus</i>												22	39.4	22	39.4
<i>Syngnathus schlegeli</i>				1	0.1					14	31.1	6	12.2	21	43.4
<i>Platycephalus indicus</i>		2	60.4									10	402.8	12	463.2
<i>Limanda yokohamae</i>		2	38.2					2	11.9			6	62.8	10	112.9
<i>Acanthogobius hasta</i>		1	93.1		1	83.0						6	58.2	8	234.2
<i>Acentrogobius pflaumii</i>				6	2.3			2	0.3					8	2.6
<i>Paralichthys olivaceus</i>		1	15.0	1	37.5							6	89.9	8	142.4
<i>Takifugu vermicularis</i>		5	73.3											5	73.3
<i>Verasper variegatus</i>		1	47.5			1	172.4	2	354.9	1	312.3			5	887.1
<i>Acentrogobius pflaumii</i>						2	2.0	2	0.6					4	2.6
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>												4	21.7	4	21.7
<i>Cynoglossus abbreviat</i>		2	40.8											2	40.8
<i>Pholis nebulosa</i>						1	4.3							1	4.3
<i>Ratabulus megacephalu</i>		1	25.7											1	25.7
<i>Repomucenus valencienni</i>										1	10.0			1	10.0
<i>Sillago japonica</i>		1	6.0											1	6.0
<i>Takifugu niphobles</i>		1	7.0											1	7.0
<i>Takifugu poecilonotus</i>		1	21.0											1	21.0
<i>Thryssa kammalensis</i>				1	1.9									1	1.9
<i>Zoarces gilli</i>						1	11.6							1	11.6
Total		65	617.7	87	668.7	56	570.5	142	965.3	78	1558.5	214	2607.1	642	6782.3
No. of species		14		10		10		8		10		12		28	
Species diversity (H')		1.73		1.51		1.49		0.54		1.97		2.18			

N=number of individuals, W=wet weight

**Appendix 3.** Species composition of fish collected by a beam trawl at St. 3 (> 15 m) from October 1997 to August 1998. N and W represent the number of individuals and biomass in gram per five hauls (1,000 m<sup>2</sup>), respectively

Species	Sampling time	Oct. 97		Dec. 97		Feb. 98		Apr. 98		Jun. 98		Aug. 98		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Pholis fangi</i>		2	11.4	13	40.8	36	129.3	70	654.6	35	376.1			156	1212.2
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>				16	113.1	16	298.8	90	1277.0			6	18.8	128	1707.8
<i>Sebastes marmoratus</i>												64	113.3	64	113.3
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	2	1.4	6	3.3	2	0.3	14	9.5	2	1.5				26	15.9
<i>Repomucenus lunatus</i>	1	2.7	7	12.9	1	2.7			1	11.9	16	19.3	26	49.6	
<i>Hexagrammos otakii</i>	2	55.4	5	188.5	1	53.6	12	594.3	3	207.4	2	351.6	25	1450.7	
<i>Zoarces gilli</i>							20	476.9	4	148.6			24	625.5	
<i>Repomucenus koreanus</i>			5	20.9			6	33.4	8	69.5			19	123.8	
<i>Sebastes schlegeli</i>			2	28.8	1	17.1	4	123.9			12	60.7	19	230.5	
<i>Syngnathus schlegeli</i>	1	0.2								13	23.4	2	5.4	16	29.1
<i>Platycephalus indicus</i>			1	0.4			2	5.2	3	280.7	8	199.2	14	485.5	
<i>Cynoglossus joyneri</i>			2	28.5	1	28.4	4	129.5	1	18.8	2	93.8	10	299.0	
<i>Thryssa kammalensis</i>	1	6.9	1	3.0					7	54.3			9	64.2	
<i>Acentrogobius pellidebilis</i>			2	1.2			6	6.8					8	8.0	
<i>Chirolophis japonicus</i>							8	232.5					8	232.5	
<i>Raja kenoei</i>			2	163.4			2	49.4			2	914.3	6	1127.1	
<i>Ammodytes personatus</i>					1	5.8	4	11.2					5	17.0	
<i>Tridentiger trignocephalus</i>			1	2.2			4	18.7					5	21.0	
<i>Kareius bicoloratus</i>			2	36.8							2	208.2	4	245.0	
<i>Paralichthys olivaceus</i>			1	90.9							2	36.56	3	127.5	
<i>Repomucenus valenciennesi</i>									2	30.2			2	30.2	
<i>Tridentiger barbatus</i>					2	37.0							2	37.0	
<i>Pagurs major</i>											2	8.5	2	8.5	
<i>Pseudorhombus cinnamoneus</i>											2	184.5	2	184.5	
<i>Acanthogobius hasta</i>			1	45.0									1	45.0	
<i>Amblychaeturichthys hexan</i>	1	9.0											1	9.0	
<i>Conger myriaster</i>	1	84.3											1	84.3	
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>	1	9.8											1	9.8	
<i>Liparis tanakai</i>					1	28.5							1	28.5	
<i>Trachidermus fasciatus</i>			1	20.8									1	20.8	
Total		12	181.1	68	800.5	62	601.5	246	3623.0	79	1222.3	122	2214	589	8642.6
No. of species		9		17		10		14		11		13		30	
Species diversity (H')		2.14		2.38		1.29		1.88		1.80		1.70			

N=number of individuals, W=wet weight