

淺水灣 망둑어과(Family Gobiidae) 魚類의 季節에 따른 種組成 變化와 優點種의 生態

任洋宰 · 李泰源

忠南大學校 海洋學科

1984년 9월에서 1986년 8월 사이 천수만의 천해역에서는 지인망으로, 수심이 깊은 곳에서는 otter trawl로 망둑어류를 채집하여 계절에 따른 종 조성 변화를 분석하고, 주 어종의 연령 및 체장조성을 이용하여 그 생태를 추정하였다.

조사기간동안 총 14종의 망둑어류가 출현하였으며, 수심이 깊은 곳보다 천해역에서 망둑어류의 밀도가 높았다. 조사기간 동안 채집된 어류 가운데 망둑어류는 펄질과 모래질 쇄파대에서 각각 39%와 66%를 차지하였다. 망둑어류는 배지느러미가 흡반모양으로 변형되었고, 새조골도 발달하여 다른 어류가 서식하기 어려운 파도작용에 의하여 해수의 유동이 크고 혼탁도가 높은 쇄파대에 적응하여 이 환경의 이점을 이용하여 우점하는 것으로 추정된다.

얼룩망둑(*Chaenogobius mororanus*)은 쇄파대, 특히 펄질쇄파대를 우점하였으며, 산란기인 봄철에 성어가 대량 출현하였고 여름에서 가을 사이 유어가 채집되었다. 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*)은 모래질 및 펄질 천해역에 연중 출현하였고, 모래질 쇄파대에서 상대적으로 우점도가 높았다. 풀망둑(*Acanthogobius hasta*)의 유어는 여름에서 가을 사이 천해역을 보육장으로 이용하고 성장하면서 수심이 깊은 곳으로 이동하는 것으로 판단된다. 쉬쉬망둑(*Chaturichthys stigmatias*)은 천해역에서는 거의 채집되지 않았고 otter trawl에만 채집되어 수심이 깊은 곳에서 주로 서식하는 것으로 보인다.

緒 論

망둑어과(Family Gobiidae) 어류는 농어목에 속하며, 연안의 천해역과 기수역에 주로 서식하고, 대부분이 크기가 100mm 이하인 소형저서성어류이다. 망둑어과 어류는 천해의 복잡한 환경에 적응하여 형태가 다양하여 지금까지 세계에 2,000여종이 보고된, 어류 가운데 가장 큰 분류군 중의 하나이다(Nelson, 1984). 한반도에서는 담수, 기수 및 천해역에 40여종이 분포하는 것으로 알려져 있으며(최 등, 1984; 김 등, 1987), 망둑어과 어류의 분류학적 연구는 오래전부터 수행되어 오고 있다.(Jordan and Snyder, 1901; Regan, 1908; Mori, 1952; Arai, 1970; Kim and Lee, 1986, 김 등, 1986, 1987).

한반도 주변에 출현하는 망둑어에 대한 생태학적 연구는 풀망둑의 성장, 먹이, 체장-체중 상관관계(백, 1969, 1970), 말뚝망둥어의 하기 생활양식(유, 이, 1979), 점망둑의 생식기구(백, 이, 1985) 및 문절망둑의 생태(김, 정, 1986) 연구 등이 수행 되었을 뿐이다. 천수만 주변 어류군집을 연구하는 과정에서 망둑어는 출현종수가 많고 계절에 따라 우점도가 높은 것으로 알려져 있어(Lee and Seok, 1884; 신, 1986; Lee, 1988), 서해 천해역에서는 어류군집에서 중요한 위치를 차지하는 어류임에도 불구하고 아직 이에 대한 생태적 연구가 수행되지 않고 있다.

본 연구에서는 천수만의 조간대 부근 천해역과 수심이 깊은 곳에 정점을 선정하여 계절에 따른 망

둑어과 어류의 출현 양상을 비교하고, 주요종의 계절에 따른 양적 변동, 체장 분포, 연령 분포를 분석하고 주 서식처와 생활사에 따른 이동 양상 등의 생태를 구명하고자 한다.

材料 및 方法

망둑어의 서식처에 따른 분포를 비교하기 위하여 수심에 따라 조간대부근의 천해역과 만의 비교적 수심이 깊은 저서계로 나누고, 천해역에서는 다시 저질에 따라 모래질과 펄질, 저서계에서는 만입구와 만내부에 조사정점을 선정하였다(Fig. 1). 모래질 쇄파대인 정점 1은 대천해수욕장으로 상부조간대는 모래입자의 크기가 크고 조간대하부는 입자크기가 작았다. 정점 2는 만 내부의 남당리 앞으로 저질은 펄질이었으며, 정점 1에 비하여 경사가 완만하고 사리 때 조간대의 폭은 800mm 정도에 달하였다. 저서계의 정점 3은 만입구의 대천항과 송도 사이로 저질은 펄이 섞인 모래이었고 수심은 10-15mm이었다. 내만의 정점 4는 남당리와 죽도 사이로 수심과 저질은 정점 3과 유사하였다.

천해역의 자료는 정점 1에서는 1984년 9월에서 1985년 8월까지, 정점 2에서는 1985년 9월에서 1986년 8월까지 월별로 저인망을 이용하여 수집하였다. 채집에 사용한 저인망은 폭 30m, 높이 2.5m이었으며, 망목(stretched mesh size)은 12mm이었다. 채집은 해안선에서 20m 떨어진, 수심이 1-1.5m인 곳에 투망하여 해안선에 수직으로 예인하였다. 예인시 저인망은 폭이 약 25m 벌어지기 때문에 1회 예인 면적은 약 500m²에 해당된다. 각 조사시기별로 유의한 종조성 재료를 수집하기 위하여 사리 간조 때를 중심으로 2시간 간격으로 5회 채집하였다(신, 1986).

저서계의 자료는 1986년 3월부터 11월까지 격월로 otter trawl을 이용하여 수집하였다. 채집에 이용한 otter trawl은 날개그물이 7m, 자루그물이 12m, 망목은 날개그물과 자루그물이 각각 14mm, 12mm이었다. 채집은 각 정점에서 조류를 따라 20분간 시속 약 3kg/hr로 예인 하였으며, 각 정점에서 2회씩 채집하였다. 예인시 망의 입구는 약 3m 벌어지기 때문에 1회 예인면적은 3,000m²에 해당된다.

채집된 시료는 냉장시켜 실험실로 운반하여, 동정하여 종별로 개체수와 생체량을 구하고, 우점종은 각 개체의 체장을 측정하고 연령 사정을 위하여 이석을 추출하였다. 또, 얼룩망둑의 경우는 산란기를 추정하기 위하여 생식소를 추출하였다. 쇄파대 어류군집 자료는 신, 이(1990)와 이(1988), 저서계 자료는 이(1989)에 의하여 분석되어 보고되었기 때문에 본 연구에서는 그 가운데 망둑어과 어류의 재료만을 이용하였다. 망둑어과 어류의 동정에는 정(1977), 김 등(1986, 1987)을 이용하였다. 계절에 따른 종 조성을 비교, 분석하기 위하여 각 조사시기에 채집된 어류를 합하여, 즉, 쇄파대 자료는 5회의 채집 면적인 2,500m²로, 저서계는 2회 채집면적인 6,000m²로 통일하여 표시하였다.

연령사정을 위하여 채취한 이석은 Lee(1982)의 방법에 따라 5% KOH용액으로 표면의 유기물을 제거한 후, slide glass의 한 면에 약 2mm두께의 paraffin을 입히고 3mm×3mm정도의 구멍을 파서 이석의 볼록한 부분이 아래를 향하도록하여 canada balsam으로 고정, 해부현미경하에서 관찰하였다. 이렇게 준비된 망둑어의 이석은 비교적 투명대와 불투명대의 구분이 용이하였다. 일반적으로 온대어류 이석에는 성장이 빠른 따뜻한 계절에는 불투명대가 형성되고 성장이 느리거나 멈추는 겨울에는 투명대가 형성되는 것으로 알려져 있기 때문에, 투명대의 수로 부터 각 개체가 지난 겨울의 수, 즉, 연령을 측정하였다.

산란기를 추정하기위한 생식소숙도지수(Gonosomatic Index; GSI)는

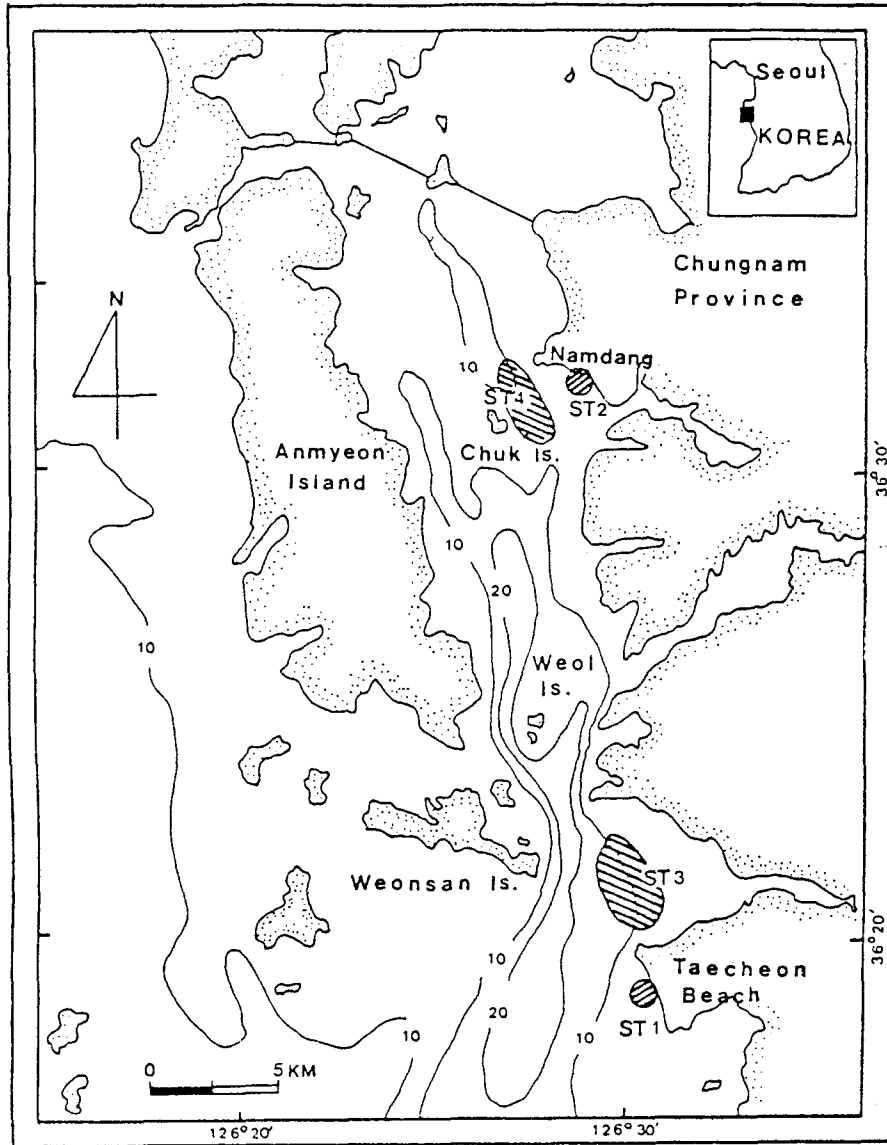


Fig. 1. Map showing the bottom topography (depth in m) and the sampling sites (shaded area) in Cheonsu Bay.

$$GSI = \frac{\text{생식소무게 (g)}}{\text{체중 (g)}} \times 100$$

에 의하여 산출하였다.

結 果

1. 種組成

1.1. 淺海域

조사기간 동안 전 조사정점에서는 14종이 출현하였으나(Appendix I), 모래질 쇄파대(정점 1)에서는 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*), 얼룩망둑(*Chaenogobius mororanus*), 풀망둑(*Acanthogobius hasta*) 및 두줄망둑(*Tridentiger trigonocephalus*)의 4종이 출현하였고, 조사기간동안 1,569개체, 2,355.9g이 채집되었다(Table 1). 계절에 따른 출현종 수는 2월에는 한 종의 망둑어도 채집되지 않았으며, 다른 각 조사시기에 2-3 종씩 출현하였다(Fig. 2). 출현빈도에서 날개망둑은 2월을 제외한 11개월 동안 계속 출현한 주거종(resident species)으로, 조사기간동안 채집된 망둑어를 포함한 전체 어류 개체수의 29.6%를 차지하는 최우점종이었다. 얼룩망둑은 6개월간 출현하였으며, 전체 어류 개체수의 8.6%를 차지하여 5번째로 많은 개체수를 차지하였다. 풀망둑은 여름에서 가을 사이 소형 유어들만이 출현하여 계절에 따른 회유종(migrant species)으로 판단된다.

계절에 따른 출현 개체수는 9월에서 12월까지의 수십 개체로 쇄파대에 출현한 전체 어류에서 차지하는 비중도 낮았다(Fig. 2). 12월 이후 개체수는 감소하였지만 2월을 제외하고는 다음해 7월까지 망둑어류는 쇄파대 어류의 90%이상을 우점하였다. 3월 이후 수온이 상승하며 개체수와 생체량은 증가하여 6월에는 최대값 614개체, 1088.6g이 채집되었다. 봄에서 초여름 사이의 이러한 우점도는 날개망둑과 얼룩망둑의 성어가 대량 출현한데에 기인되었다.

펄질인 정점 2에서는 조사기간동안 망둑어과 어류가 14종, 8,126개체, 13,573g이 채집되어(Table 2), 모래질 쇄파대에 비하여 출현양도 많고 채집된 전체 어류에서는 큰 비중을 차지하였다. 출현빈도에서는 얼룩망둑과 날개망둑이 연중 계속 출현하는 주거종이었고, 풀망둑과 두줄망둑이 8개월, 실망둑(*Cryptocentrus filifer*)이 7개월간 출현하였다. 일년동안 출현한 망둑어를 포함한 전체 어류 가운데 망둑어류가 66%를 차지하여 우점하였다. 그 가운데에 얼룩망둑은 일년간 채집된 어류 개체수의 56.5%를 차지하는 최우점종이었고 날개망둑이 9.5%, 실망둑이 5.2%, 풀망둑이 4.3%를 차지하여 우점 순위 2, 4, 5번째이었다. 우점순위 2번째로 7.1%를 차지한 줄공치(*Hemiramphus curmeus*) 이외에 5번째까지 망둑어과 어류가 주를 이루어 펄질 쇄파대의 어류군집에서 망둑어류는 중요한 역할을 함을 알 수 있다.

Table 1. Species composition of gobiid fish collected by a beach seine at Taechon sand beach (St. 1) from September 1984 through August 1985. N and W represent the number of individuals and biomass in grams per 5 hauls (2,500 m²), respectively

Species	Sept.		Oct.		Nov.		Dec.		Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.		
	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 hasta</i>	11	223.3	2	46.2			1	50.0													4	7.0	10	184.0	
<i>Chaenogobius mororanus</i>							1	1.0					5	8.0	1	1.5				39	17.4	297	277.5	2	1.7
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	11	15.0	35	31.6	43	33.3	10	6.7	2	2.2			12	4.4	157	95.1	331	244.6	575	1071.2	11	21.4	5	6.7	
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>															3	5.1	1	1.0							
Total	22	238.3	37	77.8	43	33.3	12	57.7	2	2.2	0	0.0	17	12.4	161	101.7	332	245.6	614	1088.6	312	305.9	17	192.4	

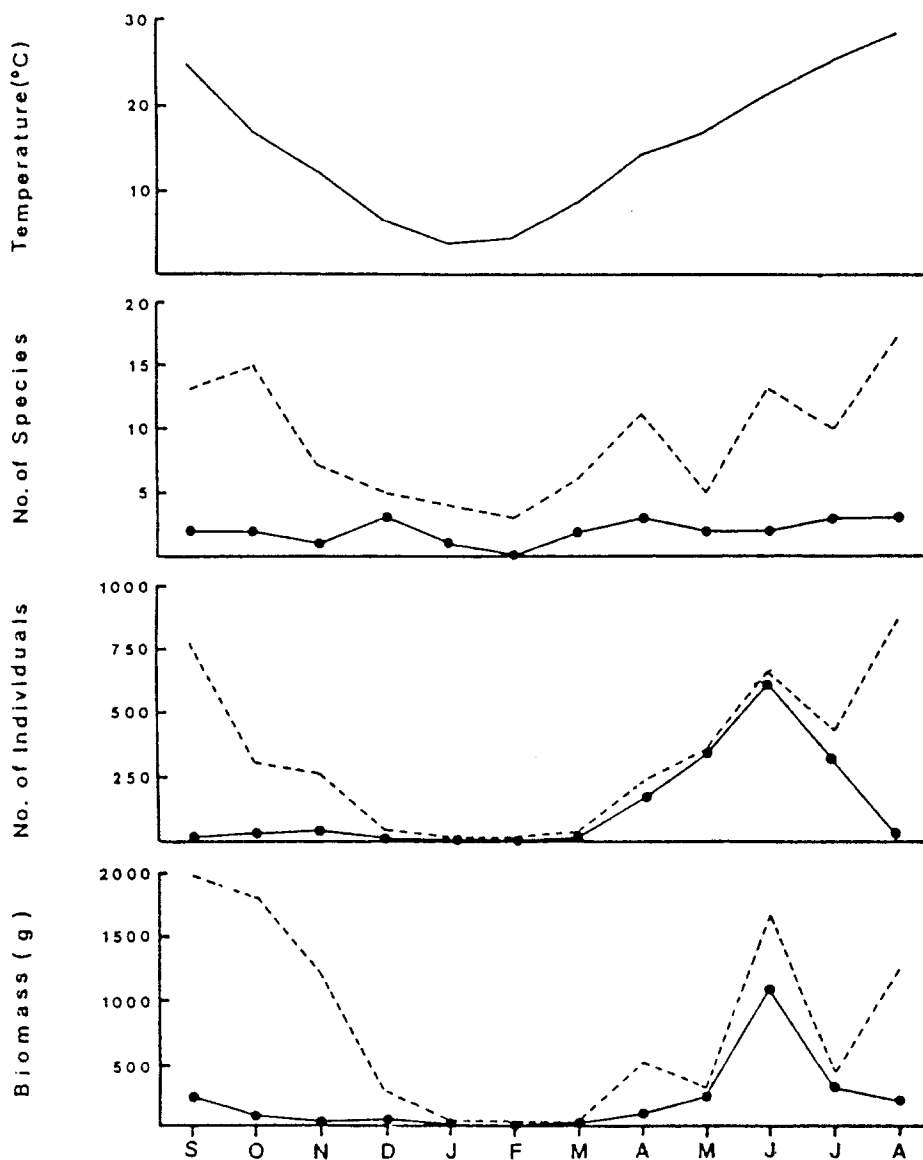


Fig. 2. Monthly variations of water temperature, numbers of species and individuals, and biomass of gobiid (continuous line) and total fishes (dotted line) collected by a beach seine at Taecheon sand beach (St.1) from September 1984 through August 1985.

9월에는 4종, 130개체가 채집되었으며, 대형어인 풀망둑이 우점하여 생체량은 상대적으로 큰 1, 479.2g이 관찰되었다(Table 2). 10월에서 11월 사이에는 풀망둑의 수가 상대적으로 줄어들고 얼룩 망둑의 우점하여 개체수는 9월에 비하여 증가하였으나, 생체량은 감소하였다(Fig. 3). 9월에서 11월 사이 가을동안에 채집된 어류는 유어로 구성되어 있었다. 수온이 낮아진 12월에서 2월사이의 겨울동

淺水灣 망둑어과 (Family Gobiidae) 魚類의 季節에 따른 種組成 變化와 優點種의 生態

안에는 12월에 풀망둑이 2개체 채집된 이 외에는 주거종인 얼룩망둑과 날개망둑 만이 출현하였고 개체수는 50개체 미만이었으며 생체량도 70g이하의 낮은 값이 관찰되었다. 3월 이후 수온이 상승하면서 출현종수, 개체수 및 생체량이 증가하였다. 이 시기에는 얼룩망둑이 우점하였으며, 날개망둑과 실망둑도 비교적 많은 양이 채집되었고, 주로 성어로 구성되어 있었다. 5월에는 2,497개체, 3674.0g이 채집되어 연중 가장 많은 망둑어류가 채집되었다. 6월부터 얼룩망둑이 양적으로 감소하여 7월에는 비교적 낮은 개체 수와 생체량이 관찰되었고 8월에는 다시 증가하였다. 6월부터 성어의 수가 급격히 감소하였으며 7월부터는 유어가 증가하기 시작하여 이 시기는 봄에 산란을 마친 대부분의 성어가 사망하고 유어가 지인망에 가입되기 시작하는 시기로, 7월에 상대적으로 낮은 값이 관찰되며 8월부터 유어가 지인망에 대량으로 채집되어 양적으로 증가하는 것으로 판단된다.

Table 2. Species composition of gobiid fish collected by a beach seine at Namdang mud flat (St. 2) from September 1985 through August 1986. N and W represent the number of individuals and biomass in grams per 5 hauls (2,500 m²), respectively

Species	Sept.		Oct.		Nov.		Dec.		Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.			
	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 flavimanus</i>													1	5.8			50	76.7	40	92.1	5	10.0				
<i>Acanthogobius hasla</i>	102	1444.6	47	613.6	5	38.5	2	16.0							2	42.0			95	284.8	120	888.0	67	112.3		
<i>Acanthogobius lactipes</i>																						5	13.1			
<i>Acentrogobius pflaumi</i>																	1	2.1			3	1.2	117	37.4		
<i>Apocryptodon madurensis</i>																					1	0.8				
<i>Chaenogobius mororanus</i>	12	13.1	322	354.7	549	668.0	19	30.1	16	25.1	12	17.8	340	472.6	533	729.8	2142	3210.3	611	840.4	42	68.1	1230	1325.0		
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>															2	10.9										
<i>Chasmichthys dolicognathus</i>																					10	13.6	2	2.0	2	1.4
<i>Cryptocentrus filifer</i>			1	5.9									17	17.8	300	226.7	74	58.6	20	36.1	17	32.0	109	162.4		
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	14	19.8	31	30.3	71	30.7	17	16.8	9	7.3	9	7.4	63	61.8	250	423.5	222	311.1	108	174.7	65	134.5	115	206.5		
<i>Mugilogobius abei</i>																					1	0.8				
<i>Periophthalmus cantonensis</i>	2	1.7																								
<i>Trianopogon barbatus</i>													1	5.5							1	2.9				
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>			1	3.0	1	1.0							33	42.6	12	10.6	8	15.2	13	23.1	5	11.5	29	28.2		
Total	130	1479.2	402	1007.5	626	738.2	38	62.9	25	32.4	21	25.2	455	606.2	1099	1443.5	2497	3674.9	908	1469.4	264	1160.4	1669	1873.3		

1. 2. 底棲系

만입구의 조사정점 3에서는 5종, 83개체, 2,979.5g의 망둑어류가 채집되었으며, otter trawl로 채집된 전체 어류군집에서 망둑어가 차지하는 비중도 쇄파대에 비하여 낮았다(Fig. 4). 출현종은 필질 천해역에서 출현하던 종으로 구성되어 있었으며, 풀망둑이 3월에 대량 출현한 이외에 다른 종의 출현 계절은 천해역과 큰 차이를 보이지 않았다. 3월에는 68개체, 2,696.6g이 채집되어 조사 기간 중 가장 많은 출현량을 나타내었다(Table 3). 이 시기에는 풀망둑이 46개체가 채집되어 우점하였으며, 천수만 근해에서 채집된 망둑어과 어류 가운데 가장 큰 어류로, 특히, 이 때에 채집된 개체는 성

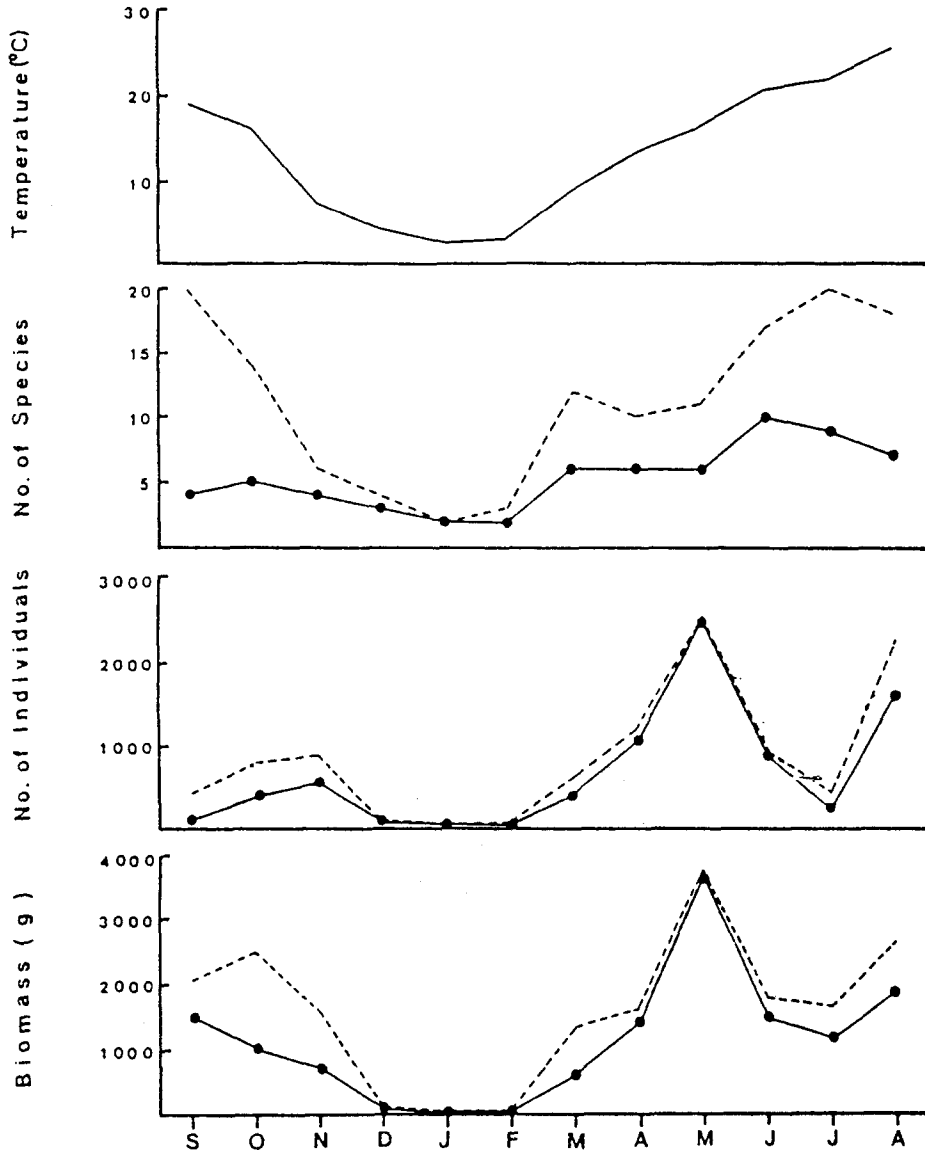


Fig. 3. Monthly variations of water temperature, numbers of species and individuals, and biomass of gobioid (continous line) and total fishes (dotted line) collected by a beach seine at Namdang mud flat (St. 2) from September 1985 through August 1986.

어로 구성되어 있어 생체량은 2,567.9g에 달하였다. 5월 이후는 1-5개체의 망둑어류가 채집되었다.

만내부에서 otter trawl로 채집된 망둑어과 어류는 7종, 239개체, 1319.0g이 채집되어 (Table 4) 만입구보다는 다양하였으나, otter trawl로 채집된 전체 어류군집에서 차지하는 비중은 쇄파대에 비하여 역시 낮았다 (Fig. 5). 출현종수, 개체수 및 생체량은 3월에서 5월사이 비교적 높은 값을 보이고

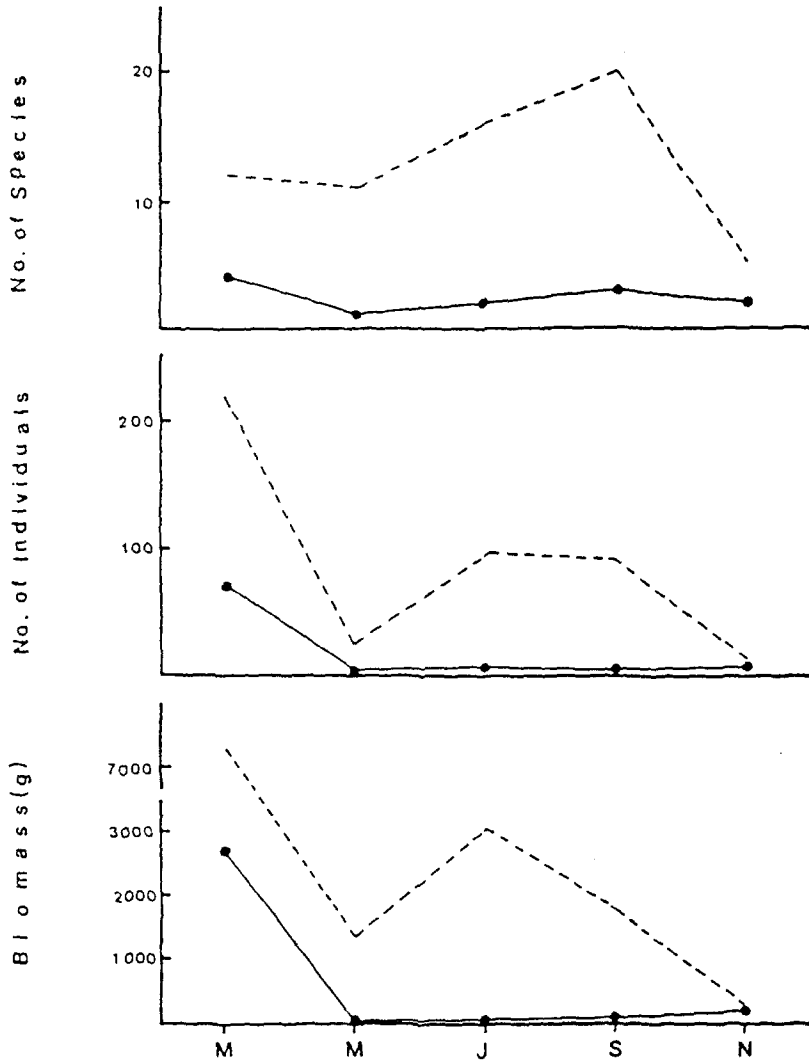


Fig. 4. Bimonthly variations of numbers of species and individuals, and biomass of gobiid (continuous line) and total fishes (dotted line) collected by an otter trawl from at the bay mouth (St. 2) from March through November 1986.

Table 3. Species composition of gobiid fish collected by an otter trawl at the bay mouth (St. 3) from March through November 1986. N and W represent the number of individuals and biomass in grams per 2 hauls (6,000 m²), respectively

Species	Mar.		May		Jul.		Sept.		Nov.	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	2	8.6								
<i>Acanthogobius hasta</i>	46	2567.9					1	63.5	3	174.6
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	2	9.8			1	3.7	1	7.8		
<i>Cryptocentrus filifer</i>			1	5.2	4	18.6	2	5.8	2	3.7
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	18	110.3								
Total	68	2696.6	1	5.2	5	22.3	4	77.1	5	178.3

Table 4. Species composition of gobiid fish collected by an otter trawl at the inner bay (St. 4) from March through November 1986. N and W represent the number of individuals and biomass in grams per 2 hauls (6,000 m²), respectively

Species	Mar.		May.		Jul.		Sept.		Nov.	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	2	12.6	1	3.4						
<i>Acanthogobius hasta</i>	4	513.4								
<i>Chaenogobius mororanus</i>	2	2.4								
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	52	215.2	44	205.3	1	3.7	1	4.4	2	24.7
<i>Cryptocentrus filifer</i>	24	50.4	81	179.8	4	13.8	1	1.9		
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	2	2.8	3	7.9						
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	12	63.0	3	14.4						
Total	98	859.7	132	410.8	5	17.4	2	6.3	2	24.7

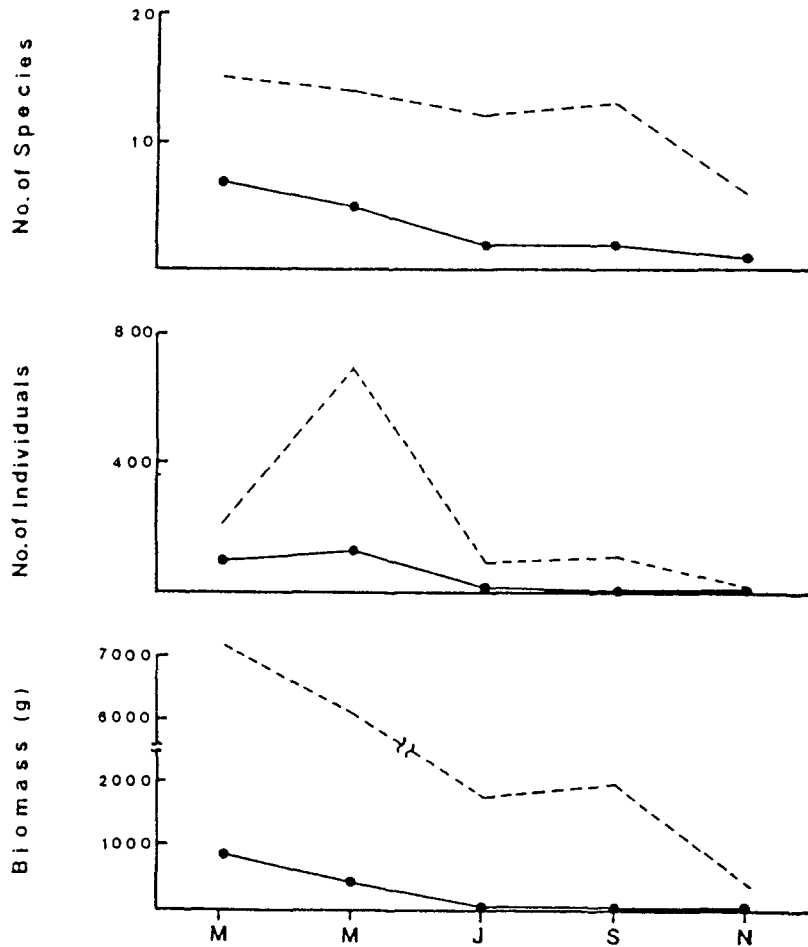


Fig. 5. Bimonthly variations of numbers of species and individuals, and biomass of gobiid (continuous line) and total fishes (dotted line) collected by an otter trawl from at the inner bay(st. 4) from March through November 1986.

7월 이후는 5개체 미만이 채집되었다. 출현종은 만입구에서 채집된 5종에 쇠파대를 우점하던 날개망둑과 얼룩망둑이 소수 개체씩 출현하였다. 쉬쉬망둑(*Chaturichthys stigmatias*)과 실망둑은 각각 5회와 6회 출현하여 주거종으로 판단되며, 특히, 쉬쉬망둑은 천해역에서는 필질정점에서 4월에 2개체만이 출현하였으나, 저서계에서는 양적으로 우점하였고 봄에 성어가 대량 출현하였다.

2. 主魚種의 生態

2.1. 얼룩망둑

얼룩망둑은 모래질 쇠파대에서는 봄에서 여름 사이에 출현하였고(Table 1), 만의 수심이 깊은 곳에서는 만 내부정점에서 소수 개체만이 출현하였지만, 필질 천해역에서는 연중 계속 출현하며 가장 우점도가 높았던 어류로(Table 2), 필질 천해역 부근을 주 거거지로하는 어류로 판단된다. 이 정점에서 겨울동안에는 소수 개체만이 출현하였으나 3월부터 증가하여 5월에는 예인면적 2,500m²당 2,142개체, 3,210.3g이 채집되어 최대값을 보였고, 6월부터 감소하여 7월에는 42개체만이 채집되었다(Fig. 6). 8월에는 다시 양적으로 증가하여 가을까지 비교적 높은 개체수를 보였다.

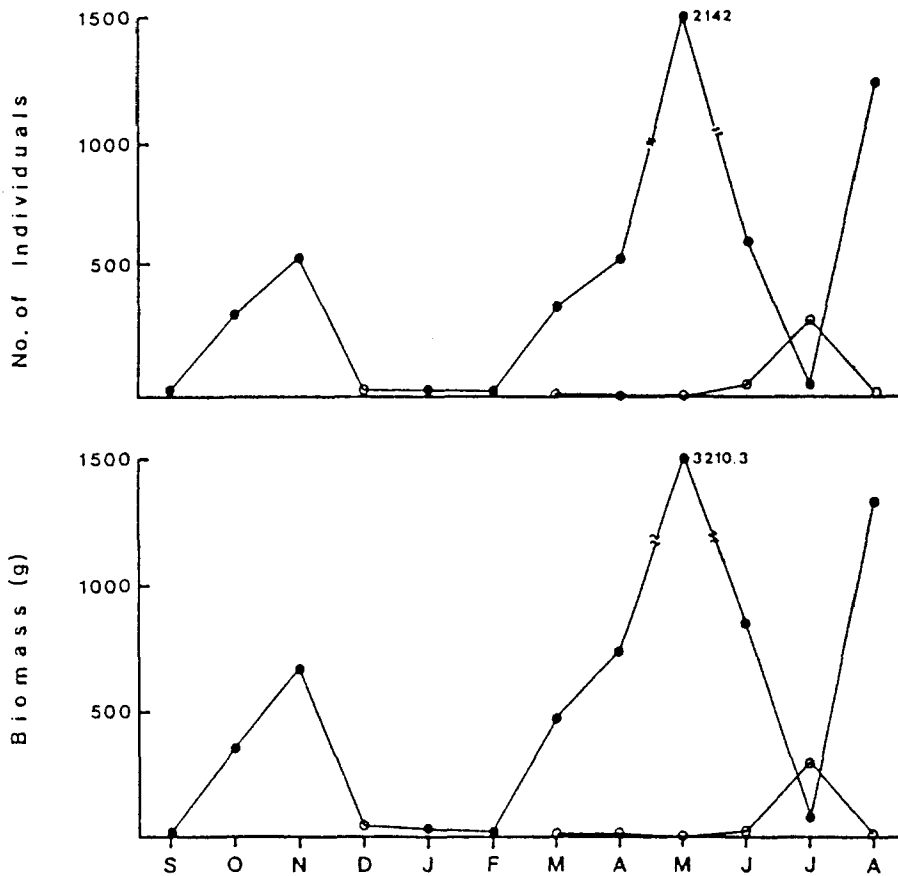


Fig. 6. Monthly variation of number of individuals and biomass of *Chaenogobius moronanus* collected by a beach seine at the shallow waters of Namdang mud flat (●) and Taechon sand beach (○).

얼룩망둑의 계절에 따른 양적변동 원인을 알아 보기 위하여 계절에 따른 체장 및 연령조성을 분석하였다(Fig. 7). 1985년 9월에 채집된 개체들은 체장범위 26-55mm의 소형어로, 이석에는 투명대가 형성된 개체가 없어 당년도에 부화된 0세군으로 구성되어 있었다. 10월 이후 체장은 약간 증가하여 11월에는 체장범위 50-70mm의 개체가 주를 이루었으며, 이들 역시 0세군으로 구성되어 있었다. 11

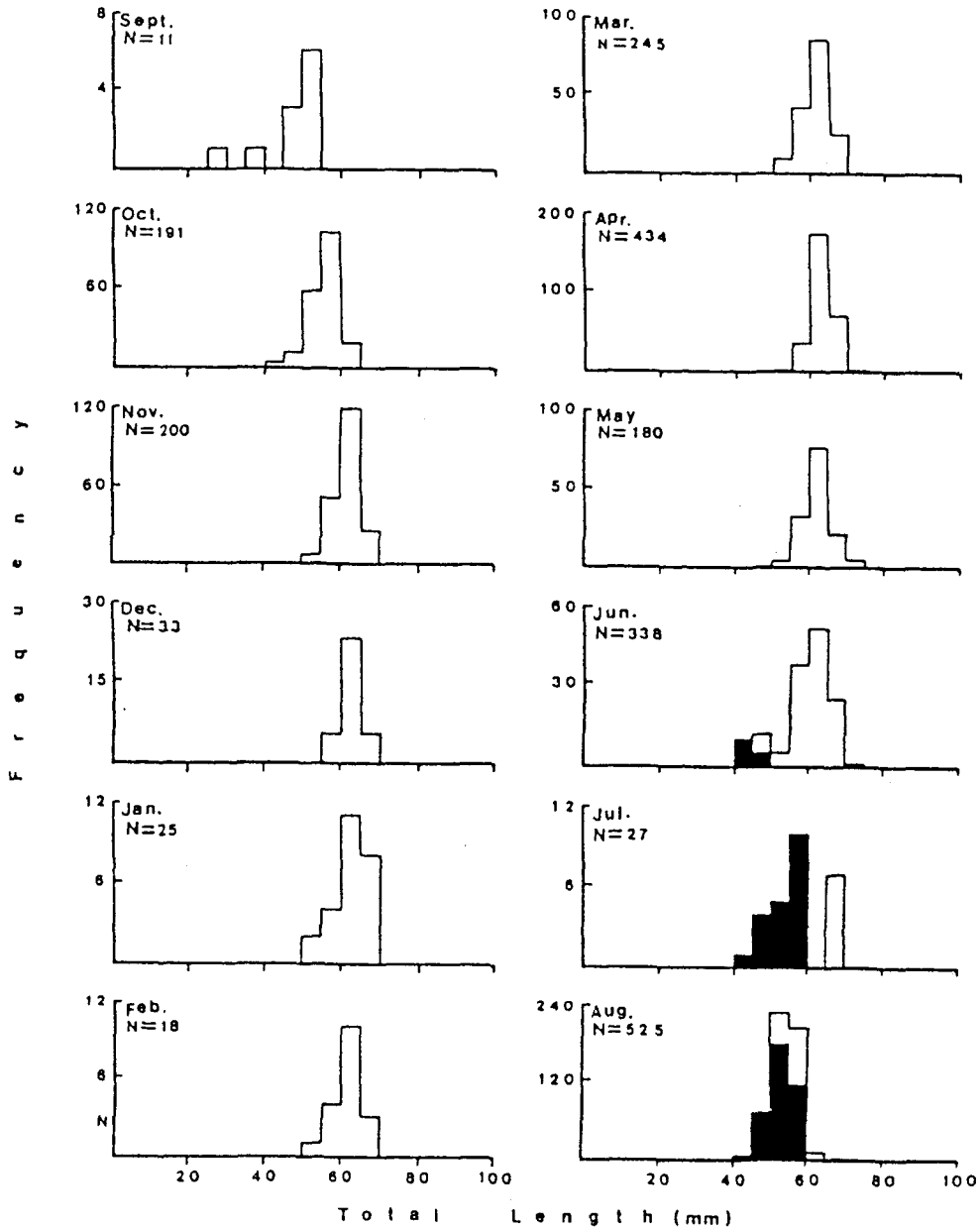


Fig. 7. Age and length frequency distributions of *Chaenogobius moronanus* collected by a beach seine at the shallow waters of Namdang mud flat from September 1985 through August 1986 (□ : year class 85; ■ year class 86).

월 이후 양적인 변동은 있으나 5월까지 유사한 체장범위를 보였다. 6월에는 85년도군(1세군)과 함께 체장범위 40-50mm인 소형어가 출현하기 시작하였다. 4월 이후 체장범위 50-70mm인 개체의 이석에서 안쪽의 불투명대 밖의 투명대 가장자리에 폭이 좁은 불투명대가 형성되기 시작하며, 5월에는 대부분 개체의 이석 가장자리에 불투명대가 형성되기 시작하며, 5월에는 대부분 개체의 이석 가장자리에 불투명대가 형성되어 6월에 채집된 0세군과 구분되었다. 6월 이후 1세군의 비율은 줄어들고 상대적으로 0세군의 수가 증가하였다.

Fig. 8에 도시한 생식소속도지수(GSI)를 보면, 1월 이후 GSI값은 증가하기 시작하여 3월에는 최대값을 보이고 3월 이후 감소하여 7월 이후는 낮은 값을 보였다. 이 결과는 얼룩망둑은 3월부터 산란을 시작하여 5월까지 산란하는 것으로 추정된다. 본 연구 채료수집에 이용한 지인망은 망둑이 12mm로 채집된 가장 작은 개체가 26mm이었다. 따라서, 3월에 산란부화된 치어는 3개월이 지난 7월부터 지인망에 가입되는 것으로 보인다.

이상의 연령 및 체장 도수분포 변화로 판단할 때, 얼룩망둑은 부화후 일년이 지나면 성숙하여 3월에서 5월 사이 산란하고 산란을 마친 개체는 사망하는 일년생 어류로 판단된다.

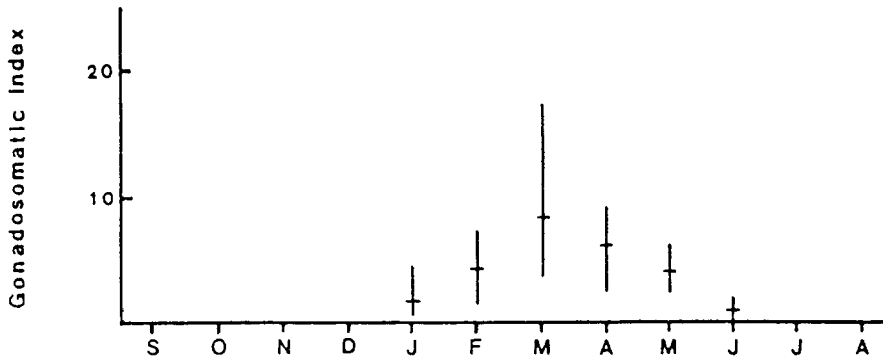


Fig. 8. Monthly variation in gonadosomatic index of *Chaenogobius moronanus* collected by a beach seine at the shallow waters of Namdang mud flat from September 1985 through August 1986. Horizontal and vertical bars represent the mean and range, respectively.

2.2. 날개망둑

이 종은 저서계에서는 내만 정점에서 3월에서 5월사이 소수 개체가 채집되었고(Table 4), 천해 정점에서는 펄질 및 모래질 모두에서 연중 채집되었으나, 모래질에서의 우점도가 상대적으로 높았다(Table 1, 2). 모래질 및 펄질 천해역에서 계절에 따른 출현량은 9월에서 12월 사이는 수십 개체 정도였고 1월과 2월에는 10개체 미만이 채집되었다. 3월 이후 양적으로 증가하여 펄질 천해역에서는 4월에 최대값을 보이고 모래질 쇄파대에서는 6월에 최대값을 보였다(Fig. 9). 출현량은 4월, 혹은 6월에 최대값을 보인 후 감소하였다.

펄질 천해역에서 채집된 날개망둑의 체장 도수 분포표를 Fig. 10에 도시하였다. 날개망둑 성어는 수컷은 암컷에 비하여 등지느러미 기조가 길며, 특히 제1 등지느러미 제2 가시가 연장되어 성어의 암수구분이 용이하였다. 9월에는 31-35mm의 미성숙어(0세군)와 체장 46-65mm의 성숙한 암컷(1세군)이 채집되었다. 10월에는 미성숙어의 수가 상대적으로 증가하고 성어는 2개체만이 채집되었으며

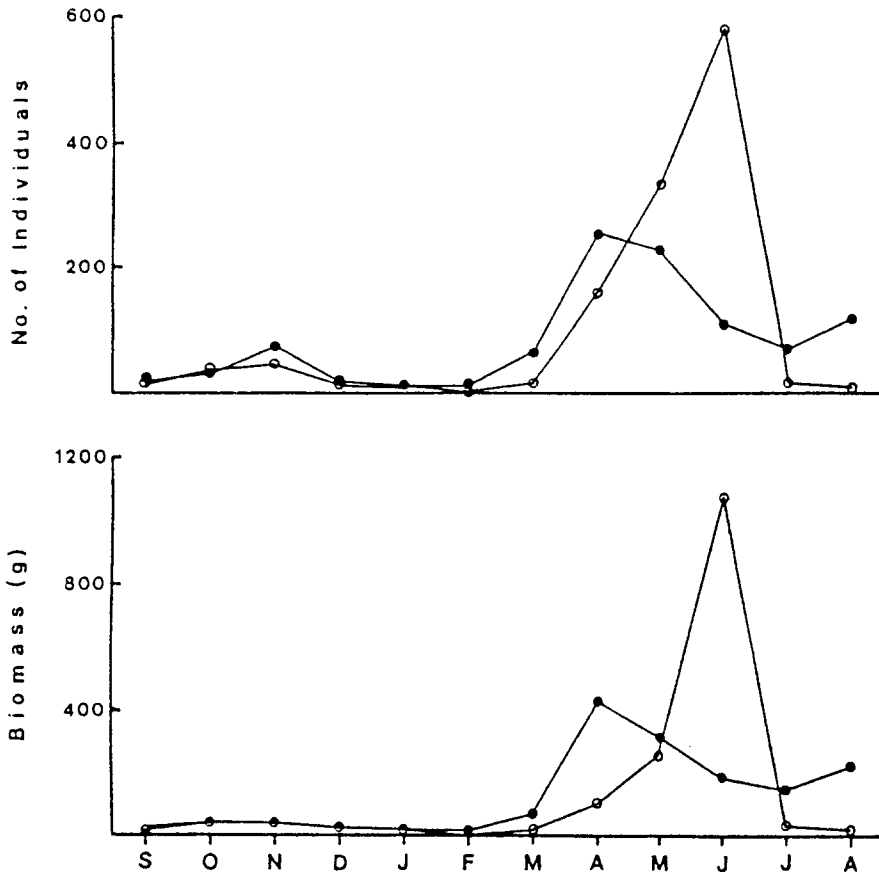


Fig. 9. Monthly variation of number of individuals and biomass of *Favonigobius gymnauchen* collected by a beach seine at the shallow waters of Namdang mud flat (●) and Taecheon sand beach (○).

11월 이후에는 미성숙어 만이 채집되었다. 겨울이 지난 다음해 3월부터는 외형관찰로 모든 개체의 암수의 구분이 가능하였으며, 크기가 작은 수컷과 상대적으로 크기가 큰 수컷이 분리되어 출현하였다 (Fig. 10). 4월 이후 수컷의 비중이 줄어 6월 이후에는 수컷은 채집되지 않고 암컷만 출현하였다. 5월부터 7월까지 암컷은 성숙된 알을 가지고 있었으며, 8월에는 암컷의 난소가 거의 대부분 비어 있어 산란기는 5월에서 7월 사이로 추정된다. 8월에는 체장 40mm의 유어가 채집되기 시작하였다.

이상의 자료로 판단할 때, 날개망둑의 산란기는 얼룩망둑보다 2개월 늦은 5월부터 7월 사이이며, 산란부화된 유어는 성장하여 8월부터 지인망에 가입되는 것으로 판단된다. 날개망둑은 1년이 지나면 성숙하고 산란을 미친 개체는 가을 이전에 대부분 사망하는 일년생으로, Fig. 10으로 미루어 수컷이 암컷보다 일찍 사망하는 것으로 추정된다.

淺水灣 망둑어과(Family Gobiidae) 魚類의 季節에 따른 種組成 變化와 優點種의 生態

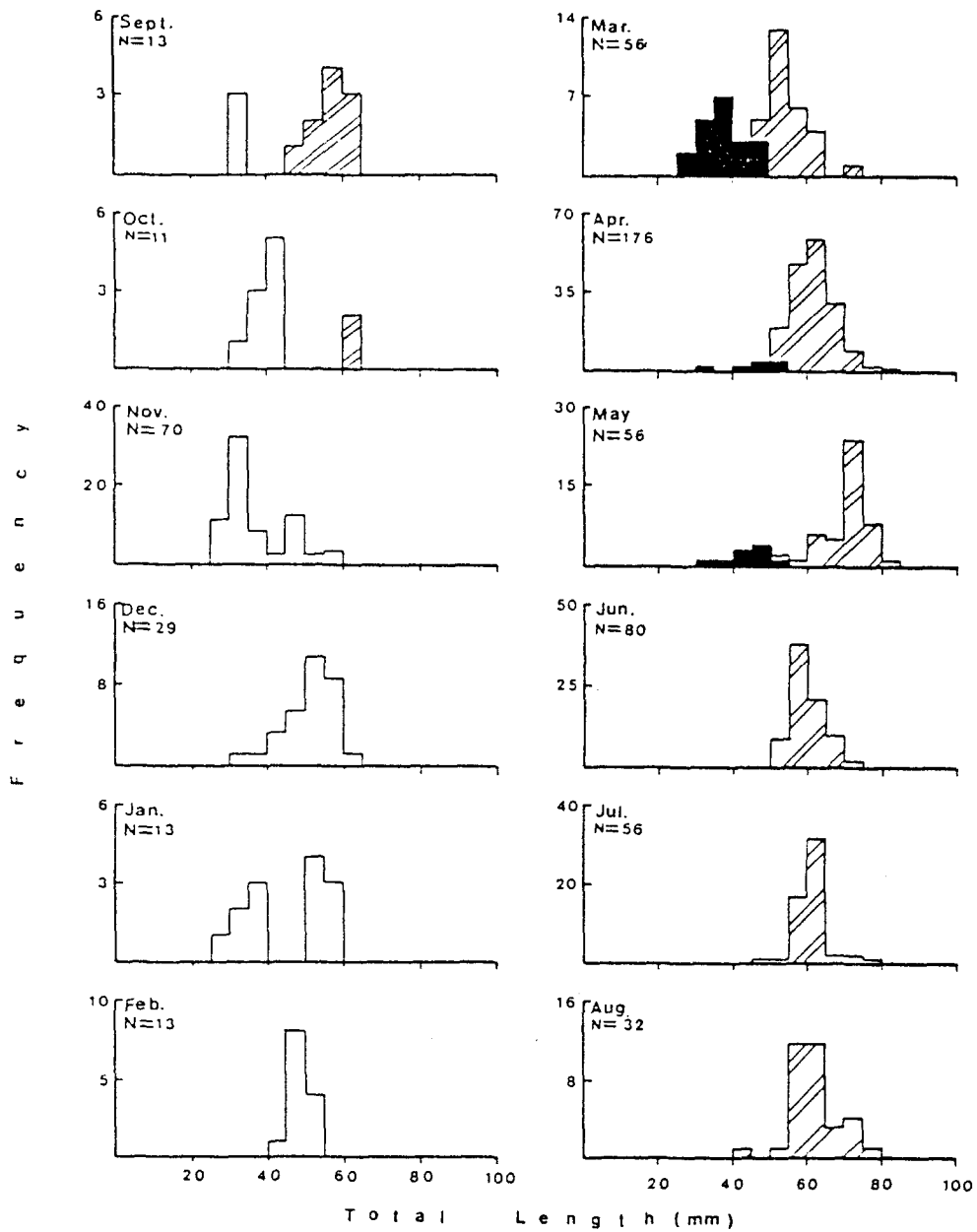


Fig. 10. Length frequency distributions of *Favonigobius gymnauchen* collected by a beach seine at the shallow waters of Namdang mud flat from September 1985 through August 1986 (■: male; ▨: female; □: undifferentiated).

2.3. 풀망둑

이 망둑어류는 otter trawl에는 3월에 비교적 많은 양이 채집되었고, 천해역에서는 여름에서 가을 사이에 비교적 많은 양이 채집되었다(Fig. 11). 풀망둑은 조사해역에 출현한 망둑어류 가운데 가장 큰 어종으로 수적으로는 적은 경우에도 생체량은 계절에 따라 우점하였다.

Fig. 11는 필질 천해역에서 채집된 풀망둑의 계절에 따른 체장 및 연령조성을 나타낸 것이며, 3월의 경우는 만 입구 저서계에서 otter trawl로 채집된 어류도 포함시켰으나 재료가 formalin으로 고정되어 연령은 구분하지 못하였다. 85년도 9월에 채집된 어류의 체장은 60-220 mm의 범위로, 10-150 mm 체장 범위의 85년도군(0세군)과 120-190 mm 범위의 84년도군(1세군) 및 200-220 mm 범위의 83년도군(2세군)이 함께 출현하였다(Fig. 12). 10월에는 2세군은 출현하지 않고 1세군이 4개체 채집되었고 나머지는 0세군으로 구성되어 있었다. 11월 이후 채집량은 급격히 감소하여 1월에서 3월 사이에는 쇠파대에서는 한 개체도 채집되지 않았다. 그러나, 3월에 만 입구의 저서계에서는 체장범

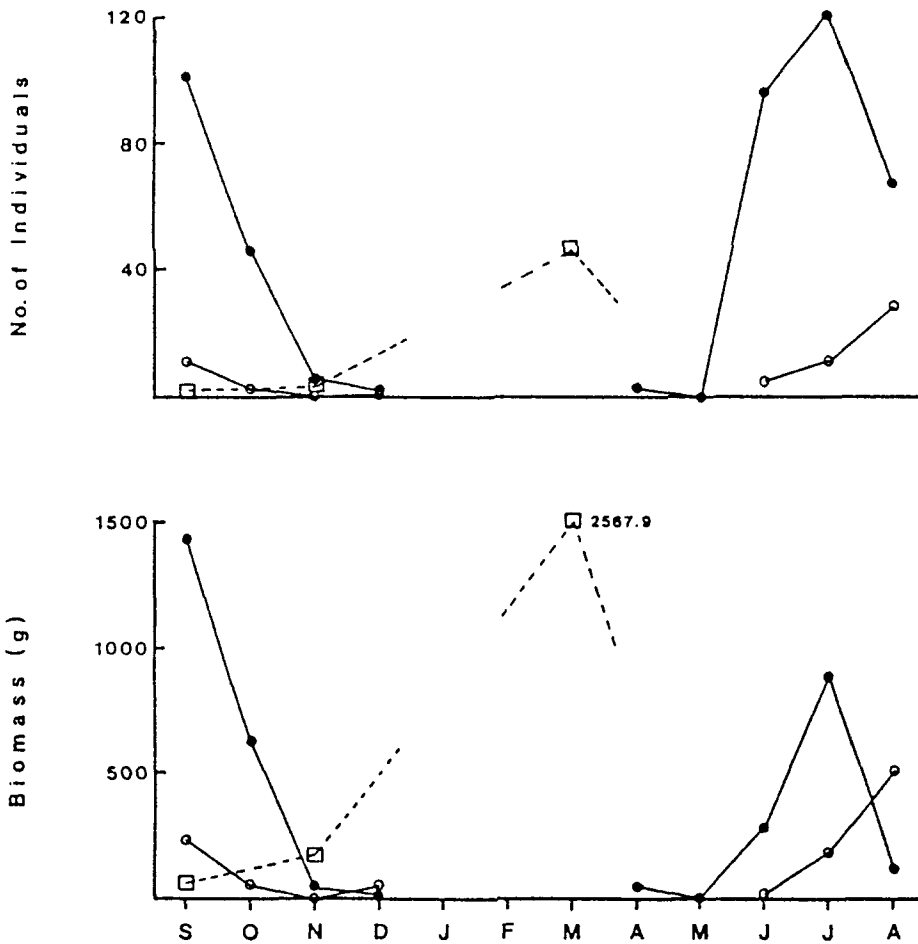


Fig. 11. Monthly variation of number of individuals and biomass of *Acanthogobius hasta* collected by a beach seine at the shallow waters of Namdang mud flat (●) and Taecheon sand beach (○), and by an otter trawl at the bay mouth(□).

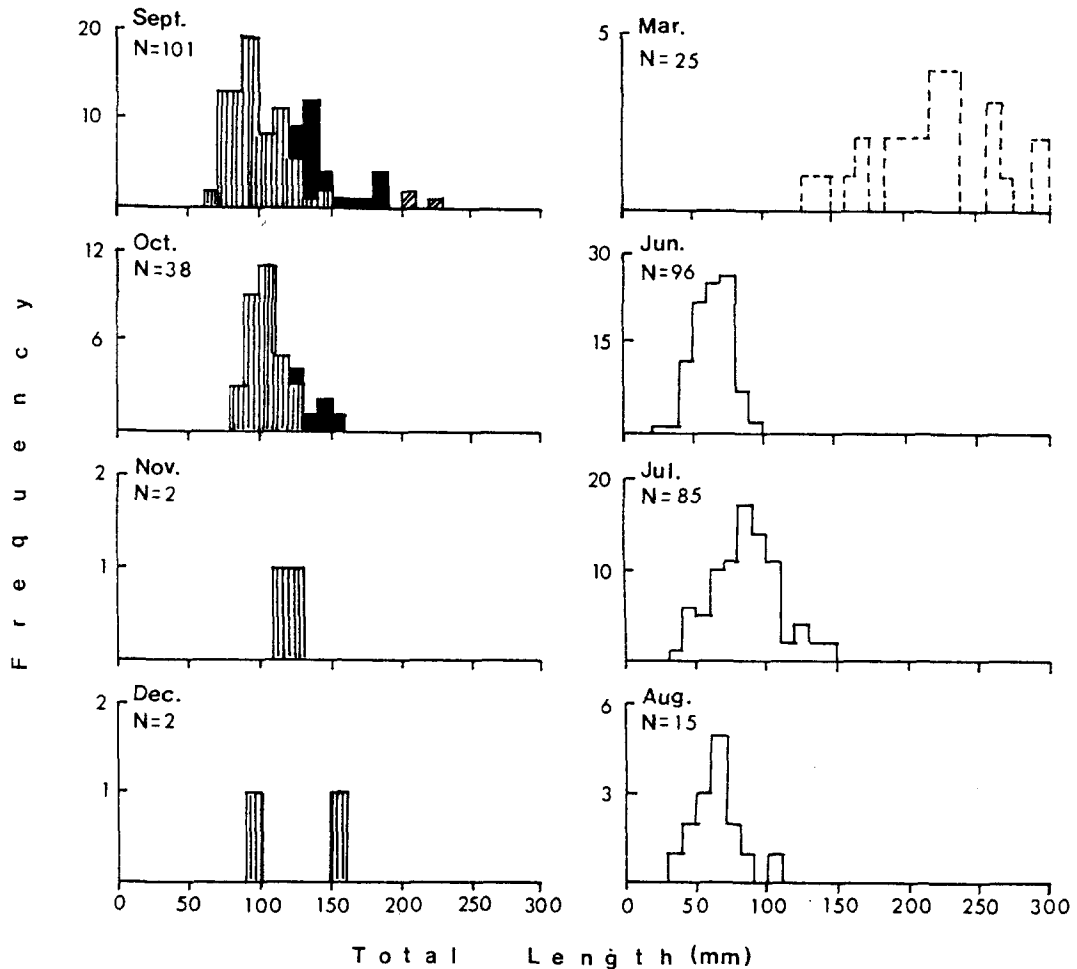


Fig. 12. Age and length frequency distributions of *Acanthogobius hasta* collected by beach seine at the shallow waters of Namdang mud flat from September 1985 through August 1986 (▨: year class 83; ■: year class 84; ▩: year class 85; □: year class 86) and by an otter trawl at the bay mouth (dotted line).

위 130-330 mm의 대형어가 채집되었다. 이 개체들의 연령사정은 못하였으나 9월의 연령 자료로 미루어 2세 이상의 개체가 많을 것으로 추정되며, 대부분의 개체가 성숙난을 가지고 있었다. 6월에는 체장 25-100 mm범위의 86년 부화된 0세군이 천해역에 출현하기 시작하여 8월까지 채집되었다. 위 자료만으로 정확한 산란기는 알 수 없으나, 3월에 채집된 어류가 성숙난을 가지고 있었고, 6월부터 유어가 지인망에 가입되는 것으로 미루어, 산란기는 얼룩망둑과 유사한 3월에서 5월 사이로 추정된다.

풀망둑의 성어는 천해역에서는 거의 채집되지 않았고 저서계에 3월에만 만 입구에 대량 출현하는 것으로 미루어 산란은 내만 가까이에서 행하여지며 산란부화된 치어는 조간대 부근으로 이동하여 천해역을 보육장(nursery ground)으로 이용하고 자라면서 수심이 깊은 곳으로 이동하는 것으로 보인다.

2.4. 쉬쉬망둑

쉬쉬망둑은 만의 수심이 깊은 곳에서 주로 출현하였고 천해역에서는 펼질 정점에서 4월에 2개체 만 이 채집되어 수심이 비교적 깊은 곳에서만 서식하는 어류로 판단된다. 만 입구 저서계의 otter trawl 에는 3월에서 9월 사이 출현하였으나 각 조사시기에 1-2개체만이 채집되었다. 내만 정점에서는 3월 에 조사기간 중 가장 많은 52개체 215.2g이 otter trawl에 채집되었고, 5월에도 비교적 많은 44개 체, 205g이 관찰되었으나, 그 이후는 1-2 개체만이 채집되었다. (Fig. 13).

채집된 개체수가 적어 체장분포는 나타내지 않았으나, 체장 범위는 44-100 mm 사이였고, 60-70 mm 사이의 개체가 가장 많아 얼룩망둑이나 날개망둑 보다는 크기가 약간 큰 편이었다.

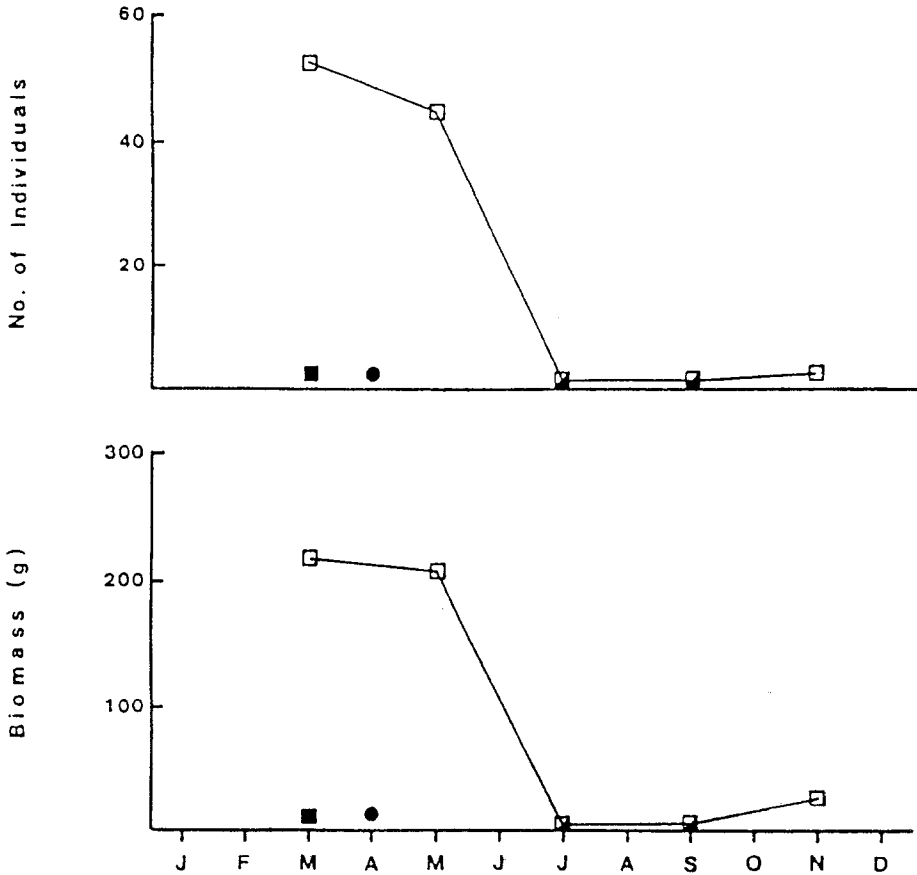


Fig. 13. Variation of number of individuals and biomass of *Chaeturichthys stigmatias* collected by a beach seine at the shallow waters of Namdang mud flat(●), and by an otter trawl at the bay mouth (■)and inner bay(□).

考 察

본 연구의 재료수집에 이용된 지인망과 otter trawl의 도피율(avoidance)과 망목에 의한 선택성

(mesh selection)은 아직 정확하게 연구되어지지 않았다. 신·이(1990)에 의하면, 지인망에 비교적 유영력이 큰 전어(*Konosirus punctatus*)나 밴댕이(*Sardinella zunasi*) 등의 어류가 계절에 따라 대량으로 채집되었고, 그물이 예인되는 동안 실제 관찰한 바에 의하면 끌줄 사이에 있는 어류는 끌줄의 외출입에도 불구하고 밖으로 나오지 못함을 관찰하여 유영력이 작은 망둑어과 어류의 도피율은 비교적 적을 것으로 판단된다. 재료수집에 이용된 지인망의 망목은 12 mm로, 채집된 날개망둑, 얼룩망둑 및 풀망둑의 최소체장은 모두 25 mm 내외이었다. 이 어류의 유어는 추정된 부화기 이후 2-3 개월부터 지인망에 채집되기 시작하여 그 이전의 크기가 작은 개체는 일단 채집기에 들어 왔더라도 망목을 빠져 나갔을 것으로 보인다. Otter trawl은 예인속도가 시속 약 3-4 km로, 채집된 어류는 거의 대부분이 저서성(demersal)어류이었고, 부영성(pelagic)인 어류는 날개그물의 그물코에 걸려 채집되는 경우가 많았다(이, 1989). 저서성어류 가운데 망둑어류 보다 비교적 이동력이 큰 것으로 보이는 보구치(*Nibea argentatus*), 민태(*Johnius belengerii*) 등의 어류도 계절에 따라 대량으로 채집되어, 망둑어류의 경우 상대적 양적 변동을 위한 자료의 수집에 otter trawl의 이용이 가능할 것으로 추정된다. Otter trawl의 망목은 날개그물이 14 mm, 통그물(cod end)이 12 mm로, 쉬쉬망둑의 경우 채집된 가장 작은 개체는 45 mm로, 이 보다 작은 소형어는 그물코 사이로 빠져 나간 것으로 보인다. 어류의 형태에 따라 망목에 의한 선택성은 다르지만 이 크기는 본 연구에 출현한 소형 망둑어류 유어의 일부가 포함되어 그물 안에 들어온 경우 충분히 채집될 수 있는 것으로 판단된다.

저서제에서 otter trawl로 채집된 어류 가운데 망둑어류가 차지하는 비중은 20% 미만이었지만, 모래질 쇄파대에서 조사기간 동안 채집된 전체 어류의 총 출현종 수 35종, 개체수 4,024 개체, 생체량 10,179.5g 가운데(신, 이, 1986), 망둑어류가 출현종 수(4종)의 비중은 적었으나, 개체수(1,569 개체)와 생체량(2355.9g)은 각각 39%와 23%를 차지하였다(Table 1). 필질 천해역에서는 이 보다 망둑어류의 비중이 커서 일년 총 출현종 수 41종, 개체수 12,318 개체, 생체량 22,416.4g 가운데(이, 1989), 망둑어류가 각각 34%, 66%, 및 61%를 차지하는 우점 분류군이었다. 조간대 부근의 천해역은 파도작용으로 해수의 유동이 심하고 상대적으로 혼탁도가 높아 이에 적응하지 못한 어류가 살아가기에는 부적합한 환경으로 판단된다. 망둑어과 어류는 좌우 배지느러미가 합쳐져 흡반의 형태를 하고 있어 다른 어류에 비하여 물의 흐름이 크거나 유동이 심한 곳에 살아가기에 유리할 것으로 생각된다. 파도는 어류의 단주기 양적 변동에 영향을 주며(Lasiak, 1984), 파도가 심할 때 파도가 부서지는 천해역을 피하는 것으로 보인다(Kamiura, 1958; Nakai, 1959). 신(1986)에 의하면 파도가 심할 때 다른 어류의 채집량은 상대적으로 감소하나, 망둑어류는 파도가 적을 때와 큰 차이를 보이지 않아 망둑어류는 파도작용에 비교적 잘 적응함을 알 수 있다. 망둑어류는 새조골(branchiostegals)도 상대적으로 다른 어류에 비하여 잘 발달되어 있어, 혼탁도가 큰 해역에서 아가미를 보다 잘 보호할 수 있을 것으로 판단된다. 혼탁도에 대한 적응은 모래질 쇄파대에는 여름에서 가을 사이 많은 부영성 어류의 유어가 출현하는데에 비하여 필질에서는 상대적으로 이 어류의 비중이 낮은 것으로도 알 수 있다. 이상으로 보아 소형인 망둑어류는 포식자나 다른 경쟁자가 서식하기 어려운 수심이 얇고 파도작용이 큰 환경에 적응하여 이곳의 이점을 활용하며 살아가는 것으로 생각된다.

조사기간 동안 망둑어과 어류 14종이 출현하여 유사한 습성을 갖는 종 사이에 공간 먹이 등의 생태적 입장에서는 경쟁이 심할 것으로 추정된다. 이 가운데 우점하는 얼룩망둑, 날개망둑, 풀망둑 및 쉬쉬망둑의 생활사를 보면, 주 서식처나 생활사에 따른 서식처가 서로 다름을 알 수 있다. 얼룩망둑과 날개망둑은 천해역을 우점하는 어류이나, 얼룩망둑은 주로 필질에 서식하고, 특히, 산란기에는 이 해역에 대량으로 출현하여 우점하였다. 날개망둑은 필질 및 모래질 천해역에 연중 출현하나 필질 보다 모래질에서 상대 우점도가 높았고, 얼룩망둑에 비하여 산란기도 2개월 정도 늦어 서식처를 공유

하면서도 산란기를 달리하여 직접적인 경쟁을 피하는 것으로 추정된다. 풀망둑은 유어기에는 조간대 부근에 출현하나 성장하면서 수심이 깊은 곳으로 이동하여 천해역을 보육장으로만 이용하는 것으로 생각된다. 쉬쉬망둑은 조간대 부근에서는 거의 출현하지 않아 거의 전 생활사를 수심이 깊은 곳에서 지내는 것으로 보인다. 이와 같이 유사한 습성을 갖는 여러 어류가 같은 내만을 점유하고 있지만, 서식 수심, 저질 및 산란기가 서로 다른 방향으로 적응되어 내만의 생태적 이점을 적절히 분배, 활용하는 것으로 추정된다.

引用文獻

- 김익수, 김용억, 이용주. 1986. 한국산 망둑어과 어류. 한수지, 19: 387-408.
- 김익수, 김용억, 이용주. 1987. 한국산 망둑어과 어류의 분류학적 재검토. 한수지, 20: 529-542.
- 김충만, 정갑식. 1986. 문절망둑에 관한 생태학적 연구. 여수수전논문집, 20: 31-34.
- 백의인. 1969. 풀망둑, *Synecogobius hasta* (Temminck et Schlegel)의 먹이조사. 한수지, 2: 47-62.
- 백의인. 1970. 풀망둑, *Synecogobius hasta* (Temminck et Schlegel)의 체장 체중 상관관계. 한수지, 3: 117-119.
- 백혜자, 이택열. 1985. 점망둑, *Chasmichthys dolicognathus*의 생식기구에 관한 실험적 연구. 한수지, 18: 243-252.
- 신민철. 1986. 대천 해빈 어류군집의 계절적 변동. 충남대학교 석사학위논문 50pp.
- 신민철, 이태원. 1990. 대천 해빈 어류군집의 계절변화. 한해지, 25(in press).
- 유봉석, 이종화. 1979. 금강 하구산 말뚝망둑어 (*Periophthalmus cantonensis*)의 하기 생활양식에 대하여. 한수지, 12: 71-77.
- 이태원. 1988. 황해내만역의 해양생태계분석-어류군집. 한국과학재단 연구보고서, 246p.
- 이태원. 1989. 천수만 저서성어류 군집의 계절변화. 한수지, 22: 1-8.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울. 727p.
- 최기철, 전상린, 김익수. 1984. 한국산 담수어 분포도. 한국담수생물학 연구소, 103p.
- Arai, R. 1970. *Luciogobius grandis*, a new goby from Japan and Korea. Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo, 23: 119-206.
- Jordan, D.S. and J.O. Snyder. 1901. A review of the gobiid fishes of Japan, with descriptions of twenty-one new species. Proc. U. S. Nat. Mus., 24: 33-132.
- Kamiura, F. 1958. Mixing status of several fish species as revealed by fish school research. Rep. Nakai Reg. Fish Res. Lab., 7: 30-36.
- Kim, I. S. and Y. J. Lee. 1986. New record of the gobiid fish, *Mugilogobius abei* from Korea J. Syst. Zool., 2: 21-24.
- Lasiak, A. 1984. Structural aspects of the surf zone fish assemblage at King's Beach, South Africa: Short-term fluctuations. Estuarine Coastal Shelf Sci., 18: 347-360.
- Lee, T. W. 1982. Ageing and growth of the eel population, *Anguilla anguilla*, in the lagoons of Arcachon Bay(France). J.Oceanol. Soc. Korea, 17: 83-94.
- Lee, T. W. and K. J. Seok. 1984. Seasonal fluctration in abundance and species composition of fishes in Cheonsu Bay using trap net catches. J. Oceanol. Soc. Korea, 19: 217-227.
- Mori, T. 1952. Check list of the fishes of Korea. Mem. Hyogo Univ. Agr., 1: 1-228.
- Nelson, J. S., 1984. Fishes of the world (2nd ed.). Wiley Interscience. 523p.
- Regan, C. T., 1908. A collection of freshwater fishes from Korea. Proc Zool. Soc., London: 59-63.

Species Composition and Biology of Major Species of Gobiid Fish in Cheonsu Bay of the Yellow Sea, Korea

Yang-Jae Im and Tae Won Lee

Department of Oceanography, Chungnam National University

Taejon 305-764, Korea

Gobiid fish were collected monthly in Cheonsu Bay by a beach seine from the shallow water and by an otter trawl from the deep water from September, 1984 to August, 1986. Seasonal variation in species composition and biology of the major species were examined with the data of length and age composition.

Fourteen species of gobies were identified. Gobiid fish were more abundant in the shallow water than in the deep water. In the shallow water, they constituted 66% and 39% of the fish collected in the mud flat and the sand beach, respectively. The suction discs of the gobies explains that they inhabit successfully in the surf zone where the wave action is strong.

Of the major species, *Chaenogobius mororanus* predominated in the shallow mud flat. A large number of adults of this species were obtained in Spring and their juveniles were collected from Summer through Autumn. *Favonigobius gymnauchen* was abundant in the shallow water, especially in the sand beach. This fish seemed to spawn from May through June, about two months later than *Chaenogobius mororanus*. *Acanthogobius hasta* juveniles lived in the shallow water and moved into the deep water as the fish grew. *Chaturichthys stigmatias* was collected mainly in the deep zone.

Appendix I. List of the gobiid fishes collected in the coastal waters in and off Cheonsu Bay from September, 1984 to November, 1986.

Subfamily, Genus, Species and Korean Name

Subfamily Gobiinae 망둑어아과

- Genus *Acanthogobius* 문절망둑 속
Acanthogobius flavimanus 문절망둑
Acanthogobius hasta 폴망둑
Acanthogobius lactipes 흰발망둑
- Genus *Acentrogobius* 줄망둑 속
Acentrogobius pflaumi 줄망둑
- Genus *Chaenogobius* 날망둑 속
Chaenogobius mororanus 얼룩망둑
- Genus *Chaeturichthys* 쉬쉬망둑 속
Chaeturichthys stigmatias 쉬쉬망둑
- Genus *Chasmichthys* 점망둑 속
Chasmichthys dolicocephalus 점망둑
- Genus *Cryptocentrus* 실망둑 속
Cryptocentrus filifer 실망둑
- Genus *Eutaeniichthys* 땡기망둑 속
Favonigobius gymnauchen 날개망둑
- Genus *Mugilogobius* 모치망둑 속
Mugilogobius abei 모치망둑

Subfamily Gobionellinae 말뚝망둥어 아과

- Genus *Apocryptodon* 숨이망둑 속
Apocryptodon madurensis 숨이망둑
- Genus *Periophthalmus* 말뚝망둥어 속
Periophthalmus cantonensis 말뚝망둥어

Subfamily Tridentigerinae 검정망둥어 아과

- Genus *Triaenopogon* 아작망둑 속
Triaenopogon barbatus 아작망둑
- Genus *Tridentiger* 검정망둥어 속
Tridentiger trigonocephalus 두줄망둑