

## 빔트롤을 이용한 여자만 어류의 계절별 종조성과 변동

이선길\* · 서영일 · 김주일<sup>1</sup> · 김희용 · 최문성

국립수산과학원 남서해수산연구소, <sup>1</sup>국립수산과학원 남동해수산연구소

**Seasonal Species Composition and Fluctuation of Fishes by Beam Trawl in Yeoja Bay by Sun-Kil Lee\*, Young-Il Seo, Joo-Il Kim<sup>1</sup>, Hee-Yong Kim and Mun-Sung Choi** (Southwestern Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Yeosu 556-823, Korea; <sup>1</sup>Southeastern Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Tongyeong 650-943, Korea)

**ABSTRACT** To investigate seasonal and yearly variation of fishes composition in Yeoja Bay of Korea, fisheries survey were carried out using beam trawl from 2006 to 2009. A total of 44 fish species were collected. The major dominant species were *Pennahia argentatus*, *Thryssa adela*, *Thryssa kammalensis* and *Cynoglossus joyneri*, which were occupied over 63% total individuals, and 50% of wet weight. The diversity index ( $H'$ ) was about 1.62 (1.46~1.77) by seasons, and seasons of similarity by fishes were divided into two groups, which were March with December and June with September. ANOVA test showed that there were not significant difference between individuals and catch weight (kg) per unit area ( $km^2$ ) by year and season, except for catch weight per unit area by season.

**Key words** : Yeoja Bay, beam trawl, diversity index, similarity

### 서 론

여자만은 우리나라 남해 서부에 위치한 만으로 순천시, 여수시, 고흥군 및 보성군에 둘러싸여 있고, 해역의 총면적은 약 365  $km^2$ , 평균 수심은 약 5~8m이며, 만의 중앙에 위치한 대여자도를 중심으로 동쪽과 서쪽의 해저 경사는 비교적 완만한 편이다(곽 등, 2003; 김 등, 2007).

여자만(순천만)과 관련된 기존 연구를 살펴보면, 식물플랑크톤에 관한 연구(노 등, 1991), 어란 및 자치어에 관한 연구(유와 김, 1990; 유 등, 1993; 한 등, 2001a), 갯벌 생태계 조사 및 지속 가능한 이용방안 연구(해양수산부, 2001), 종조성 관련 연구(김 등, 2007) 등이 있으며, 여자만 주변해역의 어류에 관한 연구는 광양만 잘피밭에 서식하는 어류의 종조성 및 계절변동(허와 곽, 1997), 고흥반도 해역 어류의 종조성 및 계절변동(한 등, 2001b), 나로도 주변해역 어

류의 종조성과 계절변동(김 등, 2003) 등이 있다.

여자만은 어류의 초기 생활사에서 산란 및 생육장으로 이용되는 천혜의 환경조건의 장점을 가지고 있는 지역이나 지형학적 특성상 유기물 유입에 의한 오염, 집중강우에 의한 염분저하 등 환경적 영향원인에 쉽게 노출되어 있는 지역으로 주변의 중소도시의 발달 및 연안이용의 증가로 인해 어장관리상의 많은 문제점이 발생되는 해역이다(Wolff, 1983; 곽 등, 2003). 과거 여자만은 어류의 성육·산란장으로 정착성 어류뿐만 아니라 회유성 어류도 풍부하게 어획되던 곳이었지만, 최근까지 소형트롤어선의 무분별한 남획과 간척사업, 과밀한 양식어업 등으로 환경이 급격히 훼손되면서 여자만이 가지고 있던 자연성과 생태적 기능을 점차 잃어가고 있다(해양수산부, 2001).

따라서, 본 연구의 목적은 중요한 연안생태계 중 하나인 여자만에 서식하는 어류의 계절별 종조성 및 계절변동을 파악하여, 향후 여자만에 서식하는 주요 어류자원에 대한 합리적인 이용 관리 및 자원회복 연구의 기초 자료로 활용하고자 한다.

\*교신저자: 이선길 Tel: 82-61-690-8944, Fax: 82-61-686-1588, E-mail: leesk@nfrdi.go.kr

재료 및 방법

본 연구는 2006년부터 2009년까지 3월, 6월, 9월, 그리고 12월에 분기별 1회(연 4회) 연안조망어구를 이용하여 어획 시험을 실시하였고, 여자만의 중앙에 위치한 대여자도로부터 만 입구 사이에 3개의 정점을 선정하여 어류를 채집하였다.

어류의 채집은 연안조망어업에 사용되는 빔트롤 (beam trawl)을 이용하여 실시하였고, 어장환경의 특성을 파악하기 위하여 다항목 수질측정기 (Multi-parameter water quality

monitor; YSI, Model 650, Yellow Springs, USA)를 이용하여 표층과 저층의 수온과 염분을 각각 측정하였다(Fig. 1). 어획시험에 사용된 빔트롤은 H빔(길이 12 m), 날개그물(망목 350 mm), 자루그물(망목 180 mm), 그리고 끌줄(200 m)로 구성되었고, 어획시험 시 선속은 약 2 knot의 속도로 30분 간 예인하였다.

어획된 생물시료는 아이스박스에서 냉장 보관하여 실험실로 운반하였고, 어종별로 동정을 한 후 계수 및 측정하였다. 어류의 체장은 1 mm, 중량은 전자저울(KC-2000, GF-300, 6000, A&D, JAPAN)을 사용하여 0.1 g 단위까지 측정하였다. 어류의 분류는 윤(2002), 국립수산물과학원(2005), 김등(2005), 최 등(2008)에 의거하여 분류하였다.

분기별 종다양성지수 및 어류의 종조성 변화는 어획된 개체수와 중량을 소해면적(예망 시간과 선속, 그리고 어구길이를 이용)으로 나누어 단위면적당 어획개체수(ind./km<sup>2</sup>)와 어획중량(kg/km<sup>2</sup>)을 이용하여 계산하였다. 종다양성지수는 Shannon index (H')를 이용하여 계산하였고(Shannon, 1948), 여자만에 서식하는 어류의 계절변동을 살펴보기 위하여 조사 기간 중 모든 출현 종에 대하여 분기별 출현여부를 이진수(binary)로 나타내어 클러스터분석(cluster analysis)을 하였다. 클러스터분석은 분기별 출현 어종에 대한 유클리디안 제곱거리(squared Euclidean distance)를 이용하여 유사도(similarity)를 구한 후 수지도(dendrogram)를 작성하였다.

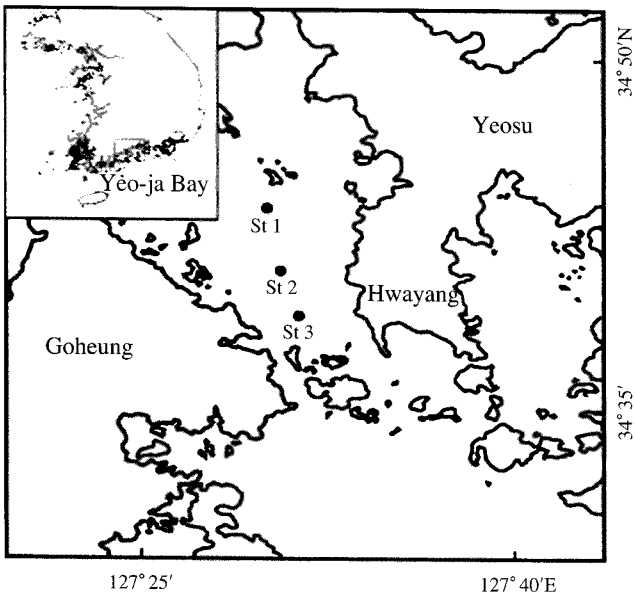


Fig. 1. Map showing the sampling stations by a beam trawl in Yeoja Bay of Korea, 2006~2009.

결 과

여자만에서 2006년부터 2009년까지 표-저층 수온과 표-

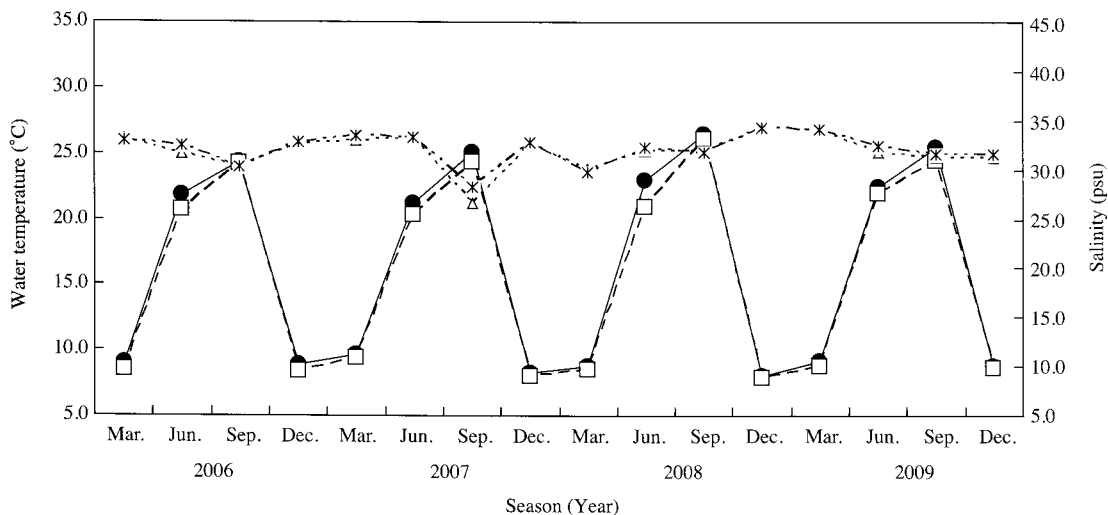


Fig. 2. Monthly variation of water temperature and salinity by surface and bottom in Yeoja Bay of Korea, 2006~2009. The symbol of ST (●), BT (□), SS (△), and BS (\*) denotes surface water temperature, bottom water temperature, surface salinity, and bottom salinity, respectively.

저층 염분을 측정된 결과, 표층수온은 3월에 8.8~9.6°C, 6월 21.2~22.9°C, 9월 24.3~26.5°C, 그리고 12월에 8.0~8.8°C로 각각 나타났고, 저층수온은 3월 8.5~9.4°C, 6월 20.3~21.9°C, 9월 24.2~26.1°C, 그리고 12월에 7.9~8.7°C로 나타났다. 표층염분은 3월에 30.0~34.1 psu, 6월 31.6~33.3 psu, 9월 26.5~31.9 psu, 그리고 12월에 31.4~34.3 psu로 나타났고, 저층염분은 3월 29.8~34.2 psu, 6월 32.2~33.4 psu, 9월 28.3~31.8 psu, 그리고 12월에 31.5~34.3 psu를 기록하였다(Fig. 2).

2006년 어획된 어류는 총 37종으로 단위면적당 개체수와 중량은 각각 62,859 inds./km<sup>2</sup>, 845 kg/km<sup>2</sup>이었다(Table 1). 월별 개체수 우점종을 살펴보면, 3월에는 풀반대이(*Thryssa*

*adetae*)가 2,229 inds./km<sup>2</sup> (48%)로 가장 많았고, 6월에는 청멸(*Thryssa kammalensis*) 5,058 inds./km<sup>2</sup> (38%), 9월에는 참서대(*C. joyneri*) 3,063 inds./km<sup>2</sup> (32%), 그리고 12월에는 풀반대이(*T. adetae*)가 21,995 inds./km<sup>2</sup> (81%)로 우점하였다(Fig. 3).

2007년 어획된 어류는 총 39종이었고, 단위면적당 개체수와 중량은 약 235,195 inds./km<sup>2</sup>, 2,238 kg/km<sup>2</sup>이었다(Table 2). 월별 개체수 우점종을 살펴보면, 3월에는 풀반대이(*T. adetae*)가 2,784 inds./km<sup>2</sup> (45%)로 가장 우점하였고, 6월에는 보구치(*P. argentatus*) 94,581 inds./km<sup>2</sup> (72%), 9월에는 주둥치(*L. nuchalis*) 52,591 inds./km<sup>2</sup> (60%), 그리고 12월에는 돛양태(*Repomucenus lunatus*)가 1,337 inds./km<sup>2</sup> (50%)로

**Table 1.** Monthly species composition of fishes caught by a beam trawl survey in Yeosu Bay of Korea, 2006

Scientific name	March		June		September		December	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius flavimanus</i>							11	*
<i>Acanthogobius lactipes</i>			71	1				
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>			571	3	185	*	152	*
<i>Apogon lineatus</i>			154	1				
<i>Chaeturichthys filifer</i>					26	*		
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>							243	2
<i>Chelidonichthys spinosus</i>			355	39				
<i>Citharoides macrolepidotus</i>			28	*				
<i>Coleorhynchus multispinulosus</i>							11	*
<i>Conger myriaster</i>			71	*			16	1
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>			181	1			11	*
<i>Cynoglossus joyneri</i>	148	2	3,502	80	3,063	53	285	5
<i>Cynoglossus robustus</i>			1,506	40	233	3		
<i>Hapalogenys nigripinnis</i>							69	*
<i>Hemitripterus villosus</i>	390	6			15	1		
<i>Inimicus japonicus</i>			142	13				
<i>Istigobius hoshinonis</i>	149	*						
<i>Konosirus punctatus</i>	39	*	71	2			11	*
<i>Leiognathus nuchalis</i>	66	*	142	2	461	5	2,293	23
<i>Liparis agassizii</i>	161	*						
<i>Liparis tanakai</i>	224	*						
<i>Lophius litulon</i>							38	20
<i>Muraenesox cinereus</i>			110	10	622	92		
<i>Pampus argenteus</i>			71	11				
<i>Pennahia argentatus</i>			2,414	52	3,044	77		
<i>Pholis crassispina</i>			71	*				
<i>Pholis nebulosa</i>							16	*
<i>Platycephalus indicus</i>	25	*			96	14		
<i>Pleronichthys cornutus</i>	53	*	133	1				
<i>Pseudosciaena crocea</i>					59	3		
<i>Repomucenus valenciennesi</i>	250	1	821	5	15	*	1,759	40
<i>Syngnathus schlegeli</i>			28	*				
<i>Takifugu niphobles</i>	161	3	28	*			145	3
<i>Thryssa kammalensis</i>			8,058	80	1,494	10	78	*
<i>Thryssa purava</i>	2,229	10	2,784	31	283	2	21,995	88
<i>Upeneus japonicus</i>					75	*		
<i>Zoarcetes gilli</i>	706	*	142	2				
Sum	4,601	22	21,454	374	9,671	260	27,133	182

The units of N and W are inds./km<sup>2</sup> and kg/km<sup>2</sup>, respectively.

\* less than 1.0 kg/km<sup>2</sup>

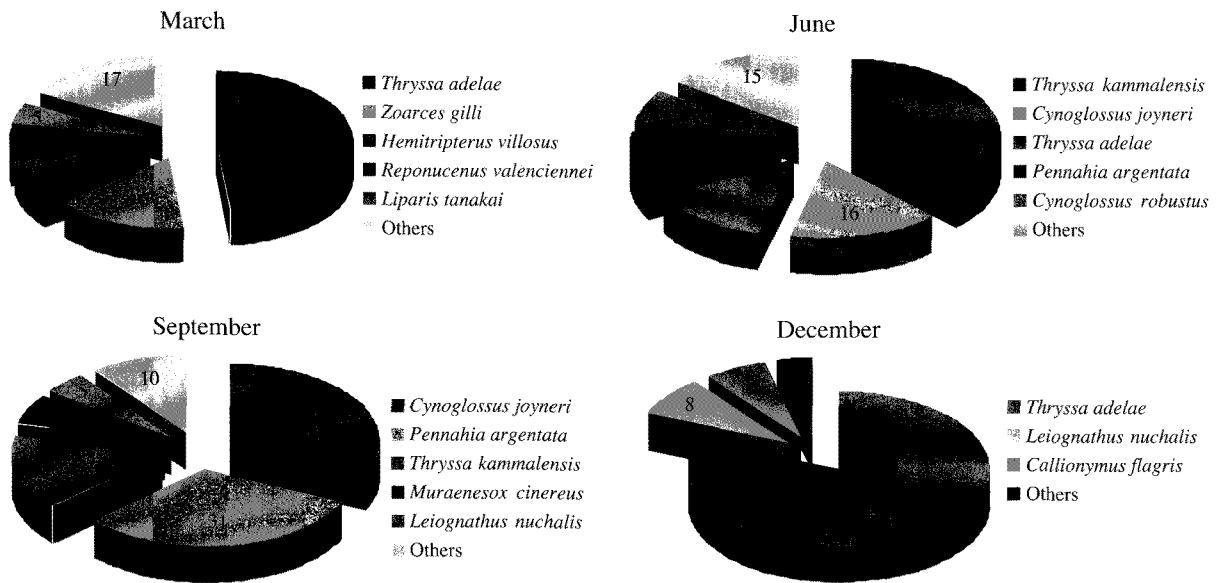


Fig. 3. Monthly variation of dominant species in Yeolja Bay, 2006.

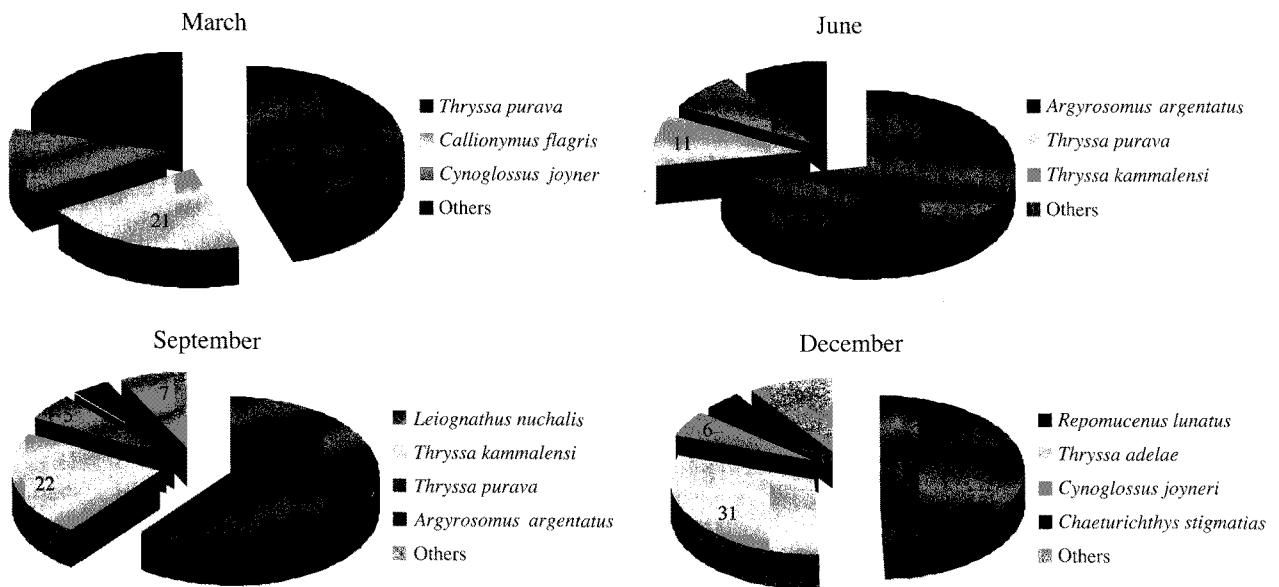


Fig. 4. Monthly variation of dominant species in Yeolja Bay, 2007.

우점하였다(Fig. 4).

2008년에는 총 41종이었고, 단위면적당 개체수와 중량은 각각 116,331 inds./km<sup>2</sup>, 2,198 kg/km<sup>2</sup>으로 나타났다(Table 3). 3월에는 풀반돔이 (*T. adelae*) 10,066 inds./km<sup>2</sup> (39%), 6월에는 보구치 (*P. argentatus*) 16,755 inds./km<sup>2</sup> (43%), 9월에는 민태 (*Johnius grypotus*) 14,570 inds./km<sup>2</sup> (35%), 그리고 12월에는 참서대 (*C. joyneri*)가 5,256 inds./km<sup>2</sup> (57%)로 우점하였다(Fig. 5).

2009년에는 총 44종이었고, 단위면적당 개체수와 중량은

81,375 inds./km<sup>2</sup>, 1,505 kg/km<sup>2</sup>이었다(Table 4). 3월에는 보구치 (*P. argentatus*) 14,955 inds./km<sup>2</sup> (33%), 꼼치 (*Liparis tanakai*)가 14,055 inds./km<sup>2</sup> (31%)로 우점하였고, 6월에는 주둥치 (*L. nuchalis*) 15,125 inds./km<sup>2</sup> (53%), 9월에는 멸치 (*Engraulis japonicus*) 1,200 inds./km<sup>2</sup> (22%), 갯장어 (*M. cinereus*) 754 inds./km<sup>2</sup> (14%), 그리고 12월에는 참서대 (*C. joyneri*)가 762 inds./km<sup>2</sup> (37%)로 우점하였다(Fig. 6).

조사기간 동안 가장 많이 어획된 보구치의 체장 범위는 37~268 mm (평균 116, n=433)로 나타났고, 주로 6월과 9

**Table 2.** Monthly species composition of fishes caught by a beam trawl survey in Yeoja Bay of Korea, 2007

Scientific name	March		June		September		December	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius lactipes</i>							41	*
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	280	2	1,418	5				
<i>Apogon lineatus</i>			218	1				
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	227	4	309	1	332	2	119	*
<i>Chelidonichthys spinosus</i>					963	43		
<i>Clupea pallasii</i>					47	*		
<i>Coleorhynchus multispinulosus</i>							14	*
<i>Conger myriaster</i>			218	19				
<i>Cryptocentrus filifer</i>	407	*			63	*	8	*
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>	472	4						
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>	43	36						
<i>Cynoglossus joyneri</i>	1,852	33	3,362	167	805	12	164	3
<i>Cynoglossus robustus</i>			109	10				
<i>Erisphex pottii</i>	390	*						
<i>Hapalogenys nigripinnis</i>					63	12		
<i>Hemirhamphus villosus</i>	9	1						
<i>Inimicus japonicus</i>	9	*	429	20				
<i>Kareius bicoloratus</i>							8	*
<i>Leiognathus nuchalis</i>	594	*	833	9	52,591	458	53	*
<i>Liparis tanakai</i>	61	*						
<i>Mugil cephalus</i>							8	*
<i>Muraenesox cinereus</i>			109	13	2,258	252		
<i>Pampus echinogaster</i>			327	25	205	4		
<i>Pennahia argentatus</i>	54	1	94,581	322	3,915	111		
<i>Pholis nebulosa</i>			69	*				
<i>Platycephalus indicus</i>	9	*	746	151	821	55	77	*
<i>Psenopsis anomala</i>					47	2		
<i>Raja pulchra</i>			69	5				
<i>Repomucenus lunatus</i>							1,337	6
<i>Repomucenus valenciennesi</i>	2,915	17	3,819	29	253	*		
<i>Sillago japonica</i>					126	2		
<i>Takifugu niphobles</i>	122	3					31	*
<i>Thryssa adalae</i>	6,269	21	14,230	161	4,736	33	834	5
<i>Thryssa kammalensis</i>			10,661	85	19,530	84		
<i>Trichiurus lepturus</i>					111	5		
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	156	*					13	*
<i>Upeneus japonicus</i>					237	3		
<i>Zoarces gilli</i>	9	*						
<b>Sum</b>	<b>13,878</b>	<b>122</b>	<b>131,507</b>	<b>1,023</b>	<b>87,103</b>	<b>1,078</b>	<b>2,707</b>	<b>14</b>

The units of N and W are inds./km<sup>2</sup> and kg/km<sup>2</sup>, respectively.

\* less than 1.0 kg/km<sup>2</sup>

월에 나타났다. 보구치의 연도별 평균 체장은 2006년 85 mm에서 2009년 157 mm로 증가한 것으로 나타났다. 풀반댕이는 멸치과에 속하는 어종으로 체장범위는 52~150 mm (평균 96, n=495)였고, 주로 3월과 12월에 출현하였으며, 2006년 98 mm에서 2009년 91 mm로 감소하였다. 청멸 역시 멸치과에 속하는 어종으로 생김새가 풀반댕이와 비슷하고, 체장범위는 52~127 mm (평균 86, n=261)였고, 6월과 9월에 주로 출현하였으나 2008년부터 출현빈도가 감소하였다. 참새대의 체장범위는 60~225 mm (평균 156, n=472)였고, 연도별 평균체장은 2006년 149 mm에서 2009년 164 mm로 증가한 것으로 나타났으며, 9월과 12월에 주로 출현

하였다 (Fig. 7).

분기별 다양도지수(H')는 3월에 1.77 (1.53~1.99)로 가장 높았고, 9월 1.71 (1.27~2.17), 6월 1.54 (1.07~1.78), 그리고 12월 1.46 (0.75~1.98) 순이었다. 다양도지수 값이 분기별 그리고 연도 간에 동일한지의 여부를 분석한 결과 모두 차이가 없는 것으로 나타났다 ( $p > 0.05$ ; Fig. 8).

단위면적당 평균어획개체수와 평균어획중량이 연도별 차이가 있는지의 여부를 분산분석(ANOVA) 방법으로 분석한 결과 어획개체수와 어획중량 모두 차이가 없었고 ( $p > 0.05$ ), 어획개체수와 어획중량이 분기별로 동일한지의 여부를 같은 방법으로 분석한 결과 어획개체수 사이에는 차이

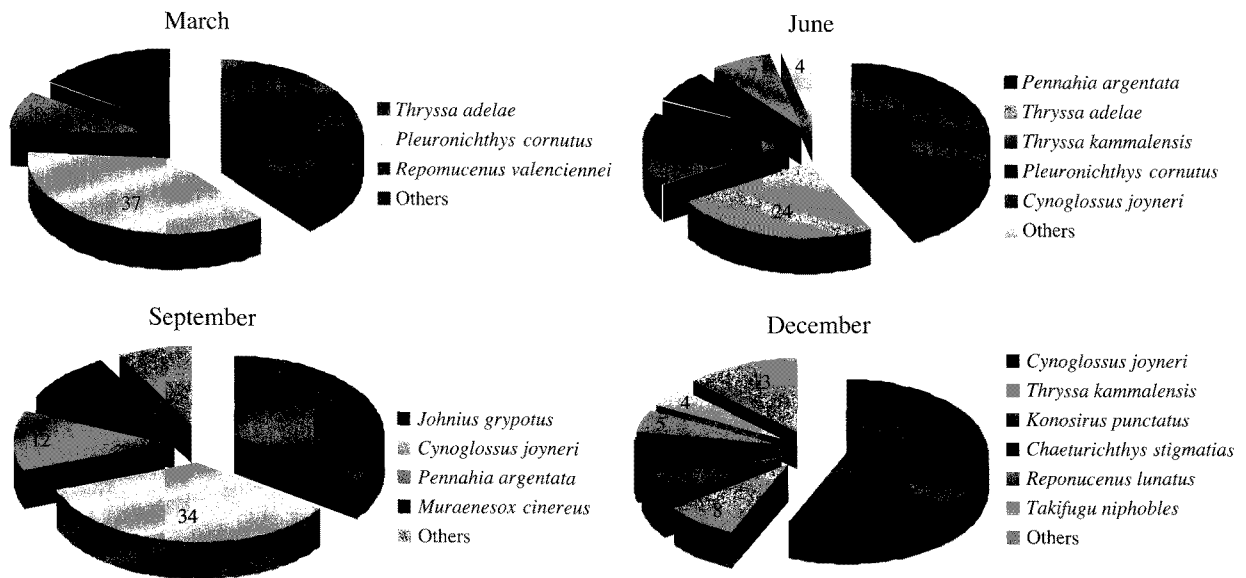


Fig. 5. Monthly variation of dominant species in Yeoja Bay, 2008.

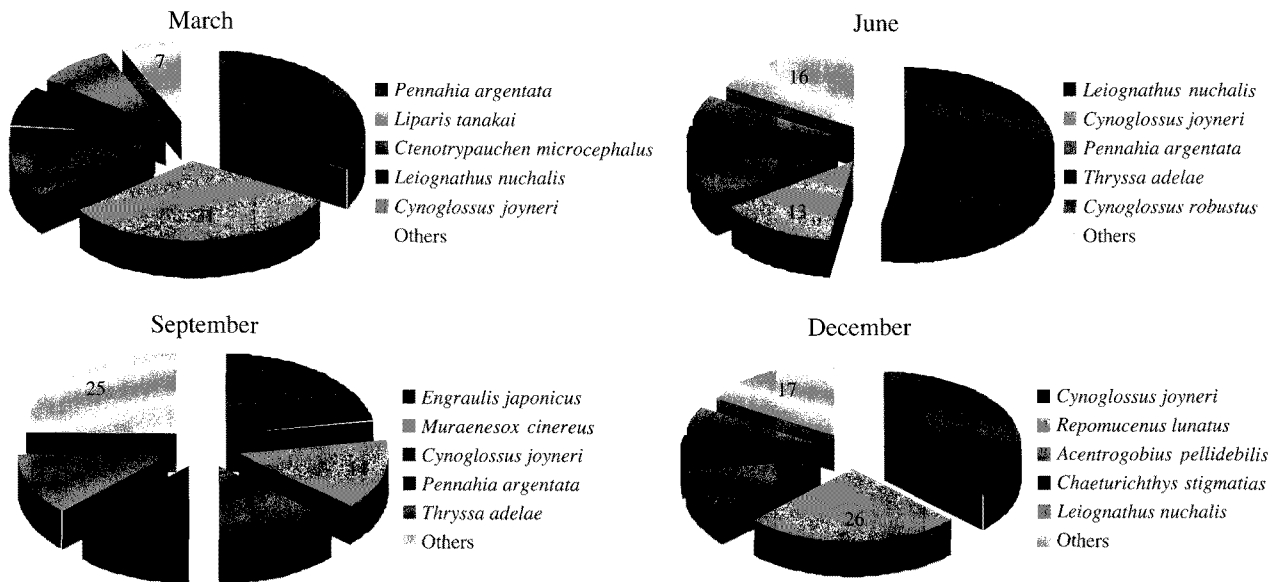


Fig. 6. Monthly variation of dominant species in Yeoja Bay, 2009.

가 없었으나 ( $p > 0.05$ ) 어획중량에는 차이가 있는 것 ( $p < 0.01$ )으로 분석되었다 (Tables 5, 6).

또한 여자만 어류의 계절변동을 알아보기 위하여 분기별 출현한 어류의 출현 여부를 이진법으로 정리한 후 이를 이용하여 유클리디안 제곱거리를 계산하여 클러스터분석을 한 결과 3월과 12월의 어류 출현 유사도는 50% 이상으로 높았고, 6월과 9월의 어류 출현 유사도는 60% 이상으로 나타났다. 두 군집사이에는 뚜렷한 구분을 나타내었다 (Fig. 9).

### 고찰

여자만 해역의 주요 어장환경 요인인 수온과 염분의 분기별 변동은 조사 시점에 따라 뚜렷한 차이를 보이며 변화 하였으나 연도별 변동은 매년 비슷한 패턴을 보였다. 또한 표층과 저층의 수온과 염분의 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 이러한 이유는 여자만의 수심이 대체로 낮고, 해저 지형의 특성상 여자만 안쪽과 여자만 밖, 즉 외해와의 해수 교환이 원활히 이루어지지 않기 때문이라 판단된다.

**Table 3.** Monthly species composition of fishes caught by a beam trawl survey in Yeolja Bay of Korea, 2008

Scientific name	March		June		September		December	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius flavimanus</i>							32	2
<i>Acentrogobius pellidebilis</i>							314	*
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	931	1						
<i>Apogon lineatus</i>			18	*			14	*
<i>Benthoosema pierotum</i>			35	*				
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	35	*	239	*	1,156	5	587	4
<i>Conger myriaster</i>			35	3				
<i>Cryptocentrus filifer</i>			35	*				
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>	70	*			865	5	318	2
<i>Cynoglossus joyneri</i>	663	13	2,864	49	14,468	341	5,256	147
<i>Cynoglossus robustus</i>							29	*
<i>Decapterus maruadsi</i>			14	*				
<i>Hemitripterus villosus</i>	756	23						
<i>Johnius grypotus</i>					14,570	283		
<i>Konosirus punctatus</i>	93	*					594	8
<i>Larimichthys polyactis</i>					55	4		
<i>Leiognathus nuchalis</i>			497	15	35	*	150	*
<i>Liparis agassizii</i>	454	*			35	*		
<i>Liparis tanakai</i>	815	1						
<i>Muraenesox cinereus</i>			98	7	4,534	454		
<i>Okamejei kenojei</i>			169	77	35	8		
<i>Ophichthus urolophus</i>					55	3		
<i>Pampus echinogaster</i>			88	4				
<i>Paralichthys olivaceus</i>							35	*
<i>Pennahia argentata</i>			16,755	231	5,108	50		
<i>Pholis crassispina</i>							14	*
<i>Pholis nebulosa</i>	70	*						
<i>Platycephalus indicus</i>			84	9	488	103		
<i>Pleuronichthys cornutus</i>	9,507	8	2,870	28			18	*
<i>Repomucenus lunatus</i>							455	2
<i>Repomucenus valenciennesi</i>	2,130	8			43	*	198	35
<i>Rudarius ercodes</i>							14	*
<i>Sillago japonica</i>					156	5	71	2
<i>Takifugu niphobles</i>							403	7
<i>Takifugu pardalis</i>			53	*				
<i>Thryssa adelae</i>	10,066	38	9,385	119				
<i>Thryssa kammalensis</i>			6,053	76	375	3	757	8
<i>Trachurus japonicus</i>			14	*				
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>								
<i>Upeneus japonicus</i>					35	*		
<i>Zoarces gilli</i>	163	*						
Sum	25,753	92	39,306	618	42,013	1,264	9,259	217

The units of N and W are inds./km<sup>2</sup> and kg/km<sup>2</sup>, respectively.

\* less than 1.0 kg/km<sup>2</sup>

2006년부터 2009년까지 여자만의 어획시험에서 출현한 어류의 종수는 2006년에 37종, 2007년 39종, 2008년 41종, 그리고 2009년에는 44종으로 해마다 조금씩 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 2005년 동일한 해역에서 기 연구된 어획시험에서 출현한 어류의 종수는 70종으로 나타났다(김 등, 2007). 두 연구결과에서 어류의 출현 종수가 크게 차이는 것은 어획시험 시 사용되었던 어구 차이인 것으로 판단된다. 2005년도에는 일명 고대구리어업으로 불렸던 소형 저층트롤(bottom trawl) 어구를 사용하였고, 본 연구에서는

고대구리어업이 근절되었던 2006년부터 연안조망어업에서 사용하고 있는 빔트롤(beam trawl)을 이용하였다. 연안조망과 같은 트롤조사는 불특정 다수 어종을 동시에 어획하므로 주 대상이 되는 어종은 물론 비 대상 어종과 소형 어종들도 채집할 수 있으며, 특히 저층의 분포 생물을 연구하는데 있어서 다른 조사방법에 비해 적합한 것으로 보고되었다(이, 1991).

한 등(2001a)에 의해 조사되었던 부유성 어란과 자치어의 연구결과를 살펴보면, 1998년 여자만의 부유성 어란은

**Table 4.** Monthly species composition of fishes caught by a beam trawl survey in Yeolja Bay of Korea, 2009

Scientific name	March		June		September		December	
	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius flavimanus</i>							37	2
<i>Acentrogobius pflaumi</i>	35	*					192	*
<i>Apogon lineatus</i>			37	*				
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	1,827	11	395	2	37	*	134	1
<i>Chelidonichthys spinosus</i>			136	20				
<i>Cociella crocodila</i>							59	*
<i>Conger myriaster</i>	32	3						
<i>Cryptocentrus filifer</i>			82	*				
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>	5,561	44	82	*	12	*		
<i>Cynoglossus joyneri</i>	3,783	76	3,634	111	729	19	762	21
<i>Cynoglossus robustus</i>			1,425	36	179	11		
<i>Dasyatis akajei</i>	35	14	136	7				
<i>Engraulis japonicus</i>					1,200	19	19	*
<i>Hemitripterus villosus</i>	32	*	119	34				
<i>Hexagrammos otakii</i>							19	*
<i>Johnius grypotus</i>								
<i>Konosirus punctatus</i>			82	1				
<i>Lateolabrax maculatus</i>							19	2
<i>Leiognathus nuchalis</i>	3,816	12	15,125	148			96	*
<i>Liparis tanakai</i>	14,055	52			30	5	20	30
<i>Miichthys miiuy</i>					570	19		
<i>Mugil cephalus</i>							19	*
<i>Muraenesox cinereus</i>			136	21	754	146		
<i>Okamejei kenojei</i>	95	9						
<i>Pampus argenteus</i>					12	*		
<i>Pennahia argentata</i>	14,995	248	2,127	56	678	60		
<i>Pholis nebulosa</i>							37	*
<i>Platycephalus indicus</i>	525	48	239	42				
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	35	17			18	9		
<i>Pleuronichthys cornutus</i>	35	1	37	*			19	3
<i>Raja pulchra</i>			194	60	37	20		
<i>Repomucenus lunatus</i>	139	*	481	3	106	*	525	2
<i>Saurida elongata</i>								
<i>Sillago japonica</i>	32	*	273	9	25	*		
<i>Sphyrnaena pinguis</i>					88	9		
<i>Takifugu niphobles</i>							19	*
<i>Thryssa adalae</i>	161	*	1,701	15	548	2		
<i>Thryssa kammalensis</i>	63	*	1,282	9	274	2	19	*
<i>Trachurus japonicus</i>			1,016	9				
<i>Trichiurus lepturus</i>							37	*
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>							19	*
<i>Zoarces gilli</i>	32	*						
Sum	45,288	535	28,739	583	5,297	321	2,051	61

The units of N and W are inds./km<sup>2</sup> and kg/km<sup>2</sup>, respectively.

\* less than 1.0 kg/km<sup>2</sup>

멸치가 전체 출현량의 약 54%를 차지하였고, 주둥치 22%, 준치 13%, 전어가 11% 순으로 나타났다. 자치어는 준치가 49%를 차지하였고, 베도라치가 32%였다. 또한 광 등(2003)에 의하면 부유성 어란 중 전어가 약 43%였고, 자치어 중에서는 망둑어류가 55%, 까나리 21%, 전어 12%였다. 여자만에 인접해 있는 광양만에서 소형 트롤어구를 사용하여 57종의 어류가 채집되었고, 우점종은 실고기 (*Syngnathus schlegeli*), 베도라치 (*Pholis nebulosa*), 가시망둑 (*Favonigo-*

*bis gymnauchen*) 등으로 나타났으며, 채집된 대부분의 어류가 체장 15 cm 이하의 소형개체였다(허와 광, 1997). 본 해역에서는 보구치 (*A. argentatus*), 풀반댕이 (*T. purava*), 청멸 (*T. kammalensis*), 그리고 참서대 (*C. joyner*)가 우점종으로 나타났으며, 이들 중 소형부어류인 풀반댕이와 청멸은 10 cm 이하였고, 보구치와 참서대 역시 소형개체가 대부분이었다. 광양만과 여자만의 우점종은 서로 달랐으나 소형개체들이 주로 채집되는 것으로 보아 두 만(bay)은 어류들의



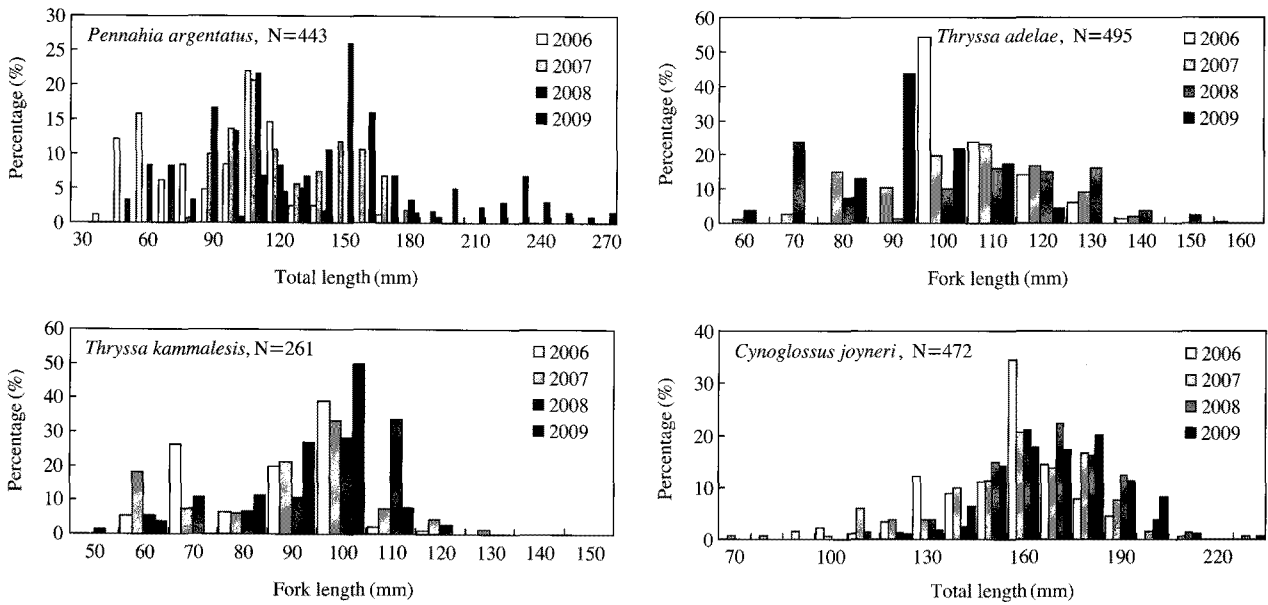


Fig. 7. Length frequency distribution of major dominant species in Yeolja Bay of Korea, 2006~2009.

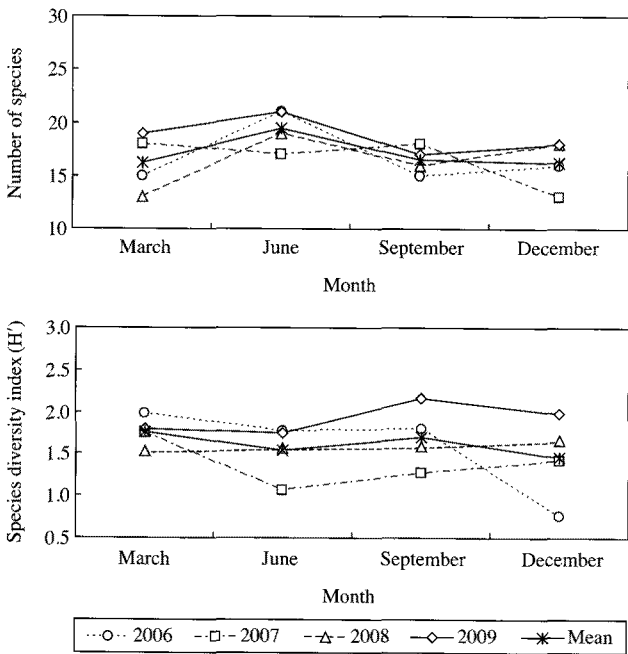


Fig. 8. Monthly fluctuation in number of species and species diversity index ( $H'$ ) of fishes caught by a beam trawl in Yeolja Bay of Korea, 2006~2009.

산란장과 어린 어류들의 성육장 역할을 한다고 생각된다. 다양도지수( $H'$ )는 각 어종의 개체수와 전체 출현 개체수와의 관계로 추정하는 것으로 본 연구에서는 연도별 분기별 다양도지수의 평균값을 사용하여 나타내었다. 다양도지수 값은 대체로 3월에 가장 높았고 12월에 낮은 것으로 나

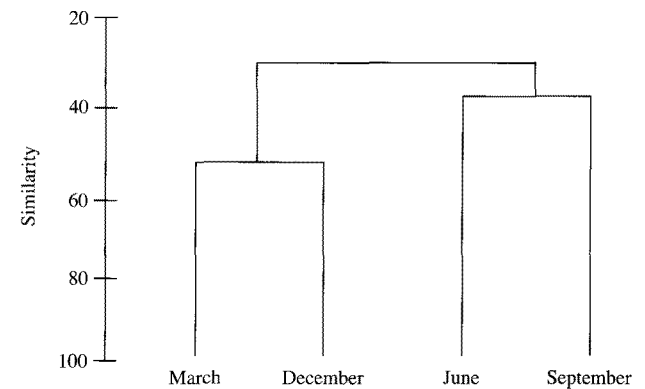


Fig. 9. Monthly similarity of fishes caught among the community in Yeolja Bay of Korea, 2006~2009.

타났다. 다양도지수 값이 높다는 의미는 출현하는 어종이 어느 한 어종에 개체수가 치우치지 않고 골고루 분포한다는 의미로 3월의 경우 다양한 어종들이 골고루 채집되었다. 반면 지수값이 낮다는 것은 어느 한 두 종에 개체수가 편중됐을 때 나타나는 것으로 2006년 12월의 경우 폴반돔이 전체 출현한 어종들의 개체수의 약 80%를 차지하였고, 2007년 6월에는 보구치가 72%, 9월 주둥치가 60%, 그리고 12월에는 돛양태가 50%를 차지하여 다양도지수 값이 낮게 나타난 것이다. 또한 다양도지수 값들이 연도 간에 동일한지의 여부를 분산분석으로 검정한 결과 연도 간 다양도지수 값이 같다( $p > 0.05$ ,  $p = 0.18$ )고 분석되었으며, 동일한 방법으로 분기별 분석을 한 결과 다양도지수 값이 같다( $p > 0.05$ ,  $p = 0.63$ )고 분석되었다. 분산분석은 그룹 간의 평

**Table 5.** Comparison of significance probability (*p*) of annual results of individuals per unit area (upper value) and weight per unit area (lower value) by ANOVA in Yeoja Bay, 2006~2009

	2006	2007	2008	2009
2006	-	0.496 0.310	0.650 0.361	0.999 0.703
2007		-	0.738 1.001	0.656 0.912
2008			-	0.997 0.948
2009				-

**Table 6.** Comparison of significance probability (*p*) of monthly results of individuals per unit area (upper value) and weight per unit area (lower value) by ANOVA in Yeoja Bay, 2006~2009

	March	June	September	December
March	-	0.646 0.019*	0.785 0.045*	0.950 0.987
June		-	0.972 0.998	0.378 0.002**
September			-	0.205 0.015*
December				-

\**p*<0.05, \*\**p*<0.01

균이 동일한지를 비교하는 방법으로 비교 대상이 3개 이상 일 경우 사용하는데, 본 연구에서는 그룹별 관측값(N=4)이 적어 연도 간 그리고 분기별로 동일하게 나타나지 않았나 생각된다.

2006년부터 2008년까지의 여자만 해역에서 서식하는 어류들의 계절변동을 살펴보면, 3월에 풀반대이(41%)가 우점하였고, 6월 보구치(42%), 9월 참서대(32%)와 보구치(22%), 그리고 12월에는 풀반대이(56%)가 우점하는 것으로 나타났다. 그러나 2009년에는 분기별 우점종이 다르게 나타났는데, 3월에는 보구치(32%)와 곶치(28%), 6월 주둥치(54%), 9월 멸치(27%), 그리고 12월에는 참서대(37%)와 돛양태(25%)가 우점하였다. 해양수산부(2001)의 보고서에 의하면 과거 여자만 해역은 어류의 산란장과 성육장으로 정착성 어류뿐만 아니라 회유성 어류도 풍부하게 어획되었으나 무분별하고 과도한 어획으로 주요 상업어종들이 대부분 사라졌다. 하지만 이처럼 다양한 어종들이 다시 출현한 것이 2005년 말 고대구리어업이 근절된 이후 여자만 해역의 생태적 기능이 점차 회복되고 있는지 아니면 일시적으로 다르게 나타난 것인지는 지속적인 모니터링을 해야 할 것이다. 여자만 생태계가 과거의 생태적 기능을 회복하려면 여전히 성행하고 있는 불법어업이 근절되어야 할 것이며, 유실된 어구들의 반복적인 고스트 피싱, 그리고 해적생물인

불가사리 등을 구제해야 할 것이다.

여자만의 계절변동을 알아보기 위해 분산분석(ANOVA)을 이용한 통계 검정을 하였다. 분기별(3, 6, 9, 12월) 단위면적당 개체수(ind./km<sup>2</sup>)를 비교한 결과 분기별 개체수 간에는 차이가 없는 것으로 나타났다(*p*>0.05). 이는 분기별 조망어구를 사용하여 높은 단위면적당 어획된 개체수가 동일하다는 의미이다. 동일한 방법으로 분기별 단위면적당 어획중량(kg/km<sup>2</sup>)을 이용하여 분석한 결과 분기별 어획중량에는 차이가 있는 것으로 나타났다(*p*<0.05). 분기별 단위면적당 어획중량을 살펴보면, 대체로 6월과 9월에 가장 많았고, 12월에 가장 낮게 나타났다. 이는 여자만 해역에서 어류의 성장과 회유와 관계가 있는 것으로 판단된다. 수온이 상승하는 6월과 9월에 대부분의 어류들은 산란하기 위해 여자만으로 들어왔다가 산란 후 다시 여자만 밖으로 빠져나가고 부화된 어린 어류들은 성장하다가 수온이 낮아지는 12월에 여자만 밖으로 나갔다가 수온이 상승하면 다시 여자만으로 들어오기 때문에 분기별 단위면적당 어획중량이 서로 차이가 나는 것이다.

여자만에 서식하는 어종들의 계절변동을 알아보기 위해 클러스터 분석을 적용한 결과 3월과 12월, 그리고 6월과 9월이 유사한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 분기별 우점종 패턴과 유사하다. 여자만 해역은 3월과 12월, 그리고 6월과 9월에 서식하는 어류가 서로 다르다는 것을 알 수 있으며 이러한 결과들은 연안어업, 특히 만(Bay)의 어업정책 수립 시 유용한 자료가 될 것이다. 또한 클러스터분석 시 생물적인 요인 외에도 이 두 시기를 나누는 수온, 염분 및 여류철 장마 또는 집중 호우 등 다양한 환경적 요인이 있으므로 이에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 사 사

본 논문은 국립수산물과학원(남해 서부해역 연안어업 자원조사, RP-2011-FR-011)의 지원에 의해 수행되었으며, 연구에 적극적으로 협조해 주신 여자만 이목리 어촌계장(박정용)님과 연구원들, 그리고 심사위원님들께 감사드립니다.

## 인 용 문 헌

- 곽종욱 · 조영철 · 이경식 · 전송미. 2003. 2002년 여자만 해양환경과 어류 난·자치어 분포 특성. 2003 추계 한국수산물회 학술발표대회, pp. 117-118.
- 국립수산물과학원. 2005. 한국연근해 유용어류도감. 제2판. 한글, 333pp.
- 김익수 · 최 윤 · 이충렬 · 이용주 · 김병직 · 김지현. 2005. 원색한 국어류대도감. 교학사, 615pp.

- 김종빈 · 장대수 · 김영혜 · 강창근 · 조규대. 2003. 남해 나로도 주변해역에서 채집된 어류의 종조성과 계절변동. 한국수산학회지, 36: 378-388.
- 김주일 · 서영일 · 이선길 · 김성태 · 주 현 · 장선익 · 오택운. 2007. 여자만 저층트롤 어획실태와 종조성. 한국어업기술학회지, 43: 241-250.
- 노경희 · 김종홍 · 정영철. 1991. 순천만으로 유입되는 동천과 이사천의 식물플랑크톤 군집의 종조성과 동태. 한국육수학회지, 23: 153-163.
- 유재명 · 김 성 · 이은경. 1993. 여자만에서 장마에 의한 담수 유입이 어란 및 치자어의 출현량에 미치는 영향. 해양연구, 15: 37-42.
- 유재명 · 김용익. 1990. 순천만 하계 장마철 전후의 어란, 치자어 변동. 1990년도 춘계 한국어류학회 연구발표회, pp. 110-111.
- 윤창호. 2002. 한국어류검색도감. 아카데미서적, 747pp.
- 이태원. 1991. 아산만 저어유, I. 적정 채집 방법. 한국수산학회지, 24: 248-254.
- 최 윤 · 김지현 · 박종영. 2008. 한국의 바닷물고기. 제3판. 교학사, 646pp.
- 한경호 · 김두용 · 진동수 · 신상수 · 백승록 · 오성현. 2001a. 순천만에 분포하는 부유성 난과 치자어의 종조성 및 양적변동. 한국어류학회지, 13: 136-142.
- 한경호 · 양근석 · 진동수 · 유동재 · 오성현 · 황동식. 2001b. 고흥반도 주변 해역에 분포하는 어류의 종조성 및 계절변동. 한국어류학회지, 13: 143-157.
- 해양수산부. 2001. 갯벌 생태계 조사 및 지속가능한 이용방안 연구. 1241pp.
- 허성희 · 광석남. 1997. 광양만 잘피밭에 서식하는 어류의 종조성 및 계절 변동. 한국어류학회지, 9: 202-220.
- Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal, 27: 379-423.
- Wolff, W.J. 1983. Estuaries and enclosed seas. Ecosystem of the World 26. E.S.P.S. NewYork, U.S.A.