

경기도 화성 연안 안강망 어장의 어류군집

차병열* · 임양재 · 조현수 · 권대현

국립수산과학원 서해수산연구소

A Fish Community Caught by a Stow Net in the Water off Hwaseong City, the West Sea, Korea by Byung-Yul Cha*, Yang-Jae Im, Hyun-Su Jo and Dae-Hyeon Kwon (Fisheries Resources and Environment Division, West Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Incheon 400-420, Korea)

ABSTRACT Species composition, abundance and seasonal variation of the fish community in the water off Hwaseong City, the West Sea, Korea were determined using monthly samples collected by a stow net from March 2011 to February 2012.

A total of 71 species, 608,801 individuals and 795,503.3 g of fish were collected during the study. Dominant species were *Engraulis japonicus* accounting for 97.3% (592,926 individuals) in total number of individuals and 78.2% (622,815.8 g) in total biomass. The other major species were *Pholis fangi*, *Chaeturichthys stigmatias*, *Konosirus punctatus*, *Hyporhamphus intermedius*, *Amblychaeturichthys hexanema*, *Liparis tanakai*, *Pleuronectes yokohamae* and *Okamejei kenojei*.

Fish collected were 59 species, 190,406 individuals and 241,113.4 g in the surface stow net and 61 species, 418,395 individuals and 554,389.9 g in the bottom stow net.

Catch rate was low from March to May although the number of species was high. Catch rate significantly increased from June, but the number of species was relatively low.

Key words : Hwaseong City, fish community, a stow net, seasonal variation

서 론

서해 중부연안에 위치한 아산만은 많은 어류들의 산란장, 성육장 및 색이장으로 이용된다. 이는 아산만이 어류들에게 풍부한 먹이생물과 다양한 서식처를 제공하고 있기 때문이다. 즉, 서해의 많은 어류들이 아산만으로 내유하여 산란하며 부화한 어린 어류들은 아산만에서 성장한다. 그러나 서해연안은 조석간만의 차가 크고, 조류가 강하여 북해(North Sea)의 어류(Arnold *et al.*, 1994)와 같이 선택적 조류수송(selective tidal stream transport)이라는 기작으로 어류들이 회유할 가능성이 높다. 최근에는 서해연안에 영향을 미치는 계절적인 태풍의 이동 및 적조의 발생 그리고 해파리와 같은 포식자의 대량 번식 등이 복합적으로 작용하면서 어류들의 분포와 이동에 영향을 미칠 가능성이 매우 크다. 그러

나 이러한 요인들은 단기간에 걸친 일시적인 현상일 뿐 일 년 이상의 장기적인 연 주기를 가지고 변하는 수온변동이 어류들에게 영향을 미치는 주된 요인이 될 수 있을 것이다.

지금까지 서해연안에서 수행된 어류군집 논문을 살펴보면, 아산만에서는 저어류 종조성의 주야 및 계절변동(이와 김, 1992), 저어류의 정점간 양적 변동과 종조성(이, 1993), 저어류 종조성의 최근 3년간(1990~1993) 변화(이와 황, 1995)가 있다. 그리고 인근해역인 천수만에서는 소형정치망 자료에 의한 천수만어류의 계절에 따른 종조성 및 양적 변동(Lee and Seok, 1984), 저서성어류군집의 계절변화(이, 1989), 어류의 종조성 변화(이, 1996; 이 등, 1997; 이, 1998) 등이 있다. 그 외 지역에는 이각만에 채집된 2008년 태안 연안 어류 종조성(황과 이, 2011), 1986~87년 영광 연안 저어류의 계절 변동(이와 김, 1998), 고군산군도 연안 낭장망 어획 수산생물의 종조성 및 주야·계절 변동(황, 1998) 등이 있다.

이러한 어류군집 연구들에서 찾아 볼 수 있는 특징은 해

*Corresponding author: Byung-Yul Cha Tel: 82-32-745-0616,
Fax: 82-32-745-0569, E-mail: cby4321@korea.kr

역간에 우점종과 출현종은 다르지만 소수종이 우점하고, 이들 어종들이 시기에 따라 어류군집의 풍도에 큰 영향을 미치고 있다는 점이다.

본 논문은 아산만 입구에 위치하고 있는 경기도 화성 연안의 안강망어장에서 월별로 어류를 조사하여 종조성 및 우점종, 어종별 출현량 등을 파악하고, 어류군집의 월 변동 경향을 분석하였다.

재료 및 방법

어류는 2011년 3월부터 2012년 2월까지 매월 소조기에 아산만 입구에 위치한 경기도 화성 연안(Fig. 1)에서 채집하였다. 조사지역의 수심은 30 m 내외이며, 이는 내만의 최대수심 20 m보다는 깊고 바깥측의 40~60 m보다는 얇은 수심이다. 어류 채집에는 안강망(stow net)을 이용하였으며, 이 어구는 그물을 바다에 고정하여 지나가는 어류가 어획되는 수동어구이다. 수층간 어류군집을 비교·분석하기 위하여 안강망 2통을 사용하였는데, 이 중 1통은 바다의 표층 가까이(0~5 m 수심)에 시설하였고, 나머지 1통은 주부를 이용하여 침강력을 증가시킨 후 저층가까이(25~30 m 수심)에 시설하였다. 사용된 그물의 1통의 규격은 길이가 20 m이며, 그물입구의 크기는 34 m²(높이 2 m, 너비 17 m)이었다. 망목(mesh size)은 몸통그물에서 8 cm, 자루그물에서 2 cm이었다. 그물은 오전 7시에 투망하여, 24시간이 지난 익

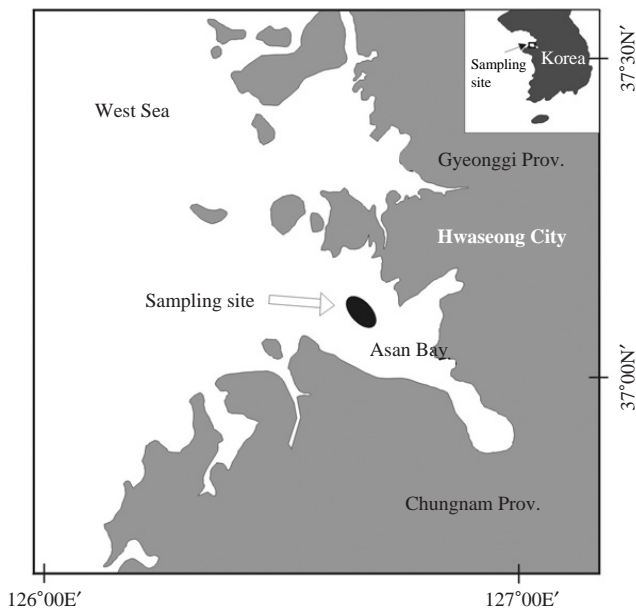


Fig. 1. Map showing the sampling site by a stow net for the fish community study in the water off Hwaseong City, the West Sea, Korea from March 2011 to February 2012.

일 7시에 양망하였다. 어획물 조사시 CTD를 이용하여 표층과 저층의 수온과 염분을 측정하였다. 채집된 어류는 현장에서 얼음과 함께 아이스박스에 냉장 보관한 뒤, 실험실로 운반한 후 종별로 분류·측정하였다. 어류의 동정에는 김 등(2005)의 기준에 따랐다. 채집량이 많은 어종에 대해서는 1/10, 1/20, 1/30 등으로 subsample하여 측정한 후, 다시 전량으로 환산하였다.

어류군집의 월 변동양상을 이해하기 위하여 어종별 월별 출현량(개체수, 생체량), 어종수 그리고 다양도 등을 분석하였다. 여기서, 종 다양도 지수는 Shannon-Wiener의 변형된 식을 이용하여 구하였다(Pielou, 1966).

그리고, 어류군집의 월별 차이를 알아보기 위하여 주성분 분석(Principal Component Analysis, PCA)을 실시하였다(Pielou, 1984). 채집된 월의 자료를 하나의 독립된 표본단위로 보고 각 표본단위의 출현어종의 출현량으로부터 각 종의 순위를 정하여 Spearman에 의한 rank correlation coefficient를 계산한 후 구하였다.

결 과

1. 해양환경의 특성

표층수온은 2011년 3월에 2.5°C로 낮았고(Fig. 2), 4월 이후에는 점차 상승하여 8월과 9월에는 23.0°C로 높았다. 그러나, 10월 이후에는 다시 낮아져 2012년 1월과 2월에는 각각 3.2°C, 1.8°C의 낮은 값을 나타내었다. 저층수온의 경우, 역시 2011년 3월에 2.5°C의 낮은 값을 보였으나, 2011년 8월과 9월에 23.0°C 이상의 높은 수온을 나타내었으며, 저층수온의 월 변동양상은 표층수온과 비슷하였다.

표층염분은 2011년 3월부터 6월까지 30.0 psu 이상이었으나, 7월에는 30.0 psu 미만으로 낮아졌으며, 8월부터 10월까지는 29.0 psu 미만으로 더욱 낮아졌다. 11월 이후부터 익년 2월까지의 염분이 약간 증가하여 29.0 psu 이상을 나타내었다. 저층도 표층염분의 월 변동과 비슷한 경향이 있었다. 그러나 2011년 7월부터 10월까지는 표층이 저층보다 다소 낮았는데, 이는 우기(rainy season)동안 민물이 표층으로 유입되었기 때문으로 생각된다. 표층과 저층의 수온과 염분은 유의한 차이를 보이지 않았다.

2. 어류의 종조성

조사기간 동안 표층해역과 저층해역에서 채집된 어류는 총 71종, 개체수 608,801마리 그리고 생체량은 795,503.3 g이었다(Table 1). 이 중 개체수에서 멸치(*Engraulis japonicus*)가 592,926마리로 전체의 97.3%를 차지하여 최우점하였다. 다음으로 흰베도라치(*Pholis fangi*)가 6,039마리(0.9%),

취취망둑 (*Chaeturichthys stigmatias*)이 2,919마리 (0.4%), 전어 (*Konosirus punctatus*)가 1,711마리 (0.2%), 줄공치 (*Hyporhamphus intermedius*)가 997마리 (0.1%), 도화망둑 (*Ambly-*

chaeturichthys hexanema)이 975마리 (0.1%)이었다. 그 외 어종들은 소량이었다. 생체량 면에서는 멸치가 622,815.8 g으로 전체의 78.2%를 차지하여 역시 가장 많았고, 그 외 취취망둑이 40,591.6 g (5.1%), 꼼치 (*Liparis tanakai*)가 19,380.0 g (2.4%), 문치가자미 (*Pleuronectes yokohamae*)가 18,170.7 g (2.2%), 홍어 (*Okamejei kenojei*)가 14,753.8 g (1.8%)이었다.

표층해역에서 채집된 어류는 총 59종, 개체수 190,406마리, 생체량 241,113.4 g이었으며, 이 중 멸치가 개체수 187,586마리 (98.5%), 생체량 193,842.0 g (80.4%)으로 가장 많았다. 다음으로 취취망둑이 453마리 (0.2%), 8,159.0 g (3.4%) 그리고 전어가 개체수에서 1,056마리 (0.6%), 생체량에서 4,713.1 g (2.0%)으로 많았다. 저층해역에서 채집된 어류의 경우, 총 61종, 개체수 418,395마리, 생체량 554,389.9 g이었다. 우점종으로는 역시 멸치로서 개체수에서 405,340마리 (96.9%), 생체량에서 428,973.8 g (77.4%)이었으며, 그 외 흰배도라치가 개체수 6,025마리 (1.4%), 생체량 3,621.8 g (0.7%) 그리고 취취망둑이 개체수에서 2,466마리 (0.6%), 생체량에서 32,432.6 g (5.9%)으로 많았다. 따라서 표층해역에 비해 저층해역에서 어종수, 개체수, 생체량이 모두 많았으며, 표층해역과 저층해역 모두에서 멸치가 우점하였다. 표층해역에서만 채집된 어류들은 청멸 (*Thryssa kammalensis*) 등 10종, 저층해역에서만 채집된 어류들은 두줄망둑 (*Tridentiger trigonocephalus*) 등 12종이었으며, 모두에서 채집된 어류는 49종으로 가장 많았다.

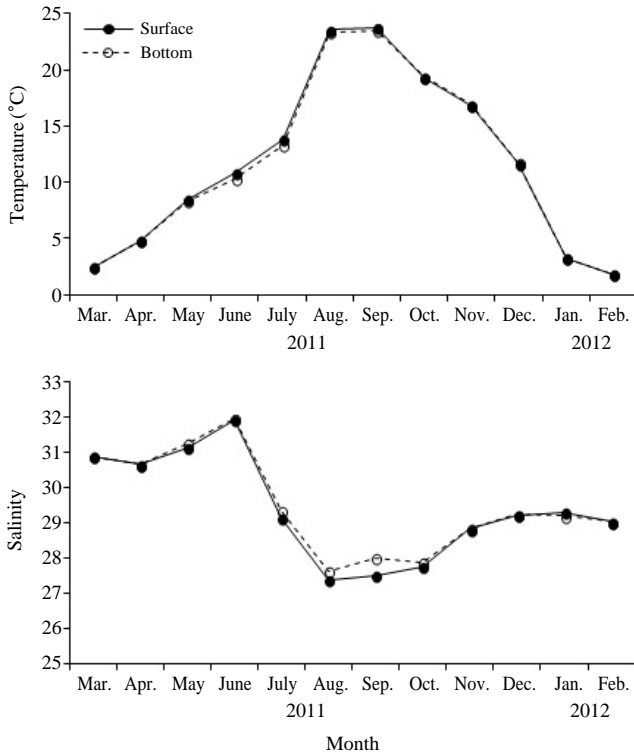


Fig. 2. Monthly variations of temperature and salinity observed in the water off Hwaseong City, the West Sea, Korea from March 2011 to February 2012.

3. 어류군집의 계절변화

출현종수는 표층해역에서 2011년 3월부터 5월까지 15~

Table 1. List and abundance of fish species collected by a stow net in the water off Hwaseong City, the West Sea, Korea from March 2011 to February 2012

Species	Surface water (0~5 m)		Bottom water (25~30 m)		Total		Relative abundance	
	N	B	N	B	N	B	N (%)	B (%)
<i>Engraulis japonicus</i>	187,586	193,842.0	405,340	428,973.8	592,926	622,815.8	97.3924	78.2921
<i>Pholis fangi</i>	14	106.2	6,025	3,621.8	6,039	3,728.1	0.9919	0.4686
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	453	8,159.0	2,466	32,432.6	2,919	40,591.6	0.4795	5.1026
<i>Konosirus punctatus</i>	1,056	4,713.1	655	3,330.5	1,711	8,043.6	0.2810	1.0111
<i>Hyporhamphus intermedius</i>	98	490.5	899	3,741.6	997	4,232.1	0.1638	0.5320
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	38	193.2	937	5,095.2	975	5,288.4	0.1602	0.6648
<i>Repomucenus koreanus</i>	21	86.7	374	2,101.3	395	2,188.0	0.0649	0.2750
<i>Tridentiger barbatus</i>	178	1,720.8	177	1,361.6	355	3,082.4	0.0583	0.3875
<i>Liparis tanakai</i>	118	2,460.5	117	16,919.5	235	19,380.0	0.0386	2.4362
<i>Takifugu niphobles</i>	52	362.6	181	1,155.0	233	1,517.6	0.0383	0.1908
<i>Tridentiger bifasciatus</i>	98	406.7	108	499.8	206	906.5	0.0338	0.1139
<i>Sphyraena obtusata</i>	55	675.0	107	3,255.8	162	3,930.7	0.0266	0.4941
<i>Hyporhamphus sajori</i>	79	1,089.6	53	321.0	132	1,410.7	0.0217	0.1773
<i>Coilia nasus</i>	28	93.6	99	1,666.3	127	1,759.9	0.0209	0.2212
<i>Pampus echinogaster</i>	61	1,015.6	42	977.4	103	1,993.0	0.0169	0.2505
<i>Hexagrammos otakii</i>	65	419.1	28	289.9	93	709.0	0.0153	0.0891
<i>Sebastes schlegeli</i>	43	2,570.6	39	1,063.6	82	3,634.2	0.0135	0.4568

Table 1. Continued

Species	Surface water (0 ~ 5 m)		Bottom water (25 ~ 30 m)		Total		Relative abundance	
	N	B	N	B	N	B	N (%)	B (%)
<i>Synechogobius hasta</i>	53	6,558.8	24	2,906.2	77	9,465.0	0.0126	1.1898
<i>Okamejei kenojei</i>	1	533.6	58	14,220.2	59	14,753.8	0.0097	1.8547
<i>Chelon haematocheilus</i>	33	350.4	15	155.8	48	506.2	0.0079	0.0636
<i>Sardinella zunasi</i>	15	100.6	27	212.8	42	313.4	0.0069	0.0394
<i>Coilia mystus</i>	21	112.1	20	101.8	41	213.9	0.0067	0.0269
<i>Scomber japonicus</i>	8	63.4	32	131.8	40	195.2	0.0066	0.0245
<i>Scomberomorus niphonius</i>	14	620.0	25	826.5	39	1,446.5	0.0064	0.1818
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	6	2,052.6	31	16,118.1	37	18,170.7	0.0061	2.2842
<i>Sebastes koreanus</i>	16	424.6	15	205.8	31	630.4	0.0051	0.0792
<i>Paralichthys olivaceus</i>	17	3,323.0	11	2,683.7	28	6,006.7	0.0046	0.7551
<i>Conger myriaster</i>	7	261.3	21	860.4	28	1,121.7	0.0046	0.1410
<i>Acentrogobius pellidebilis</i>	1	2.6	26	65.7	27	68.3	0.0044	0.0086
<i>Hemitripterus villosus</i>	8	1,078.3	16	4,671.7	24	5,750.0	0.0039	0.7228
<i>Platycephalus indicus</i>	14	2,675.8	9	1,332.2	23	4,008.0	0.0038	0.5038
<i>Apogon lineatus</i>	13	77.7	10	62.4	23	140.1	0.0038	0.0176
<i>Collichthys niveatus</i>	10	82.1	12	110.4	22	192.5	0.0036	0.0242
<i>Johnius grypotus</i>	17	594.2	4	93.2	21	687.4	0.0034	0.0864
<i>Pennahia argentata</i>	5	48.1	12	19.2	17	67.2	0.0028	0.0084
<i>Mugil cephalus</i>	13	607.5	3	25.4	16	632.9	0.0026	0.0796
<i>Cynoglossus joyneri</i>	1	12.2	15	272.6	16	284.8	0.0026	0.0358
<i>Setipinna taty</i>	5	54.6	11	56.0	16	110.6	0.0026	0.0139
<i>Thryssa hamiltoni</i>	14	80.7	2	13.8	16	94.5	0.0026	0.0119
<i>Pholis nebulosa</i>	7	412.1	2	121.3	9	533.4	0.0015	0.0671
<i>Cottiusculus schmidtii</i>	1	15.0	8	103.2	9	118.2	0.0015	0.0149
<i>Ammodytes personatus</i>	6	26.5	3	8.8	9	35.3	0.0015	0.0044
<i>Trichiurus lepturus</i>	6	52.5	1	25.2	7	77.7	0.0011	0.0098
<i>Zoarces gillii</i>	3	312.7	3	252.0	6	564.7	0.0010	0.0710
<i>Zebrias fasciatus</i>	2	104.8	3	434.1	5	538.9	0.0008	0.0677
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>	2	173.8	1	111.1	3	284.9	0.0005	0.0358
<i>Pleuronichthys cornutus</i>	1	143.9	1	17.9	2	161.8	0.0003	0.0203
<i>Saurida undosquamis</i>	1	32.7	1	19.4	2	52.1	0.0003	0.0065
<i>Liparis tessellatus</i>	1	30.9	1	16.7	2	47.6	0.0003	0.0060
<i>Thryssa kammalensis</i>	17	74.1			17	74.1	0.0028	0.0093
<i>Strongylura anastomella</i>	6	78.2			6	78.2	0.0010	0.0098
<i>Collichthys lucidus</i>	4	87.9			4	87.9	0.0007	0.0110
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	4	30.2			4	30.2	0.0007	0.0038
<i>Chaenogobius mororanus</i>	4	17.8			4	17.8	0.0007	0.0022
<i>Pagrus major</i>	2	50.4			2	50.4	0.0003	0.0063
<i>Plectorhynchus cinctus</i>	1	924.8			1	924.8	0.0002	0.1163
<i>Cleisthenes pinetorum</i>	1	217.3			1	217.3	0.0002	0.0273
<i>Takifugu porphyreus</i>	1	126.5			1	126.5	0.0002	0.0159
<i>Cynoglossus semilaevis</i>	1	82.3			1	82.3	0.0002	0.0103
<i>Anguilla japonica</i>			265	218.8	265	218.8	0.0435	0.0275
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>			18	59.4	18	59.4	0.0030	0.0075
<i>Cololabis saira</i>			10	41.5	10	41.5	0.0016	0.0052
<i>Kareius bicoloratus</i>			8	455.8	8	455.8	0.0013	0.0573
<i>Trachidermus fasciatus</i>			8	385.6	8	385.6	0.0013	0.0485
<i>Cottiusculus gonez</i>			6	36.3	6	36.3	0.0010	0.0046
<i>Acentrogobius pflaumi</i>			3	96.0	3	96.0	0.0005	0.0121
<i>Cryptocentrus filifer</i>			2	14.0	2	14.0	0.0003	0.0018
<i>Syngnathus schlegeli</i>			2	3.2	2	3.2	0.0003	0.0004
<i>Neosalanx andersoni</i>			1	7.5	1	7.5	0.0002	0.0009
<i>Takifugu vermicularis</i>			1	5.4	1	5.4	0.0002	0.0007
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>			1	4.3	1	4.3	0.0002	0.0005
Total	190,406	241,113.4	418,395	554,389.9	608,801	795,503.3	100	100
No. of species	59		61		71			

Note. N: number of individuals, B: weight in gram.

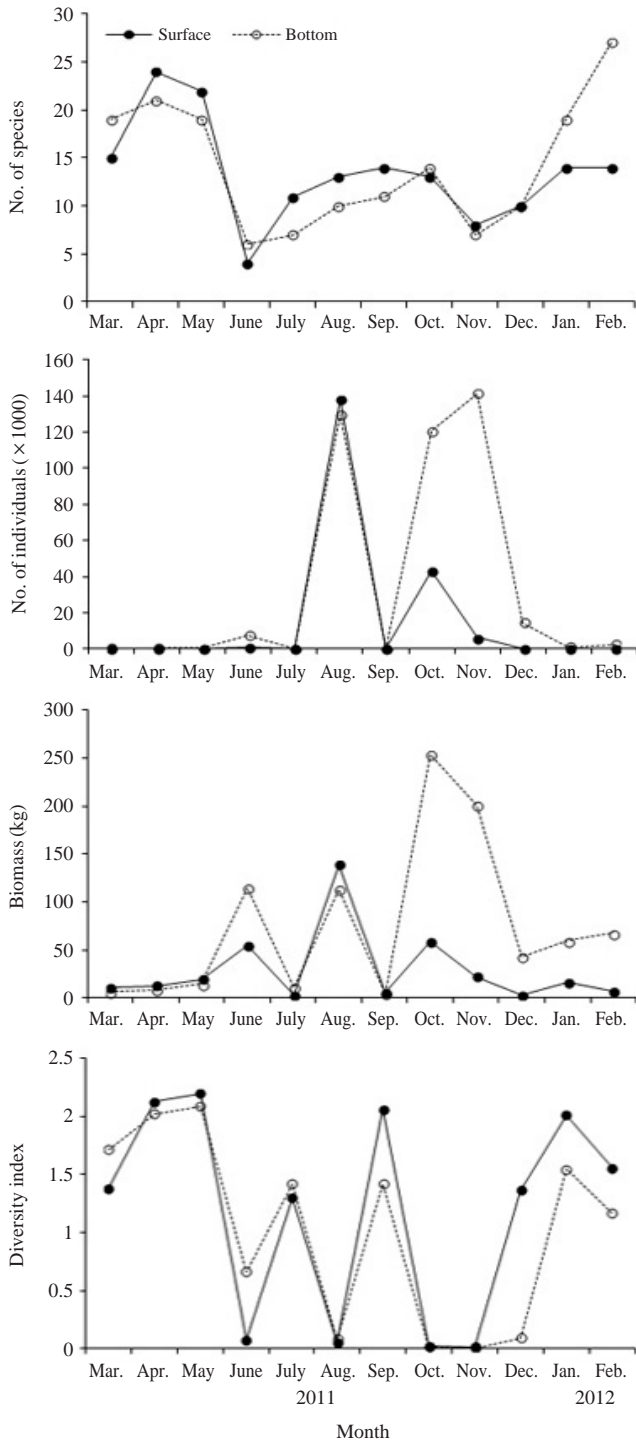


Fig. 3. Monthly variations of the number of species, the number of individuals, biomass and diversity index of fishes collected by a stow net in the water off Hwaseong City, the West Sea, Korea from March 2011 to February 2012.

24종으로 많은 편이었고(Fig. 3), 6월에는 4종으로 감소하였다. 7월 이후 다시 증가하기 시작하여 2012년 1월과 2월에는 각각 14종을 나타내었다. 저층해역에서는 표층해역의 어

종수와 비슷한 변동경향이었으나, 2012년 1월과 2월에 저층해역의 어종수가 각각 19종, 27종으로 표층해역보다 훨씬 많았다.

채집개체수는 표층해역에서는 2011년 3월부터 7월까지 73~1,174마리의 범위였으나, 8월에는 약 140,000마리까지 크게 증가하였다. 9월에는 185마리로 다시 급감한 후, 10월에는 40,000마리 이상으로 증가하였다. 그러나 11월 이후에는 7,000마리 미만으로 감소하였다. 저층에서는 2011년 3월부터 9월까지의 표층해역과 비슷한 변동양상을 나타내었으나, 10월에는 120,000마리 이상 그리고 11월에는 140,000마리 이상까지 크게 증가하였다. 10월과 11월의 개체수 대부분은 멸치가 차지하였다.

생체량의 경우에 있어서는 표층해역과 저층해역 모두 2011년 3월부터 9월까지 비슷하였고, 변동량도 크지 않았다. 하지만 저층해역의 경우, 2011년 10월부터 2012년 2월까지 43,568.2~253,738.2g으로 생체량이 크게 증가하였다. 이러한 변동경향은 2011년 10월부터 12월까지 저층해역에서 멸치가 우점하였고, 2012년 1월과 2월에는 쉬쉬망둑, 꼼치, 홍어, 문치가자미 등의 어류가 많이 채집되었기 때문이다.

종 다양도는 표층해역과 저층해역 모두 월 변동양상이 비슷하였다. 표층해역의 다양도는 0.0124~2.1981이며, 저층해역의 다양도는 0.0051~2.0843이었다.

4. 출현시기에 따른 어종별 분류

Gong *et al.* (2009)에 의하면, 서해는 고온(> 10°C), 저염의 난수기(Warm water period)와 저온(< 10°C), 고염의 냉수기(Cold water period)의 두 가지 시기로 구분된다고 하였다. 본 조사에서는 이러한 기준에 근거하여 2011년 6월부터 12월까지 수온이 10°C 이상인 난수기와 수온 10°C 미만인 2011년 3월부터 5월 그리고 2012년 1월과 2월까지를 냉수기로 구분하였다. 난수기에 채집된 어류들은 모두 24종이며(Table 2), 멸치, 고등어(*Scomber japonicus*), 삼치(*Scomberomorus niphonius*), 갈치(*Trichiurus lepturus*) 등의 대표적인 난류성 어류들이 포함되어 있었다. 또한, 뱀장어(*Anguilla japonica*), 열동가리돔(*Apogon lineatus*), 전어(*Konosirus punctatus*), 참돔(*Pagrus major*), 덕대(*Pampus echinogaster*), 밴댕이(*Sardinella zunasi*), 청멸 등의 수온이 상대적으로 따뜻한 남해안 및 동중국해 이남동지에서 주로 서식하거나, 난수기에 서해안으로 내유하는 어류들이었다. 특히 난수기에만 채집된 민태(*Johnius grypotus*)는 서해연안에서는 수온이 높은 시기에만 채집되는 어종으로 알려져 있다(이, 1989; 이, 1993, 1996; 이와 황, 1995; 이와 길, 1998).

냉수기에 채집된 어류들은 모두 33종이며, 여기에는 풀망둑(*Synechogobius hasta*), 줄망둑(*Acentrogobius pflaumi*), 점줄망둑(*Acentrogobius pelliculatus*), 도화망둑, 아작망둑(*Tri-*

Table 2. Ecological classification of occurring fish species by water temperature in this study

	Species	Temperature range
Warm and cold water (Total period)	<i>Chaeturichthys stigmatias</i> , <i>Hexagrammos otakii</i> , <i>Hyporhamphus sajori</i> , <i>Paralichthys olivaceus</i> , <i>Pholis fangi</i> , <i>Repomucenus koreanus</i> , <i>Sebastes schlegeli</i> (7 species)	1.8 ~ 23.7°C
Warm water (Jun. ~ Dec.)	<i>Anguilla japonica</i> , <i>Apogon lineatus</i> , <i>Chaenogobius mororanus</i> , <i>Engraulis japonicus</i> , <i>Hyporhamphus intermedius</i> , <i>Johnius grypotus</i> , <i>Konosirus punctatus</i> , <i>Pagrus major</i> , <i>Pampus echinogaster</i> , <i>Sardinella zunasi</i> , <i>Saurida undosquamis</i> , <i>Scomber japonicus</i> , <i>Scomberomorus niphonius</i> , <i>Setipinna taty</i> , <i>Sphyræna obtusata</i> , <i>Thryssa kammalensis</i> , <i>Trichiurus lepturus</i> (17 species)	> 10°C
Cold water (Mar. ~ May and Jan., Feb)	<i>Acentrogobius pflaumi</i> , <i>Acentrogobius pellidebilis</i> , <i>Amblychaeturichthys hexanema</i> , <i>Ammodytes personatus</i> , <i>Chelon haematocheilus</i> , <i>Cleisthenes pinetorum</i> , <i>Coilia mystus</i> , <i>Coilia nasus</i> , <i>Collichthys niveatus</i> , <i>Conger myriaster</i> , <i>Cottiusculus schmidtii</i> , <i>Cynoglossus abbreviatus</i> , <i>Cynoglossus joyneri</i> , <i>Hemistriperus villosus</i> , <i>Kareius bicoloratus</i> , <i>Liparis tanakai</i> , <i>Liparis tessellatus</i> , <i>Mugil cephalus</i> , <i>Neosalanx andersoni</i> , <i>Okamejei kenojei</i> , <i>Pleuronectes yokohamae</i> , <i>Sebastes koreanus</i> , <i>Synechogobius hasta</i> , <i>Tridentiger barbatus</i> , <i>Tridentiger bifasciatus</i> , <i>Zoarces gillii</i> (26 species)	< 10°C

Note. The classification on the water mass was cited to Gong *et al.*(2009).

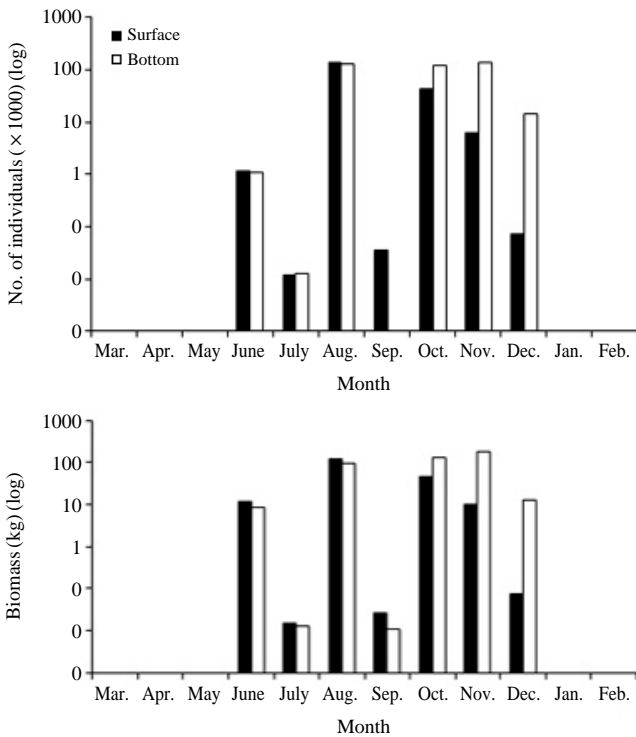


Fig. 4. Monthly variations of the number of individuals and biomass of *Engraulis japonicus* collected by a stow net in the water off Hwasong City, the West Sea, Korea from March 2011 to February 2012.

dentiger barbatus), 민물두줄망둑(*Tridentiger bifasciatus*) 등의 망둑어류가 가장 많았고, 그 외 용가자미(*Cleisthenes pinetorum*), 돌가자미(*Kareius bicoloratus*), 문치가자미의 가자미류, 용서대(*Cynoglossus abbreviatus*)와 참서대(*Cynoglossus joyneri*) 등의 서대류 등이었다. 이 시기에 출현한 가나

리(*Ammodytes personatus*)는 우리나라 연안에서 수온이 낮은 봄철 전후에 가장 많이 나타나는 전형적인 냉수기어종이다(국립수산과학원, 2004). 그런데 난수기와 냉수기 모두에 걸쳐 채집된 쉬쉬망둑, 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 학공치(*Hyporhamphus sajori*) 등의 7어종들은 출현량이 난수기보다는 냉수기에 더 많았다. 또한, 어류군집의 월 출현 어종수는 난수기보다는 냉수기에 많았다.

5. 멸치의 생태학적 특성

1) 멸치 출현량의 월 변화

우집종인 멸치의 월별 출현량 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 멸치는 3월부터 5월까지 전혀 채집되지 않았으나 6월에는 표층해역에서 1,160마리, 저층해역에서 1,120마리 채집되었다. 8월에는 표층해역과 저층해역에서 각각 136,960마리, 128,000마리로 급상승하였다. 그리고 10월에는 표층해역에서 40,000마리 이상, 저층해역에서 120,000마리 이상 채집되었다. 11월에는 표층해역에서 6,000마리 이상 그리고 저층해역에서 140,000마리 이상이었다. 하지만 12월에는 표층해역에서 70마리, 저층해역에서 약 15,000마리로 많이 감소하였다. 다음으로 생체량의 경우, 6월에 표층해역과 저층해역에서 각각 10,000 g 내외의 값을 보였으나, 8월에는 각각 120,000 g, 100,000 g 내외로 증가하였다. 10월에는 표층해역에서 40,000 g 이상, 저층해역에서 130,000 g 이상이었고, 11월에는 저층해역에서 1,700,000 g 이상으로 증가하였다. 따라서 조사기간 동안 멸치는 6월부터 12월까지 채집되었으나, 그 외 월에서는 채집되지 않았다. 채집량은 6월에서 8월까지 표층과 저층해역에서 비슷하였으나, 10월 이후부터는 표층해역보다 저층해역에서 많았다.

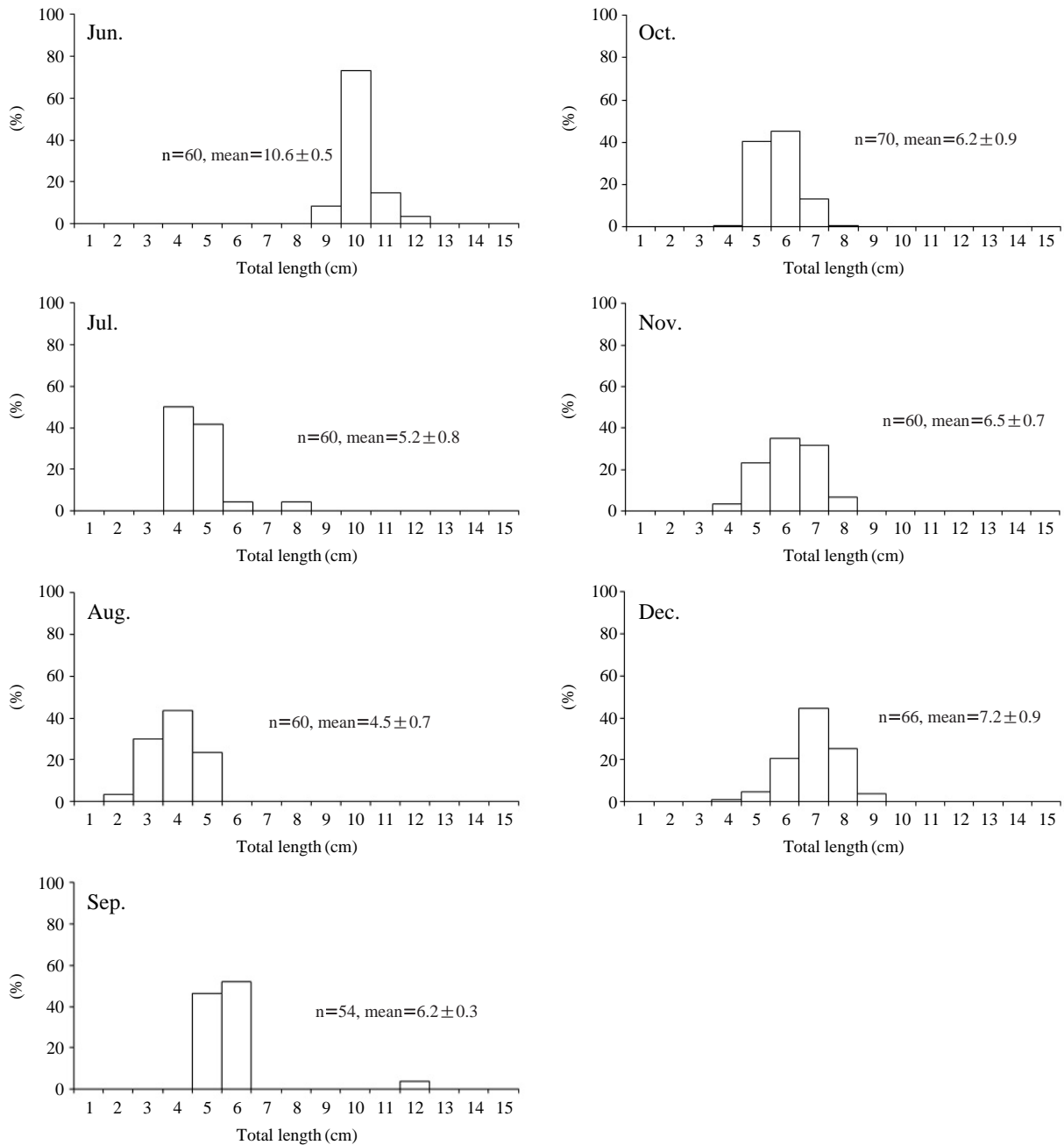


Fig. 5. Monthly size compositions of dominant species, *Engraulis japonicus* in the water off Hwaseong City, the West Sea, Korea from March 2011 to February 2012.

2) 월별 체장조성

멸치의 월별 체장조성은 2011년 6월에 9.0~12.5 cm (10.6 ± 0.5 cm)이었다(Fig. 5). 하지만, 7월에는 멸치의 체장범위가 4.4~8.2 cm (5.2 ± 0.8 cm)로 크게 작아졌다. 8월에는 2.8~5.4 cm (4.5 ± 0.7 cm)에서 12월까지 멸치의 체장이 점차 증가하는 경향을 보였다. 따라서 멸치는 2011년 6월에 성숙 이상의 개체들이 주로 채집되었지만, 7월 이후에는 당해에 산란된 어린 개체들이 채집되고 있음을 나타내었다.

3) 해양환경과 멸치의 출현량

수온이 10°C 미만일 때에는 멸치가 전혀 출현하지 않았으나(Fig. 6), 멸치를 제외한 다른 어종들만 출현하였다. 10°C 이상의 수온에서는 멸치의 개체수가 급격히 증가하여 16.9~23.5°C에서 120,640~141,190마리를 나타내었다. 기타 어종들은 수온증가에 따라 별다른 변화를 보이지 않았다. 멸치가 채집된 수온범위는 10.3~23.7°C이었다. 특히 고수온 동안의 멸치는 당해 어미로부터 산란되어 성장한 자어

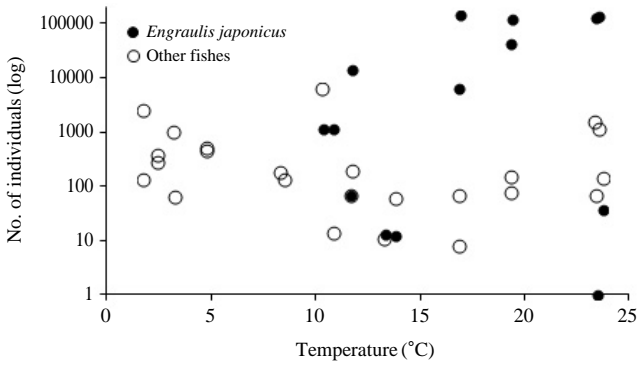


Fig. 6. Relationship between the number of individuals by *Engraulis japonicus* and temperature in the water off Hwaseong City, the West Sea, Korea from March 2011 to February 2012.

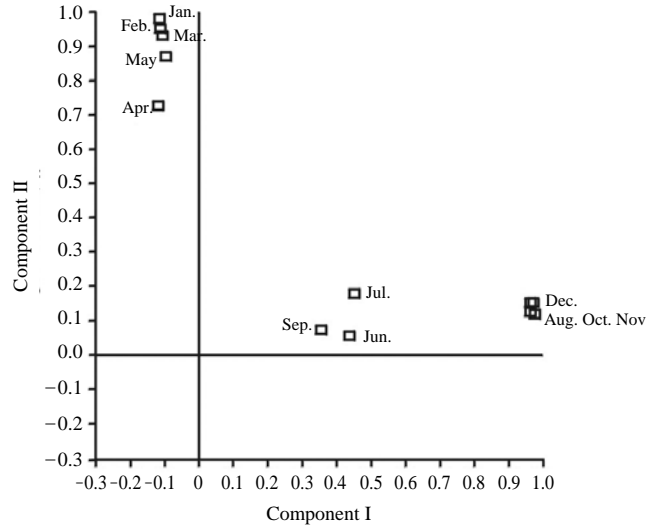


Fig. 7. Scattered diagram showing the sampling months on the I-II principal axes determined by principal component analysis to the species composition of fish collected by a stow net in the water off Hwaseong City, the West Sea, Korea from March 2011 to February 2012.

Table 3. Eigen value, variance and cumulative variance of the components determined by principal component analysis to the species compositions of fish collected by a stow net in the water off Hwaseong City, the West Sea, Korea from March 2011 to February 2012

Component	Eigen value	Variance (%)	Cumulative variance
1	4.5	37.6	37.6
2	3.6	30.3	67.9
3	1.0	8.7	76.6
4	0.9	7.8	84.4
5	0.9	7.1	91.5
6	0.7	5.9	97.4
7	0.2	1.8	99.2
-	-	-	-
-	-	-	-
12	0.0	0.0	100.0

와 치어들이 대부분이며, 높은 수온은 어린 멸치들이 빠르게 성장할 수 있는 환경조건이 된다고 생각된다.

6. 주성분 분석

조사기간 동안 채집된 어류를 주성분 분석한 결과(Table 3), 제1성분이 37.6% 그리고 제2성분이 30.3%로 두 성분의 값이 전체 분석자료의 67.9%의 정보를 포함하고 있었다. I-II 성분축으로 채집 월의 PC score를 나타낸 결과(Fig. 7), 아산만 화성시해역의 어류군집은 난수기인 2011년 6월부터 12월까지와 냉수기인 2011년 3월부터 5월, 2012년 1월과 2월의 두 개의 그룹으로 뚜렷이 구분되었다.

고 찰

아산만은 갯벌이 넓게 발달하여 게류, 새우류와 같은 갑각류, 패류와 갯지렁이류와 같은 저서 무척추동물군이 다량

서식하며, 많은 연안성어류 및 회유성어류들에게는 좋은 서식장소가 된다. 본 조사에서는 총 71종, 608,801마리, 생체량 795,503.2 g의 어류가 채집되었다. 이중 멸치가 개체수에서 97.3% (592,926마리), 생체량에서 78.2% (622,815.8 g)를 차지하여 우점하였다. 이 외 흰배도라치, 쉬쉬망둑, 전어, 줄공치, 도화망둑, 꼼치, 문치가자미, 흥어 등이 혼획되었으나, 멸치에 비해 채집량은 낮았다. 이는 본 해역의 어류군집에서 멸치가 우점하고, 다른 어종들은 출현종수는 많지만 멸치에 비해 출현량이 극히 낮다는 것을 알 수 있다. 그러나, 이와 같은 멸치 우점현상은 인근해역인 서해안의 천수만(Lee and Seok, 1984; 이, 1996, 1998)과 서해 이남해역인 고군산군도 주변해역(황, 1998)에서도 찾아 볼 수 있다. 그러므로 멸치는 본 해역을 포함하여 서해안을 중심으로 분포하는 다분포성 부어류이자, 어류군집의 주요 종이라는 것을 알 수 있다. 이와는 달리 멸치는 같은 지역인 아산만에서는 오테르틀에 의해 전혀 채집되지 않았거나(이와 김, 1992), 채집되더라도 소량이었다(이, 1993; 이와 황, 1995). 이는 멸치가 바다의 표영계(pelagic waters)를 이용하는 생태적 습성을 지닌 어종으로 저층에서 주로 조업이 이루어지는 오테르틀에 의해서는 거의 채집되지 않았기 때문이다. 하지만, 본 안강망조사에서는 부어류인 멸치를 포함한 고등어, 까나리, 밴댕이, 양태(*Platycephalus indicus*), 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 흥어, 문치가자미, 도다리(*Pleuronichthys cornutus*), 쥐노래미, 조피볼락(*Sebastes schlegeli*) 등의 여러 부어류와 저어류가 표층과 저층에서 함께 채집되었다. 멸치의 경우 채집량은 표층에 비해 저층에서 오히려 두 배 이상 높았다. 다만,

기존의 오토트롤 조사에서는 저층에서 멸치가 거의 채집되지 않았고 본 안강망조사에서는 저층에서 멸치가 많이 채집된 것은 어구에 대한 어류의 행동 특성 때문으로 보인다. 저층에서 거의 붙어 사는 다른 저어류들과는 달리 멸치는 바닥에서 어느 정도 분리된 표층에 머무름으로써 저층의 수주(water column)를 향하는 안강망 입구 내로 멸치가 들어가 채집된 것으로 판단된다. 따라서 아산만의 화성시해역에서는 많은 어류들이 표층과 저층에서 함께 서식하고 있으며, 우점종인 멸치는 표층보다 저층에 더 많이 채집된 원인은 다음과 같이 유추할 수 있다. 첫째, 본 해역은 연안이라는 특성상 얇은 수심으로 말미암아 표층부터 저층까지 많은 어류들이 고루 분포할 수 있으며, 둘째, 표층과 저층간에 강한 조류에 의한 수직혼합이 활발히 이루어져 환경조건이 비슷하기 때문에 이동하는데 장벽의 효과가 없으며, 세 번째는 표층과 저층이 어류들의 서식장으로서의 역할을 함께 수행하고 있기 때문이다. 하지만, 표층에 비해 저층이 갯벌환경으로부터 발생되는 보다 많은 먹이생물들이 분포할 가능성이 높으며, 또한 어류들이 잠재적인 포식자로부터 은닉할 수 있는 서식처들을 제공받을 기회가 많으며, 뿐만 아니라 표층에서 만나게 되는 파도와 같은 거친 물리적 환경요인들을 피할 수 있는 유리한 조건들 때문에 저층이 보다 좋은 서식처로서 선택되어 질 수 있을 것으로 판단된다.

그러나, 본 해역의 어류 종조성은 계절에 따라 많이 달랐다. 어종수의 경우에 있어서는 2011년 3월부터 5월 그리고 2012년 1월과 2월에 많았지만, 같은 시기에 개체수와 생체량은 적었으며, 어종수가 적어지는 2011년 6월부터 12월까지의 어류의 개체수와 생체량이 크게 증가하였다. 종조성 또한 저수온기인 봄과 겨울철에는 풀망둑, 줄망둑, 점줄망둑, 도화망둑, 아작망둑, 민물두줄망둑 등의 망둑어류와 용가자미, 돌가자미, 문치가자미의 가자미류, 용서대, 참서대 등의 서대류가 주로 채집되었지만, 고수온기인 여름과 가을철에는 멸치, 고등어, 삼치, 갈치, 뱀장어, 열동가리돔, 전어, 참돔, 덕대, 밴댕이, 청멸 등의 난대성어종들이 채집되었다. 따라서 본 조사기간 동안 화성시해역에서는 계절에 따른 어류군집 구조의 뚜렷한 변화과정을 관찰할 수 있었다. 특히 어류군집 내에서 시기별 종 교체현상은 같은 해역을 두고 여러 어종들이 계절별로 분리하여 공유하는 시간적 분리(time segregation)에 따른 선택의 결과로 보여진다. 차(2009)에 의하면, 남해도 미조 정치망 어장의 출현 종조사에서 온대성 어종들과 한대성 어종 그리고 아열대성 어종들이 시간적 분리에 의해 같은 서식처를 함께 공유하고 있다고 보고한 바 있어 시기에 따라 종조성이 변하는 본 연구결과와 일치하였다. 특히 어류군집의 출현량이 봄과 겨울철보다는 수온이 높아지는 여름과 가을철에 크게 증가한 것은 우점종인 멸치가 이 시기에 다량으로 어장에 가입되었기 때문이다. 본 조사에서 멸치의 어장가입은 난류회유성 어종인 멸

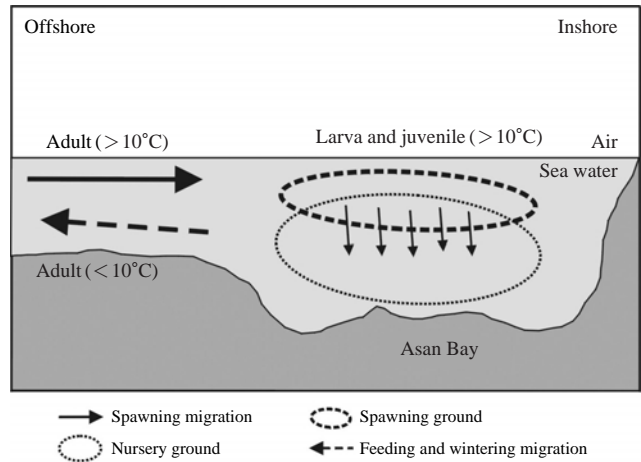


Fig. 8. A schematic drawing on seasonal migration by dominant species, *Engraulis japonicus* in the water off Hwaseong City, the West Sea, Korea.

치(Gong et al., 2009)가 수온이 10°C 미만일 때는 서해 근해측의 따뜻한 곳에 머무르고 있다가(Fig. 8), 연안이 10°C 이상의 적수온을 형성하면서 아산만으로 내유하였기 때문이다. 참고로, 멸치의 산란수온은 14~26°C, 적수온대는 18~23°C이며(국립수산과학원, 2010), 본 조사에서 16.9~23.5°C의 어장수온일 때, 멸치의 개체수는 120,640~141,190마리로 크게 증가하였다. 그러나 10°C 미만으로 수온이 감소하는 시기(1월 이후)에는 멸치가 전혀 채집되지 않았다.

멸치의 출현시기 동안 체장크기는 월에 따라 많이 달랐다. 멸치의 어장가입이 이루어지기 시작하는 6월에는 대부분 10cm 전후의 체장을 지닌 성숙개체들이었다. 7월과 8월에는 4~5cm 전후의 유어들이 채집되었고, 9월과 10월에는 다소 증가한 5~6cm, 11월과 12월에는 주로 7cm 전후의 개체들이었다. 이는 6월에는 어미개체들이 산란을 위하여 연안으로 내유하게 되며, 7월부터는 당해 어미로부터 산란된 어린 멸치들이 안강망 어장에 가입되고 있기 때문이다. 특히 2011년 6월을 제외한 2011년 7월부터 12월까지 10cm 이상의 성어개체들을 거의 찾아 볼 수 없는 현상은 이 시기에는 큰 멸치들이 대부분 근해측으로 색이를 위하여 빠르게 빠져나가기 때문으로 판단된다(국립수산과학원, 2010). 그러므로 경기도 화성시해역의 멸치는 2~14cm(전장기준)의 체장을 지닌 멸치의 성어와 미성어가 함께 혼재하고 있으나, 생활사에 따라 해역을 서식장으로 이용하는 시기는 조금씩 다르게 나타난다고 볼 수 있다. 뿐만아니라 본 조사 해역에서 어린시기의 멸치는 산란초기에는 표층역부근에 머무르지만, 점점 성장하면서 저층으로 이동하는 생태적 특성을 보이는 것으로 조사되었다(Fig. 8). 이외 본 조사에서는 멸치 뿐만 아니라, 다른 어종들의 치어들도 많이 채집되었으며, 따라서 해산어류들이 서해에서 경기도 화성 연안을

산란장과 성육장의 하나로 이용하고 있다고 사료된다.

요 약

서해 아산만의 경기도 화성 연안 안강망어장에서 2011년 3월부터 2012년 2월까지 어류군집 조사를 실시하였다.

조사기간 동안 채집된 어종은 총 71종, 개체수 608,801마리 그리고 생체량은 795,503.3g이었다. 이중 개체수에서 멸치가 592,926마리로 전체의 97.3%를 차지하여 가장 많았다. 다음으로 흰배도라치(0.9%), 쉬쉬망둑(0.4%), 전어(0.2%), 줄공치(0.1%), 도화망둑(0.1%) 등이었으나 소량이었다. 생체량 면에서는 역시 멸치가 622,815.8g으로 전체의 78.2%를 차지하여 최우점하였고, 기타 쉬쉬망둑(5.1%), 꼼치(2.4%), 문치가자미(2.2%), 홍어(1.8%) 등의 순이었다. 표층해역에서 채집된 어류는 총 59종, 개체수 190,406마리, 생체량 241,113.4g이었으며, 저층해역에서는 총 61종, 개체수 418,395마리, 생체량 554,389.9g의 어류가 채집되었다. 어류군집은 계절에 따라 많이 달랐는데, 어종수가 많았던 2011년 3월부터 5월 그리고 2012년 1월과 2월에는 개체수와 생체량이 적었으며, 대신에 어종수가 적었던 2011년 6월부터 12월까지는 개체수와 생체량이 많이 증가하였다. 이는 우점종인 멸치의 어장가입과 주로 관련이 있었다.

사 사

본 논문은 국립수산물과학원 경상과제인 ‘서해 연안어업 및 환경생태 조사’ (과학원 간행물 등록번호, RP-2013-FR-049)에 의거 수행하였으며, 심사과정에서 좋은 지적들을 하여 주신 심사위원들에게 감사의 말씀 전합니다.

인 용 문 헌

국립수산물과학원. 2004. 한국 연근해 유용어류도감. 한글, 333pp.
 국립수산물과학원. 2010. 연근해 주요 어업자원의 생태와 어장. 예문사, 405pp.

김익수 · 최 윤 · 이충렬 · 이용주 · 김병직 · 김지현. 2005. 한국어류도감. 교학사, 615pp.
 이태원. 1989. 천수만 저서성어류군집의 계절변화. 한국수산학회지, 22: 1-8.
 이태원. 1993. 아산만 저어류 III. 정점간 양적변동과 종조성. 한국수산학회지, 26: 438-445.
 이태원. 1996. 천수만 어류의 종조성 변화 1. 저어류. 한국수산학회지, 29: 71-83.
 이태원. 1998. 천수만 어류의 종조성 변화 3. 부어류. 한국어류학회지, 31: 654-664.
 이태원 · 길준우. 1998. 1986~87년 영광 연안 저어류의 계절변동. 한국어류학회지, 10: 241-249.
 이태원 · 김광천. 1992. 아산만 저어류 II. 종조성의 주야 및 계절변동. 한국수산학회지, 25: 103-114.
 이태원 · 문형태 · 최신석. 1997. 천수만 어류의 종조성 변화 2. 대천 해빈 쇄파대 어류. 한국어류학회지, 9: 79-90.
 이태원 · 황선환. 1995. 아산만 저어류 IV. 종조성의 최근 3년간(1990~1993) 변화. 한국수산학회지, 28: 67-79.
 차병열. 2009. 남해도 미조 정치망 어장의 출현 종과 어획량 변동 특성. 한국어류학회지, 21: 191-199.
 황선도. 1998. 서해 고군산군도 연안 낭장망 어획 수산생물의 종조성 및 주야 · 계절 변동. 한국어류학회지, 10: 155-163.
 황학빈 · 이태원. 2011. 이각망에 채집된 2008년 태안 연안 어류 종조성. 한국수산과학회지, 44: 173-178.
 Amold, G.P., M.G. Walker, L.S. Emerson and B.H. Holford. 1994. Movements of cod (*Gadus morhua* L.) in relation to the tidal streams in the southern North Sea. ICES J. Mar Sci., 51: 207-232.
 Gong, Y., Y.S. Suh, K.T. Seong and I.S. Han. 2009. Fluctuations in Ocean Climate and Fish Populations. National Fisheries Research and Development Institute, Busan, Korea, 263pp. (in Korean)
 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.
 Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theoretical Biol., 13: 131-144.
 Pielou, E.C. 1984. The interpretation of ecological data. A primer on classification and ordination. John Wiley & Sons Inc., Canada, 263pp.

Appendix 1. Monthly variation of fishes species collected by a stow net in the surface water off Hwaseong City, the West Sea, Korea from March 2011 to February 2012

Species	Month									
	Mar. 2011		Apr. 2011		May 2011		Jun. 2011		Jul. 2011	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Acanthogobius flavimanus</i>										
<i>Acentrogobius pellicebilis</i>										
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>			6	42.0					1	1.1
<i>Ammodytes personatus</i>	4	18.2	1	3.2	1	5.1				
<i>Apogon lineatus</i>									3	20.3
<i>Chaenogobius mororanus</i>										
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	255	4353.5	27	491.3	54	1072.0			1	6.2
<i>Chelon haematocheilus</i>	21	269.0								
<i>Cleisthenes pinetorum</i>					1	217.3				
<i>Coilia mystus</i>	10	47.0	11	65.1						
<i>Coilia nasus</i>	1	36.5	27	57.1						
<i>Collichthys lucidus</i>					2	57.3			2	30.6
<i>Collichthys niveatus</i>			1	6.9	1	12.8				
<i>Conger myriaster</i>	2	32.9	1	14.7						
<i>Cottiusculus schmidti</i>			1	15.0						
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>										
<i>Cynoglossus joyneri</i>										
<i>Cynoglossus semilaevis</i>					1	82.3				
<i>Engraulis japonicus</i>							1160	11710.7	12	14.5
<i>Hemirhamphus villosus</i>			5	344.9						
<i>Hexagrammos otakii</i>			4	234.7	13	30.3			47	75.6
<i>Hyporhamphus intermedius</i>										
<i>Hyporhamphus sajori</i>	40	100.2	6	16.7	1	49.3	2	56.2		
<i>Johnius grypotus</i>							10	359.3	1	13.5
<i>Konosirus punctatus</i>					16	789.8				
<i>Liparis tanakai</i>			110	132.6	1	2.0	2	66.4		
<i>Liparis tessellatus</i>	1	30.9								
<i>Mugil cephalus</i>										
<i>Okamejei kenojei</i>					1	533.6				
<i>Pagrus major</i>										
<i>Pampus echinogaster</i>										
<i>Paralichthys olivaceus</i>	1	18.5	5	644.8	3	842.8				
<i>Pennahia argentata</i>			3	3.7						
<i>Pholis fangi</i>	4	26.4	2	18.7					2	2.8
<i>Pholis nebulosa</i>			1	48.5						
<i>Platycephalus indicus</i>					10	1825.0				
<i>Plectorhynchus cinctus</i>									1	924.8
<i>Pleuronectes yokohamae</i>			2	502.4	3	906.0				
<i>Pleuronichthys cornutus</i>					1	143.9				
<i>Repomucenus koreanus</i>	4	12.9	9	42.1						
<i>Sardinella zunasi</i>									1	12.6
<i>Saurida undosquamis</i>										
<i>Scomber japonicus</i>										
<i>Scomberomorus niphonius</i>										
<i>Sebastes koreanus</i>	2	84.4	6	272.5	2	49.5				
<i>Sebastes schlegeli</i>	8	202.1	23	495.1	7	1256.8				
<i>Setipinna taty</i>										
<i>Sphyrnaena obtusata</i>										
<i>Strongylura anastomella</i>										
<i>Synechogobius hasta</i>	30	4046.7	14	1095.1						
<i>Takifugu niphobles</i>					10	145.3				
<i>Takifugu porphyreus</i>					1	126.5				
<i>Thryssa hamiltoni</i>										
<i>Thryssa kammalensis</i>										
<i>Trichiurus lepturus</i>									2	22.9
<i>Tridentiger barbatus</i>	12	140.3	156	1496.0	6	45.6				
<i>Tridentiger bifasciatus</i>			98	406.7						
<i>Zebrias fasciatus</i>					1	81.2				
<i>Zoarces gillii</i>			2	208.9	1	103.8				
Total	395	11048.8	521	12706.2	137	19592.2	1174	54968.3	73	2960.5

Appendix 1. Continued

Species	Month									
	Aug. 2011		Sep. 2011		Oct. 2011		Nov. 2011		Dec. 2011	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	4	30.2								
<i>Acentrogobius pelliabilis</i>										
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	12	35.0	2	16.4			1	2.5		
<i>Ammodytes personatus</i>										
<i>Apogon lineatus</i>	4	41.5	6	15.9						
<i>Chaenogobius mororanus</i>	4	17.8								
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	4	16.5	2	1.8	4	45.6	1	7.5		
<i>Chelon haematocheilus</i>										
<i>Cleisthenes pinetorum</i>										
<i>Coilia mystus</i>										
<i>Coilia nasus</i>										
<i>Collichthys lucidus</i>										
<i>Collichthys niveatus</i>										
<i>Conger myriaster</i>									1	123.7
<i>Cottiusculus schmidti</i>										
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>										
<i>Cynoglossus joyneri</i>										
<i>Cynoglossus semilaevis</i>										
<i>Engraulis japonicus</i>	136960	126364.2	36	26.6	43168	45920.0	6180	9729.7	70	76.3
<i>Hemitripterus villosus</i>										
<i>Hexagrammos otakii</i>										
<i>Hyporhamphus intermedius</i>	96	481.9	2	8.6						
<i>Hyporhamphus sajori</i>			15	103.9	12	732.0	1	23.3	2	8.0
<i>Johnius grypotus</i>					6	221.4				
<i>Konosirus punctatus</i>	1024	3772.5	5	19.6	6	62.4			5	68.9
<i>Liparis tanakai</i>										
<i>Liparis tessellatus</i>										
<i>Mugil cephalus</i>										
<i>Okamejei kenojei</i>										
<i>Pagrus major</i>					2	50.4				
<i>Pampus echinogaster</i>	8	20.9	41	679.0	12	315.8				
<i>Paralichthys olivaceus</i>							1	36.1	2	873.0
<i>Pennahia argentata</i>					2	44.4				
<i>Pholis fangi</i>	4	42.4					2	15.9		
<i>Pholis nebulosa</i>					6	363.6				
<i>Platycephalus indicus</i>									4	850.8
<i>Plectorhynchus cinctus</i>										
<i>Pleuronectes yokohamae</i>										
<i>Pleuronichthys cornutus</i>										
<i>Repomucenus koreanus</i>			2	2.3						
<i>Sardinella zunasi</i>					14	88.0				
<i>Saurida undosquamis</i>									1	32.7
<i>Scomber japonicus</i>	8	63.4								
<i>Scomberomorus niphonius</i>	8	235.8	6	384.2						
<i>Sebastes koreanus</i>										
<i>Sebastes schlegeli</i>					2	427.2			1	171.0
<i>Setipinna taty</i>			5	54.6						
<i>Sphyræna obtusata</i>	8	44.1	47	630.9						
<i>Strongylura anastomella</i>					6	78.2				
<i>Synechogobius hasta</i>										
<i>Takifugu niphobles</i>									42	217.3
<i>Takifugu porphyreus</i>										
<i>Thryssa hamiltoni</i>			14	80.7						
<i>Thryssa kammalensis</i>			2	21.5	2	28.0	1	2.3	12	22.2
<i>Trichiurus lepturus</i>					4	29.6				
<i>Tridentiger barbatus</i>										
<i>Tridentiger bifasciatus</i>										
<i>Zebrias fasciatus</i>							1	23.6		
<i>Zoarces gillii</i>										
Total	138144	138677.5	185	5911.0	43246	58676	6188	22182.6	140	3239.0

Appendix 1. Continued

Species	Month							
	Jan. 2012		Feb. 2012		Total		Relative abundance	
	N	B	N	B	N	B	N (%)	B (%)
<i>Acanthogobius flavimanus</i>					4	30.2	0.002	0.013
<i>Acentrogobius pellicebilis</i>	1	2.6			1	2.6	0.001	0.001
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>			16	96.2	38	193.2	0.020	0.080
<i>Ammodytes personatus</i>					6	26.5	0.003	0.011
<i>Apogon lineatus</i>					13	77.7	0.007	0.032
<i>Chaenogobius mororanus</i>					4	17.8	0.002	0.007
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	26	407.8	79	1756.8	453	8159.0	0.238	3.384
<i>Chelon haematocheilus</i>	12	81.4			33	350.4	0.017	0.145
<i>Cleisthenes pinetorum</i>					1	217.3	0.001	0.090
<i>Coilia mystus</i>					21	112.1	0.011	0.046
<i>Coilia nasus</i>					28	93.6	0.015	0.039
<i>Collichthys lucidus</i>					4	87.9	0.002	0.036
<i>Collichthys niveatus</i>	5	31.9	3	30.5	10	82.1	0.005	0.034
<i>Conger myriaster</i>	3	90.0			7	261.3	0.004	0.108
<i>Cottiusculus schmidti</i>					1	15.0	0.001	0.006
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>	1	84.9	1	88.9	2	173.8	0.001	0.072
<i>Cynoglossus joyneri</i>			1	12.2	1	12.2	0.001	0.005
<i>Cynoglossus semilaevis</i>					1	82.3	0.001	0.034
<i>Engraulis japonicus</i>					187586	193842.0	98.519	80.395
<i>Hemitripterus villosus</i>	1	264.7	2	468.7	8	1078.3	0.004	0.447
<i>Hexagrammos otakii</i>			1	78.5	65	419.1	0.034	0.174
<i>Hyporhamphus intermedius</i>					98	490.5	0.051	0.203
<i>Hyporhamphus sajori</i>					79	1089.6	0.041	0.452
<i>Johnius grypotus</i>					17	594.2	0.009	0.246
<i>Konosirus punctatus</i>					1056	4713.1	0.555	1.955
<i>Liparis tanakai</i>	3	2188.9	2	70.6	118	2460.5	0.062	1.020
<i>Liparis tessellatus</i>					1	30.9	0.001	0.013
<i>Mugil cephalus</i>			13	607.5	13	607.5	0.007	0.252
<i>Okamejei kenojei</i>					1	533.6	0.001	0.221
<i>Pagrus major</i>					2	50.4	0.001	0.021
<i>Pampus echinogaster</i>					61	1015.6	0.032	0.421
<i>Paralichthys olivaceus</i>	1	12.2	4	895.6	17	3323.0	0.009	1.378
<i>Pennahia argentata</i>					5	48.1	0.003	0.020
<i>Pholis fangi</i>					14	106.2	0.007	0.044
<i>Pholis nebulosa</i>					7	412.1	0.004	0.171
<i>Platycephalus indicus</i>					14	2675.8	0.007	1.110
<i>Plectorhynchus cinctus</i>					1	924.8	0.001	0.384
<i>Pleuronectes yokohamae</i>			1	644.2	6	2052.6	0.003	0.851
<i>Pleuronichthys cornutus</i>					1	143.9	0.001	0.060
<i>Repomucenus koreanus</i>	1	5.7	5	23.7	21	86.7	0.011	0.036
<i>Sardinella zunasi</i>					15	100.6	0.008	0.042
<i>Saurida undosquamis</i>					1	32.7	0.001	0.014
<i>Scomber japonicus</i>					8	63.4	0.004	0.026
<i>Scomberomorus niphonius</i>					14	620.0	0.007	0.257
<i>Sebastes koreanus</i>	6	18.2			16	424.6	0.008	0.176
<i>Sebastes schlegeli</i>	1	10.0	1	8.4	43	2570.6	0.023	1.066
<i>Setipinna taty</i>					5	54.6	0.003	0.023
<i>Sphyraena obtusata</i>					55	675.0	0.029	0.280
<i>Strongylura anastomella</i>					6	78.2	0.003	0.032
<i>Synechogobius hasta</i>	2	304.8	7	1112.2	53	6558.8	0.028	2.720
<i>Takifugu niphobles</i>					52	362.6	0.027	0.150
<i>Takifugu porphyreus</i>					1	126.5	0.001	0.052
<i>Thryssa hamiltoni</i>					14	80.7	0.007	0.033
<i>Thryssa kammalensis</i>					17	74.1	0.009	0.031
<i>Trichiurus lepturus</i>					6	52.5	0.003	0.022
<i>Tridentiger barbatus</i>	4	38.9			178	1720.8	0.093	0.714
<i>Tridentiger bifasciatus</i>					98	406.7	0.051	0.169
<i>Zebrias fasciatus</i>					2	104.8	0.001	0.043
<i>Zoarcetes gillii</i>					3	312.7	0.002	0.130
Total	67	16593.5	136	6742.7	190406	241113.3	100.000	100.000

Appendix 2. Monthly variation of fishes species collected by a stow net in the bottom water off Hwaseong City, the West Sea, Korea from March 2011 to February 2012

Species	Month									
	Mar. 2011		Apr. 2011		May 2011		Jun. 2011		Jul. 2011	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Acentrogobius pellidebilis</i>										
<i>Acentrogobius pflaumi</i>										
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	7	6.2	31	130.6			65	60.8		
<i>Ammodytes personatus</i>					1	2.3				
<i>Anguilla japonica</i>							265	218.8		
<i>Apogon lineatus</i>										
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	165	2634.0	11	216.0	68	1045.3			4	29.5
<i>Chelon haematocheilus</i>	15	155.8								
<i>Coilia mystus</i>	12	87.4								
<i>Coilia nasus</i>	3	113.8	65	373.8						
<i>Collichthys niveatus</i>	6	54.7	1	6.7						
<i>Cololabis saira</i>										
<i>Conger myriaster</i>	2	60.5	1	54.0	4	78.9				
<i>Cottiusculus gonez</i>										
<i>Cottiusculus schmidtii</i>										
<i>Cryptocentrus filifer</i>			2	14.0						
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>										
<i>Cynoglossus joyneri</i>										
<i>Engraulis japonicus</i>							1120	8521.0	13	13.1
<i>Hemitripterus villosus</i>	2	777.9	4	1388.7	6	1159.5				
<i>Hexagrammos otakii</i>	2	1.8	5	245.8	17	35.7			3	5.2
<i>Hyporhamphus intermedius</i>									1	0.6
<i>Hyporhamphus sajori</i>	20	47.6	1	3.7	1	62.6				
<i>Johnius grypotus</i>										
<i>Kareius bicoloratus</i>										
<i>Konosirus punctatus</i>									1	44.3
<i>Liparis tanakai</i>	8	7.0	68	1957.1	3	6.3				
<i>Liparis tessellatus</i>	1	16.7								
<i>Mugil cephalus</i>										
<i>Neosalanx andersoni</i>										
<i>Okamejei kenoei</i>					1	351.9				
<i>Pampus echinogaster</i>									1	39.8
<i>Paralichthys olivaceus</i>	1	19.2			2	441.7	5	38.4		
<i>Pennahia argentata</i>			12	19.2						
<i>Pholis fangi</i>	3	23.1	1	8.2	4	44.8	6005	3436.5		
<i>Pholis nebulosa</i>			1	21.5						
<i>Platycephalus indicus</i>					5	375.4				
<i>Pleuronectes yokohamae</i>			1	262.2	2	532.8				
<i>Pleuronichthys cornutus</i>										
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>										
<i>Repomucenus koreanus</i>	1	1.4	11	42.3			55	481.0	1	11.7
<i>Sardinella zunasi</i>										
<i>Saurida undosquamis</i>										
<i>Scomber japonicus</i>										
<i>Scomberomorus niphonius</i>										
<i>Sebastes koreanus</i>	2	62.6	1	23.8	2	43.2				
<i>Sebastes schlegeli</i>	10	217.8	16	416.7	5	324.8				
<i>Setipinna taty</i>										
<i>Sphyræna obtusata</i>										
<i>Synechogobius hasta</i>	14	1300.5	1	84.7						
<i>Syngnathus schlegeli</i>										
<i>Takifugu niphobles</i>					43	408.9				
<i>Takifugu vermicularis</i>										
<i>Thryssa hamiltoni</i>										
<i>Trachidermus fasciatus</i>										
<i>Trichiurus lepturus</i>										
<i>Tridentiger barbatus</i>	6	67.3	137	956.9	8	92.6				
<i>Tridentiger bifasciatus</i>			106	482.0	2	17.8				
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>										
<i>Zebrias fasciatus</i>					3	434.1				
<i>Zoarces gillii</i>			1	25.4						
Total	280	6946.4	477	9062.4	185	14604.5	7515	114976.4	24	11212.5

Appendix 2. Continued

Species	Month									
	Aug. 2011		Sep. 2011		Oct. 2011		Nov. 2011		Dec. 2011	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Acentrogobius pellidebilis</i>										
<i>Acentrogobius pflaumi</i>										
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>									56	118.1
<i>Ammodytes personatus</i>										
<i>Anguilla japonica</i>										
<i>Apogon lineatus</i>	8	59.9			2	2.5				
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	4	43.1	1	2.8	2	28.9	10	145.0	2	20.4
<i>Chelon haematocheilus</i>										
<i>Coilia mystus</i>										
<i>Coilia nasus</i>										
<i>Collichthys niveatus</i>										
<i>Cololabis saira</i>							10	41.5		
<i>Conger myriaster</i>										
<i>Cottiusculus gonez</i>										
<i>Cottiusculus schmidti</i>										
<i>Cryptocentrus filifer</i>										
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>										
<i>Cynoglossus joyneri</i>										
<i>Engraulis japonicus</i>	128000	98109.4	1	10.7	120640	131152.0	141190	178435.7	14376	12732.0
<i>Hemitripterus villosus</i>										
<i>Hexagrammos otakii</i>										
<i>Hyporhamphus intermedius</i>	896	3727.4	2	13.6						
<i>Hyporhamphus sajori</i>			29	198.9					2	8.3
<i>Johnius grypotus</i>	4	93.2								
<i>Kareius bicoloratus</i>										
<i>Konosirus punctatus</i>	608	2350.4	1	4.4	27	320.8	10	194.1		
<i>Liparis tanakai</i>										
<i>Liparis tessellatus</i>										
<i>Mugil cephalus</i>										
<i>Neosalanx andersoni</i>										
<i>Okamejei kenojei</i>									2	53.8
<i>Pampus echinogaster</i>			3	53.6	18	764.2	20	119.8		
<i>Paralichthys olivaceus</i>			1	2000.0						
<i>Pennahia argentata</i>										
<i>Pholis fangi</i>	4	54.6			3	33.2				
<i>Pholis nebulosa</i>					1	99.8				
<i>Platycephalus indicus</i>									4	956.8
<i>Pleuronectes yokohamae</i>										
<i>Pleuronichthys cornutus</i>										
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>										
<i>Repomucenus koreanus</i>									2	6.1
<i>Sardinella zunasi</i>					25	186.7			2	26.1
<i>Saurida undosquamis</i>					1	19.4				
<i>Scomber japonicus</i>	32	131.8								
<i>Scomberomorus niphonius</i>	24	754.1	1	72.4						
<i>Sebastes koreanus</i>					1	24.3				
<i>Sebastes schlegeli</i>					5	45.5				
<i>Setipinna taty</i>			1	19.0			10	37.0		
<i>Sphyraena obtusata</i>	12	37.0	30	439.1	65	2779.7				
<i>Synechogobius hasta</i>										
<i>Syngnathus schlegeli</i>									2	3.2
<i>Takifugu niphobles</i>							10	27.6	128	718.5
<i>Takifugu vermicularis</i>					1	5.4				
<i>Thryssa hamiltoni</i>			2	13.8						
<i>Trachidermus fasciatus</i>										
<i>Trichiurus lepturus</i>					1	25.2				
<i>Tridentiger barbatus</i>										
<i>Tridentiger bifasciatus</i>										
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>										
<i>Zebrias fasciatus</i>										
<i>Zoarcetes gillii</i>										
Total	129592	113300.5	72	4842.8	120792	253738.2	141260	200837.0	14576	43568.2

Appendix 2. Continued

Species	Month							
	Jan. 2012		Feb. 2012		Total		Relative abundance	
	N	B	N	B	N	B	N (%)	B (%)
<i>Acentrogobius pellidebilis</i>	18	36.9	8	28.8	26	65.7	0.006	0.012
<i>Acentrogobius pflaumi</i>	3	96.0			3	96.0	0.001	0.017
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	138	711.6	640	4068.0	937	5095.2	0.224	0.919
<i>Ammodytes personatus</i>			2	6.5	3	8.8	0.001	0.002
<i>Anguilla japonica</i>					265	218.8	0.063	0.039
<i>Apogon lineatus</i>					10	62.4	0.002	0.011
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	591	5953.2	1608	22314.4	2466	32432.6	0.589	5.850
<i>Chelon haematocheilus</i>					15	155.8	0.004	0.028
<i>Coilia mystus</i>			8	14.4	20	101.8	0.005	0.018
<i>Coilia nasus</i>	30	1055.4	1	123.3	99	1666.3	0.024	0.301
<i>Collichthys niveatus</i>			5	49.0	12	110.4	0.003	0.020
<i>Cololabis saira</i>					10	41.5	0.002	0.007
<i>Conger myriaster</i>	3	306.3	11	360.7	21	860.4	0.005	0.155
<i>Cottiusculus gonez</i>	6	36.3			6	36.3	0.001	0.007
<i>Cottiusculus schmidti</i>			8	103.2	8	103.2	0.002	0.019
<i>Cryptocentrus filifer</i>					2	14.0	0.000	0.003
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>			1	111.1	1	111.1	0.000	0.020
<i>Cynoglossus joyneri</i>	6	30.6	9	242.0	15	272.6	0.004	0.049
<i>Engraulis japonicus</i>					405340	428973.8	96.880	77.378
<i>Hemirhamphus villosus</i>			4	1345.6	16	4671.7	0.004	0.843
<i>Hexagrammos otakii</i>			1	1.5	28	289.9	0.007	0.052
<i>Hyporhamphus intermedius</i>					899	3741.6	0.215	0.675
<i>Hyporhamphus sajori</i>					53	321.0	0.013	0.058
<i>Johnius grypotus</i>					4	93.2	0.001	0.017
<i>Kareius bicoloratus</i>	4	214.1	4	241.7	8	455.8	0.002	0.082
<i>Konosirus punctatus</i>					655	3330.5	0.157	0.601
<i>Liparis tanakai</i>	14	5367.9	24	9581.2	117	16919.5	0.028	3.052
<i>Liparis tessellatus</i>					1	16.7	0.000	0.003
<i>Mugil cephalus</i>			3	25.4	3	25.4	0.001	0.005
<i>Neosalanx andersoni</i>			1	7.5	1	7.5	0.000	0.001
<i>Okamejei kenojei</i>	9	3263.5	46	10551.0	58	14220.2	0.014	2.565
<i>Pampus echinogaster</i>					42	977.4	0.010	0.176
<i>Paralichthys olivaceus</i>			2	184.4	11	2683.7	0.003	0.484
<i>Pennahia argentata</i>					12	19.2	0.003	0.003
<i>Pholis fangi</i>	3	11.1	2	10.3	6025	3621.8	1.440	0.653
<i>Pholis nebulosa</i>					2	121.3	0.000	0.022
<i>Platycephalus indicus</i>					9	1332.2	0.002	0.240
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	15	6896.2	13	8426.9	31	16118.1	0.007	2.907
<i>Pleuronichthys cornutus</i>			1	17.9	1	17.9	0.000	0.003
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	1	4.3			1	4.3	0.000	0.001
<i>Repomucenus koreanus</i>	168	831.6	136	727.2	374	2101.3	0.089	0.379
<i>Sardinella zunasi</i>					27	212.8	0.006	0.038
<i>Saurida undosquamis</i>					1	19.4	0.000	0.003
<i>Scomber japonicus</i>					32	131.8	0.008	0.024
<i>Scomberomorus niphonius</i>					25	826.5	0.006	0.149
<i>Sebastes koreanus</i>	9	51.9			15	205.8	0.004	0.037
<i>Sebastes schlegeli</i>	3	58.8			39	1063.6	0.009	0.192
<i>Setipinna taty</i>					11	56.0	0.003	0.010
<i>Sphyræna obtusata</i>					107	3255.8	0.026	0.587
<i>Synechogobius hasta</i>			9	1521.0	24	2906.2	0.006	0.524
<i>Syngnathus schlegeli</i>					2	3.2	0.000	0.001
<i>Takifugu niphobles</i>					181	1155.0	0.043	0.208
<i>Takifugu vermicularis</i>					1	5.4	0.000	0.001
<i>Thryssa hamiltoni</i>					2	13.8	0.000	0.002
<i>Trachidermus fasciatus</i>			8	385.6	8	385.6	0.002	0.070
<i>Trichiurus lepturus</i>					1	25.2	0.000	0.005
<i>Tridentiger barbatus</i>	18	170.4	8	74.4	177	1361.6	0.042	0.246
<i>Tridentiger bifasciatus</i>					108	499.8	0.026	0.090
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	18	59.4			18	59.4	0.004	0.011
<i>Zebrias fasciatus</i>					3	434.1	0.001	0.078
<i>Zoarces gillii</i>			2	226.6	3	252.0	0.001	0.045
Total	1057	59679.4	2565	67877.3	418395	554389.9	100.000	100.000