

한국 남해 가덕도 주변해역에 출현하는 어류의 종조성과 계절변동

정재묵 · 박주면² · 허성회² · 예상진 · 김현지 · 백근욱^{1*}

경상대학교 해양생명과학과, ¹경상대학교 해양산업연구소, ²부경대학교 해양학과

Seasonal Variation in the Species Composition of Fish Assemblages in the Coastal Waters off Gadeok-do, South Sea, Korea

Jae Mook Jeong, Joo Myun Park², Sung Hoi Huh², Sang Jin Ye, Hyeon Ji Kim, Gun Wook Baek^{1*}

Department of Marine Biology & Aquaculture, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

¹Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

²Department of Oceanography Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Seasonal variations in species composition and abundance of the fish assemblages in the coastal waters off Gadeok-do were determined using monthly sample collection by a small otter trawl in 2010-2011. Of a total of 65 fishes collected, the dominant species were *Leiognathus nuchalis*, *Clupea pallasii*, *Thryssa kammalensis*, *Engraulis japonicus*, *Repomucenus valenciennesi*, *Sillago japonica*, *Trachurus japonicus*, *Pennahia argentatus*, *Okamejei kenojei*, *Cynoglossus joyneri*, *Pholis fangi*, *Pleuronectes yokohamae*, and *Zoarcetes gillii*. These 13 fishes accounted for 92.8% of the total number of individuals collected. The number of fish species, number of individuals, biomass, and species diversity indices fluctuated with the seasons. The peak number of fishes occurred in April, whereas the biomass of fishes was highest in August. The numbers and biomass of fishes were lower in February corresponding with the low temperatures, and diversity indices were lower in January than in any other month.

Key words: Gadeok-do, Small otter trawl, Seasonal variation, Fish assemblage

서론

수심이 얇은 연안해역은 기초생산력이 높아 많은 어종들의 산란장, 성육장 및 섭식장소로 중요한 역할을 한다. 가덕도 주변해역 역시 수심이 얇고, 낙동강 하구와 인접해 있어 풍부한 영양염의 유입으로 인해 유기물 함량이 매우 높으며, 먹이생물이 풍부하고 다양한 서식처 제공으로 많은 어류들이 서식하고 있다. 이와 같은 높은 생산력을 바탕으로 오래전부터 전통어업과 양식업이 발달하였으나(An and Huh, 2000) 1960년대 이후 급격한 도시화, 산업화가 이루어지고, 낙동강 하구둑, 신항만 건설, 거가대교 건설 등 연안 개발로 많은 변화가 일어나고 있다. 특히 부산신항은 부산광역시 강서구 가덕도와 경남 진해시 용원동 일대에 건설되고 있는 국내 최대의 항만이다(Kim and Jang, 2011). 이러한 연안개발로 인하여 가장 먼저 영향을 받는 것 중에 하나가 해양생물이며, 개발에 따른 생물상 연구는 변화된 환

경과 자원보존, 관리에 있어 중요하다. 가덕도 주변해역에 출현하는 어류의 종조성에 관한 연구는 소형 기선저인망, 삼각망, 꽃게통발, 저층자망과 같은 다양한 어구를 통하여 이루어진 바 있다(An and Huh, 2000; Huh and An, 2002a, An and Huh, 2002b, An and Huh, 2003). 하지만 본 조사는 신항만과 거가대교 완공시점부터 이루어졌으며, 선행연구가 약 10년 전 대규모 건설·공사 이전에 이루어졌기 때문에 어류상에 변화가 있을 것으로 추측된다. 그리고 향후 신도시 개발이 추가적으로 더 있을 것으로 알려지면서 인구증가와 오염물 유입이 예상되어 현재의 어류상을 비롯한 해양생물에 관한 연구는 중요하다(Yun and Piak, 2001).

본 연구는 현재 가덕도 주변해역에 출현하는 어류의 종조성 및 계절변동을 알아보고, 선행연구와의 어류상 비교를 통하여 지속적인 연안개발이 이루어지고 있는 가덕도 연안해역의 적절한 어족자원 관리와 보존을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

Article history;

Received 30 October 2013; Revised 27 November 2013; Accepted 5 December 2013

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9156 Fax: +82. 55. 772. 9159

E-mail address: gwbaeck@gnu.ac.kr

Kor J Fish Aquat Sci 46(6) 948-956, December 2013

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0948>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

© The Korean Society of Fisheries and Aquatic Science. All rights reserved

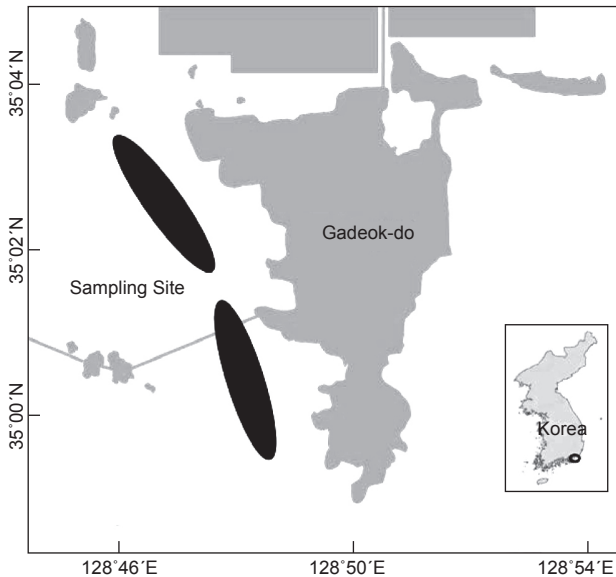


Fig. 1. Location of the study area (O).

재료 및 방법

본 연구에 사용된 시료는 남해 가덕도 주변해역에서 2010년 10월부터 2011년 9월까지 매월 1회 소형 기선저인망(small bottom otter trawl)을 이용하여 채집하였다(Fig. 1). 조사해역에 출현하는 어류의 출현량 변동에 영향을 미치는 환경요인을 측정하기 위하여 매월 표층과 저층(수심 20 m)의 수온, 염분을 휴대용 수온·염분 측정계(Thermo Electron Co. Ltd)를 이용하여 측정하였다. 본 연구에 사용된 저인망은 길이 20 m, 망폭 5 m, 날개 그물의 망목은 3.5 cm, 자루그물의 망목은 1.5 cm였다. 예인 속도를 약 3 km/h로 하여 1시간씩 2회 예망하였다. 채집된 생물은 냉장보관(ice box)하여 즉시 실험실로 운반한 후, Chyung (1977), Nakabo (2002), Kim et al. (2005)에 따라 종별로 동정, 분류하였다. 각 월별 어류군집 구조를 비교하기 위하여 Shannon and Wiener의 종다양도지수(H')를 구하였다(Shannon Wiener, 1949).

$$H' = \sum_{i=0}^s \left[\frac{n_i}{N} \ln \left(\frac{n_i}{N} \right) \right]$$

n_i : i번째 종의 월별 출현 개체수, N: 특정 달에 채집된 종의 개체수, S: 출현종수

$\log_{10}(X+1)$ 통계분석을 위한 자료의 정규화(Normality)와 분산을 동질화(homocedasticity) 시키고 우점종의 bias를 줄이기 위하여 어류 출현량의 로그변환[logarithmic transformations, $\log_{10}(X+1)$]을 수행하였다. 월별 어류군집의 변화를 분석하기 위하여 분산분석(one-way ANOVA)를 실시하였고, Tukey test를 통하여 검정하였다.

각 출현종에 대한 출현시기의 유사도는 Pianka (1973)의 중복

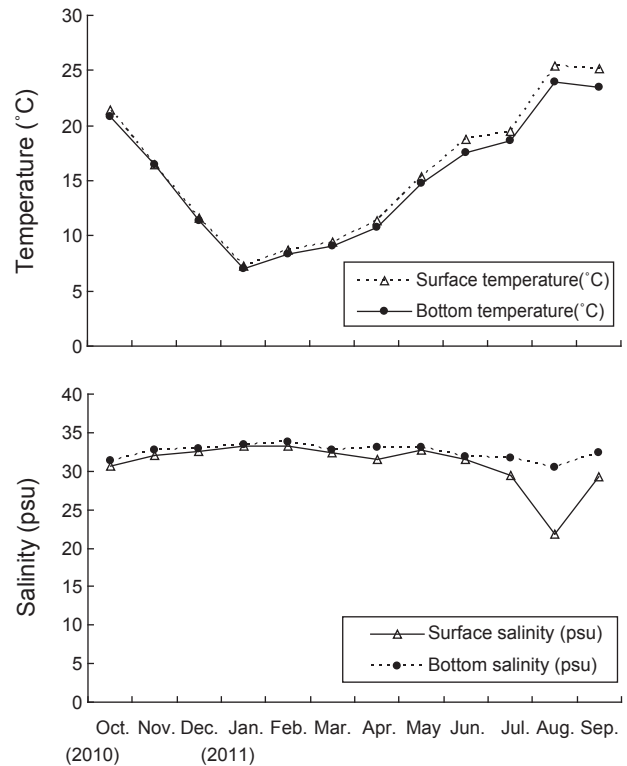


Fig. 2. Monthly variations of temperature and salinity in coastal waters off Gadeok-do, 2010-2011.

도지수를 이용하여 구하였다.

$$A_{ij} = \frac{|P_{ij} - P_{jh}|}{(P_{ih} + P_{jh})}$$

$(P_{ih}$: 채집시기 h에 채집된 전체 개체수에 대한 어종 i의 개체수의 비율

P_{jh} : 채집시기 h에 채집된 전체 개체수에 대한 어종 j의 개체수 비율)

구해진 유사도를 이용하여 출현시기의 유사성을 나타내기 위하여 다차원척도법(MDS, Multi-dimensional scaling)을 이용하였다. 이때 비우점종(5,000 indi./km² 이하)은 오류를 증가시킬 확률이 높기 때문에 분석에서 제외시켰다.

결 과

수온 및 염분

조사해역의 수온은 표층과 저층에서 측정하였는데, 각각 7.3-25.4°C, 7.0-24.5°C의 범위를 보였다(Fig. 2). 표층과 저층 전 수층에서 겨울철인 1월에 가장 낮았으며, 여름철인 8월에 가장 높게 측정되었다. 연교차는 표층이 18.1°C, 그리고 저층이 17.5°C로 표층수온이 저층수온에 비하여 계절변동이 비교적 컸다.

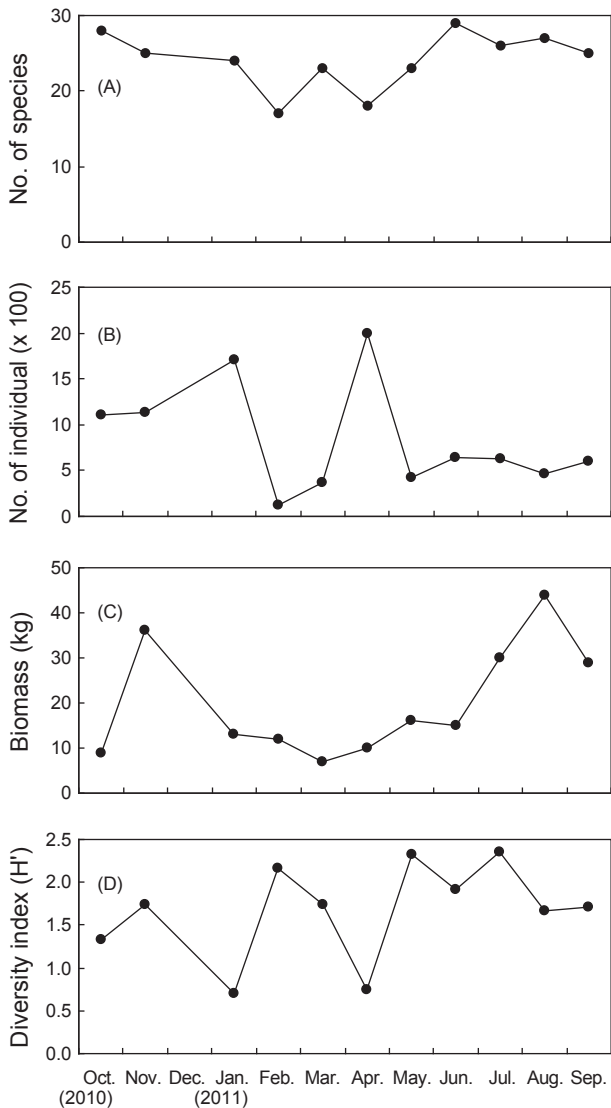


Fig. 3. Monthly variations of number of species (A), number of individuals (B), biomass (C) and diversity index (D) of fishes collected by small otter trawl in the coastal waters off Gadeok-do.

염분은 표층이 21.8-33.3 psu, 저층이 30.4-33.7 psu의 범위를 보였다. 표층염분은 6월부터 감소하기 시작하여 8월에 가장 낮게 측정되었다. 이는 여름철 강우량 증가와 인근에 위치한 낙동강에서 유입되는 담수의 증가 때문인 것으로 판단된다.

종조성

조사기간 동안 총 11목, 43과, 65종, 306,800 indi./km², 7,435.8 kg/km²의 어류가 채집되었다(Table 1). 분류군별(Order) 출현 어종수를 살펴보면 농어목(Perciformes) 어류가 21과 28종으로 가장 많이 채집되었으며, 그 다음으로 썸뱅이목

(Scorpaeniformes) 어류가 7과 11종, 가자미목(Pleuronectiformes) 어류가 3과 8종 채집되었다. 그 외 뱀장어목(Anguilliformes) 어류가 3과 3종, 청어목(Clupeiformes) 어류는 2과 4종, 복어목(Tetraodoniformes) 어류가 2과 3종 채집되었으며, 홍어목(Rajiformes), 홍매치목(Aulopiformes), 대구목(Gadiformes), 아귀목(Lophiiformes), 달고기목(Zeiformes)은 1과 1종씩 채집되었다.

개체수에서 가장 많이 채집된 어종은 주둥치(*Leiognathus nuchalis*)로 90,533 indi./km²가 채집되어 전체 채집 개체수의 29.5%를 차지하였다. 그 다음으로는 청어(*Clupea pallasii*)가 63,467 indi./km²가 채집되어 전체개체수의 20.7%를 차지하였다. 그 외 청멸(*Thryssa kammalensis*), 멸치(*Engraulis japonicus*), 실양태(*Repomucenus valenciennesi*), 청보리멸(*Sillago japonica*), 전갱이(*Trachurus japonicus*), 보구치(*Pennahia argentatus*), 홍어(*Okamejei kenoejei*), 참서대(*Cynoglossus joyneri*), 흰베도라치(*Pholis fangi*), 문치가자미(*Pleuronectes yokohamae*), 등가시치(*Zoarcis gillii*) 순으로 많이 채집되었는데, 상기 13종은 5,000 indi./km² 이상 채집되었으며 전체 채집 개체수의 92.8%를 차지하여 우점하였다. 그 외 붕장어(*Conger myriaster*), 열등가리돔(*Apogon lineatus*), 노랑촉수(*Upeneus japonicus*) 등 총 65종의 어류가 채집되었다.

생체량에서는 홍어가 3,004.3 kg/km² 채집되었으며 전체 채집생체량의 40.5%를 차지하여 가장 우점하였다. 그 다음으로는 보구치, 문치가자미, 청멸, 참서대, 주둥치 순으로 우점하였다. 상기 6종은 총 생체량의 72.7%를 차지하였다.

계절변동

채집어종수의 계절변동을 살펴보면(Fig. 3A), 조사가 시작된 2010년 10월에서 2011년 1월까지의 24-28종이 채집되었고 2월에는 17종으로 연중 가장 적은 종이 채집되었다($P<0.05$). 이후 2011년 3월에서 5월까지의 18-23종, 6월에는 29종으로 연중 가장 많은 종이 채집되었으며 7월에서 9월까지의 25-27종으로 비슷한 어종수가 채집되었다.

채집개체수($P<0.05$) 및 생체량($P<0.05$)의 계절변동을 살펴보면(Fig. 3B, C), 2011년 8월과 9월에 적은 개체수에 비하여 높은 생체량을 보였는데 이는 생체량이 높은 홍어가 각각 711.5 kg/km², 295.4 kg/km²으로 다량 채집되었기 때문이다. 1월과 4월에는 많은 개체수를 보인 반면 비교적 낮은 생체량을 보인 이유는 크기가 작은 반면 개체수가 많은 주둥치와 청어가 각각 21,200 indi./km², 56,933 indi./km²개체로 다량 채집되었기 때문이다. 2월에는 가장 적은 개체수와 여덟 번째로 적은 생체량을 보였으며, 3월에는 열 번째로 적은 개체수와 가장 적은 생체량을 보였다. 이후 5월부터 9월까지의 14,300-21,567 indi./km² 개체로 비교적 적은 개체수를 보였다. 5월에서 8월까지의 생체량은 525.5-1,473.6 kg/km²으로 증가하는 경향을 보이다가 9월에 981.7 kg/km²으로 감소하는 경향을 보였다.

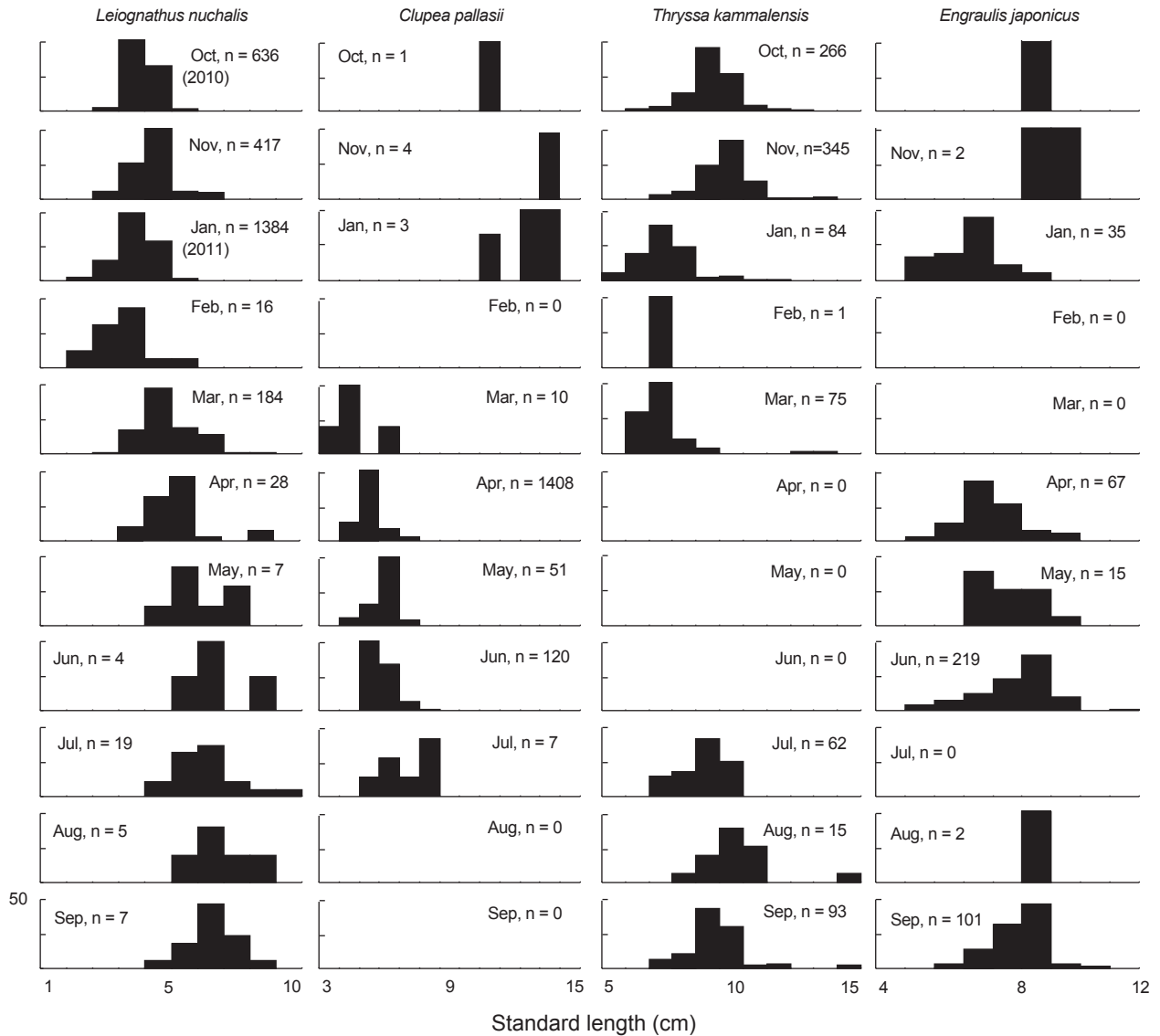


Fig. 4. Monthly size distribution of four major species collected by small otter trawl in the coastal water off Gadeok-do.

종다양도지수는($P < 0.05$) 1월(0.70)과 4월(0.75)을 제외하고는 1.33-2.36의 범위를 보였다(Fig. 3D). 1월과 4월에 낮은 값을 나타낸 이유는 1월에 주둥치가 전체 채집개체수의 80.9%를 차지하였으며, 4월에는 청어가 전체 채집개체수의 85.7%를 차지하여 우점하였기 때문이다. 월별 개체수에서 우점종의 변화를 살펴보면(Table 1), 2010년 10월, 11월, 2011년 1월, 3월에는 주둥치가, 2월에는 홍어, 4월에는 청어, 5월에는 등가시치, 6월과 9월에는 멸치, 7월에는 보구치, 8월에는 전갱이가 가장 우점하였다. 주요 우점종의 월별 출현양상을 살펴보면(Fig. 4), 주둥치는 2010년 10월~2011년 1월에는 5 cm (SL, standard length) 이하의 개체들이 대량 출현하였으며, 특히 1월에 46,133 indi./km² 개체가 출현하였다. 3~9월에는 5 cm 이상의 비교적 큰 개

체들의 출현량이 증가하였다. 청어는 2010년 10월에서 2011년 1월에는 11-14 cm의 개체들이 일부 출현하다가, 3-7월까지 3-8 cm의 작은 개체가 출현하였으며, 4월에 가장 많은 56,933 indi./km²가 집중 출현하였고, 10월에 가장 적은 개체가 출현하였다. 청멸은 4.9-15.1 cm의 개체가 2010년 10-3월까지 출현하다가 4-6월에는 전혀 출현하지 않았으며, 7월부터 다시 출현하였다. 11월에 가장 많은 11,500 indi./km²가 출현하였으며, 2월에 가장 적은 33 indi./km²가 출현하였다. 멸치는 2010년 10월에서 2011년 1월, 4-6월, 8-9월에는 5-12 cm의 개체가 출현하였는데 2, 3, 7월에는 출현하지 않았다. 출현량은 6월에 8,967 indi./km²로 가장 많은 출현량을 보였고, 10월에 가장 적은 33 indi./km²가 출현하였다.

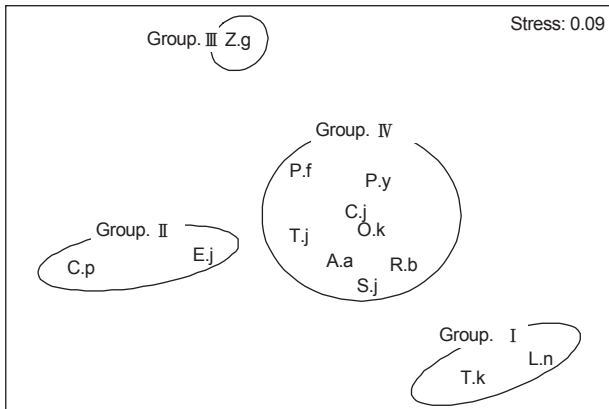


Fig. 5. Multi-dimensional scaling (MDS) analysis of fish species collected by small otter trawl in the coastal water off Gadeok-do (A.a: *Argyrosomus argentatus*, L.n: *Leiognathus nuchalis*, C.p: *Clupea pallasii*, T.k: *Thryssa kammalensis*, E.j: *Engraulis japonicus*, R.b: *Repomucenus balenciennei* S.j: *Sillago japonica*, T.j: *Trachurus japonicus*, O.k: *Okamejei kenojei*, C.j: *Cynoglossus joyneri* P.f: *Pholis fangi*, P.v: *Pleuronectes yokohamae*, Z.g: *Zoarces gilii*).

출현양상에 따른 어종의 구분

조사기간 동안 5,000 indi./km² 이상 출현한 13종을 대상으로 출현 시기에 대한 중복도지수를 구한 후, 다차원척도법(MDS)을 실시한 결과 4개의 그룹으로 나눌 수 있었다(Fig. 5).

Group I

가을에서 겨울에 출현량이 높은 그룹으로 주둥치와 청멸이 속하였다.

Group II

봄에서 여름에 출현량이 높은 그룹으로 청어와 멸치가 속하였다.

Group III

봄에 출현량이 높은 그룹으로 등가시치가 속하였다.

Group IV

연중 출현한 그룹으로 실양태, 청보리멸, 전갱이, 보구치, 홍어, 참서대, 흰베도라치, 문치가자미가 속하였다.

고 찰

An and Huh (2000)에 의하면 가덕도 주변해역과 같은 연안역은 복잡하고 다양한 형태의 서식 공간이 있으며, 이에 적응해서 사는 어류는 다양한 행동 습성과 생존 전략을 보여 한 종류의 어구만을 이용할 경우, 해당 해역의 어류 군집을 대표하기 어려워 다양한 어구를 사용해야 한다고 하였다. 하지만, 저인망(bot-

tom otter trawl)은 예인되는 구역 내에 있는 소형어류를 비롯한 모든 해양생물을 다른 어구에 비하여 최대한 채집할 수 있기 때문에 어류 군집연구에 적합한 어구로 알려져 있으며(Sainsbury, 1996), 본 연구지역은 수심이 20 m 미만으로 비교적 얕았고, 우점종이 대부분 부어류(pelagic fish)로 확인되어 저인망을 이용한 채집만으로 연구지역의 어류군집을 어느 정도 대표할 수 있다고 판단되었다.

연중 수온은 표층과 저층 모두 1월에 가장 낮았고 8월에 가장 높게 측정되어, 전형적인 온대해역의 특징을 보였다. 염분은 연중 비슷한 수치를 보이다가 6월부터 낮아지기 시작하여 8월에 가장 낮게 측정되었는데, 이는 여름철 강우량 증가와 인근에 위치한 낙동강에서 유입되는 담수의 증가 때문인 것으로 판단된다.

조사기간 동안 총 65종의 어류가 채집되었는데, 국내의 다른 해역에서 동일한 어구를 이용하여 수행된 선행연구와 비교해보면, 아산만에서는 34종(Lee, 1993), 전남 영광 연안에서는 46종(Hwang et al., 1998), 거문도 주변해역에서는 40종(Cha, 2010), 울진 후포 연안에서는 20종(Lee, 2011)이 채집된 것으로 알려져, 조사해역은 다른 해역에 비하여, 다양한 어류상을 나타내었다. 하지만 낙동강 하구 주변 해역에서 이루어진 연구(Lee et al., 2012)와 본 조사지역에서 이루어졌던 선행연구(An and Huh, 2000)에서는 각각 92종, 110종이 채집되어 다양한 어종이 출현한 것을 확인할 수 있었다. 이는 풍부한 영양염과 유기채설물의 유입으로 인한 먹이연쇄 작용으로 다양한 어류들이 낙동강 하구역을 비롯한 가덕도 주변해역을 성육장, 산란장, 색이장소 등으로 이용하기 때문인 것으로 판단되었다. 그리고 계절마다 대마난류를 따라 일시적으로 출현하는 회유종(migratory species)이 다양한 종의 출현에 영향을 미친 것으로 생각되었다.

본 연구에서 가장 우점한 종은 주둥치였는데, 동일해역에서 수행된 선행연구(An and Huh, 2000)와 국내 연안역이나 만에서 이루어진 다른 연구에서도 주둥치는 우점하는 것으로 나타났다(Lee, 1996; Cha and Park, 1997; Huh and Kwak, 1998; Kwak and Huh, 2003; Lee et al., 2011; Lee et al., 2012). 그리고 서해 천수만에서 수행된 연구에서 주둥치는 인위적 환경변화에 따라 증가하는 종으로 알려진 바 있다(Lee, 1996; Lee et al., 1997). 본 연구에서 비교적 많이 채집된 청어, 청멸, 멸치, 전갱이는 일반적으로 부어류(pelagic fish)로 알려져 있으나, 저인망을 이용한 본 연구에서 우점하였다. 이와 같은 부어류의 우점은 무리를 이루어 유영하는 특성으로 인한 다량채집과 얕은 연안역에서의 수직이동(vertical migration) 때문인 것으로 판단되었다. 그리고 저인망 어구를 이용한 과거 많은 연구에서도 부어류가 채집된 것을 확인할 수 있었다(Thiel et al., 2003; Selleslagh and Amara, 2008; Bosman et al., 2011; Xue et al., 2011; Wang et al., 2013). 그 다음으로 실양태, 청보리멸, 보구치, 홍어, 참서대, 흰베도라치, 문치가자미, 등가시치 순으로 많

Table 1. Seasonal individuals, N (unit: indi./km²) and catch weight, W (unit: kg/km²) in the coastal waters off Gadeok-do

Scientific name	October		November		January		February		March		April		May	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Leiognathus nuchalis</i>	21,200	56.7	13,900	56.7	46,133	149.2	533	1.0	6,100	15.8	933	7.9	233	2.1
<i>Clupea pallasii</i>	33	0.7	133	10.0	100	2.2	0	<0.1	333	0.3	56,933	73.2	1,700	1.9
<i>Thryssa kammalensis</i>	8,867	140.0	11,500	156.7	2,800	28.2	33	0.7	2,500	16.5	0	<0.1	0	<0.1
<i>Engraulis japonicus</i>	33	0.1	67	0.5	1,167	2.6	0	<0.1	0	<0.1	2,233	7.0	500	1.9
<i>Repomucenus valenciennei</i>	2,600	6.7	3,633	10.5	2,900	9.9	533	2.0	200	1.0	1,000	6.6	667	4.9
<i>Sillago japonica</i>	1,500	13.3	3,100	15.2	1,133	4.6	67	0.1	233	0.7	233	10.1	500	12.4
<i>Trachurus japonicus</i>	100	0.3	100	3.1	133	0.4	0	<0.1	0	<0.1	1,300	1.5	267	5.0
<i>Pennahia argentatus</i>	500	10.0	1,433	37.3	300	3.0	0	<0.1	0	<0.1	467	13.4	800	39.6
<i>Okamejei kenojei</i>	67	11.7	1,767	772.6	400	193.4	833	273.9	400	97.7	367	138.4	500	177.6
<i>Cynoglossus joyneri</i>	167	0.7	67	3.8	600	19.7	233	11.9	67	2.8	200	9.9	167	5.8
<i>Pholis fangi</i>	67	2.0	0	<0.1	167	4.8	367	9.8	167	5.4	333	8.9	2,833	81.9
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	33	6.3	67	9.8	367	9.3	700	68.6	467	32.3	567	42.1	267	21.9
<i>Zoarces gillii</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	12.3	33	12.0	900	4.6	4,200	71.0
<i>Conger myriaster</i>	300	12.0	433	16.4	33	0.5	0	<0.1	33	0.6	67	1.5	500	25.5
<i>Apogon lineatus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	0.1
<i>Upeneus japonicus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Sphyræna pinguis</i>	133	7.3	400	23.9	33	1.8	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Chaeturichthys hexanema</i>	133	0.7	267	8.7	200	0.8	167	0.5	0	<0.1	0	<0.1	100	2.2
<i>Pseudorhombus pentopthalmus</i>	300	1.0	100	12.3	100	0.6	0	<0.1	33	0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Hemirhamphus villosus</i>	0	<0.1	67	21.2	0	<0.1	0	<0.1	433	1.2	333	1.9	233	4.0
<i>Sagamia geneionema</i>	233	1.0	300	13.7	100	0.8	167	1.3	100	0.5	33	0.1	0	<0.1
<i>Konosirus punctatus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	900	37.7	0	<0.1	0	<0.1
<i>Liparis tanakai</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	67	1.1	100	0.3	467	4.5	200	10.3
<i>Muraenesox cinereus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Parapercis sexfasciatus</i>	167	6.3	33	1.3	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	2.2
<i>Acropoma japonicum</i>	67	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	0.5	0	<0.1	0	<0.1
<i>Ditrema temmincki</i>	0	<0.1	33	1.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	1.2	167	7.7
<i>Platycephalus indicus</i>	33	6.4	33	3.5	33	3.2	67	7.6	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Hexagrammos otakii</i>	0	<0.1	100	41.0	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Trichiurus lepturus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Clidoderma asperim</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	333	1.6
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	0	<0.1	33	2.5	67	2.1	33	0.9	33	1.0	0	<0.1	0	<0.1
<i>Chelidonichthys kumu</i>	33	2.2	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	1.6
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	67	1.1	33	0.5	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Favonigobius hoshinonis</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	133	0.5	0	<0.1	0	<0.1
<i>Pleuronichthys comutus</i>	33	4.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Lophius litulon</i>	0	<0.1	67	11.8	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	43.9
<i>Rudarius ercodes</i>	67	0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Saurida elongata</i>	0	<0.1	0	<0.1	33	0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Johnius grypotus</i>	0	<0.1	0	<0.1	67	1.0	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Pagrus major</i>	100	5.8	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Kaiwarinus equula</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Scomber japonicus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Coelorinchus japonicus</i>	0	<0.1	0	<0.1	67	1.4	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Lepidotrigla microptera</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	7.8	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Zeus faber</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Pampus echinogaster</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Kareius bicoloratus</i>	0	<0.1	0	<0.1	33	2.7	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Pisodonophis sangjuensis</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Takifugu niphobles</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	0.8	33	1.0	0	<0.1	0	<0.1
<i>Sebastes thompsoni</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Psenopsis anomala</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Chaenogobius heptacanthus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	0.2	0	<0.1	0	<0.1
<i>Takifugu rubripes</i>	33	12.5	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Leiognathus rivulatus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Coelorinchus multispinulosus</i>	0	<0.1	0	<0.1	33	0.7	0	<0.1	33	2.9	0	<0.1	0	<0.1
<i>Gnathagnus elongatus</i>	33	0.5	33	0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Sebastes longispinis</i>	33	1.7	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Cynoglossus robustus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Dasyatis akajei</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Hexagrammos agrammus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	1.0	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Eopsetta grigorjewi</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Sardinella zunasi</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	0.1	0	<0.1
<i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
<i>Furcina ishikawae</i>	0	<0.1	0	<0.1	33	0.2	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1
Total	36,933	311.2	37,700	1,234.2	57,033	443.3	3,933	401	12,433	231.0	66,433	333.0	14,300	525.2

N: Number of individuals, W: Biomass

Table 1. Continued

Scientific name	June		July		August		September		Total			
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	%N	W	%W
<i>Leiognathus nuchalis</i>	133	1.6	633	8.0	167	2.6	567	10.3	90,533	29.5	311.9	4.2
<i>Clupea pallasii</i>	4,000	6.32	33	0.7	0	<0.1	0	0.0	63,467	20.7	95.4	1.3
<i>Thyssa kammalensis</i>	0	<0.1	2,067	41.7	500	10.8	3,100	48.7	31,367	10.2	443.1	6.0
<i>Engraulis japonicus</i>	8,967	52.7	0	<0.1	67	0.4	3,367	17.2	16,400	5.3	82.3	1.1
<i>Repomucenus valenciennei</i>	267	1.5	200	1.9	1,433	21.1	767	8.6	14,200	4.6	74.6	1.0
<i>Sillago japonica</i>	1,500	47.2	2,600	1.9	633	13.2	400	13.9	11,900	3.9	132.7	1.8
<i>Trachurus japonicus</i>	1,367	5.8	3,100	23.0	2,900	67.4	1,767	44.1	11,033	3.6	150.6	2.0
<i>Pennahia argentatus</i>	767	76.7	4,500	327.9	1,400	154.2	567	68.3	10,733	3.5	730.4	9.8
<i>Okamejei kenoei</i>	633	172.0	467	160.2	1,733	711.5	900	295.4	8,067	2.6	3004.3	40.4
<i>Cynoglossus joyneri</i>	333	10.5	2,767	142.7	2,067	91.4	1,233	35.6	7,900	2.6	334.8	4.5
<i>Pholis fangi</i>	1,833	56.5	733	22.9	700	19.3	533	20.3	7,733	2.5	231.7	3.1
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	67	73.3	600	50.4	1,100	137.5	1,533	161.5	5,767	1.9	613.0	8.2
<i>Zoarces gillii</i>	400	7.7	0	<0.1	133	11.2	33	3.3	5,733	1.9	122.2	1.6
<i>Conger myriaster</i>	100	8.1	300	13.0	733	34.9	433	20.1	2,933	1.0	132.7	1.8
<i>Apogon lineatus</i>	67	5.7	1,467	14.1	567	6.1	0	<0.1	2,133	0.7	26.0	0.4
<i>Upeneus japonicus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	1,900	19.4	1,900	0.6	19.4	0.3
<i>Sphyaena pinguis</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	1,100	81.0	1,667	0.5	114.0	1.5
<i>Chaeturichthys hexanema</i>	67	5.7	133	1.2	267	3.0	267	3.4	1,600	0.5	26.0	0.4
<i>Pseudorhombus pentopthalmus</i>	67	12.0	67	0.8	233	4.7	200	6.3	1,100	0.4	37.8	0.5
<i>Hemitripterus villosus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	1,067	0.3	28.3	0.4
<i>Sagamia geneionema</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	933	0.3	17.4	0.2
<i>Konosirus punctatus</i>	0	<0.1	0	<0.1	33	3.2	0	<0.1	933	0.3	40.9	0.6
<i>Liparis tanakai</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	833	0.3	16.2	0.2
<i>Muraenesox cinereus</i>	0	<0.1	100	26.3	400	115.1	233	51.6	733	0.2	193.0	2.6
<i>Parapercis sexfasciatus</i>	33	0.3	0	<0.1	100	3.4	367	25.1	733	0.2	38.6	0.5
<i>Acropoma japonicum</i>	33	0.6	100	0.8	0	<0.1	467	3.0	700	0.2	4.8	0.1
<i>Ditrema temmincki</i>	233	13.6	33	4.7	0	<0.1	0	<0.1	500	0.2	28.4	0.4
<i>Platycephalus indicus</i>	0	<0.1	100	32.7	67	18.9	100	23.6	433	0.1	95.9	1.3
<i>Hexagrammos otakii</i>	200	20.1	67	7.7	0	<0.1	33	1.8	400	0.1	70.5	0.9
<i>Trichiurus lepturus</i>	0	<0.1	333	3.6	33	1.1	0	<0.1	367	0.1	4.6	0.1
<i>Clidoderma asperimum</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	333	0.1	1.6	<0.1
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	167	0.1	6.5	0.1
<i>Chelidonichthys kumu</i>	0	<0.1	33	0.4	0	<0.1	67	2.9	167	0.1	7.1	0.1
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	67	2.7	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	167	0.1	4.3	0.1
<i>Favonigobius hoshinonis</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	133	<0.1	0.5	<0.1
<i>Pleuronichthys comutus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	100	9.7	133	<0.1	13.8	0.2
<i>Lophius litulon</i>	33	1.6	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	133	<0.1	57.3	0.8
<i>Rudarius ercodes</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	100	<0.1	0.2	<0.1
<i>Saurida elongata</i>	0	<0.1	33	1.8	33	9.2	0	<0.1	100	<0.1	11.2	0.2
<i>Johnius grypotus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	2.0	100	<0.1	3.0	<0.1
<i>Pagrus major</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	100	<0.1	5.8	0.1
<i>Kaiwarinus equula</i>	67	0.2	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	67	<0.1	0.2	<0.1
<i>Scomber japonicus</i>	67	0.9	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	67	<0.1	0.9	<0.1
<i>Coelorinchus japonicus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	67	<0.1	1.4	<0.1
<i>Lepidotrigla microptera</i>	33	4.2	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	67	<0.1	12.0	0.2
<i>Zeus faber</i>	67	0.2	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	67	<0.1	0.2	<0.1
<i>Pampus echinogaster</i>	0	<0.1	67	9.0	0	<0.1	0	<0.1	67	<0.1	9.0	0.1
<i>Kareius bicoloratus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	4.3	67	<0.1	7.0	0.1
<i>Pisodonophis sangjuensis</i>	0	<0.1	0	<0.1	67	3.5	0	<0.1	67	<0.1	3.5	<0.1
<i>Takifugu niphobles</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	67	<0.1	1.8	<0.1
<i>Sebastes thompsoni</i>	67	0.2	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	67	<0.1	0.2	<0.1
<i>Psenopsis anomala</i>	0	<0.1	0	<0.1	67	3.4	0	<0.1	67	<0.1	3.4	<0.1
<i>Chaenogobius heptacanthus</i>	0	<0.1	0	<0.1	33	1.9	0	<0.1	67	<0.1	2.1	<0.1
<i>Takifugu rubripes</i>	0	<0.1	33	10.0	0	<0.1	0	<0.1	67	<0.1	22.6	0.3
<i>Leiognathus rivulatus</i>	67	1.8	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	67	<0.1	1.8	<0.1
<i>Coelorinchus multispinulosus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	67	<0.1	3.6	<0.1
<i>Gnathagnus elongatus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	67	<0.1	0.6	<0.1
<i>Sebastes longispinis</i>	33	2.2	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	67	<0.1	3.9	0.1
<i>Cynoglossus robustus</i>	0	<0.1	33	2.3	0	<0.1	0	<0.1	33	<0.1	2.3	<0.1
<i>Dasyatis akajei</i>	0	<0.1	0	<0.1	33	23.7	0	<0.1	33	<0.1	23.7	0.3
<i>Hexagrammos agrammus</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	<0.1	1.0	<0.1
<i>Eopsetta grigorjewi</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	0.5	33	<0.1	0.5	<0.1
<i>Sardinella zunasi</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	<0.1	0.1	<0.1
<i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>	0	<0.1	0	<0.1	33	0.7	0	<0.1	33	<0.1	0.7	<0.1
<i>Furcina ishikawae</i>	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	0	<0.1	33	<0.1	0.2	<0.1
Total	21,567	592.0	20,800	909.7	15,533	1,473.6	20,133	981.7	306,800	100.0	7435.8	100.0

N: Number of individuals, W: Biomass

Table 2. Comparison with major species between previous and present studies of fish assemblage in the coastal waters off Gadeok-do

Source	Present study		Huh and An(2000)	
Study period	2010~2011		1998	
Sampling gear	Otter trawl		Otter trawl	
Species	N%	Rank.	N%	Rank.
<i>Leiognathus nuchalis</i>	29.5	1	12.5	3
<i>Clupea pallasii</i>	20.7	2	-	-
<i>Thryssa kammalensis</i>	10.2	3	13.5	2
<i>Engraulis japonicus</i>	5.3	4	3.8	8
<i>Repomucenus valenciennesi</i>	4.6	5	19.3	1
<i>Sillago japonica</i>	3.9	6	6.6	5
<i>Trachurus japonicus</i>	3.6	7	0.2	25
<i>Pennahia argentatus</i>	3.5	8	0.6	20
<i>Okamejei kenoei</i>	2.6	9	0.1	39
<i>Cynoglossus joyneri</i>	2.6	9	0.1	29
<i>Pholis fangi</i>	2.5	11	4.2	7
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	1.9	12	1.6	14
<i>Zoarces gillii</i>	1.9	13	12.3	4

이 채집되었는데, 이는 전형적인 저서어류(benthic fishes)와 반저서어류(semi benthic fishes)로 선행연구와 저인망을 이용한 국내 연안역에서 이루어진 연구에서도 유사한 결과를 보였다 (Kim, 1998; Lee, 1999; An and Huh, 2000; Jo, 2001; Choo, 2007; Lee et al., 2011).

주요 우점 어종의 계절별 출현량을 살펴보면, 어종마다 각기 다른 계절적 출현양상과 최대 출현시기를 보였다. 주둥치는 연중 출현하였지만, 10~1월에 출현량이 많았고, 1월에 4-5 cm (BL, body length)의 개체가 대량 출현하여 최대 출현량을 보였다. 이는 주둥치의 산란기는 여름으로 알려져 있는데(Lee and Huh, 2000), 이시기에 부화한 개체들이 성장하여 겨울에 대량 채집된 것으로 판단된다. 청어는 4월에 가장 많이 출현하였으며, 채집된 개체의 대부분이 치어였는데 이는 겨울에 산란된 개체가 부화 후, 기초생산력이 높은 가덕도 주변해역을 성육장으로 이용한 것으로 생각되었다(NFRDI, 2004). 청멸은 여름에 출현하기 시작하여 가을에 가장 많이 출현하였지만, 봄에는 출현하지 않았는데, 이는 청멸에 관한 생태학적 자료가 부족하여 좀 더 자세한 연구가 필요할 것으로 생각된다. 멸치는 연중 채집되는 경향을 보였지만, 초여름에 가장 많이 출현하였으며 겨울철에는 거의 채집되지 않았다. 이는 멸치가 겨울철에 비교적 먼 바다에서 월동을 하며, 매년 여러가지 요인으로 출현량이 일정

치 않은 특성 때문인 것으로 판단되었다(NFRDI, 2004).

본 연구에서 5,000 indi./km² 이상 채집된 어종을 기준으로, 본 조사와 동일한 채집해역과 조사방법으로 연구되어진 대규모 건설·공사 이전의 Huh and An (2000)의 선행연구와 비교해본 결과, 큰 변화가 있는 것으로 나타났다(Table. 2). 본 연구에서 두 번째로 우점한 청어는 선행연구에서는 한 개체도 채집되지 않았으며, 실양태와 등가시치와 같은 저어류 대신 부어류가 우점한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 대규모 건설·공사 이후 가덕도 연안역에 출현하는 어류상에 변화가 일어났으며, 청어의 경우 최근 자원량이 증가(BCFM, 2013)했기 때문인 것으로 유추해 볼 수 있다. Felly (1987)와 Hyslop (1988)는 일반적으로 오염을 비롯한 환경변화가 진행된 해역에는 어종수가 감소하는 경향을 보이며, 특정 소수종의 우점도가 증가하는 경향을 나타낸다고 하였다. 본 연구에서 나타난 이러한 어류상 변화는 대규모 건설·공사, 대형선박 운항으로 인한 소음과 진동, 해수 유동변화로 인한 저서환경변화, 환경오염 등으로 주거종(resident species)의 서식지가 감소하여 이들의 개체수 역시 감소하였으며, 일시적으로 가덕도 주변해역을 이용하는 부어류가 증가한 것으로 추측된다. 하지만 현재에도 가덕도 주변 해역은 지속적인 연안개발이 진행되고 있어 해당지역에 서식하는 모든 생물 군집에 대한 더욱 정밀한 조사와 추후 모든 개발이 끝난 후 추가 조사가 반드시 필요할 것으로 생각된다.

References

- An YR and Huh SH. 2002a. Species Composition Seasonal Variation of Fish Assemblage in the Coastal Water off Gadeok-do, Korea. 3. Fishes Collected by Crab Pots. J Kor Fish Soc 35, 715-722.
- An YR and Huh SH. 2002b. Species Composition Seasonal Variation of Fish Assemblage in the Coastal Water off Gadeok-do, Korea. 4. Fishes Collected by Bottom Gill Nets. J Kor Fish Soc 36, 686-694.
- BCFM. 2013. Busan Cooperative Fish Market. Retrived from <http://www.bcfm.co.kr/data/read-fish.jsp>.(2013.11.16)
- Bosman SH, Methven DA, Courtenay SC and Hanson JM. 2011. Fish assemblages in a north Atlantic coastal ecosystem: Spatial patterns and environmental correlates. Estuarine Coastal and Shelf Science. 92, 232-245. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2010.12.036>.
- Cha BY. 2010. Species Composition and Abundance of Fish in the Water off Geomun Island Southern Sea, Korea. J Ichthyol 22, 168-178.
- Cha SS and Park kJ. 1997. Seasonal Changes in Species Composition of Fishes Collected with a Bottom Trawl in Kwangyang Baym Korea. J Ichthyol 9, 235-243.
- Choo HG. 2007. Species composition and feeding ecology of fishes in the coastal waters off Kori, Korea, PhD Thesis, Pukyong Natl Univ, Busan, Korea, 126.

- Chyung Mk. 1977. The Fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, Korea, 727.
- Felly JD. 1987. Nekton assemblages of three tributaries to the Calcasieu Estuary, Louisiana. *Estuaries* 10, 321-329.
- Gwak SN and Huh SH. 2003. Changes in Species Composition of Fishes in the Nakdong River Estuary. *J Kor Fish Soc* 36, 129-135.
- Huh SH and Kwak SN. 1998. Seasonal Variation in Species Composition of Fish Collected By an Otter Trawl in the Coastal Water off Namhae Island. *Kor J Ichthyol* 10, 11-23.
- Huh SH and An YR. 2000. Species Composition Seasonal Variation of Fish Assemblage in the Coastal Water off Gadeokdo, Korea. 1. Fishes Collected by Small Otter Trawl. *J Kor Fish Soc* 33, 288-301.
- Huh SH and An YR. 2002. Species Composition Seasonal Variation of Fish Assemblage in the Coastal Water off Gadeokdo, Korea. 2. Fishes Collected by Three Sides Fyke Nets. *J Kor Fish Soc* 35, 366-379.
- Hwang SD, Im YJ, Song HI, Choi YS and Moon HT. 1998. Fishery Resources off Youngkwang. II. Species Composition of Catch by a Otter Trawl. *J Kor Fish Soc* 31, 739-748.
- Hyslop EJ. 1988. A comparison of the composition of the juvenile fish catch from the Sodoto-Rima floodplain, Nigeria in years preceding and immediately after upstream dam completion. *J. Fish. Biol.*, 32, 895-899.
- Jo CO. 2001. Change in species composition of the fishes collected in the coastal waters off Kori. MS. Thesis, Pukyong Natl Univ Busan, Korea, 78.
- Jonathan Selleslagh and Rachid Amara. 2008. Environmental factors structuring fish composition and assemblages in a small macrotidal estuary (eastern English Channel). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 79, 507-517.
- Kim DJ. 1998. Seasonal Variation of species composition of demersal fish off Kori. MS. Thesis, Pukyong Natl Univ, Busan, Korea, 78.
- Kim IS, Choi Y, Lee CH, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohak Publ., Seoul, Korea, 615.
- Kim MJ and Jang MJ. 2011. A Study on Sequential Extraction of Heavy Metals from Marine Dredged Sediment at Busan New Port. *J Kor Env Eng* 33, 93-102.
- Lee JH, Lee JB, Choi YM, Yeon IJ and Lee DW. 2012. Study on Comparison of Fishery in Nakdong River Estuary, Korea. *Kor J Ichthyol* 24, 84-93.
- Lee JS and Huh SH. 2000. Reproductive Biology of the Slimy, *Leiognathus nuchalis* (Teleostei: Leiognathidae). *Kor J Ichthyol*, 12, 192-202.
- Lee SG, Seo YG, Kim JI, Kim HY and Choi MS. 2011. Seasonal Species Composition and Fishes By Beam Trawl in Yeoja Bay. *Kor J Ichthyol* 23, 206-216.
- Lee TW. 1993. The Demersal Fishes of Asan Bay III. Spatial Variation in Abundance and Species Composition. *J Kor Fish Soc* 26, 438-445.
- Lee TW. 1996. Change in Species Composition of Fish in Chunsu Bay 1. Demersal fish. *J Kor Fish Soc* 29, 71-83.
- Lee TW, Moon HT and Choi SS. 1997. Change in Species Composition of Fish in Chonsu Bay (II) Surf Zone fish. Korea. *Kor J Ichthyol* 9, 79-90.
- Lee TW. 1999. Seasonal Variation in Species Composition of Demersal Fish in Yongil Bay East Coast of Korea. *J Kor Fish Soc* 32, 512-519.
- Lee TW. 2011. Seasonal Variation in Species Composition of Demersal Fish in the Coastal Water off Uljin and Hupo in the East Sea of Korea in 2002. *Kor J Ichthyol* 23, 187-197.
- Nakabo T. 2002. Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species. Tokai Univ. Press, 1,474.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2004. Commercial Fishes of the Coastal and Offshore Water in Korea. Hanguk Graphics Busan, Korea, 333.
- Pianka ER. 1973. The structure of lizard communities. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 4, 53-74.
- Sainsbury JC. 1996. Commercial Fishing Methods, Fishing News Books, Cambridge, U.S.A., 359.
- Shannon CE and W Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, U.S.A., 177.
- Thiel R, Cabral H and Costa HJ 2003. Composition, temporal changes and ecological guild classification of the ichthyofaunas of large European estuaries - a comparison between the Tagus (Portugal) and the Elbe (Germany). *J. Appl. Ichthyol.* 19, 330-342.
- Wang X, Xue Y and Ren Y. 2013. Length-weight relationships of 43 fish species from Hai zhou Bay, central Yellow Sea. *J- Appl- Ichthyol-* 1183-1187. <http://dx.doi.org/10.1111/jai.12200>.
- Xue Y, Ren Y, Xu B, Mei C, Chen X and Zan X. 2011. Length-weight relationships of fish species caught by bottom trawl in Jiaozhou Bay, China. *J- Appl- Ichthyol-* 27, 949-954. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2010.01607.x>.
- Yun SG and Paik SG. 2001. Community Structure of Macrobenenthos around Kadugdo, a South Coast of Korea. *J Kor Fish Soc* 34, 493-501.