

잠수관찰을 통한 통영 영운리 연안의 어류 종조성 및 계절변동

이강민 · 이용득 · 박종율 · 곽우석*

국립경상대학교 해양산업연구소, 해양생물교육연구센터

Species Composition and Seasonal Variation of Fish by SCUBA Observation in the Coastal Water off Tongyeong, Korea by Gang-Min Lee, Yong-Deuk Lee, Jong-Yul Park and Woo-Seok Gwak* (Marine Bio-Education and Research Center, The Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea)

ABSTRACT To observe species composition and seasonal variation of fish in the coastal area, monthly underwater visual census were conducted from October 2016 to September 2017 in Tongyeong, Korea. A total of 5,358 individuals belong to 45 species were observed during the study. Perciforme fish were the most dominant (29 species), followed by Scorpaeniformes (8 species), Tetraodontiformes (3 species). The most dominant species is *Sebastes inermis* (19.2%), and followed by *Rudarius ercodes* (18.5%). Thirty three species with the highest abundance were observed in October 2016 and only 4 species were observed in February 2017. Among three subtropical fishes, such as *Chaetodontoplus septentrionalis*, *Labroides dimidiatus*, and *Ostracion cubicus*, the latter 2 species were firstly observed in the southern coast of Korea. Compared with the previous studies using conventional tools such as beam trawl and seine net for fish collection, underwater visual census is much more efficient way to investigate fish diversity and assemblages in coastal waters.

Key words: Fish assemblages, species composition, subtropical fishes, SCUBA

서 론

통영 연안은 수심이 얇고 복잡한 해안구조로 이루어져 있으며 동해로 북상하는 대마난류의 영향을 받는다. 또한 대륙붕과 간석지의 발달로 온대성, 아열대성의 다양한 수계생물이 출현하여 수산생물의 보고로 알려져 있다(KORDI, 1998; Park *et al.*, 2005). 수심이 얇고 암석과 해초가 많은 지역은 치어의 생존을 위한 공간을 제공하고 어류의 서식지로써 이점이 있다(Ogden and Ehrlich, 1977; Parrish, 1989; Nagelkerken *et al.*, 2000). 이번 조사지역인 통영시 영운리연안은 암반과 풍부한 해조류로 이루어진 지형이다.

연안에 서식하는 어류의 밀도, 다양성, 어체의 크기를 확인하는 것은 어업과 같은 외부요인들로부터 자원량이 얼마나 변동하고 회복할 수 있는지를 알 수 있는 역할을 하며 생태학

에 있어 중요한 요소이다(Harvey *et al.*, 2001; Watson *et al.*, 2005). 하지만 어류 종조성 연구를 위해 예인망, 저인망과 같은 어구를 이용해 채집하는 방법은 어류 서식환경 파괴와 어자원에 영향을 미친다는 단점이 있다. 반면 이번 연구에서 사용되는 기술은 잠수관찰조사로 어구를 이용한 조사와 달리 사람의 눈과 잠수장비만을 이용하여 관찰하므로 비파괴적인 방법 중 하나로 알려져 있고 어류 군집조사에 많이 쓰여 왔다(Brock, 1982; Chabanet *et al.*, 1995). 또한 어구채집으로는 볼 수 없었던 수중에서의 어류의 행동과 습성을 관찰할 수 있다는 장점이 있으며 어구로 채집이 어려운 지역에서도 활용될 수 있다. 통영 연안에서는 어구를 이용한 어류 종조성 연구가 주로 진행되어 왔다(Park *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2013; Han *et al.*, 2017). 그러나 어구에 따라 종에 대한 선택성이 강하고 해저 지형이나 환경에 따라 사용할 수 있는 어구가 제한되는 단점이 있다. 따라서 이번 연구는 통영 영운리에 서식하는 어류를 잠수조사를 통해 관찰 및 기록하여 계절변동에 따른 종조성변화와 군집구조를 확인하고자 수행하였다.

*Corresponding author: Woo-Seok Gwak Tel: 82-55-772-9152, Fax: 82-55-772-9159, E-mail: wsgwak@gnu.ac.kr

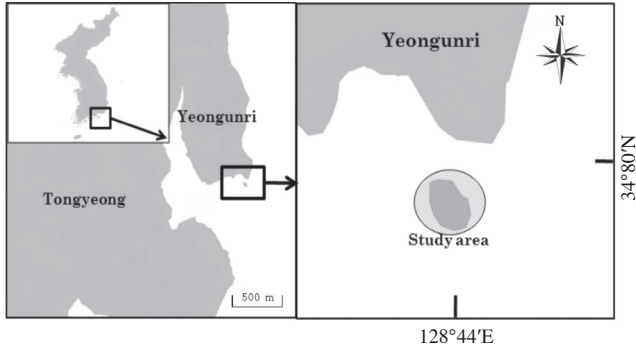


Fig. 1. Map of the study site in Tongyeong, Korea.

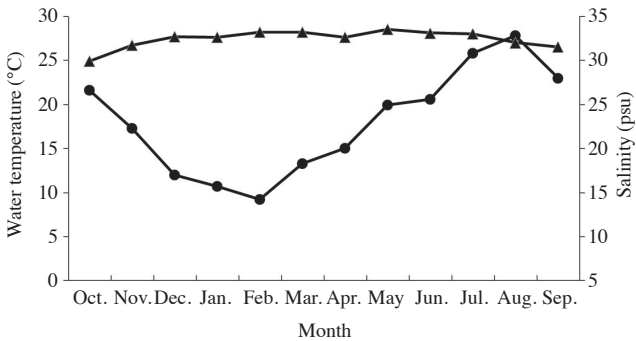


Fig. 2. Monthly variation in water temperature (●) and salinity (▲) at Yeongunri in Tongyeong from October 2016 to September 2017.

재료 및 방법

잠수조사는 경남 통영시 영운리해안에 위치한 북바위 주변에서 실시하였다 (Fig. 1). 조사기간은 2016년 10월부터 2017년 9월까지 1년 동안 매월 1회 40분씩 조사하였다. 조사방법은 평균 수심 3~4m의 해역을 2인 1조로 좌우 1.5 m 폭을 잠수관찰 하여 어류와 주변 환경을 촬영하고 어류의 전장은 cm 단위가 표시된 기록판을 이용해 측정했다. 조사면적은 스쿠버다이빙에 사용되는 오리발을 이용하여 1회 핀키를 찰 때 1 m 이동한 길이를 측정해 420 m² 면적을 조사했다. 조사해역의 물리적 환경을 조사하기 위해 PH-Conductivity Meter SG23 (SevenGo DuoTM)을 이용하여 수온, 염분을 측정하였고 수중영상과 사진 촬영은 DSC-RX100 (Sony)와 Gopro Hero4 (Gopro)를 이용하였다. 종동정은 촬영된 영상과 사진을 바탕으로 Kim *et al.* (2005)를 이용했고 분류체계 및 학명은 FishBase (Froese and Pauly, 2017)을 따랐다. 그리고 시기별 출현 어류의 종다양성을 파악하기 위해 Shannon-Wiener의 종다양성지수 (H')를 구했고 (Fig. 3C) 계절별 출현하는 어종의 개체수를 Bray and Curtis (1957)의 Bray-curtis 유사도 지수를 이용해 군집을 분석하였다.

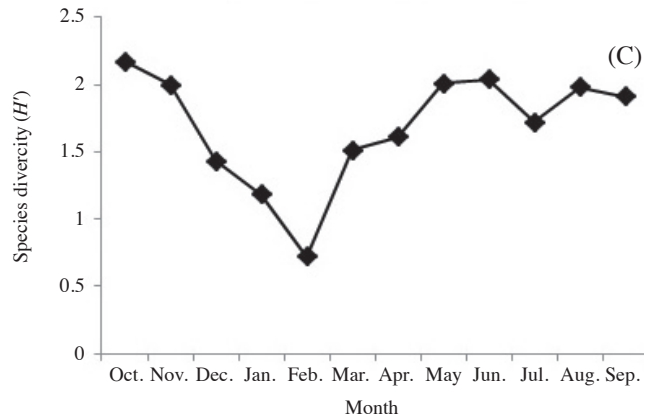
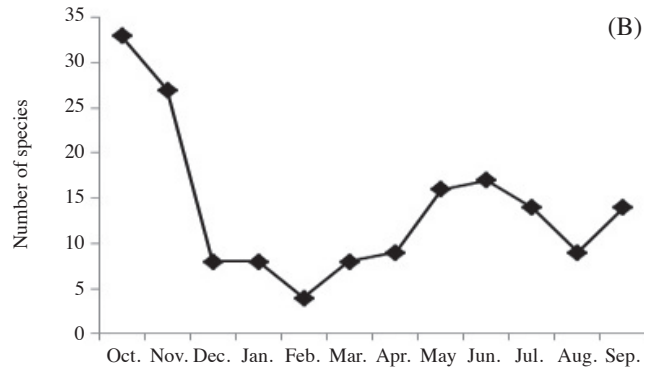
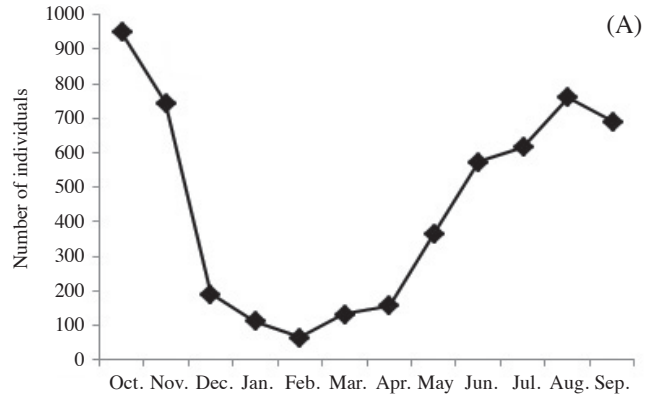


Fig. 3. Monthly variation in number of species (A), number of individuals (B), species diversity index (C) of fish observed by SCUBA at Yeongunri in Tongyeong, from October 2016 to September 2017.

결 과

1. 수온 및 염분

조사기간인 2016년 10월부터 2017년 9월 동안 수온은 15~27°C의 범위였으며, 2월이 9.2°C로 가장 낮았고 8월이 27.8°C로 가장 높았다. 염분은 29.9~33.5 psu, 평균 32.4 psu를 나타냈다. 10월의 경우 염분이 29.9 psu로 가장 낮았는데 이는 조사기간 중 태풍 '차바'의 강우영향으로 낮아진 것으로 보인다 (Fig. 2).

Table 1. Monthly species composition and total length (TL, cm) by SCUBA observation at the rocky shore in Tongyeong, Korea from October 2016 to September 2017 (N: number of individuals)

Species	Oct.		Nov.		Dec.		Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.		Sep.		Total			
	N	TL	N	TL	N	TL	N	TL	N	TL	N	TL	N	TL	N	TL	N	TL	N	TL	N	TL	N	TL	N	TL		
<i>Sebastes inermis</i>	135	5~12	186	3~12	25	3~12	20	3~12	50	8~12	55	7~12	50	7~12	70	5~8	110	5~10	90	6~10	132	8~12	110	10~15	1033			
<i>Rudarius erodes</i>	130	1~3	280	2~5	100	2~5	60	2~5	5	2~5	6	2~5	12	2~5	54	4~5	95	4~6	100	40	100	5~10	50	5~6	992			
<i>Neoditremanasomnetii</i>	310	7~8	45	7~8					30	14~15	30	14~15	5	15	30	15~20	50	10~15	80	10~15	120	8~15	295	5~8	965			
<i>Pterogobius zonoleucus</i>	130	4~5	50	4~5	30	4~5			30	5~6	30	5~6	50	5~8	50	5~8	100	6~7	120	6~7	230	6~8	100	6~7	890			
<i>Pterogobius elapoides</i>	8	6~7	30	2~3	20	2~4			8	4~6					100	5~8	100	7~8	100	2~6	30	5~7	20	7~8	446			
<i>Diretmamminckii</i>	54	13~15	15	13~15	7	13~15	5	13~16			4	11~13	6	11~13	30	15~20	80	5~20	90	8~20	60	10~20	30	15~18	381			
<i>Takifuguiphobles</i>	58	7~8	50	3~5	12	3~5			2	8					5	4~5	4	5~6	5	4~5	50	1~2	30	5~10	216			
<i>Hexagrammos agrammus</i>	5	7~10	30	11~15	5	11~15	10	10~14			3	12	1	15	4	15	7	8~15	5	7~10	6	7~20	2	7~18	78			
<i>Chromis notatus</i>	20	7~8													8	4~8	1	15			12	8~25	12	15~18	44			
<i>Parajulis poecilepterus</i>	9	8~9	2	8~12											1	6			2	5~7	1	8~10			38			
<i>Pholis nebulosa</i>	32	5~8	2	10~11																			3	5~7	32			
<i>Petrosciresbreviceps</i>	14	5~6	15	5~6																			4	25~30	32			
<i>Hexagrammos otakii</i>	1	20	2	21~22	2	21~30	2	30~40			1	15	3	15	1	23	7	4~25	5	7~10	4	7~10	1	10~14	19			
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	4	7~8	3	12~15											4	4~10	2	3	1	4~5	2	4~5	2	3~4	16			
<i>Paracentropogon rubripinnis</i>	4	5~6	5	5~8											1	8	4	5~6			3	5~6	4	2~4	15			
<i>Acentrogobius peltidebitis</i>															4	4~5	4	5~6					4	2~4	15			
<i>Omobranchius elegans</i>	7	6~7															3	5~6					4	5~6	14			
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>			9	15~30															3	14~18					12			
<i>Neoclinus bryope</i>	2	4~5	3	4~5	1	4~5	1	4~5					1	4~5			1	6	4	4~5	1	4~5	4	6~7	12			
<i>Emmeapterygia setheostomus</i>	2	5~6	2	2											4	4~10	2	3	1	4~5	2	4~5	1	10~14	19			
<i>Microcanthus strigatus</i>	4	8~9	1	8~10											1	8	4	5~6					2	3~4	16			
<i>Sagamia genetotema</i>	4	5~6	2	5~6											4	4~5	4	5~6			3	5~6	4	2~4	15			
<i>Pseudoblennius percoides</i>	1	12	5	6~7																	1	8~10	4	10~18	6			
<i>Ermogrammus hexagrammus</i>																										6		
<i>Haliocoeres tenuispinis</i>																										3		
<i>Sebastes pachycephalus</i>	1	9~10							1	9~10	1	15														3		
<i>Labroides dimidiatus</i>	2	5~6	1	4																						3		
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	2	5~6																								3		
<i>Dicysosoma burgeri</i>			2	10~11																						3		
<i>Semicossyphus reticulatus</i>																										2		
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	2	7~8																								2		
<i>Stethojulis interrupta</i>			1	6																						2		
<i>Hippocampus coronatus</i>			1	5																						2		
<i>Trachurus japonicus</i>	2	15~20																								2		
<i>Ostracion cubicus</i>	1	5~6																								2		
<i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>	1	10~11																								1		
<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>	1	2~3																								1		
<i>Urocampus nanus</i>			1	6																						1		
<i>Hemirhamphus villosus</i>			1	23																						1		
<i>Syngnathus schlegelii</i>																										1		
<i>Zoarchias glaber</i>																										1		
<i>Istigobius campbelli</i>															1	6										1		
<i>Pteragogus flagellifer</i>	1	18													1	8										1		
<i>Girella punctata</i>	1	14																								1		
<i>Paralichthys olivaceus</i>	1	35																								1		
Total / Number of species	950		745		190		112		64		132		158		364		573		617		762		691		5358			
	33		27		8		8		4		8		9		16		17		14		16		24		45			

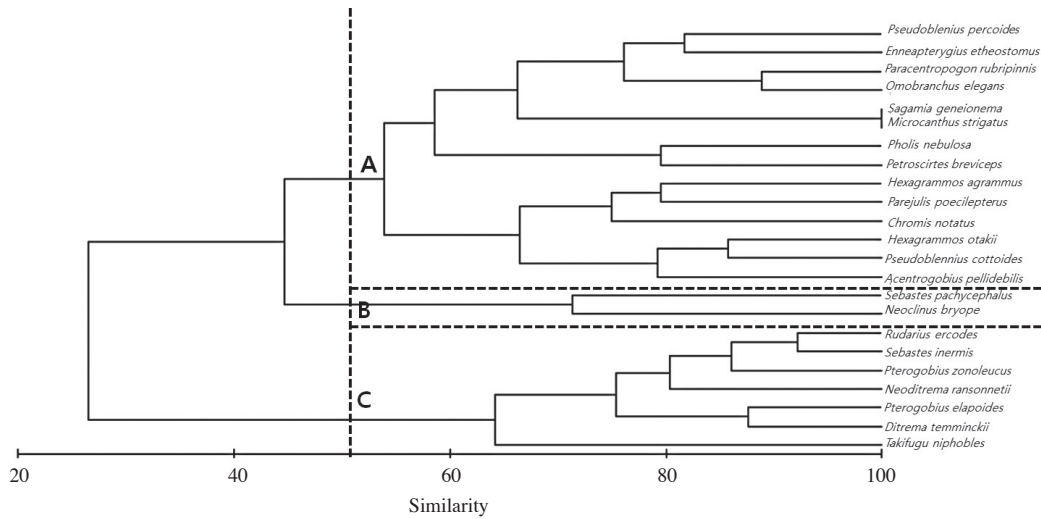


Fig. 4. Cluster analysis of the species composition of fish by SCUBA observation at the rocky shore in Tongyeong.

2. 어류 종조성

조사기간 중 총 5목 35과 45종 5358개체의 어류가 관찰되었다(Table 1). 그 중 농어목(Perciformes)이 29종으로 전체종수의 64%, 썸뱅이목(Scorpaeniformes)이 8종으로 18%, 복어목(Tetraodontiformes)이 3종으로 7%, 실고기목(Syngnathiformes) 역시 3종으로 7%, 가지미목(Pleuronectiformes)이 2종으로 4%를 차지하였다. 12회 조사 중 가장 많이 관찰된 어종은 볼락(*Sebastes inermis*)과 그물코쥐치(*Rudarius ercodes*)로 12회 모두 관찰되었고 망상어(*Ditrema temminckii*)와 노래미(*Hexagrammos agrammus*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*) 11회, 일곱동갈망둑(*Pterogobius elapoides*) 10회, 인상어(*Neoditrema ransonnetii*), 흰줄망둑(*Pterogobius zonoleucus*), 복섬(*Takifugu niphobles*) 9회, 가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*) 8회, 용치놀래기(*Parajulis poecilepterus*) 6회였고 나머지 종들은 1~5회 출현하였다. 어종별 개체수는 볼락이 1,033개체(19.2%), 그물코쥐치 992개체(18.5%), 인상어 965개체(18%), 흰줄망둑 890개체(16.6%), 일곱동갈망둑 446개체(8.3%), 망상어 381개체(7%), 복섬 216개체(4.8%) 순으로 나타났다.

3. 월별 어류의 출현 양상 및 서식지 특징

조사지역 주변 수심은 육지와 가까운 지역은 0~1.5 m, 먼 지역은 4~6 m의 수심이었고 평균 3 m이었다. 북바위 주변으로 크고 작은 암석들이 위치해 있었고 조사지역과 멀어질수록 일부 사니질을 관찰할 수 있었다.

월별로 출현한 어류의 개체수와 종수를 살펴보면 10월 950개체 33종으로 가장 많았고, 그 후 수온이 감소함에 따라 개체수와 종수도 감소하였다. 이후 3월 수온 상승과 함께 개체수가 증가하기 시작해 8월까지 증가했다. 하지만 10월은 8월부터

감소한 수온이 지속적으로 감소하는 시기임에도 종수가 가장 많았다(Fig. 3A, B). 종 다양성 지수(H')는 평균 1.69로 2016년 10월이 2.17로 가장 높았으며 2017년 5~9월 각 월의 지수가 전체 평균 지수보다 높았다(Fig. 3C). 조사지역의 군집구조는 1년 동안 3회 이상 출현하는 어종을 유사도 50%를 기준으로 3개의 그룹으로 구분되었다(Fig. 4). A그룹은 여름과 가을 사이에 출현하는 어종으로 이루어졌고, B그룹은 늦가을과 겨울철에만 발견된 비늘베도라치(*Neoclinus bryope*)와 개볼락(*Sebastes pachycephalus*), C그룹은 연중 출현횟수가 많은 어종이 군집을 이루었다.

고찰

1. 주요 출현 어종 특징

이번 연구에서 볼락은 연중 관찰되며 우점종을 차지하고 있는데 관찰 당시 4~5 m의 수심에서 유어와 성어가 함께 발견되었다. 인근 해역의 수심 1~2 m에서 지인망을 이용한 연구에서는 볼락이 1~2월을 제외하고 모두 채집되었다(Kim and Gwak, 2012). 볼락은 수온 변화에 민감하지 않은 연안 정착성 어류로(Oh and Noh, 2006) 성장해도 수심이 얇은 연안에 연중 머물러 있는 것으로 생각된다. 그물코쥐치는 아우점종으로 Ishida and Tanaka (1983)는 연중 채집되는 종이고 해초에 알을 낳으며 성장은 수온의 영향을 크게 받지 않는다고 보고했다. 하지만 이번 연구에서 연중 관찰은 되었지만 연중 수온이 가장 낮은 2월에 개체수가 급격히 감소한 것을 보아 저수온이 출현빈도에는 영향을 미치는 것으로 생각된다. 망상어과 어류 중 인상어는 그물코쥐치 다음으로 많은 개체수가 관찰되었다. 봄에 난태생으로 새끼를 낳는 인상어는 5월에 관찰된 크기가

15~20 cm로 성어였으며 5월 이후는 10~15 cm로 작은 개체들이 나타나기 시작했다. 같은 망상어과 이지만 인상어에 비해 적은 수가 관찰된 망상어도 5월 이후 5~20 cm의 다양한 크기를 가진 개체가 출현한 것으로 보아 두 종 모두 비슷한 시기에 산란을 한 것으로 추정된다. Hayase and Tanaka (1980)에 따르면 망상어 성어는 산란후 11월까지 내만에 머무르고 깊은 수심으로 이동하며 인상어 성어는 5~8월에 관찰되었다고 보고했다. 이번 조사에서 5~9월 사이에 망상어의 전장은 지속적으로 증가하는 것이 관찰되었지만, 인상어는 같은 시기에 관찰되는 크기가 점점 작아져 12~2월에는 관찰되지 않았다. 이는 인상어의 큰 개체들이 이른 시기에 수심이 깊은 곳으로 이동했기 때문인 것으로 추측된다. 또한 잠수관찰 시 인상어와 망상어 유어가 무리짓는 습성은 일치했지만 인상어는 망상어에 비해 큰 집단을 이루고 있는 것을 알 수 있었다.

주요 출현 어종 중 망둑어과에 속하는 일곱동갈망둑과 흰줄망둑이 10회 이상 출현하였다. 두 종은 암반에 서식하는 어류로 (Shiogaki, 1980; Fumihito *et al.*, 2008) 이번 조사지역에서 함께 관찰되었다. 이들 두 어종은 봄에 산란하기 때문에 유어 개체수가 4~5월 이후 급격하게 증가하였고 표층에서 무리를 이루는 망상어과와 달리 수심 4~5 m에서 무리짓는 것을 관찰할 수 있었다. 그러나 8월 이후 일곱동갈망둑은 단독유영을 하고 흰줄망둑은 계속 무리지어 다니는 것이 확인되었고, 이는 선행연구 결과 (Shiogaki, 1980; Fumihito *et al.*, 2008)와 일치했다. 9회 이상 출현한 복섬의 경우 5~9월 개체수가 증가하였는데 이 시기는 복섬의 산란기인 봄, 여름과 일치한다 (Motohashi *et al.*, 2010). 또한 수심 1 m 전후에서 조사도구로 빙트를 이용한 선행연구에서 산란기 전과 후에 모두 채집되었는데 (Kim *et al.*, 2013; Han *et al.*, 2017), 이번 조사에서도 복섬은 다른 연안 종과 달리 수심이 0.5~1.5 m의 얇은 암반지역에서 주로 관찰이 되었다. 하지만 대조기의 간조에 깊은 곳으로 이동해 볼락과 함께 바위 아래에 머물고 있는 것이 관찰되었다. 이를 통해 복섬은 수심이 얇은 곳에서 주로 서식하지만 간조에는 볼락과 서식지 공유를 하는 것으로 추측된다. 독중개과 어류 중 가시망둑은 유어 때 잘피밭에서 3~9월에 출현하여 자기와 비슷한 크기의 어류를 섭식한다고 알려져 있다 (Huh and Kwak, 1998). 이번 조사에서도 5~9월 관찰된 가시망둑의 경우 전장 4~10 cm의 어린 개체였고, 섭식 가능한 어린 치어의 개체수가 급증하는 봄부터 지속적으로 관찰되었다. 반면 같은 독중개과인 돌파망둑은 가시망둑에 비해 적은 출현 횟수를 나타내었다.

이번 조사에서 주요 출현어종의 대부분은 출현 횟수와 개체수가 비례하였지만 쥐노래미와 노래미는 출현 횟수가 11회로 매우 높았지만 독립생활을 하는 어종이기 때문에 적은 개체수가 관찰되었다. 지인망을 이용한 수심 1~2 m에서의 어류 종 조성 연구에서 쥐노래미와 노래미는 11~5월에 적은 개체

수의 유어만 채집되고 그 이후는 채집되지 않았다 (Park *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2013; Han *et al.*, 2017). 이는 쥐노래미와 노래미는 성장하면서 보다 더 깊은 수심으로 이동하기 때문이라고 생각된다 (Ochiai and Tanaka, 1998). 이번 잠수조사에서 두 어종이 연중 관찰된 것은 조사지역의 수심이 4~7 m였으며 연안정착성이 강한 특성을 갖고 있기 때문인 것으로 생각된다.

2. 기타어종

조사기간 중 1~2회 출현한 종들 중 특히, 아열대 환경에서 서식하는 청줄돔 (*Chaetodontoplus septentrionalis*), 청줄청소놀래기 (*Labroides dimidiatus*), 노랑거북복 (*Ostracion cubicus*) 이 관찰되었다. 이 중 청줄돔의 경우, 통영에서 수행된 선행연구에서 관찰되었으나 (Lee *et al.*, 2016) 청줄청소놀래기와 노랑거북복은 이번 조사에서 처음으로 발견되었다. 청줄청소놀래기는 모래, 자갈 지역에는 서식하지 않고 암반에 무리지어 서식하며 산란기는 5~9월로 보고되었다 (Kuwamura, 1981). 또한 산란기인 늦은 봄에서 초여름까지 많이 관찰되고 여름과 가을에 걸쳐서 개체수가 증가하고 수온 하강과 함께 개체수가 감소하여 봄철 수온이 20°C 이상으로 상승하면 다시 증가한다고 하였다. 이번 연구에서 이 어종이 관찰된 해역은 암반지역으로 선행연구와 일치하였다. 한편, 선행연구에서는 청줄청소놀래기가 수온 20°C를 넘으면 많이 관측된다고 하였다. 그러나 이번 조사기간 중 5월부터 수온이 20°C를 넘었으나 10월 2개체, 11월 1개체로 총 3개체만 관찰되었다. 이번 조사에서 관찰된 청줄청소놀래기는 전장 4~6 cm로 치어에서 성어의 전환 중인 transitional stage에 있는 것으로 판단된다 (Kuwamura, 1981). 노랑거북복은 광범위한 열대해역에 분포하고 있으며 인도양, 태평양, 대서양 전역에서 발견된다고 보고되었다 (Nelson, 2006). 선행연구에서 이 두 종은 제주도, 독도같이 난류의 영향을 많이 받는 곳에서 발견되었다 (Myoung, 2002; Lee *et al.*, 2014). 한편, Kim and Bae (2011)는 가을과 겨울에 제주도와 남해에서 해류가 대마난류를 따라 북동쪽으로 흐르기 때문에 제주도 및 남서해의 어류 난자치어는 대마난류를 따라 북동쪽으로 이동한다고 보고했다. 노랑거북복과 청줄청소놀래기는 관찰된 시기가 가을인 10월로 일치하였고 어린 개체였다는 점에서 해류를 따라 이동했을 가능성이 있을 것으로 추측된다.

3. 월별 출현 및 서식지에 따른 특징

수온이 가장 높은 8월에는 10월에 비해 상대적으로 적은 종수가 출현했다. 10월은 수온이 가장 높은 7~8월 이후 낮아지는 시기임에도 출현 종수가 가장 많았는데 이번 조사를 포함한 선행연구에서도 10월에 가장 많은 종수가 출현했다 (Lee *et al.*, 2016). 예인망 (Surf net)을 이용한 잘피밭 조사와 비교해

보면 Han *et al.* (2017)의 경우, 수온은 8월에 가장 높았지만 출현 종수는 9월에 많았고, Kim and Gwak (2012)에서는 8월과 10월 모두 종수가 많았다. 따라서 수온이 감소함에 따라 출현 종수가 무조건 감소하는 것은 아니다. 하지만 수온이 급격하게 낮아지는 12~2월에는 출현 종수가 급격히 감소하기 때문에 10°C 이하의 낮은 수온은 연안어류 출현 종수에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 그러나 수온이 낮은 시기에도 볼락과 그물코쥐치는 연중 지속적으로 출현해 다른 연안종보다 저수온에 잘 적응하는 것으로 추측된다. 계절별 군집분석 결과 3개의 그룹으로 나뉘었는데 A그룹은 여름과 가을 사이에 주로 출현하는 어종, B는 늦가을에서 겨울철에만 출현하는 비늘베도라치와 개볼락, C는 연중 관찰횟수가 많은 어종으로 나타났다. 이를 통해 C그룹은 계절변화에 큰 영향을 받지 않는 그룹이라고 볼 수 있고 A그룹은 연중평균 수온이 높은 시기에만 출현하여 계절성을 띠고 있었다. B그룹의 비늘베도라치는 11~4월까지 산란기간을 가지며 수컷은 알을 보호하기 위해 알이 부화할 때까지 구멍을 떠나지 않는다(Murase and Sunobe, 2011). 이번 연구에서는 수온이 낮은 시기에도 구멍에서 주로 발견 되었지만 9~10월도 발견되어 산란시기에 상관없이 구멍에 있는 것으로 생각된다. 개볼락은 봄에 난태생으로 산란을 한다고 알려져 있지만(Kim *et al.*, 2005), 이번 연구에는 2, 3, 10월에 발견 되어 산란시기에 상관없이 연안에 머무르는 것으로 생각되며 3회 관찰되는 동안 모두 수심 2 m에서 출현하였고 활발히 유평하는 볼락과는 달리 바위에 몸을 붙이고 있는 모습이었다.

잠수조사와 어구를 이용한 연구 사이에는 출현 종수에 있어서 큰 차이가 있는 것으로 보인다. 이번 연구에서 관찰된 종수는 45종이고 어구를 이용한 조사(Lee *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2013; Han *et al.*, 2017)에서는 30종 이하로 채집되었다. 이러한 차이는 어구의 종류에 따라 어종의 어구선택성이 달라지기 때문에 어구를 이용한 어류 종조성 연구로 다양한 어종을 확인하기에는 많은 한계가 있다. 예를 들어 소형 빔트롤(Beam trawl)은 망둑어과, 넙치과 같이 저서어종을 대상으로 잡는 반면 예인망(Surf net)은 중층에서 유평하는 어류를 대상으로 조사되기 때문에 어구에 따라 제한된 종조성 결과가 나타난다. 반면 해저지형과 수심에 제약을 받는 어구와 달리 잠수조사는 다양한 해저환경과 수심에서도 조사가 수행될 수 있기 때문에 어구를 이용했을 때 보다 더 다양한 어류를 확인할 수 있다는 것을 보여준다.

Lee *et al.* (2016)은 이번 조사가 수행된 인근해역에서 잠수 관찰을 하였고 43종 1,673개체를 보고하였다. 이번 연구에서는 45종 5,358개체로 관찰된 종수는 비슷하나 개체수에서 큰 차이를 보였다. 두 지역은 모두 암반지역이지만 일부 사질이 포함되어 있어 사질에 서식하는 어종이 관찰되어 출현종에 차이가 있었다. 한편 동일종에 있어서 관찰된 개체수 차이가 크

게 나타났는데 이번 조사지역은 내만에 위치해 있으며 인근에 하천의 유입이 있는 서식지 특징을 가지고 있다. 유어가 성장과 생존을 위해서는 영양염이 잘 공급되는 강하구나 연안에 서식하는 것이 유리하기 때문에(Le pape *et al.*, 2007) 이번 조사에서 보다 많은 개체수가 관찰된 것으로 생각된다.

어구를 이용한 조사방법은 어류의 생태와 수중모습을 관찰할 수 없고 암반, 해조류 주변에 서식하는 어류는 위협이 느껴질 경우 은신하는 행동을 보이기 때문에 잠수관찰이 어류상 연구를 하기에 적합한 방법이라고 생각된다. 하지만 시기별, 서식지별 종조성이 다르기 때문에 서식하는 어류의 생태를 고려하여 잠수와 어구에 의한 조사가 병행된다면 보다 더 다양한 어종을 관찰할 수 있을 것이라고 생각된다.

요 약

이번 연구는 경남 통영시 영운리의 어류 종조성 및 계절변동에 대한 연구를 2016년 10월부터 2017년 9월까지 잠수 관찰기법으로 실시하였다. 조사기간 동안 총 5목 35과 45종 5,358개체가 관찰이 되었다. 그 중 농어목(Perciformes)이 29종으로 64%, 썸뱅이목(Scorpaeniformes)이 8종 18%, 복어목(Tetraodontiformes) 3종 7%, 차지하였다. 우점종으로는 볼락(*Sebastes inermis*)이 차지하였고 아우점종으로는 그물코쥐치(*Rudarius ercodes*)였다. 관찰된 종수는 10월에 33종으로 가장 많았고 2월에 4종으로 가장 적었으며 수온이 상승하는 3월 이후에 종수가 증가하였다. 개체수는 2016년 10월에 950개체로 가장 많았으며 이 시기는 주요 출현어종 인상어(*Neoditrema ransonnetii*), 그물코쥐치(*Rudarius ercodes*), 흰줄망둑(*Pterogobius zonoleucus*), 볼락(*Sebastes inermis*)이 대부분 차지하였다. 특히 아열대어류인 청줄돔(*Chaetodontoplus septentrionalis*), 청줄청소놀래기(*Labroides dimidiatus*), 노랑거북복(*Ostracion cubicus*) 세 종이 출현하였고 노랑거북복과 청줄청소놀래기는 통영에서 처음 출현하였다.

사 사

이 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2016R1D1A1B03931588).

REFERENCES

Fumihito, A., Y. Ikeda, M. Aizawa, T. Makino, Y. Umehara, Y. Kai,

- Y. Nishimoto and T. Gojobori. 2008. Evolution of Pacific ocean and the Sea of Japan populations of the gobiid species, *Pterogobius elapoides* and *Pterogobius zonoleucus*, based on molecular and morphological analyses. *Gene*, 427: 7-18.
- Bray, J.R. and J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27: 325-349.
- Brock, R.E. 1982. A critique of the visual census method for assessing coral reef fish population. *Bull. Mar. Sci.*, 32: 269-276.
- Chabonet, P., V. Dufour and R. Galzin. 1995. Disturbance impact on reef fish communities in Reunion Island (Indian Ocean). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 188: 29-48.
- Froese, R. and D. Pauly. 2017. FishBase. World wide web electronic publication. Retrieved from <http://www.fishbase.de>. version (10/2017).
- Han, D.H., D.H. Lee, J.S. Park, J.S. Kim, Y.D. Lee, J.Y. Park and W.S. Gwak. 2017. Species composition of fish assemblage in eelgrass bed of Bongam on Hansando Island, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 29: 130-138. (in Korean)
- Harvey, E., D. Fletcher and M. Shortis. 2001. A comparison of the precision and accuracy of estimates of reef-fish lengths determined visually by divers with estimates produced by a stereo-video system. *Fish. Bull.*, 99: 63-71.
- Hayase, S. and S. Tanaka. 1980. Habitat and distribution of three species of embiotocid fishes in the *Zostera marina* belt of Odawa Bay. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 46: 955-962.
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1998. Feeding habits of *Pseudoblennius cottoides*. *J. Korean Fish. Soc.*, 31: 37-44. (in Korean)
- Ishida, Y. and S. Tanaka. 1983. Growth and maturation of the small filefish *Rudarius ercodes* in Odawa Bay. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 49: 547-553.
- Kim, J.S. and W.S. Gwak. 2012. Species composition of fish assemblage in a small scale eelgrass bed of Tongyeong, Korea. *Korea J. Ichthyol.*, 24: 191-200. (in Korean)
- Kim, D.S. and S.W. Bae. 2011. A study on the transport of anchovy *Engraulis japonicus* egg-larvae in the south sea of Korea. *J. Environ. Sci. Int.*, 20: 1403-1415. (in Korean)
- Kim, J.S., J.Y. Choi, Y.J. Lee and W.S. Gwak. 2013. Species composition of fishes in eelgrass bed of Minyang in Tongyeong, Korea. *J. Korean Soc. Oceanogr.*, 18: 227-223. (in Korean)
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyo-Hak Publishing Co., Seoul. (in Korean)
- KORDI. 1998. Studies on the development of marine ranching program in Korea. Kordi Report, BSPM98005-011116-3, 361pp. (in Korean)
- Kuwamura, T. 1981. Life history and population fluctuation in the labrid fish, *Labroides dimidiatus*, near the northern limit of its range. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, 26: 95-117.
- Le Pape, O., L. Baolier, A. Cloarec, J. Martine, F. Le Loc and Y. Désaunay. 2007. Habitat suitability for juvenile common sole (*Solea solea*, L.) in the bay of Biscay (France): A quantitative description using indicators based on epibenthic fauna. *J. Sea Res.*, 57: 126-136
- Lee, D.H., B.G. Kim, T.J. Kim, S.J. Lee and W.G. Gwak. 2011. Species composition of juvenile and immature fishes collected by a small beam trawl on the coasts of Gujora and Geoje bay on Geoje Island, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 23: 135-144 (in Korean)
- Lee, C.H., S.P. Hur, S.H. Kim and Y.D. Lee. 2014. Species composition of fish and distribution of ichthyoplanktons in the coastal waters of Dodu-dong, Jeju. *Bull. Mar. Sci. Inst. Jeju Nat. Univ.*, 38: 1-8. (in Korean)
- Lee, Y.D., S.H. Lee and W.G. Gwak. 2016. Fish Assemblages by SCUBA Observations in the Water off Tongyeong, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 28: 100-109. (in Korean)
- Motohashi, E., T. Yoshihara, H. Doi and H. Ando. 2010. Aggregating behavior of the grass puffer, *Takifugu niphobles*, observed in aquarium during the spawning period. *Zool. Sci.*, 27: 559-564.
- Murase, A. and T. Sunobe. 2011. Interspecific territoriality in males of the tube blenny *Neoclinus bryope* (Actinopterygii: Chaenopsidae). *J. Ethol.*, 29: 467-472.
- Myoung, J.G. 2002. The fish fauna around Dokdo in the East Sea Korea. *Ocean Polar Res.*, 24: 449-455. (in Korean)
- Nagelkerken, I., M. Dorenbosch, W.C.E.P. Verberk, E.C. De La Morinière and G. van Der Velde. 2000. Importance of shallow-water biotopes of a Caribbean bay for juvenile coral reef fishes: patterns in biotope association, community structure and spatial distribution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 202: 175-192.
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the world (4th edition). John Wiley & Sons, Inc., New York, 601pp.
- Ochiai, A. and M. Tanaka. 1998. Ichthyology. Koseisyakoseikaku, Tokyo, 1139pp.
- Ogden, J.C. and P.R. Ehrlich. 1977. The behavior of heterotypic resting schools of juvenile grunts (Pomadasyidae). *Mar. Biol.*, 42: 273-280.
- Oh, S.Y. and C.H. Noh. 2006. Changes of water quality during the seed production period of dark-banded Rockfish *Sebastes inermis* in large scale tanks. *J. of Aquaculture*, 19: 25-32. (in Korean)
- Park, K.D., J.K. Myoung, Y.J. Kang and Y.U. Kim. 2005. Seasonal variation of abundance and species composition of ichthyoplankton in the coastal water off Tongyeong. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, 38: 385-392. (in Korean)
- Parrish, J.D. 1989. Fish communities of interacting shallow-water habitats in tropical oceanic regions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 58: 143-160.
- Shiogaki, M. 1980. Life history of the Gobiid fish *Pterogobius zacalles*. *Jpn. J. Ichthyol.*, 28: 70-79.
- Watson, D.L., E.S. Harvey, M.J. Anderson and G.A. Kendrick. 2005. A comparison of temperate reef fish assemblages recorded by three underwater stereo-video techniques. *Mar. Biol.*, 148: 415-425.