

잠수관찰을 통한 경남 통영 연안의 어류상

곽우석 · 이승환 · 이용득*

국립경상대학교 해양생명과학과 해양생물교육연구센터

Fish Assemblages by SCUBA Observations in the Water off Tongyeong, Korea by Woo-Seok Gwak, Seung-Hwan Lee and Yong-Deuk Lee* (Marine Bio-Education and Research Center, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea)

ABSTRACT Species composition and distribution characteristics of fish were determined by monthly underwater visual census from September, 2013 to August, 2014 at Yeongunri off Tongyeong, Korea. The study area was divided into five habitat types by depth and substrate: (1) sand bottom as depth of 0~2 m, (2) seagrass bed of 2~5 m, (3) rocky outcrop of 0~2 m, (4) rocky bottom of 2~5 m, (5) sandy mud bottom of 5~8 m. A total of 1,673 individuals belonging to 43 species in 26 families were recorded during the study period. The number of species tended to decrease after October, 2013 and increase from March, 2014 showing the highest number in October (autumn), and lowest in January (winter). In terms of the number of species, Gobiidae was the most dominant family (7 species), followed by Scorpaenidae (4 species). Embiotocidae was the most abundant (26.1% in total number of individuals), followed by Scorpaenidae (19.9%) and Gobiidae (19.3%). The dominant species were *Sebastes inermis* (19.2%), *Ditrema temminckii* (13.1%), and *Neoditrema ransonnetii* (12.9%). The number of species and abundance were relatively high at the depth between 2 and 5 m on seagrass bed and rocky bottom, whereas they were lower at the depth between 0 and 2 m on the sand bottom, suggesting that seagrass beds and rocky bottoms provided the diverse habitats for various fish species in this sea.

Key words: Fish assemblage, distribution characteristics, underwater visual census, habitat

서 론

남해 동부에 위치한 통영 연안은 쓰시마 난류와 제주 난류가 함께 통과하여(Lie and Cho, 2002), 온대성 어종뿐만 아니라 아열대 어종 등 다양한 어종이 출현한다. 또한 잘피밭과 같은 해초 지역에는 다양한 어류들이 서식하며, 해초에 의해 만들어진 미소서식지는 자치어에게 은신처 및 성육장을 제공한다(Parrish, 1989; Beck *et al.*, 2001; Nakamura and Tsuchiya, 2008). 이와 같이 생물다양성이 높은 해역에서 수행된 수중잠수조사(Underwater Visual Census, UVC)에 의한 비파괴적인 생물 군집조사 방법은 1950년 산호초 어류군집 연구(Brock,

1954; Harmelin-Vivien *et al.*, 1985; Bohnsack and Bannerot, 1986) 등에 적용된 후, 지속적으로 이용되고 있다. 또한 복잡한 연안 해역에서 저인망 등의 어구로는 채집하기 어려운 어류의 생태적 특성도 파악할 수 있으므로 잠수조사 방법은 매우 유용하다. 국내에서는 통영 연안 잘피밭 어류군집에 관한 연구는 있으나(Kim and Gwak, 2012; Kim *et al.*, 2013), 수중잠수조사를 통한 어류상 및 어종별 서식처 이용에 대해서는 보고된 것이 없다.

한편 최근 지구온난화에 따른 수온 상승이 해양에 서식하고 있는 생물군집에 미치는 영향에 대한 우려가 높아지고 있으며(Wilson, 1992; Kareiva *et al.*, 1993; Taniguchi and Nakano, 2000) 어류의 지리적 분포나 개체군 구조 등에 많은 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Hill and Magnuson, 1990; Meisner, 1990; Shuter and Post, 1990). 우리나라 남해안 수온 역시 지

*Corresponding author: Yong-Deuk Lee Tel: 82-55-772-9152,
Fax: 82-55-772-9159, E-mail: forest87@paran.com

난 16년 간 1.3°C 상승하였고 향후 50년 또는 100년간 2.0°C 상승할 것으로 예측되고 있다(Jeong *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2005; Seong *et al.*, 2010). 이와 같은 지구적 규모에서 진행되고 있는 환경변화뿐만 아니라 무분별한 연안개발과 빈번히 발생하는 해양사고 등 인위적 요인에 의한 연안환경 파괴를 고려할 때 어류자원 보호와 지속적인 관리를 위한 연안 어류상 모니터링은 매우 중요하다고 할 수 있다.

이번 연구에서는 잠수조사를 통해 경상남도 통영 영운리 연안의 어류상 연 변화를 조사하고 연안역 어류의 분포 수심대, 서식환경 그리고 그 외 어종별 생태학적 정보를 얻는 것을 목적으로 하였다. 이번 연구결과는 기후변화를 비롯한 다양한 환경변화에 의하여 연안역 어류상에 변화가 발생하였을 때 비교자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

재료 및 방법

1. 조사 지역

잠수조사는 경남 통영 영운리 연안에서 수중 서식지 환경에 따라 A와 B지역으로 나누어 2013년 9월부터 2014년 8월 까지 매월 1회 수행하였다(Fig. 1). A지역 수심 0~2m는 모래해안으로 구성되어 있고, 드물게 청각(*Codium fragile*)과 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)가 관찰되었다. 수심 2~5m는 잘피류인 거머리말(*Zostera marina*), 포기거머리말(*Z. caespitosa*)과 소규모의 해호말(*Halophila nipponica*)로 구성되어 있고, 저질은 사니질이다. B지역 수심 0~2m는 주로 노출된 큰 암반으

로 구성되어 있고 다양한 해조류가 암반에 부착되어 있다. 수심 2~5m는 크고 작은 암반으로 구성되어 있으며, 저질은 사니질이다. A, B 두 지역 모두 수심 5~8m는 펄질이었다. A, B 지역 간의 직선거리는 약 150m로 가깝지만 수중환경은 A지역은 해초류가 있는 사질지역, B지역은 다양한 홍조류가 분포하는 암반지역으로 두 지역 서식처 환경에 차이가 있었다. A, B 각 지역은 수심 및 서식처 환경을 고려하여 다음과 같이 A0~2S, A2~5Se, B0~2Ro, B2~5R, AB5~8sM 5개의 서식처로 구분하였다(Table 2).

잠수관찰은 A, B지역에서 해안과 수직이 되는 방향으로 길이 30m 수중 라인을 설치하였고, 라인을 따라 2명의 다이버가 해안에서 수심 8m까지 진행하며 어류의 특징과 주변 환경을 관찰 기록하였다. 어류의 전장은 길이가 표시된 막대를 이용하여 기록하였고, 개체수는 라인을 기준으로 좌우 1.5m 범위 내에 있는 어류를 목시적으로 관찰하여 기록판에 기록하였다. 1회 조사에 약 50분씩 약 90m²의 범위를 관찰하였고 어류의 유영특징은 2가지(1. 단독유영, 2. 군집유영)로 구분하였다.

수온과 염분측정에는 pH-Conductivity Meter SG23 (SevenGo Duo™), 수심은 ZOOP (SUUNTO)를 이용했다. 수온의 경우, 잠수조사 시 어류가 관찰된 수심에서 ZOOP로 측정된 값과 연안에서 SG23으로 측정된 값이 동일하여 SG23 값을 이용하였다. 수중 영상 및 사진촬영은 DSC-RX100 (Sony)을 이용하였다. 서식지별 어류 종조성을 비교하기 위해 Shannon-Wiener의 종다양성지수(H')를 구하였다(Shannon and Weaver, 1949). 어류 동정은 수중에서 관찰 및 촬영한 결과를 참조하여 Nakabo (2002), Kim *et al.* (2005)을 이용하였고, 분류체계 및 학명은

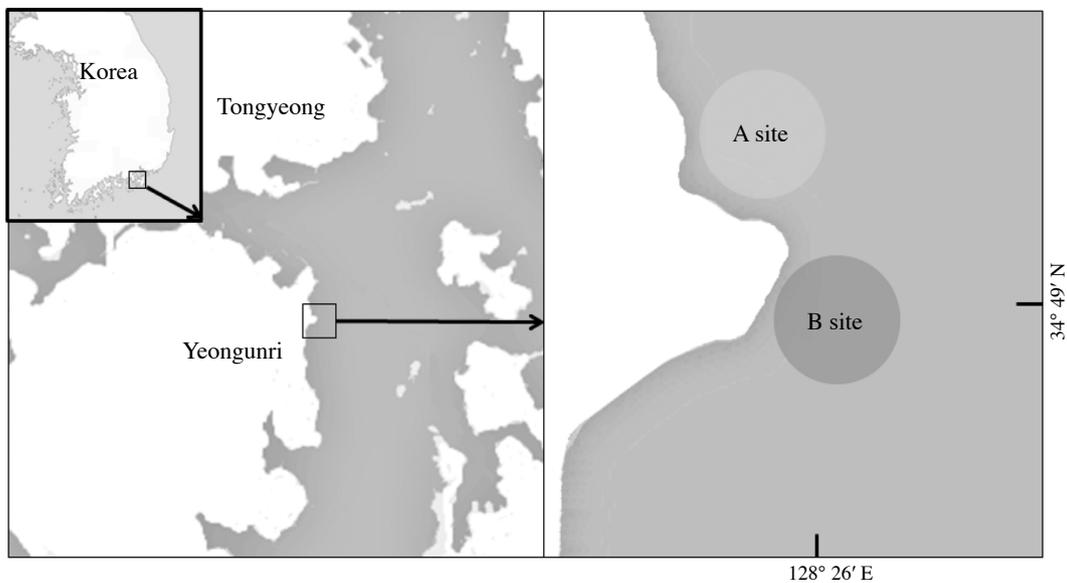


Fig. 1. Map of the study site A and B in Tongyeong, Korea.

‘FishBase’ (Froese and Pauly, 2016)를 따랐다.

결과 및 고찰

1. 수온 및 염분 특성

수온은 1~2월에 7°C로 가장 낮았고, 7~8월에 29°C로 가장 높았으며, 평균 수온은 16.8°C를 나타냈다. 같은 지역인 통영에서 실시된 Kim and Gwak (2012), Kim *et al.* (2013)의 연구에서도 수온은 1, 2월에 각각 8°C와 7°C로 가장 낮았고 7, 8월에 26°C와 29°C로 가장 높았다. Lee *et al.* (2011b)의 통영 주변 해역에 대한 환경 특성 조사 결과에서는 수심 0.3~1 m에서 연중 수온 변동범위는 5.2~27.1°C로 1월에 가장 낮았고 8월에 가장 높았다. 7, 8월 29°C로 관측된 수온이 잠수관찰 시 어류가 출현한 수심대인 0~8 m의 수온인 것을 고려할 때 조사 해역이 위치한 통영 연안의 한 여름 수온이 매우 높게 유지되고 있고 이 시기를 전후해서 수온 변화가 급격한 것이 확인되었다. 염분은 32~35 psu 범위였고, 평균 33 psu였다. 조사 기간 중 7월은 강수의 영향으로 32 psu로 가장 낮았다(Fig. 2).

2. 어류 종조성 및 계절변동

조사 기간 동안 어류는 총 6목 26과 43종, 1,673개체가 관찰되었다(Table 1). 그중 망둑어과 7종, 양볼락과 4종, 독중개과 3종, 실고기과 3종, 망상어과, 놀래기과, 쥐노래미과, 참복과가 각각 2종을 차지하였고 나머지 18개과에서는 1종만 확인되었다. 어종별 개체수는 볼락(*Sebastes inermis*)이 322개체로 가장 많이 출현하였으며, 다음은 망상어(*Ditrema temminckii*) 220개체, 인상어(*Neoditrema ransonnetii*) 217개체, 점줄망둑(*Acen-*

bius pelliabilis) 139개체, 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*) 95개체 순이었다.

주요 어종의 출현 양상을 보면, 볼락은 1, 2월에는 관찰되지 않았고 3월 2개체에서 4월 74개체로 급격히 증가하였으며 5월에는 132개체로 가장 많이 출현하였는데 이는 Kim and Gwak (2012)의 통영 소규모 잘피발 연구 결과와 유사하였다. Hayase and Tanaka (1980)는 망상어의 어린 개체가 5월에서 10월까지 관찰된다고 하였고 겨울에는 만을 떠난다고 보고하였는데 이번 연구에서도 1, 2월에 출현하지 않아 이 시기에 서식지 이동을 한 것으로 생각된다. 점줄망둑의 경우 1월에 1개체가 확인되고 2월, 3월, 10월에는 출현하지 않았다. Arntz (1973)는 망둑어과 어류가 온대 해역에서는 여름에 성장을 위해 잘피발과 같은 연안의 수심이 얕은 곳에 머물다가 겨울이 되면 내만의 깊은 곳으로 이동한다고 보고하였으므로 점줄망둑도 겨울철 낮은 수온을 피해 깊은 수심으로 이동했을 것으로 추측된다. 쥐노래미는 조사 기간 동안 다양한 크기가 매월 관찰된 반면 Kim and Gwak (2012)의 연구에서는 11월에만 출현하였는데 이는 Kim and Gwak (2012)은 소형 지인망을 이용하여 1.5 m 미만의 수심대를 조사한 것으로 노래미보다 상대적으로 깊은 수심을 선호하는 쥐노래미의 생태 특성상 발견이 용이했던 것으로 생각된다.

12회 조사 중 6회 이상 출현한 종은 총 43종 중 14종으로 쥐노래미 12회, 베도라치(*Pholis nebulosa*) 11회, 볼락 10회, 점줄망둑, 일곱동갈망둑(*Pterogobius elapoides*), 망상어, 가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*), 그물코쥐치(*Rudarius ercodes*) 9회, 문치가자미(*Pseudopleuronectes yokohamae*) 8회, 인상어, 노래미 7회, 바닥문절(*Sagamia geneionema*), 감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*), 복섬(*Takifugu niphobles*)이 6회 출현하였다(Table 1). 한편 조사 기간 중 1회만 관찰된 어종은 20종으

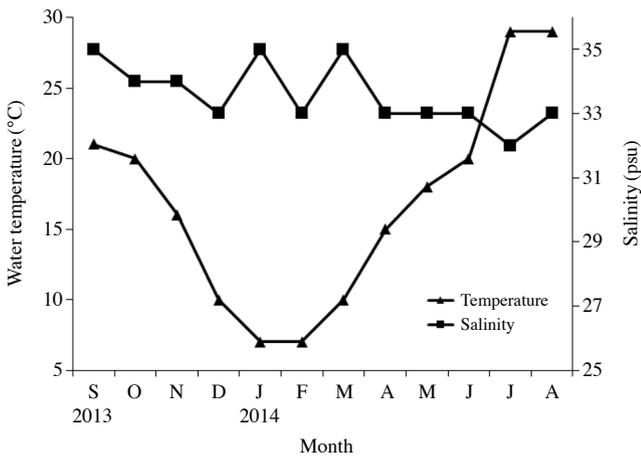


Fig. 2. Monthly variation in water temperature and salinity at the depth of 3~4 m off Yeongunri in Tongyeong, from September 2013 to August 2014.

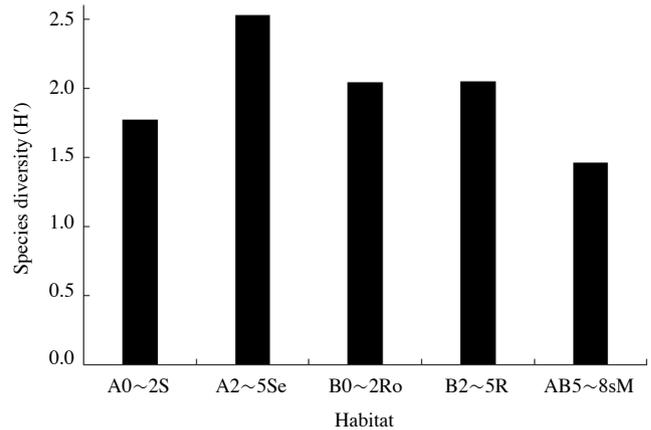


Fig. 3. Mean Shannon-Weaver diversity of fish assemblages by habitat type (see Table 1) at Yeongunri, Korea. Habitat designations are described in Table 2 caption.

로 전체 출현 종의 46.5%를 차지하였다. 잠수관찰을 통해 어류상을 관찰한 다른 연구로 Dorenbosch (2005)에서는 48종, Horinouchi (2005)에서는 31종이 관찰되었다. 이와 같이 최근에는 연안생태계의 기반이 되고 있는 어류상을 조사하기 위해 잠수조사가 많이 이루어지고 있으나 (Dorenbosch, 2005; Horinouchi, 2005; Dorenbosch, 2007) 이번 연구결과와 같이 1회만 관찰되는 어종의 비율이 높을 수도 있으므로 조사 목적에 따라 조사 시기, 횡수 그리고 방법 등을 고려해야 조사 해역에 서식하고 있는 다양한 어류를 관찰할 수 있을 것으로 생각된다. 1회만 관찰된 어종 중에는 제주도를 제외한 남해안 어류상 연구에서는 처음 보고되는 아열대성 어종인 세줄얼게비늘 (*Ostorhinchus doederleini*), 비늘베도라치 (*Neoclinus bryope*)가 관찰되었다. 관찰된 월별 종수는 2013년 10월 총 24종으로 가장 많았으나, 그 후 수온 감소에 따라 출현 종수도 감소하여 1, 2월에는 가장 적은 7종씩 관찰되었다. 따라서 조사 해역의 1, 2월 저수온은 출현하는 개체수 변동에 영향을 미친다고 할 수 있다. 수온이 7°C로 최저인 1, 2월에 관찰된 어류는 총 10종으로 점줄망둑, 일곱동갈망둑, 베도라치, 까나리 (*Ammodytes personatus*), 노래미, 쥐노래미, 복해마 (*Hippocampus kuda*), 그물코쥐치, 복섬, 실비늘치 (*Aulichthys japonicus*)이고 이들 어종 외에는 월동을 위해 보다 깊은 수심으로 이동했을 것으로 생각된다. 까나리와 복섬의 경우는 모래 속에 몸을 숨기고 있는 상태로 관찰되었는데 까나리는 주간에 군을 형성하여 활발히 활동하는 것으로 알려져 있으나 이번 조사에서는 한 개체가 모래 속에서 관찰되었다. 이후 2, 3월에 8종, 5월에 15종으로 증가하는 경향을 보였으나 조사 기간 중 가장 높은 수온인 29°C를 나타낸 7, 8월은 각각 14, 16종이 관찰되었고 수온이 20°C로 내려간 10월에 가장 많은 24종이 관찰되었다. Kim *et al.* (2013)은 연안역 어류의 경우, 수온 증가에 따라 출현 종수가 증가한다고 보고하였으나 이번 연구에서는 조사 기간 중 최저 수온을 기록한 1, 2월과 3월을 제외하고 매월 최소 13종 이상이 출현하였고 특히, 4, 8월 사이에 수온이 14°C 상승했으나 출현 종수는 13~16종으로 큰 변화가 없었다. 오히려 수온이 한여름 29°C에서 20°C로 감소한 10월에 가장 많은 어종이 확인되었다. 10월 이후 출현 종수가 급격히 감소한 것은 어류가 동계의 낮은 수온을 피해 보다 안정된 깊은 수심이나 수온이 높은 다른 지역으로 이동했을 가능성이 있다. 예를 들면, 일본 세토내해에서 12월에 두줄베도라치 유어와 성어가 확인되었으나 1~4월은 사라졌다가 5월에 다시 성어가 출현한 것 (Shimizu *et al.*, 2010)과 7~11월에 세토내해 중앙에서 유어와 성어가 유조에 붙어서 이동한다 (Yamamoto, 2002)는 선행 연구에 근거해서 이 종은 해류의 흐름에 따라 세토내해에 유입되었다가 동계에는 저수온으로 인해 다른 곳으로 이동하는 어종으로 보고하였다. 태평양 서부의 열대와 온대에 분포하는 것으로 알려진 두줄베도라치 (Nakabo, 2002)가 이번 연구에

서도 10, 11월 출현하였고 다음해 3월에도 성어 1개체가 출현하는 유사한 현상이 나타났다. 또한 경남 연안에서 두줄베도라치 출현에 대한 보고는 거제도 지세포만 8~10월 (Kim and Gwak, 2006), 저구 잘피밭 9, 10월 (Lee *et al.*, 2011a), 거제도만 7월 (Kim *et al.*, 2010)이 있다. 10월에 출현했던 24종의 어류 중 1, 2월에 출현하지 않은 16종의 어류에 대해 월동을 위해 깊은 수심 또는 다른 지역으로 이동한 것인지에 대해서는 추가 연구가 필요하다. 1, 2월에 출현한 10종 중 1회만 출현한 까나리와 복해마를 제외하면 나머지 8종 모두 최소 5회에서 12회 출현하였고, 이 두 어종과 실비늘치를 제외한 7종은 한 여름에도 출현하였다. 한겨울과 한여름에 모두 출현한 점줄망둑을 비롯한 7종은 조사 해역의 연중 수온 범위인 7~29°C에서 서식 가능한 광온성 어류임을 알 수 있다.

채집개체수는 11월에 325개체로 가장 많이 관찰되었는데 망상어, 인상어, 점줄망둑, 바다문질, 볼락과 같은 특정 어종이 전체 채집 개체수의 62%를 차지하였기 때문이다. 또한 1월에 15개체로 가장 적었고 이후 다시 증가하기 시작하여 6, 7월에는 152, 151개체가 관찰되었다. 월별 주요 우점종으로는 9~11월에는 망상어가 전체 개체수의 20% 이상을 차지하였고, 12, 1월에는 그물코쥐치, 2, 3월에는 각각 까나리 30%와 쥐노래미 29%, 4, 5월에는 볼락이 50% 이상, 6~8월에는 인상어가 우점하였다 (Table 1).

이번 조사에서는 세줄얼게비늘, 비늘베도라치와 같은 아열대성 어종이 남해안 해역에서는 처음으로 조사 기간 중 1회 확인되었고, 세줄얼게비늘은 12월에 출현하였고 비늘베도라치는 10월, 수온 20°C에서 출현하였다. 발견된 어종의 전장은 세줄얼게비늘 6~8 cm, 비늘베도라치 5 cm이다. 세줄얼게비늘은 타이완과 필리핀 등의 열대 해역에 분포하며 전장 10 cm까지 성장하는 것으로 알려져 있다. 이번 연구에서는 전장 8~10 cm의 성어가 12월 수온 10°C에서 9개체 확인되었다. 제주도를 포함한 남해안에 분포하고 체장 8 cm에 달하는 것으로 알려진 비늘베도라치도 이번 연구에서 처음 관찰되었다 (Kim *et al.*, 2005).

그 밖에 특이하게 관찰된 어종으로는 범돔 (*Microcanthus strigatus*), 쭈기미 (*Inimicus japonicus*), 흰꼬리볼락 (*Sebastes longispinis*)인데, 범돔을 제외한 두 종은 조사 기간 중 10월에만 1회 출현하였다. 범돔은 서부와 중부태평양의 열대 및 온대 해역에 서식하며 산란기는 4~5월로 알려져 있고 (Nakabo, 2002) 이번 연구에서는 9~11월, 10~20 cm가 관찰되었다. 쭈기미의 경우, 전장 17~20 cm가 2개체 확인되었는데 Ochiai and Tanaka (1986)는 쭈기미는 저서어로 수심 200 m 사니질에 서식하고 8월에 산란하며 1년에 체장 10 cm씩 성장한다고 보고하였으므로 2세어 이상 된 것으로 추정된다. 또한 서식 수심과 환경도 2~5 m, 잘피밭과 암반 지역 모두에서 발견되었다. 흰꼬리볼락의 산란기는 12월경이고 산출 직후 자어 전장이 6

Table 2. Site designation of investigated areas at Yeongunri in Tongyeong, Korea. Habitat (A0~2S: sand bottom of 0~2 m in depth, A2~5Se: seagrass bed of 2~5 m, B0~2Ro: rocky outcrop of 0~2 m, B2~5R: rock bottom of 2~5 m, AB5~8sM: sandy mud of 5~8 m)

Site	Depth range (m)	Habitat designation	Habitat description
A	0~2	A0~2S	Sandy shore - Sparse distribution of seaweeds
	2~5	A2~5Se	Seagrass - Flat sandy mud area with seagrass and <i>Halophila nipponica</i>
B	0~2	B0~2Ro	Rocky outcrop - Various red seaweed is widespread - Strong wave
	2~5	B2~5R	Rocky - Small and large rocks with various seaweeds - Different types of microhabitats
A, B	5~8	AB5~8sM	Sandy mud

mm인데 (Yamada *et al.*, 2007), 이번 연구에서 전장 15~18 cm 1개체가 10월 24일 발견되었고 복부가 매우 팽만되어 유영조차하기 힘든 상태인 것을 고려할 때 산출 직전 상태인 것으로 추정되나 이에 대해서는 추가 조사가 필요하다.

3. 어류 분포와 서식지 환경 특성

조사가 수행된 A, B 지역 총 5개의 서식지 중 3개 이상의 서식지에서 관찰된 종은 쥐노래미가 4개 서식처, 점줄망둑, 바닥 문질, 망상어, 인상어, 감성돔, 베토라치, 볼락, 가시망둑, 돌박 망둑, 노래미가 3개 서식처이다 (Tables 2, 3). 서식지별 종다양도 지수(H')는 1.46~2.53으로 서식지 A2~5Se에서 2.53으로 가장 높은 값을 나타내었고 AB5~8sM에서 1.46으로 가장 낮은 값을 나타내었다 (Fig. 3). 출현 종수는 어류가 은신할 수 있는 잘피 지역과 암반 및 해조류로 구성된 A2~5Se와 B2~5R에서 각각 23종과 18종이고, 두 지역을 합치면 총 30종으로 전체 출현종의 약 70%가 관찰되어 이 두 지역을 많은 어류가 서식지로 이용하고 있는 것으로 나타났다. 이들 30종의 어류를 관찰된 수심층에 따라 나누면 표층 7%, 중층 30%, 저층 63%로 저층에 가장 많은 어류가 분포하고 있는 것으로 확인됐다. 그러나 수심이 얕거나 깊은 지역에서는 서식환경 조건에 관계없이 관찰된 종수가 상대적으로 적었다. 특히, 5~8 m에서는 흑돔, 성대 (*Chelidonichthys spinosus*), 세동가리돔, 양태 (*Platycephalus indicus*) 4종만이 출현하여 전체 출현종의 13%를 차지했다. 흥미로운 것은 2 m 이하의 수심에서 출현한 어종은 별망둑 (*Chaenogobius gulosus*), 두줄망둑 (*Tridentiger trigonocephalus*), 까나리, 무늬횃대 (*Furcina osimae*), 복섬, 줄복 (*Takifugu pardalis*) 6종인데 이들 어종은 2 m 이상 깊은 수심에서는 관찰되지 않았다. 이와 같은 잠수조사를 통해 연안 어류가 주로 분포하는 수심대와 어종에 따라 선호하는 서식지 환경은 물론이고 수심대 및 수심층도 확인할 수 있으므로

다양한 조사 지역에서 연구 data가 축적된다면 보다 구체적인 연안 어류의 생태 파악 및 서식지 보호를 위한 자료를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

조사 해역에서 수심 층별 어류 출현은 2개 이상의 수심 층에서 관찰된 종이 복섬과 줄복으로 표층, 중층, 저층의 모든 수심대에서 출현했고, 망상어, 인상어, 감성돔, 범돔, 돌돔, 용치 놀래기 6종은 표층과 중층에서, 흰줄망둑을 포함한 9종은 중층에서만 그리고 쥐노래미와 실고기는 중층과 저층에서 관찰되었다. 한편, 저층에서만 관찰된 어종은 점줄망둑을 포함한 24종으로 전체 43종 중 약 56%에 해당한다 (Table 3). 유영 특성은 흰줄망둑, 일곱동갈망둑, 망상어, 인상어, 세줄얼게비늘, 볼락, 그물코쥐치의 7종이 군을 형성하여 유영하였고 나머지 36종은 단독으로 관찰되었다 (Table 3).

어종별 분포와 서식지 환경 특성을 살펴보면, Kim *et al.* (2005)은 점줄망둑이 주로 수심 30 m 정도의 연안에 서식하는 것으로 보고하였다. 이번 연구에서는 잘피와 암반뿐만 아니라 사니질 환경 수심 2~8 m에서도 관찰되었으나 수심 2 m 이하인 곳에서는 관찰되지 않았다. 이와 같은 이유는 필질의 웅덩이에서 서식하는 점줄망둑의 서식처가 이번 조사 지역인 A, B 지역 2 m 이하에는 없었기 때문으로 생각된다. A와 B 두 지역의 2~5 m 수심대의 중층에서 군집 유영하는 것이 관찰된 흰줄망둑, 일곱동갈망둑, 볼락은 서식지 환경보다는 특정 수심대를 선호하는 것으로 나타났다. 한편, 날개망둑, 별망둑, 두줄망둑, 두줄베토라치, 세줄얼게비늘 5종은 A, B 두 지역 중 한 곳에서만 출현하였다. 이들 어종은 모래, 암반, 잘피밭 환경 각각의 서식처에 대한 서식지 선택성이 강한 것으로 생각된다. 쥐노래미는 유어기에 갯벌을 포함한 연안의 내해에서 서식하고, 성장과 더불어 보다 깊은 수심으로 이동하는 행동패턴을 보인다 (Kim and Kang, 1997). 이번 연구에서도 쥐노래미는 다양한 수심에서 관찰되었는데 유어는 주로 얕은 수심대에서 관찰된 반면 성어는 깊은 수심대에서 관찰되어 쥐노래미는 성장에

Table 3. A spatial distribution of fish (number of individuals) by habitat and swimming pattern in the water off Yeongunri in Tongyeong, Korea. Swimming depth (I: Shallow, II: Middle, III: Deep), Swimming pattern (1: Single, 2: Schooling), Habitat designations are described in Table 2 caption

Family	Species	Swimming depth	Swimming pattern	Habitat					Total
				A0~2S	A2~5Se	B0~2Ro	B2~5R	AB5~8sM	
Gobiidae	<i>Acentrogobius pellidebilis</i>	III	1	—	43	—	20	76	139
	<i>Pterogobius zonoleucus</i>	II	2	—	11	—	15	—	26
	<i>Favonigobius gymnauchen</i>	III	1	—	—	—	11	—	11
	<i>Pterogobius elapoides</i>	II	2	—	42	—	35	—	77
	<i>Sagamia geneionema</i>	III	1	—	54	—	—	13	67
	<i>Chaenogobius gulosus</i>	III	1	2	—	—	—	—	2
	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	III	1	1	—	—	—	—	1
Embiotocidae	<i>Ditrema temminckii</i>	I, II	2	18	136	66	—	—	220
	<i>Neoditrema ransonnetii</i>	I, II	2	20	110	87	—	—	217
Sparidae	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	I, II	1	6	11	20	—	—	37
Pomacanthidae	<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>	III	1	—	—	—	2	—	2
Mullidae	<i>Upeneus japonicus</i>	III	1	—	29	—	—	20	49
Kyphosidae	<i>Microcanthus strigatus</i>	I, II	1	—	—	20	—	—	20
Pholidae	<i>Pholis nebulosa</i>	III	1	—	19	5	16	—	40
Blenniidae	<i>Petroscirtes breviceps</i>	III	1	—	—	—	6	—	6
Apogonidae	<i>Ostorhinchus doederleini</i>	II	2	—	9	—	—	—	9
Oplegnathidae	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	I, II	1	—	—	—	1	—	1
Chaenopsidae	<i>Neoclinus bryope</i>	III	1	—	—	1	1	—	2
Zoarcidae	<i>Zoarchias glaber</i>	III	1	—	8	—	—	—	8
Ammodytidae	<i>Ammodytes personatus</i>	III	1	9	—	—	—	—	9
Labridae	<i>Parajulis poecilepterus</i>	I, II	1	—	—	1	—	—	1
	<i>Semicossyphus reticulatus</i>	II	1	—	—	—	—	1	1
Sillaginidae	<i>Sillago japonica</i>	III	1	—	—	—	3	—	3
Chaetodontidae	<i>Chaetodon modestus</i>	II	1	—	—	—	—	1	1
Sebastidae	<i>Sebastes inermis</i>	II	2	—	124	33	165	—	322
	<i>Sebastes longispinis</i>	III	1	—	1	—	—	—	1
Tetrarogidae	<i>Paracentropogon rubripinnis</i>	III	1	—	—	2	6	—	8
Synanceiidae	<i>Inimicus japonicus</i>	III	1	—	1	—	1	—	2
Cottidae	<i>Pseudoblennius cottoides</i>	III	1	—	16	15	13	—	44
	<i>Pseudoblennius percoides</i>	III	1	—	4	6	5	—	15
	<i>Furcina osimae</i>	III	1	1	—	—	—	—	1
Hexagrammidae	<i>Hexagrammos agrammus</i>	III	1	—	12	25	20	—	57
	<i>Hexagrammos otakii</i>	II, III	1	—	22	16	46	11	95
Triglidae	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	III	1	—	—	—	—	1	1
Syngnathidae	<i>Hippocampus kuda</i>	III	1	—	—	—	1	—	1
	<i>Hippocampus histrix</i>	III	1	—	1	—	—	—	1
	<i>Syngnathus schlegeli</i>	II, III	1	—	1	—	—	1	2
Monacanthidae	<i>Rudarius ercodes</i>	II	2	—	86	—	—	—	86
Tetraodontidae	<i>Takifugu niphobles</i>	I, II, III	1	14	—	—	—	—	14
	<i>Takifugu pardalis</i>	I, II, III	1	1	—	—	—	—	1
Pleuronectidae	<i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>	III	1	—	37	—	—	14	51
Hypoptychidae	<i>Aulichthys japonicus</i>	II	1	—	7	—	13	—	20
Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>	III	1	—	—	—	—	2	2
Total				72	784	297	380	140	1,673
Number of species				9	23	13	19	10	43

따라 먹이생물이 변화하게 되고 그에 따라 서식지를 깊은 수심대로 이동한 것으로 생각된다. 또한 같은 쥐노래미과에 속하는 노래미가 5m보다 깊은 수심에서 관찰되지 않은 것으로 보아 두 종이 선호하는 수심대에 차이가 있고 이와 같은 서식 수심 분리를 통해 종 간 경쟁을 피하는 것으로 생각된다. 노래미, 가시망둑, 베도라치, 돌팍망둑, 감성돔은 주로 2~5m 수심의 잘피와 암초지역에서 관찰되었는데 이는 수심은 다르지

만 통영 소규모 잘피밭에서 채집된 어류의 목록과 일치하였다 (Kim and Gwak, 2012). 이번 조사에서 노래미와 베도라치는 주로 암반에 부착된 해조류나 바닥의 해조류에 은신하고 있는 모습, 가시망둑, 돌팍망둑은 잘피에 기대어 있거나 바닥에 머물러 있는 모습이 관찰되어 이들은 주로 잘피밭과 해조가 있는 암초지역을 서식처로 이용하는 것으로 생각된다. 인상어, 망상어의 경우 2~5m의 잘피밭 지역에서 가장 많은 개체

가 관찰되었고 주로 상층에서 떼를 지어 유명하였으며 5 m 이상의 수심에서는 관찰되지 않았다. Horinouchi *et al.* (1998)은 망상어는 주로 수피의 상층에 분포한다고 하였고 Kim (2003)은 망상어는 교미시기가 되면 수심 마리씩 떼를 지어 다닌다고 하여 이번 연구와 일치하였다. 노랑측수의 경우 이번 조사에서 잘피와 사니질로 된 2 m 이상의 수심에서만 관찰되었는데 노랑측수는 측수를 이용해 사질과 펄에서 먹이를 찾기 때문에 (Markevich and Balanov, 2012) 주로 잘피가 있는 사니질 지역에서 관찰된 것으로 생각되고 이번 잠수관찰 중에도 노랑측수가 먹이를 찾는 모습을 관찰할 수 있었다. 청줄돔 유어는 암초가 있는 해저의 모래바닥 돌 틈에서 territory를 형성하고 단독 생활하며 가을에 연안에서 출현하는 것으로 보고되었고 (Kanou, 2011), 이번 연구에서도 2~5 m의 암반에서 발견되었다. 범돔은 북반구에서는 수심이 얇은 암초지역 그리고 남반구에서는 산호초 주변에 서식하는 것으로 알려져 있다 (Kanou, 2011). 이번 연구에서도 단독으로 유명한 20개체의 범돔 성어를 B0~2R에서 발견하였다 (Table 3). 비늘베도라치는 일본 동경만에서 산란기가 겨울이고 암초역에서 3~7.5 cm의 치어가 채집된다는 보고가 있는데 (Kanou, 2011), 이번 연구에서도 해조류가 많은 암초지역의 암초에 뚫린 구멍에서 관찰되었고 수심은 0~2 m였다. 세줄얼개비늘은 연안의 암초 지역에서 단독생활을 하며 수컷이 알을 입 속에 넣고 부화시키는 습성이 있는데 이번 연구에서는 편평한 사니질에 잘피가 있는 환경에서 관찰되었다. 흑돔은 유어 성어 모두 연안 암초역에서 단독생활을 하는 것으로 알려져 있다 (Senou and Yoshino, 2002). 또한 전장 2.5 cm가 수심 7 m에서 발견된 보고가 있는데 (Senou and Yoshino, 2002) 이번 연구에서도 전장 3~4 cm의 흑돔 유어가 수심 6 m에서 관찰되었다. 한편, 수산업적으로 중요한 어종인 감성돔은 내만성 어종으로 수심 50 m 이내의 천해역에 서식하며 큰 이동은 없고 겨울에 깊은 곳으로 이동하는 것으로 알려져 있다 (Ochiai and Tanaka, 1986). 이번 조사에서도 겨울에는 관찰되지 않았으나 전장 11~40 cm, 추정 연령 1~10세의 다양한 연령대의 감성돔이 수심 5 m 이하의 비교적 얇은 수심의 상층과 중층에서 단독으로 유명한 것이 관찰되었다. 또한 문치가자미는 수심 2~5 m의 잘피밭과 5~8 m의 사니질에서만 각각 37, 9개체가 발견되어 서식처 저질에 대한 선택성이 뚜렷한 것으로 생각된다.

이와 같은 비파괴적이고 친환경적인 잠수관찰을 통한 어류상 조사 방법을 통해 연안에 서식하고 있는 다양한 어류를 밝히고 그 어류가 선호하는 서식처 환경, 서식 수심, 유명형태 등에 관한 생태학적 정보를 얻을 수 있으므로 다른 해역에 대한 모니터링도 지속적으로 수행하여 data를 축적할 필요가 있을 것으로 생각된다. 또한 이와 같은 조사를 통해 축적된 자료는 해수온 상승에 따른 우리나라 연안 해역 어류상 변화 모니터링 자료로 활용 가능할 것으로 생각된다.

요 약

경남 통영 영운리 연안에서 어류상 및 분포특성을 밝히기 위해 2013년 9월부터 2014년 8월까지 매월 잠수관찰을 실시하였다. 조사 지역은 수심과 저질에 따라 5개의 서식지로 분류하였다; (1) 수심 0~2 m의 사질지역, (2) 수심 2~5 m의 잘피밭, (3) 수심 0~2 m의 암반 노출지역, (4) 수심 2~5 m의 암반지역, (5) 수심 5~8 m의 펄질 지역. 조사 기간 동안 총 26과 43종 1,673개체의 어류가 관찰되었다. 출현 종수는 3월부터 증가하기 시작하여 10월, 11월에 가장 많았고 이후 12월에 감소하여 1월에 가장 적었다. 망둑어과는 7종이 출현하여 출현 종수에서 가장 많았고 다음으로 양볼락과가 4종 출현하였다. 개체수에서는 망상어과가 총 개체수의 26.1%로 가장 많았고, 다음으로는 양볼락과 19.9%, 망둑어과 19.3%였다. 우점종은 볼락 (*Sebastes inermis*)이며, 아우점 종으로는 망상어 (*Ditrema temminckii*)와 인상어 (*Neoditrema ransonnetii*)였다. 어류의 종수와 개체수는 수심 2~5 m의 잘피밭과 암반지역에서 가장 많았고 수심 0~2 m의 사질지역에서 가장 적었는데 이는 어류가 잘피밭과 암반지역을 서식지로 선호한다고 할 수 있다.

사 사

연구기간 동안 잠수조사에 적극 참여해 도움을 준 경상대학교 해양식품생명의학과 어류학실험실 박준성, 신민규, 정시훈에게 감사드립니다.

REFERENCES

- Arntz, W. 1973. Periodicity of diel food-intake of cod *Gadus morhua* in Kiel Bay. *Oikos*, 15: 138-145.
- Beck, M.W., K.L. Heck, Jr., K.W. Able, D.L. Childers, D.B. Eggleston, B.M. Gillanders, B. Halpern, C.G. Hays, K. Hoshino, T.J. Minello, R.J. Orth, P.F. Sheridan and M.P. Weinstein. 2001. The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. A better understanding of the habitats that serve as nurseries for marine species and the factors that create site-specific variability in nursery quality will improve conservation and management of these areas. *Bioscience*, 51: 633-641.
- Bohnsack, J.A. and S.P. Bannerot. 1986. A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. NOAA Technical Report NMFS., 41: 1-15.
- Brock, V.E. 1954. A preliminary report on a method of estimating reef fish populations. *J. Wildl. Manag.*, 18: 297-308.

- Dorenbosch, M., M.G.G. Grol, I. Nagelkerken and G. van der Velde. 2005. Distribution of coral reef fishes along a coral reef-seagrass gradient: edge effects and habitat segregation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 299: 277-288.
- Dorenbosch, M., W.C.E.P. Verberk, I. Nagelkerken and G. van der Velde. 2007. Influence of habitat configuration on connectivity between fish assemblages of Caribbean seagrass beds, mangroves and coral reefs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 334: 103-116.
- Froese, R. and D. Pauly (Eds). 2016. FishBase. World Wide Web electronic publication. Retrieved from <http://www.fishbase.org>, version (01/2016).
- Harmelin-Vivien, M.L., J.G. Harmelin, C. Chauvet, C. Duval, R. Galzin, P. Lejeune, G. Barnabé, F. Blanc, R. Chevalier, J. Duclerc and G. Lasserre. 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: methodes et problemes. *Rev. Ecol.*, 40: 468-539.
- Hayase, S. and S. Tanaka. 1980. Habitat and distribution of three species of embiotocid fishes in the *Zostera marina* belt of Odawa Bay. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 46: 955-962.
- Horinouchi, M., M. Sano, T. Taniuchi and M. Shimizu. 1998. Food and microhabitat resource use by *Rudarius Ercodes* and *Ditrema Temmincki* coexisting in a *Zostera* Bed at Aburat-subo, Central Japan. *Fish. Sci.*, 64: 563-568.
- Horinouchi, M., Y. Nakamura and M. Sano. 2005. Comparative analysis of visual censuses using different width strip-transects for a fish assemblage in a seagrass bed. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 65: 53-60.
- Jeong, H.D., J.D. Hwang, K.K. Jung, S. Heo, K.T. Sung, W.J. Go, J.Y. Yang and S.W. Kim. 2003. Long term trend of change in water temperature and salinity in coastal waters around Korean peninsula. *J. Korean Soc. Mar. Environ. Saf.*, 9: 59-64. (in Korean)
- Kanou, H. 2011. A photographic guide to the fishes in Tokyo Bay. Heibonsha, Tokyo, 376pp. (in Japanese)
- Kareiva, P.M., J.G. Kingsolver and R.B. Huey. 1993. Biotic interactions and global change. Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts, 559pp.
- Kim, B.G. and W.S. Gwak. 2006. Seasonal variations in species composition of fishes in the eelgrass bed in Jisepo bay of Geoje island, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 18: 234-243. (in Korean)
- Kim, C.K. and Y.J. Kang. 1997. Stomach contents analysis of fat greenling, *Hexagrammos otakii*. *J. Korean Fish. Soc.*, 30: 432-441. (in Korean)
- Kim, D.H., N. Nakashiki, D. Tsumune, Y. Yoshida, K. Maruyama and F.O. Bryan. 2005. Ocean climate change in the Western North Pacific (WNP) under the multi-century three-member ensemble predictions. *Asia-Pac. J. Atmos. Sci.*, 41: 239-247.
- 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, 615pp. (in Korean)
- Kim, J.S. and W.S. Gwak. 2012. Species composition of fish assemblage in a small scale eelgrass bed of Tongyeong, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 24: 191-200. (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, M.S. 2003. Ecology of Fishes. Academy, Seoul, 386pp. (in Korean)
- Kim, T.J., S.J. Lee, W.S. Gwak, D.H. Lee and B.E. Choi. 2010. Species composition of fishes in eelgrass bed of Geoje Bay on Geoje Island, Koran. *Korean J. Ichthyol.*, 22: 179-185. (in Korean)
- Lee, D.H., J.S. Kim, J.S. Park, D.H. Han and W.S. Gwak. 2011a. Species composition of fish assemblages in eelgrass bed of Jeogu on Geoje Island, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 23: 225-233. (in Korean)
- Lee, Y.S., W.A. Lim, C.S. Jung and J.S. Park. 2011b. Spatial distributions and monthly variations of water quality in coastal seawater of Tongyeong, Korea. *J. Korean Soc. Mar. Environ. Energy*, 14: 154-162. (in Korean)
- Lie, H.J. and C.H. Cho. 2002. Recent advances in understanding the circulation and hydrography of the East China Sea. *Fish. Oceanogr.*, 11: 318-328.
- Markevich, A.I. and A.A. Balanov. 2012. Description of *Upeneus Japonicus* (Mullidae), Japanese Goatfish, a rare species in the Russian waters. *J. Ichthyol.*, 52: 656-660.
- Nakabo, T. 2002. Fishes of Japan: with pictorial keys to the species. Tokai Univ. Press, Kanagawa, 1749pp. (in Japanese)
- Nakamura, Y. and M. Tsuchiya. 2008. Spatial and temporal patterns of seagrass habitat use by fishes at the Ryukyu Islands, Japan. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 76: 345-356.
- Nakazono, A. 2002. Fate of tropical reef fish juveniles that settle to a temperate habitat. *Fish. Sci.*, 68: 127-130.
- Ochiai, A. and M. Tanaka. 1986. Ichthyology. Koseisha-Koseikaku, Tokyo, 1139pp. (in Japanese)
- Parrish, J.D. 1989. Fish communities of interacting shallow-water habitats in tropical oceanic regions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 58: 143-160.
- Senou, H. and Y. Yoshino. 2002. Young fish watching. TBS-Britannica Co., Tokyo, 136pp. (in Japanese)
- Seong, K.T., J.D. Hwang, I.S. Han, W.J. Go, Y.S. Suh and J.Y. Lee. 2010. Characteristic for long-term trends of temperature in the Korean waters. *J. Korean Soc. Marine Environ. Energy*, 16: 353-360. (in Korean)
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, 177pp.
- Shimizu, N., K. Tatsuru, M. Tsuboi and Y. Sakai. 2010. Fish fauna in the coastal area of Kurahashi Island, Seto Inland Sea, Japan. *Bull. Hiroshima Univ.*, 2: 43-52.
- Taniguchi, Y. and S. Nakano. 2000. Complex effects of global warming and local environmental disturbance on freshwater fish communities: the mechanisms, predictions, and repercussion effects. *Japanese J. Limnol.*, 61: 79-94. (in

- Japanese)
Wilson, E.O. 1992. The diversity of life. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, 464pp.
- Yamada, U., M. Tokimura, H. Horikawa and T. Nakabo. 2007. Fishes and fisheries of the East China and Yellow Seas. Tokai Univ. Press, Kanagawa, 1262pp. (in Japanese)
- Yamamoto, M., M. Tochino, K. Yamaga and M. Fujiwara. 2002. Juvenile fishes associated with floating seaweeds in the central Seto inland sea, Japan. Nippon Suisan Gakkaishi., 68: 362-367. (in Japanese)