

## 가막만 모자반 군락지 어류군집의 종조성 및 계절변동

윤호섭\* · 안윤근\*\* · 최상덕\*\*†

\*, \*\* 전남대학교 해양기술학부

### Species Composition and Seasonal Variation of Fish Assemblages in *Sargassum* Beds in Gamak Bay, Korea

Ho-Seop Yoon\* · Yun-Keun An\*\* · Sang-Duk Choi\*\*†

\*, \*\* Faculty of Marine Technology, College of Fisheries and Ocean Science, Chonnam National University, Yeosu, 550-749, Korea

**요 약 :** 가막만 모자반 군락지에서 2008년 10월부터 2009년 9월까지 월별로 두릿그물로 어류를 채집하여 어류의 종조성 및 계절변동을 분석하였다. 조사기간 동안 21종 582 개체, 5,345.1 g의 어류가 채집되었으며, 출현한 어종 중 복섬(*Takifugu niphobles*), 멸치(*Engraulis japonicus*)와 농어(*Lateolabrax japonicus*)가 전체 개체수의 55%를 차지하였다. 12월과 1월에는 어류가 채집되지 않았고, 봄에 수온이 상승하며 증가하여 출현종수와 채집량이 6월에 높았고, 7월과 8월에는 감소하였으나, 9월과 10월에는 높은 값을 보였다. 중간 유사성을 집괴분석한 결과 3개의 무리로 구분되었다. A 그룹에는 출현기간이 비교적 긴 우점종인 주둥치(*Leiognathus nuchalis*)와 복섬(*Takifugu niphobles*)이, B 그룹에는 봄에 주로 출현한 볼락(*Sebastes inermis*), 살망둑(*Chaenogobius heptacanthus*), 흰줄망둑(*Pterogobius zonoleucus*), 베도라치(*Pholis nebulosa*), 거물가시치(*Trachyrhamphus serratus*), C 그룹에는 가을에 주로 출현한 멸치(*Engraulis japonicus*), 농어(*Lateolabrax japonicus*), 학공치(*Hyporhamphus sajori*)가 포함되었다.

**핵심용어 :** 모자반 군락, 어류군집, 종조성, 계절변동, 가막만

**Abstract :** Species composition and seasonal variation of fish assemblages in *Sargassum* beds in Gamak Bay was determined using fish samples collected monthly by a surrounding net from October 2008 to September 2009. A total of 21 species, 582 individuals and 5,345.1 g of fishes were collected during the study period and Perciformes accounted for 47.6% of the total number of species. *Takifugu niphobles*, *Engraulis japonicus* and *Lateolabrax japonicus* predominated in number, accounting for 55% of the total number of individuals. Higher number of species and individuals occurred in June and in September–October. Species were grouped into three by cluster analysis: A) dominant species such as *Leiognathus nuchalis* and *Takifugu niphobles*, B) fish collected mainly in spring such as *Sebastes inermis*, *Chaenogobius heptacanthus*, *Pterogobius zonoleucus*, *Pholis nebulosa*, and *Trachyrhamphus serratus*, and C) fish collected mainly in autumn such as *Engraulis japonicus*, *Lateolabrax japonicus*, and *Hyporhamphus sajori*.

**Key Words :** *Sargassum* beds, Fish assemblages, Species composition, Seasonal variation, Gamak Bay

### 1. 서론

모자반속(*Sargassum*)은 갈조강(Phaeophyceae) 모자반목(Fucales) 모자반과(Sargassaceae)에 속하는 대형 갈조류로서 주로 온대역의 태평양 서안, 인도양, 그리고 호주 연안에 널리 분포하며, 400여 종을 포함하는 매우 큰 분류군이다(Oak and Lee, 2005). 모자반 군락이 형성된 지역은 다른 지역에 비해 환경조건이 양호하고 기초 생산력이 높은 것으로 알려져 있다(An et al., 2009). 또한, 모자반은 해저퇴적물을 안정화시켜

연안의 퇴적물 침식을 감소시키며, 영양염류를 감소시키는 연안생태계 정화기능을 담당하고 있다.

연안역은 해양생태계의 생산성이 가장 높은 해역 중의 하나로써 하구, 만, 해초지 등이 대표적인 예라 할 수 있다(Boaden, 1985). 그러나 연안역은 무분별한 해안개발과 환경오염, 갯녹음 등에 의해서 해조류가 소실되고 감소함에 따라, 각종 해산 생물자원이 감소하고 있으며 이는 세계적인 추세이다(Fujita, 1987; Yotsui and Maesako, 1993). 남해안에 위치한 가막만은 내만으로 인접 육지로부터 공급되는 영양염 등의 유입으로 기초 생산력이 높다. 어패류 양식장으로 널리 이용되고 있으며, 높은 기초 생산력을 바탕으로 오래 전부터 양식 어업이 발달한 곳이다. 그러나 폐쇄성 해역이라는 지형적인 특성과 도시

\* 대표저자 : 정희원, yoonhs@chonnam.ac.kr, 061-659-7166

† 교신저자 : 정희원, choisd@chonnam.ac.kr, 061-659-7166

화로 인한 인구증가 및 생활양식의 변화, 주변 입해 산업시설 및 밀집한 양식장 등으로부터 하·폐수 및 자가오염물질 등의 유입증대로 인하여 어장환경의 악화 등 많은 문제가 발생하고 있다. 하지만 1990년대 이후 하수종말처리장의 완공과 준설작업과 같은 지속적인 정화사업 등이 진행됨에 따라 만내 수질환경의 개선과 더불어 연안역을 중심으로 갈조류의 모자반이 큰 군락을 형성하고 있다.

최근 들어 국외에서는 해조 군락과 어류에 관한 많은 연구가 활발하게 진행되고 있다(Guidetti and Bussotti, 2000; Jacksons et al., 2001; Hoshika et al., 2006; Lazzari and Stone, 2006; Pondella et al., 2006). 국내에서도 연안 해중립에 대한 생태학적 기능 및 중요성이 점차 부각되고 있다.

본 연구는 가막만 내 모자반 군락지의 어류의 종조성 및 군집구조의 계절적 변화 양상을 파악하고 나아가 연안 해중립 어류자원의 합리적인 이용 및 관리방안에 관한 생태학적 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 현장조사 및 측정

어류 자료는 가막만 일원에 자연발생한 모자반 군락을 대상으로 2008년 10월부터 2009년 9월까지 실시하였으며, 매월 만조시에 채집하였다(Fig. 1).

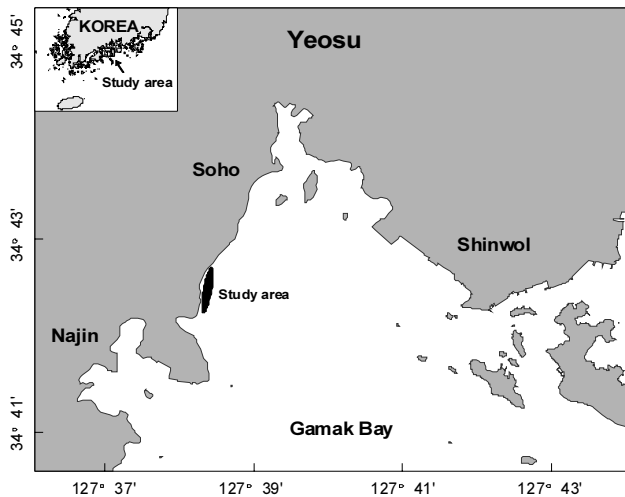


Fig. 1. Location of the sampling area in Gamak Bay, Korea.

환경조사를 위하여 YSI-85MPS를 이용하여 수온과 염분을 측정하였으며, 강우량은 기상청 자료를 참고하였다(Korea Meteorological Administration, 2010; www.kma.go.kr).

어류의 채집은 매월 소조기에 모자반 군락의 특성을 감안하여 두릿그물(가로 30 m × 세로 7 m, 그물코 1 mm × 1 mm)을 제작하여 이용하였다. 모자반 군락의 면적은 약 3,620 m<sup>2</sup>였으며, 평균수심 6 m 내외였다. 채집된 어획물은 선상에서 10% 중성포르말린 용액으로 고정하여 실험실로 운반한 후 종을 동

정하고 종별 개체수와 생체량을 측정하였다. 채집된 어류는 Kim et al.(2005)에 따라 분류하였다.

### 2.2 군집구조 분석

모자반 군락지에 서식하는 어류의 군집구조를 파악하기 위해, 다양도 지수(Shannon and Weaver, 1949)를 구하였다.

종간의 계절에 따른 출현양상의 유사도는 조사기간 동안 채집된 전체 개체수비 1% 이상(2개월 이상 출현)의 출현빈도를 나타내는 우점 출현종의 개체수 값을 Square root 변환 후, Bray-Curtis 지수(Bray and Curtis, 1957)의 값을 비가중 산술평균(UPGMA)을 이용하여 수상도(Dendrogram)를 작성하여 집괴분석(Cluster analysis)을 실시하였다.

## 3. 결과

### 3.1 환경요인

조사기간 동안 가막만 모자반 군락의 수온은 4.0 °C(1월)~28.6 °C(7월)로 조사되었으며, 연간 월평균 수온은 16.6 °C로 나타내었다. 염분농도는 7월에 29.0 psu로 가장 낮게 나타났으며, 2월에 32.9 psu로 가장 높게 나타내었다. 강우량의 경우 5.6~480.7 mm의 범위를 보였으며, 7월에 집중강우의 영향으로 이시기에 염분농도가 비교적 낮게 나타났다(Fig. 2).

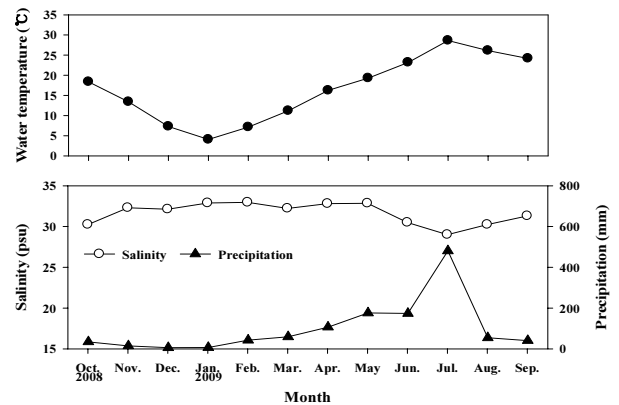


Fig. 2. Seasonal variation of water temperature, salinity and precipitation in the *Sargassum* beds in Gamak Bay, Korea from Oct. 2008 to Sep. 2009.

### 3.2 종조성

본 조사기간 동안 농어목(Perciformes) 10종 출현하여 전체의 47.6%를 점유하였으며, 썸벵이목(Scorpaeniformes)이 5종이 채집되어 23.7%를 차지하였고, 복어목(Tetraodontiformes)이 2종이 채집되어 9.5%를 차지하였다. 이 밖에 가자미목(Pleuronectiformes), 큰가시고기목(Gasterosteiformes), 청어목(Clupeiformes), 금눈돔목(Beryciformes) 각 1종 4.8%를 나타내었다. 전체 출현 종수로는 21종으로 582 개체, 5,343.3g의 어류가 두릿그물에 의해 채집되었다(Table 1). 가장 많이 채집된 어종으로는 복섬

가막만 모자반 군락지 어류군집의 종조성 및 계절변동

Table 1. Seasonal variation in species composition of fishes collected by surrounding net in the *Sargassum* beds in Gamak Bay, Korea. N and W represent the number of individuals and biomass in grams, respectively

Species	2008 Oct.		Nov.		Dec.		2009 Jan		Feb.		Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.		Sep.		Total	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius flavimanus</i>																			1	0.8			1	44.7	2	45.5
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>																	1	4.6							1	4.6
<i>Chaenogobius heptacanthus</i>											3	0.8	2	0.1			3	0.9							8	1.8
<i>Engraulis japonicus</i>	1	2.2																					117	25.3	118	27.5
<i>Furcina ishikawae</i>															1	0.5									1	0.5
<i>Hexagrammos agrammus</i>															2	19.5									2	19.5
<i>Hexagrammos otakii</i>																	5	67.5							5	67.5
<i>Hyporhamphus sajori</i>	22	583.9																			3	277.4	28	331.4	53	1192.7
<i>Lateolabrax japonicus</i>	71	964.4	10	145.8											2	116.2									83	1226.4
<i>Leiognathus nuchalis</i>	1	0.9															6	41.4	6	50.4	69	113.6			82	206.3
<i>Leucopsarion petersii</i>									6	0.5															6	0.5
<i>Pholis nebulosa</i>											19	3.0	3	3.2	34	54.5	1	14.9							57	75.6
<i>Pleuronectes yokohamae</i>																			1	6.4					1	6.4
<i>Pseudoblennius cottoides</i>														2	2.6	1	15.8								3	18.4
<i>Pterogobis elapoides</i>													1	0.5			1	4.9							2	5.4
<i>Pterogobius zonoleucus</i>													5	18.6	4	12.5									9	31.1
<i>Rudarius ercodes</i>			3	2.3																					3	2.3
<i>Sebastes inermis</i>													5	215.9			2	9.4							7	225.3
<i>Sillago sihama</i>									2	9.6															2	9.6
<i>Takifugu niphobles</i>			5	94.7									31	248.8			74	1721.0	2	45.7	3	5.8	6	21.0	121	2137.0
<i>Trachyrhamphus serratus</i>											1	2.6			3	4.9	11	29.6					1	2.3	16	39.4
Total	95	1,551.4	18	242.8	0	0	0	0	8	10.1	23	6.4	47	487.1	48	210.7	105	1,910	10	103.3	75	396.8	153	424.7	582	5,343.3
Number of Species	4		3		0		0		2		3		6		7		10		4		3		5		21	

(*Takifugu niphobles*)으로 전체개체수의 20.7%와 전체 생물량 중 39.9%를 차지하는 것으로 나타내었다. 다음으로는 멸치 (*Engraulis japonicus*), 농어(*Lateolabrax japonicus*), 주둥치 (*Leiognathus nuchalis*), 베도라치(*Pholis nebulosa*), 학공치

(*Hyporhamphus sajori*) 순으로 채집되었으며, 각각 전체 개체수의 20.2%, 14.2%, 14.0%, 9.7%, 9.1%를 차지하는 것으로 조사되었고, 전체 생체량을 살펴보면 0.5%, 22.9%, 3.8%, 1.4%, 22.3%를 차지하였다. 위의 우점한 6종이 전체 출현 개체수의

88.3%, 전체 생체량의 94.7%를 차지하는 것으로 나타내었다. 그리고 거물가시치(*Trachyrhamphus serratus*), 흰줄망둑(*Pterogobius zonoleucus*), 살망둑(*Chaenogobius heptacanthus*), 볼락(*Sebastes inermis*), 사백어(*Leucopsarion petersii*) 순으로 나타났으며, 이 밖에 어류에서는 적은 출현 양상을 나타내었다.

### 3.3 어류의 월별 출현

어류의 월별 출현 종수를 살펴보면, 2009년 2월 이후 증가하여 6월에 10종이 채집되었다(Fig. 3A). 2008년 12월과 2009년 1월에는 어류가 채집되지 않았으며, 이후 서서히 증가하는 경향을 나타내었다.

월별 출현 개체수 및 생체량 변화 양상을 살펴보면, 2008년 10월에 95 개체, 1,551.5 g이 채집되었으며, 2009년 6월과 9월에 각각 105 개체, 1,910.0 g 및 153 개체, 424.7 g이 채집되었다(Fig. 3B, Fig. 3C). 이 시기에 주로 우점하는 종들은 2008년 10월에 농어, 2009년 6월에 복섬, 9월에 멸치가 가장 높은 비율로 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 종다양도 지수는 0.3~1.1의 범위를 보였으며, 연간 월평균 0.8의 값을 나타내었다(Fig. 3D). 전반적으로 2009년 4월부터 7월까지 1.0 이상의 높은 값을 나타내었다.

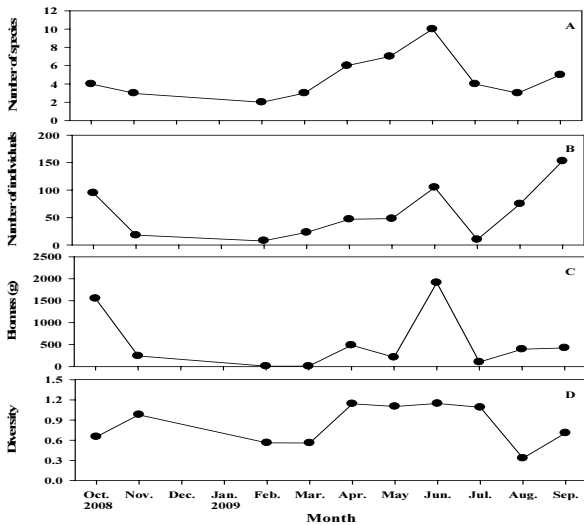


Fig. 3. Monthly variations in number of species, number of individuals, biomass and diversity of the fishes collected by surrounding net in the *Sargassum* beds in Gamak Bay, Korea.

### 3.4 집괴분석

출현 어류 중 전체 출현 개체수비 1% 이상(1개월 이상 출현)을 점유하는 10종을 대상으로 집괴분석을 실시한 결과, 가막만 모자반 군락에 서식하는 어류 군집은 크게 3개의 그룹으로 나타내었다(Fig. 4). 조사기간 동안 고른 출현양상을 보인 A 그룹에는 비교적 출현기간이 길고 채집량이 많았던 주둥치와 복섬이 나타났으며, B 그룹에서는 봄철에 주로 출현한 볼

락, 살망둑, 흰줄망둑, 베도라치, 거물가시치가 나타났고, C 그룹에서는 가을에 주로 출현한 멸치, 농어, 학공치로 나타났다.

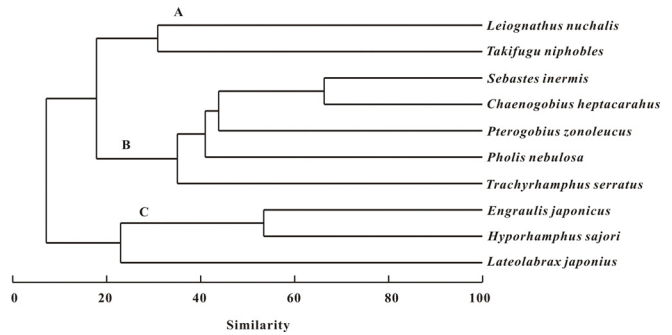


Fig. 4. Dendrogram(UPGMA) illustrating species association derived from monthly individual of the 10 most dominant fish species in the *Sargassum* beds in Gamak Bay, Korea.

## 4. 고찰

해조군락을 중심으로한 서식생물 군집 변동양상을 연구한 이전 연구결과들을 살펴보면 해조군락은 포식자로부터의 피난처 제공(Ebeling and Laur, 1985), 풍부한 먹이(Coyer, 1982), 서식 공간제공(Holbrook and Schmidt, 1994) 등의 다양한 측면에서 군락내 서식생물들에게 그 유용성을 제공하고 있다.

본 연구해역인 가막만 모자반 군락에서는 총 21종의 어류가 채집되었으며, 거의 대부분이 연안에 주로 출현하는 종으로 나타났다. 본 연구해역과 유사한 지역인 남해안 잘피밭에서도 크기가 작고, 연안에 서식하는 개체들이 주로 채집된 바가 있다(Huh, 1986).

이와 같이 본 연구 해역에서 어획된 어류의 대부분이 연안에 주로 서식하는 어류이거나 계절별 일정시기에 주로 출현하는 어종들이 있는 점으로 보아 가막만 모자반 군락이 어류에 생육장과 은신처로서의 역할을 담당하는 것으로 판단된다. 어류 군집 연구에 주로 사용되는 저인망 어구는 바닥이 펄과 같이 부드러운 퇴적물로 이루어진 곳에서 정량채집이 가능하며(Huh and An, 2000), 삼각망과 같은 정치성 어구는 표층에 떠돌아 다니는 부어류의 채집에 적합하다(Huh and An, 2002). 하지만 수심이 비교적 낮고 암반으로 형성되어져 있는 연안지역에서는 저인망이나 정치성 어구를 사용할 수 없다. 그러나 두릿그물의 경우 수심이 낮은 연안에서 그물의 설치 및 작업이 용이한 장점이 있다. 이러한 두릿그물을 이용하여 조사한 가막만 모자반 군락내 어류 군집은 뚜렷한 계절 변동을 보였으며, 집괴분석결과 A 그룹은 비교적 출현기간이 길고 채집량이 많았던 주둥치와 복섬이 비교적 넓은 온도범위에 적응하여 연안에 주로 서식하는 종이였다. B 그룹은 특정 계절인 봄철에 주로 출현하였으며, C 그룹은 가을철에 주로 우점 출현하는 것으로 나타났다. 어류는 연안생태계의 소비자로 어

## 가막만 모자반 군락지 어류군집의 종조성 및 계절변동

종이 다양하고 생활사 단계에 따라 연안을 서식처로 이용하는 양상이 다양하며 같은 지역, 환경, 시기에 따라 분포 및 어류 군집 구조도 달라진다(Moyle, 1993). 이처럼 이들 각 어종은 독특한 계절적 출현양상을 보였으며, 각기 다른 시기에 최대 출현량을 보였다. 본 연구결과에서 일부 개체군이 일시적으로 급격한 출현량을 보인 후 감소하는 경향을 나타내고, 다시 다른 어종이 출현하는 것으로 보아 모자반 군락은 각기 다른 어종에 의해 시기적으로 서식처를 제공하는 것으로 판단된다.

이번 조사기간 동안 모자반 군락에서 두릿그물을 이용하여 어류를 채집한 결과와 잘피밭에서 조망어구로 조사한 결과를 비교해 보았다. 출현종 수에 있어서는 진동만에서 26종(Kwak et al., 2006), 안골만에서 39종(Lee et al., 2000)이 출현하여 비교적 잘피밭에서 나타난 출현종 수가 모자반 군락에서 출현한 종수 보다 많은 것으로 나타났다(Table 2). 이러한 차이는 모자반 군락과 잘피 군락이라는 서식지 환경의 차이도 있겠으나, 암반에서 서식하는 모자반의 특성상 서식어류의 원활한 채집을 위한 조사어구의 선택에 있어 트롤 형식의 어구가 아닌 두릿그물을 선택하였다는 점, 즉 조사어구의 차이 및 각 조사해역에서의 만내 조사위치의 차이(Lee et al., 2000)도 중요한 이유로 추정된다.

본 연구 해역의 경우는 어류의 출현 양상은 수온 또는 모자반 군락이 일반적으로 상승 또는 성장하는 시기(Ornellas and Coutinho, 1998)와 높은 관계를 보이는 것으로 나타났다. 조사해역에서 모자반 군락의 성장을 살펴보면 11월부터 점차 성장하여 5, 6월에 최대성장을 보였으며, 이시기에 어류의 출현 양

있다(Adams, 1976; Livingston, 1982). 일반적으로 모자반류는 서식 장소에 따라 성장속도(Yamauchi, 1984)와 성숙시기(Marui et al., 1981) 등에 있어 차이를 나타내게 되지만 수온과 밀접한 관계가 있는 것으로 보고되어 있다(Umezaki, 1983). 또한, 모자반 군락은 수온이 상승하는 시기인 봄부터 초여름까지 성장하며(Taniguchi and Yamada, 1988; Lee, 1991), 이시기에 생태계 정화 능력이 최대에 도달하는 것으로 알려져 있다(Green and Short, 2003; Larkum et al., 2006). 이러한 결과로부터 본 연구 해역에 출현하는 어류는 수온이 상승하는 시기와, 모자반 군락이 성장할수록 출현량이 많아지는 경향을 나타내었다. 하지만 수온이 겨울철 2008년 12월과 2009년 1월에는 수차례 반복조사에도 불구하고 한파의 영향으로 어류가 채집되지 않았다. 이러한 이유는 다른 해역과 유사한 결과로 수온이 하강하는 시기에 생물량이 낮고, 수온이 높은 시기에 생물량이 높아지는 것으로 판단된다(Lee et al., 1997; Lee et al., 2000). 하지만 본 연구에서는 12월과 1월에 어류의 채집이 전혀 이루어지지 않아 계절적 변동요인을 포함하여 모자반의 성장 외에도 먹이생물, 서식처 및 먹이에 대한 중간 경쟁 등과 같은 여러 요인들이 모자반 군락에 서식하는 어류군집에 어느 정도 영향을 미치는 것으로 추정된다.

모자반 군락 생태계에서 최상위 영양단계에 위치하고 있는 어류에 모자반군락이 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해서는 모자반 군락내 생태계의 에너지 흐름에 관한 연구가 종합적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

Table 2. Comparison of sampling period, habitat, sampling gear, number of species and dominant species of fishes among three different coastal waters in Korea

	Angol Bay	Jindong Bay	Gamak Bay
Sampling period	Apr. 1998-Mar. 1999	Jan. 2002-Dec. 2002	Oct. 2008-Sep. 2009
Habitat	Eelgrass bed	Eelgrass bed	Sargassum bed
Sampling gear	Beam trawl	Beam trawl	Surrounding net
Number of species	39	26	21
Dominant species	<i>Leiognathus nuchalis</i> <i>Pholis nebulosa</i> <i>Pseudoblennius cottooides</i>	<i>Hexagrammos otakii</i> <i>Acanthopagrus schlegeli</i> <i>Lateolabrax japonicus</i>	<i>Takifugu niphobles</i> <i>Engraulis japonicus</i> <i>Lateolabrax japonicus</i>
Reference source	Lee et al.(2000)	Kwak et al.(2006)	Present study

상 또한 점차 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 대형 해조 및 해초지와 대형무척추동물의 종다양성 및 양적변동은 밀접한 관계가 있다(Stoner, 1980; Gore et al., 1981). 이러한 결과는 결국 최상위 포식자인 어류의 성어와 치어에 있어 대형해조군락이 주요한 먹이공급 장소를 제공한다는 의미로 해석될 수

## 감사의 글

이 연구는 농림수산식품부 수산특정연구개발사업의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 현장조사 및 분석에 많은 도움을 주신 박일웅, 김윤철, 최기원님께 감사의 뜻을 전합니다.

참 고 문 헌

- [1] Adams, S. M.(1976), The ecology of eelgrass *Zostera muelleri*(L.) fish communities. II. Functional analysis, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Vol. 22, pp. 293-311.
- [2] An, Y. K., J. H. Cho, H. S. Yoon, I. W. Park, Y. S. Kim, H. J. Kim and S. D. Choi(2009), Influence of *Sargassum* beds on the water quality characteristics in Gamak Bay, Korea, Fisheries and Aquatic Science, Vol. 42, pp. 284-289.
- [3] Boaden, P. J. S.(1985), An Introduction to Coastal Ecology, Chapman and Hall, p. 218.
- [4] Bray, J. R. and J. T. Curtis(1957), An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecological Monographs, Vol. 27, pp. 325-349.
- [5] Coyer, J. A.(1982), Observations on the reproductive behaviour of the giant kelpfish, *Heterostichus rostratus* (Pisces: Clinidae), Copeia, pp. 344-350.
- [6] Ebeling, A. W. and D. R. Laur(1985), The influence of plant cover on surfperch abundance at an offshore temperate reef, Environmental Biology Fishes, Vol. 12, pp. 169-179.
- [7] Fujita, D.(1987), The report of interview to fisherman on "Isoyake" in Taisei-cho, Hokkaido. Suisanzoshoku, Vol. 35, pp. 135-138.
- [8] Gore, R. H., E. E. Gallaher, L. E. Scotto and K. A. Wilson(1981), Studies on decapod crustacea from the Indian River region of Florida, XI. Community composition, structure, biomass and species-area relationships of seagrass and drift algae-associated macrocrustaceans. Estuarine, Coastal and Shelf Science, Vol. 12, pp. 485-508.
- [9] Green, E. P. and F. T. Short(2003), World atlas of seagrasses. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre, University of California Press, Berkeley, p. 298.
- [10] Guidetti, P. and S. Bussotti(2000), Fish fauna of a mixed meadow composed by the seagrasses *Cymodocea nodosa* and *Zostera noltii* in the Western Mediterranean, Oceanology Acta, Vol. 23, pp. 759-770.
- [11] Holbrook, S. J. and R. J. Schmidt(1994), Spatial and temporal patterns in assemblages of temperate reef fish, American Zoologist, Vol. 34, pp. 463-475.
- [12] Hoshika, A., M. J. Sarker, S. Ishida, Y. Mishima and N. Takai(2006), Food web analysis of an eelgrass (*Zostera marina* L.) meadow and neighbouring sites in Mitsukuchi bay(Seto Inland Sea, Japan) using carbon and nitrogen stable isotope ratios, Aquatic Botany, Vol. 85, pp. 191-197.
- [13] Huh, S. H.(1986), Species composition and seasonal variations in abundance of fishes in eelgrass meadows, Bulletin Korean Fisheries Society, Vol. 19, pp. 509-517.
- [14] Huh, S. H. and Y. R. An(2000), Species composition and seasonal variation of fish assemblage in the coastal water off Gadeok-do, Korea. 1. fishes collected by a small otter trawl. Journal of Korean Fisheries Society, Vol. 33, pp. 288-301.
- [15] Huh, S. H. and Y. R. An(2002), Species composition and seasonal variations of fish assemblage in the coastal water off Gadeok-do, Korea. 2. fishes collected by three sides fyke nets, Journal of Korean Fisheries Society, Vol. 34, pp. 366-379.
- [16] Jackson, E. L., A. A. Rowden, M. J. Attrill, S. J. Bossey and M. B. Jones(2001), The importance of seagrass beds as habitat for fisheries species, Oceanography and Marine Biology, Vol. 39, pp. 269-303.
- [17] Kim, I. S., Y. Choi, C. L. Lee, Y. J. Lee, B. J. Kim and J. H. Kim(2005), Illustrated book of Korea Fishes, Kyohak Publishing Company Ltd, p. 615.
- [18] Korea Meteorological Administration(2010), [Http://www.kma.go.kr/weather/observation](http://www.kma.go.kr/weather/observation)
- [19] Kwak, S. N., S. H. Huh and C. G. Choi(2006), Comparisons of fish assemblages associated with eelgrass bed and adjacent unvegetated habitat in Jindong Bay, Korean Journal of Ichthyology, Vol. 18, pp. 119-128.
- [20] Larkum, A. W. D., R. J. Orth and C. M. Duarte(2006), Seagrass: biology, ecology and conservation, Springer, Netherlands, p. 691.
- [21] Lazzari, M. A. and B. Z. Stone(2006), Use of submerged aquatic vegetation as habitat by young of the year epibenthic fishes in shallow marine nearshore waters, Estuarine, Coastal and Shelf Science, Vol. 69, pp. 591-606.
- [22] Lee, S. S.(1991), Effects of environmental factors on growth and maturity of *Sargassum fulvellum*(Turner) C. Agardh, MS Thesis, National Fisheries University of Busan, Korea, p. 42.
- [23] Lee, T. W., H. T. Moon and S. S. Choi(1997), Change in species composition of fish in Chonsu Bay. 2. Surf zone fish, Korean Journal of Ichthyology, Vol. 9, pp. 79-90.
- [24] Lee, T. W., H. T. Moon, H. B. Hwang, S. H. Huh and

D. J. Kim(2000), Seasonal variation in species composition of fishes in the eelgrass beds in Angol Bay of the southern coast of Korea, Journal of Korean Fisheries Society, Vol. 33, pp. 439-447.

of *Eisenia bicyclis* beds on barren grounds at Tsusima Islands, Suisanzoshoku, Vol. 41, pp. 67-70.

- [25] Livingston, R. J.(1982), Trophic organization of fishes in the coastal seagrass system, Marine Ecology Progress Series, Vol. 7, pp. 1-12.
- [26] Marui, M., S. Inal and T. Yoshida(1981), Growth and maturation six species of *Sargassum* and *Cystoseira* (Phaeophyta, Fucales) in Oshoro Bay, Hokkaido, Japan. Japanese Journal of Phycology, Vol. 29, pp. 277-281.
- [27] Moyle, P. B.(1993), Fish, University of California, p. 272.
- [28] Oak, J. H. and I. K. Lee(2005), Taxonomy of the genus *Sargassum*(Fucales, Phaeophyceae) from Korea. I. Subgenus *Bactrophyucus* Section *Teretia*, Korean Journal of Phycology, Vol. 20, pp. 77-90.
- [29] Ornellas, A. B. and R. Coutinho(1998), Spatial and temporal patterns of distribution and abundance of a tropical fish assemblage in a seasonal *Sargassum* bed, Cabo Frio Island, Brazil, Journal of Fish Biology, Vol. 53, pp. 198-208.
- [30] Pondella, D. J., L. G. Allen, M. T. Craing and B. Gintert(2006), Evaluation of eelgrass mitigation and fishery enhancement structures in San Diego Bay, California. Bulletin of Marine Science, Vol. 78, pp. 115-131.
- [31] Shannon, C. E. and W. Weaver(1949), The Mathematical Theory of Communication, Illinois University Press, p. 117.
- [32] Stoner, A. W.(1980), The role of seagrass biomass in the organization of benthic macrofauna assemblages, Bulletin of Marine Science, Vol. 30, pp. 537-551.
- [33] Taniguchi, K. and H. Yamada(1988), Annual variation and productivity of the *Sargassum horneri* population in Mastsushima Bay on the Pacific coast of Japan, Bulletin of Tohoku Reginal Fisheries Research Laboratory, Vol. 50, pp. 59-65.
- [34] Umezaki, I.(1983), Ecological studies of *Sargassum miyabei* Yendo in Maizuru Bay, Japan Sea, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, Vol. 49, pp. 1825-1834.
- [35] Yamauchi, K.(1984), The formation of *Sargassum* beds on artificial substrata by transplanting seedings of *S. horneri*(Turner) *C. Agardh* and *S. muticum*(Yendo) Fensholt, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, Vol. 50, pp. 1115-1123.
- [36] Yotsui, T. and N. Maesako(1993), Restoration experiments

원고접수일 : 2011년 01월 13일

원고수정일 : 2011년 02월 10일 (1차)  
: 2011년 03월 17일 (2차)

게재확정일 : 2011년 03월 24일