

경남 통영해역의 뜬말에 서식하는 방어 유어에 관한 연구

조선희 · 명정구⁺ · 김종만 · 이진환* · 박용주
한국해양연구원 해양자원연구본부, *삼명대학교 생물학과

Study on the Young Yellowtail, *Seriola quinqueradiata* (Carangidae, Perciformes) from Drifting Seaweeds in the Coast of Tongyeong, Korea

Sun-Hyung CHO, Jung-Goo MYOUNG⁺, Jong-Man KIM, Jin Hwan LEE* and Yong-Joo PARK
Korea Ocean Research and Development Institute, Ansan, Post Office Box 29, Seoul 425-600, Korea
*Department of Biology, Sangmyung University, Seoul 110-743, Korea

Young *Seriola quinqueradiata* associated with drifting seaweeds were investigated monthly between April 1998 and March 1999 in the coastal area of Tongyeong, Korea. The most abundant types of seaweed were in the genus *Sargassum*, including *S. horneri*, *S. miyabei* and *S. thunbergii*. The size of seaweed patches varied by season: patches larger than 4 m in diameter were found in May, whereas patches smaller than 0.5 m in diameter were abundant in August and September. Young *Seriola quinqueradiata* ranged from 12.9 to 135.4 mm in total length were collected from May to July at the study area. The striped bands on the bodies of young *Seriola quinqueradiata* were developed at 10.0~15.0 mm in total length and increased up to 12 bands with growth. These bands were gradually disappeared at 130.0~150.0 mm in total length. There was no significant relationship between the number of *Seriola quinqueradiata* collected and the weights of the seaweed patches ($r^2=0.04$, $P<0.05$).

Key words: Young yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, Drifting seaweed, Morphological characteristics, Tongyeong

서론

모자반 (*Sargassum* spp.) 등의 해조류가 해저 또는 기저로부터 떨어져 나와 바다 표층에 떠다니는 것을 '뜬말 (流藻)' 또는 '유조 (流藻)'라고 한다. 이렇게 떠다니는 해조류 (이후 '뜬말'로 사용)는 플랑크톤과 방어 (*Seriola quinqueradiata*), 볼락 (*Sebastes inermis*) 등 일부 어종의 치어들에게 은신처나 먹이를 얻는 장소로 이용되고 어린 새끼들의 먼 거리 이동을 가능하게 하는 서식처의 역할을 한다 (Safran and Omori, 1990).

뜬말에 대한 연구는 이를 구성하는 해조류 (Segawa et al., 1959 a,b,c; 1960a,b; 1961a,b,c; Ikehara and Sano, 1986), 출현 어종 (Uchida and Shojima, 1958; Ida et al., 1967), 어류의 뜬말 선호 경향 (Senta, 1966a,b,c; Hunter and Mitchell, 1968) 등이 있다. 또 일본에서는 항공기를 이용한 뜬말의 양 및 분포로 방어 치어 자원을 추정한 연구도 있다 (Mitani, 1965a,b,c; 1967). 우리나라에서도 80년대부터 뜬말 아래에서 방어, 말쭝치 (*Thamnaconus modestus*), 조피볼락 (*Sebastes schlegeli*) 치어를 채포, 수집하여 양식해 오고 있고, 남해안에서의 치어 네트에 의한 자치어 출현 양상에 대한 연구 (Kim, 1983; Kim et al., 1981) 등은 있었으나 뜬말에 대한 체계적인 연구는 아직 없었다.

방어는 부시리 (*S. aureovittata*), 갯방어 (*S. purpurascens*)와 함께 농어목 (Perciformes), 전갱이목 (Carangidae) 방어과 (Naucratinae), 방어속 (*Seriola*)에 속하며 (Lee et al., 2000) 80년대부터 발달한 해상가두리 양식의 대상 어종이지만 인공종묘

생산 기술이 발달되지 않아 양식용 치어를 전량 뜬말 아래에서 채집하여 사용해 오고 있는 종이다 (KORDI, 1987).

지금까지 방어의 월동장은 제주도 남쪽 해역과 일본 큐우슈우 남서쪽해역, 산란장은 일본 큐우슈우 남서쪽 해역과 동중국해 남쪽의 넓은 해역으로 추정되고 있으나 (KORDI, 1987) 우리 나라 연안의 방어 초기 생활사에 대한 연구는 아직 없다.

경상남도 통영해역은 쓰시마난류의 영향을 직, 간접적으로 받으면서도 연안 해역의 특성을 갖고 있어 년중 수온이 10.0~27.0℃ 범위이며, 계절에 따라 60여종의 어류 자치어가 출현하는 해역이다 (KORDI, 1998; 1999; 2000).

이 연구는 경상남도 통영시 산양면, 육지면 해역의 뜬말과 함께 채집된 어류 중 방어를 대상으로 유어의 생태 및 형태적 특징을 밝히고, 이들 출현 양상과 뜬말과의 관계를 규명하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

1998년 4월부터 1999년 3월까지 매월 1~2회에 걸쳐 경상남도 통영시 산양면 연안에서부터 갈도, 고암, 흥도주변 해역까지 뜬말을 채집하였으며, 조사 해역 내 대장두도 부근 (Fig. 1, A)과 육지도, 좌사리도 사이 해역 (Fig. 1, B)에서 매월 수온과 염분도 (YSI 85 SCOOT)를 측정하였다.

뜬말 채집은 한국해양연구원 조사선 (해양호, 2.9 ton)을 이용하였고, 뜬말의 크기에 따라 목측 직경이 2.0 m 이상인 것은 소형 후리망 (surrounding net, 30 m×7~10 m, 23절 랫셀망), 1.0~1.5 m인 것은 배 옆에 장착한 끌망 (dragged net, 앞쪽 1.5 m×1.5 m×6 m, 23절

⁺Corresponding author: jgmyoung@kordi.re.kr

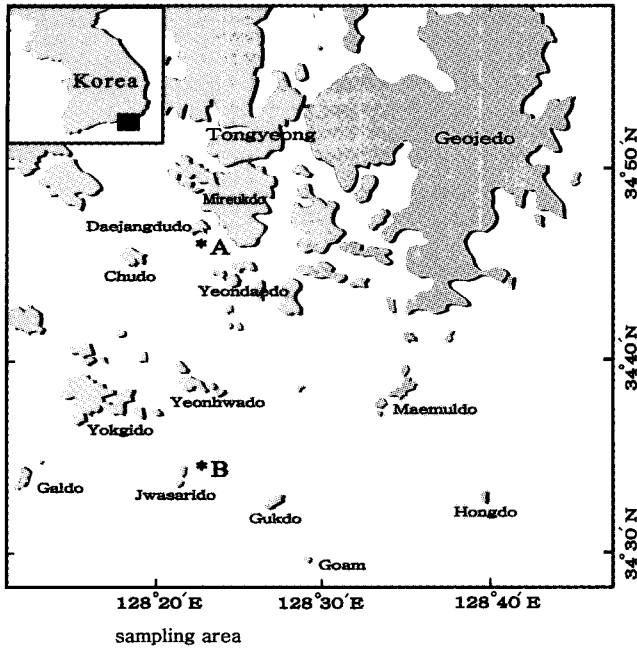


Fig. 1. A map showing the sampling area in the coastal water of Tongyeong, Korea.

랏셀망, 뒷쪽 4.3×3.5 mm, 27절 랏셀망), 1.0 m 이하는 뜰망 (scoop net, 망경 1.8×1.8 mm, ϕ0.7 m (Cho et al., 2001))을 사용하여 매 회 약 20개의 뜰망과 함께 방어 치어들을 채집하였다. 채집한 개체는 현장에서 5% 중성포르말린으로 고정한 후 실험실로 운반하여 전장과 체장을 계측하였다. 중 동정 및 형태 관찰은 해부현미경을 이용하였다.

뜰망에서의 행동습성은 SCUBA diving에 의한 수중 스케치 및 촬영과, 뜰망과 함께 채집된 어류를 수조에 수용한 후 육상 수조에서의 관찰을 병행하였다.

방어 치어의 동정은 Uchida et al. (1958), Uchida et al. (1966), Fukuhara et al. (1986), Okiyama (1988), Chyung (1977) 등을 참조하였다.

뜰망의 조밀도를 나타내는 밀도계수 값 (C)을 구하여 뜰망의 퍼져있는 정도나 뭉쳐져 있는 정도와 방어의 개체수 사이의 상관관계를 조사하였다. 밀도계수 (C)는 뜰망의 질량 (W)을 반구형으로 환산한 뜰망의 부피 (2/3×π×r³, r: 뜰망의 목측 직경)로 나눈 값으로 정의하였다.

$$C = W/2\pi, r^3/3$$

결 과

1. 수온 및 염분 환경

조사 기간 중 이 해역의 수온은 년 중 10.7~26.8°C의 범위였으며 조사 해역 내 두 환경 조사정점 (Fig. 1, A, B) 간 큰 차이는 없었으나, 1, 8, 9월에 B의 수온이 A보다 조금 높은 경향을 나타내었다.

방어 유어는 연안 수온이 16.6°C (5월)일 때 출현하여 23.2°C (7월) 전후까지 뜰망 아래에서 채포되었다.

2. 뜰망의 구성 및 크기

뜰망을 구성하는 해조류는 팽생이모자반 (*Sargassum horneri*), 미야베모자반 (*S. miyabei*), 큰잎모자반 (*S. ringgoldianum*), 구슬모자반 (*S. piluliferum*), 잔가시모자반 (*S. micracanthum*) 등의 모자반류 (*Sargassum* spp.)가 대부분이었고, 그 외 잘피 (*Zostera* sp.)나 개도박 (*Pachymeniopsis lanceolata*), 불레기말 (*Camphyleophora crassa*) 등이었다. 그 외 로우프, 스티로폴 조각, 그물 등 부유 물체들도 뜰망과 함께 있었다.

뜰망의 크기는 방어가 출현하기 시작하는 시기인 봄에 가장 커 5월에는 지름이 4.0 m 이상 되는 뜰망도 상당수 출현하였으나, 수온의 상승과 함께 점점 작아져 8, 9월에는 직경이 50.0 cm 이하 되는 것들이 많아졌다. 이 뜰망의 무게는 봄부터 여름철까지 0.1~11.0 kg 범위로 다양하였으나 가을 이후에는 1.0 kg 미만이 대부분을 차지하였다. 뜰망의 크기와 무게는 뜰망을 구성하는 해조류의 종류나 떠있는 양상 즉, 퍼져있는 정도에 따라 다양하였다.

3. 출현 방어의 크기, 형태 및 행동 습성

출현기간 중 뜰망에서 채포된 방어 크기는 12.9~135.4 mm 범위로 월별 전장 조성으로 미루어 볼 때 Fig. 2에서 보는 바와 같이 단일한 성장 양상을 보였다. 5월에 채집된 614마리 중 30.1~70.0 mm는 75.0%를 차지했고, 6월에는 1,054마리 중 30.1~70.0 mm가 77.0%를 차지하였으며, 7월에는 87마리 중 70.1~110.0 mm가 72.0% 관찰되었다.

이 해역에서 방어 치어의 출현 양상은 5월에 육지도의 남쪽해역 즉, 연안에서 먼 곳부터 시작하여, 6월이 되면서 육지도 북쪽 연안

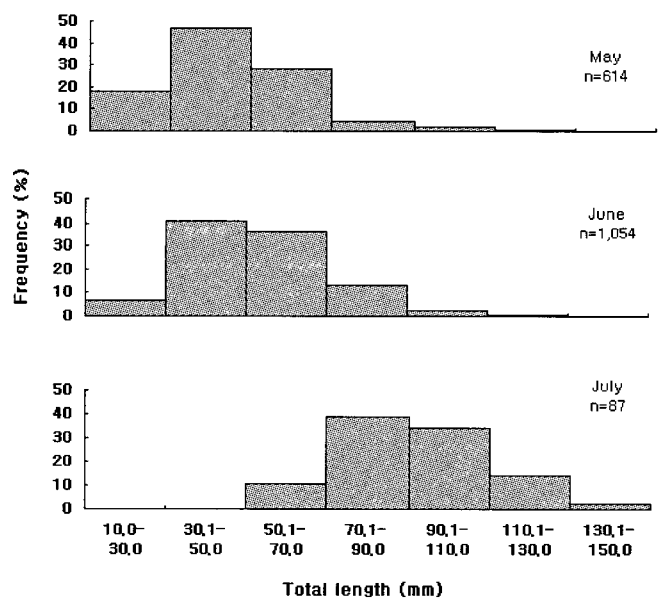


Fig. 2. Monthly changes of size composition of yellowtail, *Seiriola quinqueradiata*.

즉, 내만 쪽 해역에서도 방어가 채집되었고, 개체 수도 증가하였다. 7월에는 개체 크기가 100.0 mm 전후로 커진 반면 마리 수는 대폭 감소하는 경향을 보였다.

뜬말 아래에서 채포된 방어는 등은 녹색, 체측과 배는 노랑색을 띠는데 어린 개체일수록 배 쪽은 짙은 노랑색 황금색을 띤다. 이 시기의 방어는 모두 체측에 6~12개의 가로 줄무늬를 가지는데 이 막대형 무늬는 전장 10.0~15.0 mm에 나타나기 시작하여 전장 10.0~30.0 mm 범위에서 6~9개, 그 후 성장과 함께 5~12개 (주로 7~10개)로 증가하다가 전장이 130.0~150.0 mm 범위로 성장하면서 점차 사라진다 (Table 1, Fig. 2). 이 줄무늬가 사라지면서 방어의 체측과 배의 노랑색도 점차 열어져 은백색을 띠게 된다 (Fig. 3).

방어 채포해역과 육상 수조에서의 관찰에 의하면, 뜬말에 대한 방어 치어의 행동 습성은 성장에 따라 변화했다. 즉, 전장 20.0~30.0 mm의 황금색 체색을 띤 치어들은 떠 있는 모자반의 줄기 사이에 은신하는 경향이 있었고, 전장이 30.0 mm 이상 되는 개체들은 뜬말 아래 0.5~1 m 수층에 머무는 경향을 나타내었다.

Table 1. Variation of number of striped bands on the body by size of *Seriola quinqueradiata*

Range of TL (mm)	Number of vertical bands								Total	
	5	6	7	8	9	10	11	12		
10.0~30.0		16	20	5	1					42
30.1~50.0	1	28	106	159	45	14	1			354
50.1~70.0		1	34	112	95	25	6			273
70.1~90.0			7	31	42	16	4	1		101
90.1~110.0			1	6	15	10	4			36
110.1~130.0			6	8	8	3	3			28
130.1~150.0				1		1				2

4. 뜬말의 밀도계수와 방어 마리수의 관계

5월에서 7월까지 채집된 방어를 대상으로 채집 개체수와 뜬말의 밀도계수 (C)와의 관계는 $r^2=0.04$ 로서 뚜렷한 관계가 보이지 않았다 (Fig. 4). 한편, 채집 도구별로 나누어 보면 쪽대나 끝망의 표본에서는 상관성이 없었고, 후리망은 유의하지는 않지만 약간 ($r^2=0.21$)의 상관성을 보였다 (Fig. 5).

고찰

뜬말은 주로 팽생이모자반 등의 모자반류가 주를 이루는데 콩치 (*Cololabis saira*), 학공치 (*Hyporhamphus sajori*)의 산란장으로 서도 사용되며 (Uchida and Shojima, 1958), 어린 고기들에게는 은신처, 먹이를 얻는 장소 등을 제공하여 "nursery ecosystem"으로서의 역할을 한다 (Safran and Omori, 1990). 방어는 뜬말의 분포로서 자원량을 간접적으로 추정할 정도로 뜬말을 적극적으로 이용하는 종으로 알려져 왔으며 (Mitani, 1965a,b,c; 1967), 5~7월에 남해안의 뜬말 아래에서 수집한 방어, 말쥐치 등을 양식용 종묘로 사용해 왔기 때문에 이들 종의 치어 자원량을 추정하는 데에는 뜬말에 대한 정밀한 조사가 효과적인 것으로 생각된다.

이번 조사 대상 해역의 뜬말에서 연간 채포된 어종은 총 27과

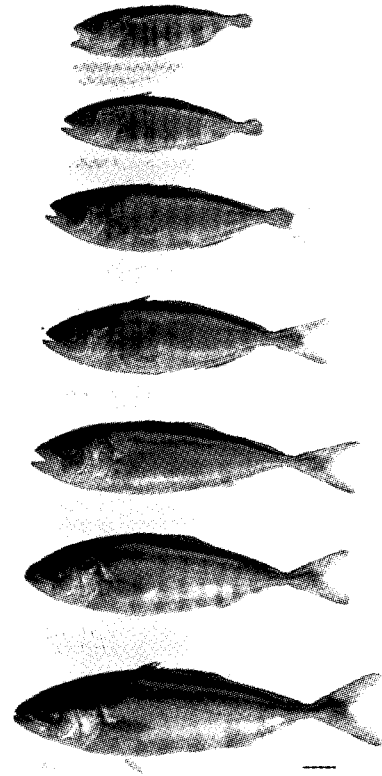


Fig. 3. Young yellowtail, *Seriola quinqueradiata* collected with drifting seaweeds. Scale bar indicates 10 mm.

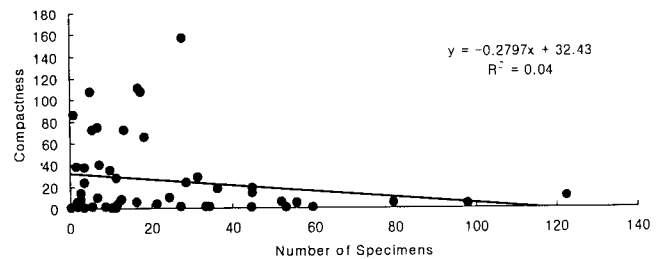


Fig. 4. Relationships between the compactness (C) of drifting seaweeds and the number of young yellowtail, *Seriola quinqueradiata* in the coastal area of Tongyeong, Korea.

56종이었으며 방어는 년중 가장 많은 어종이 출현하였던 5월, 연안에서 멀리 떨어진 국도, 좌사리도 부근해역에서부터 출현하기 시작하였다. 뜬말에서 채집된 표본의 전장 범위는 12.9~135.4 mm 이었는데, 이는 동중국해의 뜬말에서의 조사 결과인 최소 18.4 mm (33일령), 최대 113.8 mm (88일령) (Sakakura and Tsukamoto, 1997a)와 거의 일치하고 있어 방어는 생후 30일째부터 90일 전후에까지 뜬말 아래에서 생활하는 것으로 판단되었다.

방어는 자어기에서 치어기로 변태 후 전장 10.0 mm에서 선호하는 빛의 밝기가 10^4 lx에서 10^3 lx 이하로 변하는데, 약 $1 m^3$ 부피의 뜬말 아래 빛 강도가 10^3 lx 이하라는 사실 (Sakakura and Tsukamoto, 1997b)로 미루어, 이번 조사에서 채집된 최소 개체인 전장이 12.9

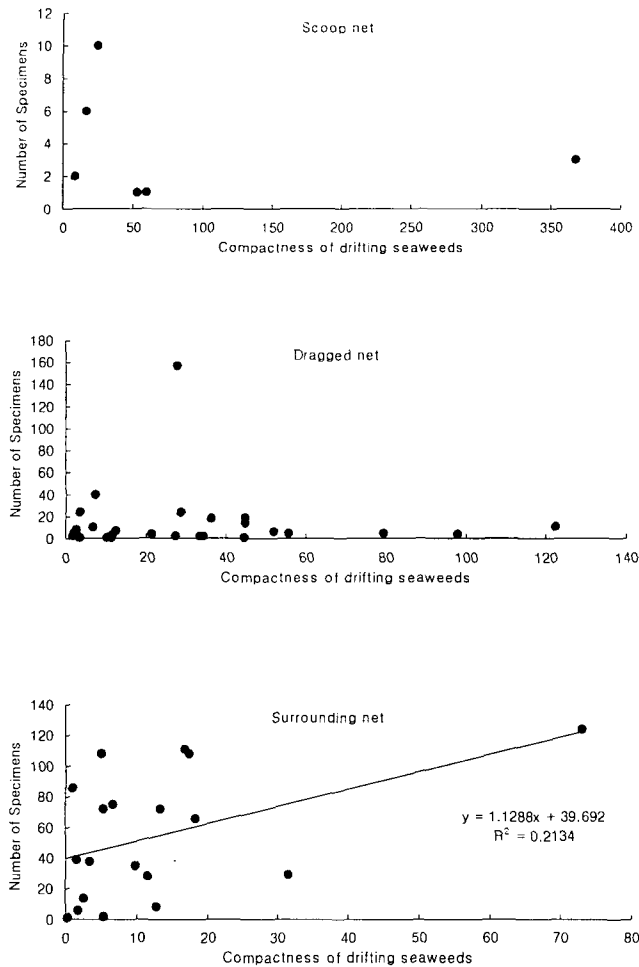


Fig. 5. By gears, relationships between the compactness (C) of drifting seaweeds and the number of young yellow-tail, *Seriola quinqueradiata* in the coastal area of Tongyeong, Korea.

mm인 방어는 이러한 빛의 광도를 선호하는 치어기로 인정되었다. 따라서 빛의 세기는 자어에서 치어로 변태 완료한 방어 치어가 뜬말 아래에 모이는 하나의 환경요소로 작용하는 것으로 판단된다.

방어는 같은 장소에서 산란된 개체군이 한 때로 이동하면서 뜬말을 이용하는 것으로 알려져 있는데 (Sakakura and Tsukamoto, 1997a), 이번 조사에서 채포된 어린 방어 역시 월별 전장 조성으로 볼 때 거의 단일 성장 양상을 나타내어 이들도 역시 거의 같은 시기, 장소에서 산란한 동일 개체군으로 추측되었다. 따라서 우리나라 남해안의 이들 개체군의 산란장을 추적 조사할 필요가 있다고 생각되었다.

뜬말에서의 방어의 행동은 성장에 따라 변화였는데, 30.0 mm 이하의 어린 치어들은 주로 바다의 표층에 뭉쳐져 있는 모자반 등의 해조 덩어리 속에 머문다. 이러한 행동 습성은 10.0~30.0 mm 크기의 치어들이 체측에 막대형 무늬와 황금색 체색을 강하게 띠고 있는 것과 잘 일치하고 있으며, 그후 성장함에 따라 유연력이 강해지고 그에 따라 행동 반경이 커지면서 배의 체색도 점차 은

빛을 띠게 된다. 이러한 변화에서 방어 유어는 성장하면서 은신처인 뜬말에 대한 의존도가 점차 줄어간다는 것을 알 수 있다. 따라서 방어 유치의 보다 정확한 정량적인 조사를 위해서는 이러한 형태 및 행동 습성 변화를 고려한 어구 선택이 필요하리라 여겨진다.

1998년 5월~7월에 채집된 방어는 총 1,755마리였으나, 1999년 방어가 출현하는 같은 시기에 동일한 방법, 주기로 채포하였으나 5월말부터 총 88마리밖에 채포되지 않아 (KORDI, 1999) 뜬말과 함께 출현하는 방어의 출현 시기, 기간 및량은 해수의 흐름 등의 요인들에 의해 연간 변동폭이 매우 큰 것으로 나타났다.

뜬말 아래에서 생활하는 동안 방어의 체색은 성어에 비하여 노랑색 또는 황금색이 강하며 체측에는 막대형 무늬가 발달한 것이 특징이었다 (Fig. 3). 이와 같은 줄무늬의 일시적인 발달은 말뚝치 (KORDI, 1999)나 독가시치 (*Siganus fuscescens*) 치어 (Uchida and Shojima, 1958)에서도 관찰되었는데, 이런 무늬가 뜬말 아래에서 생활하는 동안만 출현하는 것으로 보아 이들 종이 뜬말 아래에서 생활하는 동안 가지는 일종의 보호색으로서 형태적인 다양한 적응 현상으로 생각되었다.

지금까지의 연구에서는 뜬말의 크기나 무게와 뜬말에 서식하는 어류 치어와의 사이에는 유의한 상관 관계가 없다고 알려져 왔다 (Saf-ran and Omori, 1990). 그러나 현장 조사시 거의 크기가 같은 뜬말이라도 해조류가 조밀하게 뭉쳐져 있었던 뜬말에서 보다 많은 양의 치어가 채포된 경우도 있었다. 그래서 뜬말의 크기, 무게 외에 뜬말을 구성하는 해조류의 조밀도와 어류 치어의 개체수 (KORDI, 1999)나 방어 개체수와의 상관 관계도 조사해 보았지만 통영 연안에서의 연구에서는 이들 사이에 유의한 상관 관계는 인정할 수 없었다 (KORDI, 1999). 또한, 방어의 출현에 따른 시·공간성과 뜬말 특징간의 상관성을 비교하여 본 결과 계절성과 지역성에 따른 상관성을 나타내었으나, 공간성에서는 유의하지 못한 결과를 보였다. 즉, 뜬말의 외형적인 크기, 직경, 밀도 등과 방어의 서식 밀도 사이에는 직접적인 관계가 인정되지 못하였다 (Cho, 2000). 그러나 동일 조목 (潮目) 내의 뜬말의 양만으로 방어 치어의 자원량을 추정할 보고들도 있어 (Mitani, 1965a,b,c) 뜬말과 이곳에서 서식하는 어류 치어량 사이의 관계를 알아보기 위해서는 뜬말의 신선도, 떠 있는 모양이나 조밀도, 떠 있는 위치 등 다양한 조건을 고려하여 보다 많은 표본을 대상으로 한 조사가 필요하리라 생각되었다.

방어가 뜬말에 출현하였던 5월부터 7월까지의 기간 (수온 16.6~23.2°C)은 뜬말에 비교적 많은 어종의 유치어들이 함께 출현하는 기간이므로, 뜬말에서의 방어 유어 생태를 정확하게 이해하기 위해서는 뜬말 내에서 이루어지는 먹이 사슬을 포함한 뜬말 생태에 대해 종합적인 연구가 필요하겠다. 더 나아가서는 뜬말의 이동 속도와 뜬말 아래 방어 유어의 연령사정 등을 통해 우리나라의 방어 산란장 추적 등 방어 자원생태학적 연구가 필요하다고 생각되었다.

요 약

뜬말에 서식하는 방어 치어의 형태 및 출현 양상을 조사하기 위하여 1998년 4월부터 1999년 3월까지 매월 1~2회에 걸쳐 경상남도 통영시 산양면 연안의 갈도, 고암, 홍도 주변 해역까지 뜬말을

채집하였다.

뜬말은 팽새이모자반, 미아베모자반 등 대부분 모자반류 (*Sargassum* spp.)가 대부분이었으며, 뜬말의 크기는 5월에는 직경 4m 이상인 것들이 많았고, 8~9월에는 직경 0.5m 이하인 것들이 주류를 이루었다.

방어 치어는 5월에서 7월까지 뜬말주변에서 서식하였으며, 전장은 12.9~135.4mm였다. 이 시기의 방어 치어는 체측에 갈색 가로 줄무늬를 가지고 있었는데, 이 무늬는 전장 10.0~15.0mm에 나타나기 시작하여 성장함에 따라 12개까지 증가하였다가, 전장이 130.0~150.0mm가 되면서 점차 사라졌다.

채집된 방어의 개체수와 뜬말의 밀도계수 (C) 사이에는 뚜렷한 상관관계가 보이지 않았다 ($r^2=0.04$, $P<0.05$).

감사의 글

이 연구는 해양수산부가 주관하는 한국해양연구원의 용역과제인 '통영 해역 바다목장화 개발 연구 용역 사업 (PM98-005-00)'의 일부로서 수행되었으며, 방어채포 작업에 함께 수고하여 주신 한국해양연구원 바다목장센터의 정종범님, 정태운님과 강도준님께 감사의 말씀 전합니다.

참 고 문 헌

- Cho, S.H., J.G. Myoung, J.M. Kim and J.H. Lee. 2001. Fish fauna associated with drifting seaweed in the coastal area of Tongyeong, Korea. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 130, 1190~1202.
- Cho, S.H. 2000. Fish fauna on the drifting seaweeds in the coastal area of Tongyeong, Korea. Sangmyung University, Graduate School Biology (M.S. Degree), 57pp. (in Korean with English abstract).
- Chyung, M.K. 1977. In the fishes of Korea. Iljisa Pub. Co., Seoul. 727 pp. (in Korean).
- Fukuhara, O., T. Nakagawa and T. Fukunaga. 1986. Larval and juvenile development of yellowtail reared in the laboratory. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 52, 2091~2098.
- Hunter, J.R. and C.T. Mitchell. 1968. Field experiments on the attraction of pelagic fish to floating objects. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 31, 427~434.
- Ida, H., Y. Hiyama and T. Kusaka. 1967. Study on fishes gathering around floating seaweed - I. Abundance and species composition. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 33, 923~929.
- Ikehara, K. and O. Sano. 1986. Distribution and species composition of floating seaweeds collected in the Sado Straits of the Japan Sea. *Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab.*, 36, 59~75 (in Japanese).
- Kim, Y.U. 1983. Fish larvae of channel in Namhae, Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 6, 163~180 (in Korean with English abstract).
- Kim, Y.U., P. Chin, T.Y. Lee and Y.J. Kang. 1981. Studies on the fish larvae of coastal waters in Korea. *Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Busan*, 13, 1~35 (in Korean with English abstract).
- KORDI. 1987. Study for the development of technics for high-valued fish Culture (III). BSPG00044-160-3. Seoul, pp. 128~134 (in Korean).
- KORDI. 1998. '98 Studied on the development of marine ranching program in Tongyeong, Korea. BSPM 98005-01-1116-3. Seoul, 980pp. (in Korean).
- KORDI. 1999. '99 Studied on the development of marine ranching program in Tongyeong, Korea. BSPM 99021-00-1203-3. Seoul, 902pp. (in Korean).
- KORDI. 2000. Studies on the development of marine ranching program in Tongyeong, Korea. BSPM 00065-00-1284-3. Seoul, 829 pp. (in Korean).
- Lee, S.K., Y.U. Kim, J.G. Myoung and J.M. Kim. 2000. Dictionary of Korean fish names, Junginsa Pub. Co., Seoul, 222pp. (in Korean).
- Mitani, F. 1965a. An attempt to estimate the population size of the "Mojako", the juvenile of the yellowtail, *Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel, from the amount of the floating seaweeds based on the observations made by means of aeroplane and vessels - I. State of distribution of the floating seaweeds. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 31, 423~428 (in Japanese).
- Mitani, F. 1965b. An attempt to estimate the population size of the "Mojako", the juvenile of the yellowtail, *Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel, from the amount of the floating seaweeds based on the observations made by means of aeroplane and vessels - II. Estimate of the amount of the floating seaweeds. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 31, 429~434 (in Japanese).
- Mitani, F. 1965c. An attempt to estimate the population size of the "Mojako", the juvenile of the yellowtail, *Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel, from the amount of the floating seaweeds based on the observations made by means of aeroplane and vessels - III. Estimate of the population size of the "Mojako". *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 31, 500~505 (in Japanese).
- Mitani, F. 1967. An attempt to estimate the population size of the "Mojako", the juvenile of the yellowtail, from the amount of the floating seaweeds, based on the observations made by means of aeroplane and vessels - IV. Rate of exploitation of the "Mojako". *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 34, 324~334 (in Japanese).
- Okiyama, M. 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai Univ. Press, 1154pp. (in Japanese).
- Safran, P. and M. Omori. 1990. Some ecological observations on fishes associated with drifting seaweed off Tohoku coast, Japan. *Mar. Bio.*, 105, 395~402.
- Sakakura, Y. and K. Tsukamoto. 1997a. Age composition in the schools of juvenile yellowtail *Seriola quinqueradiata* association with drifting seaweeds in the East China Sea. *Fish. Sci.*, 63, 37~41.
- Sakakura, Y. and K. Tsukamoto. 1997b. Effects of water temperature and light intensity on aggressive behavior in the juvenile yellowtails. *Fish. Sci.*, 63, 42~45.
- Segawa, S., T. Sawada, M. Higaki and T. Yoshida. 1959a. Studies on the floating seaweeds - I. Annual vicissitude of floating seaweeds in the Tsuyazaki region. *Bull. Agriculture Kyushu Univ.*, 17, 83~89 (in Japanese).
- Segawa, S., T. Sawada, M. Higaki and T. Yoshida. 1959b. Studies on the floating seaweeds - II. Floating seaweeds found in Iki-Tusima region. *Bull. Agriculture Kyushu Univ.*, 17, 291~297 (in Japanese).
- Segawa, S., T. Sawada, M. Higaki and T. Yoshida. 1959c. Studies on the floating seaweeds - III. Some considerations on the formation of the floating seaweeds. *Bull. Agriculture Kyushu Univ.*, 17,

- 299~305 (in Japanese).
- Segawa, S., T. Sawada, M. Higaki and T. Yoshida. 1960a. Studies on the floating seaweeds - IV. Growth of some sargassaceous algae based on the material secured from floating seaweeds. Bull. Agriculture Kyushu Univ., 17, 429~435 (in Japanese).
- Segawa, S., T. Sawada, M. Higaki and T. Yoshida. 1960b. Studies on the floating seaweeds - V. Seasonal change in amount of the floating seaweeds off the coast of Tsuyazaki. Bull. Agriculture Kyushu Univ., 17, 437~441 (in Japanese).
- Segawa, S., T. Sawada, M. Higaki and T. Yoshida. 1961a. Studies on the floating seaweeds - VI. The floating seaweeds of the West Kyushu region. Bull. Agriculture Kyushu Univ., 18, 411~417 (in Japanese).
- Segawa, S., T. Sawada, M. Higaki and T. Yoshida. 1961b. Studies on the floating seaweeds - VII. Seasonal changes in the amount of the floating seaweeds found on Iki-and Tusima Passages. Bull. Agriculture Kyushu Univ., 19, 125~133 (in Japanese).
- Segawa, S., T. Sawada, M. Higaki and T. Yoshida. 1961c. Studies on the floating seaweeds - VIII. The drifting movement of the floating seaweeds off northern coast of Kyushu. Bull. Agriculture Kyushu Univ., 19, 135~140 (in Japanese).
- Senta, T. 1966a. Experimental studies on the significance of drifting seaweeds for juvenile fishes - I. Experiments with artificial drifting seaweeds. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 32, 639~642.
- Senta, T. 1966b. Experimental studies on the significance of drifting seaweeds for juvenile fishes - II. Experimental on the effect of light intensity. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 32, 643~646.
- Senta, T. 1966c. Experimental studies on the significance of drifting seaweeds for juvenile fishes - III. Experiments on visual stimulations. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 32, 693~696.
- Uchida, K. and Y. Shojima. 1958. Studies on the larvae and juveniles of fishes accompanying floating algae - I. Research in the vicinity of Tsuyazaki, during Mar., 1957 - Mar., 1958. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 24, 411~415 (in Japanese).
- Uchida, K. 1958. Studies on the eggs, larvae and juvenile of Japanese fishes. Series I. second laboratory of fishes biology. Fisheries Department, Faculty of Agriculture, Kyushu University Fukuoka, Japan. pl., 86, 89pp. (in Japanese).
- Uchida, K., S. Imai, S. Mito, S. Fujita, M. Ueno, Y. Shojima, T. Senta, M. Tahuku and Y. Dotu. 1966. Studies on the eggs, larvae and juvenile of Japanese fishes (Series I). Second laboratory of fisheries biology. Fisheries Development, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka, Japan, 74pp.

2002년 3월 19일 접수

2002년 11월 2일 수리