

말쥐치(*Thamnaconus modestus*)의 성숙과 산란

최정화 · 전복순 · 김재원¹ · 이정훈² · 임양재 · 이해원*

국립수산과학원 수산자원연구센터, ¹강원도립대학교, ²독도수산연구센터

Maturation and Spawning of the Filefish *Thamnaconus modestus* in Coastal Waters of Korea

Jung Hwa Choi, Bok Soon Jeon, Jae Won Kim¹, Jeong Hoon Lee², Yang Jae Im and Hae Won Lee*

Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 53064, Korea

¹Department of Aquaculture & Seafood, Gangwon State University, Gangneung 25425, Korea

²Dokdo Fisheries Research Center, National Institute of Fisheries Science, Pohang 37709, Korea

Filefish *Thamnaconus modestus* has seen a sharp decline in their catch, we must strive for continuous resource management. We investigated the maturation and spawning of *T. modestus* by trawl net and set net from January 2018 to November 2019, off Jeju Is. and in coastal waters of North Gyeongsang Province's Korea. We analyzed monthly change total length (cm), gonadosomatic index (GSI) and maturity stages, egg diameter (mm), the relations fecundity and total length. GSI for Jeju Is. was the highest in April (3.17, 2.43), and decreased from July to 1.73 in August and Gyeongbuk's GSI was the highest in April (1.86, 2.58), followed by the high in May and the sharp decline in September, which is 0.23. Using a histological method, the annual reproductive cycle of *T. modestus* can be divided into 5stage in females; the early growing stage (Jan.-Mar.), late growing stage (Apr.-May), Mature stage, spent stage (Oct.), Recover and resting stage (Nov.-Jan.). We estimate the TL at 50% maturity as 24.1cm for female, fecundity ranged from 560,044 eggs at 23.4cm total length to 1,580,387 eggs at 36.6cm TL.

Keywords: Filefish, *Thamnaconus modestus*, Maturation and spawning

서론

말쥐치는 속칭 쥐치 또는 쥐고기로 호칭되고 있으며, 한국수산통계연보에 1975년부터 단일종으로 분류 표기되어 81,397톤(M/T)의 어획량이 기록된 것을 시작으로 그 양이 증가해 1979년 230,298톤(M/T)으로 최고였고, 1981-1983년까지 17-18만톤대의 어획수준을 유지하고, 당시 단일종으로 연근해 총생산량의 약 12%를 차지했다(Park, 1985).

그러나 현재 통계청의 국가통계포털(KOSIS)에 따르면 말쥐치는 단독으로 기록되지 않고 쥐치류로 어획량이 집계 기록되고 있으며, 정확히 언제부터 말쥐치와 쥐치류의 어획량 기록이 변경되었는지 확인이 불가능했으며, 쥐치류 어획량 중 대부분이 말쥐치인 것으로 간주되고 있다(NIFS, 2017). 말쥐치(*Thamnaconus modestus*)는 우리나라 전 연안, 홋카이도를 포함한 일

본, 남중국해, 남아프리카에 분포하고 있으며, 분류상으로 복어목 쥐치과로 우리나라에는 객주리(*Aluterus monoceros*), 그물고쥐치(*Rudarius ercodes*), 쥐치(*Stephanolepis cirrifer*)를 포함한 9속 11종이 포함되어 있다(Kim et al., 2005). 쥐치류의 연간어획량은 1990년 23만톤이었다가, 1991년 6만9천톤으로 급격히 감소한 후 지속적으로 감소해 1994년에는 4천톤으로 감소하고, 1997년 1만6천톤으로 다소 증가한 이후 감소추세이고, 최근 5년간(2014-2018) 평균연간어획량은 2,035톤으로 1980년 초반에 비해 1/100 수준으로 감소했으며(Fig. 1), 전체 어획량에 대해 차지 하는 비중 역시 0.2% 수준으로 그 당시 12%에 비해 월등히 어획량이 감소한 실정이다(KOSIS, 2019). Jung and Cha (2013)의 연구에 따르면 쥐치류(말쥐치)의 어획량이 감소한 이유로 기후변화와 남획을 가정하고 있으며, 특히 1990-1993년의 전 세계적인 기후변화에 따른 이유를 주요 원

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 650. 2240 Fax: +82. 55. 650. 2206

E-mail address: roundsea@korea.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0027>

Korean J Fish Aquat Sci 53(1), 27-35, February 2020

Received 26 December 2019; Revised 21 January 2020; Accepted 13 February 2020

저자 직위: 최정화(연구관), 전복순(석사 후 인턴 연구원), 김재원(교수), 이정훈(연구사), 임양재(센터장), 이해원(연구사)

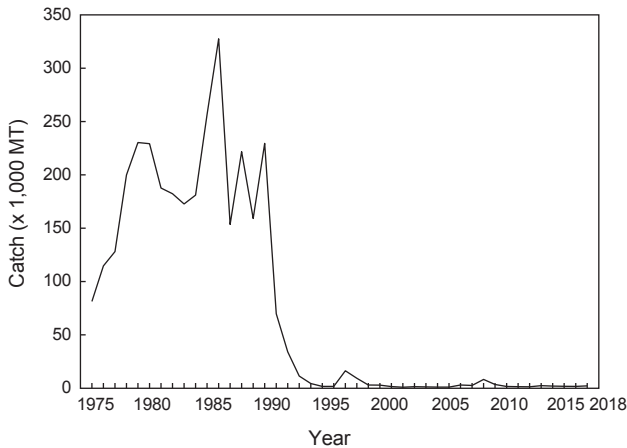


Fig. 1. Annual catch (mt) of the filefish *Thamnaconus modestus* in the Korean waters.

인으로 밝히고 있다.

우리나라에서 1991년 이후 어획량이 급격히 감소한 후 말쥐치를 주 대상으로 어획하는 업종은 없으며, 2016년에 수산자원 관리법이 개정되면서 포획금지기간과 포획금지체장이 처음으로 규정되었고 2017년 다시 개정된 후, 금지기간은 5-7월(단, 정치망 및 연안어업은 6-7월), 금지체장은 18 cm이하로 정해졌다. 본 연구에서는 말쥐치 어획량이 높았을 때의 산란과 성숙에 대한 연구결과(Park, 1985)를 토대로, 어획량이 급격히 감소한 때의 연구결과(Kim et al., 2016; Nam et al., 2018)와 산란시기를 금어기로 선정한 이후의 말쥐치의 성숙과 산란특성을 비교하고자 2018년과 2019년 어획된 말쥐치를 대상으로 체장분포, 생식소 중량지수 변화, 조직학적 변화 그리고 난경 및 포란수 등을 확인하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 시료는 2018년 1월부터 2019년 11월까지 매월 1회 제주 주변해역에서 조업하는 외끌이대형저인망어업(쌍끌이대형저인망어업)에서 어획된 것을 부산공동어시장에서 구입한 말쥐치와 동일기간 동안 경북 영덕군 축산항 인근의 정치망어업에서 채집된 말쥐치를 사용하였다(Fig. 2). 채집된 시료는 전장(total length, TL)은 0.1 cm까지 측정하였고, 전중(body weight, BW)과 생식소 무게(gonado weight, GW)는 각각 0.1 g, 0.01 g까지 측정하였다.

생식소의 무게를 통한 성숙상태의 월별변화를 확인하기 위해 생식소속도지수(gonadosomatic index, GSI)는 다음과 같이 구하였다.

$$GSI = \frac{GW}{BW} \times 10^2$$

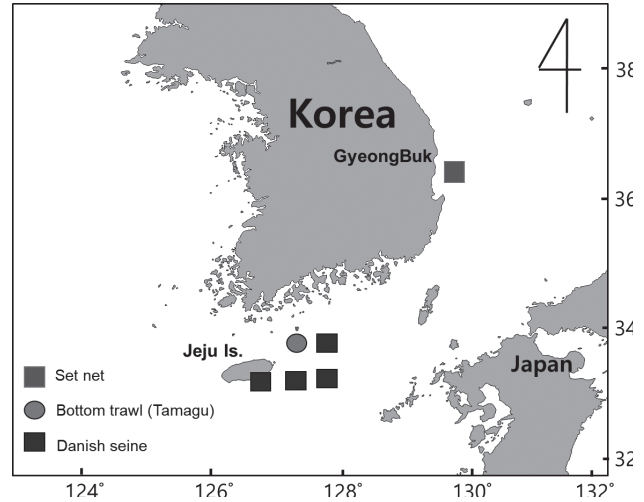


Fig. 2. Sampling area of the filefish *Thamnaconus modestus*.

여기서 GW (gonado weight)는 생식소 중량(g), BW (body weight)는 전중(g)이다.

생식소발달과정은 육안관찰로 단계별로 구분하였고, 조직학적 검경을 병행 검토하였다. 조직학적 변화를 확인하기 위해 적출한 생식소를 부위별로 구분하여, Bouin's solution에 고정하고, paraffin에 포매하여 5 μ m 전후로 절편하여 Mayer's Haematoxylin- 0.5% eosin 염색으로 조직표본을 만들고 해부 현미경(Olympus SZX16, Olympus corp. Tokyo, Japan)으로 검경하였다.

성숙체장(TL)은 산란시기 동안 체장별 중숙 이상의 개체의 비율로 구하였으며, 비선형회귀법으로 3개의 파라미터에 의해 추정되는 Gompertz curves로 나타내었으며, 식은 다음과 같다.

$$Y = a \times e^{-e^{-\frac{(L-b)}{c}}}$$

여기서 Y는 성숙체장(%), a, b와 c는 매개변수, L은 전장(TL, cm)이다. 50% 성숙체장은 위의 식을 이용하여 추정하였으며, 일반적으로 사용하는 L₅₀보다 엄격한 금지체장 설정을 위한 과학적 기준을 제시하기 위해 개체군의 75%, 100%가 성숙하는 성숙체장을 함께 추정하였다. 단, 이번 연구에서 사용한 표본 개수와 측정 오차의 영향을 최소화하기 위하여 100%에 근접하면서도 오차가 적은 것으로 분석된 L97.5를 추정하였다

주 산란시기와 산란횟수를 확인하기 위해 육안으로 구분한 중숙 이상 단계의 체급별 개체를 선택해 난의 장경을 해부현미경과 영상분석시스템(i-solution \times 64)을 이용해 난경을 측정하였고, 포란수는 난을 분리 후 해부현미경으로 계수하여 다음과 같이 구했다.

$$Fc = \frac{GW}{GW_s} \times n_s$$

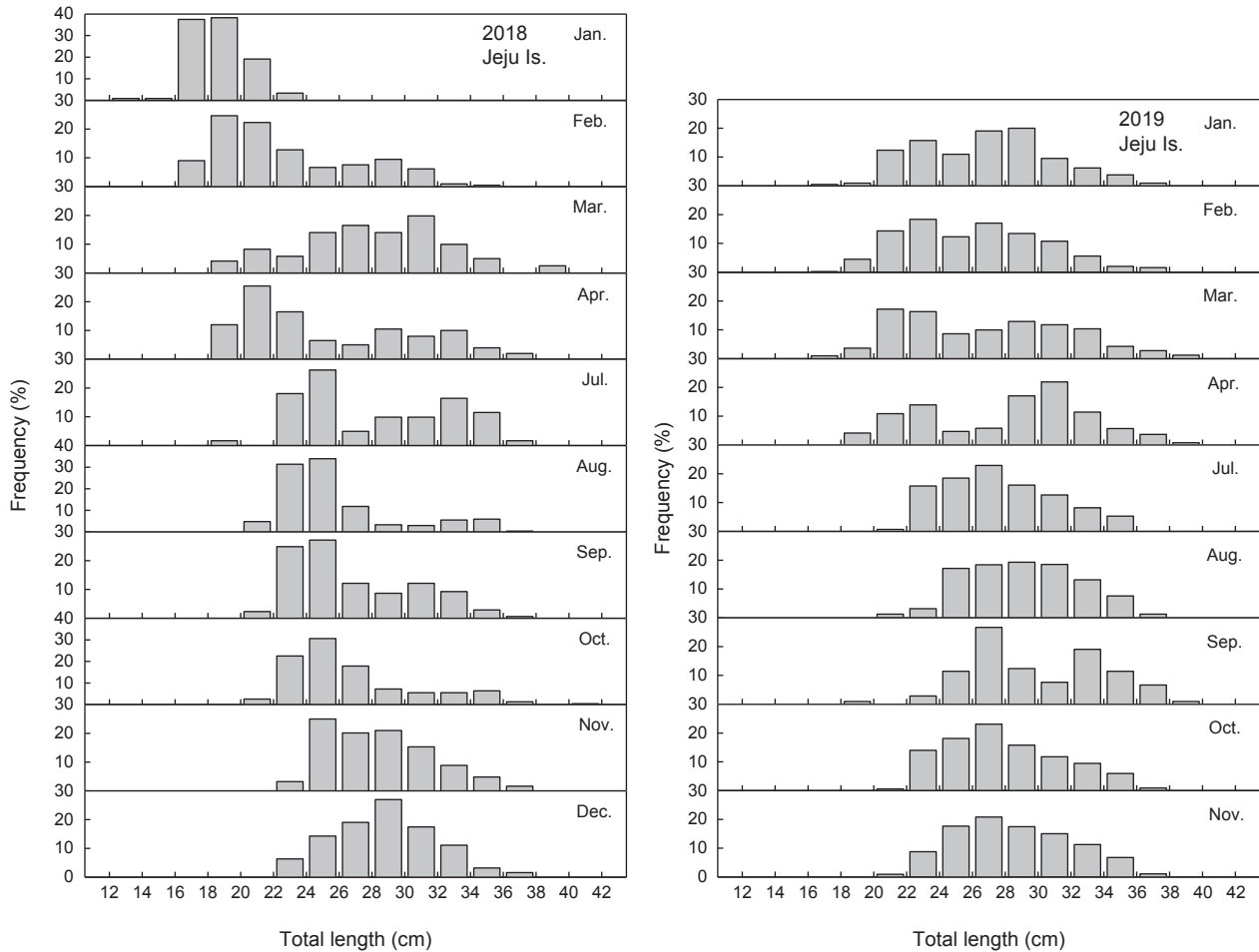


Fig. 3. Length frequency distribution of the filefish *Thamnaconus modestus* from Jan. 2018 to Nov. 2019 off Jeju Island.

여기서 Fc (fecundity)는 난소 내 전체난수, GW는 생식소 중량(g), GW_s는 난소의 일부(sample)중량, n_s는 GW_s 내의 난수이다.

한편, 난경과 포란수 분석을 위해 산란시기가 금어기로 지정되어 시료의 확보가 불가능해, 2019년 5월 국립수산과학원에서 저층트롤조사로 제주 주변해역(Fig. 2)에서 획득한 말쥐치 시료를 추가로 사용하였다.

결 과

체장분포

월별 체장조성을 구하기 위해, 제주 주변해역에서 대형저인망어업으로 어획된 말쥐치를 상품크기별 상자로 구입한 것을 표본으로 어체 측정하고, 당일 위판량을 확보하여 전체개체수로 환산하였고, 경북 영덕군 인근의 정치망으로 확보한 말쥐치는 1일 어획개체수가 부족해 매일 하순까지 누적 어획된 개체를 사용하였다.

제주 주변해역에서 2018년 1월부터 2019년 11월까지 금어기(5-7월)에는 시료를 확보할 수 없었으며, 8월 5일 이전에 확보한 시료는 7월로 간주해 체장조성을 구하였다. 제주 주변해역의 월별 체장조성의 변화를 살펴보면(Fig. 3), 2018년의 경우 1월에 16-20 cm 체장계급이 80%로 높은 비율로 차지하고 있으며, 2월에는 18-22 cm 계급이 40%로 다른 계급에 비해 높은 값을 보였고, 이러한 양상은 7월부터 10월까지 22-26 cm의 계급이 전체의 50% 이상을 차지했다. 그리고 30 cm 이상의 계급은 3월부터 높게 나타났으며 4월과 7월은 다른 월에 비해 다소 높게 나타났다, 12월의 경우 28-30 cm를 중심으로 1개의 모드를 보였다. 이후 2019년 1월부터는 2018년과 다른 양상으로 각 계급간 유사한 비율로 분포하는 것으로 나타났다. 1월부터 4월까지 20-24 cm 계급이 보이다가 8월 이후 24 cm 이하의 계급은 줄어들고 24-34 cm까지 대형 크기 그룹의 비율이 높게 나타났다.

경북 인근해역에서 2018년 1월부터 2019년 11월까지 정치망어업의 금어기(6-7월)에는 시료를 확보할 수 없었으며, 2018년 8월에도 시료를 확보할 수 없었다. 경북 인근해역의 월별 체장

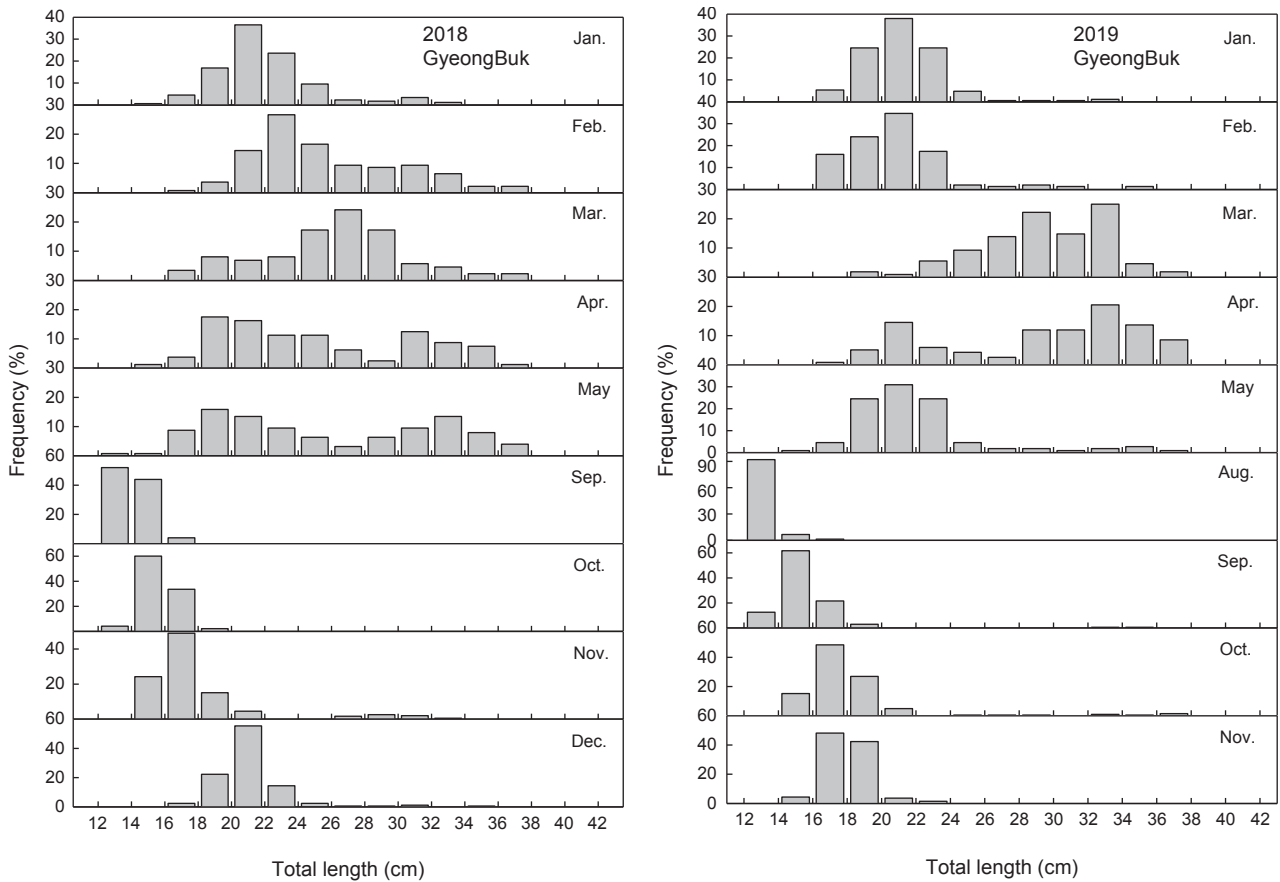


Fig. 4. Length frequency distribution of the filefish *Thamnaconus modestus* from Jan. 2018 to Nov. 2019 off Gyeongbuk.

조성의 변화를 살펴보면(Fig. 4), 2018년의 경우, 1월에는 20-22 cm 계급을 중심으로 1개의 체장모드가 나타나고 2월에는 22-24 cm 계급, 3월에는 26-28 cm 계급을 중심의 체장이 매월 성장하는 것으로 나타났으며, 4월과 5월에 20-22 cm 계급과 30-34 cm 계급 2개를 중심으로 한 모드가 형성되었고, 9월에는 12-16 cm 계급, 10월에는 14-18 cm 계급의 비율이 월등히 높았고, 11월에는 16-18 cm 계급, 12월은 20-22 cm 계급을 중심으로 모드가 보였다. 이후 2019년 1월에는 16-18 cm 계급을 중심으로 체장분포가 다소 감소한 것으로 나타났으나 3월과 4월에는 26-32 cm 계급의 비율이 높게 나타났으며 5월에는 18-24 cm 계급이 높게 보이고, 8월에는 다시 12-14 cm 계급이 90%를 차지하고, 9월에는 다소 성장한 14-16 cm 계급이 높게 나타났고 10월과 11월에는 16-20 cm 계급이 보이기 시작했다.

생식소숙도지수(GSI) 월별변화

암컷의 월별 생식소숙도지수(GSI)의 변화를 살펴보면(Fig. 5), 제주 주변해역은 1월부터 4월까지 2018년과 2019년 모두 GSI가 지속적으로 증가하는 경향을 보이고, 2018년은 평균 GSI값이 0.64에서 3.17까지 증가하였고, 2019년은 1.44에서

2.43까지 증가하였고, 금어기가 끝난 7월부터 12월까지 지속적으로 감소해 2018년은 GSI값이 2.20에서 12월에 1.31까지 감소하였고, 2019년은 2.40에서 1.65까지 감소하였다. 경북 인근해역의 경우, 2018년 1월 1.03에서 4월 1.86까지 지속적으로 증가하고 5월에 1.74로 다소 감소하였고, 이후 9월에 가장 낮은 0.23을 보이다가 12월까지 서서히 증가해 0.66까지 보였다. 2019년의 경우 1월에 0.90을 보였다가 2월에 0.76으로 감소한 후 4월에 2.58까지 증가하는 경향을 보였고, 5월에 2.30으로 다소 감소했으며, 8월에는 0.23이었고 지속적으로 증가해 11월에는 0.49까지 증가하는 경향을 보였다.

생식소의 조직학적 관찰

암컷의 난소발달과정을 살펴보면(Fig. 6), 2-3월에 초기성장기(early growing stage)로 난소가 활성화되기 시작하여 난소소엽 내에서는 호염기성의 초기 난모세포와 주변인기 난모세포들이 보였다(Fig. 6A). 4-5월에는 후기성장기(late growing stage)로 난소 조직표본에서 주로 난경 600 μm 내외의 난황이 형성되기 시작되고 난모세포들과 일부 난황 형성 전단계의 난황과립을 가지는 초기 난모세포와 난황 형성 활성기의 난모세포들

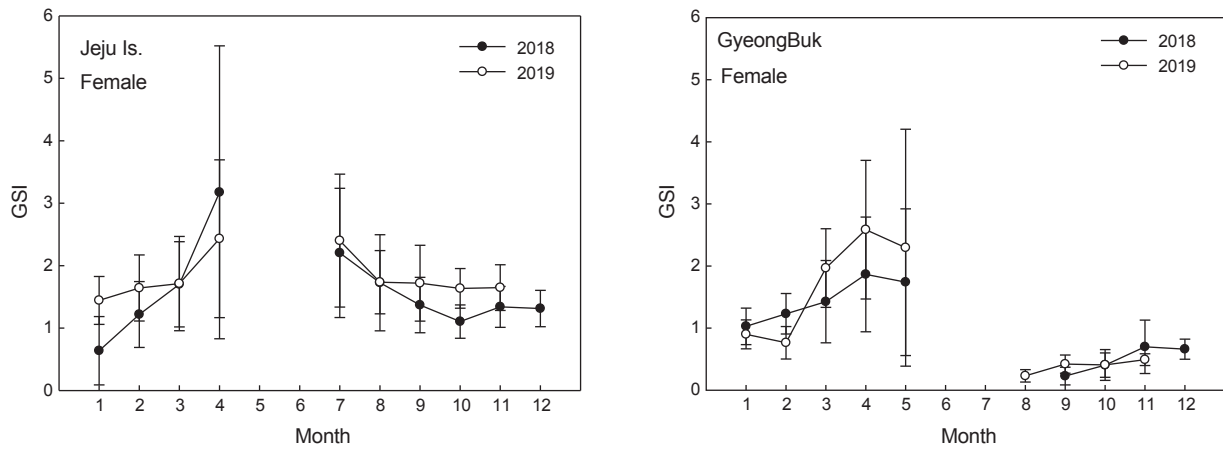


Fig. 5. Monthly variation the gonadosomatic index (GSI) female of the filefish *Thamnaconus modestus* from Jan. 2018 to Nov. 2019.

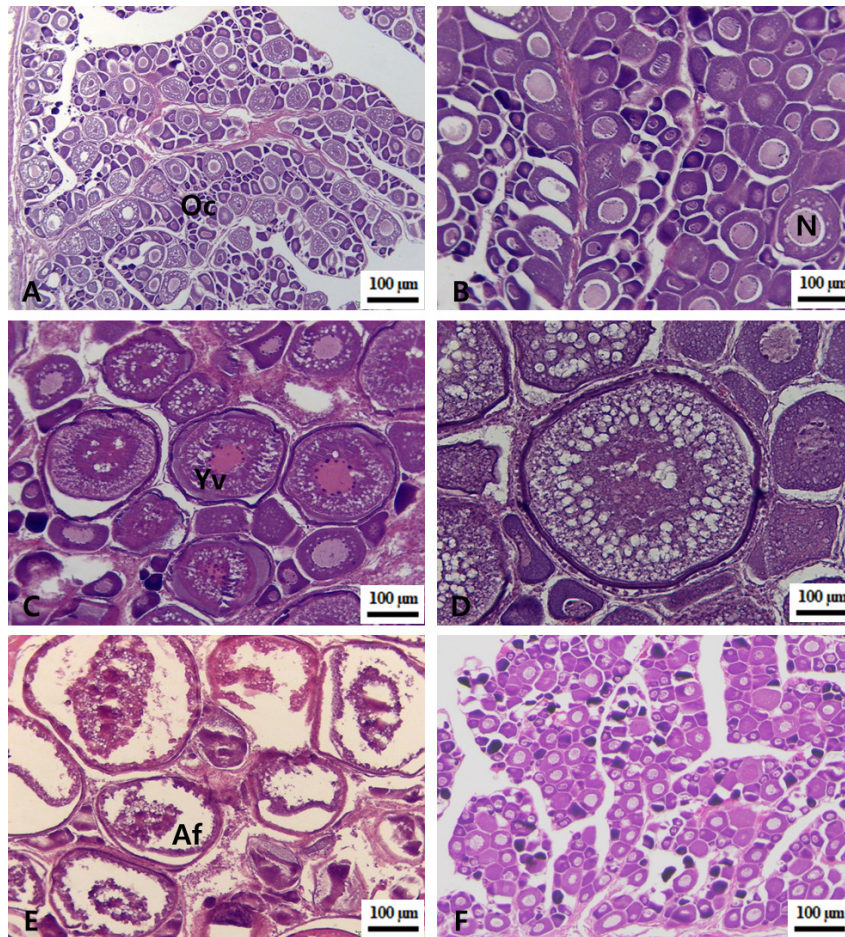


Fig. 6. Photomicrographs of ovarian developmental phases of filefish *Thamnaconus modestus*. A, Early growing stage: Note the oogonia, perinucleolus, and early oocyte in the cytoplasm; B, Late growing stage: Note the oocyte with yolk vesicle in the cytoplasm; C and D, Mature stage: Note the oocyte containing homogenized yolk materials; E, Spent stage: Note the residual follicles after ovulation; F, Recovery and resting stage: Note residual immature oocytes. Abbreviation; Af, afferent follicle; N, nucleus; Oc, oocyte; Yv, yok vesicle. scale bar= 100 μ m.

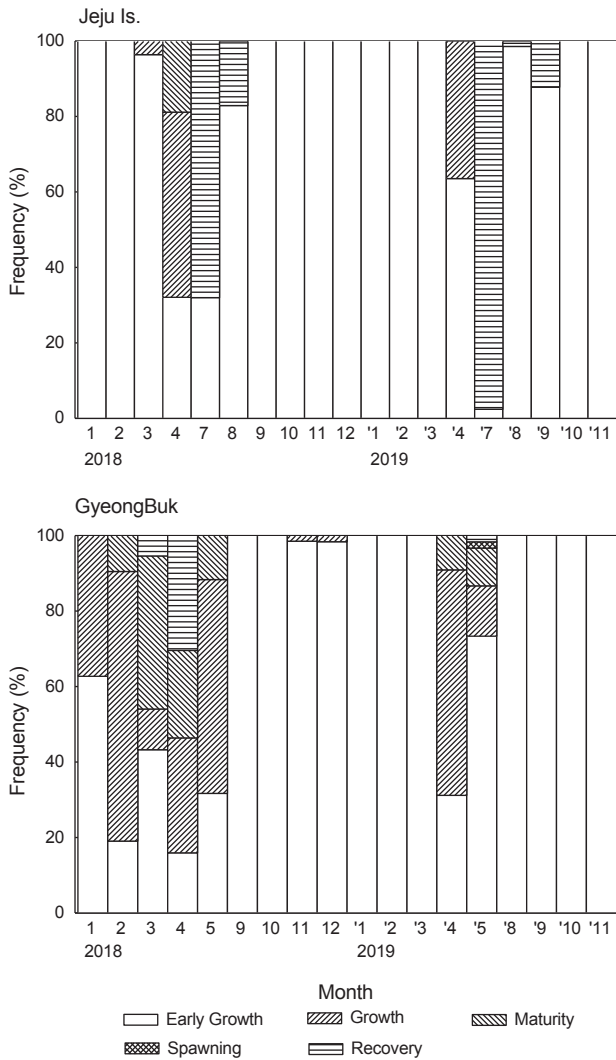


Fig. 7. Monthly change in frequency of gonad developmental stage female of the filefish *Thamnaconus modestus* from Jan. 2018 to Nov. 2019.

이 관찰되었다(Fig. 6B). 일부 확인된 성숙기(mature stage)의 성숙난모세포들은 난경 1000 μm 내외이며, H-E 염색결과 세포질에는 호산성의 난황물질을 관찰할 수 있었다(Fig. 6C, 6D). 10월 이후 방란기(spent stage)의 개체들은 난소 소엽 내에 미방출된 난모세포들과 잔존여포와 산란되지 않은 잔여난이 퇴화 흡수되는 것을 볼 수 있었다(Fig. 6E). 11월에 이르면 대부분의 개체들이 방란 후이거나 회복 단계(recover and resting stage)였으며, 1월 이후부터 회복단계에 해당되는 개체의 비율이 증가되어 초기난모세포를 가진 개체들을 관찰 할 수 있었다(Fig. 6F).

월별 생식소 발달 단계 및 성숙체장

말쥐치 암컷 생식소의 외부형태는 한 쌍의 난소 뒷부분이 합일 되어 있는 낭상형으로 되어 있고, 육안판별은 생식소의 투명도와 난립의 형태에 따라 미숙, 중숙, 성숙, 완숙, 방후의 5단계로 구분하였고, 조직 검경 결과와 병행 검토하여 월별 생식소 속도 단계를 확인하였다. 월별 생식소 발달단계를 살펴보면(Fig. 7), 제주 주변해역에서 2018년 1월과 2월은 모두 미숙단계로 확인되었고 3월에 중숙단계의 개체가 일부 확인되었고, 4월에 중숙단계의 비중이 높아졌고(49%), 성숙단계의 개체가 확인되었다. 7월의 경우 방후 단계의 개체가 많고(68%) 미숙단계로 접어들었고, 8월에는 방후단계는 줄어들고(17%) 미숙단계가 많아졌고(83%), 9월-12월까지 미숙단계만 확인되었고, 2019년의 경우 1-3월까지 미숙단계만 확인되었고, 4월에는 미숙단계(64%)과 중숙단계(34%)가 보이고, 7월에는 대부분이 방후단계로 확인되었고(98%) 미숙단계가 일부 확인되기 시작하고, 8월에는 방후단계가 일부 보였고(1.5%) 대부분이 미숙단계로 확인되었고(98.5%), 9월에는 방후 단계(12.2%)가 8월보다 높은 것으로 나타났으며, 10월-11월에는 미숙 단계만 보였다.

경북 인근해역에서 2018년 1월에는 미숙단계와 중숙단계가 보이다가 2월부터 중숙단계의 개체가 증가하면서(71%) 성숙 단계가 보이며 3월이 되면, 성숙단계의 비중이 높아지고(40%),

Table 1. Egg diameter by total length of the filefish *Thamnaconus modestus*, 2019

Sampling Area	Fishing gear	Month	Total length (cm) Mean (min-max)	Number of samples	Egg diameter(mm)		
					Mean (±SD)	Min.	Max.
Jeju Is.	Danish seine	Apr.	31.1 (22.3-38.5)	16	0.2463 (±0.0350)	0.1722	0.3255
		May	23.3 (13.0-36.6)	6	0.4036 (±0.0737)	0.2607	0.4645
		Jul.	29.3 (22.7-35.9)	16	0.2435 (±0.1037)	0.1262	0.4762
Gyeongbuk	Set net	Apr.	33.3 (29.8-36.5)	14	0.2350 (±0.0496)	0.1110	0.3183
		May	27.0 (21.1-34.9)	7	0.2936 (±0.0737)	0.1868	0.4115

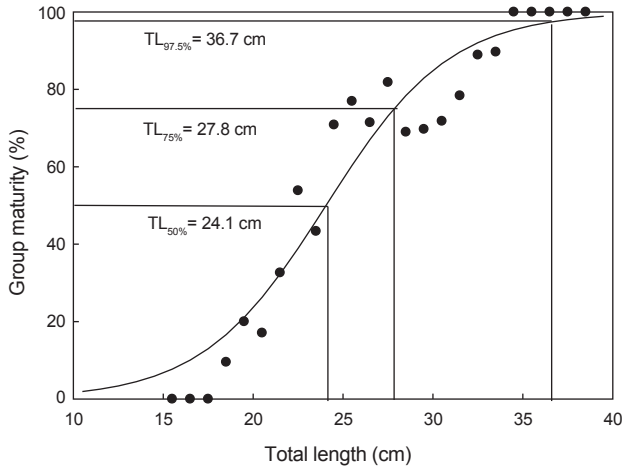


Fig. 8. Relationship between total length and maturity of female filefish *Thamnaconus modestus* from Jan. 2018 to Nov. 2019.

일부 방란한 개체도 확인되었다(5%). 4월에는 방후단계의 개체가 많아졌고(30%), 9월과 10에는 모든 개체가 미숙으로 확인되었고 11월(1.5%)과 12월(1.6%)도 일부 중숙 단계가 있었다. 2019년에는 1-3월까지 모든 개체가 미숙단계였고, 4월에는 중숙단계가 늘어나고(60%) 성숙개체가 일부 보였고(9%), 5월에는 성숙단계(10%)와 완숙단계(1.7%) 및 방후단계(1.7%)가

일부 확인되었다. 8월-11월까지 모두 미숙개체로 확인되었다. 재생산의 참여여부를 확인하기 위해 암컷의 성숙체장을 구하였고, 산란시기에 시료확보가 불가하여 제주해역은 4월, 경북해역은 4-5월에 난모세포가 발달하기 시작하고 산란이 가능한 것으로 간주된 중숙 이상의 속도를 가지는 개체를 대상으로 비선형회귀분석한 결과는 다음과 같다.

$$Y = 0.9713 \times e^{-e^{-\frac{(L-21.7085)}{4.1333}}}, r^2=0.9752$$

50% 성숙체장은 24.1 cm이고, 75% 성숙체장은 27.8 cm이고 97.5% 성숙체장은 36.7 cm 나타났다(Fig. 8).

난경변화와 포란수

성숙 이상인 개체의 난경 월별변화를 확인한 결과(Table 1), 2019년 제주 주변해역에서는 4월에는 평균난경이 0.2463 mm (± 0.0350)였고, 5월에는 0.4036 mm (± 0.2607)로 증가하였고, 7월에는 0.2435(± 0.1037)로 감소하는 경향을 보였고, 경북 인근해역의 경우, 4월 평균 평균난경이 0.2350 mm (± 0.0496)였고, 5월에는 0.2936 mm (± 0.0737)로 증가하는 것으로 확인하였다. 본 연구에서는 산란의 흔적이 없는 성숙 이상의 개체가 9개였고, 포란수는 최소 185,975 (26.1 cm)개였고, 최대 2,869,339 (36.6 cm)개로, 평균포란수는 전장이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다(Table 2).

고 찰

Park (1985)의 연구는 연간어획량이 20만톤이었을때의 재생산 연구결과를 도출하였고, Kim et al. (2016)은 평년에 비해 어획량이 다소 높았던 2009-2011년(’09/8,280톤)에 제주 해역에서 트롤어업에 어획된 시료를 대상으로 연령과 성장을 연구하였고, Nam et al.(2018)은 다시 어획량이 낮아진 2015-2016년(연평균2,040톤)에 경북 인근해역의 정치망에서 어획된 시료를 대상으로 연구하였다(Table 3). 이전 연구결과를 통해 말쥐치의

Table 2. Absolute fecundity by total length of the filefish *Thamnaconus modestus*

Total length (cm)	Number of samples	Fecundity (eggs)		
		Mean (\pm SD)	Min.	Max.
22.0-26.0	3	530,444	346,373	634,544
26.0-30.0	2	517,085	185,975	848,195
30.0-34.0	2	266,178	241,844	290,512
34.0-38.0	2	1,580,397	309,276	2,869,339

Table 3. A comparative study on the reproduction ecology of the filefish *T. modestus* in Korea

Result	Sampling			Reproduction ecologist				
	Period	area	Fishing gear	Period	50% Group Maturation (TL, cm)	Absolute fecundity (Eggs)	Egg diameters (mm)	Total length (TL) Min/max
Park(1985)	1980-1982	Southern waters(Jeju)	Trawl and the others	Apr.-Jun.	21.00	210,000-1,410,000	0.57-0.72	22.2/25.5
Kim et al.(2016)	May 2009-Dec.2011	Jeju Is.	Trawl	May.-Jun.	25.92	-	-	-
Nam et al.(2018)	Mar. 2015-Feb.2016	GyeongBuk chuksan	Set net	Mar.-Sep.	18.02	185,684-9,747,250	0.40-0.58	21.3/31.3
This study	Jan. 2018-Nov. 2019	Jeju Is. GyeongBuk	Danish seine Set net	-	-	530,044-1,580,397	0.24-0.40 0.24-0.29	23.4/36.6

산란시기를 살펴보면, 1980-1982년 제주해역에 서식했던 말쥐치는 4-6월, 2009-2011년 제주해역에서는 5-6월, 2015-2016년 경북해역에서는 3-9월로 확인되었고, 주산란시기는 5-6월로 간주할 수 있다.

암컷의 월별 생식소속도지수(GSI) 값의 연도별 차이를 살펴보면, 제주 주변해역은 1980-1982년 4-6월에 4.52의 최고값을 보였고 1997년-1999년은 5월에 최고값이 10.5이었고, 2009-2011년에 5월이 최고값이 15수준으로 같은 해역을 비교해보면, 어획량이 급격히 줄어든 시기에 GSI 값이 높은 것을 알 수 있었으나, 서식환경이 다른 경북 인근해역의 2015-2016년에는 6월이 4.25로 가장 높은 값을 보였고, Lee et al. (2000)의 연구 결과에 따르면 말쥐치는 수온이 상승하고 광주기가 길어지는 시기에 생식소가 활성화 되면서 난포세포의 성숙정도에 따라 GSI 값의 변화를 보인다고 밝히고 있다.

한편 본 연구에서는 어법과 서식해역의 차이에 따라 월별 체장조성이 현저한 차이를 보였고, 제주해역은 2018년 1월에 탁월연급군이 보였고 10월까지 지속되는 것이 확인되었고, 2019년에는 월별 체장조성이 골고루 분포하는 것으로 나타났으며, 경북 인근해역의 정치망에는 5월까지 20 cm 이상의 대형크기 체장그룹이 출현하고 있으나 8월부터 11월까지의 20 cm 이하의 소형크기의 체장그룹만 출현하고 있는 것으로 나타나, 산란기 이후 어린개체는 연안으로 들어오고 성어는 연안에서 먼바다로 이동을 하거나 서식지를 이동하는 것으로 추측할 수 있다.

말쥐치의 재생산력을 확인하기 위한 시기별 성숙체장을 살펴보면, 제주해역은 50% 성숙체장이 21 cm에서 25.92 cm로 커졌으나 경북해역은 18.02 cm로 작아졌고, 본 연구에서는 금어기가 설정된 이후 제주해역과 경북해역의 4월과 5월의 중숙단계 이상의 개체를 함께 분석한 결과 24.1 cm로 확인되어, 남획이 되면 성숙체장이 작아진다고 하지만 1991년 이후 급격히 감소한 어획량의 수준이 20년간 지속되면서 말쥐치의 생물학적 생존전략이 해역별로 재설정되었을 것으로 추측할 수 있다.

또한 체장별 포란수의 변화를 살펴보면, 1980-1982년에 최대포란수가 1,410천립인 것에 비해 본 연구기간인 2018-2019년에 최대 포란수가 1,580천립으로 큰 차이가 나지 않았지만, 최대포란수의 해당 크기가 25.5 cm에서 36.6 cm로 커졌고 경북해역에서 2015-2016년에 최대포란수가 9,747천립으로 크기는 31.3 cm로 확인되어 개체의 크기가 클수록 포란수가 증가하는 지에 대해서는 지속적으로 모니터링 할 필요가 있을 것이며, Kim et al. (2016)의 연구결과에서 1980년대 말쥐치 암컷의 이론적 최대체장이 37.8 cm인데 반해 2009-2011년은 46.19 cm로 커졌다고 추정하였으나, 본 연구에서는 산란을 하지 않은 성숙이상의 개체가 적어 향후 좀더 면밀한 검토가 필요할 것이다.

난경조성을 비교하면, 제주해역은 1980년대 난경 범위가 0.57-0.72 mm였고, 본 연구에서는 0.24-0.40 mm로 크기가 작아졌고, 2015-2016년의 경북 인근해역은 0.40-0.58 mm로 과거에 비해 작아졌음을 확인했고 Park (1985)은 산란횟수를 확

인하기 위해 난경빈도분포에서 난의 발육단계에 따라 여러 개의 모드가 있어 적어도 3-4회 방란하는 다회산란군으로 추정하고 있으며, Lee et al. (2000)은 산란시기 동안 조직학적 방법과 성호르몬 분석을 통해 말쥐치의 생식소는 비동시발달형에 속하고 적어도 2회 이상 산란하는 다회산란군으로 추정했다.

말쥐치의 형태는 측편되어 있고 비늘이 변형된 작은 가시가 돌아 있어 표면이 거칠고(Kim et al., 2005), 산란은 연안역의 얇은 장소와 내만의 해조류장이나, 외양수의 영향이 있는 암초가 형성되어 있고 모자반류 등이 살아 있는 먼바다에서도 이루어지며, 자치어는 표층에 서식하고, 특히 유초에 부착하는 경우가 많으며, 전장 6-8 cm가 되면 중하층으로 이동하며 성어는 주야로 수직이동을 하고 군집성이 강한 것으로 알려져 있다(Yamada et al., 1985). 말쥐치와 서식공간을 공유한다고 알려져 있고 생식소 형태가 유사한 쥐치류에 속하는 쥐치(*Stepanolepis cirrifer*)의 동해안에서의 산란시기는 6-9월이고 주 산란시는 8-9월이고, 21 cm 이상의 체급에서 포란수는 125,400-312,857 개(Kwon et al., 2011)로 보고하고 있다. 말쥐치는 1989년 1990년 수심이 10-30 m 내외로 암초가 산재하고 대형 해조류 무리가 있는 경북 흥해연안에 삼중자망조사에서 쥐치와 함께 어획 개체수가 높게 출현했다고 보고하였고(Hwang et al., 1997), 2004년 6월에 수심이 89-123 m인 남해안 일대에서 저층트롤 어구를 사용하여 어획된 어획물에서도 어획개체수가 높은 것으로 보고하였다(Jeong et al., 2005).

또한 거문도 연안에 서식하는 말쥐치의 위내용물을 분석한 결과 곤봉바다맨드라미류와 해조류를 주로 섭이하고, 33 cm 이상의 체급군에서는 만각류의 섭식비율이 증가하는 것을 보고하였고, 성장에 따라 입 크기가 커지지 않아, 큰 크기의 먹이보다는 많은 양의 먹이를 먹는 것으로 밝혔다(Baeck et al., 2012). 이상의 연구결과를 토대로 우리나라 연안에 골고루 분포 서식하고 있는 말쥐치 자원의 급격히 감소한 원인에 대한 면밀한 검토는 물론, 자원회복을 위한 지속적인 생태학적 모니터링이 필요할 것이다.

사 사

본 논문은 2020년도 국립수산과학원(근해어업자원조사, R 2020021) 사업 지원으로 수행된 연구입니다.

References

- Baeck GW, Park JM, Jeong JM, Ye SJ and An YS. 2012. Feeding habits of Black Scraper, *Thamnaconus modestus* in the coastal water of Geomun-do, Korea. Korean J Ichthyol 24, 272-277.
- Hwang Sd, Park YJ, Choi SH and Lee TW. 1997. Species composition of fish collected by trammel net off Heunghae, Korea. J Korean Fish Soc 30, 105-113.
- Jung S and Cha HK. 2013. Fishing vs. Climate change: an

- example of filefish (*Thamnaconus modestus*) in the northern East China Sea. *J Mar Sci Tech* 21, 15-22. <https://doi.org/10.6119/JMST-013-1219-3>.
- Jeong SB, Hwang DN, Kim YJ, Shin HH and Son YU. 2005. Species composition of the catches collected by a bottom trawl in the Southern Waters of Korea in summer, 2004. *Bull Korean Soc Fish Tech* 41, 35-45.
- Kim AR, Bae HJ, Kim GH and Oh CW. 2016. Age and growth of filefish *Thamnaconus modestus* (Günther, 1877) off Jeju Island of Korea. *Ocean Sci J* 51, 355-362. <https://doi.org/10.1007/s12601-016-0031-y>.
- Kim IS, Choi Y, Lee CY, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Hwang JS, ed. Kyo Hak Publishing Co, Seoul, Korea, 478.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2019. Statistic database for fisheries production. Retrieved from <http://kosis.kr/index/index.do> on Dec 5, 2019.
- Kwon HC, Lee JB, Zhang CI, Lee DW and Choi YM. 2011. Maturation and spawning of filefish *Stephanolepis cirrhifer* in the East Sea of Korea. *Korean J Ichthyol* 23, 111-118.
- Lee SJ, Go YB, Lee YD, Jung JH and Han CH. 2000. Annual Reproductive cycle of the filefish *Thamnaconus modestus* on the southern coast of Cheju Island. *Korean J Ichthyol* 12, 71-84.
- Nam KM, Yoo JT, Kim JW, Park JH and Baeck GW. 2018. Maturation and spawning of female black scraper, *Thamnaconus modestus* in the coastal waters off Middle East Sea, Korea. *J Korean Soc Fish Ocean Technol* 54, 089-095. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFOT.2018.54.1.089>.
- NIFS (National Institute of Fisheries Science). 2017. Ecology and fishing ground of fisheries resources in Korean waters. NIFS, Busan, Korea, 411.
- Park BH. 1985. Studies on the fishery biology of filefish *Navodon modestus* (Günther) in the Korean waters. *Bull Fish Res Dev Agency* 34, 1-64.
- Yamada U, Tagawa M, Kishida S and Honjo K. 1985. Fishes of the East China Sea and the Yellow Sea. Nihon Shiko Printing, Nagasaki, Japan, 501.