

한국 남해 연안 갯장어(*Muraenesox cinereus*)의 생태학적 특성 및 식품 성분 비교

고은혜 · 권대현* · 남기호¹ · 김영혜 · 장충식²

국립수산물연구원 연근해자원과, ¹국립수산물연구원 식품위생가공과, ²경상대학교 해양경찰시스템학과/해양산업연구소

Ecological Characteristics and Proximate Composition of *Muraenesox cinereus* off the Southern Coast of Korea

Eun Hye Koh, Dae-Hyeon Kwon*, Ki Ho Nam¹, Yeonghye Kim and Choong-Sik Jang²

Fisheries Resource Management Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

¹Food safety and Processing Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

²Department of Maritime Police and Production System/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53063, Korea

We investigated the ecological characteristics and proximate composition of *Muraenesox cinereus* off the southern coast of Korea. Anal length distribution, sex ratio, condition factor of *M. cinereus* individuals caught by costal complex (longline) fisheries were investigated from June to October 2018. The mean anal length was 23.5 cm, which was less than L_{50} , indicating that the individuals were mostly immature. Sex ratio is 9:1, we captured 382 females and 29 males, which produced a significantly different ratio ($P < 0.05$). Condition factor remained constant over the study period. The proximate composition of *M. cinereus* individuals was analyzed from July to October 2018. No significant differences in moisture, crude lipid, crude protein, and ash content were observed between individuals caught in summer and those caught in fall.

Key words: *Muraenesox cinereus*, Ecological characteristics, Proximate composition, Fisheries production statistics

서론

갯장어(*Muraenesox cinereus*)는 뱀장어목(Order Anguilliformes) 갯장어과(Family Muraenesocidae)에 속하는 어종으로, 일본 중부이남, 황해, 동중국해, 인도-태평양 해역에 분포하며, 모래 진흙 바닥 또는 바위에 서식한다(Kim et al., 2005; Yamada et al., 2007). 우리나라 갯장어 어획량은 1970-80년대까지 평균 6,000톤이었으나, 1990년대 2,257톤, 2000년대 1,090톤, 2010년대 1,239톤으로 감소 추세이다(KOSIS, 2018). 2000년대 이후 갯장어는 주로 남해안에서 어획되며, 전체어업의 약 70%가 연안복합어업에서 어획되고 있다(NIFS, 2017).

국외 연구는 생식 생태(Kobayashi et al., 2015), 성장(Watari et al., 2013), 분포 및 회유(Okazaki et al., 2012), 절임시 영양 성분 조성 변화(Chen et al., 2017), 맛과 영양 성분(Zhao et al.,

2010; Okazaki et al., 2014) 등에 관해 수행되었다. 국내 생태 연구는 생식 생태(Cha et al., 2012; Koh et al., 2018), 식성(An et al., 2012), 성장(Kim et al., 1998) 등이 있으나, 주로 동중국해에서 저인망에 의해 어획된 표본을 사용하였기 때문에 남해 연안 갯장어의 생태 정보는 매우 부족하다. 식품 관련 연구는 식품 성분 조성 및 계절변동에 관한 연구들이 수행되었다(Kim et al., 2001; Ahn and Shin 2002; Mok et al., 2007; Kwon, 2011). 갯장어는 여름이 제철로 알려져 있지만, 맛있는 시기와 지방함량이 일치하지 않다는 보고가 있다(Mok et al., 2007). 이러한 소비자의 식품에 대한 인식과 정보는 수산물 수요와 가격 변동에 영향을 줄 것으로 예상되나 이와 관련된 연구는 매우 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 남해 연안 갯장어의 생태학적 특성 파악하고 식품 일반성분의 어획시기별 차이를 규명하는 것을 목적으로 한다.

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 720. 2295 Fax: +82. 51. 720. 2277

E-mail address: dhkwon@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.2019.0173>

Korean J Fish Aquat Sci 52(2), 173-179, April 2019

Received 30 January 2019; Revised 11 March 2019; Accepted 4 April 2019

저자 직위: 고은혜(연구원), 권대현(연구사), 남기호(연구사), 김영혜(연구관), 장충식(교수)

재료 및 방법

본 연구는 남해 연안복합어업에서 어획된 갯장어의 생태학적 특성, 식품 일반성분 및 어업생산통계 등에 대해 조사하였다. 생태학적 특성은 상대성장(relative growth), 항문장 조성(anal length distribution), 성비(sex ratio), 비만도(condition factor)를 구하였다. 식품 일반성분은 수분(moisture), 조단백질(crude protein), 조지방(crude lipid) 그리고 회분(ash)을 분석하였다. 어업생산통계는 국가통계포털 어업생산통계자료를 이용하여 2008년부터 2017년까지 생산량(production)과 생산가격(price of production)의 월별동을 분석하였다.

생태학적 특성 Data

표본은 2018년 6월부터 10월까지 매월 남해안(여수, 통영)에서 연안복합어업으로 어획된 갯장어(활어) 441개체를 사용하였다(Fig. 1). 표본은 항문장(anal length, AL)과 전장(total length, TL)은 0.1 cm까지, 전중(total weight, TW)은 0.1 g까지 측정하였으며, 성별은 육안으로 암·수를 구분하였다(Table 1). 항문장(AL) 조성은 월별 출현빈도로 구하였으며, 성숙과 미성숙의 비율은 항문장 25 cm (성숙체장 24.9 cm; Koh et al., 2018)을 기준으로 백분율을 구하였다. 상대성장식은 항문장(AL)에 대한 전장(TL)과 항문장에 대한 전중(TW)의 환산에 이용하기 위해 구하였으며, 암·수간 차이는 공분산분석(AN-COVA)으로 검정하였다(Zar, 1984; $P < 0.05$). 성비(sex ratio)는 암컷(F) 또는 수컷(M) 개체수에 대한 암컷과 수컷의 전체 개체 수비로 계산하였으며, 암·수 성비 차이는 χ^2 -test로 검증하였다.

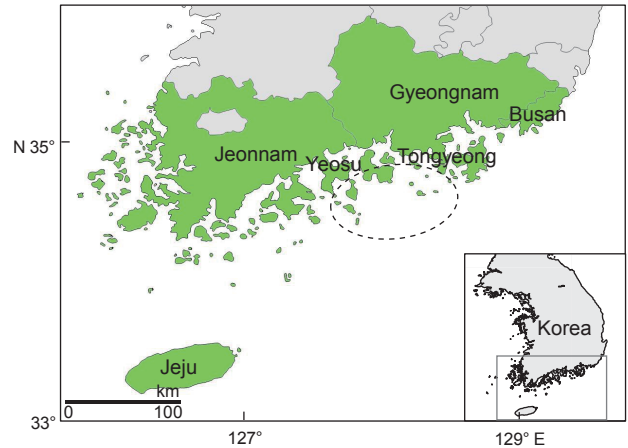


Fig. 1. Sampling area of *Muraenesox cinereus* off the southern coast of Korea. Dotted line circle indicates sampling area of ecological characteristics data. Green area indicate sampling area of fisheries production statistics data.

$$\text{Sex ratio} = F / (F + M) : M / (F + M)$$

비만도 지수(condition factor, CF)는 항문장(AL)에 대한 전중(TW)의 비율로 구하였으며, 수컷은 개체수 부족으로 암컷만을 이용하였다. 비만도는 Fulton's condition factor (Zhang, 1991)식을 사용하여 아래와 같이 구하였다.

$$CF = TW \times 10^3 / AL^3$$

Table 1. Sampling data for analyzing ecological characteristics of *Muraenesox cinereus* off the southern coast of Korea from June to October 2018

Year	Month	Number of individuals		Anal length (cm)	Total weight (g)
		Female	Male		
2018	Jun.	77	4	15.0-24.3	76.7-340.3
	Jul.	122	4	14.8-38.0	99.8-1,313.6
	Aug.	85	0	17.4-33.2	94.5-906.5
	Sep.	63	14	17.5-36.5	134.5-1,355.1
	Oct.	35	7	18.0-35.8	129.6-1,270.9
Total		382	29	14.8-38.0	76.7-1,355.1

Table 2. Sampling data for analyzing proximate composition by season of *Muraenesox cinereus* off the southern coast of Korea from July to October 2018

Year	Season	Number of individuals	Anal length (cm)	Total weight (g)
2018	Summer	5	24.7-27.0	330.7-460.4
	Autumn	8	25.2-28.8	365.5-553.9
Total		13	24.7-28.8	330.7-553.9

일반성분

표본은 2018년 여름부터(7-8월) 가을까지(9-10월) 남해안(여수, 통영)에서 연안복합어업으로 어획된 갯장어 13개체의 근육 부분만을 사용하였다(Table 2).

일반성분의 분석은 AOAC (2005)의 방법에 따라 실시하였다. 수분(moisture)은 105℃에서 상압가열건조법, 조단백질(crude lipid)은 auto Kjeldahl 질소정량법, 조지방(crude protein)은 ethyl ether를 이용한 Soxhlet 추출법, 회분(ash)은 600℃에서 건식회화법으로 모든 성분은 3회 이상 반복 측정 후 평균값을 이용하였다. 계절별 일반성분 비교는 분산분석(ANOVA)을 이용하여 유의성 검정을 실시하였으며($P<0.05$), 모든 통계처리는 MS office excel 2016 (Microsoft, Redmond, WA, USA) 프로그램을 이용하였다.

어업생산통계 Data

어업생산통계 자료는 국가통계포털 어업생산통계자료(KO-SIS, 2018)를 이용하여 최근 10년간(2008-2017년) 남해 연안 복합(연안연승)어업의 월별 어획량 및 생산금액을 판매형태별로(계통, 비계통) 구분하여 분석하였다. 남해 어업생산통계는 전라남도, 경상남도, 부산광역시, 제주도 자료를 사용하였다. 계통은 수협을 통해 위·공판 절차를 거쳐 출하한 자료이며, 비계통은 수협을 통하지 않고 표본·전수조사 어가를 대상으로 개인이 판매한 것으로, 계통 출하한 양을 제외한 모든 생산량과 생산금액을 말한다. 생산가격(price of production, PP)은 위에서 구한 생산금액(value of production, VP)을 생산량(production, P)으로 나눈 월 평균값으로 생산비용과 생산이윤을 포함한 것이다.

$$PP=VP/P \text{ (unit: won/ kg)}$$

결과 및 고찰

생태학적 특성

상대성장(Relative growth)

항문장(AL)과 전장(TL)과의 상대성장식은 암·수간 유의한 차이가 나타나지 않았다($P>0.05$). 따라서 암·수를 합하여 구한 상대성장식은 $TL=2.278AL+6.5397$ ($R^2=0.96$)으로 추정되었다. 항문장(AL)과 전중(TW)간의 상대성장식은 암컷 $TW=0.0173AL^{3.1003}$ ($R^2=0.94$), 수컷 $TW=0.0765AL^{2.6483}$ ($R^2=0.81$)로 추정되었으며, 암·수간 유의한 차이를 보였다($P<0.05$). 암·수간 항문과 전중간의 상대성장 차이는 낮은 체급에서 크지 않았으나, 큰 체급에서는 암컷이 수컷에 비해 월등히 커지는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 갯장어 암컷이 수컷보다 연령에 대한 체성장이 크며, 연령이 높아질수록 암컷이 수컷에 비해 급격히 커지는 결과로 해석된다(Ueta, 2008; Watari et

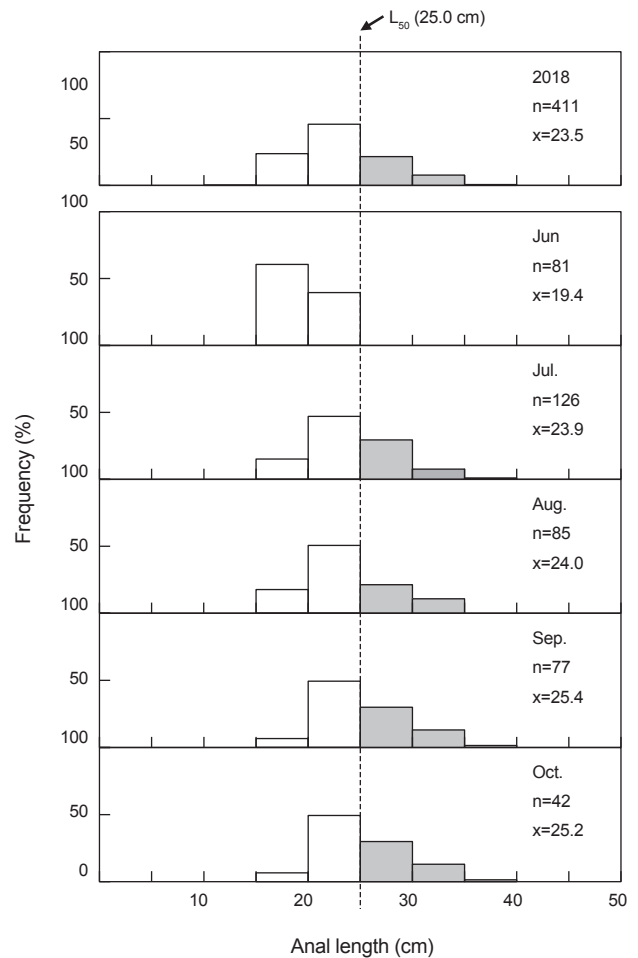


Fig. 2. Monthly anal length composition of *Muraenesox cinereus* off the southern coast of Korea from June to October 2018. White box and gray box indicate immature and mature, respectively. Dotted line indicates anal length at sexual maturity, L_{50} (Koh et al., 2018).

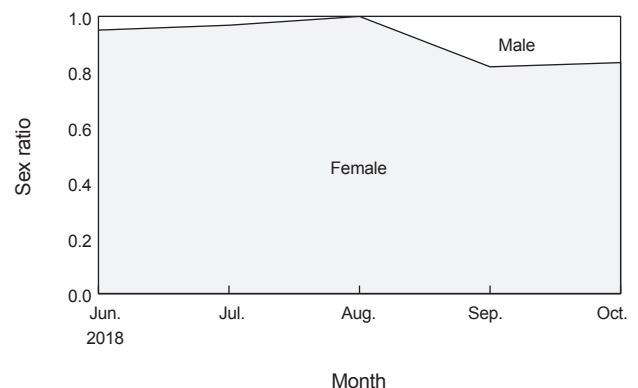


Fig. 3. Monthly changes in sex ratio of *Muraenesox cinereus* off the southern coast of Korea from June to October 2018 (χ^2 -test, $P<0.05$).

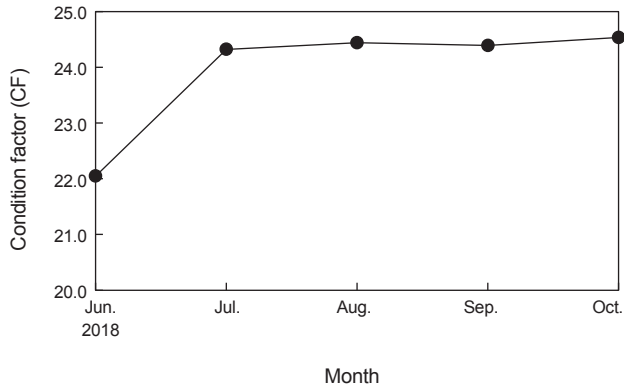


Fig. 4. Monthly changes in mean value (●) of condition factor (CF) of *Muraenesox cinereus* off the southern coast of Korea from June to October 2018. Vertical bars indicate minimum and maximum value.

al., 2013). 뱀장어과(Anguillidae) 어류의 경우, 암컷이 수컷보다 성장이 빠른 이유는 산란을 위한 성장 전략의 차이로 보고하고 있다(Andrew and Donald, 2005).

항문장 조성(Anal length distribution)

갯장어의 항문장(AL)은 최소 14.8 cm, 최대 38.0 cm, 평균 23.5 cm로 나타났다(Table 1, Fig. 2). 성숙체장은 25.0 cm AL을 기준으로 하였으며(L_{50} 24.9 cm AL, Koh et al., 2018), 전체 미성어 비율은 70%로 높게 나타났다(Fig. 2). 이러한 현상은 현행 포획금지전장(40 cm TL)이 성숙체장(본 연구의 AL-TL 상대 성장식으로 환산, 63.5cm TL)보다 작게 설정되어 있어 미성어 자원관리 방법의 실효성이 미흡하기 때문으로 생각된다. 월별 미성어 비율은 6월 100%, 7월 62%, 8월 68%, 9월 56%, 10월 57%로, 남해 연안에서는 5월에 주로 미성어를 어획하고 이후 성어 어획비율이 늘어나는 것으로 판단된다. 남해 연안복합어업의 경우 초여름에는 연안 가까이 수심이 낮은 곳에서, 가을이

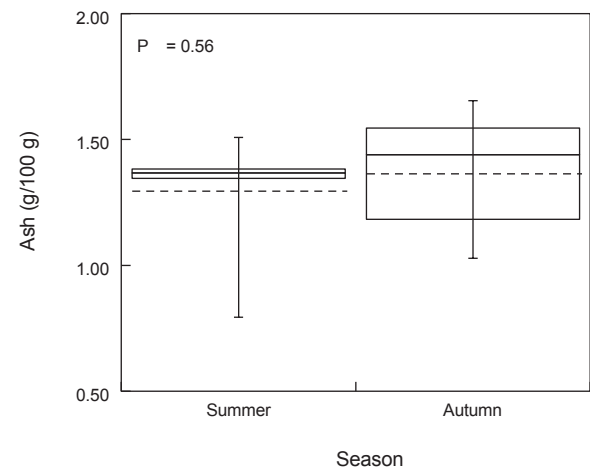
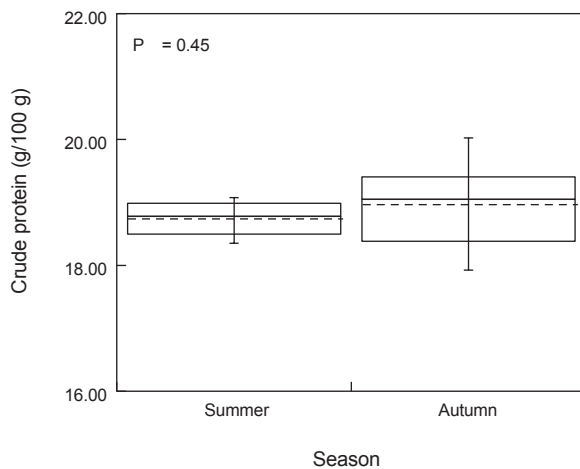
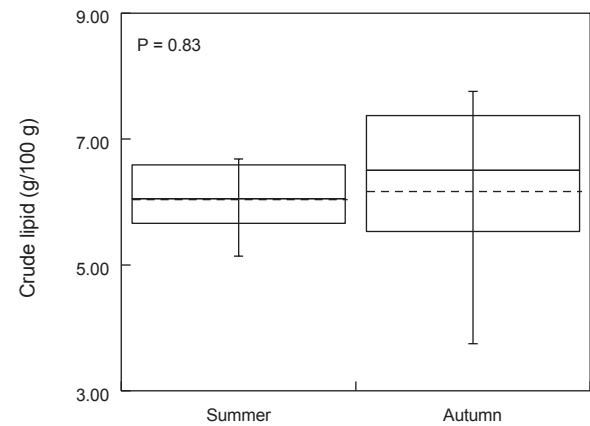
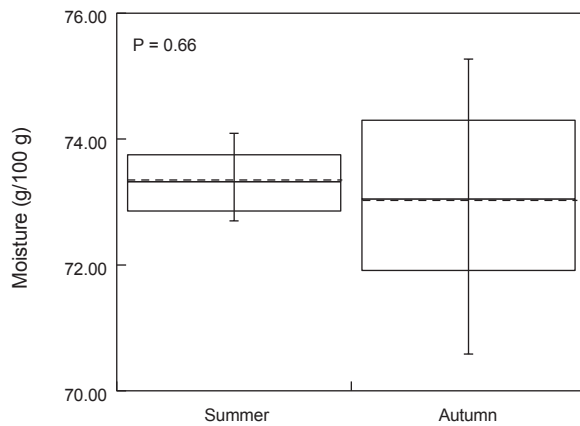


Fig. 5. Proximate composition of *Muraenesox cinereus* (g/100 g) in the summer (n=5) and autumn (n=8) 2018 off the southern coast of Korea (ANOVA, $P < 0.05$). Dotted line indicates mean value. Vertical bars indicate minimum and maximum value.

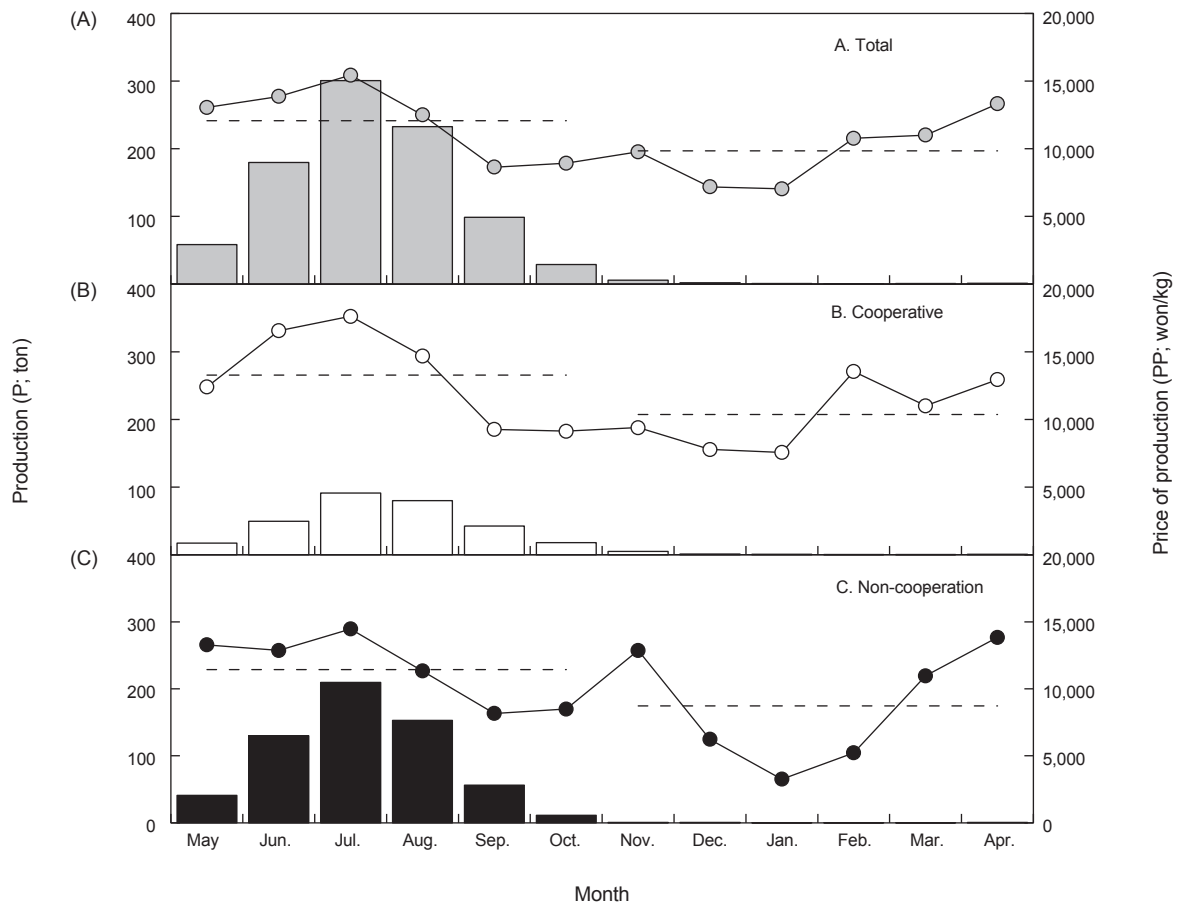


Fig. 6. Average monthly variation of production and price of production by type of sale of *Muraenesox cinereus* off the southern coast of Korea from 2008 to 2017. Box and circle show the mean production (ton) and price of production (won/kg), respectively. Dotted line indicates mean value of production (ton) in the busy season (May-Oct.) and low season (Nov.-Apr.).

되면 연안과 떨어져 비교적 수심이 깊은 곳으로 이동하여 조업한다. 따라서 이러한 월별 체장 차이는 크기별 분포 수심이 다르기 때문으로 생각된다.

성비(Sex ratio)

성비는 총 411개체 중 암컷 382개체, 수컷 29개체를 대상으로 구하였으며, 9:1로 암·수간 유의한 차이를 보였으며($P<0.05$), 이론적 암·수 성비인 1:1과 비교하여 암컷에 매우 치우치는 것으로 나타났다(Fig. 3). 월별 암수 성비는 6-8월까지 암컷이 극 우점하였으나, 이후 수컷의 비율이 증가하였다. 동중국해 조사에서는 산란시기에 수컷의 비율이 높아지며(Otaki, 1964), 일본 도쿠시마현의 수심 30-70 m에서는 작은 수컷의 비율이 높고, 수심 60-120 m에서는 대형의 암컷이 많다고 보고하였다(Ueta, 2008). 따라서 갯장어 성비의 차이는 산란시기와 성장 단계에 따라 분포와 회유를 달리하기 때문으로 추정되며, 보다 정확한 성비를 확인하기 위해서는 다양한 시기와 서식처에서 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

비만도(Condition factor, CF)

암컷 비만도지수의 월평균 값은 6월에 22.0으로 가장 낮고, 10월에 24.5로 가장 높으며 7-9월에 24.3-24.4로 일정하게 나타났다(Fig. 4). 비만도는 어류의 에너지 축적 상태를 반영하는 지수로서, 계절변화를 파악하는데 이용되며 먹이의 풍도와 생식 단계에 따라 변화하게 된다고 알려져 있다(King, 2007). Ueta (2008)에 따르면, 일본 도쿠시마현에서는 성숙연령에 해당하는 4세 갯장어가 주로 어획되며, 비만도가 9월에 감소 후 급격히 증가한 것은 산란 후 월동을 위한 섭이 활동에 따른 것으로 추정하였다. 그러나 본 연구의 갯장어는 70%가 미성어로 추정되므로, 비만도의 월변화를 생식단계에 따른 변화로 판단할 수 없었다.

일반성분 함량

갯장어의 일반성분 함량은 Fig. 5와 같다. 수분 함량은 70.58-74.09 g/100 g범위로, 여름 평균 73.34 g/100 g, 가을 평균 73.02 g/100 g로 나타났다. 단백질 함량은 17.92-20.02 g/100

g범위로, 여름 평균 18.74 g/100 g, 가을 평균 18.97 g/100 g로 나타났다. 조지방 함량은 3.75-7.76 g/100 g범위로, 여름 평균 6.04 g/100 g, 가을 평균 6.17 g/100 g로 나타났다. 회분 함량은 0.79-1.65 g/100 g범위로, 여름 평균 1.29 g/100 g, 가을 평균 1.36 g/100 g로 나타났으며, 일반성분 모두 계절간 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$).

갯장어의 일반성분 함량은 기존의 연구와 유사하게 나타났으나, 조지방 함량은 어체 크기 또는 채집 시기에 따라 차이를 나타냈다(Ahn and Shin, 2002; Kwon, 2011). 일반적으로 어류의 단백질과 지질 함량은 식품의 풍미(flavor)와 관련 있으며(Surh et al., 2009), 산란 전 지질 함량이 높은 시기에 맛이 좋은 것으로 알려져 있다(Jeong et al., 1999). 우리나라에서 갯장어는 여름이 제철로 알려져 있으나, Mok et al. (2007)에 따르면 갯장어의 지방 함량은 여름보다 가을과 겨울에 높다고 보고하였다. 또한 Ahn and Shin (2002)에 따르면 갯장어의 지방 함량은 11월에 가장 높고 5월에 가장 낮으며 7-9월에는 중간 정도로 보고하였다. 본 연구 결과에서 갯장어의 지방 함량은 여름과 가을간 차이를 보이지 않아 기존의 연구 결과와 다르게 나타났으며, 이는 어체 크기(생리적 상태)의 차이로 판단된다. 그러나 공통적으로 갯장어 맛이 있다고 알려진 시기에 지방 함량이 높지 않다는 결과는 동일하게 나타났다. 그러나 어류의 지방 함량은 식품의 기름진 정도를 파악할 수 있으나 단맛과 감칠맛을 판단하는 기준으로 사용하기 어렵다. 따라서 갯장어의 맛과 영양성분의 계절 변화를 명확히 규명하기 위해서는 계절과 어체 크기에 따른 일반성분 및 영양성분(지방산 및 주요 아미노산)에 관한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

어업생산통계

전체 생산량(production, P)은 5월부터 증가하여 7월에 가장 높은 후 감소하며, 5-10월까지 생산량은 전체의 99%를 차지하였다(Fig. 6A). 계통(cooperative, Coop.) 생산량은 전체 생산량의 34%, 비계통(non-cooperative, Non-Coop.) 생산량은 전체의 66%를 차지하며, 생산량의 월 변화는 판매형태와 관계 없이 유사한 경향을 보였다(Fig. 6B,C).

전체 생산가격(price of production, PP)은 어획 성수기와 비수기를 5-10월과 11-4월로 구분하여 비교하였다. 평균 생산가격은 5-10월에 12,000원/kg, 11-4월에 9,800원/kg로 어획 성수기에 높게 나타났으나, 비교적 어획량이 높은 8월 이후에 급격히 감소하였다(Fig. 6A). 계통 생산가격은 5-10월에 13,000원/kg, 11-4월에 평균 10,000원/kg으로 전체 생산가격과 비슷한 경향을 보였다(Fig. 6B). 비계통 생산가격은 5-10월에 11,000원/kg, 11-4월에 8,700원/kg으로, 계통 생산가격보다 낮게 나타났다(Fig. 6C).

일반적으로 수산물 소비는 생산시기에 의존하며, 생산량과 신선도에 따라 가격이 달라진다. 특히 “제철” 생선으로 불리는 어종은 수요, 공급, 가격의 변동이 일정한 패턴을 가진다고 알려

져 있다(Han and Park, 2018). 갯장어는 주로 늦봄부터 초가을까지 생산되지만, 여름이 제철로 알려져 있어 공급량이 높은 시기에도 높은 생산가격을 형성한다. 그러나 생산가격은 가을이 시작되는 9월부터 급격히 감소하였다. 이러한 현상은 과거 국내 갯장어의 대부분 일본으로 수출되었으며, 8.15 광복절을 기점으로 수입이 중단된 탓에 가격이 급락했던 전례를 따른 것으로 판단된다. 그러나 최근 갯장어의 내수량이 높아져 수출량이 감소하고 있으므로(KTSPI, 2018), 현재 사정과 맞지 않는 가격 변동 요인으로 판단된다. 그러나 무엇보다도 여름 이후 생산가격 하락은 갯장어에 대한 인식이 여름 식품으로 한정되어 있기 때문으로 생각된다. 갯장어는 여름철 원기 회복을 위한 보양식으로 알려져 있으나, 산란 후인 가을부터는 맛이 떨어진다고 하여 전어, 낙지와 같은 가을 제철 어종으로 선호도가 변화한다. 그러나 본 연구 결과 식품의 맛과 관련된 단백질과 지방 함량은 여름과 가을에 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 반면, 실제 소비 가격은 연중 큰 변화가 없이 유지되므로, 이러한 생산가격 감소는 중매인과 판매자에게는 이익이지만 생산자와 소비자의 피해를 초래하게 된다. 따라서 갯장어 자원의 현명한 이용을 위해서는 생산자와 소비자간 가격 연동성 제고를 위하여 안정적인 유통 구조 개선과 수산물에 대한 올바른 정보가 필요할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 국립수산물연구원 수산과학연구사업(R2019029)의 지원에 의해 수행되었습니다.

References

- Ahn CB and Shin TS. 2002. Seasonal variation of lipids and fatty acids of sharp toothed eel (*Muraenesox cinereus*). Korean J Life Sci 12, 233-241.
- Andrew D and Donald J. 2005. Sex determination in freshwater eels and management options for manipulation of sex. Rev Fish Biol Fisher 15, 37-52. <https://doi.org/10.1007/s11160-005-7431-x>.
- An YS, Park JM, Kim HJ and Baeck GW. 2012. Feeding habits of daggertooth pike conger *Muraenesox cinereus* in the coastal waters off Goseong, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 45, 76-81. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0076>.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis of AOAC international. Association of official analytical chemists, Washington DC, U.S.A., 1-7.
- Cha HK, Seo YI, Oh TY, Kim HY, Lee SG and Choi MS. 2012. Reproductive ecology of the sharp toothed eel in the southern Korean waters. J Korean Soc Fish Technol 48, 217-226. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2012.48.3.217>.
- Chen D, Ye Y, Chen J, Zhan P and Lou Y. 2017. Molecular nutritional characteristics of vinasse pike eel (*Muraenesox ci-*

- nerus*) during pickling. Food chem 244, 359-364.
- Han DJ and Park CH. 2018. Comparative analysis on the forecasting power of squid retail price forecasting models by processing types considering seasonality. J Kor Soc Fish Mari Edu 30, 1471-1483. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2018.08.30.4.1471>.
- Jeong BY, Moon SK, Choi BD and Lee JS. 1999. Seasonal variation in lipid class and fatty acid composition of 12 species of Korean fish. J Korean Fish Soc 32, 30-36.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyo-Hak Publishing, Seoul, Korea, 89-90.
- Kim JS, Oh KS and Lee JS. 2001. Comparison of food component between conger eel (*Conger myriaster*) and sea eel (*Muraenesox cinereus*) as a sliced raw fish meat. J Korean Fish Soc 34, 678-684.
- Kim MJ, Kang YJ and Park CS. 1998. A study on the stock management of Sharp-toothed eel, *Muraenesox cinereus* (FOR-SKAL) in Korean Waters II. Age and growth. J Korean Soc Fish Res 1, 11-17.
- King M. 2007. Fisheries Biology, assessment and management. 2nd edition, Life science publishing, Seoul, Korea, 216.
- Kobayashi Y, Mototani T, Murayama F and Sakamoto T. 2015. Basic reproductive biology of daggertooth pike conger, *Muraenesox cinereus*: A possible model for oogenesis in Anguilliformes. Zoolo Lett 1, 1-7. <https://doi.org/10.1186/s40851-015-0025-0>.
- Koh EH, Kwon DH and Jang CS. 2018. Basic reproductive biology of *Muraenesox cinereus* in Korean waters. J Korean Soc Fish Ocean Technol 54, 353-359. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFOT.2018.54.4.353>.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2018. Statistic Database for Fisheries Production. Retrieved from <http://kosis.kr/> on Dec 21, 2018.
- KTSPi (Korea Trade Statistics Promotion Institute). 2018. Korea export statistics. Retrieved from <http://www.trass.or.kr> on Jul 08, 2018.
- Kwon MS. 2011. Comparison in food quality similar kinds of *Muraenesox cinereus* and material distinction of sliced raw *Muraenesox cinereus*. Master's Thesis, Pukyong National University, Busan, Korea.
- Mok JS, Lee DS, Yoon HD, Park HY, Kim YK and Wi CH. 2007. Proximate composition and nutritional evaluation of fisheries products from the Korean coast. Korean J Fish Aquat Sci 40, 259-268. <https://doi.org/10.5657/kfas.2007.40.5.259>.
- NIFS (National Institute of Fisheries Science). 2017. Status and recommendation on the fisheries resources under rebuilding plan. Nati Ins of Fish Sci, GMK communication Publishing, Busan, Korea, 66-76.
- Okazaki T, Ueta Y and Hamano T. 2012. Distribution and migration of daggertooth pike-cogger *Muraenesox cinereus* in the eastern Seto Inland Sea, Japan estimated by mark and recapture experiments. Nippon Suisan Gakkaishi 78, 913-921.
- Okazaki T, Yoshimoto R and Ueta Y, Haman T. 2014. Comparison of proximate compositions of the pike-conger *Muraenesox cinereus* between Tokushima, Japan and Korea. Nippon Suisan Gakkaishi 80, 2-8. <https://doi.org/10.2331/suisan.80.2>.
- Otaki H. 1964. Studies on fishery biology of the sharp toothed eel, *Muraenesox cinereus* (Forsk.) in the East China Sea and the Yellow Sea. Bull Seikai Res Fish Res Lab 32, 59-123.
- Surh JH, Kim JO, Kim MH, Lee JC, Lee BY, Kim MY, Yang HW, Yun SJ and Jeong HR. 2009. Nutritional properties, as food resources for menu development, of cubed snailfish, shaggy sea raven, and two kinds of wild vegetables that are staple products in Samcheok. Korean J Food Cookery Sci 25, 690-702.
- Ueta Y. 2008. Fishery biological informations on daggertooth pike-conger eels, *Muraenesox cinereus* around Tokushima prefecture. Bull Tokushima Fish Res Ins 6, 85-90.
- Watarai S, Murata M, Hinoshita Y, Mishiho K, Oda S and Ishitani M. 2013. Re-examination of age and growth of daggertooth pike conger *Muraenesox cinereus* in the western Seto Inland Sea, Japan. Fish Sci 79, 367-373. <https://doi.org/10.1007/s12562-013-0605-x>.
- Yamada U, Tokimura M, Horikawa H and Nakabo T. 2007. Fishes and fisheries of the East China and Yellow Seas. Tokai University Press, Kanagawa, Japan, 165-170.
- Zar JH. 1984. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey, NJ, U.S.A., 292-298.
- Zhang CI. 1991. Fisheries resources ecology. Woosung Publishing, Seoul, Korea, 399.
- Zhao H, Xu DL, Zhou XY, Wang YH and Yang WG. 2010. Analysis of nutritional and flavor compounds in fresh *Muraenesox cinereus* muscle. Food Science 31, 278-281.