

여수 연안에 출현하는 참문어(*Octopus vulgaris*)의 성숙과 산란

양혜진 · 진수연 · 김도균 · 김희용¹ · 문성용^{1*} · 백근욱

경상국립대학교 해양생명과학과/양식생명과학과/해양산업연구소/해양생물교육연구센터, ¹국립수산과학원 남해수산연구소

Maturation and Spawning of the Common Octopus *Octopus vulgaris* in the Coastal Waters of Yeosu, Korea

Hye-Jin Yang, Suyeon Jin, Do-Gyun Kim, Heeyong Kim¹, Seong Yong Moon^{1*} and Gun Wook Baek

Department of Marine Biology and Aquaculture/Department of Aquaculture Science / Institute of Marine Industry, College of Marine Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

¹South Sea Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Yeosu 46083, Korea

The maturity and spawning of the common octopus *Octopus vulgaris* were studied using 317 samples collected monthly from January to December of 2020 from the coastal waters of Yeosu, Korea. The mantle length (ML) of *O. vulgaris* ranged from 5.1 to 19.7 cm and body weight (BW) ranged from 117.6 to 3,645.4 g. We analyzed monthly changes in sex ratio, gonadosomatic index (GSI), histological maturity stage, and body weight at 50%, 75% and 97.5% group maturity. The sex ratio was 1:1.02, which was not significantly different from the value that expected. Based on histological observation of the gonad development and gonadosomatic index, the spawning periods lasted throughout the year, with peak spawning periods estimated from March to April and July to August. The percentages of sexually mature females estimated using a logistic equation were over 50% at 554.46 g BW, 75% at 1,134.38 g BW and 97.5% at 2,474.22 g BW respectively.

Keywords: Cephalopoda, Common octopus, Maturity, Spawning

서 론

참문어(*Octopus vulgaris*)는 문어목(Octopoda) 문어과(Octopodidae)에 속하는 두족류로 우리나라 전 해역과 일본 혼슈 이남의 전 연안 및 지중해 등 전 세계의 온·열대해역에 분포하는 것으로 알려져 있다(Roper et al., 1984). 참문어는 수심 200 m 까지 서식하는 연안저서종으로 서식 적수온은 20-25°C로 알려져 있으며, 산란기가 되면 수심 10-20 m로 이동하여 3-4일에 걸쳐 산란한다고 보고된 바 있다(Kim et al., 2006). 우리나라 문어류의 80% 이상이 연안통발어업과 연안복합어업을 통해 어획되고 있으며(KOSIS, 2020), 우리나라에서 경제적 가치가 높은 고급 수산물로 각광받고 있다. 그러나 최근 문어류의 생산량이 급격히 감소하였으며, 특히 우리나라 문어류의 최대 생산지역인 전라남도에서는 2009년 7,310톤에서 2020년 2,787톤으로 약 62% 감소하였다(KOSIS, 2020). 따라서 감소한 문어류 자

원을 보호하기 위하여 참문어와 대문어(*Enteroctopus dofleini*)를 대상으로 한 포획 금지기간과 포획 금지체중을 설정하는 자원관리체계가 이루어지고 있다. 금어기와 포획 금지체중 설정과 같은 수산자원 관리제도를 마련하기 위해서는 해당 어종에 대한 다양한 생태학적 연구가 이루어져야 한다. 특히 생태학적 연구 중 성숙과 산란에 관한 연구는 대상 어종의 생식생물학적 성숙 크기 및 산란기에 관한 정보를 제공하여 어종의 포획 금지 크기(체중, 체장 등) 및 금어기와 같은 제도 설정이 적합한지를 판단할 수 있는 과학적 근거자료가 된다.

참문어의 생태에 관한 선행연구를 살펴보면, 국외에서는 연령사정(Hernández-López et al., 2001), 식성(Smith, 2003), 성숙과 생식능력(Carvalho and Sousa, 2003), 생식주기(Otero et al., 2007; Lourenco et al., 2012) 등의 연구가 수행되었으며, 국내에서는 생식생물학적 연구(Kim et al., 2008), 성숙과 산란(Kang et al., 2009), 자원 변동과 생식생태(Song et al., 2020) 등

*Corresponding author: Tel: +82. 61. 690. 8933 Fax: +82. 61. 686. 1588

E-mail address: msy7744@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.2021.1000>

Korean J Fish Aquat Sci 54(6), 1000-1006, December 2021

Received 7 September 2021; Revised 7 October 2021; Accepted 2 December 2021

저자 직위: 양혜진(대학원생), 진수연(대학원생), 김도균(대학원생), 김희용(연구관), 문성용(연구사), 백근욱(교수)

의 연구가 수행되었다. 하지만 국내에서 수행된 참문어의 산란 생태에 관한 연구는 모두 경상남도 지역에서 채집된 참문어를 대상으로 수행되었으며, 경상남도 이외의 다른 지역에서 채집된 참문어의 산란생태에 관한 연구는 전무한 실정이다. 참문어의 성숙과 산란시기는 수온과 먹이의 영향을 크게 받는 것으로 알려져 있으며(Aguado and García, 2002; Song et al., 2020), 조사해역에 따라 수온, 염분, 광주기, 먹이생물 출현량 등 다양한 해양 환경요인에 차이를 보일 수 있으므로 다양한 해역에서 조사한 데이터를 기반으로 참문어의 포획 금지체중과 금어기를 설정할 필요가 있다.

따라서 이번 연구에서는 전라남도 여수 지역에서 채집된 참문어를 대상으로 성비, 생식소숙도지수, 성숙도, 생식소의 조직학적 관찰, 포란수, 성숙체중 및 산란기 추정 등 성숙과 산란에 관한 연구를 수행하여 참문어 자원의 보호와 관리에 필요한 자원 생태학적 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

이번 연구에 사용된 참문어 시료는 2020년 1월부터 12월까지 전라남도 여수 연안 97과 104해구에서 문어단지과 통발어업으로 어획된 개체를 구입하였다. 구입한 시료는 국립수산물학원 남해 수산연구소의 측정실에서 어체 측정기를 이용하여 외투장(mantle length, ML)을 0.1 cm, 체중(body weight, BW)을 0.1 g, 생식소중량(gonad weight, GW)을 0.01 g 단위까지 측정하였다.

참문어의 성비는 조사기간 동안 어체를 측정할 전체 개체에 대해 암:수의 비율을 월별로 나타낸 후, Chi-squared test를 이

용하여 유의성을 검정하였다.

생식소숙도지수(gonadosomatic index, GSI)의 월별 변화는 다음의 식으로 구하였다.

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

여기서, GW (gonad weight)는 생식소 중량(g), BW (body weight)는 체중(g)이다.

참문어 생식소의 발달과정을 알아보기 위하여 실험에 사용된 전체 개체에 대해 조직학적 분석을 수행하였다. 참문어 암컷과 수컷의 성숙도는 각각 미숙(immature stage), 중숙(maturing stage), 성숙(mature stage), 완숙(ripe stage)의 4단계로 구분하였다.

생식소의 내부구조와 생식세포의 발달과정을 관찰하기 위하여 생식소를 추출하여 Bouin's solution에 24시간 고정하였으며, 수세와 탈수과정을 거쳐 Paraplast에 포매하였다. 이후, 4-6 μm 두께로 연속 절편하여 Mayer's Hematoxylin-eosin (H-E) 비고 염색하였으며, Malinol로 봉입하였다. 제작된 생식소 조직표본은 광학현미경(Leica DMIL LED; Leica microsystems, Wetzlar, Germany)을 이용하여 검정하였다.

포란수(F)는 산란기간 동안 성숙한 개체의 난소에 대하여 Ba-genal (1978)의 습중량법으로 구하였다.

$$F = \frac{A-B}{C} \times e$$

여기서, A는 난소의 중량(g), B는 난각의 중량(g), C는 검경

Table 1. Size distribution and sex ratio of common octopus *Octopus vulgaris* collected from January to December 2020 in the coastal waters of Yeosu, Korea

Month (2020)	Total number	No. of inds.		Range ML (cm)		Range BW (g)		Sex ratio
		Female	Male	Female	Male	Female	Male	
Jan.	30	11	19	5.5-14.4	5.1-12.2	224.6-2,868.9	272.1-1,907.5	1:1.73
Feb.	29	17	12	6.8-15.5	9.1-13.6	192.2-1,581.2	398.3-1,435.3	1:0.71
Mar.	25	9	16	8.9-16.1	6.0-17.0	398.0-1,471.7	485.2-2,094.6	1:1.78
Apr.	28	12	16	6.2-19.7	5.3-10.2	425.1-3,645.4	454.5-1,105.2	1:1.33
May	22	10	12	7.5-14.2	8.0-13.3	261.7-1,656.5	299.6-1,823.2	1:1.20
Jun.	20	12	8	5.7-7.8	6.5-7.9	151.8-383.4	229.7-390.2	1:0.67
Jul.	26	16	10	6.8-12.0	6.5-9.5	206.5-961.1	176.5-590.0	1:0.63
Aug.	23	18	5	6.8-14.5	7.3-8.7	123.1-838.6	237.1-358.1	1:0.28
Sep.	28	14	14	5.5-10.9	6.5-8.3	117.6-711.5	131.5-396.9	1:1.00
Oct.	29	12	17	5.6-11.5	6.4-12.8	165.7-1,052.0	203.3-1,462.9	1:1.42
Nov.	30	12	18	7.2-12.3	6.9-11.2	319.3-1,127.7	250.1-1,197.8	1:1.50
Dec.	27	14	13	5.8-16.6	7.2-10.6	145.1-1,651.1	194.8-674.6	1:0.93
Total	317	157	160	5.5-19.7	5.1-17.0	117.6-3,645.4	131.5-2,094.6	1:1.02

ML, mantle length; BW, body weight.

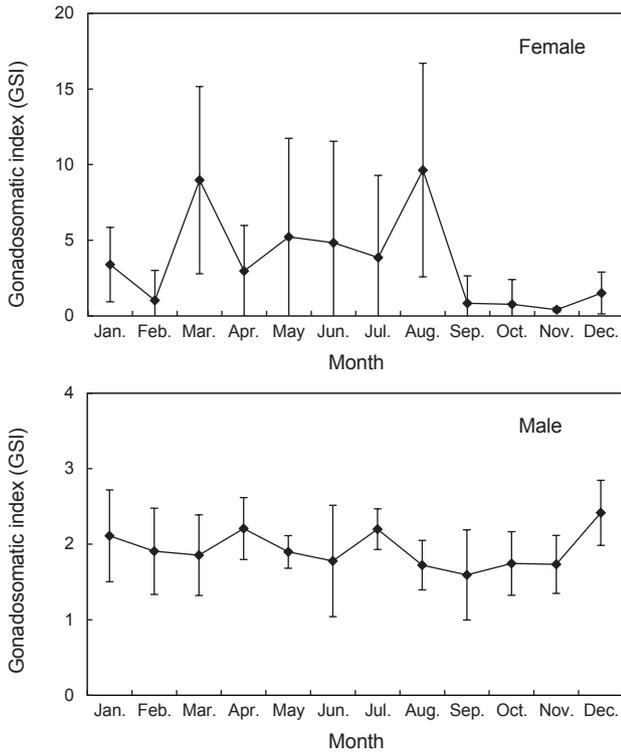


Fig. 1. Monthly changes in gonadosomatic index (GSI) of common octopus *Octopus vulgaris* collected from January to December 2020 in the coastal waters of Yeosu, Korea (Bar, standard deviation).

한 난소 일부의 중량(g), e 는 C 에서 계수된 난의 수이다. 상대 포란수는 성숙한 개체의 체중에 대하여 Bagenal (1978)의 방법으로 구하였다.

$$F = aBW^b$$

여기서, BW (body weight)는 체중(g), a 와 b 는 상수이다.

성숙체중(BW)은 산란기로 추정되는 기간에 성숙 이상의 개체를 당해 연도 산란 가능군으로 판단한 후, 비율을 구하고 King (2007)의 Logistic식을 이용하여 추정하였다.

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-b(BW_i - BW_c)}}$$

여기서, P_i 는 i 체중계급에서의 성숙 비율, BW_i 는 i 체중계급의 체중, b 는 상수이다.

결 과

외투장, 체중분포 및 성비

2020년 1월부터 12월까지 조사된 참문어 총 317개체의 외

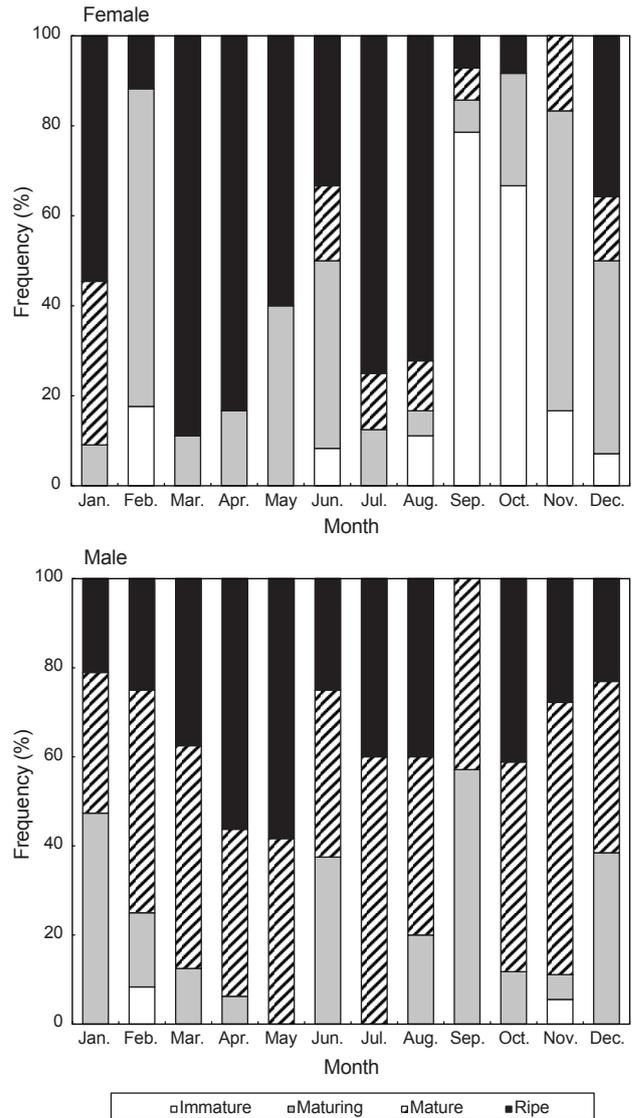


Fig. 2. Monthly changes in maturity stages of common octopus *Octopus vulgaris* female and male collected from January to December 2020 in the coastal waters of Yeosu, Korea.

투장과 체중분포 및 암·수의 월별 성비를 알아본 결과(Table 1), 참문어의 외투장 범위는 5.1-19.7 cm였으며, 암·수의 외투장 범위는 각각 5.5-19.7 cm와 5.1-17.0 cm로 나타났다. 체중 범위는 117.6-3,645.4 g였으며, 암·수의 체중 범위는 각각 117.6-3,645.4 g과 131.5-2,094.6 g으로 나타났다. 또한, 전체 개체에서 암·수의 성비는 1:1.02로 나타났으며, 성비를 Chi-squared test로 검정한 결과, 성비는 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$).

생식소속도지수(GSI)의 월 변화

2020년 1월부터 12월까지 참문어 암컷과 수컷의 생식소속

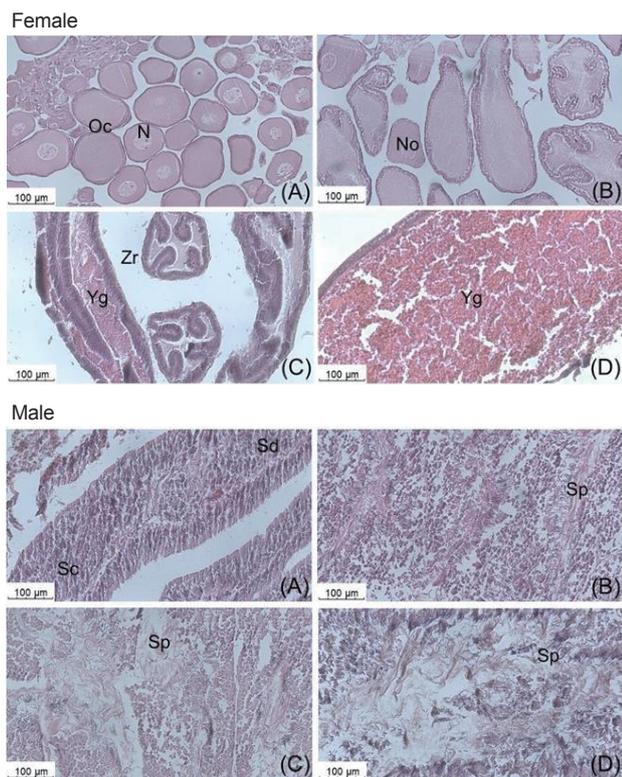


Fig. 3. Photomicrographs of ovarian development phases of common octopus *Octopus vulgaris* female and testicular development phases of *O. vulgaris* male collected from January to December 2020 in the coastal waters of Yeosu, Korea. A, immature stage; B, maturing stage; C, mature stage; D, ripe stage; Oc, oocyte; N, nucleus; No, nucleolus; Yg, yolk globule; Zr, zona radiata; Sc, spermatocyte; Sd, spermatid; Sp, sperm. Scale bars=100 μm.

도지수(GSI)의 월 변화를 분석한 결과(Fig. 1), 암컷의 GSI는 2월에 평균 1.04 ± 1.97 로 낮은 값을 나타낸 후, 3월에 평균 8.97 ± 6.19 로 급격하게 증가하였다. 4월에는 평균 2.97 ± 3.00 로 감소하였으며, 5월부터 7월까지 평균 3.86 ± 5.42 - 5.22 ± 6.53 으로 나타났다. 8월에는 평균 9.64 ± 7.06 으로 다시 급격하게 증가하여 최대값을 나타낸 후, 9월에 평균 0.84 ± 1.81 로 급격하게 감소하였다. 이후, 10월부터 1월까지는 평균 0.41 ± 0.14 - 3.40 ± 2.46 으로 낮은 값을 보였다. 수컷의 GSI는 큰 변동 없이 1월부터 12월까지 평균 1.59 ± 0.60 - 2.42 ± 0.43 의 범위를 보였다. 그중 9월에 평균 1.59 ± 0.60 으로 최소값을 나타냈으며, 12월에 평균 2.42 ± 0.43 으로 최대값을 나타냈다.

성숙도의 월 변화

생식소의 조직학적 관찰을 통하여 참문어 암컷과 수컷의 성숙도를 미숙(immature stage), 중숙(maturing stage), 성숙(mature stage), 완숙(ripe stage)의 4단계로 구분하여 분석한 결과(Fig. 2), 암컷의 경우에는 미숙, 중숙, 성숙, 완숙의 개체들이 조

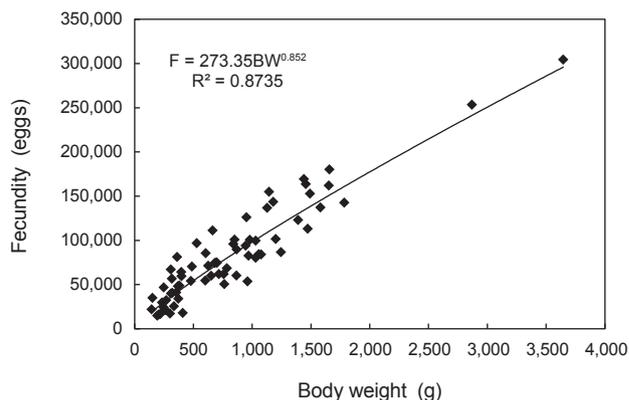


Fig. 4. Relationship between body weight (BW) and fecundity of common octopus *Octopus vulgaris* collected from January to December 2020 in the coastal waters of Yeosu, Korea.

사기간 동안 혼재하여 출현하였다. 중숙단계는 2월에 가장 높은 비율을 나타낸 후, 3월에 급격하게 감소하였으며, 4월부터 6월까지 점차 증가하였다. 이후, 7월부터 8월까지 중숙단계의 비율이 감소하였으며, 9월부터 11월로 갈수록 급격하게 증가하였다. 특히 산란에 직접 참여 가능한 완숙단계는 11월을 제외한 전 기간에 걸쳐 관찰되었으며, 3월에 가장 높은 비율을 나타냈다. 이후, 4월에도 높은 비율로 관찰되었으며, 5월부터 6월까지 점차 감소하다 7월과 8월에 다시 높은 비율을 나타냈다. 수컷의 경우에도 조사기간 동안 미숙, 중숙, 성숙, 완숙의 개체들이 혼재하여 출현하였으며, 성숙단계 이상의 개체들은 매달 관찰되었다.

조직학적 관찰

참문어 암컷과 수컷의 생식소 내부구조와 생식세포의 발달 과정을 알아보기 위하여 생식소를 조직학적으로 관찰한 결과(Fig. 3), 미숙단계(immature stage)의 암컷은 난소 내 상피세포층을 따라 난원세포들과 초기 성장 중인 난모세포들이 관찰되었으며, 난모세포들은 구형에서 점차 타원형으로 발달하였다. 중숙단계(maturing stage)의 암컷은 난소 내 난포세포 이중층을 가진 후기 성장 중인 난모세포들이 관찰되었으며, 난모세포의 세포질 내 난황구들이 형성되기 시작하였다. 성숙단계(mature stage)의 암컷은 세포질 내 난황과립으로 가득 찬 난황형성 난모세포들이 다수 관찰되었으며, 크고 작은 크기의 유구가 관찰되었다. 완숙단계(ripe stage)의 암컷은 난소 내 긴 타원형의 완숙된 난모세포들이 다수 관찰되었으며, 세포질 내 축적되었던 난황구들이 서로 융합하여 완전히 균질화되었다. 미숙단계의 수컷은 정소 내 상피세포층을 따라 다수의 정모세포와 정세포가 관찰되었으며, 일부 변태 중인 정자들이 관찰되었다. 중숙단계의 수컷은 정소 내 정세관 내강에서 성숙 변태를 마친 정자들이 관찰되었다. 성숙단계의 수컷은 정소 내 성숙 변태를 마친 정자들이 계속 축적되면서 중앙 내강에는 정자괴가 뚜렷이 관찰

되었다. 완숙단계의 수컷은 정소 내 성숙한 정자들이 늘어나 내강을 가득 채웠으며, 밀집된 정자들이 관찰되었다.

포란수

참문어의 생산력을 알아보기 위하여 조사기간 동안 산란에 참여 가능한 완숙된 난소를 가진 개체를 선별하여 포란수를 3만 복으로 계수한 결과(Table 2), 체중에 따른 절대포란수는 체중 192.0 g BW 개체에서 최소 14,836개와 체중 3,645.4 g BW 개체에서 최대 304,500개로 나타났다. 체중(BW)과 포란수(F)의 관계식은 $F=273.35BW^{0.852}$ ($R^2=0.8735$)으로 나타났으며, 체중이 증가할수록 포란수가 증가하는 경향을 보였다(Fig. 4). 또한, 참문어 체중 1.0 g 당 상대포란수는 체중 0.0-499.9 g 크기군에서 평균 127개로 가장 많게 나타났으며, 3,500.0-3,999.9 g 크기군에서 평균 84개로 가장 적게 나타났다.

성숙체중(BW)

참문어 암컷의 성숙체중(BW)을 알아보기 위하여 성숙단계 이상의 암컷을 당해 연도 산란에 참여 가능한 개체로 간주하여 성숙개체의 출현비율을 구하였다(Fig. 5). 체중 145.1 g부터 산란에 참여 가능한 성숙한 개체들이 출현하기 시작하였으며, 1,651.1 g 이상의 개체들부터 모두 산란에 참여 가능한 성숙한 개체로 나타났다. 따라서 Logistic식에 적용시킨 결과, 참문어 암컷의 50% 성숙체중(BW)은 554.46 g, 75% 성숙체중(BW)은 1,134.38 g, 97.5% 성숙체중(BW)은 2,474.22 g로 추정되었다.

고 찰

참문어 암컷의 생식소속도지수(GSI)의 월 변화와 성숙도의 월 변화를 분석한 결과, 참문어는 연중 산란하며, 산란성기는 3-4월과 7-8월로 추정되었다. 선행연구를 살펴본 결과, 참문어가 1년에 2회 산란성기를 가진다는 결과는 스페인 Canary제도에서 4월과 10-11월(Hernández-García et al., 2002), 스페인

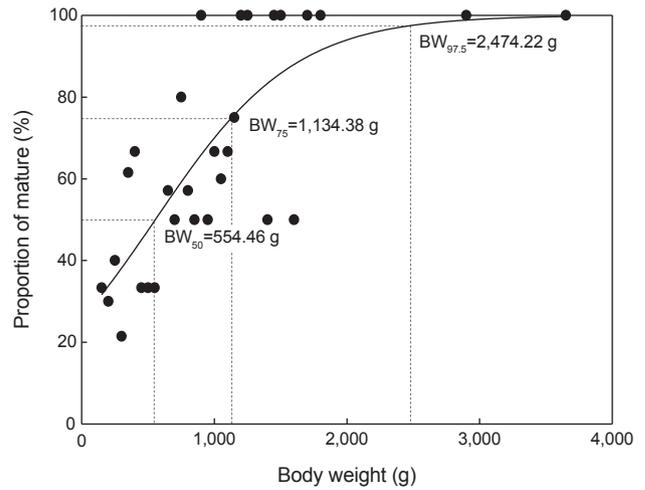


Fig. 5. Relationship between body weight (BW) and group maturity of common octopus *Octopus vulgaris* collected from January to December 2020 in the coastal waters of Yeosu, Korea. BW_{50} =50% group maturation; BW_{75} =75% group maturation; $BW_{97.5}$ =97.5% group maturation.

인 Cadiz만에서 4-5월과 8월(Silva et al., 2002), 지중해 및 일본 해역에서 4-5월과 10월, 서아프리카 해역에서 5-6월과 9월(Roper et al., 1984)로 보고되어 이번 연구 결과와 유사하였다. 하지만 국내에서 수행된 Kang et al. (2009)의 연구에서 참문어의 산란기는 5-6월과 9월, 산란성기는 9월로 나타났으며, Song et al. (2020)의 연구에서는 5-9월, 산란성기는 6월로 나타나 이번 연구와 다소 차이를 보였다. 참문어가 서식해역별 산란기에 다소 차이를 보이는 이유는 참문어의 산란기가 다양한 해양 환경요인의 영향을 받으므로(Forsythe and van Heukelem, 1987; Aguado and García, 2002; Song et al., 2020), 각 개체군이 서식해역의 환경조건에 적응한 것으로 생각된다(Yamaguchi et al., 2006; Jeon et al., 2020). 따라서 참문어의 해역별 산란기의 차이가 해양 환경요인의 영향인지 혹은, 다른 원인에 의한 것인지

Table 2. Absolute and relative fecundity according to body weight of common octopus *Octopus vulgaris* collected from January to December 2020 in the coastal waters of Yeosu, Korea

Body weight (g)	Absolute fecundity (eggs)		Relative fecundity (eggs/g)		n
	Range	Mean	Range	Mean	
0.0-499.9	14,836-81,360	39,486	48-262	127	26
500.0-999.9	50,567-126,100	79,584	65-163	103	22
1,000.0-1,499.9	80,426-169,251	121,021	65-137	98	14
1,500.0-1,999.9	137,220-180,280	155,583	82-108	93	4
2,000.0-2,499.9	-	-	-	-	-
2,500.0-2,999.9	253,467	253,467	88	88	1
3,000.0-3,499.9	-	-	-	-	-
3,500.0-3,999.9	304,500	304,500	84	84	1

명확히 규명하기 위해서 이번 연구결과를 바탕으로 참문어의 해역별 정밀한 생태연구를 지속적으로 수행해야 할 것으로 사료된다. 또한, 동일 국가 내에서 해역별 산란기의 차이는 남아프리카 해역에 출현하는 참문어의 연구 결과에서도 나타났다. 남아프리카의 서해 남부해역에 서식하는 참문어는 늦겨울부터 봄에 서풍과 Benguela해류의 영향을 받아 연중 산란하며(Smith and Griffiths, 2002; Oosthuizen and Smale, 2003; Gibbons et al., 2010), 동해 남부해역에 서식하는 참문어는 여름에 동풍과 Agulhas해류의 영향을 받아 여름에 산란하는 것으로 보고되었다. 두족류의 성숙과 산란은 해양 환경요인의 영향을 받으며, 환경요인의 계절적 변화에 따라 해양의 생산성과 먹이생물 출현량이 달라져 산란시기에 다소 차이를 보이는 것으로 보고되었다(Cushing, 1975; Song et al., 2020). 따라서 참문어의 성숙과 산란은 해역별 해류, 해풍, 수온, 먹이생물 출현량 등 다양한 해양 환경요인에 따라 산란기에 차이를 보이는 것으로 생각된다.

참문어의 생산력을 파악하기 위하여 포란수를 조사한 결과, 체중에 따른 포란수는 14,836 (192.0 g BW)-304,500 (3,645.4 g BW)개의 범위를 보였다. Kim et al. (2008)의 연구에서 참문어의 포란수는 5,715 (252.0 g BW)-240,990 (3,381.4 g BW)개의 범위를 보였으며, Song et al. (2020)의 연구에서 40,280 (578.1 g BW)-138,994 (1,666.5 g BW)개의 범위를 보였다. 포란수는 동종이더라도 크기, 연령, 영양상태 등에 따라 차이를 보이며(Kim and Zhang, 1994; Choi et al., 2020), 먹이의 분배량, 먹이의 질, 서식밀도, 생존경쟁의 정도, 그 외 성장에 영향을 주는 여러 요인들에 의해 결정된다(Simpson, 1951; Choi et al., 2020). 따라서 참문어의 포란수 범위에 다소 차이를 보이는 것으로 판단된다.

전라남도 여수 지역에서 채집된 참문어를 대상으로 한 이번 연구에서 참문어 암컷의 성숙체중(BW)은 50%에서 554.46 g, 75%에서 1,134.38 g, 97.5%에서 2,474.22 g으로 나타났다. 경상남도 통영과 사천 지역에서 조사된 참문어의 50% 성숙체중(BW)은 Kang et al. (2009)의 연구에서 919.6 g, Song et al. (2020)의 연구에서 636.35 g으로 나타나 이번 연구에서 추정된 성숙체중(BW)보다 높게 나타났다. 동일한 해역에서 수행된 Kang et al. (2009)의 연구와 Song et al. (2020)의 연구에서 참문어의 50% 성숙체중(BW)이 Kang et al. (2009)의 연구에 비해 Song et al. (2020)의 연구에서 감소한 원인을 미성숙개체의 남획과 수온 및 염분 등으로 인한 성숙도의 변화라고 보고하였다(Song et al., 2020). 하지만 이번 연구와 선행연구를 비교하였을 때, 조사해역별 수온과 염분에 큰 차이를 보이지 않는 것으로 사료되어(KHOA, 2020), 이번 연구에서 참문어의 성숙체중(BW)이 감소한 원인은 수온과 염분의 차이뿐만 아니라 지역별 어업구역의 환경조건과 개체군의 영양상태 및 자원상태의 차이로 추정되며, 향후 해역별 조사를 통해 명확한 원인을 규명할 필요가 있을 것으로 판단된다. 서식해역에 따른 성숙체중(BW) 및 성숙외투장(ML)의 차이는 같은 문어과에 속하는 대문어와

낙지(*Octopus minor*)에서도 발견되었다. 대문어의 50% 성숙체중(BW)은 Yang et al. (2010)의 연구에서 12.4 kg, Lee et al. (2014)의 연구에서 12.2 kg으로 나타났으며, 낙지의 50% 성숙외투장(ML)은 Kim and Kim (2006)의 연구에서 7.06 cm, Kim et al. (2017)의 연구에서 3.58 cm로 나타나 동종에서도 성숙체중(BW) 및 성숙외투장(ML)이 지역별, 시기별로 차이가 발생하는 것으로 확인되었다. 또한, 상업적 가치가 높은 어종은 과도한 어획에 의해 개체군의 크기가 감소되며, 이를 유지하기 위해 성장률이 높아져 성숙체중 및 성숙연령이 감소하는 경우가 많다(Zhang, 2010; Kim et al., 2020). 따라서 이번 연구에서 참문어의 성숙체중(BW)이 선행연구에 비해 감소한 원인은 지역별, 시기별 차이, 개체군의 자원상태 등과 관련이 있을 것으로 판단되며, 향후 이에 대한 생태학적 연구를 수행하여 추가 보완해야 할 것으로 사료된다.

사 사

이 논문은 2021년 국립수산물과학원(수산물과학연구사업, R2021034)의 지원으로 수행된 연구입니다.

References

- Aguado Giménez F and García García B. 2002. Growth and food intake models in *Octopus vulgaris* Cuvier (1797): influence of body weight, temperature, sex and diet. *Aquac Int* 10, 361-377. <https://doi.org/10.1023/A:1023335024053>.
- Bagenal TB. 1978. Methods for assessment of fish production in freshwaters. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K., 300.
- Carvalho JMN and Sousa Reis C. 2003. Contributions to knowledge on the maturation and fertility of the common octopus *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 on the Portuguese coast. *Bol Inst Esp Oceanogr* 19, 473-481.
- Choi YJ, Choi JH, Lee HW, Jeong JM, Kim HJ, Kim DG, Jin SY and Baeck GW. 2020. Maturation and spawning of yellowback seabream *Dentex tumifrons* in the Coastal Waters of Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 53, 107-111. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0107>.
- Cushing DH. 1975. Marine ecology and fisheries. Cambridge University Press, New York, NY, U.S.A., 292.
- Forsythe JW and van Heukelem WF. 1987. Growth. In: Cephalopod life cycles, Vol. 2: Comparative reviews. PR Boyle, ed. Academic Press, London, U.K., 135-156.
- Gibbons MJ, Buecher E, Thibault-Botha D, Helm RR and McDowall R. 2010. Patterns in marine hydrozoan richness and biogeography around southern Africa: implications of life cycle strategy. *J Biogeogr* 37, 606-616.
- Hernández-García V, Hernández-López JL and Castro-Hdez JJ. 2002. On the reproduction of *Octopus vulgaris* off the coast of the Canary Islands. *Fish Res* 57, 197-203. [https://doi.org/10.1016/S0164-3113\(02\)00000-0](https://doi.org/10.1016/S0164-3113(02)00000-0).

- doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00341-1.
- Hernández-López JL, Castro-Hernández JJ and Hernández-García V. 2001. Age determined from the daily deposition of concentric rings on common octopus (*Octopus vulgaris*) beaks. *Fish Bull* 99, 679-684.
- Jeon BS, Choi JH, Im YJ, Lee HW and Kim JW. 2020. Maturity and spawning of white croaker *Pennahia argentatus* in the Southern Sea of Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 53, 36-42. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0036>.
- Kang HJ, Kim YH, Kim SY, Lee DW, Choi YM, Chang DS and Gwak WS. 2009. Maturity and spawning period of the common octopus *Octopus vulgaris* in the South Sea of Korea. *Korean J Malacol* 25, 127-133.
- KHOA (Korea Hydrographic and Oceanographic Agency). 2020. Statistic database for water temperature and salinity. Retrieved from <http://www.khoa.go.kr> on Oct 20, 2021.
- Kim DS and Kim JM. 2006. Sexual maturity and growth characteristics of *Octopus minor*. *Korean J Fish Aquat Sci* 39, 410-418. <https://doi.org/10.5657/kfas.2006.39.5.410>.
- Kim HJ, Park JH, Kwon DH and Kim Y. 2020. Maturation and spawning of largehead hairtail *Trichiurus japonicus* near Jeju Island, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 53, 1-8. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0001>.
- Kim S and Zhang CI. 1994. *Fish ecology*. Seoul Press, Seoul, Korea, 274.
- Kim YH, Kang HJ, Lee EH, Lee DW, Chang DS and Gwak WS. 2008. Reproductive biology of common octopus *Octopus vulgaris* in the South Sea of Korea. *Korean J Malacol* 24, 161-166.
- Kim YH, Lee SK, Kim HJ, Ju SM and Lee JS. 2017. Sexual group maturity, fecundity and reproductive cycle of *Octopus minor* (Cephalopoda: Octopodidae). *Korean J Malacol* 33, 13-20.
- Kim YS, Kim JB, Kim YH, Kim DN, An DH, Hwang SJ, Moon DY, Kim JY, Jo HS, Kim SS and Koh JR. 2006. An illustrated guide. In: *Commercial cephalopods of the world*. Ministry of Oceans and Fisheries and National Institute of Fisheries Science, Busan, Korea, 195.
- King MG. 2007. *Fisheries biology assessment and management*. Blackwell Publication, Oxford, U.K., 382.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2020. Statistic database for fisheries production. Retrieved from <http://www.fips.go.kr> on Aug 1, 2021.
- Lee SI, Yang JH, Lee HW, Kim JB and Cha HK. 2014. Maturity and spawning of the giant Pacific octopus, *Octopus dofleini* in the coast of Gangwondo, East Sea. *J Kor Soc Fish Tech* 50, 154-161. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2014.50.2.154>.
- Lourenco S, Moreno A, Narciso L, Gonzálezc ÁF and Pereira J. 2012. Seasonal trends of the reproductive cycle of *Octopus vulgaris* in two environmentally distinct coastal areas. *Fish Res* 127-128, 116-124. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.04.006>.
- Oosthuizen A and Smale MJ. 2003. Population biology of *Octopus vulgaris* on the temperate south-eastern coast of South Africa. *J Mar Biol Assoc U K* 83, 535-541. <https://doi.org/10.1017/S0025315403007458h>.
- Otero J, González ÁF, Sieiro MP and Guerra Á. 2007. Reproductive cycle and energy allocation of *Octopus vulgaris* in Galician waters, NE Atlantic. *Fish Res* 85, 122-129. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.01.007>.
- Roper CFE, Sweeney MJ and Nauen CE. 1984. Cephalopods of the world. In: *FAO species catalogue, Vol. 3. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy*, 211.
- Silva L, Sobrino I and Ramos F. 2002. Reproductive biology of the common octopus *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (Cephalopoda: Octopodidae) in the Gulf of Cádiz (SW Spain). *Bull Mar Sci* 71, 837-850.
- Simpson AC. 1951. The fecundity of the plaice *Pleuronectes platessa* in the North sea. *Fish Invest Ser* 17, 1-27.
- Smith CD. 2003. Diet of *Octopus vulgaris* in False Bay, South Africa. *Mar Biol* 143, 1127-1133. <https://doi.org/10.1007/s00227-003-1144-2>.
- Smith CD and Griffiths CL. 2002. Aspects of the population biology of *Octopus vulgaris* in False Bay, South Africa. *S Afr J Mar Sci* 24, 185-192. <https://doi.org/10.2989/025776102784528637>.
- Song SH, Park JH, Ji HS, Choi JH, Kim HJ, Jeong JM and Kim DH. 2020. Variation in catch size and changes in reproductive biology of common octopus *Octopus vulgaris* in the coastal waters Off Gyeongnam, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 53, 57-66. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0057>.
- Yamaguchi A, Takita T and Kume G. 2006. Reproductive cycle, sexual maturity and diel-reproductive periodicity of white croaker *Pennahia argentata* (Sciaenidae), in Ariake Sound, Japan. *Fish Res* 82, 95-100. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.08.012>.
- Yang JH, Lee SI, Kim JB, Yoon SC, Jeon YY and Kim JW. 2010. Maturity and spawning of the giant Pacific octopus *Octopus dofleini* in the East Sea, Korea. In: *Proceedings of the Korean Society of Fisheries Technology Conference*. Busan, Korea, 131-134.
- Zhang CI. 2010. *Marine fisheries resource ecology*. Pukyong National University Press, Busan, Korea, 153-181.