

한국 남서 갯벌지역 쟁뚱어 (*Boleophthalmus pectinirostris*)의 연령과 성장

정순재 · 한경호^{1*} · 김진구 · 심두생
국립수산과학원 남해수산연구소 목포분소, ¹여수대학교 수산생물학과

Age and Growth of the Blue Spot Mudskipper (*Boleophthalmus pectinirostris*) in the Mud Flat of Southwestern Korea

Sun Jae JEONG, Kyeong Ho HAN^{1*}, Jin Koo KIM and Doo-Saing SIM
Mokpo Laboratory, South Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research &
Development Institute, Mokpo 530-140 Korea

¹Division of Aqua Life Science, Yeosu National University, Yeosu 550-749, Korea

Age and growth of the blue spot mudskipper (*Boleophthalmus pectinirostris*) were studied using the samples caught in the mud flats of southwestern Korea during April-October, 2001. The value of the marginal index of the second actinost bone was the lowest in July and October and indicated by rings that was formed twice a year. The relationship between body weight (*BW*) and total length (*TL*) was expressed as $BW=0.000005 TL^{3.12}$ ($r^2=0.92$) for females and $BW=0.000476 TL^{2.18}$ ($r^2=0.67$) for males. Regression analysis of *TL*-*BW* between sexes showed a significant difference ($P<0.01$). Relationship between total length (*TL*) and actinost radius (*R*) were expressed as $TL=16.9+33.4 R$ ($r^2=0.62$) for females and $TL=45.8+26.2 R$ ($r^2=0.41$) for males. Growth parameters, L_{∞} , t_0 , and K were estimated as 165.2 mm, -0.23, and 1.07 for females and 155.3 mm, -0.35, and 1.39 for males.

Key words: *Boleophthalmus pectinirostris*, Blue spot mudskipper, Age, Growth, Actinost

서 론

쟁뚱어 (*Boleophthalmus pectinirostris*)는 일본, 중국, 미얀마, 말레이반도, 동남아시아, 한국의 서해 남부해역인 전남 영암, 신안, 장흥, 별교, 강진 등의 갯벌이 발달한 곳에 서식하며 (Kim et al., 2001), Pennales목의 규조류 중 *Pleurosigma*속과 순 담수산인 *Bidulphia*속을 전체 먹이의 70% 정도 섭이한다 (Noda and Koga, 1990a; Ryu et al., 1995). 쟁뚱어는 11월 중순부터 3월 중순의 약 4개월 동안 갯벌에 깊이 1 m 정도의 수직의 YL자형 서식공에서 거의 먹이를 먹지 않고 (Ryu, 1991) 동면하므로 잠둥어라 불리기도 한다. 망둑어과 어류는 대체로 굴을 파서 생활하는데, 말뚝망둑어와 민무늬말뚝망둑어 (*Periophthalmus* sp.)의 굴의 모양은 L형, 숨이망둑어 (*Apocryptodon madurensis*)는 W형, 남방쟁뚱어 (*Scartelaos gigas*)는 Y형이다 (Ryu, 1991). 간석면에 나타난 쟁뚱어의 구멍은 10-14개 (평균 12개)로 다른 망둑어과 어류보다 많은 구멍을 만드는데 이것은 습도유지, 월동준비, 산란기 동안 난의 보호 등의 잇점이 있으며, 천적으로부터의 도피가 주목적인 것으로 추정된다 (Ryu, 1991; Ryu et al., 1995).

본 종은 서남부지역에서 오래전부터 식용으로 이용되어 갯벌에서 낚시 바늘로 낚는 활치기나 산란기동안 생식공에서 난을 보호하는 개체 및 포식자로부터 도피 목적으로 서식공에

있는 쟁뚱어를 손으로 파서 잡는다. 쟁뚱어는 무분별한 갯벌의 매립, 환경오염, 남획 등으로 자원량이 급격히 감소되었고, 수요가 증가추세를 나타내어 자원의 합리적인 관리가 현안과제가 되었다.

일본에서의 연구는 쟁뚱어 부화 및 자치어 사육 (Koga et al., 1989a), 친어의 양성 (Koga et al., 1989b), 인공 산란소에 의한 채란 및 산란조건 (Koga et al., 1989c), 유어기의 사료 (Noda and Koga, 1990a), 유어의 월동 사육법 (Noda and Koga, 1990b), 자치어의 출현·분포 (Yuzuriha and Koga, 1990; Koga and Baba, 1991), 유어의 생태 (Yuzuriha et al., 1990) 등이 연구되었고, 사출골에 의한 연령사정을 통하여 쟁뚱어의 연령과 성장 (Washio et al., 1991)를 연구하였다. 국내에서는 쟁뚱어의 난소성숙 과정에 관한 연구 (Chung et al., 1989), 성 성숙 (Chung et al., 1991), 한국산 말뚝망둑어아과 어류의 분류와 생태 (Ryu, 1991), 생태와 생활사 (Ryu et al., 1995), 한국산 날망둑속 3종 연령과 성장 (Kim and Kim, 2001) 등이 있다. 이처럼 초기생태 및 인공증식 중요생산에 관한 연구는 일본에서 주로 이루어졌고, 국내에도 일부 연구가 있으나 쟁뚱어의 연령사정이나 자원특성에 관한 연구는 거의 없다.

본 연구는 쟁뚱어 (*Boleophthalmus pectinirostris*)의 자원생태학적 특성치인 성장매개변수를 추정하여 쟁뚱어의 연령과 성장을 측정하였다.

*Corresponding author: aqua05@yosu.ac.kr

재료 및 방법

2001년 4월부터 10월 사이에 전남 강진군 칠량면 구로리와 송산리의 하구역 간석지 (Fig. 1) 갯벌에서 낚시에 의한 홀치기 방법으로 어획된 것을 매월 1회, 50마리씩 구입하였고, 채집된 개체의 전장 범위는 Table 1에 나타내었다.

전장 (Total length: TL)은 Vernier caliper를 사용하여 0.1 mm 단위로 측정하였고, 체중 (Body weight: BW) 및 생식소 중량은 전자저울을 사용하여 0.1 g 단위로 측정하였다. 사출골의 채골은 몸통에서 좌측의 가슴지느러미 기저부를 분리한 후 뜨거운 물에 삶아서 근육을 제거하고, 3% NaOH 수용액에 24시간 담근 후 물로 세척하였다.

사출골의 전반부와 후반부의 구별은 머리쪽을 향하는 부분을 전반부, 가슴지느러미 줄기쪽을 향하는 부분을 후반부라 하였다. 관찰과 측정은 사출골을 증류수에 담고, 입체해부현미경하에서 Image Analyzer Package (Image-Pro Plus Version 4.5)를 이용하여 전반부의 윤경을 측정하였다.

사출골의 윤문이 연령형질로서 적합한가를 판단하기 위해 사출골장과 윤경간의 관계를 검토하였으며, 윤문의 형성시기 및 형성횟수는 사출골장 연역지수 (Marginal Index: MI)의 월별변화를 통하여 검토하였다 (Kim et al., 1991).

$$MI = \frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}}$$

(R, Radial size; r_n , Radius to the n-th mark)

Table 1. Sampling data of *Boleophthalmus pectinirostris* from Kangjin Bay, Korea

Date	Number of specimens		Total length (mm)	
	Female	Male	Female	Male
Apr. 13	11	19	142.6-176.4	142.6-168.8
May 17	12	26	145.3-180.0	152.0-185.3
June 9	7	7	139.5-161.0	146.0-156.5
July 31	11	13	143.5-157.2	142.7-155.8
Aug. 19	27	14	144.8-195.7	142.6-169.1
Sep. 26	12	22	139.9-155.2	104.4-150.3
Oct. 11	7	5	108.3-157.3	133.6-174.6
-	-	Mean	156.6	153.2

산란기 추정을 하기 위하여 생식소속도지수 (Gonadosomatic Index: GSI) 및 비만도지수 (Fatness index: F)의 월변동을 조사하였다 (Washio et al., 1991; Kim et al., 1991).

$$GSI = GW/BW \times 10^3$$

(GW, Gonad weight; BW, Body weight)

$$F = BW/TL \times 10^3$$

(BW, Body weight; TL, Total length)

조사지역에서 어획한 표본어의 전장-체중 자료를 대수 처리 후 SAS 프로그램 (version 7.0)에서 공분산분석 (ANCOVA)으로 암수간 성장 차이 유무를 검정하였다.

쟁뚝어의 사출골에 나타나는 n번째 윤문 (r_n)을 윤문이 형성되었을 때의 사출골장 (R)으로 인정하여 윤문이 형성되는 시점에서의 사출골장을 각 윤문의 평균 윤장으로 계산하였다. 사출골장과 전장간의 관계식에 윤문형성시의 사출골장을 대입하여 각 연령별 전장을 구하였다. 이 값들은 이용하여 von Bertalanffy 성장식을 비선형회귀방법으로 구하였으며, 비선형회귀식의 초기값으로 Walford 정차도법으로 추정된 성장매개변수를 적용하였다.

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

(L_∞ , The asymptotic length; K, Growth coefficient; t_0 , The age fo the fish at zero length)이고, 전장 (TL)과 체중 (BW)간의 관계식은

$$BW = aTL^b$$

으로 나타내었으며, 전장 (TL)과 체중 (BW) 관계식으로부터 연령 (t)에 대한 체중 (W)의 성장식은

$$W_t = W_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})^6 \text{이다.}$$

결 과

가슴지느러미의 제2사출골은 초점 (Focus: F)을 중심으로 투명대와 불투명대가 교대로 나타나며, 불투명대에서 투명대로 이행하는 경계가 명확하였으므로 이를 윤문으로 판독

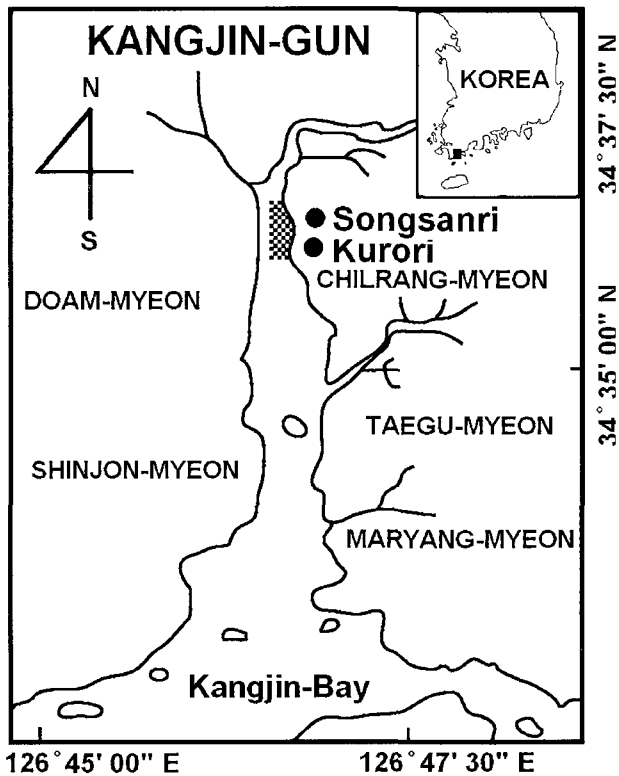


Fig. 1. Map showing the sampling area (shaded) for *Boleophthalmus pectinirostris*.

하였다 (Fig. 2).

사출골에 나타나는 윤문 중 위륜 혹은 이상륜을 파악하기 위해 사출골장과 윤경간 관계를 비교하였다 (Fig. 3). 각 윤경은 인접 윤경과 명확히 분리되어 있고, 윤경은 사출골장이 증가함에 따라 커지는 관계를 가져 사출골이 연령사정 및 성장식 추정에 적합한 것으로 나타났다.

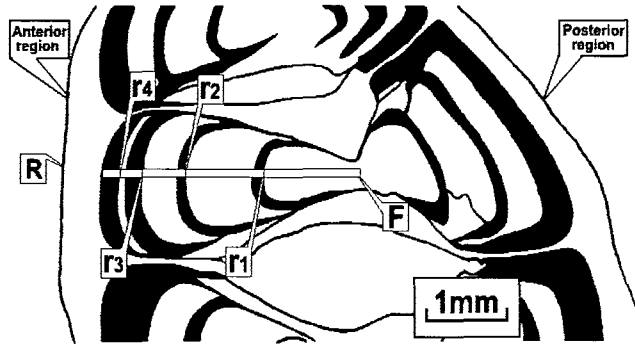


Fig. 2. Second actinost of *Boleophthalmus pectinirostris* from Kangjin Bay, Korea, showing measuring axis and marks. The white and black zones represent the opaque and translucent zones, respectively. F, Focus; R, Radial size; r_n , Radius to the n-th mark.

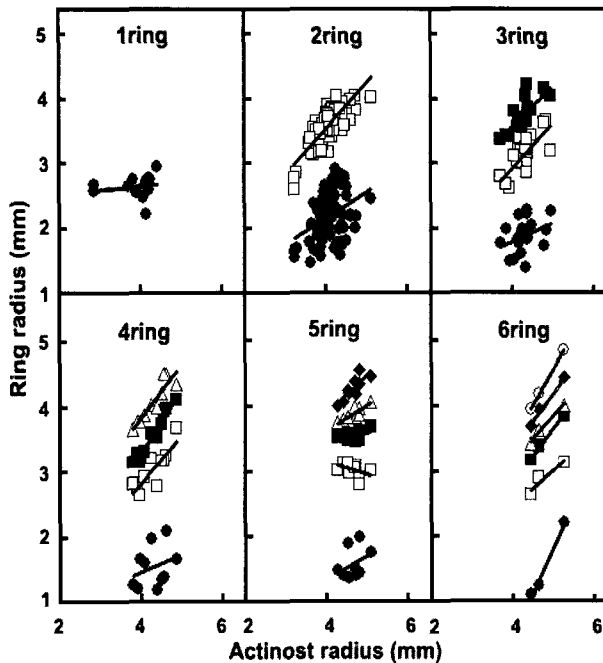


Fig. 3. Relationship between actinost radius and ring radius of *Boleophthalmus pectinirostris* from Kangjin Bay, Korea.

연역지수 (Marginal Index: MI)의 월변동은 7월과 10월에 최저치를 나타내었다. 제1륜은 산란기 (6월초-7월말), 제2륜은 동면직전 (10월에 생긴 것으로 추정된다 (Fig. 4).

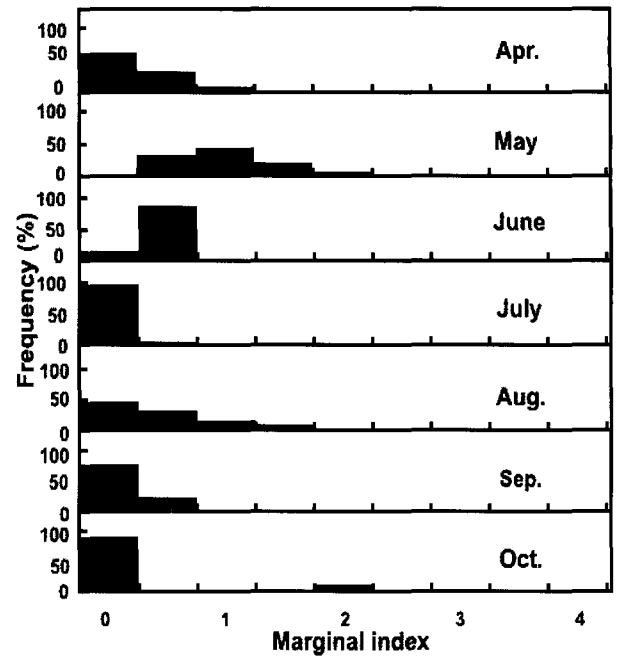


Fig. 4. Monthly distribution of marginal index in the second actinost of *Boleophthalmus pectinirostris* from Kangjin Bay, Korea.

짱뽕어의 생식소숙도지수 (GSI)는 암컷은 5월에 8.03로 가장 높았고, 7월말 급격히 낮아졌다. 수컷도 5월 0.24로 가장 높았고, 8월부터 낮아져 산란기는 5-7월로 추정되었다 (Fig. 5).

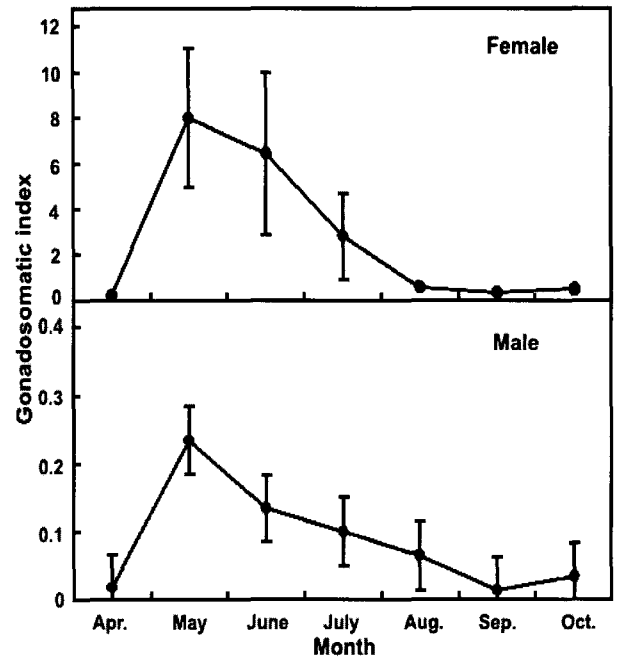


Fig. 5. Monthly variation of gonadosomatic index of *Boleophthalmus pectinirostris* from Kangjin Bay, Korea. Circles and bars indicate the mean and the standard deviation.

비만도지수는 암컷은 8월에 270.87로 가장 높았고, 수컷도 198.54로 비교적 높았다. 암컷은 8월에 이외의 달에 비해 월등히 높았고, 수컷은 매달 거의 큰 차이를 보이지 않았다 (Fig. 6).

사출골의 중심에서 각 윤문간의 윤경을 살펴보면, 암컷과 수컷은 연령에 따라 윤문간의 윤경이 증가함을 알 수 있다 (Table 2).

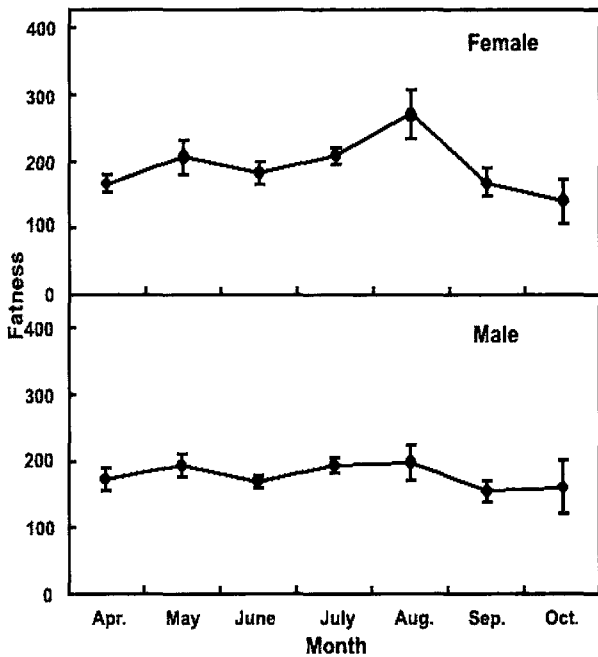


Fig. 6. Monthly variation of fatness index of *Boleophthalmus pectinirostris* from Kangjin Bay, Korea. Circles and bars indicate the mean and the standard deviation.

사출골의 윤문으로부터 추정된 (Table 2) 암컷의 나이는 0.4세부터 3세였고, 수컷은 0.4세부터 2세였다. 제1윤경을 비교해 보면, 암컷의 경우 1윤군의 2.67 mm에서 나이가 증가함에 따라 점차 감소하여 6윤군의 1.52 mm를 보였고, 수컷의 경우에도 나이가 증가할수록 제1윤경이 작아지는 현상이 나

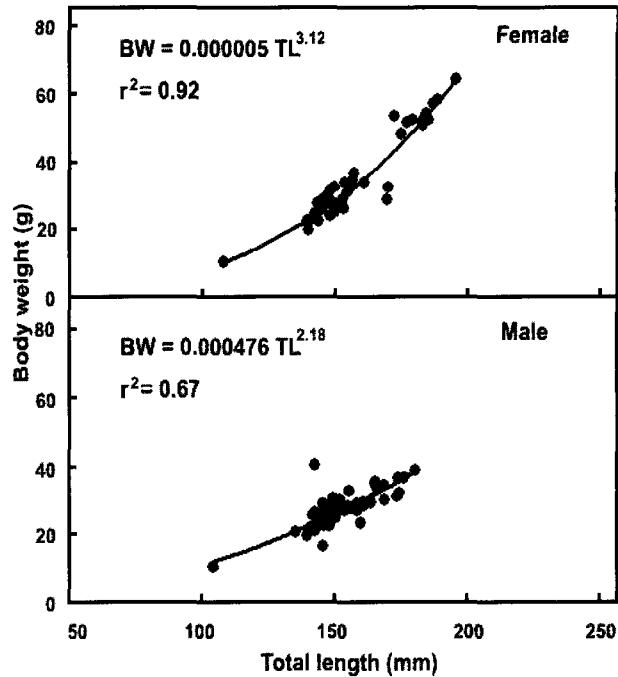


Fig. 7. Relationship between total length and body weight of female and male *Boleophthalmus pectinirostris* from Kangjin Bay, Korea.

타났다. 그 외 제2윤경, 제3윤경, 제4윤경 등에서도 같았다. 암수간의 전장-체중의 관계식은 암컷 $BW=0.000005 TL^{3.12}$ ($r^2=0.92$), 수컷 $BW=0.000476 TL^{2.18}$ ($r^2=0.67$)으로 (Fig. 7) 암수간 유의한 성장 차이를 나타내었다 (ANCOVA, $P < 0.01$).

사출골장-전장 관계식은 암컷이 $TL=16.9+33.4 R$ ($r^2=0.62$), 수컷이 $TL=45.8+26.2 R$ ($r^2=0.41$)이었다 (Fig. 8).

암수의 사출골장 (R)과 전장 (TL)간의 직선회귀식을 이용하여 윤문 형성시의 평균전장을 역계산으로 구하면 Table 3와 같다.

비선형회귀분석에 의한 von Bertalanffy 성장모델의 추정식과 성장곡선은 Fig. 9 나타냈었다. 비선형회귀방법으로 구한 각 연령별 암컷의 전장은 0.4세 82 mm, 1세 121 mm, 1.4세

Table 2. Mean ring radius of each age group of *Boleophthalmus pectinirostris* from Kangjin Bay, Korea

Age (year)	Female						Male			
	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
0.4	2.67						2.62			
1	2.34	3.61					2.14	3.55		
1.4	1.82	3.20	3.81				1.90	3.18	3.72	
2	1.58	3.01	3.61	4.13			1.69	3.11	3.55	3.95
2.4	1.59	3.01	3.55	3.88	4.29		-	-	-	-
3	1.52	2.88	3.46	3.68	4.01	4.32	-	-	-	-
Mean	1.92	3.14	3.61	3.90	4.15	4.32	2.09	3.28	3.63	3.95

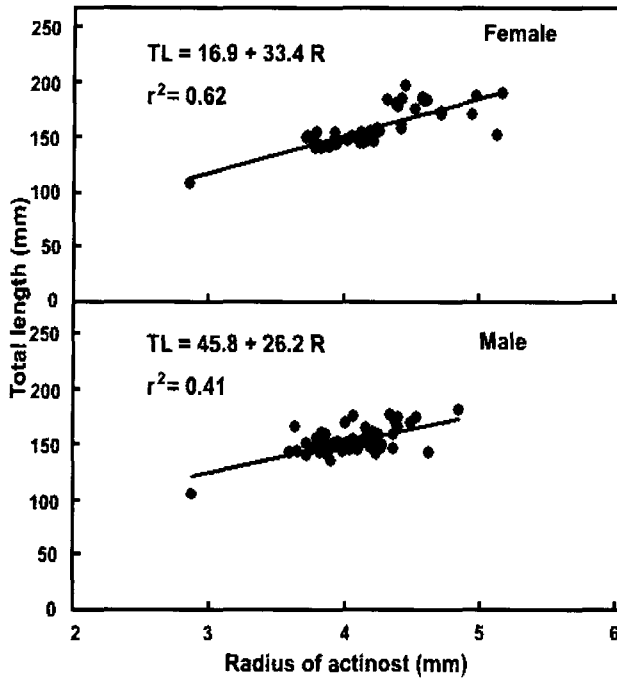


Fig. 8. Relationship between actinost radius and total length of female and male *Boleophthalmus pectinirostris* from Kangjin Bay, Korea.

Table 3. Back-calculated total length at the ring time of each ring formation in *Boleophthalmus pectinirostris* from Korea

Number of rings	Total length (mm)		Age (year)	Remarks
	Female	Male		
1	81.5	100.6	0.4	Hibernation
2	121.2	131.5	1	Spawning
3	136.5	141.6	1.4	Hibernation
4	150.1	149.3	2	Spawning
5	155.4	-	2.4	Hibernation
6	160.1	-	3	Spawning

137 mm, 2세 150 mm, 2.4세 155 mm, 3세 160 mm, 수컷의 전장은 0.4세 101 mm, 1세 132 mm, 1.4세 142 mm, 2세 149 mm 이었다.

최대체중 (W_{∞})은 비선형회귀로 구해진 암수의 성장매개변수를 전장-체중 관계식에 대입하여 구하였고, 성장식은 암컷이 $W_t = 40.9(1 - e^{-1.07(t+0.23)})^{3.12}$, 수컷이 $W_t = 20.1(1 - e^{-1.39(t+0.35)})^{2.18}$ 이었다.

암컷의 각 연령별 이론적 체중은 0.4세 4.5 g, 1세 15.6 g, 1.4세 22.6 g, 2세 30.4 g, 2.4세 33.8 g, 3세 37.1 g, 수컷은 0.4세 12.1 g, 1세 20.7 g, 1.4세 24.1 g, 2세 26.9 g 이었다.

고 찰

강진산 쟁돝어의 월별 생식소숙도지수는 암수 모두 5월에 쟁돝어는 암컷의 GSI값이 최대치를 보인 6월이 산란성기로

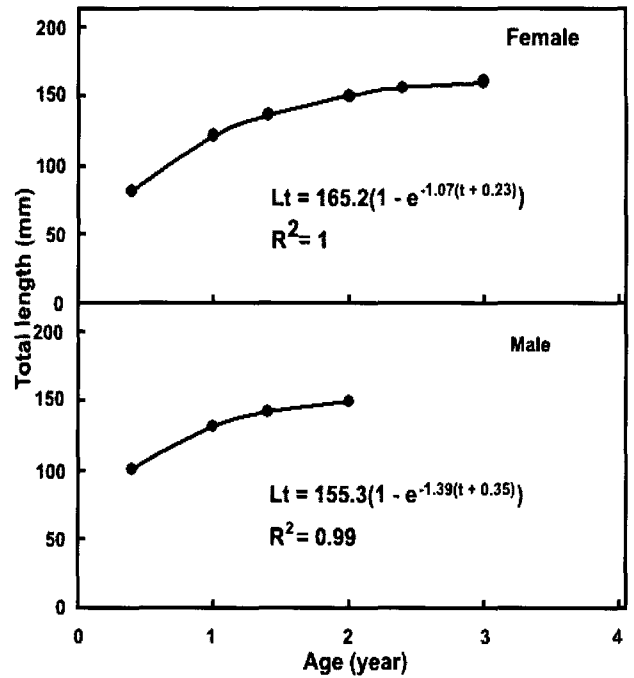


Fig. 9. The von Bertalanffy's growth curve of female and male *Boleophthalmus pectinirostris* in the mud flat of south western Korea.

보고 되었으며 (Washio et al., 1991), 전북 옥구군 회현면 오봉리산 쟁돝어의 산란성기는 6월 중순-7월 하순으로 (Ryu et al., 1995), 수컷이 한달 빨리 최대값에 도달한다고 하였다 (Chung et al., 1991). 이처럼 한국산과 일본산 쟁돝어의 산란기는 거의 일치하나 강진산 쟁돝어가 시기적으로 빨랐으며, 이는 일본이 한국보다 조석간만의 차가 적어 갯벌 노출 시간이 적은데서 비롯된 것으로 추정된다.

강진산 쟁돝어의 월별 비만도는 암수 모두 8월이 높았다. 이것은 5-7월에 산란을 마친 암·수의 쟁돝어 개체들은 8월에 소모되었던 생식에너지를 보충하여 월동에 대비하기 위한 것으로 추정되었다.

일반적으로 어류의 연령판독을 통하여 Age-length key가 구해지면 이에 근거하여 자원 평가를 실시하는데, 대부분의 어류는 연령형질로 이석, 비늘, 척추골, 상후두골, 새개골, 쇄골, 지느러미줄기 등이 이용되고 있다.

날망둑속 꼭저구 (*Gymnogobius urotaenia*), 검정꼭저구 (*Gymnogobius* sp.), 무늬꼭저구 (*Gymnogobius* sp.)는 월별 체장 빈도 분포에 의하여 연령을 추정하였고 (Kim and Kim, 2001), 본 연구에서는 이석에 비하여 비교적 연령의 판독이 용이한 제2사출골을 사용하였다.

본 종의 윤문 형성시기는 7월말 (산란 직후)과 9월말 (동면 가장 높아 산란성기는 5-6월인 것으로 추정되었다. 일본산 직전)로 일본산 쟁돝어의 윤문 형성시기인 늦은 가을과 여름의 (Washio et al., 1991) 본 연구결과와 잘 일치하였다. 따라서 쟁돝어는 5월부터 7월 사이에 산란하고, 7월 이후부터 10월까지

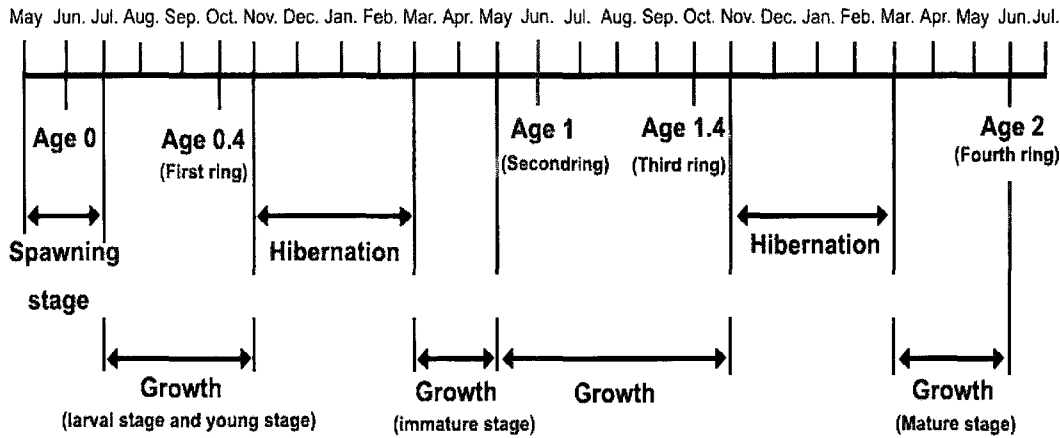


Fig. 10. Schematic representation of life cycle for *Boleophthalmus pectinirostris* from Kangjin Bay Korea.

지 성장한 다음 11월부터 이듬해 4월 동안에 동면하는 생활패턴을 모식적으로 나타낼 수 있다 (Fig. 10). 그러나 향후 군성숙도 및 0세 어의 성장특성에 관한 연구를 통하여 보다 정확한 생활 패턴의 추정이 필요하다.

사출골의 윤문은 명료하게 관독 가능한 개체만 사용하였고, 대부분 1세의 개체들이 채집되었으며, 암컷은 3세, 수컷은 2세 이후의 개체들은 채집되지 않았다. Washio et al. (1991)은 1세와 2세의 개체들이 다수 채집되었던 것은 채집의 대다수가 어체를 눈으로 확인해서 잡아 올리는 방법에 의한 영향 및 자원상태가 양호하지 않은 것에서 비롯된 것으로 추정하였다.

Lee 현상은 비늘이나 이석 등의 윤문이 시간이 경과할수록 점차 초점을 향하여 이동하는 현상으로 (Lee, 1912) 윤문 수축 혹은 빨리 성장한 개체의 선택적인 어획 등이 주요원인으로 간주되어 왔다 (Kim, 1983). 본 연구에서 강진산 쟁뚜어는 윤문이 성장함에 따라 약간 줄어드는 경향을 보였고, 일본산 쟁뚜어에는 Lee 현상이 없는데 (Yuzuriha et al., 1990) 일본산 쟁뚜어는 완전 동면상태에서 월동하지 않고 기상조건에 따라 겨울에도 섭이를 하므로 강진산과 다르게 Lee 현상이 없는 것으로 추정된다.

강진산 쟁뚜어의 연령별 암컷의 역계산 전장은 0.4세 82 mm, 1세 121 mm, 1.4세 137 mm, 2세 150 mm, 2.4세 155 mm, 3세 160 mm, 수컷의 전장은 0.4세 101 mm, 1세 132 mm, 1.4세 142 mm, 2세 149 mm이었으나, 일본산 쟁뚜어는 1세 78-86 mm, 2세 103-119 mm, 3세 128-132 mm로 (Washio et al., 1991) 한국산 쟁뚜어와 큰 성장 차이를 보였다. 한편, 날망독속 3종인 꼭저구, 검정꼭저구, 무늬꼭저구의 연령별 체장을 보면, 꼭저구는 당년생 45 mm 미만, 1세 45-60 mm, 2세 60-80 mm, 3세 80 mm 이상으로 최대체장은 105 mm이고, 검정꼭저구는 당년생 40 mm 미만, 1세 40-55 mm, 2세 55-75 mm, 3세 75 mm 이상으로 최대체장은 85 mm이었으며, 무늬꼭저구는 당년생 55 mm 미만, 1세 55-65 mm, 2세 65-85 mm, 3세 85 mm 이상으로 최대체장은 105 mm이었다 (Kim and Kim, 2001). 이처럼 강진산은 암수 모두 1.4세까지 빠르게 성장한

반면 일본산과 날망독속 3종은 2세까지는 빠르게 성장하나, 그 후 완만한 경향을 나타내었다.

1960년대 후반 일본의 佐賀縣에서는 150-200 ton이었던 쟁뚜어 어획량이 1983년 이후 3-4 ton으로 급격하게 줄어들었다. 일본 정부에서는 쟁뚜어 자원의 효율적 관리를 위해 1986년부터 금어구역, 금어기설정, 체포금지체장 등 자원증대를 위한 노력을 기울였다. 한편 1988년부터 정부의 보조를 받아 지역 특산종 종묘생산기술의 개발을 시도해 현재는 쟁뚜어 치어 방류사업을 통하여 자원 증대에 국가적 차원에서 노력을 기울이고 있다 (Koga et al., 1989). 국내의 경우, 쟁뚜어 자원량이 점차 줄어드는 현시점에서 쟁뚜어 자원의 효율적인 이용을 위해 금어기 설정, 체포금지체장 등 효율적 자원관리 방안을 마련하는 동시에 종묘생산기술개발을 위한 추가적인 연구가 시급하다고 판단된다.

사 사

여수대학교 수산생물과학과 대학원에 재학중인 서원일 후배님과 동생 정명재, 신안군청 수산과에 근무하는 신상수 지도사님께 고마운 마음을 전합니다.

참 고 문 헌

Chung, E.Y., B.S. Ryu and J.R. Kim. 1989. A study on the process of the ovarian maturation of the blue-spotted mud hopper, *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus). J. Mar. Dev. Res. Kunsan Natl. Univ., 1(1), 19-36. (in Korean)

Chung, E.Y., C.M. An and T.Y. Lee. 1991. Sexual maturation of the bluespotted mud hopper, *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus). J. Kor. Fish. Soc., 24(3), 167-176. (in Korean)

Kim, S.S. 1983. A theoretical study on the causes of Lee's phenomenon based on the scale of walleye pollock,

- Theragra chalcogramma* (Pallas). Bull. Fish. Res. Dev. Agency, 31, 33-48. (in Korean)
- Kim, Y.J. and J.M. Kim. 2001. Age and growth of three species of genus *Gymnogobius* from Korea. Kor. J. Ichthyol., 13(4), 237-247. (in Korean)
- Kim, Y.H., Y.J. Kang and I.J. Bae. 1991. Age and growth of the *Limanda yokohamae*. Kor. J. Ichthyol., 3(2), 130-139. (in Korean)
- Kim, Y.U., J.G. Myong., Y.S. Kim., K.H. Han., C.B. Kang and J.K. Kim. 2001. The Marine Fishes of Korea. Hanguel Pub. Co., Busan, pp. 382. (in Korean)
- Koga, H and H. Baba. 1991. Appearance and distribution of mudskipper's larvae and juveniles. Bull. Res. Inst. Shallow Sea Tideland, 5, 45-49. (in Japanese)
- Koga, H., S. Noda., T. Noguchi and I. Aoto. 1989a. Studies on artificial propagation of mud skipper *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus) - III. Hatching and larval rearing. Bull. Saga Prefect. Ariake Fish. Exp. Stn., 11, 17-28. (in Japanese)
- Koga, H., T. Noguchi and K. Nakatake. 1989b. Studies on artificial propagation of mud skipper *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus) - I. Rearing of adult mud skipper. Bull. Saga Prefect. Ariake Fish. Exp. Stn., 11, 1-7. (in Japanese)
- Koga, H., T. Noguchi and K. Kinoshita. 1989c. Studies on artificial propagation of mud skipper *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus) - II. Collecting eggs by artificial spawning nest and spawning conditions. Bull. Saga Prefect. Ariake Fish. Exp. Stn., 11, 9-16. (in Japanese)
- Lee, R.M. 1912. An investigation into the methods of growth determination in fishes. Cons. Explor. Mer. Publ. Cir., 63, pp 35.
- Noda, S. and H. Koga. 1990a. Studies on artificial propagation of mud skipper *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus) - IV. Feed of young fishes. Bull. Saga Prefect. Ariake Fish. Exp. Stn., 12, 1-6. (in Japanese)
- Noda, S. and H. Koga. 1990b. Studies on artificial propagation of mud skipper *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus) - V. Rearing young fishes in winter. Bull. Saga Prefect. Ariake Fish. Exp. Stn., 12, 7-13. (in Japanese)
- Ryu, B.S. 1991. Taxonomy and ecology of mudskipper, the subfamily gobionellinae (Pisces, Gobiidae) from Korea. Ph.D. Thesis, Chonbuk Natl. Univ., pp. 134. (in Korean)
- Ryu, B.S., I.S. Kim and Y. Choi. 1995. Ecology and life history of *Boleophthalmus pectinirostris* in Korea. J. Kor. Fish. Soc., 28(3), 316-324. (in Korean)
- Washio, M., M. Tsutsui and T. Takita. 1991. Age and growth of the mudskipper *Boleophthalmus pectinirostris* distributed in the mud flat of the Midori River, Kumamoto. Nippon Suisan Gakkaish, 57(4), 637-644. (in Japanese)
- Yuzuriha, M. and H. Koga. 1990. Ecological study of mud skipper *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus) - III. Appearance and distribution of larvae and juveniles. Bull. Saga Prefect. Ariake Fish. Exp. Stn., 12, 15-20. (in Japanese)
- Yuzuriha, M., H. Koga., M. Yoshimoto and H. Baba. 1990. Ecological study of mud skipper *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus) - III. Ecology of young Fish. Bull. Saga Prefect. Ariake Fish. Exp. Stn., 12, 21-27. (in Japanese)

2003년 10월 18일 접수
2004년 2월 7일 수리