

한국 남해안 문치가자미, *Pleuronectes yokohamae* (Günther)의 연령과 성장

김희용 · 허선정¹ · 김성태² · 서영일^{2*}

국립수산과학원 남서해수산연구소 자원환경과, ¹한국수산자원관리공단 남해지사 생태환경실

²국립수산과학원 자원관리과

Age and Growth of Marbled sole, *Pleuronectes yokohamae* (Günther) in the southern waters of Korea

Heeyong KIM, Sunjung HUH¹, Sungtae KIM², Young Il SEO^{2*}

Fisheries Resources and Environment Division, SSFRI, NFRDI, Yeosu 556-823, Korea

¹Ecology & Environment Division, South Sea Branch, FIRA, Yeosu 612-020, Korea

²Fisheries Resources Management Division, NFRDI, Busan 400-420, Korea

The age and growth of the Marbled sole, *Pleuronectes yokohamae* were investigated using left sagittal otoliths of 832 individuals collected in the mid-southern waters of Korea from January 2006 to April 2007. The seasonal changes in the ratio of an translucent zone to interval between annular rings revealed that the boundaries between translucent and opaque parts of the otolith were annual growth rings formed between May and June once a year. The spawning period was November to March and therefore the duration from fertilization to the complete formation of the annual growth ring became fifteen months. The parameters of von Bertalanffy growth equations estimated using the average standard length at each age are the L_{∞} of 48.04cm, K of 0.1406/year and t_0 of -0.5116 for female and 26.14cm, 0.3056/year and -0.8202 for male, respectively. Finally, it is suggested that the growth of female is faster than that of male from age-2.

Keywords: *Pleuronectes yokohamae*, Marbled sole, Otolith, Age, Growth

서론

문치가자미 (*Pleuronectes yokohamae*)는 가자미목 (Pleuronectiformes) 가자미과 (Pleuronectidae) 어류로 우리나라 전 연안과 일본 북해도 및 동중국해에 분포한다 (Chyung, 1986; Kim and Youn, 1994). 우리나라 연안에 서식하는 문치가자미에 관련된 연구로는 난의 발

생과 부화자어의 형태변화 (Kim et al., 1983), 생식특성 및 개체군의 동태 (Lee et al., 1985; Kang et al., 1985), 식성 및 성숙산란에 대한 연구보고가 있으며 (Huh et al., 2012; Seo et al., 2010), 문치가자미의 연안어획특성에 관한 연구 (Kim et al., 2010; Kim et al., 2011) 등이 있다.

*Corresponding author: seoyi@korea.kr, Tel: 82-51-720-2296, Fax: 82-51-720-2277

문치가자미의 경우, 이석의 윤문 판독이 용이하여 연령과 성장특성에 관한 연구가 여러 차례 수행되어 왔다 (Kim et al., 1991; Park, 1997; Moon and Lee, 1999). 지금까지 우리나라 및 일본의 주변해역에서 수행된 문치가자미의 연령 및 성장특성에 관한 연구를 살펴보면, Kim et al. (1991)은 부산에서 채집된 문치가자미를 이용하여, 문치가자미 암수의 최대 체장이 각각 51.5cm, 32.3cm라는 것을 밝혔으며, Park (1997)은 서해 중부에 서식하는 문치가자미의 산란기와 윤문 형성기가 일치하며, 3세부터는 암컷이 수컷에 비해 성장이 빠른 특징을 가지고 있다는 것을 보고하였다. 또한, 문치가자미 이석의 단면과 표면을 이용한 연령분석의 비교 연구 결과, 단면 분석이 연령추정에 정확도가 높지만 (Lee et al., 2009; Hoshino et al., 2012), 암수를 결합한 연령구조에서는 표면 분석도 충분히 정확한 성장식을 추정할 수 있다는 것이 밝혀졌다 (Lee et al., 2009). 게다가 문치가자미 이석 분석의 경우, 다른 연구자에 의한 재검정에 있어서도 윤문 개수의 차이가 거의 나타나지 않는 장점이 있다는 것이 보고되었다 (Hoshino et al., 2012).

Kooka et al. (2000)는 쓰가루해협을 사이에 두고 남북해역에서 서식하는 문치가자미의 연령구조분석을 통해 해협 남부해역에서 서식하는 문치가자미에서 고연령군의 출현 빈도가 낮아 과도한 어획압력의 영향을 받고 있음을 설명하여 연령분석결과를 자원구조분석에 이용하기도 하였다.

본 연구에서는 이석을 이용해 남해 문치가자미의 연령 및 성장특성을 파악하고 다른 해역에서 서식하는 문치가자미를 대상으로 수행된 연구 결과와 비교하여 남해 중부 문치가자미 자원의 성장특성을 이해하고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 문치가자미는 2006년 1월부터 2007년 4월까지 우리나라 남해안 중부해역인 남해군 물건리 연안에서 (Fig. 1), 매월 1회 호망을 이용해 채집되었으며, 호망으로 채집이 곤란하였던 4~7월에는 홀자망을 이용해 채집되었다. 채집된 시료는 실험실에서 암수를 구분하여 체장 (BL)을 기준체장으로 0.1 cm까지 체중 (BW)은 0.1 g까지, 생식소 중량 (GW)은 0.01 g까지 전자저울 (AND HL-100, Max. 100 g, d=0.01 g)을

이용하여 측정하였다.

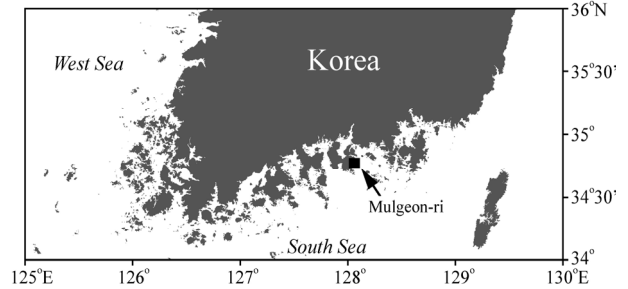


Fig. 1. Sampling site of *Pleuronectes yokohamae* in the southern waters of Korea.

이석은 아가미의 부착부위를 떼어내고 두개골을 절개하여 좌우로 보이는 이석 한 쌍을 추출하였고, 표면의 이석낭과 이물질을 제거한 후 30% 알코올에 세척하여 실리콘 틀에 레진을 이용하여 몰딩시킨 후, 표면을 연마하여 현미경으로 확인하면서 윤문을 판독하였다. 채집된 문치가자미 총 838개체의 이석 중에서 연마과정 중 파손된 것 및 불투명대와 투명대의 경계가 불분명한 것을 제외한 후, 최종적으로 암컷 458개, 수컷 374개 총 832개의 판독 결과를 사용하였다 (Table 1).

Table 1. Number of individuals and size range of *Pleuronectes yokohamae* collected monthly in the study area in 2006 and 2007

Month	Female			Male		
	Num. of inds.	Size range (cm)	Mean	Num. of inds.	Size range (cm)	Mean
1	32	14.5~25.5	19.0	25	13.3~23.0	16.3
3	29	13.1~30.5	17.2	31	13.0~21.0	15.7
4	34	15.3~28.6	18.0	21	15.0~27.9	17.6
5	28	14.2~35.6	18.4	28	14.2~25.0	16.7
6	30	14.9~23.0	18.3	7	15.0~24.0	17.9
7	29	15.2~22.5	19.7	28	15.5~24.2	19.1
8	24	13.7~21.2	17.3	34	13.6~20.3	16.3
9	19	15.3~31.8	20.7	41	12.5~23.0	17.7
10	37	14.8~24.6	16.7	19	13.5~22.5	16.4
11	21	18.7~30.8	22.3	38	17.1~24.9	19.7
12	42	14.1~30.0	22.4	15	13.3~23.0	18.9
1	25	13.7~25.4	20.1	31	13.1~22.8	17.5
2	38	15.2~31.0	23.7	21	16.0~22.0	18.2
3	38	13.8~34.6	23.4	7	13.9~20.2	17.4
4	32	14.2~31.0	20.9	28	14.5~24.2	19.7
Total	458	13.1~35.6	19.9	374	12.5~27.9	17.7

연령사정에는 윤문 판독의 통일성을 위해 좌측 이석만을 이용하였으며, 투명대에서 불투명대로 이행되는 경계를 윤문으로 간주하였고, 실체현미경 (Olympus SZ40 with SZ-PT)과 영상분석시스템 (Image analyzer, Image-Pro Plus 4.5)을 이용하여 이석경과 각 윤문까지의 거리 (r_n)를 mm단위로 측정하였다 (Fig. 2). 또한, 윤문판독에 있어서 주관적인 판단에 따른 개인적인 오차를 줄이고 신뢰도를 높이기 위해 판독된 이석 중에서 20%를 무작위로 선택하여 제삼자에 의한 재판독을 실시하였다.

윤문이 형성되는 시기와 그 계절적인 주기성을 파악하여 연령을 판단하기 위해 이석 연변부 투명대 출현율의 월 변화를 조사하였고, 초점과 제 1윤문까지의 형성기간을 추정하기 위해 생식소속도지수 (Gonadosomatic Index, $GSI = (GW/BW) \times 10^2$)의 월 변화를 확인하여 투명대 출현율의 월 변화와 비교하였다. 여기서 GW는 생식소 중량 (Gonad weight, g), BW는 체중 (Body weight, g)이다.

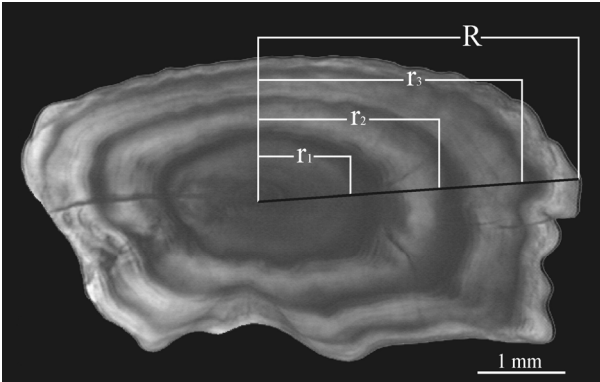


Fig. 2. Otolith of 3 years old female *Pleuronectes yokohamae* with a standard length of 28.6 cm from Namhae-gun in April 2006. R and r_n indicate an otolith radius and an annual ring radius, respectively.

문치가자미 이석에 나타나는 윤문을 연륜으로 판단하여 체장과 윤경의 관계식을 통해 연령별 역계산 체장을 구하였다. 연륜으로부터 계산된 연령별 체장을 이용하여 Walford 방법으로 추정된 각각의 매개변수 값들을 사용하여 von Bertalanffy 성장식 ($L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$)을 추정하였다. 여기서, L_t 는 연령 t 의 체장, L_∞ 는 이론적 최대체장, K 는 성장계수, t_0 는 체장이 0일 때의 이론적 연령이다.

결과 및 고찰

분석된 문치가자미 암컷의 체장 범위는 13.1~35.6 cm, 수컷은 12.5~27.9 cm로 암컷이 수컷보다 체장이 큰 개체들이 많았다 (Fig. 3).

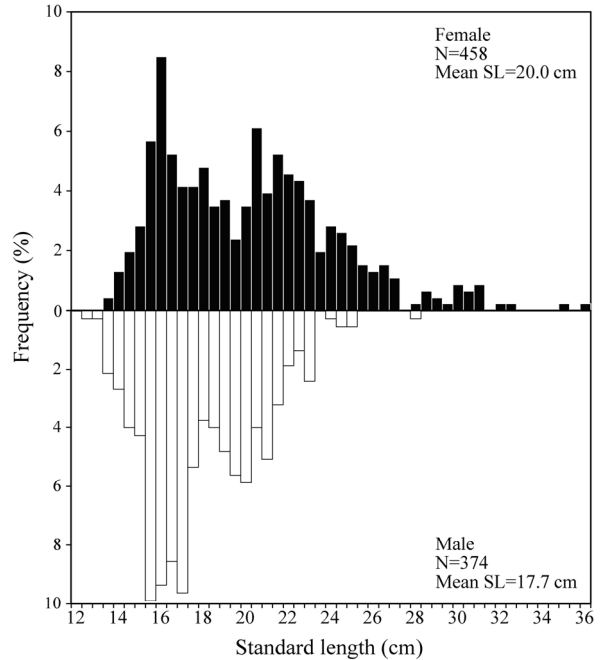


Fig. 3. Length-frequency distribution of *Pleuronectes yokohamae*.

문치가자미의 각 윤경은 암수 모두 일정한 간격으로 분포하고, 고연령으로 갈수록 윤경의 증가폭이 커지며, 이석경이 증가함에 따라 윤경이 직선적으로 증가하는 비례관계를 가지고 있었고, 각 윤문은 인접한 윤문과 뚜렷이 구분되었다 (Fig. 4). 또한, 20% 무작위 추출 표본의 재판독에 의한 윤문수는 1차 판독자의 결과와 약 78% 일치하였으며, 유의한 상관성을 가지고 있어 (상관계수 0.90, $t=27.466$, $df=183$, $P<0.01$), 문치가자미 이석의 윤문이 연륜으로 적합하다고 판단되었다.

이석 윤문의 형성주기와 시기를 파악하기 위해 Fig 5와 같이 이석 연변부 투명대의 출현율을 조사한 결과, 6월부터 증가하여 8월과 9월에는 100%에 도달하였고, 10월부터 감소하여 5월에는 거의 출현하지 않아 투명대는 1년에 한 번 형성되며, 투명대와 불투명대의 경계는 연령사정을 위한 윤문으로 적합하다고 할 수 있다. 결국, 문치가자미의 연륜은 투명대가 사라지고 불투명대가 출현하는 5월과 6월 사이에 윤문이 형성된다고 판단할 수 있다.

이석중심으로부터 각 윤문까지의 평균윤경은 Table 2와 같고, 암컷의 윤문별 평균윤경은 $r_1=1.27$ mm에서 $r_6=4.63$ mm였고, 수컷은 $r_1=1.32$ mm에서 $r_4=3.34$ mm로 나타났으며, 암컷은 6세, 수컷은 4세까지 나타났다.

이석의 초윤이 형성되는 시기와 기간을 확인하기 위해 생식소속도지수 (GSI)의 월별 변화를 조사한 결과, 암·수 모두 11월에 최고값이 나타난 후, 감소하기 시작하여 4월 이후 9월까지 비슷한 경향을 보이고 있어 산란기는 11~3월간이며, 주산란기는 11~1월로 추정되었다 (Fig. 6). GSI와 조직관찰 (historical observation)을 통해 동경만 문치가자미의 산란기는 11~3월이며, 주 산란기는 12~1월로 (Kume et al., 2006) 본 연구결과와 유사한 산란기를 보였다. 그리고 문치가자미 유어의 일륜분석 결과 문치가자미 자어는 부화 후 52일째 변태를 완전히 마치고 저서생활을 위해 천해역으로 이

동하며, 일륜을 통해 추정된 부화일은 11월 하순과 1월 사이이며, 12월이 주 부화시기로 추정되었고 (Moon and Lee, 1999), 사육실험을 통한 문치가자미의 부화까지 소요되는 시간 4.5일 (Yusa, 1960)을 고려해도 추정된 문치가자미의 산란기는 타당하다고 볼 수 있다.

윤문형 성시기와 주산란기를 바탕으로 추정된 남해 문치가자미의 초윤이 형성되는 시기는 동계 산란을 마치고 수온이 증가하여 투명대의 성장이 빨라지기 시작하는 6월이며 그 형성기간은 3월부터 이듬해 6월까지 약 1.25년 (15개월)으로 추정할 수 있고, 윤문형성시의 체장을 역계산하기 위해 이석반경 (R)과 표준체장 (SL) 간의 관계식을 추정한 결과, 암컷은 $SL=5.8521R+2.2807$ ($r^2=0.6386$, $P<0.01$), 수컷은 $SL=4.4550R-5.2341$ ($r^2=0.5352$, $P<0.01$)로 나타났다 (Fig. 7).

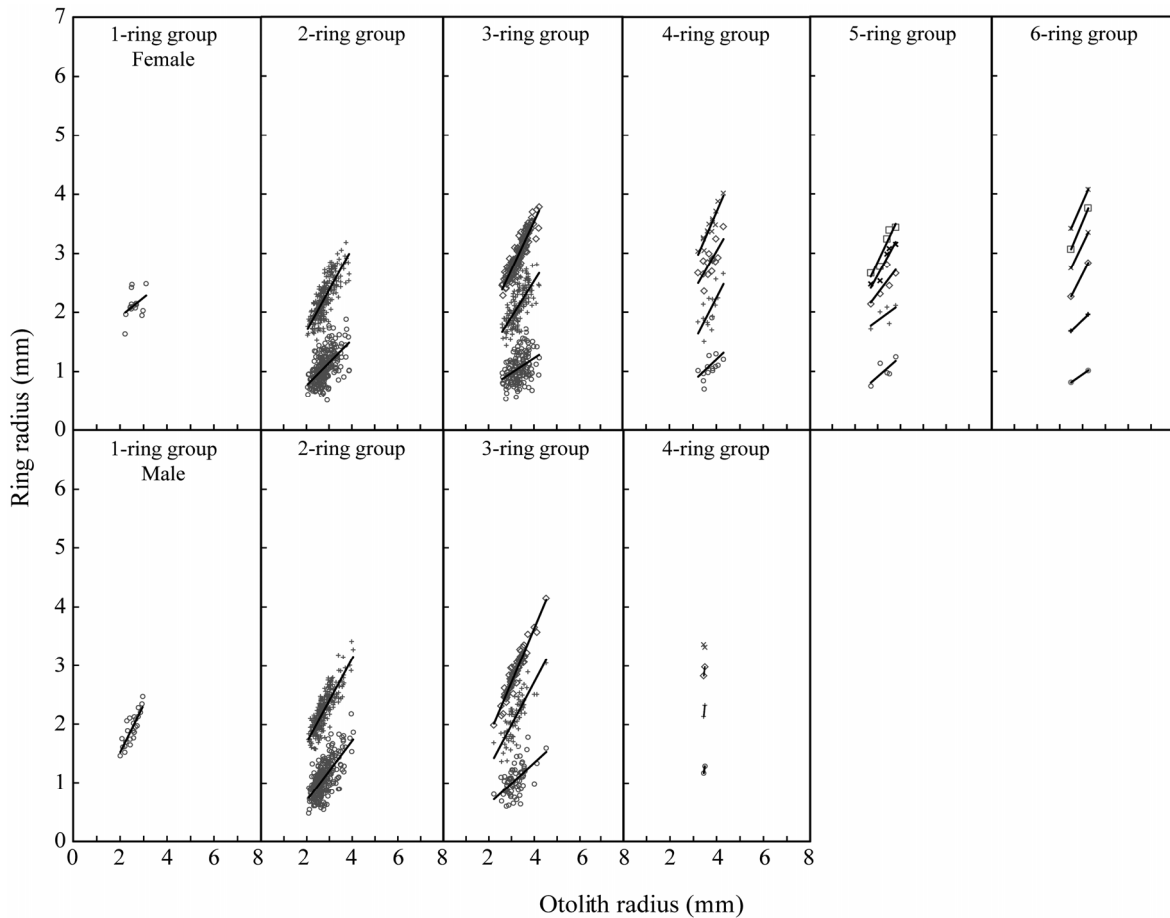


Fig. 4. Relationship between otolith radius and ring radius of *Pleuronectes yokohamae* by each ring group. Upper and lower panels are for female and male, respectively.

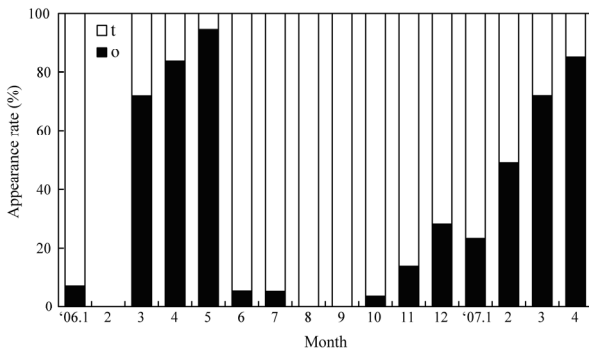


Fig. 5. Monthly occurrence changes of translucent zone in otoliths of *Pleuronectes yokohamae*.

Table 2. Mean ring radius on the otolith of *Pleuronectes yokohamae* in the West Sea of Korea. Estimated age indicates an age inferred from the number of annular ring

Sex	Estimated age	Num. of Samples	Mean otolith ring radius (mm)						
			R	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆
Female	0	23	2.36						
	1	15	2.62	2.12					
	2	245	2.79	1.07	2.23				
	3	154	3.40	1.05	2.11	2.98			
	4	14	4.50	1.26	2.28	3.19	3.86		
	5	5	4.31	1.01	1.94	2.47	2.84	3.10	
	6	2	5.31	1.13	2.24	3.16	3.77	4.22	4.63
Total	458	Mean	1.27	2.16	2.95	3.49	3.66	4.63	
		SD	0.42	0.14	0.33	0.56	0.80		
Male	0	10	2.25						
	1	25	2.48	1.92					
	2	265	2.73	1.08	2.23				
	3	72	3.20	1.05	2.12	2.88			
	4	2	3.55	1.24	2.23	2.91	3.34		
Total	374	Mean	1.32	2.19	2.89	3.34			
		SD	0.41	0.07	0.02				

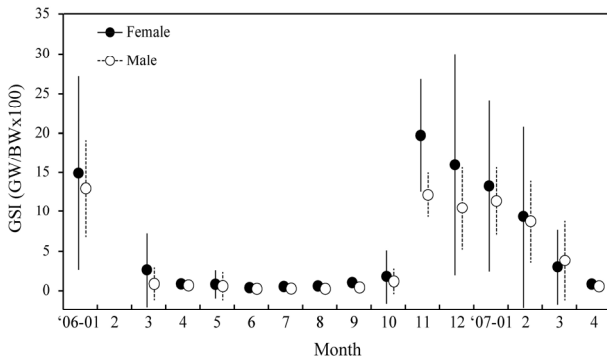


Fig. 6. Monthly variation of gonadosomatic indices of *Pleuronectes yokohamae*. Circles and vertical bars denote mean and standard deviation range, respectively.

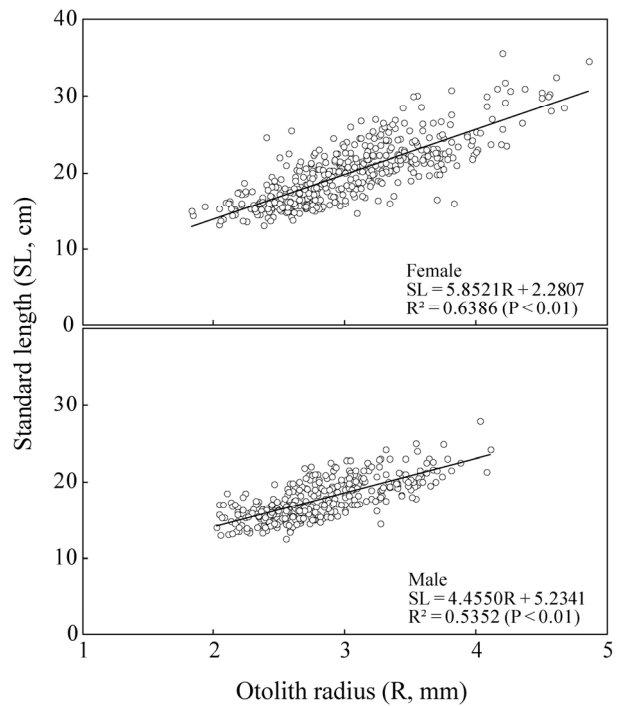


Fig. 7. Relationship between total length (SL) and otolith radius (R) of *Pleuronectes yokohamae*.

공분산분석을 통해 암수간 성장의 차이를 알아본 결과, 기울기차 (intercept) 검정 ($t=9.652$, $df=863$, $P<0.001$)과 위치차 (elevation)의 검정 ($t=8.9662$, $df=864$, $P<0.001$)에서 매우 유의한 차가 나타나, 그동안 수행되어 왔던 문치가자미 이석분석 (Kume et al., 2006; Kooka et al., 2000; Park, 1997; Park and Simizu, 1990; Lee et al., 2009)과 같이 암수를 분리하여 성장식을 구하였다.

윤문 형성시의 평균윤경을 사용하여 이석반경과 체장간의 관계식으로부터 역계산된 평균체장은 암컷의 경우 $L_{1.25}=9.73$ cm에서 $L_{6.25}=29.35$ cm로 나타났고, 수컷은 $L_{1.25}=11.13$ cm에서 $L_{4.25}=20.13$ cm로 나타났으며 (Table 3), 역계산된 연령별 체장으로부터 Walford 방법을 사용하여 추정된 문치가자미의 암수 각각에 대한 von Bertalanffy 성장식은 Fig. 8과 같다. 따라서 문치가자미의 성장 매개변수는 암컷의 경우 이론적 최대체장 (L_{∞})은 48.04 cm, 성장계수 (K)는 0.1406/년, 체장이 0 일 때의 이론적 연령 (t_0)은 -0.5116세로 추정되었고, 수컷은 각각 26.14cm, 0.3056/년, -0.8202세로 추정되어 2세 이전에는 수컷의 성장이 빠르지만 2세 이후부터는 수컷에 비해 암컷의 성장이 빠르다는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Back-calculated total length at the formation of annuli in otolith of *Pleuronectes yokohamae*

Female						
Ring group	L _{1.25}	L _{2.25}	L _{3.25}	L _{4.25}	L _{5.25}	L _{6.25}
1	14.66					
2	8.52	15.35				
3	8.44	14.62	19.70			
4	9.63	15.60	20.95	24.88		
5	8.21	13.63	16.73	18.91	20.40	
6	8.91	15.38	20.77	24.33	26.99	29.35
Mean	9.73	14.91	19.54	22.71	23.70	29.35
Male						
Ring group	L _{1.25}	L _{2.25}	L _{3.25}	L _{4.25}	L _{5.25}	L _{6.25}
1	13.80					
2	10.06	15.18				
3	9.93	14.66	18.05			
4	10.74	15.17	18.18	20.13		
Mean	11.13	15.01	18.11	20.13		

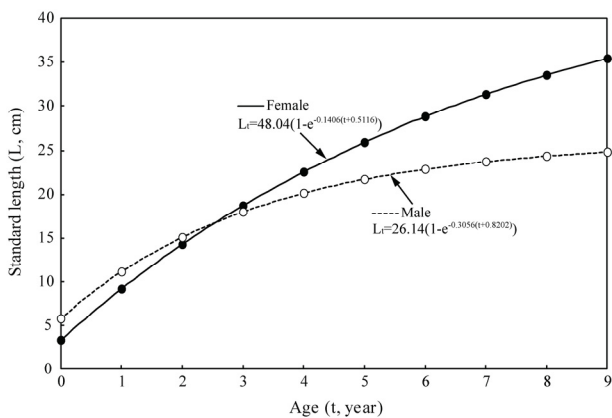


Fig. 8. Von Bertalanffy growth curves for the standard length and body weight of *Pleuronectes yokohamae*.

이석의 윤문 판독을 통해 추정된 문치가자미의 최대 체장은 암수 각각 48.04 cm, 26.14 cm로 서해의 45.8 cm, 31.4 cm (Park, 1997), 일본 동경만 37.7 cm, 25.6 cm (Park and Simizu, 1990), 38.2 cm, 25.1 cm (Kume et al., 2006)와 북해도 주변해역의 최대전장 41.6 cm, 36.3 cm (Kooka et al., 2000)와 유사한 경향을 보였으나 암수간의 체장차가 다른 해역에 비해 크게 나타났다. von Bertalanffy 성장식에서 추정되는 이론적 최대 체장은 채집되는 문치가자미 개체의 체장 값을 근거로 추정되므로, 결국, 채집개체들의 체장에 의한 영향을 크게 받게 된다. 서해의 경우, 채집된 수컷의 최대체장은 40.0 cm 가까이 출현하여 본 연구에서 채집된 문

치가자미 수컷의 최대체장 27.9 cm에 비해 큰 개체가 채집되어 수컷의 이론적 최대체장이 크게 추정되었다. 이는 계절적인 이동 및 분포 특성의 차이를 보이는 문치가자미를 (Kume et al., 2006) 연구기간 중 동일정점에서 채집하게 되어 넓은 공간적 범위의 채집을 통한 여러 체장범위의 개체를 확보하지 못했기 때문에 판단된다.

또한, 채집년도에 따른 성장차이를 고려할 수가 있는데, 1980년대 동경만 문치가자미의 암수별 최대연령은 (Solomon et al., 1987) 2000년대 초반과 거의 차이가 나지 않았지만, 2세 이상의 연령별 체장에서는 급격한 차이를 보여, 밀도종속적 개체군구조에 따른 영향으로 2세 이상 개체의 성장률이 증가했다고 설명하고 있다 (Kume et al., 2006). 남해 중부 문치가자미의 경우에는 동경만의 문치가자미에 비해 성장계수가 작아 서식해역에 대한 밀도종속적 영향으로 해석할 수가 없으며, 수컷의 고연령어 출현빈도가 낮은 것은 Kooka et al. (2000)과 같이 대형개체에 대한 과도한 어획 압력에 의해 조사해역에 있어서 개체군구조의 변화가 발생하여 소형개체의 출현 빈도가 높게 나타나게 되었을 가능성을 배제할 수 없다. 그러므로 향후 연구해역 어획노력량의 장기적 변화와 문치가자미 체장계급 간 변화의 관계에 대한 자료 검증을 통해 문치가자미 자원변화의 정확한 원인을 파악하여 효율적인 문치가자미 자원관리를 위한 과학적 정보제공이 필요할 것이다.

결론

2006년 1월부터 2007년 4월까지 우리나라 남해안 중부해역에서 채집된 문치가자미의 이석을 이용하여 연령 및 성장특성을 조사하였다. 투명대에서 불투명대로 이행하는 경계가 1년에 한번 5월과 6월 사이에 윤문이 형성되어 이를 연륜으로 간주하였다. 주 산란기는 11월에서 1월로, 문치가자미의 초윤이 형성되는 시기는 3월부터 이듬해 6월까지 약 1.25년으로 추정되었다. 윤문 형성 시 표준체장의 평균치를 이용하여 추정된 von Bertalanffy 성장식을 통해 산출된 암컷의 이론적 최대체장 (L_{∞})은 48.04 cm, 성장계수 (K)는 0.1406/년, 체장이 0일 때의 이론적 연령 (t_0)은 -0.5116세로 추정되었고, 수컷은 각각 26.14 cm, 0.3056/년, -0.8202세로 추정되어 2세 이후부터 수컷에 비해 암컷의 성장이 빠르다는

것을 알 수 있었다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원 (남해 연안어업 및 환경생태 조사, RP-2014-FR-062)의 지원에 의해 수행된 연구 결과입니다. 또한, 많은 시간을 할애하여 문치가자미 연령자료정리에 세심한 정성을 다해준 김상화씨에게 감사의 뜻을 전합니다.

References

- Chyung MK. 1986. The Fishes of Korea. Iljisa Pub Co Seoul, 727.
- Hoshino N, Yamaguchi H, Mihara Y and Maruyama S. 2012. Comparison between surface reading and cross-section method for age determination in the flathead flounder, Korean flounder, and scale-eye plaice in the Sea of Japan, off Hokkaido. Sci Rep Hokkaido Fish Res Inst 82, 1-7.
- Huh SH, Nam KM, Park JM, Jung JM and Baek GW. 2012. Feeding habits of the Marbled flounder, *Pleuronectes yokohamae* in the coastal waters off Tongyeong, Korea. Korean J Ichthyol 24(2), 77-83.
- Kang YJ, Lee TY and Lee BD. 1985. Reproduction and population dynamics of Marbled sole *Limanda yokohamae*. 1. Population Dynamics. Bull Kor Fish Soc, 18(3), 261-265.
- Kim IO, Park CD, Cho SK, Kim HY and Cha BJ. 2010. Mesh selectivity of monofilament and multifilament nylon gill net for Marbled sole (*Pleuronectes yokohamae*) in the western sea of Korea. J Kor Soc Fish Technol 46(4), 281-291.
- Kim IO, Park CD, Cho SK, Kim HY and Cha BJ. 2011. Relative efficiency of monofilament and multifilament nylon gill net for Marbled sole (*Pleuronectes yokohamae*) in the western sea of Korea. J Kor Soc Fish Technol 47(4), 290-299.
- Kim IS and Youn CH. 1994. Taxonomic revision of the flounders (Pisces : Pleuronectiformens) from Korea. Kor J Ichthyol, 6(2), 99-131.
- Kim YH, Kang YJ and Bae IJ. 1991. Age and growth of Marbled sole *Limanda yokohamae* (GÜNTHER). Kor J Ichthyol 3(2), 130-139.
- Kim YU, Myoung JG and Park JS. 1983. Eggs development and larvae of the Right-eye flounder, *Limanda yokohamae* Günther. Bull Kor Fish Soc 16(4), 389-394.
- Kooka K, Takatsu T and Naga T. 2000. Age and growth of Marbled sole (*Pleuronectes yokohamae*) in the coastal waters of western Aomori prefecture, Japan Bull Fac Fish Hokkaido Univ 51(2), 121-126.
- Kume G, Horiguchi T, Goto A, Shiraishi H, Shibata Y, Morita N and Shimizu N. 2006. Seasonal distribution, age, growth, and reproductive biology of marbled sole *Pleuronectes yokohamae* in Tokyo Bay, Japan. Fish Sci 72, 289-298.
- Lee JH, Kodama K, Kume G, Oyama M, Katayama S, Takao Y and Horiguchi T. 2009. Comparison between surface-reading and cross-section methods using sagittal otolith for age determination of the marbled sole *Pleuronectes yokohamae*. Fish Sci 75, 379-385.(DOI:10.1007/s12562-009-0065-5)
- Lee TY, Kang YJ and Lee BD. 1985. Reproduction and population dynamics of Marbled sole *Limanda yokohamae*. 1. Reproduction. Bull Kor Fish Soc 18(3), 253-261.
- Moon HT and Lee TW. 1999. Age and growth of juvenile *Limanda yokohamae* in the shallow water off Gaduc-do as indicated from microstructure in otoliths. Kor J Ichthyol 11(1), 46-51.
- Park JS and Simizu M. 1990. Age and growth of the Marbled sole *Limanda yokohamae* in Tokyo Bay, Japan. Bull Kor Fish Tech Soc 26(4), 309-316.
- Park JS. 1997. Age and growth of the Marbled sole, *Pleuronectes yokohamae*, in approaches to Kyongvolbiyolto of the Yellow Sea, Korea. Bull Kor Soc Fish Technol 33(2), 85-89.
- Seo YI, Joo H, Lee SK, Kim H, Ko JC, Choi MS, Kim JI and Oh TY. 2010. Maturity and spawning of marbled sole *Pleuronectes yokohamae* in the southern sea of Korea. Kor J Ichthyol 22(2), 83-89.
- Solomon G, Sano M, Simizu M and Nose Y. 1987. Age and growth of the Pleuronectid flounder *Limanda yokohamae* in Tokyo Bay, Japan. Nippon Suisan Gakkaishi 53(5), 711-716.
- Yusa T. 1960. Eggs and larvae of flatfishes in the coastal waters of Hokkaido-IV. Embryonic development of Mub Dab *Limanda yokohamae* Günther. Bull Tohoku Reg Fish Res Lab 17, 15-30.

2014. 10.11 Received

2015. 1. 5 Revised

2015. 2.16 Accepted