

한국 흑산도산 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)의 연령형질별 성장 비교

신유리 · 조아현 · 최종덕* · 류동기†

국립군산대학교(학생) · *(주)한국수산자원연구원(대표이사) · †국립군산대학교(교수)

A Comparison of Growth by Age Character of Fat Greenling, *Hexagrammos Otakii* in Heuksando of Korea

Yuri SHIN · A-hyun CHO · Jong-Deok CHOI* · Dongki RYU†

Kunsan National University(student) · *Korea Fisheries Resource Institute(CEO) ·

†Kunsan National University(professor)

Abstract

To compare and study the age and growth of Fat greenling, *Hexagrammos otakii* by age characters, the vertebrae and otoliths of 451 individuals caught from Heuksando, Korea from July 2022 to June 2023 were used. As a result of this study, vertebrae and otoliths were suitable as age characters. In both vertebrae and otoliths, the annual rings are formed once a year from October to November. The spawning season is from January to February, and it takes 9 months(0.75 years) for the formation of the first ring. For both vertebrae and otoliths, there was no difference in the growth equation of females and males for the total length($p>0.05$). The von Bertalanffy growth equation, estimated based on the total length(L), was $L_t=638.560(1-e^{-0.1392(t+1.0179)})$ for the vertebrae and $L_t=614.578(1-e^{-0.1508(t+1.0067)})$ for the otoliths. As a result of testing the growth difference between age characters, there were no significant difference($p>0.05$).

Key words : *Hexagrammos otakii*, Age, Growth, Vertebra, Otolith

I. 서론

쥐노래미, *Hexagrammos otakii*는 분류학적으로 쏨뱅이목(Order Scorpaeniformes) 쥐노래미과(Family Hexagrammidae) 쥐노래미속(Genus *Hexagrammos*)에 속하는 종으로 동중국해, 일본 연안 및 우리나라 전 연안까지 분포하며, 주로 바위나 해조류가 많은 곳에 서식한다(Yamada et al., 1986; Kim et al., 2004). 쥐노래미는 우리나라 연안에서 흔히 발견되는 종으로 낚시나 통발, 자망, 정치망 등

여러 어구에서 흔히 어획되는 종이다.

우리나라는 산업의 발달과 매립, 남획 등으로 인하여 수산 동식물의 서식처 및 산란장 등이 감소해 바다숲이나 수산종자 방류 등의 방법으로 자원관리가 이루어지고 있으며, 쥐노래미도 그 대상종 중 하나이다. 쥐노래미의 위판 어획량은 2004년에 1,224 kg으로 최대를 보인 후 2023년도는 383 kg까지 감소하였다(MOF, 2023). 하지만 전체 어획량은 우리나라 전 연안에서 낚시(game fishing)나 소규모 어획 등으로 위판되지 않는 어

† Corresponding author : 063-469-1837, dongki@kunsan.ac.kr

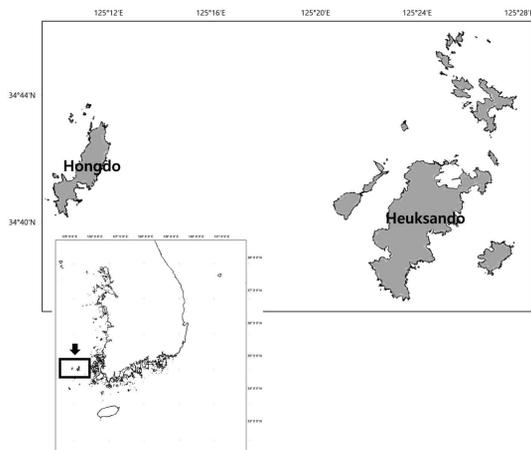
* 이 논문은 국립군산대학교 수산과학연구소 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

획량이 매우 많을 것으로 추정하고 있다. 따라서 어획강도가 높은 종으로 11월 01일부터 12월 31일까지의 금어기와 20 cm 이하는 포획을 금지하고 있는 우리나라의 주요 자원관리 대상 종이다(수산자원관리법시행령 제6조).

쥐노래미의 연령과 성장에 대한 연구는 국내에서 이루어지지 않았고 쥐노래미과 어류인 노래미(Kang and Kim, 1983)와 임연수어(Yang et al., 2018)에 대해서만 이루어졌으며, 일본에서도 이석을 이용한 연구(Kobayashi et al., 1990; Izumi, 1999; Sekigawa et al., 2002)만 보고되고 있어 쥐노래미에 대한 성장의 연구는 매우 미흡한 실정이다.

연령과 성장은 자원생태학적 특성치 중 가장 유용한 생물학적 정보로 자원평가에 있어서 필수적이다. 본 논문은 쥐노래미의 연령과 성장에 대해 척추골과 이석의 연령형질로서의 적합성을 검토하고 각 연령형질별 성장 차이를 분석하여 쥐노래미의 효율적인 자원관리를 위한 기초자료를 제공하고자 연구하였다.

II. 연구 방법

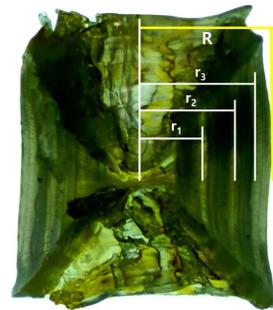


[Fig. 1] Map showing the sampling area of *Hexagrammos otakii* in Heuksando, Jeollanam-do.

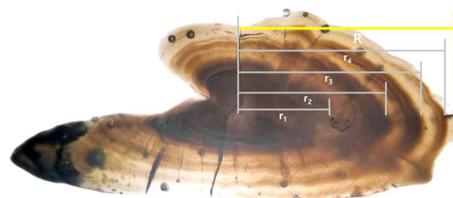
본 연구에서 이용된 쥐노래미 표본은 흑산도에

서 2022년 7월부터 2023년 6월까지 매월 1회 통발을 사용하여 어획되었다([Fig. 1]).

채집된 모든 표본은 실험실로 옮겨 각 개체의 전장(Total length, TL)을 1 mm 단위까지, 전중량(Total weight, TW)을 0.1 g까지 측정하였다. 또한 생식소의 경우 암·수를 구분하여 0.0001 g까지 측정하였다. 척추골 표본은 두부로부터 5~10번째에 위치한 것을 절취하여 이물질 제거를 위해 KOH(2%)에 24시간 동안 담근 후 건조시켰다. 그 후 중심을 기준으로 종으로 절단해 불투명대와 투명대가 나타나는 내면을 윗면으로하여 윤문을 관독하였다([Fig. 2]).



[Fig. 2] Photograph of the *Hexagrammos otakii* vertebra.



[Fig. 3] Photograph of *Hexagrammos otakii* otolith.

이석의 경우 두개골을 절개하여 추출한 뒤 Epoxy resin과 Epoxy hardener를 5:1 비율로 섞어 몰딩액을 만들어 그 안에 넣고 건조시킨 뒤 사포(Sandpaper)를 사용하여 연마한 후 관찰하였다([Fig. 3]). 윤문은 이석과 척추골에 나타나는 불투명대와 투명대의 경계를 기준으로 관독하였고,

실체현미경(ZEISS, Stemi 2000-C)과 컴퓨터영상분석시스템(IMAGE ANALYZER)을 사용하였다.

초륜 형성 시기를 알기 위하여, 월별로 생식소 중량 지수(Gonadosomatic index: GSI)의 변동을 이용하여 산란기를 추정하였으며, GSI는 아래식을 이용하였다.

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

여기서 GW는 생식소 중량이고 TW는 전중량이다.

쥐노래미의 척추골과 이석에 나타난 윤문의 대응성을 검토하기 위해 추체반경 및 이석반경과 윤문의 대응성을 검토하였다. 또한 윤문 형성 시기와 주기성을 추정하기 위해 연역지수 (Marginal index: MI)의 월별 변화를 다음의 식으로 구하였다.

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

여기서 R은 추체반경 및 이석반경이며 r_n 은 중심부에서 n번째 윤문까지의 거리이다.

쥐노래미의 성장은 von Bertalanffy 성장식(1938)을 이용하였다. 이때 암·수를 나누어 연령별로 각 연령의 평균 윤경을 구하여 연령형질별 크기(R)와 전장의 상대성장식을 이용하였으며, 전중량(TW)은 전장과 전중량과의 상대성장식을 이

용하여 윤문형성시기의 전장과 전중량을 역계산하였다. 성장식의 매개변수 추정은 Walford 정도법으로 추정치를 구하여 비선형회귀 분석(Non-linear regression)으로 구하였다. 전장과 전중량의 von Bertalanffy 성장식은 다음과 같다.

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

$$W_t = W_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})^b$$

여기서 L_t 와 W_t 는 t세의 전장과 전중량, L_∞ 와 W_∞ 는 이론적 최대 전장과 최대 전중량, k는 성장계수, t_0 는 전장이 0일 때의 이론적 연령을 나타낸다.

쥐노래미의 암·수와 연령형질 간의 성장 차이는 공분산분석법을 이용해 기술키차를 검정하였다($p < 0.05$).

III. 연구 결과

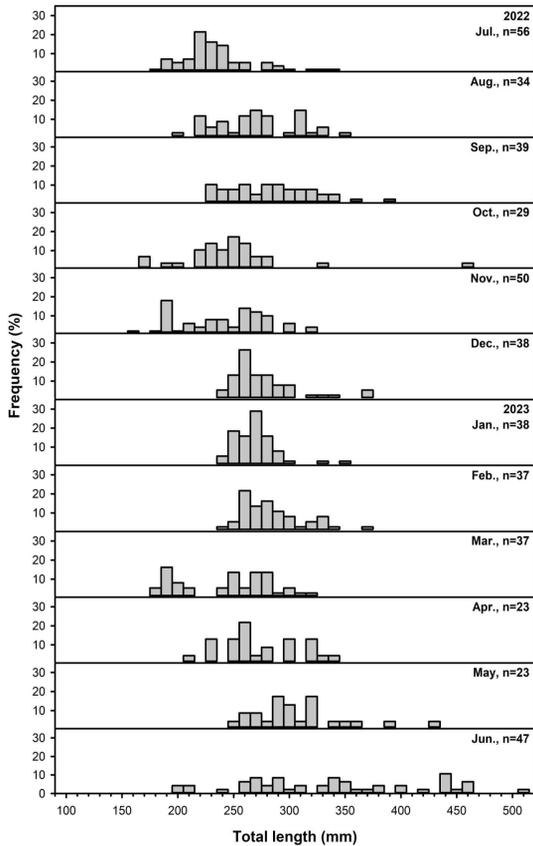
1. 전장 조성

2022년 7월부터 2023년 6월까지 매월 1회 채집한 쥐노래미는 암컷은 269 개체, 수컷은 182 개체로 총 451 개체였다. 크기는 전장 평균 267 mm, 157~501 mm 범위였다(<Table 1>).

<Table 1> Number of specimens and total length (TL) of *Hexagrammos otakii* in Heuksando, Jeollanam-do.

Year	Month	Female		Male	
		Number of specimens	Range of TL (mm)	Number of specimens	Range of TL (mm)
2022	Jul.	30	183~326	26	176~331
	Aug.	18	198~343	16	211~327
	Sep.	19	221~383	20	226~355
	Oct.	18	211~460	11	165~258
	Nov.	20	185~318	30	157~315
	Dec.	27	237~368	11	244~331
2023	Jan.	22	240~341	16	237~323
	Feb.	21	237~364	16	243~326
	Mar.	21	186~317	16	178~290
	Apr.	20	201~331	3	226~317
	May	20	247~430	3	253~313
	Jun.	33	195~501	14	195~453
Total	451	269	(Avg. : 273)	182	(Avg. : 260)

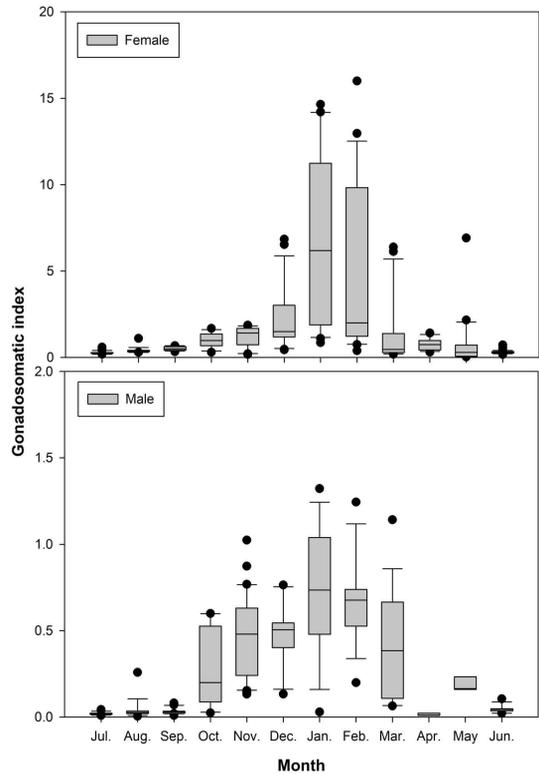
가장 어린 개체가 어획된 것은 2022년 11월이였으며, 가장 큰 어체가 어획된 것은 2023년 6월이였다(Fig. 4).



[Fig. 4] Monthly length-frequency distribution of *Hexagrammos otakii* collected in Heuksando, Jeollanam-do from July 2022 to June 2023.

2. 산란기

쥐노래미의 산란 시기를 추정하기 위해 생식소 중량 지수(GSI)의 월별 변화를 살펴본 결과, 암컷과 수컷 모두 1~2월경에 최대값을 보인 후 3~4월 이후로 다시 낮은 값을 나타냈다. 그러므로 생식소 중량 지수를 통해 추정한 쥐노래미의 산란기는 암·수 모두 1~2월임을 알 수 있었다(Fig. 5).

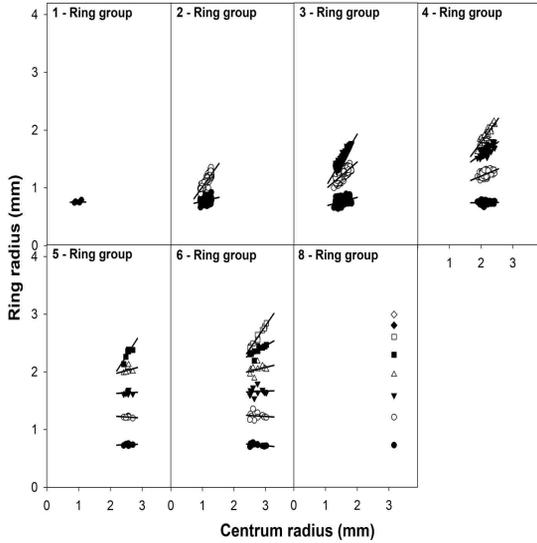


[Fig. 5] Monthly change of Gonadosomatic index (GSI) of *Hexagrammos otakii* in Heuksando, Jeollanam-do.

3. 윤문의 대응성 및 형성 시기

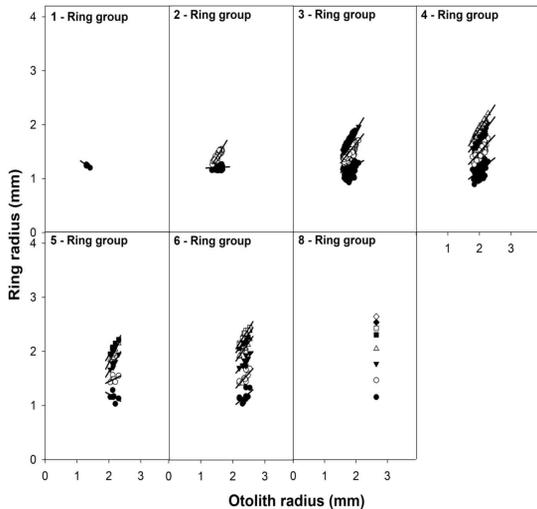
척추골과 이석에 나타나는 윤문의 연륜 적합성과 윤문 판독의 정확도를 알아보기 위해 추체반경과 윤문, 이석반경과 윤문 간의 관계를 조사하였다. 윤문 판독 시 투명대와 불투명대의 경계가 분명한 것을 이용하여 그래프로 나타낸 결과, 각 윤경은 추체반경·이석반경이 증가함에 따라 비례하여 증가하였고 일정한 간격으로 분포하는 것으로 나타났다(Fig. 6, 7).

척추골과 이석이 연령형질로서 이용할 수 있음을 확인한 후, 윤문이 형성되는 시기와 연간 형성 횟수를 추정하기 위해서 연역지수(MI)의 월별 변화를 살펴보았다.

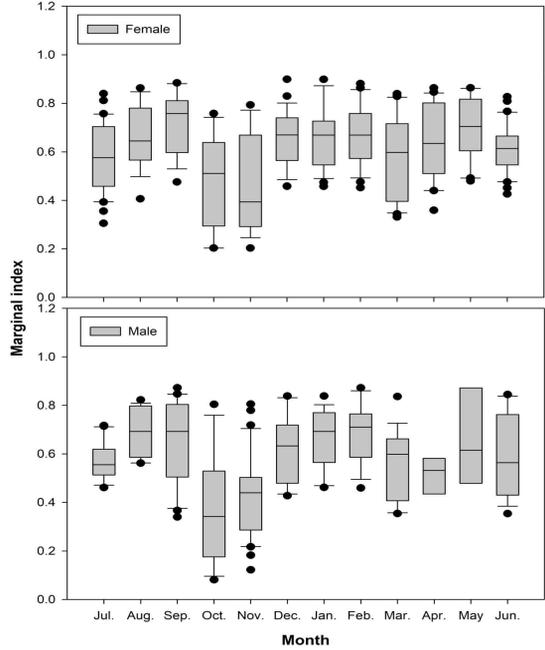


[Fig. 6] Relationship between centrum radius and ring radius of *Hexagrammos otakii* in Heuksando, Jeollanam-do.

연역지수는 척추골과 이석이 동일하게 10~11월에 가장 작은 값을 보였으며, 이후 증가하는 것으로 보아 윤문의 주형성시기는 매년 10월로 연 1회 형성됨을 알 수 있었다([Fig. 8, 9]).



[Fig. 7] Relationship between otolith radius and ring radius of *Hexagrammos otakii* in Heuksando, Jeollanam-do.

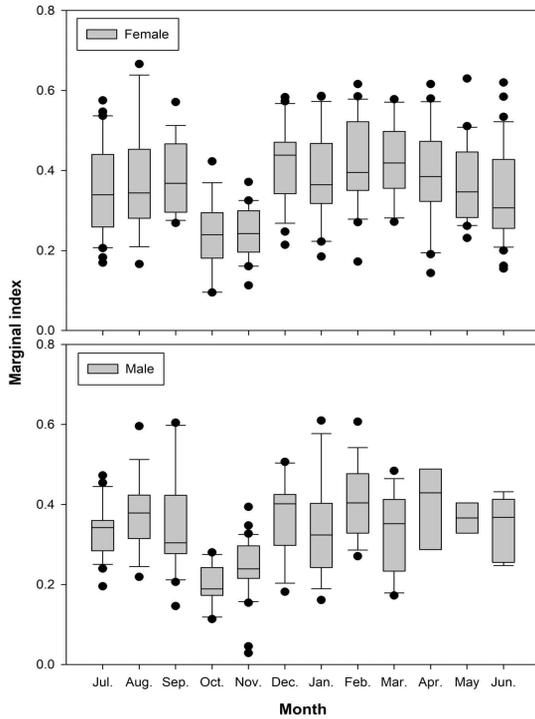


[Fig. 8] Monthly change in the vertebrae marginal index (MI) of the *Hexagrammos otakii* in Heuksando, Jeollanam-do.

4. 연령 분석

척추골과 이석의 윤문이 불투명대에서 투명대로 이행하는 경계가 연 1회 형성된다는 주기성을 확인하였으므로 이를 연륜으로 간주하여 연령별 평균 윤경을 구하였다. 산란기가 1~2월, 윤문형성시기가 10~11월이므로 초륜 형성시의 연령은 0.75세(9개월)였다. 따라서 암·수별로 연령사정한 결과 척추골과 이석 모두에서 암컷은 0.75세부터 7.75세, 수컷은 0.75세부터 5.75세까지로 관독되었다(<Table 2, 3>).

윤문 형성 시의 전장을 역계산하기 위하여 추체반경 및 이석반경(R)과 전장(TL)과의 관계식을 추정하였다. 척추골의 경우 암컷은 $TL=135.15R+39.18(r^2=0.93)$, 수컷은 $TL=144.72R+26.22(r^2=0.91)$ 로 나타났다([Fig. 10]). 이석의 경우 암컷은 $TL=213.78R-11.68(r^2=0.74)$, 수컷은 $TL=210.55R-105.97(r^2=0.83)$ 로 나타났다([Fig. 11]).

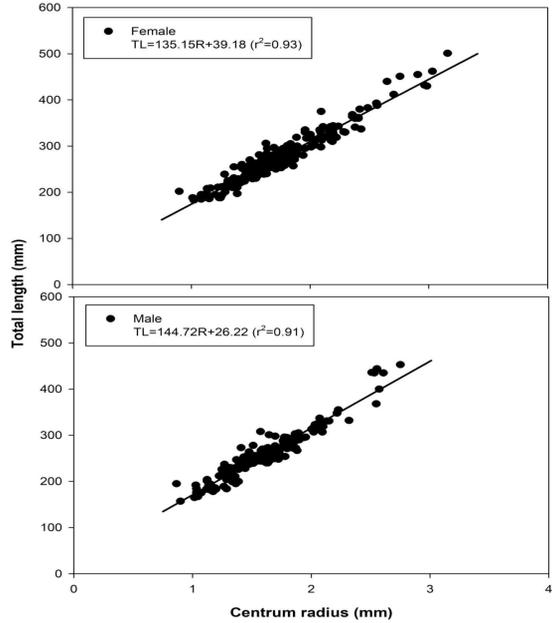


[Fig. 9] Monthly change in the otolith marginal index (MI) of the *Hexagrammos otakii* in Heuksando, Jeollanam-do.

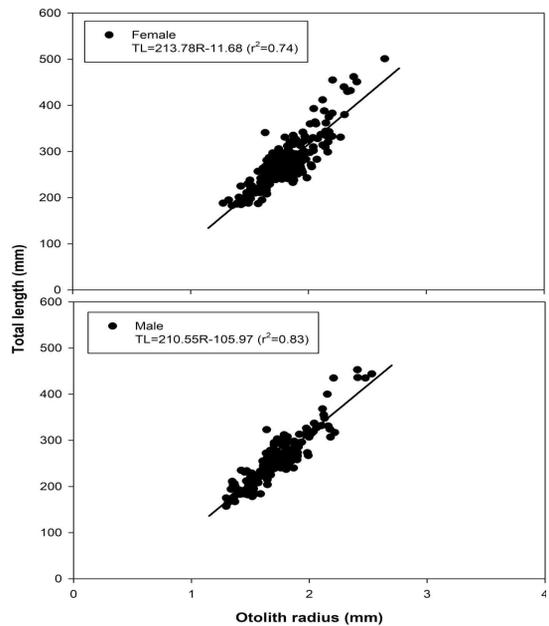
또한 전장에 대한 전중량의 오차구조를 알아보기 위해 전장(TL)과 전중량(TW) 간의 그래프를 통해 알아본 결과, 전장이 커짐에 따라 전중량이 점점 증가하는 곱의 오차구조를 가지는 것을 알 수 있었다. 전장과 전중량 간의 상대성장식은 암컷은 $TW=5 \times 10^{-6} TL^{3.1484}$ ($r^2=0.95$), 수컷은 $TW=9 \times 10^{-6} TL^{3.0430}$ ($r^2=0.95$)으로 나타났다([Fig. 12]).

이후 측정된 척추골과 이석의 평균 윤경에 대해 R과 전장(TL), 전중량(TW)과 전장(TL)의 상대 성장식으로 윤문 형성시의 전장과 전중량을 역계산하였다.

역계산한 연령별 전장으로부터 Walford 정차도법으로 구한 성장 매개변수를 입력값으로 하였고, 비선형회귀분석을 사용하여 추정된 쥐노래미의 von Bertalanffy 성장식과 그래프는 다음과 같다([Fig. 13-18]).



[Fig. 10] Relationship between centrum radius (R) and total length (TL) of *Hexagrammos otakii* in Heuksando, Jeollanam-do.



[Fig. 11] Relationship between otolith radius (R) and total length (TL) of *Hexagrammos otakii* in Heuksando, Jeollanam-do.

<Table 2> Mean ring radius on the vertebrae of *Hexagrammos otakii* in Heuksando, Jeollanam-do.

Female										
Estimated age	Number of specimens	Mean vertebra ring radius								
		R	r _{0.75}	r _{1.75}	r _{2.75}	r _{3.75}	r _{4.75}	r _{5.75}	r _{6.75}	r _{7.75}
0.75	3	0.9905	0.7727							
1.75	42	1.2679	0.7418	1.0948						
2.75	167	1.6675	0.7376	1.1858	1.4529					
3.75	45	2.1512	0.7331	1.2264	1.6300	1.8973				
4.75	5	2.5467	0.7393	1.2144	1.6224	2.0009	2.2995			
5.75	6	2.8821	0.7245	1.2125	1.6347	2.0323	2.3880	2.6856		
7.75	1	3.1582	0.7269	1.2130	1.5903	1.9522	2.2950	2.6058	2.8062	2.9929
Mean			0.7394	1.1912	1.5860	1.9707	2.3275	2.6457	2.8062	2.9929

Male										
Estimated age	Number of specimens	Mean vertebra ring radius								
		R	r _{0.75}	r _{1.75}	r _{2.75}	r _{3.75}	r _{4.75}	r _{5.75}		
0.75	3	0.9297	0.7547							
1.75	51	1.2485	0.7419	1.0668						
2.75	100	1.6505	0.7371	1.1729	1.4367					
3.75	21	2.0896	0.7333	1.2175	1.6095	1.8538				
4.75	2	2.5597	0.7354	1.2209	1.6755	2.1016	2.3713			
5.75	5	2.5902	0.7404	1.2639	1.6900	2.0562	2.3515	2.4889		
Mean			0.7405	1.1884	1.6029	2.0038	2.3614	2.4889		

<Table 3> Mean ring radius on the otoliths of *Hexagrammos otakii* in Heuksando, Jeollanam-do.

Female										
Estimated age	Number of specimens	Mean otolith ring radius								
		R	r _{0.75}	r _{1.75}	r _{2.75}	r _{3.75}	r _{4.75}	r _{5.75}	r _{6.75}	r _{7.75}
0.75	1	1.3231	1.2472							
1.75	49	1.5389	1.2072	1.4416						
2.75	165	1.7832	1.1923	1.4883	1.6948					
3.75	40	2.0272	1.1635	1.5045	1.7844	1.9462				
4.75	5	2.1621	1.1526	1.4867	1.7856	1.9818	2.0862			
5.75	6	2.3318	1.1289	1.4839	1.7858	2.0366	2.1907	2.2826		
7.75	1	2.6480	1.1444	1.4556	1.7588	2.0371	2.2937	2.4161	2.5256	2.6316
Mean			1.1766	1.4768	1.7619	2.0004	2.1902	2.3494	2.5256	2.6316

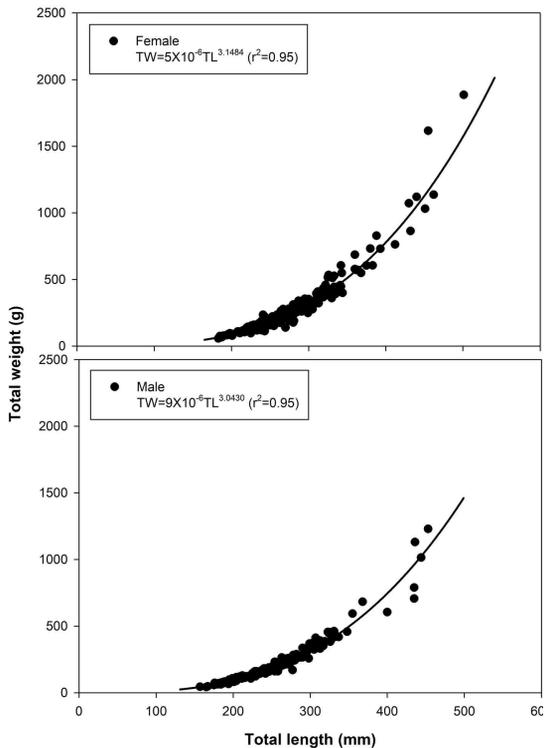
Male										
Estimated age	Number of specimens	Mean otolith ring radius								
		R	r _{0.75}	r _{1.75}	r _{2.75}	r _{3.75}	r _{4.75}	r _{5.75}		
0.75	3	1.3333	1.2345							
1.75	54	1.5008	1.2136	1.4207						
2.75	97	1.7716	1.2018	1.4979	1.6890					
3.75	21	2.0375	1.1841	1.5211	1.7888	1.9523				
4.75	2	2.1333	1.1653	1.4851	1.7640	1.9392	2.0624			
5.75	5	2.4069	1.1845	1.5205	1.8054	2.0593	2.2229	2.3169		
Mean			1.1973	1.4890	1.7618	1.9836	2.1426	2.3169		

· 척추골

Combined : $L_t=638.560(1-e^{-0.1392(t+1.0179)})$
 $W_t=3,481.652(1-e^{-0.1392(t+1.0179)})^{3.1002}$
 Female : $L_t=624.632(1-e^{-0.1417(t+1.0717)})$
 $W_t=3,167.470(1-e^{-0.1417(t+1.0717)})^{3.1484}$
 Male : $L_t=556.129(1-e^{-0.1839(t+0.8000)})$
 $W_t=2,031.472(1-e^{-0.1839(t+0.8000)})^{3.0430}$

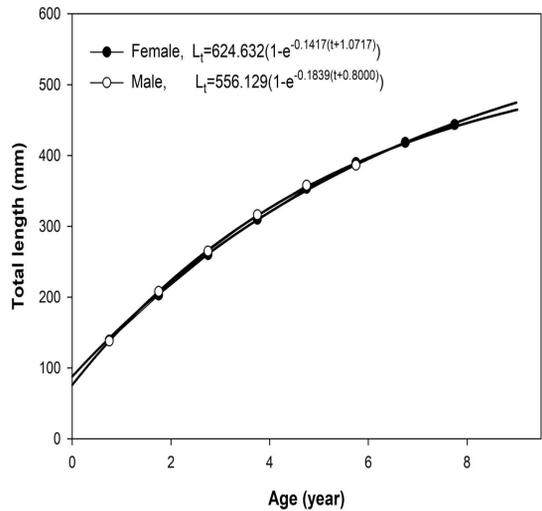
· 이석

Combined : $L_t=614.578(1-e^{-0.1508(t+1.0067)})$
 $W_t=3,092.035(1-e^{-0.1508(t+1.0067)})^{3.1002}$
 Female : $L_t=617.851(1-e^{-0.1509(t+0.9634)})$
 $W_t=3,056.267(1-e^{-0.1509(t+0.9634)})^{3.1484}$
 Male : $L_t=575.078(1-e^{-0.1594(t+1.0844)})$
 $W_t=2,249.530(1-e^{-0.1594(t+1.0844)})^{3.0430}$

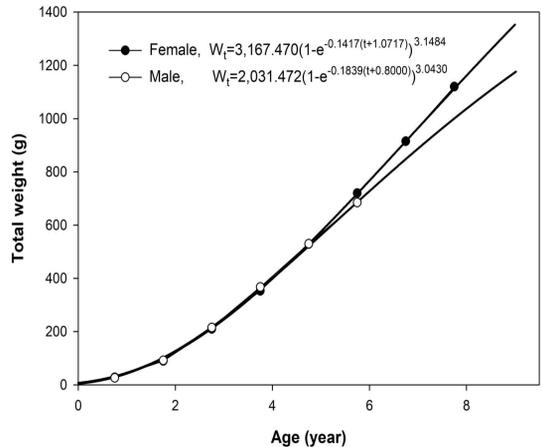


[Fig. 12] Relationship between total length (TL) and total weight (TW) of *Hexagrammos otakii* in Heuksando, Jeollanam-do.

쥐노래미의 성장에 있어서 암·수 및 연령형질 간의 차이가 있는지를 알아보기 위해 기울기차를 검정하였으나 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 따라서 쥐노래미의 암·수와 연령형질 사이의 성장에는 차이가 없는 것으로 나타났으므로 최종적으로는 암수 모두 합한 성장식을 제시하였다.

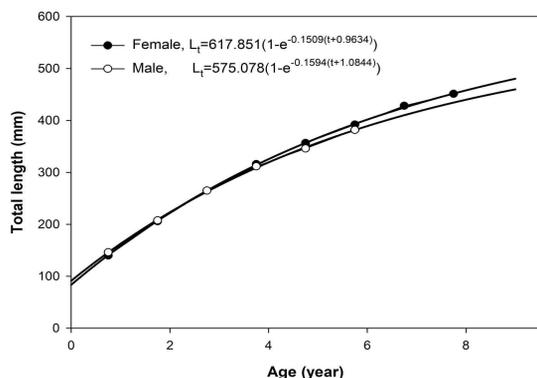


[Fig. 13] The von Bertalanffy growth curve by vertebrae in total length of *Hexagrammos otakii*.

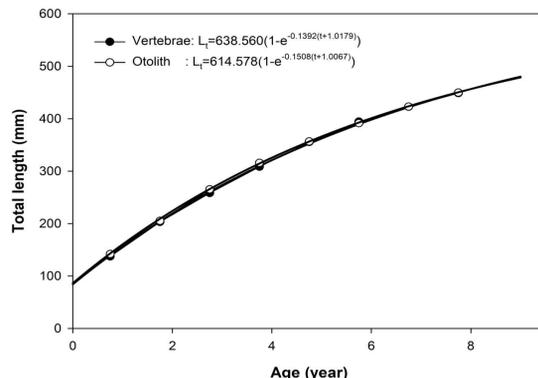


[Fig. 14] The von Bertalanffy growth curve by vertebrae in total weight of *Hexagrammos otakii*.

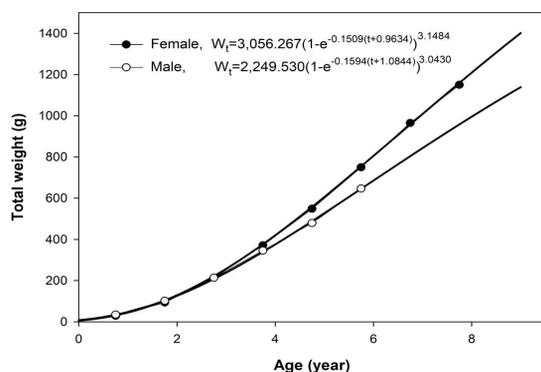
한국 흑산도산 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)의 연령형질별 성장 비교



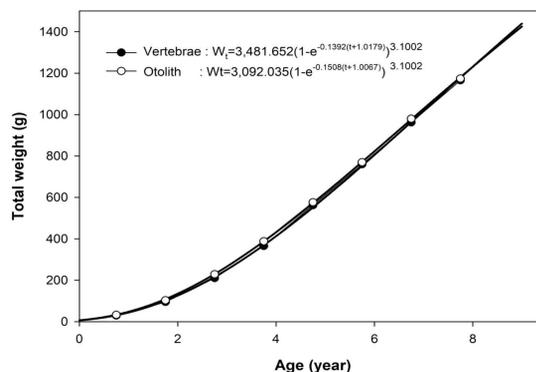
[Fig. 15] The von Bertalanffy growth curve by otolith in total length of *Hexagrammos otakii*.



[Fig. 17] The comparison of growth curves in total length using vertebrae and otoliths of *Hexagrammos otakii*.



[Fig. 16] The von Bertalanffy growth curve by otolith in total weight of *Hexagrammos otakii*.



[Fig. 18] The comparison of growth curves in total weight using vertebrae and otoliths of *Hexagrammos otakii*.

IV. 결론

수산자원 생물의 연령은 성장률과 성장식, 가입연령, 성숙연령 등을 추정하는 것뿐만 아니라 자원의 관리와 이용을 위한 개체군의 변화를 분석하는데도 필수적이다(Zhang, 2014).

쥐노래미의 생식소 중량 지수(GSI)를 분석한 결과를 살펴보면, 산란기는 1~2월경이며, 월별 전장 조성에서는 가장 작은 개체가 11월에 어획된 것으로 추정된다. 이는 쥐노래미 치어의 성장을 조사한 연구(Lee, 1999)와 유사한 결과이다.

흑산도에서 어획된 쥐노래미의 연령과 성장을 파악하기 위한 연령형질로서 이석과 척추골의 가능성을 분석하였다. 척추골을 연령형질로 이용한 연구는 노래미(Kang and Kim, 1983), 황아귀(Cha et al., 1998), 고등어(Choi et al., 2000) 등이 있으며 이석을 연령형질로 이용한 연구는 전갱이(Lee et al. 2016), 민어(Lee et al., 2017) 등 여러 종들의 분석에 적용한 바 있으며, 본 조사에서도 척추골과 이석 모두 연령형질로서 적합한 것으로 나타났다.

즉, 이석과 척추골을 이용한 연령사정 결과 연

령형질별로 판독한 각 연령군의 개체수 차이가 크지 않았고 이석과 척추골이 증가함에 따라 윤경이 비례하게 증가하는 것을 보아 둘 다 연령형질로서 적합한 것으로 판단하였다. 그러나 이석의 표면을 연마하여 관찰할 시 연구자의 숙련도에 따라 이석의 투명대와 불투명대의 구분이 사라져 판단에 오류가 생길 수 있다는 것을 유의해야 한다. 척추골의 경우에도 이석보다 이물질 제거가 까다로운데 KOH 처리에서 시간에 따라 척추골이 손상되어 판독이 어려워지거나 이물질 제거가 되지 않을 수 있기에 어중에 따라 일정 기준을 정하여 작업을 진행하여야 할 것으로 생각된다.

연령형질에 따른 성장 차이의 경우 척추골과 이석에 대한 윤문형성시기가 10~11월로 동일하게 나타났으며 성장식도 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>0.05$). 이석, 비늘, 척추골 등의 연령형질로 연령과 성장을 연구하고자 할 때 분석의 정확성이나 어종별 적합성이 다르기에 같은 개체들에 대해서 연령형질을 비교하는 연구는 쉽지 않고 기존 연구들에서도 거의 찾아볼 수 없었다. 그 중 명태의 성장에 관한 연구(Lee and Hur, 1993)만 확인할 수 있었는데, 결과에서는 8세 이후의 고령어에서 이석과 비늘에 대해 연령의 차이가 나타나기 시작하였고 어린 개체에서는 유의한 차이가 발견되지는 않았다고 보고하였다. 본 조사에서는 4세 이상의 고연령어의 비율이 매우 낮아 이를 확인할 수는 없었다.

쥐노래미에 대한 암·수 성장 차이를 조사한 결과를 살펴보면 이석을 이용한 성장조사 Kobayashi et al.(1990)에서는 암·수 간의 성장 차이가 없다고 보고하였지만, Sekigawa et al.(2002)은 4세 이하의 개체들은 암·수별로 성장 차이가 없다가 5세 이후로 성장에 차이가 나타난다고 하였다. 이러한 차이를 고령어의 개체수 차이로 인한 것이라 하였는데 본 연구에서도 암컷의 경우 8세까지, 수컷은 5세까지 관찰되었지만 암·수의 성장식에서 차이가 없었다. 이는 암·수 모두 5세

이상의 개체수가 적어 성장의 차이가 없는 것으로 나타난 것으로 추정된다.

현재 우리나라 연안에 서식하고 있는 쥐노래미의 연령과 성장에 관련하여 기존 국내에서 진행된 연구가 전혀 없기 때문에 비교할 수 없어 과거 일본에서의 쥐노래미의 연령과 성장에 대한 연구 결과와도 비교하였다. 이론적 최대전장이 일본 센다이만(Kobayashi et al., 1990)에서는 390 mm, 후쿠시마(Izumi, 1999)에서는 암·수가 각각 518, 440 mm, 홋카이도(Sekigawa, 2002)에서는 암·수가 564.6, 435.0 mm로 나타났다. 본 연구에서는 척추골이 암·수 각각 624.6, 556.1 mm였고 이석이 617.9, 575.1 mm로 나타났는데 센다이만과 홋카이도가 어체의 길이를 전장이 아닌 체장으로 기준을 두었고 직접적인 비교는 어렵지만 대체적으로 일본 해역에 비해 흑산도 지역의 이론적 최대전장이 큰 경향을 보였다. 이는 위도에 따라 성장에 차이가 나타날 수도 있으며, von Bertalanffy 성장식에서 추정되는 이론적 최대전장도 채집되는 생물의 크기에 따라 달라질 수 있어(Kim, 2015) 차이가 나타난 것으로 보인다.

따라서 추후에는 더 넓은 전장 범위의 개체수를 확보하고 이와 더불어 먹이생물, 해양환경 조사도 함께 하여 수산생물의 자원조사가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

References

- Cha BY, Park YC and Huh SH(1998). Age and Growth of the yellow goosefish, *Lophius litulon*. KF-AS, 31(4), 529~534.
- Choi YM, Park JH, Cha HK and Hwang KS(2000). Age and Growth of Common Mackerel, *Scomber japonicus* Houttuyn, in Korean Waters. KSFR, 3, 1~8.
- Izumi S(1999). Growth and Maturing of Fat Greenling *Hexagrammos otakii* in North Johban Sea. Bull Fukushima Pref Fish Exp Stat, 8.
- Kang YJ and Kim CK(1983). Studies on the Structure and Production Processes of Biotic

- Communities in the Coastal Shallow Waters of Korea 2. Using on the Vertebrae for Age Determination of the Spottybelly Greenling, *Agrammus agrammus*. *KFAS*, 16(2), 75~81.
- Kobayashi N, Kobayashi I, Kikuchi Y and Sato K(1990). Age and Growth of the Greenling, *Hexagrammos otakii* in Sendai Bay. *Bull Miyagi Pref Fish Exp Stn*, 13, 1~9.
- Kim YS, Han KH, Kang CB and Kim JB(2004). Commercial Fishes of the Coastal and Offshore Waters in Korea. 2nd ed. Hangle, Busan, Korea, 1~333.
- Kim HY, Huh SJ, Kim ST and Seo YI(2015). Age and Growth of Marbled sole, *Pleuronectes yokohamae* (Günther) in the southern waters of Korea. *K-SFT*, 51(1), 35~41.
<http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2015.51.1.035>.
- Lee SH, Chung SD, Yoo JT and Kim YH(2017). Age and Growth of Brown Croaker *Miichthys miiuy* in the South-western Water of Korea. *ISK*, 29(1), 69~74.
- Lee DJ, Kang SK, Jung KM and Cha HK(2016). Age and Growth of Jack Mackerel *Trachurus japonicus* off Jeju Island, Korea. *KFAS*, 49(5), 648~656.
<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2016.0648>.
- Lee JK(1999), Study on the seedling production of greenling, *Hexagrammos otakii*. Doctoral dissertation, University of Dongeui.
- Lee JU and Hur YH(1993). Comparative study on age determination using scales and otoliths of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the bering sea and the gulf of alaska. *ISK*, 5(2), 177~183.
- MOF(2023), Fisheries Sales Statistics. Retrieved from <https://www.fips.go.kr/p/Main/> on February 23.
- Sekigawa T, Takahashi T and Takatsu T(2002). Age and Growth of Fat Greenling *Hexagrammos otakii* in Kikonai Bay, Hokkaido. *Suisanzoshoku*, 50(4), 395~00.
<https://doi.org/10.11233/aquaculturesci1953.50.395>
- Von Bertalanffy L(1938). A quantitative theory of organic growth(inquiries on growth laws. II). *Human Biol* 10, 181~213.
- Walford and Lionel A(1946). A new graphic method of describing the growth of animals. *Biological Bulletin* 90, 141~147.
- Yamada U, Tagawa M, Kishida S and Honjo K.(1986). Fishes of the East China Sea and the Yellow Sea. Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Nagasaki, Japan, 1~501.
- Yang JH, Yoon BS, Kim JB, Chol YM, Park JH, Lee JB, Park KY and Lee DJ(2018). Age and Growth of the Okhotsk atka mackerel, *Pleurogrammus azonus* in the coastal of Gangwon-do, East Sea. *KSFOT*, 54(1), 54~64.
<http://dx.doi.org/10.3796/KSFOT.2018.54.1.054>.
- Zhang CI(2014). Resource ecological characteristics, In: Assessment and Management of Fisheries Resources, Blue & Note, Seoul, Korea, 77~102.

-
- Received : 27 February, 2024
 - Revised : 04 April, 2024
 - Accepted : 09 April, 2024