

쏘가리 (*Siniperca scherzeri*) 자치어의 골격 발달

명정구 · 문진희* · 김진구** · 박경동*
강충배* · 김용억* · 박준택***

한국해양연구원 자원개발본부, *부경대학교 해양생물학과,
국립수산진흥원 남해수산연구소 목포분소, *전남 수산종합관

Osteological Development of Larvae and Juveniles of Korean Mandarin Fish, *Siniperca scherzeri* (Perciformes, Centropomidae)

Jung-Goo Myoung, Jin Hi Mun*, Jin Koo Kim**, Kyeong Dong Park*,
Chung-Bae Kang*, Yong Uk Kim* and Joon-Taek Park***

Korea Ocean Research and Development Institute Ansan, Gyeonggi-do, 425-600, Korea
*Department of Marine Biology, Pukyong National University, Nam-gu, Busan 608-737, Korea
**Mokpo Lab., National Fisheries Research and Development Institute, Mokpo,
Jeollanam-do 530-140, Korea, ***Jeollanam-do Fisheries Exhibition, Dolsan-eup, Yesou,
Jeollanam-do 556-900, Korea

Matured adults of *Siniperca scherzeri* were collected from Soyangdam and Hongchun river, Gangwon-do, Korea. The fertilized eggs were hatched and reared in the laboratory of the Korea Ocean Research and Development Institute. Osteological development of the larvae and juveniles of *Siniperca scherzeri* were investigated.

Three days after hatching, the larva (6.12 mm in total length: TL) had partly ossified parasphenoid, clavicle, hyomandibular, preopercle, opercle and jaw bones with 7 to 8 canine teeth.

The ascending process of premaxillary and ca 19 and 23 teeth on the premaxillary and dentary, respectively, were ossified at 10 days after hatching. Also at 10 days, the vertebral columns of the larvae (6.85 mm in TL) were posteriorly ossified to the 5~7th vertebra, and ossification was completed in the juvenile (10.99 mm in TL) on the 22nd day.

Thus ossification began 3 days after hatching, and was completed 22 days after hatching.

Key words : *Siniperca scherzeri*, ossification, larva, juvenile

서 론

쏘가리, *Siniperca scherzeri* Steindachner는 농어목 (Perciformes), 꺾지과 (Centropomidae)에 속하는 어류로 우리 나라와 중국에만 분포하는 어종이다 (Cheng and Zheng, 1987; Nelson, 1994; 이 등, 1997). 우리 나라에서

는 서, 남해로 흐르는 대형 하천의 중상류 자갈이 깔린 깊은 소를 중심으로 서식한다 (김과 강, 1993; 정, 1997).

이 종은 남획과 환경오염에 의하여 자원량이 감소되어 자원 증대를 위한 생태 조사 및 양식기술개발의 필요성이 요구되어 왔다. 종묘생산기술 개발을 위하여 백 (1977, 1978)이 양식에 관한 연구를 시작하였으며 그후 이 등 (1992)의 양성에 관하여, 이 등 (1997)의 산란 생태

및 초기 생활사에 관한 연구, 명 등(1999)의 기아가 체형, 생존 및 공식에 미치는 영향, 박(2001)의 분류학적 연구 등 다수의 연구 보고가 있었지만 발육 단계에 따른 골격 발달에 관한 보고는 아직 없다.

경골어류의 초기발육단계 중 형태변화는 유영 능력과 섭이 기능의 발달하는 후기자어기에서 치어기로 전환하면서 가장 크게 일어난다(沖山, 1979a, b; 渡部和 服部, 1971; Kohno *et al.*, 1983). 또 그 시기의 골격 발달은 그들의 생활 방식에 따라 골화 정도와 순서에 변화를 초래하여 종마다 다양한 양상을 나타낸다(Mook, 1977).

쏘가리는 지느러미 분화가 일어나기도 전인 전기 자어기때부터 공식 현상이 나타나는 특징을 보이며, 이러한 공식현상은 중요 생산시 자어 단계에서의 대량 사망의 원인이 되고 있어 이 종의 중요 생산 기술 확립에 하나의 문제점으로 남아 있는 실정이다. 따라서 부화 후 이빨을 포함한 골격 발달에 관한 연구는 이들의 공식 현상을 포함한 초기생활사를 이해하는데 매우 중요하다.

이 연구는 인공 사육 조건하에서의 쏘가리 초기 발육 단계의 골격 발달과정을 알기 위하여 관찰한 결과이다.

재료 및 방법

이 연구에 사용된 친어는 1997년 7월 강원도 소양댐과 홍천강에서 자망으로 채포하였다. 알은 현장에서 채취하여 건식법으로 수정하였고, 자외선으로 살균된 지하수로 세란하였으며 엘바주 20 ppm과 말라카이트 그린 0.5 ppm으로 소독하였다. 수정난은 20°C 전후로 유지되는 아이스박스에 넣어 한국해양연구원 실내 수조실로 운반하였다.

수정난은 아트킨스식 부화 수조에 수용하여 물리여과기와 자외선 살균기를 통과한 지하수로 발생, 부화시켰다. 수정난은 수온 23~26°C 범위에서 4~5일만에 부화가 완료되었다.

부화 후 1일부터는 200 ml FRP 수조에 수용하였으며, 부화 후 3일부터는 알테미아와 물벼룩을 혼합하여 공급하였다. 부화 후 10일째부터는 알테미아와 배합사료를 섞어 투여하였으며 20일경부터 점차 배합사료 투여량을 증가시켰다. 사육 수온은 23.0~25.5°C 범위였다.

표본은 부화 직후부터 60일까지 공식 개체 외에 1~10일 간격으로 5마리씩 무작위로 추출하여 5% 중성 포르말린에 고정시켜 골격을 염색(Kawamura and Hosoya, 1991)한 후 100% 글리세린에 보존하였으며, 입체 현미경 아래에서 골격 발달을 관찰, 스케치하였다.

결 과

부화 후 1일째의 평균전장이 5.5 mm 자어는 골격의 골화가 이루어지지 않았다. 부화 후 3일째 전장이 평균 6.17 mm인 자어에서는 최초로 두개부의 배쪽 부설골(parasphenoid)이 가느다란 선모양으로 나타나기 시작하였으며, 견대부의 쇄골(clavicle), 내장골 중 설악골(hyomandibular), 새개부 중 전새개골(preopercle)이 발달모양으로 나타나고 주새개골(opercle)도 골화하기 시작하였다(Fig. 1, A). 또, 위턱을 구성하는 전상악골(premaxillary)과 주상악골(maxillary)과 아래턱을 구성하는 치골(dentary), 관절골(articular) 및 각골(angular)이 골화함과 동시에 양 턱에는 7~8개의 날카로운 송곳니(canine teeth)가 발달하였다(Fig. 2, B).

부화 후 4일째 평균 전장 6.23 mm의 후기 자어는 두개부에 기저후두골(basioccipital) 및 외후두골(exoccipital), 내장골에 구개골(palatine), 방골(quadrate) 및 접속골(symplefic), 설궁부에 2개의 새조골(branchiostegal rays)이 골화하기 시작하였다(Fig. 1, B). 이때 전상악골의 앞끝 부위에 전상악골 상행돌기(ascending process of premaxillary)가 신장되기 시작하였으며, 전상악골 및 치골은 신장되어 뒤끝에서 연결되어진다. 치골의 뒤쪽에 있는 관절골과 각골은 더욱 발달된 형태로 되었으며, 양 턱의 이빨수는 윗턱에 8~9개, 아래턱에 10~12개로 증가하고, 아래턱 이빨의 끝은 다른 방향으로 향하여 불규칙하게 2~3열로 형성되었다(Fig. 2, C).

부화 후 6일째 평균 전장이 6.50 mm인 후기 자어는 눈의 상단부에 액골(frontal)이 나타났으며, 설궁부의 각설골(ceratohyal) 및 상설골(epihyal)이 골화되었다. 새개부의 전새개골에는 바깥쪽으로 3개, 안쪽으로 2개의 가시가 발달하였고, 주상악골은 더욱 신장되어 전상악골의 뒤끝을 훨씬 지나며, 관절골이 완전한 형태를 갖추어 각골과 연결되었다(Fig. 1, C). 전상악골 상행돌기의 뒤쪽으로 전상악골 관절돌기(articular process of premaxillary)가 형태를 갖추기 시작하였으며, 주상악골의 전단부에 주상악골 측면돌기(lateral process of maxillary)가 크게 발달하였다. 추체는 아직 골화되지 않았지만, 앞쪽 3개의 신경극(neural spine)이 형성되었다(Fig. 2, D; Fig. 3, A).

부화 후 8일째 평균 전장이 6.60 mm인 후기 자어는 두개골 중 상이골(epiotic) 및 이석(otolith)이 골화하였으며, 내장골 중 내익상골(endopterygoid)이 초승달 모양으로 골화하였다. 한편, 새개부에는 전새개골의 두번째 가시의 뒤쪽으로 가느다란 모양의 간새개골(interoper-

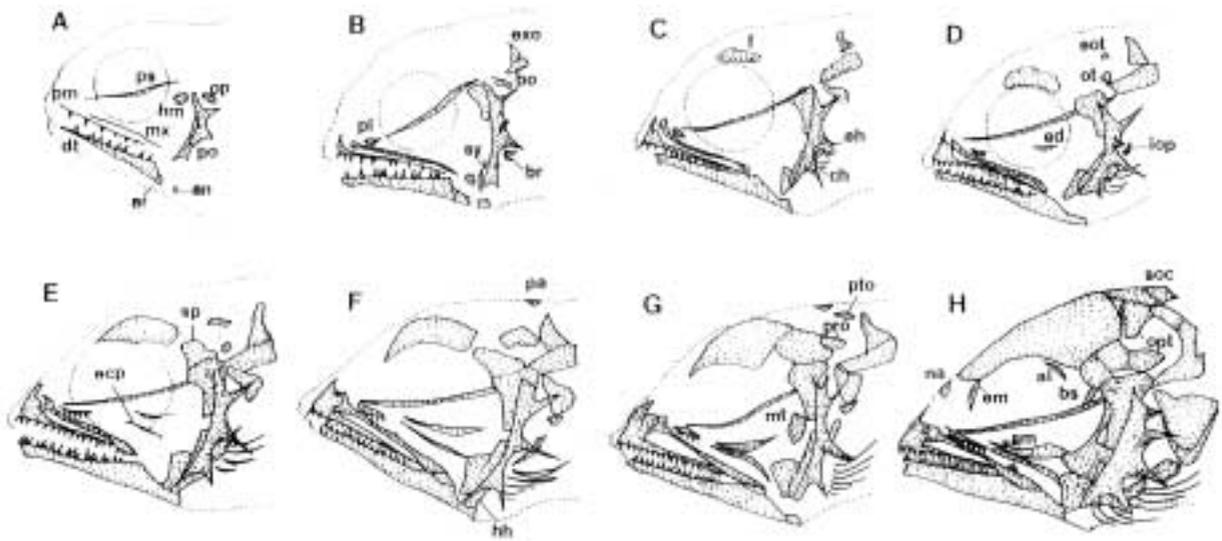


Fig. 1. Osteological development of the cranium and visceral skeleton in *Siniperca scherzeri*.

A, 6.17 mm in total length (TL); B, 6.23 mm in TL; C, 6.50 mm in TL; D, 6.60 mm in TL; E, 6.85 mm in TL; F, 6.89 mm in TL; G, 7.18 mm in TL; H, 10.99 mm in TL. al, alisphenoid; ar, articular; bo, basioccipital; br, branchiostegal ray; bs, basisphenoid; ch, ceratohyal; dt, dentary; ecp, ectopterygoid; ed, endopterygoid; eh, epihyal; ecp, ectopterygoid; eot, epiotic; exo, exoccipital; f, frontal; hh, hypohyal; hm, hyomandibular; iop, interopercle; mt, metapterygoid; mx, maxillary; na, nasal; op, opercle; opt, opisthotic; ot, otolith; pa, parietal; pl, palatine; pm, premaxillary; po, preopercle; pro, prootic; ps, parasphenoid; pto, pterotic; q, quadrate; sm, supramaxillary; soc, supraoccipital; sp, sphenotic; sy, symplectic.

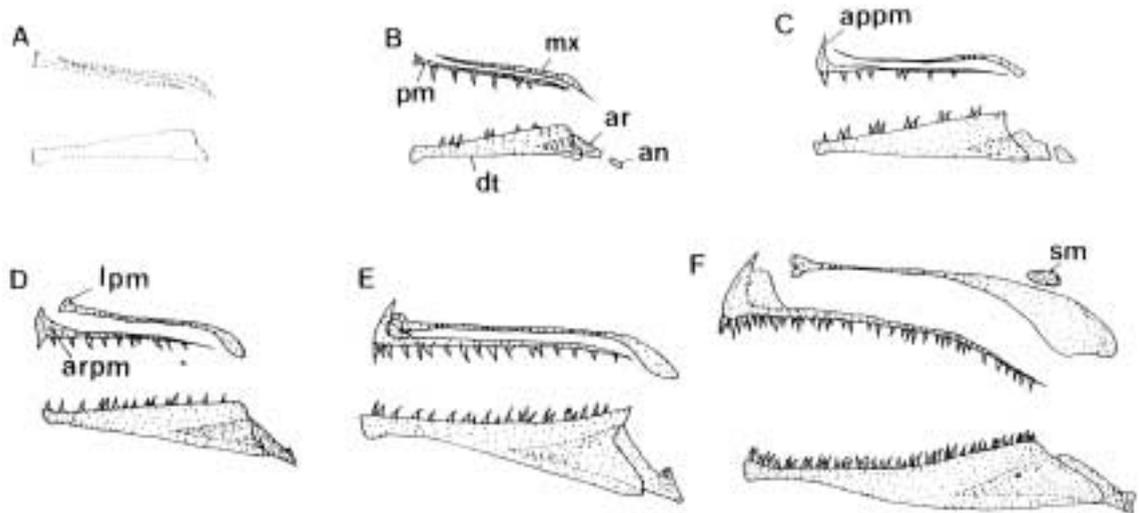


Fig. 2. Osteological development of the jaws in *Siniperca scherzeri*. A, 5.50 mm in total length (TL); B, 6.17 mm in TL; C, 6.23 mm in TL; D, 6.50 mm in TL; E, 6.85 mm in TL; F, 10.99 mm in TL. an, angular; appm, ascending process of premaxillary; ar, articular; arpm, articular process of premaxillary; dt, dentary; lpm, lateral process of maxillary; mx, maxillary; pm, premaxillary; sm, supramaxillary.

cle)이 골화되기 시작하였고 견대부의 쇄골 위쪽으로 상쇄골 (supraclavicle) 및 후측두골 (posttemporal)이 골화되기 시작하였다 (Fig. 1, E).

부화 후 10일째의 평균전장 6.85 mm인 후기자어에서는 두개골 중 설이골 (shphenotic)이 골화하였으며, 내장골의 외익상골 (ectopterygoid)이 내익상골의 아래쪽에서

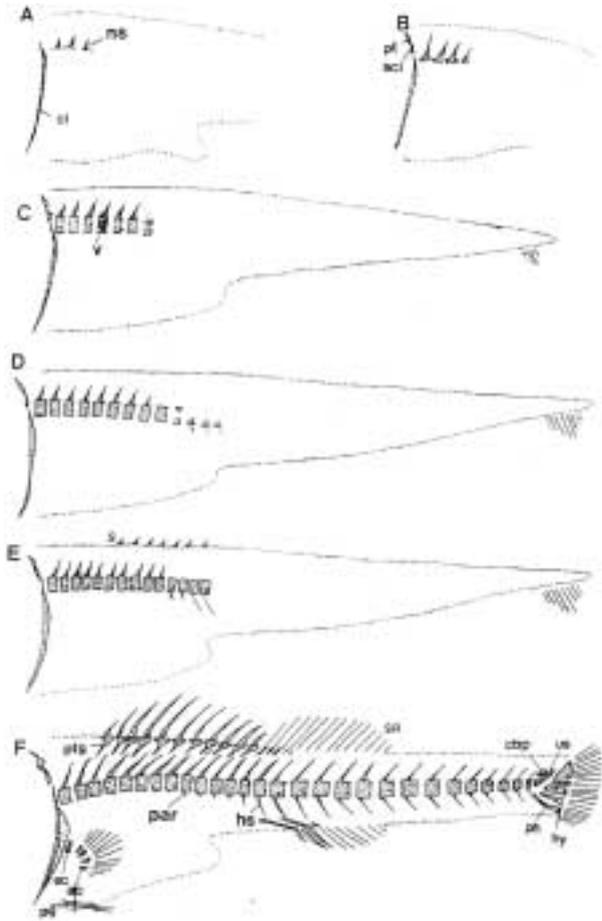


Fig. 3. Osteological development of the fin skeletal and vertebrae in *Siniperca scherzeri*. A, 6.50 mm in total length (TL); B, 6.60 mm in TL; C, 6.85 mm in TL; D, 6.89 mm in TL; E, 7.18 mm in TL; F, 10.99 mm in TL. ac, actinost; cl, clavicle; cpb, caudal bone plate; hs, hemal spine; hy, hypural bone; ns, neural spine; pg, pelvic girdle; ph, parhypural; pt, posttemporal; s, spine; sc, scapular; scl, supraclavicle; sr, soft ray; ptg, pterygiophore; us, urostyle; v, vertebral column.

골화되었다. 전상악골 관절돌기가 형태적으로 더욱 발달하는 동시에 주상악골 측면돌기가 완전한 형태를 갖추어 주상악골이 전상악골의 관절돌기로 삼입될 수 있는 형태를 갖추었다. 양턱의 이빨은 윗턱에 19개 전후, 아래턱에 23개 전후로 현저히 증가하였으며 아래턱의 이빨은 끝의 방향이 달라서 말단부가 3~4갈래 갈라져 있는 것처럼 보였다 (Fig. 1, E; Fig. 2, D). 이 시기에 최초로 추체가 앞에서부터 5~7개 골화하며, 꼬리지느러미줄기 4개 출현하였다 (Fig. 3, C).

부화 후 11일째 자어 (평균 전장 6.89 mm)의 두개골에는 상후두골 (supraoccipital)이 골화하기 시작하였으며,



Fig. 4. Photograph showing the cannibalism among the larvae of *Siniperca scherzeri* at 10 days after hatching.

새개골 가장자리의 가시가 4개로 증가하였고 주새개골의 배쪽에 하새개골 (subopercle)이 나타났다. 양 턱의 이빨은 윗턱에 21개, 아래턱에 34개로 증가하며, 추체는 9~14개가 골화하였다. 한편, 목니를 구성하는 상인두골 (upper pharyngeal bone)의 아래쪽으로 4~6개의 날카로운 이빨이 골화하며 이때 구개골에도 6개의 이빨이 골화하였다. 설궁부에는 처음으로 하설골 (hypohyal)이 출현하였다 (Fig. 1, F; Fig. 3, D).

부화 후 12일째 후기자어 (평균전장 7.18 mm)의 두부에는 전이골 (prootic), 익이골 (pterotic)과 5개의 새조골이 골화하였다. 윗턱에는 20여개 전후, 아래턱에는 40개 전후의 이빨이 골화하였으며 구개골에도 9개 이빨이 골화하였다. 10~15개의 추체가 골화하였고, 후익상골 (metapterygoid)이 설악골의 바로 앞쪽에 골화되어 나타났다 (Fig. 1, G; Fig. 3, E).

부화 후 22일째 전장 10.99 mm의 치어는 두부에 익설골 (alisphenoid), 사골 (ethmoid), 서골 (vomer), 기저설골 (basisphenoid), 상후두골 (supraoccipital), 후이골 (opisthotic) 및 비골 (nasal)과 윗턱에 상주상악골 (supramaxillary)이 골화하였다. 전새개골 가장자리의 가시는 5개로 증가하였으며, 주새개골은 형태적으로 성체와 유사하게 되었다. 7개의 새조골이 골화하였고, 미설골이 머리의 배쪽 정중선에 길게 나타났으며 (Fig. 1, H). 위, 아래턱의 이빨은 각각 50여개로 증가하였으며 조금 뒤쪽으로 향하여 휘어진 이빨은 불규칙한 2~3열로 줄지어 발달해 있었다 (Fig. 2, F). 척추골은 12+17=29개로 완성되었으며, 7번째 추체부터는 6개의 측돌기가 발달하기 시작하였다. 또, 미골에는 준하미측골 (parhypural)과 하미측골 (hypural)이 넓은 판을 형성하였으며, 미부봉상골

(urohyal)의 상단부에는 가느다란 제1미신경골 (first uroneural)이 골화되었다. 견대부에는 견갑골 (scapular) 및 사출골 (actinost)이 골화되기 시작하였다 (Fig. 3, F).

고찰

경골 어류의 자어기에 있어 골격은 먹이 섭취나 호흡에 관련된 기능을 가진 주둥이나 내장골부터 골화되는 경향이 있으며 (Takakazu, 1976; Mook, 1977; 명과 김,

1984; Matsuoka, 1987), 이 중 먹이 포식에 사용되는 턱니와 인두치는 식성이 변함에 따라 그 수가 급격히 증가하기도 한다 (Kohno *et al.*, 1983).

쏘가리는 난황을 갖고 있는 전기 자어기에 이미 턱과 이빨이 발달하여 골화되는 독특한 형태 발달과정을 나타내었다.

쏘가리는 어류를 포식하는 전형적인 육식성 어류로 초기 생활사에서 어식성을 잘 나타내었는데, 부화 후 2일이 지나면 배에 난황을 갖고 있는 전기자어 단계임

Days after hatching		0	3	4	6	8	10	11	12	15	22
Total length (mm)		5.5					7				10
Cranium	Alisphenoid										
	Basisphenoid										
	Basioccipital										
	Epiotic										
	Ethmoid										
	Exoccipital										
	Frontal										
	Nasal										
	Opisthotic										
	Parasphenoid										
	Parietal										
	Prootic										
	Pterotic										
	Sphenotic										
	Supraoccipital										
Vomer											
Jaw	Upper jaw	Premaxillary									
		Maxillary									
		Supramaxillary									
Low jaw	Dentary										
	Articular										
	Angular										
Visceral skeleton	Hyoid arch	Branchiostegal rays									
		Ceratohyal									
		Epihyal									
		Hypohyal									
		Interhyal									
	Palate	Ectopterygoid									
		Endopterygoid									
		Hyomandibular									
		Metapterygoid									
		Platine									
Quadrates											
Symplectic											
Opercular	Interopercle										
	Opercle										
	Preopercle										
	Subopercle										
Stage		Prelarva					Postlarva				Juvenile

Fig. 5. The developmental process of the cranium and visceral skeleton and larval stage of *Siniperca scherzeri*.

에도 불구하고 큰 턱과 이빨이 발달하는 특징을 나타내었다. 이 턱뼈는 부화 후 3일만에 골화하기 시작하였는데 골화와 동시에 8~9개의 날카로운 이빨을 갖고 있어 쏘가리의 최초의 공식이 일어나는 시기(명 등, 1999)에 이미 이빨이 골화하고 있음을 알 수 있었다.

이 실험에서 부화 후 10~11일째 자어는 위턱이 앞쪽으로 신출될 수 있는 형태로 발달함과 동시에 턱니의 증가, 꼬리지느러미 줄기(8개)의 골화, 상쇄골(supraclavicle), 후측두골(posttemporal) 등 가슴지느러미 지지뼈 발달 및 척추골의 골화 등 포식과 유영력에 관련된 골격의 골화가 진행되었다. 쏘가리의 공식은 수조내에서 실험 결과 난황을 가지고 있는 부화 후 2일째부터 시작하여 치어기로 변태 완료하는 28일째까지 계속되었고 그 기간 중 특히 10~20일 사이에 사망률이 높았다(명 등, 1999, Fig. 4). 이러한 공식에 의한 사망률의 변화는 위에 언급한 이 시기의 자어의 골화 과정과 잘 일치하고 있음을 알 수 있었다.

쏘가리 자어는 부화 후 20~22일경에는 등지느러미와 뒷지느러미의 줄기 후반부를 지지하는 신경간극과 혈관간극을 제외한 모든 지느러미가 발달하면서 치어기로 전환되었는데(이 등, 1997; 명 등, 1999) 이 시기에 28개의 척추골을 포함한 대부분 골격의 골화가 완료되었다.

쏘가리 자어는 턱니를 비롯한 자어의 골격 발달 과정은 이 종의 공식 시기와 잘 일치하고 있었지만, 명 등(1999)의 기아실험에서와 같이 충분한 먹이 공급이 이루어질 경우에는 공식율을 낮출 수 있어 초기 성장 환경에 따라 공식에 의한 사망률은 크게 변화되리라 추정되었다.

쏘가리 자치어의 두개골과 내장골의 발달을 종합하면 Fig. 5와 같았다. 경골 어류의 초기 발육단계에 있어 체형, 지느러미발달, 이빨수의 증가 및 소화관의 발달 등 형태 변화는 후기자어기에 가장 심하며(渡部와 服部, 1971; 冲山, 1979a, b) 이 시기에 유영 능력과 섭이 기능의 변화를 수반한다(田中, 1969, 1971; Kohno *et al.*, 1983; 명과 김, 1984). 쏘가리는 자치어기를 거치면서 체형 등 외부 형태에 있어 큰 변화를 수반하지는 않지만 각 지느러미가 완성되면서 대부분의 골격이 골화되는 시기(Fig. 5)와 공식 현상이 사라지는 시기(명 등, 1999)가 일치하고 있어 자어기에서 치어기로 전환하는 이 시기에 내부 골격의 골화가 완성되고 공식에 의한 사망율을 포함한 외부의 생태적인 큰 변화가 동시에 수반됨을 알 수 있었다.

적 요

강원도 춘천시 소양호의 2개소와 강원도 홍천강 지류에서 채포한 쏘가리 치어로부터 받은 수정난을 부화 사육하면서 성장에 따른 골격 발달을 조사하였다.

부화 후 3일째 전장 6.17 mm 자어에서 부설골(parasphenoid), 쇄골(clavicle), 설악골(hyomandibular), 전새개골(preopercle), 주새개골(opercle), 악골과 7~8개의 송곳니(canine teeth)가 골화하기 시작하였다.

부화 후 10일째 전장 6.85 mm인 자어는 턱부분 중 윗턱이 신출 가능한 구조로 발달하였으며 양턱에 각각 19, 23개의 이빨이 형성되었다. 척추골은 앞에서부터 5~7개가 골화하기 시작하였다. 부화 후 22일째 전장 10.99 mm의 치어는 척추골이 12+16=28개로 골화가 완성되었다. 골격은 부화 후 3일째 전기자어기에 최초로 골화가 시작되어, 부화 후 22~24일째 전장 10~12 mm인 치어기에 완료되었다.

사 사

이 연구에서 쏘가리 어미 채포를 허가해 준 강원도청 관계자들, 어미 채포와 축양에 도움을 준 오광수님과 치어 사육과 자료 정리에 도움을 준 한국해양연구원 바다목장센터의 조선형님, 최희정님, 김민석님, 노봉호님과 부경대학교 어류학실험실원 일동에게 감사드립니다.

인 용 문 헌

- Cheng, Q. and B. Zheng. 1987. Systematic synopsis of Chinese fishes. Science Press Beijing, pp. 284~286.
- Kawamura, K. and K. Hosoya. 1991. A modified double staining technique for making a transparent fish-skeletal specimen. Bull. Natl. Res. Inst., Aquaculture, 20 : 11~18.
- Kohno, H., Y. Taki, Y. Ogasawara, Y. Shiroja, M. Taketomi and M. Inoue. 1983. Development of swimming and feeding functions in larval *Pagrus major*. Japan J. Ichthyol., 30(1) : 47~60.
- Matsuoka, M. 1987. Development of the skeletal tissues and skeletal muscles in the sea bream. Bull. Seikai. Reg. Fish. Res. Lab. 65 : 1~114.
- Mook, D. 1977. Larval and osteological development of the sheephead, *Archosargus probatocephalus*. Copeia (1) : 126~133.
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the world (3rd ed). John Wiley

- and Sons, New York, pp. 600.
- Takakazu, O. 1976. Early life history of the Gonostomatid fish, *Pollichthys mauii*, in the ocean region off southern Japan. *Jap. J. Ichthyol.*, 23(1) : 43~54.
- 김익수 · 강언중. 1993. 흰색한국어류도감. 아카데미서적, 서울, pp. 477.
- 나정연 · 백윤걸. 1977. 쏘가리 양식에 관한 연구 I. 인공 부화에 대하여. 수산청 청평양어장 연구보고, 2 : 81~89.
- 나정연 · 백윤걸. 1978. 쏘가리 양식에 관한 연구 II. 인공 사육에 대하여. 수산청 청평양어장 연구보고, 3 : 18~28.
- 명정구 · 정 철 · 한명수 · 김병기 · 김형배 · 최희정 · 김민석. 1999. 쏘가리 *Siniperca scherzeri* 자어기에 있어 초기 기아가 체형, 생존율 및 공식에 미치는 영향. *한수지*, 32(5) : 669-673.
- 명정구 · 김용억. 1984. 주둥치, *Leiognathis nuchalis* (Temminck at Schlegel)의 자치어기의 형태. 부산수산대학 연구보고, 24(1) : 1-22.
- 박준택. 2001. 한국산 꺾지과(농어목) 어류의 계통분류학적 연구. 여수대학교 대학원 박사학위논문, pp. 124.
- 이완옥 · 이종윤 · 손송정 · 최낙중. 1997. 소양호산 쏘가리 *Siniperca scherzeri* (Pisces, Centropomidae)의 산란생태와 초기생활사. *한국어류학회지*, 9(1) : 99~107.
- 이철호 · 장계남 · 이생동 · 최낙중. 1992. 쏘가리 *Siniperca scherzeri*의 양성에 관한 연구. 수진원연구보고, 46 : 183~193.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울, pp. 727.
- 渡部泰輔 · 服部茂昌. 1971. 魚類の發育段階の形態的區分とそれらの生態的特徴, さかな, 7 : 54-59.
- 田中 克. 1969. 仔魚の消化管の構造と機能に關する研究-II. 攝餌開始時の仔魚の消化管の特徴. *魚雜*, 16(2) : 41~49.
- 田中 克. 1971. 仔魚の消化管の構造と機能に關する研究-III. 後期仔魚の消化管の發達. *魚雜*, 18(4) : 164-174.
- 沖山宗雄. 1979a. 稚魚分類學入門①稚魚の正義と形分け. *海洋と生物* 1, 1(1) : 54-59.
- 沖山宗雄. 1979b. 稚魚分類學入門②幼期形態の續みかた. *海洋と生物* 2, 1(2) : 53-59.

Received : April 10, 2001

Accetped : June 20, 2001