

줄복 (*Takifugu pardalis*) 자치어의 골격발달

한경호* · 조재권¹ · 이성훈 · 황선영 · 윤성민 · 서원일 · 김춘철

여수대학교 수산생명과학부, ¹국립수산과학원 남해수산연구소

Osteological Development of the Larvae and Juveniles of *Takifugu pardalis* (Teleostei: Tetraodontidae)

Kyeong-Ho Han*, Jae-Kwon Cho¹, Sung-Han Lee, Seon-Yeong Hwang, Seung-Min Yoon, Won-Il Seo and Chun-Chel Kim

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

¹South Sea Fisheries Research Institute of NFRDI, Yeosu 556-820, Korea

Fertilized eggs of *Takifugu pardalis* (Temminck et Schlegel) were collected on the coast of Jook-do in Tongyeong, Korea, from March 1997 to June 1999, and hatched and reared in the laboratory to investigate osteological development of the larve and juveniles. The newly hatched larvae attained a mean of 3.13 ± 0.05 mm in total length (TL). Ossification first began in the parasphenoid, premaxillary and dentary. At 5 days after hatching, the postlarvae attained a mean of 3.82 ± 0.03 mm in TL, and their sphenotic, prefrontal, preopercle, opercle, maxillary, and articular were ossified. At 15 days, the postlarvae attained a mean of 7.84 ± 0.06 mm in TL, their nasal and posttemporal bones were ossified and the hyoid arch completed ossification. Ossification of all bones was completed in the juveniles (mean = 10.21 ± 0.06 mm in TL) at 21 days.

Key words : *Takifugu pardalis*, osteological development, larvae, juvenile

서 론

줄복, *Takifugu pardalis* (Temminck et Schlegel)은 복어목 (Tetraodontiformes), 참복아목 (Tetraodontoidei), 참복과 (Tetraodontidae)에 속하는 어류로서 우리나라 남서동부의 전 연해, 일본 홋카이도, 오키나와 및 중국 상하이 등지에 분포한다 (정, 1977; 한, 1995; 한과 김, 1998a, b).

줄복은 외부 형태적으로 체색이 등쪽은 황갈색 바탕에 눈보다 큰 검은 갈색의 둥근 반점들이 많이 산재해 있고, 배부분은 흰색으로 몸에 나타나는 바탕색은 참복

속의 다른 종과 달리 반점의 색에 비하여 더 어두운 색이며, 피부극 대신 유두상 돌기가 있어서 쉽게 구분할 수 있다 (한, 1995; 한과 김, 1998d; 김 등, 2001).

우리나라에서 복어류에 대한 연구는 자주복 (*Takifugu rubripes*)의 난발생과 자치어의 성장 (이와 김, 1969), 자주복 자치어의 내부 골격 발달과 성장 (박과 김, 1991), 황복 (*Takifugu obscurus*)의 난발생과 자치어 발달 (장 등, 1996), 복섬 (*Takifugu niphobles*)의 산란습성 및 초기생활사 (오 등, 2000), 줄복의 산란습성 및 초기생활사 (한 등, 2001), 줄복 자치어의 소화기관 형태발달 (한과 조, 2003) 등이 있다.

경골어류의 초기발육단계 중 형태변화는 유영 능력과 섭이기능이 발달하는 후기자치어에서 치어기로 전환하

*Corresponding author: aqua05@yosu.ac.kr

면서 가장 크게 일어난다(渡部와 服部, 1971; 冲山, 1979a, b; Kohno *et al.*, 1983). 또 그 시기의 골격 발달은 그들의 생활 방식에 따라 골화 정도와 순서에 변화를 초래하여 종마다 다양한 양상을 나타내기 때문에 자치어의 정상적인 골격 골화과정의 관찰이 필요하다 하겠다(Mook, 1977).

본 연구는 우리나라 남해 연안에 분포하는 줄복의 발육단계에 따른 자치어의 골격 발달 과정을 관찰한 결과를 토대로 북어목 어류의 분류에 대한 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

조사표본을 얻기 위해 수정난으로부터 부화된 자어를 치어기까지 사육하였다. 수정난은 1999년 3월에서 6월까지 경상남도 통영시 죽도 연안(Fig. 1)에서 줄복 어미들이 자연 산란한 것으로 수정난을 채집하여 여수대학교 자원생물실험실로 옮겨 관리하였다. 이들 난에서 부화된 자어는 치어기까지 사육수는 $18.4 \sim 23.7^{\circ}\text{C}$ (평균 21.2°C), 염분 $31.5 \sim 32.5\%$ 을 유지하면서 사육하였다. 사육용수는 여과해수를 매일 오전과 오후에 1/2씩 환수하였고, 자치어 사육 중 먹이는 rotifer (*Brachionus plicatilis*), *Artemia* sp.의 유생 및 양어용 배합사료를 순차

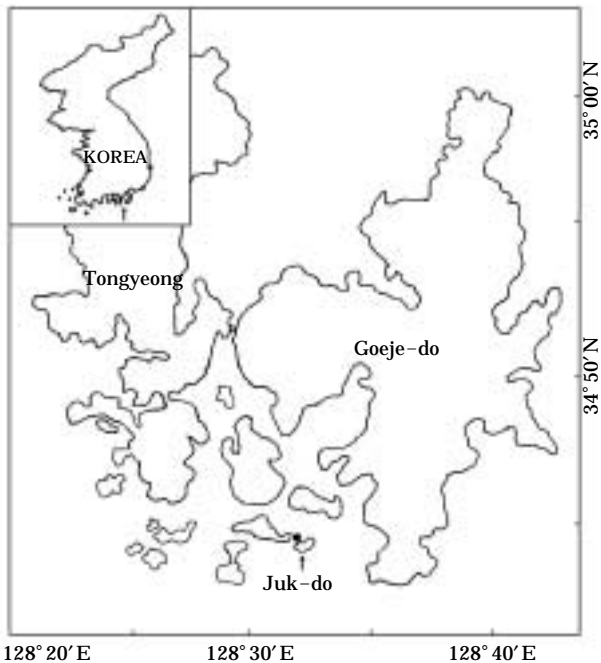


Fig. 1. Map showing the sampling area of *Takifugu pardalis* (Temminck et Schlegel) at coastal waters off Juk-do.

적으로 공급하였다.

자치어의 골격 발달과정 관찰을 위한 표본은 부화 직후 자어부터 부화 후 21일째 치어까지를 매일 10마리씩 5% 중성 포르말린액에 고정한 후, Kawamura and Hosoya (1991)의 염색법에 의해 이중 염색하여 관찰하였다. 염색된 자치어의 골격은 만능투영기와 입체해부현미경을 이용하여 두개골, 악골, 내장골, 견대골, 척추골 및 미골을 중심으로 관찰하였으며, 골격의 각 부위 명칭은 한(1995)에 따랐고, 각 부위는 0.01 mm까지 측정하였다.

결 과

줄복 자치어의 발육단계에 따른 골격발달은 두개골(cranium), 악골(maxillary bone), 내장골(visceral skeleton), 척추골(vertebrae), 견대골(shoulder girdle bone) 및 미골(caudal skeleton)로 구분하여 관찰하였고, 그 결과는 다음과 같았다.

1. 두개골 및 내장골

머리부분의 골격은 두개골과 내장골로 이루어져 있으며, 발육단계에 따른 골격 발달과정은 다음과 같았다(Fig. 2; Table 1).

부화 후 1일째 자어는 전장이 3.13 ± 0.05 mm로, 두개부는 부설골(parasphenoid)과 턱을 지지하는 악골은 먹이 섭취와 관련하여 윗턱에 전상악골(premaxillary)이 골화되었고, 아래턱에서는 치골(dentary)이 가장 먼저 골화가 시작되었다(Fig. 2, A).

부화 후 3일째 자어는 전장이 3.25 ± 0.03 mm로 두개골에 기저후두골(basioccipital), 외후두골(exoccipital), 액골(frontal) 및 익설골(alisphenoid)이 골화되었고, 내장골의 구개부에 처음으로 설악골(hyomandibular)이 골화되었으며, 설궁부에 각설골(ceratohyal) 및 상설골(epihyal) 등 2개의 새조골(branchiostegal ray)이 골화되었다(Fig. 2, B).

부화 후 5일째 자어의 전장은 3.82 ± 0.03 mm로 두개부에 설이골(sphenotic) 및 전액골(prefrontal)이 골화되었고, 새개부의 전새개골(preopercle), 주새개골(opercle) 그리고 4개의 새조골이 골화되었으며, 악골의 주상악골(maxillary)과 관절골(articular)이 골화되었다(Fig. 2, C).

부화 후 7일째 자어는 전장이 4.36 ± 0.02 mm로 두개골에 익이골(pterotic)이 골화되었고, 내장골의 새개부에 하새개골(subopercle)과 간새개골(interopercle)이 골화되어 호흡과 관련된 새개부의 골격이 완성되었으며, 악

골 부분에 각골 (angular)이 골화하여 먹이 섭취와 관련 하는 주둥이의 골격이 완성되었다. 설궁부에 하설골 (hypohyal) 및 6개의 새조골이 골화하였고, 구개부에는 구개골 (palatine)과 외익상골 (ectopterygoid)이 골화되기 시작하였다 (Fig. 2, D).

부화 후 15일째 자어는 전장이 7.84 ± 0.06 mm로 두 개부에 후이골 (opisthotic)이 골화되었고, 내장골의 설궁부에 간설골 (interhyal)과 인설골 (glossohyal)이 골화되어 설궁부의 골격이 완성되었다 (Fig. 2, E).

부화 후 21일째 개체의 전장은 10.21 ± 0.06 mm로 두

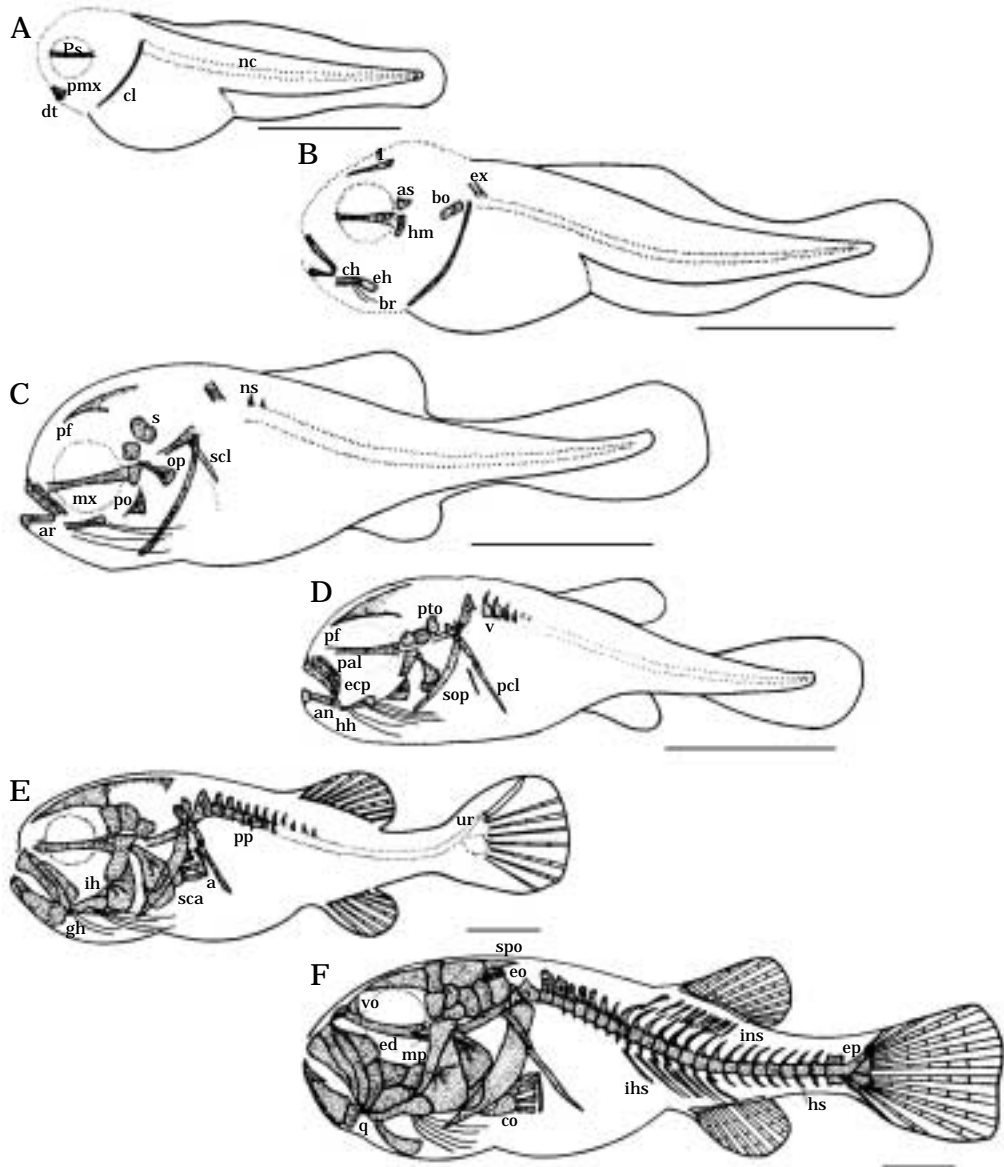


Fig. 2. Developments of the skeleton during the larval development of *Takifugu pardalis*. A, One days after hatching, 3.13 mm in total length (TL); B, Three days after hatching, 3.25 mm in TL; C, Five days after hatching, 3.82 mm in TL; D, Seven days after hatching, 4.36 mm in TL; E, 15 days after hatching, 7.84 mm in TL; F, 21 days after hatching, 10.21 mm in TL. a, actinost; an, angular; ar, articular; as, alisphenoid; bo, basioccipital; br, branchiostegals; ch, ceratohyal; cl, clavicle; co, coracoid; dt, dentary; ecp, ectopterygoid; ed, endopterygoid; eh, epihyal; eo, epiotic; ep, epural bone; ex, exoccipital; f, frontal; gh, glossohyal; hh, hypohyal; hm, hyomandibular; hs, hemal spine; ih, interhyal; ihs, interhemal spine; ins, interneural spine; mp, metapterygoid; mx, maxillary; nc, notocord; ns, neural spine; op, opercle; pal, palatin; pcl, postclavicle; pf, prefrontal; pmx, premaxillary; po, preopercle; pp, parapophysis; ps, parasphenoid; pto, pterotic; q, quadrate; s, sphenotic; sca, scapular; scl, supraclavicle sop, subopercle; spo, supraoccipital; ur, urostyl; v, vertebrae; vo, vomer. Scale bar indicates 1.0 mm.

Table 1. The developmental process of cranium in *Takifugu pardalis*

Days of hatching		1	3	5	7	15	21	
Total length (mm)		3.13	3.25	3.82	4.36	7.84	10.21	
Cranium	Parasphenoid	■						
	Basioccipital	■						
	Exoccipital	■						
	Supraoccipital	■						
	Opisthotic	■						
	Epiotic	■						
	Alisphenoid	■						
	Sphenotic	■						
	Pterotic	■						
	Vomer	■						
	Fronta	■						
	Prefrontal	■						
	Nasal	■						
Visceral skeleton	Upper jaw bone	Maxillary	■					
		Premaxillary	■					
	Lower jaw bone	Dentary	■					
		Articular	■					
		Angular	■					
	Hyoid arch	Ceratohyal	■					
		Epihya	■					
		Hypohyal	■					
		Branchiostegal ray	■					
		Glossohyal	■					
		Interhyal	■					
	Palate	Palatine	■					
		Metapterygoid	■					
		Ectopterygoid	■					
		Endopterygoid	■					
		Hyomandibular	■					
		Symplectic	■					
		Quadrate	■					
Opercular	Opercle	■						
	Subopercle	■						
	Preopercle	■						
	Interopercle	■						

개골에 상이골(epiopic)과 상후두골(supraoccipital)이 골화되어 어체의 뇌와 감각기관을 보호하는 두개부가 완성되었고, 내장골의 구개부에 내익상골(endopterygoid), 방골(quadrate) 및 후익상골(metapterygoid)이 골화되어 모든 골격이 완성되었으며, 제1 새조골(1st branchiostegal ray)의 폭이 넓어 졌다(Fig. 2, F).

2. 척추골 및 미골

어류의 척추골은 몸의 중축을 이루는 골격으로 척수(spinal cord)와 혈관(blood vessel)을 보호한다. 졸복 자치어의 척추골은 두개골이나 내장골 보다 늦게 골화가 시작되었고, 척추골은 복추골 앞쪽의 신경극의 골화가

먼저 시작되었으나, 신경극과 혈관극이 동시에 골화가 완성되었다(Fig. 3; Tables 2, 3).

부화 후 5일째 자어의 평균 전장은 3.82 ± 0.03 mm로 척추골의 척추는 척색의 상태에서 앞쪽에서부터 추체보다 먼저 2개의 신경극(neural spine)이 처음으로 골화되었다(Fig. 3, C).

부화 후 7일째 자어는 평균 전장이 4.36 ± 0.02 mm로 척추골의 앞쪽 4개의 복추골(abdominal vertebrae)이 골화가 시작되었고, 골화된 신경극은 6개로 증가되었다(Fig. 3, D).

부화 후 15일째 자어는 평균 전장이 7.84 ± 0.06 mm로 골화된 복추골은 7개로 증가되었고, 신경극이 11개로

Table 2. The development process of vertebrae, caudal skeleton and shoulder girdle bone in *Takifugu pardalis*

Days of hatching		1	3	5	7	15	21
Total length (mm)		3.13	3.25	3.82	4.36	7.84	10.21
Vertebrae	Neural spine						
	Parapophysis						
	Hemal spine						
	Abdominal vertebra						
	Caudal vertebra						
Caudal skeleton	Epural bone						
	Urostyle						
	Hypural						
	Parhypural						
Shoulder girdle bone	Actinost						
	Clavicle						
	Coracoid						
	Post-clavicle						
	Post-temporal						
	Supraclavicle						
	Scapula						

Table 3. Developments of pterygiophore and vertebrae in the larvae and juveniles of *Takifugu pardalis*

Days after hatching		1	3	5	7	15	21
Total length (mm)		3.13	3.25	3.82	4.36	7.84	10.21
Vertebrae	Abdominal	0	0	0	4~5	7	8
	Caudal	0	0	0	0	0	14
	Neural spine	0	0	0	2	10	22
Pterygiophores	Hemal spine	0	0	0	0	0	14
	Interhemal spine	0	0	0	0	0	8
	Interneural spine	0	0	0	0	0	11

증가되었으며, 복추골 아래쪽에서는 4개의 측돌기 (parapophysis)와 미골부에 미부봉상골(urostyle bone)이 골화되었다 (Fig. 3, E).

부화 후 21일째 개체의 평균 전장은 10.21 ± 0.06 mm로 척추골에 11개 (8*1112321)의 신경간극 (interneural spine)과 8개 (8*1111211)의 혈관간극 (interhemal spine)이 골화되었고, 복추골에 8개, 미추골에 14개의 추체가 골화되었으며, 미골부에는 상미축골 (epural bone), 하미축골 (hypural bone) 및 준하미축골 (parhypural)이 골화하여 미골이 완성되어, 모든 척추골이 완성되었다 (Fig. 3, F).

3. 견대골

부화 후 1일째 자어는 평균 전장이 3.13 ± 0.05 mm로 견대부에 쇄골 (clavicle)이 가장 먼저 골화되었다 (Fig. 4, A).

부화 후 5일째 자어의 평균 전장은 3.82 ± 0.03 mm로 상쇄골 (supraclavicle)이 골화되었다 (Fig. 4, C).

부화 후 7일째 자어는 평균 전장이 4.36 ± 0.02 mm로 후쇄골 (postclavicle)이 골화되었다 (Fig. 4, D).

부화 후 15일째 자어는 평균 전장이 7.84 ± 0.06 mm로 4개의 사출골 (actinost bone)과 견갑골 (scapula)이 골화되었으며, 견대부를 두개골과 연결하여 주는 후측두골 (posttemporal)이 골화되어 기저후두골 (basioccipital)에 관절되어 있었다 (Fig. 4, E).

부화 후 21일째 개체의 평균 전장은 10.21 ± 0.06 mm로 오황골 (coracoid)이 골화되어 견대부의 모든 골격이 완성되었다 (Fig. 4, F).

고찰

줄복의 골격은 부화 1일 후인 전장 2.38 mm에서 골화가 시작되어 부화 후 21일째인 평균 전장 10.21 mm에서 완성이 되었으나, 자주복 (박과 김, 1991)의 경우 부화 12일째인 전장 4.50 mm에서 골화가 시작되었고, 부

화 후 44일째인 17.50 mm에 이르러 대부분의 골격이 완성되어 같은 속 어류인 자주복 보다 빨리 골격이 완성되었다.

다른 경골어류와 비교하였을 때 졸복은 미끈날망둑, *Chaenogobius laevis* (김과 한, 1989b), 큰가시고기, *Gasterosteus aculeatus* (한과 김, 1989), 주둥치, *Leiognathus nuchalis* (명과 김, 1984), 넙치, *Paralichthys olivaceus* (한과 김, 1998c) 등과 같이 소화관의 기본적인 구조가 확립된 후, 본격적인 형태분화가 일어났고 (한과 조, 2003), 섭이와 관련되어 골격발달도 마찬가지로 유영에 관련된 척추골과 미골 부분의 발달보다 섭이에 관련된 악골과 호흡에 관련된 아가미 뚜껑 부분의 골격이 가장 먼저 골화가 이루어진 것이 주목할 만한 특징이었다.

졸복은 부화 후 5일째 전장 3.07 mm의 후기자어에서 척추가 척색의 상태에서 추체 보다 먼저 복추골의 앞쪽에서부터 신경극의 골화가 시작되었고, 이 후 척추골은 복추골에서 미추골쪽으로 골화가 진행되었으며, 미부의 추체가 거의 골화된 후에 미부봉상골이 골화하였는데 이러한 골화순서는 흰베도라치, *Pholis fangi* (유와 김, 1985)와 덕대, *Pampus echinogaster* (김과 한, 1989a), 자주복 (박과 김, 1991) 및 복섬 (오 등, 2000)과 유사하였다. 이에 반하여 은어, *Plecoglossus altivelis* (Takashima, 1976)와 주둥치 (명과 김, 1984)는 신경극, 혈관극이 추체 보다 늦게 골화되어 중간에 차이가 있었다. 졸복 치어의 척추골은 8+14=22개로 성어의 8+13~15=21~23개 (한과 김, 1998b)와 일치하였고, 치어의 담기골식은 8*1112321로 성어와 일치하였다.

지느러미를 지지하는 담기골은 잉어, *Cyprinus carpio* (Itazawa, 1963)와 참돔, *Pagrus major* (Kohna et al., 1983), 가물치, *Chamna argus* (Itazawa, 1963)에서와 마찬가지로 척추골과 지느러미 줄기 보다 늦게 골화되며, 척추골과 지느러미 줄기가 거의 완성된 후에 완전히 골화가 이루어졌는데, 이것은 지느러미 줄기의 발달과 더불어 어류가 유영하는데 추진력을 증가시키는 역할을 하는 것으로 생각된다.

졸복은 부화 후 5일째 전장 3.07 mm에서부터 새개부의 골화가 시작되었는데 주새개골과 전새개골이 동시에 골화가 진행되었고, 이 후 하새개골, 간새개골 순으로 골화되어 자주복 (박과 김, 1991), 복섬 (한 등, 2003)과 비교하였을 때 골화 과정은 일치하였다.

적 요

1997년 3월부터 1999년 6월까지 경상남도 통영 죽도

연안에서 채집된 친어로 부터 인공수정 하여 부화된 자치어를 사육하면서 관찰한 자치어의 골격발달과정은 다음과 같았다.

부화 후 1일째의 평균 전장은 3.13±0.05 mm로 두개골에 부설골, 섭이와 관련하는 악골에 전상악골과 치골이 가장 먼저 골화가 시작되었다. 부화 후 5일째 자어의 평균 전장은 3.82±0.03 mm로 두개부에 설이골 (sphenotic) 및 전액골 (prefrontal)이 골화되었고, 새개부에 전새개골 (preopercle), 주새개골 (opercle)이 골화되었으며, 악골에 주상악골 (maxillary), 관절골 (articular)이 골화되었다. 부화 후 15일째 개체의 평균 전장은 7.84±0.06 mm로 두개골에 비골이 골화되었고, 내장골의 실궁부 골격이 완성되었으며, 견대부에 두개골과 연결하는 후측두골이 골화되었다. 부화 후 21일째 치어는 평균 전장이 10.21±0.06 mm로 두개골에 상이골, 상후두골, 익상골 및 방골이 골화되어 두개골과 내장골이 완성되었고, 척추가 정수에 달하고, 미골이 완성되었으며, 오뿔골이 골화되어 견대부의 골화가 완성되었다.

인 용 문 헌

- Itazawa, Y. 1963. The ossification sequences of the vertebral column in the Carp and Snake-head fish. Bull. Jap. Soc. Sci Fish. 29(7) : 667~674.
- Kawamura, K. and K. Hosoya, 1991. A modified double staining technique for making a transparent fish-skeletal specimen. Bull. Nat'l. Res. Inst., Aquaculture, 20 : 11~18.
- Kohna, H., Y. Taki, Y. Ogasawara, Y. Shirojo, M. Taketomi and M. Inoue. 1983. Development of swimming and feeding function in larval *Pagrus major*. Japan J. Ichthyol. 30(1) : 47~60.
- Mook, D. 1977. Larvae and osteological development of sheep-head. *Archosgus probatocephalus*. Copeia, 1 : 126~133.
- Takashima, F. 1976. Artmailes un hatchery reared ayu, *Plecoglossus altivelis* II. Malformation of the skeleton in the larvae. J. Tokyo Univ. Fish, 62(2) : 99~112. (in Japanese)
- 김용억 · 한경호. 1989a. 한국 근해 병어류의 자원생물학적 연구 1. 병어류의 형태에 관한 연구. 한국수산학회지, 25(5) : 241~265.
- 김용억 · 한경호. 1989b. 해산동물의 초기생활사에 관한 연구. 1. 미끈날망둑, *Chaenogobius laevis*의 난발생과 자치어. 한국수산학회지, 22(5) : 317~331.
- 김용억 · 명정구 · 김영섭 · 한경호 · 강충배 · 김진구. 2001. 한국해산어류도감. 도서출판 한글, 382 pp.

- 명정구 · 김용억. 1984. 주둥치, *Leiognathus nuchalis*의 자치어기의 형태, 부산수대 연구보고, 24(1) : 1~22.
- 박애전 · 김용억. 1991. 자주복, *Takifugu rubripes* 자치어의 내부골격발달과 성장. 한국어류학회지, 3(2) : 120~129.
- 오성현 · 한경호 · 김용민 · 정현호 · 신상수 · 김용억. 2000. 복섬 (*Takifugu niphobles*)의 산란습성 및 초기생활사. 한국어류학회지, 12(4) : 236~243.
- 유재명 · 김용억. 1985. 흰베도라치 치자어기의 형태 및 골격에 관한 연구. 부산수대 연구보고, 25(2) : 29~48.
- 이병돈 · 김용억. 1969. 한국산 주요 해산어류의 증묘생산에 관한 연구, 1. 자주복의 난 발생과 자어의 성장에 대하여. 부수대입해연보, 2 : 1~11.
- 장선일 · 강희웅 · 한형균. 1996. 황복의 난발생과 자치어 발달. 한국양식학회지, 9(1) : 11~18.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울. 727 pp.
- 한경호. 1995. 참복과(복어목) 어류의 형태, 골격 및 계통분류학적 연구. 부산수대 박사학위논문, 205 pp.
- 한경호 · 김용억. 1989. 큰가시고기, *Gasterosteus aculeatus*의 산란행동, 난발생 및 자치어기의 형태. 부산수대연보, 29(1~2) : 11~36.
- 한경호 · 김용억. 1998a. 참복과(복어목) 어류 속의 외부형태적 특징. 한국수산학회지, 31(3) : 309~316.
- 한경호 · 김용억. 1998b. 참복과(복어목) 어류 속별 척추골과 담기골 특징. 한국수산학회지, 31(5) : 645~653.
- 한경호 · 김용억. 1998c. 넙치 (*Paralichthys olivaceus*)의 초기생활사, 2. 자치어의 골격발달. 여수대학교 논문집, 13(2) : 1047~1056.
- 한경호 · 김용억. 1998d. 한국산 참복속(참복과) 어류의 분류학적 연구. 여수대학교 논문집, 12(2) : 563~589.
- 한경호 · 오성현 · 서원일. 2003. 복섬 (*Takifugu niphobles*) 자치어의 골격발달. 한국어류학회지, 15(3) : 193~199.
- 한경호 · 조재권 · 이성훈 · 황동식 · 유동재. 2001. 줄복, *Takifugu pardalis* (Temminck et Schlegel)의 산란습성 및 초기생활사. 한국어류학회지, 13(3) : 181~189.
- 한경호 · 조재권. 2003. 줄복 (*Takifugu pardalis*) 자치어의 소화기관 형태발달. 여수대학교 기초과학연구소 논문집, 5 : 119~125.
- 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.
- 沖山宗雄. 1979a. 稚魚分類學入門 1. 稚魚の延議と型分け. 海洋と生物, 1(1) : 54~59.
- 沖山宗雄. 1979b. 稚魚分類學入門 2. 幼期形態の讀みかた. 海洋と生物, 1(2) : 53~59.

Received: December 5, 2004

Accepted: February 25, 2005