

한국산 붉은썸뱅이 *Sebasticus tertius* (Barsukov et Chen) 仔稚魚의 골격발달

한경호 · 임상구* · 김광수* · 김철원* · 유동재

여수대학교 수산생명과학부 *국립수산진흥원 완도수산종묘시험장

Osteological Development of the Larvae and Juveniles of *Sebasticus tertius* (Barsukov et Chen) in Korea

Kyeong-Ho Han, Sang-Ku Lim*, Kwang-Su Kim*,
Chul-Won Kim* and Dong-Jae Yoo

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

*Wando Marine Hatchery, National Fisheries Research and Development Institute,
Wando 537-800, Korea

The skeletal development of the larvae and juvenile of red marbled rockfish, *Sebasticus tertius* (Barsukov et Chen) was studied based on individuals that were discharged and reared in the laboratory from April to May 1997. In 8 days after bearing, the postlarvae attained 4.42 mm in total length (TL), and its parasphenoid, premaxillary, maxillary, and clavicle were ossified for the first time at this stage. In 15 days after bearing, the postlarvae attained 5.23 mm in TL, and its pterotic, basioccipital, exoccipital, opercle, and preopercle were ossified, with one spine on the each cranium and preopercle. In 27 days after bearing, the postlarvae attained 8.81 mm in TL, its vertebra were posteriorly ossified to the 15th centrum, and five spines were formed on the preopercle. In 39 days after bearing, the juveniles attained 14.21 mm in TL, and the all bones were almost completed at this stage.

Key words : *Sebasticus tertius* (Barsukov et Chen), larvae and juveniles, osteological development

서 론

붉은썸뱅이 (*Sebasticus tertius*)는 썸뱅이목 (Scorpaeniform), 양볼락과 (Scorpaenidae), 썸뱅이屬 (*Sebasticus*)에 속하는 난태생 어류로 외부형태는 썸뱅이, *Sebasticus mamoratus*와 비슷하며, 1978년 Barsukov와 Chen에 의해 新種으로 보고되었다. 우리나라에서는 1993년에 김과 이가 미기록種으로 보고하였으며, 우리나라의 황해와 동중국해, 남중국해 및 일본의 남부 연안에 分布하고 있

다 (Masuda *et al.*, 1984; 西海區水産研究所, 1995; 한국 동물분류학회, 1997).

붉은썸뱅이에 대한 研究는 초기생활사 (김 등, 1999), 형태 및 골격 (한 등, 1999)이 있고, 같은 屬 어류인 썸뱅이, *Sebasticus mamoratus*의 경우 초기생활사 (김 등, 1997a, b)에 관한 연구가 있다. 우리나라에서 같은 양볼락과에 속한 어종들에 대한 연구는 조피볼락, *Sebastes schlegeli* (김과 한, 1991)과 볼락, *Sebastes inermis*의 初期生活史 (김과 한, 1993; 김 등, 1993), 볼락, *Sebastes thompsoni*과 개볼락, *Sebastes pachycephalus pachyce-*

*phalus*의 形態 및 仔魚의 形態發達(한 등, 1996)이 있고, 외국의 경우 황집볼락, *Sebastes oblongus*의 卵發生과 仔魚期(Fujita, 1958), 볼락 精巢의 季節의 循環(Mizue, 1958), 年令, 成長 및 成熟(Mio, 1960), 交尾習性(Shinomiya and Ezaki, 1991)에 대한 연구와 흰꼬리볼락, *Sebastes longispinis*의 生活史(Takai and Fukunaga, 1971), 개볼락의 初期生活史(Shiokawa and Tsukahara, 1961; Shiokawa, 1962) 등이 있다.

양볼락과 어류는 자치어 단계에서 형태적으로 유사종이 많은 분류군으로 분류, 동정이 매우 어려운 실정이다. 이 연구는 분류학적 연구의 일환으로 붉은솜뱅이 자치어의 골격발달 과정을 관찰하였기에 보고한다.

재료 및 방법

이 실험에 사용된 재료는 1997년 1월부터 전라남도 완도군 연안에서 연승어업에 의해 어획된 붉은솜뱅이 23개체를 육상수조(4.0×2.0×0.8 m)에서 사육하던 중, 4월 27일부터 5월 9일까지 친어(암컷 5마리, 전장 27.5~41.0 cm)들이 자연산출한 자어를 사육하였다. 사육용수는 매일 1/2씩 환수하였고, 산출한 자어는 원형의 FRP수조(3 ton)에서 사육하였으며, 사육기간동안의 수온범위는 16.0~19.5°C, 비중범위는 1.023~1.025였다.

사육기간동안 먹이공급은 산출 후 1일부터 *Chlorella* sp. (3~6×10⁶ cells/ml), rotifer (*Brachionus plicatilis*, 10~15개체/ml) 및 *Artemia* sp. 유생을 차례로 급이하였으며, 주수는 산출 후 7일부터 분당 5 l로 하였고, 사육수조는 차광을 하여 약간 어둡게 해주었다.

자치어의 골격 관찰을 위해 자치어를 산출 직후부터 5% 중성포르말린에 고정시킨 후 Kawamura and Hosoya (1991)의 이중염색에 의하여 내부골격을 염색한 후 입체해부현미경과 만능투영기를 사용하여 관찰, 스케치하였고, 골격의 각 부위 명칭은 Kendall (1991) 및 Okiyama (1993)에 따랐으며, 각 부위는 0.01 mm까지 측정하였다.

결 과

산출 직후의 자어는 전장이 3.79~3.97 mm (평균 3.88 mm, n=5)로 골화가 시작되지 않았으며, 산출 후 6일의 자어는 전장이 4.21~4.48 mm로 (평균 4.32 mm, n=5)로 전혀 골화되지 않았다.

산출 후 8일의 후기자어는 전장이 4.23~4.60 mm (평균 4.42 mm, n=5)로 가장 먼저 肩帶部(shoulder girdle)에 막대기 모양의 鎖骨(clavicle)과 섭이 활동을 위한 顎

骨(jaw bones) 부분의 위턱에 前上顎骨(premaxillary), 主上顎骨(maxillary), 아래턱에 齒骨(dentary)이 骨化하기 시작하였으며, 頭蓋部(cranium)의 배측면에 가늘고 긴 막대기 모양의 副楔骨(parasphenoid)이 骨化되었다(Fig. 1, A).

산출 후 11일의 후기자어는 전장이 4.38~5.02 mm (평균 4.64 mm, n=5)로 頭蓋部의 등측면에 額骨(frontal), 頂骨(parietal), 上後頭骨(supraoccipital)이 骨化하기 시작하였고, 아래턱 齒骨의 뒷쪽에 關節骨(articular)이 骨化하기 시작하였으며, 口蓋部(palate)의 舌顎骨(hyomandibular)이 최초로 骨化하기 시작하였다. 舌弓部(hyoid arch)에 角舌骨(ceratohyal)과 上舌骨(epih-

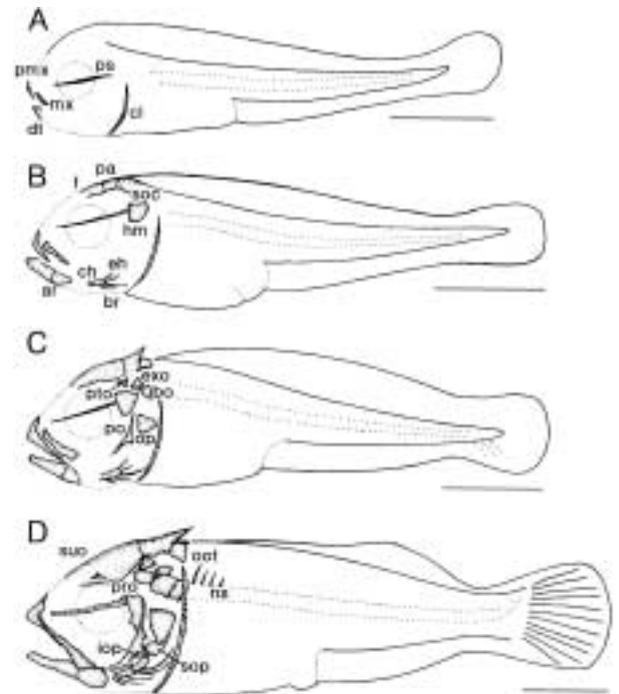


Fig. 1. Skeletal ossification of *Sebasticus tertius* (Barsukov et Chen).

A: Postlarva, 8 days after bearing, 4.42 mm in total length (TL); B: Postlarva, 11 days after bearing, 4.64 mm in TL; C: Postlarva, 15 days after bearing, 5.23 mm in TL; D: Postlarva, 21 days after bearing, 6.54 mm in TL.

ar: articular; bo: basioccipital; br: branchiostegal ray; ch: ceratohyal; cl: clavicle; dt: dentary; eh: epihyal; exo: exoccipital; f: frontal; hm: hyomandibular; iop: interopercle; mx: maxillary; ns: neural spine; oot: opisthotic; op: opercle; pa: parietal; pmx: premaxillary; po: preopercle; pro: prootic; ps: parasphenoid; soc: supraoccipital; sop: subopercle; suo: supraoccipital spine; pto: pterotic. Scale bars = 1.00 mm.

고찰

양볼락과 어류는 어린 시기에 중간 형태적 유사성으로 분류에 있어 어려움이 따르므로 頭部棘의 형태 및 頭蓋骨의 骨化 과정, 자어의 크기 및 색소포의 형성 등이 중요한 분류 형질로 이용되며, 특히 특징적인 頭部棘의 形成이 어린 시기의 형질로 매우 중요하여, 이들의 정확한 동정을 위해서는 棘의 유무를 정확히 관찰하는 것이 필요하다(Okiyama, 1988).

붉은쏨뱅이는 평균 전장이 5.23 mm일 때 頭頂部에 1쌍의 棘과 전새개골에 1개의 棘이 형성되었는데, 쏨뱅이(김 등, 1997a, b)는 평균 전장이 4.43 mm일 때 頭頂部에 1쌍의 棘과 전새개골에 1개의 棘이, 볼락(김 등, 1993)은 평균 전장이 7.50 mm일 때, 조피볼락(김과 한, 1991)은 평균 전장이 5.83 mm일 때 頭頂部에 1쌍의 棘이, 전새개골에 2개의 棘이 형성되어 각 種間의 차이를 나타내었다.

산출 직후 붉은쏨뱅이의 자어는 전혀 骨化가 이루어지지 않았으나, 산출 후 8일, 평균 전장이 4.42 mm에 달

Table 1. The developmental process of visceral skeleton and cranium of *Sebasticus tertius*(Barsukov et Chen)

Characteristic		Total length (mm)						
		5.00	7.00	9.00	11.00	13.00	15.00	
Visceral skeleton	Orbital region	Preorbital						
		Suborbital						
	Upper jaw	Premaxillary						
		Maxillary						
	Lower jaw	Dentary						
		Articular						
		Angular						
	Hyoid arch	Interhyal						
		Urohyal						
		Ceratohyal						
		Epihyal						
		Hypohyal						
	Palate	Branchinostegal						
		Hyomandibular						
Endopterygoid								
Palatine								
Ectopterygoid								
Metapterygoid								
Quadrat								
Opercular	Symplectic							
	Opercle							
	Subopercle							
	Preopercle							
Cranium	Interopercle							
	Parasphenoid							
	Exoccipital							
	Supraoccipital							
	Basioccipital							
	Frontal							
	Parietal							
	Vomer							
	Nasal							
	Opisthotic							
	Epiotic							
	Sphenotic							
	Pterotic							
	Prootic							
Ethmoid								
Lateral ethmoid								

Table 2. The developmental process of fin skeleton and vertebrae of *Sebasticus tertius* (Barsukov et Chen)

Characteristic		Total length (mm)	5.00	7.00	9.00	11.00	13.00	15.00	
Fin skeleton	Shoulder girdle	Clavicle	■	■	■	■	■	■	
		Supraclavicle		■	■	■	■	■	
		Postclavicle			■	■	■	■	
		Coracoid			■	■	■	■	
		Actinost				■	■	■	
		Scapula					■	■	
Vertebrae	Pelvic girdle	Pelvic girdle bone		■	■	■	■	■	
		Vertebrae	Vertebrae		■	■	■	■	■
			Parapophysis		■	■	■	■	■
			Hypural bone 1, 2			■	■	■	■
			Hypural bone 3, 4, 5				■	■	■
			Free interneural spine					■	■
			Urostyle					■	■
			Pleural					■	■
			Epipleural						■

하면 顎骨, 鎖骨, 副楔骨이 최초로 骨化하여 산출 후 39일, 평균전장이 14.21 mm일 때 모든 골격이 완성되었다. 쏨뱅이(김 등, 1997a, b)는 산출 후 5일, 평균 전장이 3.35 mm일 때 최초로 骨化가 시작되어 산출 후 39일, 평균 전장이 14.36 mm일 때 대부분의 骨化가 완성되었고, 조피볼락(김과 한, 1991)은 산출 후 6~7일, 평균 전장이 7.0 mm일 때 처음으로 骨化가 시작되어 산출 후 30~31일, 13.4~16.7 mm의 개체에서 骨化가 완성되었다. 이 것으로 보아 붉은쏨뱅이의 骨化 속도는 같은 屬 어류인 쏨뱅이와 비슷하고, 볼락屬 어류인 조피볼락 보다는 다소 느렸다.

붉은쏨뱅이는 顎骨의 前上顎骨, 主上顎骨, 齒骨과 肩帶部의 鎖骨, 頭蓋部의 副楔骨이 최초로 骨化하였는데 (Table 1), 이는 쏨뱅이(김 등, 1997a, b)와 동일하고, 조피볼락(김과 한, 1991)과 볼락(김 등, 1993)은 새개부의 전새개골과 주새개골의 骨化가 함께 일어나 다소 차이를 보였다. 하지만 이들 種 모두 턱을 구성하는 顎骨이 비교적 빠른 속도로 骨化하는데, 이것은 섭이와 영양 등 생존을 위한 적응으로 보인다(김 등, 1993).

붉은쏨뱅이의 새개부 骨化는 주새개골과 전새개골이 동시에 骨化되기 시작하여 하새개골과 간새개골이 骨化되었는데 (Table 2), 이는 쏨뱅이(김 등, 1997a, b), 조피볼락(김과 한, 1991), 볼락(김 등, 1993)과 유사하였다.

붉은쏨뱅이의 脊椎骨의 骨化 (Table 2)는 쏨뱅이(김 등, 1997a, b), 조피볼락(김과 한, 1991), 볼락(김 등, 1993)과 동일하게 脊椎骨의 앞쪽에서 뒤쪽으로 骨化가 진행되었고, 尾椎骨의 骨化가 완료 되기전에 尾部棒狀骨의 骨化가 시작되었지만, 조피볼락(김과 한, 1991)은 尾部의 椎體가 거의 骨化된 후에 尾部棒狀骨이 骨化

하여 붉은쏨뱅이와 차이를 나타내었다.

Mook (1997)에 의하면, 어류의 椎體는 그들의 생활 방식에 의해 骨化가 통제되며, 이러한 생활방식의 차이는 骨化되는 정도와 순서에 변화를 초래하여 자치어의 골격발달에 다양한 변화를 줄 수 있다고 지적하였는데, 자치어의 골격 연구는 자치어기의 種 동정 뿐 아니라, 성어의 골격 이해 및 계통의 추정에도 도움을 주므로 붉은쏨뱅이 뿐만 아니라 양볼락屬 어류들에 대한 체계적인 연구가 계속되어야 하겠다.

적 요

1997년 1월부터 전라남도 완도군 연안에서 연승어업에 의해 어획된 붉은쏨뱅이를 육상수조에서 사육하던 중, 4월과 5월에 자연산출한 자치어를 사육하면서 관찰한 자치어의 골격발달과정은 다음과 같다.

산출 후 8일의 후기자어는 전장이 4.23~4.60 mm (평균 4.42 mm, n = 5)로 가장 먼저 肩帶部 (shoulder girdle)에 鎖骨 (clavicle)과 顎骨 (jaw bones) 부분의 위턱에 前上顎骨 (premaxillary), 主上顎骨 (maxillary), 아래턱에 齒骨 (dentary)이 骨化하기 시작하였으며, 頭蓋部 (cranium)의 배측면에 가늘고 긴 막대기 모양의 副楔骨 (parasphenoid)이 骨化되었다

산출 후 15일의 후기자어는 전장이 4.81~5.51 mm (평균 5.23 mm, n = 5)로 頭蓋部에 翼耳骨 (pterotic), 基底後頭骨 (basioccipital), 外後頭骨 (exoccipital)이 骨化하기 시작하였고, 頭頂部에 1개의 棘이 형성되었으며, 새개부 (opercular)에 주새개골 (opercle)과 1개의 棘을 가진 전새개골 (preopercle)이 최초로 骨化하기 시작하였

- 다.
- 산출 후 27일의 후기자어는 전장이 7.94~9.85 mm (평균 8.81 mm, n=5)로 전새개골에 5개의 棘이 형성되었고, 脊椎骨은 머리쪽에서 꼬리쪽으로 骨化하여 15개의 椎體 (centrum)가 骨化되었다.
- 산출 후 39일의 치어는 전장이 14.14~14.27 mm (평균 14.21 mm, n=5)로 모든 골격이 완성되었다.
- ### 인 용 문 헌
- Barsukov, V.V. and L.C. Chen. 1978. Review of the subgenus *Sebastiscus* (*Sebastes*, Scorpaenidae) with a description of a new species. J. Ichthyol., 18(2) : 179~193.
- Fujita, S. 1958. On the egg development and larval stages of a viviparous Scorpanidae fish, *Sebastes oblongus* Günther. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 24 : 475~479.
- 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.
- Kendall, W. 1991. Systematics and identification of larvae and juveniles of the genus *Sebastes*. Env. Biol. Fish., 30 : 173~190.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino. 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai University Press, pp. 437.
- Mio, S. 1960. Studies on population biology of coastal fishes in Kyushu. I. Biology of *Sebastes inermis* Cuvier et Valenciennes. Rec. Oceanogr. Works Japan. 5(2) : 419~436.
- Mizue, K. 1958. Studies on a Scorpaenous fish *Sebastiscus marmoratus* Cuvier et Valenciennes - II. The seasonal cycle of mature testis and the spermatogenesis. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 6 : 27~38.
- Mook, D. 1977. Larval and osteological development of sheephead, *Archosagus probatocephalus* (Pisces: Sparidae). Copeia, 1 : 126~133.
- Okiyama, M. 1988. An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan. Tokai Univ. Press. pp. 1154.
- Shinomiya, A. and O. Ezaki. 1991. Mating habits of the rockfish, *Sebastes inermis*. Environment. Biol. Fish., 30 : 9~13.
- Shiokawa, T. and H. Tsukahara. 1961. Studies on habits of coastal fishes in the Amakusa Islands. Part I. Early life history of the purple rockfish, *Sebastes pachycephalus pachycephalus*. Rec. Oceanogr. Works Japan, 5 : 123~127.
- Shiokawa, T. 1962. Studies on habits of coastal fishes in the Amakusa Islands. Part II. Early life history of the purple rockfish, *Sebastes pachycephalus pachycephalus*. Rec. Oceanogr. Works Japan, 6 : 103~111.
- Takai, T. and T. Fukunaga. 1971. The life history of a ovoviviparous scorpaenoid fish, *Sebastes longisponis* (Matsubara). I. Eggs and larval stages. Bull. Simonoseki Univ. Fish., 20 : 25~29.
- 김광수 · 임상구 · 한경호 · 오성현 · 노병율. 1999. 붉은썸뱅이, *Sebastiscus tertius* (Barsukov et Chen)의 초기생활사 1. 난의 형태 및 산출 자치어의 성장에 따른 형태발달. 한국양식학회지, 12(1) : 15~23.
- 김용익 · 한경호. 1991. 조피볼락, *Sebastes schlegeli*의 초기생활사. 한국어류학회지, 3 : 67~83.
- 김익수 · 이완욱. 1993. 한국산 양볼락과 어류의 분류 및 4미 기록종. 한국동물학회지, 36 : 452~475.
- 김용익 · 한경호. 1993. 볼락, *Sebastes inermis*의 초기생활사에 관한 연구 1. 인위적 방법에 의한 수조내에서의 난발생과정과 부화자어의 형태. 한국수산학회지, 26 : 458~464.
- 김용익 · 한경호 · 변순규. 1993. 볼락, *Sebastes inermis*의 초기생활사에 관한 연구 2. 산출 자치어의 외부형태 및 골격발달. 한국수산학회지, 26 : 465~476.
- 김용익 · 한경호 · 강충배 · 김진구 · 변순규. 1997a. 썸뱅이, *Sebastiscus marmoratus* 1. 인위적인 방법에 의한 수조내에서의 난발생과정과 자어의 형태. 한국어류학회지, 9(2) : 175~185.
- 김용익 · 한경호 · 강충배 · 김진구 · 변순규. 1997b. 썸뱅이, *Sebastiscus marmoratus* 2. 산출 자치어의 외부형태 및 골격 발달. 한국어류학회지, 9(2) : 186~194.
- 한경호 · 김용익 · 김충만. 1996. 볼볼락, *Sebastes thompsoni* 과 개볼락, *Sebastes pachycephalus pachycephalus*의 난 형태 및 자어의 형태발달. 한어지, 8(2) : 1~10.
- 한경호 · 유동재 · 변순규. 1999. 한국산 붉은썸뱅이 (*Sebastiscus tertius*)의 형태 및 골격. 여수대학교논문집, 14(2) : 537~545.
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집 (곤충제외). 도서출판 아카데미서적, 서울, pp. 243~281.
- 西海區水産研究所. 1995. 東シナ海・黃海魚名圖鑑. 海外漁業協力財團, 日本 東京, pp. 288.