

참복科 (복어目) 어류의 屬別 脊椎骨과 擔鰭骨 특징

韓景鎬 · 金容億*

麗水大學校 養殖學科, *釜慶大學校 海洋生物學科

Generic Characters of Vertebrae and Pterygiophore of the Fishes of the Family Tetraodontidae (Teleostei: Tetraodontiformes)

Kyeong-Ho HAN and Yong Uk KIM*

Department of Aquaculture, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

*Department of Marine Biology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

Twenty seven species of pufferfishes (family Tetraodontidae) have been examined to find their generic characters based on vertebrae and pterygiophore characters of specimens collected in 20 localities along the coast of Korea from March, 1991 to March, 1994. It was divided by 3 groups based on vertebrae number as follow : the genera *Lagocephalus*, *Pleurancanthus*, *Spheoides*, *Arothron*, *Chelonodon* and *Canthigaster* have 17~19 vertebrae, genera *Ephippion*, *Boesemanichthys* and *Feroxodon* have 20 vertebrae, and genus *Takifugu* have 19~25 vertebrae. The number of vertebrae ranged from 17 to 25 with the maximum of 25 in *Takifugu obscurus*. The modal number of vertebrae in *Lagocephalus* is 17 (*L. lunaris*), 18 (*L. inermis*), and 19 (*L. gloveri*, *L. wheeleri*, *L. javigatus*), with the lower number more specialized. Paired neural spines appear at number of the 1st~5th vertebrae in *Takifugu pardalis*, *Takifugu obscurus* and at number of the 1st~4th vertebrae in the other species and genera. All of the species of *Lagocephalus* and *Pleurancanthus* have dorsal and ventral pterygiophores processes, and flat-shaped epural, while none of the abdominal vertebrae processes complete haemal arches. The neural and haemal spines of the last few caudal vertebrae are shorter in *Pleurancanthus* than in the other genera, associated with the depressed caudal peduncle. The genus *Canthigaster* is distinguished the first pterygiophores of the dorsal and ventral fins is always much larger than the others genera. Based on the haemal arches and spines of the abdominal vertebrae, genus *Canthigaster* has different characters from the other genera of the family Tetraodontidae.

Key words: family tetraodontidae, vertebrae, pterygiophore

緒 論

참복科 (Tetraodontidae)는 복어目 (Tetraodontiformes), 참복亞目 (Tetraodontoidei)에 속하며, 頭蓋骨은 서로 융합되었고, 배지느러미가 없어 腰帶骨이 없는 등골격의 구조가 특이하게 분화된 분류군이다. 경골어류에서 일반적으로 볼 수 있는 鼻骨, 眼骨, 肋骨 및 上肋骨은 퇴화되어 없으며, 꼬리 부분의 골격은 융합되어 단순한 구조를 하고 있다.

참복科 어류에 관한 연구는 3屬에 대한 頭蓋骨의 형태학적 특징 비교 (Kuronuma, 1943), 일본 연안 복어類의 외부형태와 내부골격 (Abe, 1948, 1949a, 1949b, 1950, 1952, 1954, 1960)에 관한 연구와 우리나라에서는 3屬 11種의 골격비교 (Kim and Kim, 1985), 자주복 자치어의 골격 발달 (Park and Kim, 1991) 및 屬의 외부 형태적 특징 (Han and Kim, 1998)에 대한 연구 등이 있다.

지금까지는 골격 가운데 頭蓋骨이 屬과 種을 분류하는 형질로 이용되어 왔으나 (Kuronuma, 1943; Tyler, 1980),

본 연구에서는 참복科 어류 10屬 27種에 대하여 脊椎骨과 擔鰭骨의 형질을 상세하게 분석하여 그 특징을 밝히고자 한다.

材料 및 方法

실험에 사용한 재료는 1991年 3월부터 1994年 3월까지 연승 및 기선저인망으로 어획되어 우리나라 20개 지점의 항구 (Han and Kim, 1998: Fig. 1)에 양육된 것을 어시장에서 직접 구입하거나, 낚시로 채집하였으며, 채집지, 개체수 및 체장은 Han and Kim (1998)의 Table 1에 나타낸 바와 같다.

채집한 재료는 신선할때 분류 동정한 후 즉시 삶아서 채골하여 脊椎骨과 擔鰭骨을 屬, 種別로 비교하여 관찰, 스케치하였다.

또한 골간융합부는 Alizarin red-S로 염색하여 관찰하였고, 골격의 명칭은 Kim (1989)을 참고하였다.

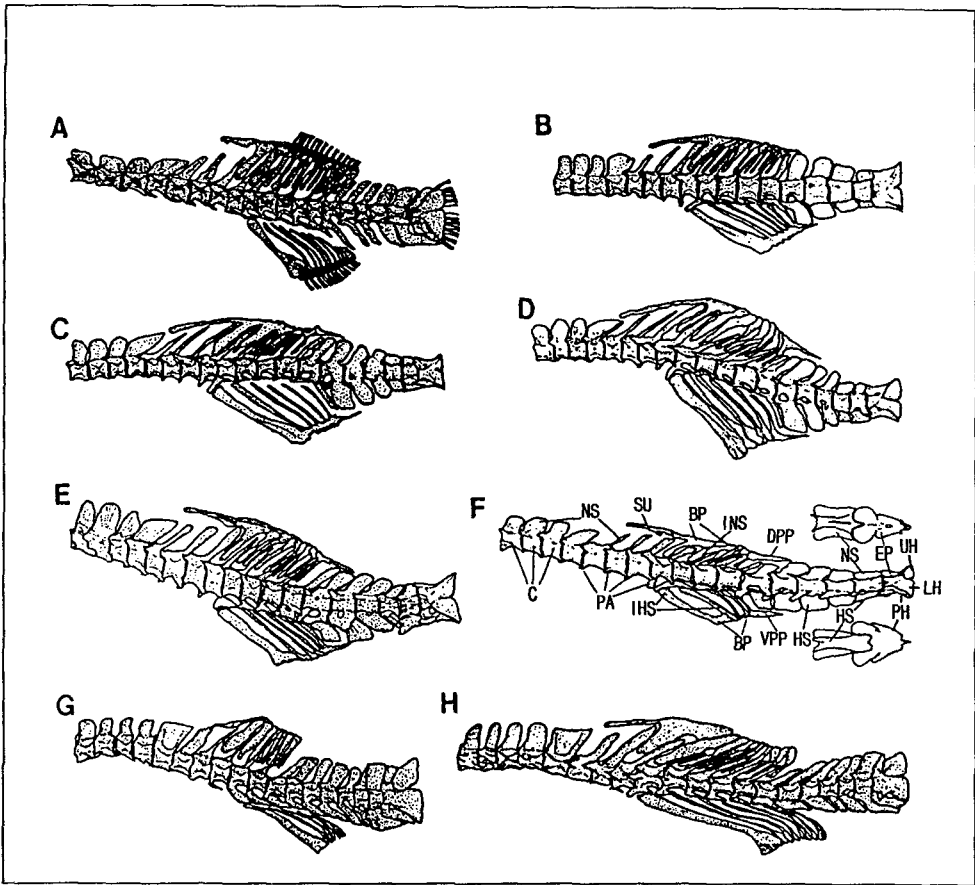


Fig. 1. Vertebrae of tetraodontid species.

A: *Takifugu bimaculatus*; B: *Lagocephalus lunaris*; C: *Lagocephalus gloveri*; D: *Lagocephalus wheeleri*; E: *Lagocephalus inermis*; F: *Pleuranacanthus sceleatus*; G: *Arothron stellatus*; H: *Boesemanichthys firmamentum*. BP: basal pterygiophore; C: centrum; DPP: dorsal pterygiophores processes; EP: epural; IHS: interhaemal spine; INS: interneural spine; LH: lower hypural; NS: neural spine; PA: parapophysis; PH: parhypural; SU: supraneural; UH: upper hypural; VPP: ventral pterygiophores processes.

結果 및 考察

1. 脊椎骨 (vertebrae)

참복과 어류의 脊椎骨은 頭蓋骨의 基底後頭骨에 關連되는 제1 椎骨부터 몸통부분 뒷 끝까지의 腹椎骨 (abdominal vertebrae)과 몸통 부분의 뒷 끝에서 꼬리지느러미를 지지하고 있는 골격까지의 尾椎骨 (caudal vertebrae)로 나눌수 있는데 골격이 있는 椎體가 있으며, 일반 경골어류에는 복부에 내장을 감싸 보호하는 肋骨이 있지만, 肋骨이 없는 점이 특징이다 (Figs. 1, 2).

脊椎骨數는 분류형질로 매우 중요하며, 경골어류의 경우는 진화 과정에서 몸의 단축과 측면화가 일어난다. 참복과의 脊椎骨數는 17~25개의 범위로 참복屬 (*Taki-*

fugu)에 속하는 어류는 19~25개로 참복과에 속하는 어류 가운데 비교적 많은 편에 속하였다.

참복屬의 황복 (*Takifugu obscurus*)이 24~25개로 복어류 중 脊椎骨의 수가 가장 많았고, 두점박이복 (*T. bimaculatus*)이 19~20개로 참복屬 어류 중 가장 적었다 (Table 1).

밀복屬 (*Lagocephalus*)에 속하는 어류의 경우 밀복 (*L. lunaris*)이 17개로 가장 적고, 민밀복 (*L. inermis*)은 18개, 흑밀복 (*L. gloveri*), 은밀복 (*L. wheeleri*) 및 은민밀복 (*L. laevigatus*)은 19개이며, 은띠복屬 (*Pleuranacanthus*)의 은띠복 (*P. sceleatus*)이 17개였다 (Table 2).

불복복 (*Spheoides pachygaster*), 꺼끌복 (*Arothron stellatus*), 첼로복 (*Chelonodon patoca*) 및 청복

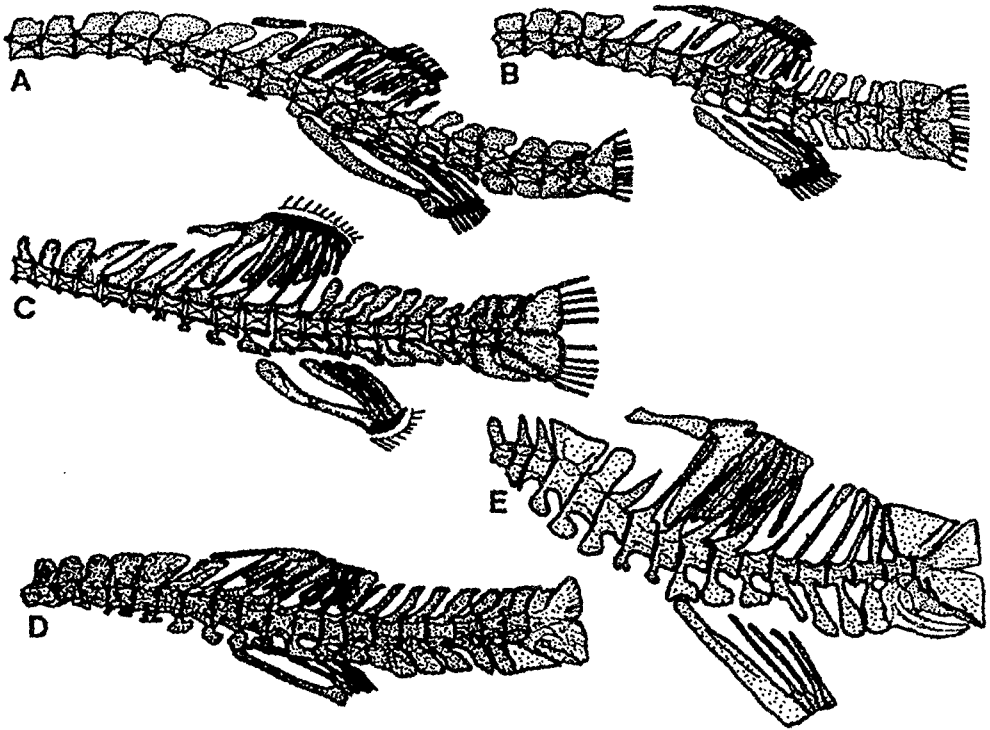


Fig. 2. Vertebrae of tetraodontid species.

A: *Spheoides pachygaster*, B: *Chelonodon patoca*, C: *Feroxodon multistriatus*, D: *Ehippion guttifer*, E: *Canthigaster rivulata*.

(*Canthigaster rivulata*)은 17~19개이며, 별복 (*Boesmanichthys firmamentum*), 수지복 (*Ehippion guttifer*) 및 줄무늬복 (*Feroxodon multistriatus*)은 20개이다 (Table 2).

1) 腹椎骨 (abdominal vertebrae)

제1 腹椎骨 (first vertebrae)은 頭蓋骨의 基底後頭骨에 關節되어 있으며, 神經弓門의 윗쪽이 개방되어 神經棘은 두개로 되어 있고, 짧으며 옆에서 보면 半圓形이다.

제1 腹椎骨의 頭蓋骨과의 연결은 椎體의 앞끝을 따라 基底後頭骨의 둥근 끝과 纖維狀組織에 의해 연결된다. 동쪽에서 보면, 上後頭骨이 짧은 편인 별복屬과 꺼끌복屬의 경우는 제1 椎體에 도달되지 않고, 청복屬을 비롯한 나머지 屬들은 모두 上後頭骨이 제1 椎體의 중간 이후에 도달되어 있는데, Lee (1993)는 청복屬 어류의 上後頭骨이 제1 椎體에 도달되지 않는다 하여 본 연구와 차이가 있었다.

腹椎骨의 數는 참복屬의 줄복 (*T. pardalis*)은 10개, 황복 및 대치복屬 (*Feroxodon*)의 줄무늬복은 9개이고 (Fig. 2, C), 참복목 나머지 屬 및 種들에서 腹椎骨數는 8개이다.

제1 腹椎骨에서 제5 腹椎骨까지의 神經棘이 쌍으로 되어 있는 種은 참복屬의 줄복과 황복이며, 나머지 다른 種 및 屬에서는 제4 椎骨까지만 쌍으로 되어 있다. 그 다음 腹椎骨 앞쪽의 神經棘은 두 갈래로 되어 있으나, 뒤쪽은 하나로 유합되어 있으며, 그 다음 椎骨부터는 腹椎骨과 尾椎骨 모두 한개의 神經棘을 가진다.

청복屬 (*Canthigaster*)의 경우 腹椎骨에 血管棘과 血管弓이 있으나 (Fig. 2, E), 다른 屬 어류에 없는 점에서 차이를 보였다.

마지막 腹椎骨 바로 앞의 神經棘은 제1 神經間棘과 이것의 뒷쪽 가장자리를 따라 纖維狀組織에 의해 연결되고, 마지막 腹椎骨의 神經棘은 제1, 2번째 神經間棘 사이에서 연결된다.

2) 尾椎骨 (caudal vertebrae)

참복목 魚類의 尾椎骨數는 9~15개로, 밀복屬의 밀복, 은머복屬의 은머복 및 청복屬에서 9개로 적은 편이고, 참복屬의 경우가 11~15개로 많은 편이다. 불복복, 밀복을 제외한 밀복屬 어류, 꺼끌복 및 첼로복은 10~11개로 비슷한 수를 나타내고, 별복, 수지복 및 줄무늬복의 경우는 12개였다.

Table 1. Character distribution in the vertebrae and pterygiophores of *Takifugu* species. (DPF: dorsal pterygiophores formula; NDP: number of dorsal pterygiophores; NAP: number of anal pterygiophores)

Species	number of vertebrae	DPF	NDP	NAP
<i>Takifugu rubripes</i>	21~22	7*11222323 7*11222322	16 15	10 11
<i>Takifugu chinensis</i>	21~22	7*11221232 7*111221232	14 15	10 10
<i>Takifugu porphyreus</i>	22~23	7*1122233 7*1122232	14 13	9 9
<i>Takifugu xanthopterus</i>	21~22	7*1122333 7*1122331	15 13	11 11
<i>Takifugu niphobles</i>	21	7*112232	11	8
<i>Takifugu snyderi</i>	22~23	7*1122231	12	8
<i>Takifugu vermicularis</i>	22	7*112333 7*112323	13 12	8 8
<i>Takifugu pardalis</i>	22~24	8*1112321 9*1112231	11 11	7~8 8
<i>Takifugu stictonotus</i>	22~23	7*11222321 7*11213223	14 15	10~11 11
<i>Takifugu poecilonotus</i>	20~21	7*112233 7*1122331	12 11	7~8 8
<i>Takifugu alboplumbeus</i>	21	7*1122231	12	7
<i>Takifugu flavidus</i>	20~21	7*11222222 7*11222231	14 14	10 10
<i>Takifugu obscurus</i>	24~25	8*112222241 8*112222232 8*112223231 8*11222233	17 17 17 16	12~13 13~14 13~14 14
<i>Takifugu bimaculatus</i>	19~20	7*1122221 7*1122231	11 12	8~9 9

Table 2. Character distribution in the vertebrae and pterygiophores of tetraodontid species. (DPF: dorsal pterygiophores formula; NDP: number of dorsal pterygiophores; NAP: number of anal pterygiophores)

Species	number of vertebrae	DPF	NDP	NAP
<i>Lagocephalus lunaris</i>	17	7*12231	9	6
<i>Lagocephalus gloveri</i>	19	7*12222	9	6
<i>Lagocephalus wheeleri</i>	19	7*12231	8~9	6
<i>Lagocephalus inermis</i>	18	7*12231 7*12222	9	6
<i>Lagocephalus laevigatus</i>	19	7*12222	9	6
<i>Pleuranacanthus sceleatus</i>	17	7*1121	5	5
<i>Sphooides pachygaster</i>	18	7*12231	9	6
<i>Boesemanichthys firmametum</i>	20	7*1122221	11	9
<i>Arothron stellatus</i>	18	7*1232 7*1223	8	5
<i>Chelonodon patoca</i>	19	7*11223 6*111223	9~10	6
<i>Ehippion guttifer</i>	20	7*11223 7*1223	8~9	6
<i>Feroxodon multistriatus</i>	20	7*12332	11	6
<i>Canthigaster rivulata</i>	17~18	7*1241 7*1331	8	5

尾椎骨에는 神經棘과 血管棘이 있는데, 위치와 形態에서 屬과 種에 따라 다르게 나타났다. 神經棘과 血管棘이 청복屬의 경우는 긴 막대기 모양이고, 밀복屬 및 불룩복屬의 경우는 圓形으로 옆에서 보면 椎體를 완전하게 포함한 모양을 하며, 나머지 屬들은 그 중간적인 特徵을 보였다.

배쪽 擔鰭骨과 연결된 尾椎骨의 血管棘은 배쪽 擔鰭骨 등부분의 끝과 纖維狀組織에 의해 연결되도록 변형되었다. 血管棘의 앞쪽 돌출부는 뒷쪽의 돌출부보다 매우 짧으나, 제1 尾椎骨의 경우는 예외로, 앞쪽 돌출부가 매우 확장되어 있어, 확장된 제1 血管間棘의 앞쪽 끝과 배쪽 표면을 따라 연결되어 앞으로 확장되어 있다.

밀복屬 어류는 마지막 尾椎骨의 血管棘이 椎體와 떨어져 있고, 뒤로 突起가 없고, 準下尾軸骨 (parhypural)의 앞부분에서 멈추고 있어 나머지 屬들과는 차이를 보였으며 (Fig. 1, B~F), 은띠복의 경우는 폭이 더욱 넓게 확장되어 있다 (Fig. 1, F).

모든 屬 어류에서 血管棘 突起는 準下尾軸骨 아래 뒤쪽까지 확장되고, 準下尾軸骨보다는 크다. 尾椎骨의 神經

棘은 神經間棘과 軟骨로 연결되어 있으며, 긴 막대기 모양으로, 등쪽 擔鰭骨에 의해 지지된다. 제2 尾椎骨 다음부터의 神經棘은 밀복屬과 불룩복屬의 경우는 현저하게 축소되어 있지만, 나머지 屬들은 비슷하거나 확대되어 진다.

밀복屬의 경우는 제6~9번째 尾椎骨의 血管棘이 부풀어 올라 스펀지 모양으로 확대된 突起物 (hemal spine swollen)을 가진다. 이것은 다른 屬들의 경우 尾椎骨에 神經棘과 血管棘이 정상적으로 얹고 굳은 판인 것과 비교되는 形質이었다.

특히, 은띠복屬의 은띠복은 꼬리자루 부분이 날씬하고 측면되어 있어서, 尾椎骨 뒷부분의 神經棘과 血管棘이 다른 屬 어류와 비교해 짧고 넓은 판 모양으로 되어 있는 점에서 구별된다 (Fig. 2, F; Fig. 3, B).

2. 尾骨部 (caudal skeleton region)

脊椎骨의 마지막 椎骨은 下尾軸骨 (hypurals)과 유합되어 있고, 위쪽으로 上尾軸骨 (epural)과 뒤쪽 아래에는 변형된 準下尾軸骨 (parhypural)이 있다 (Fig. 3).

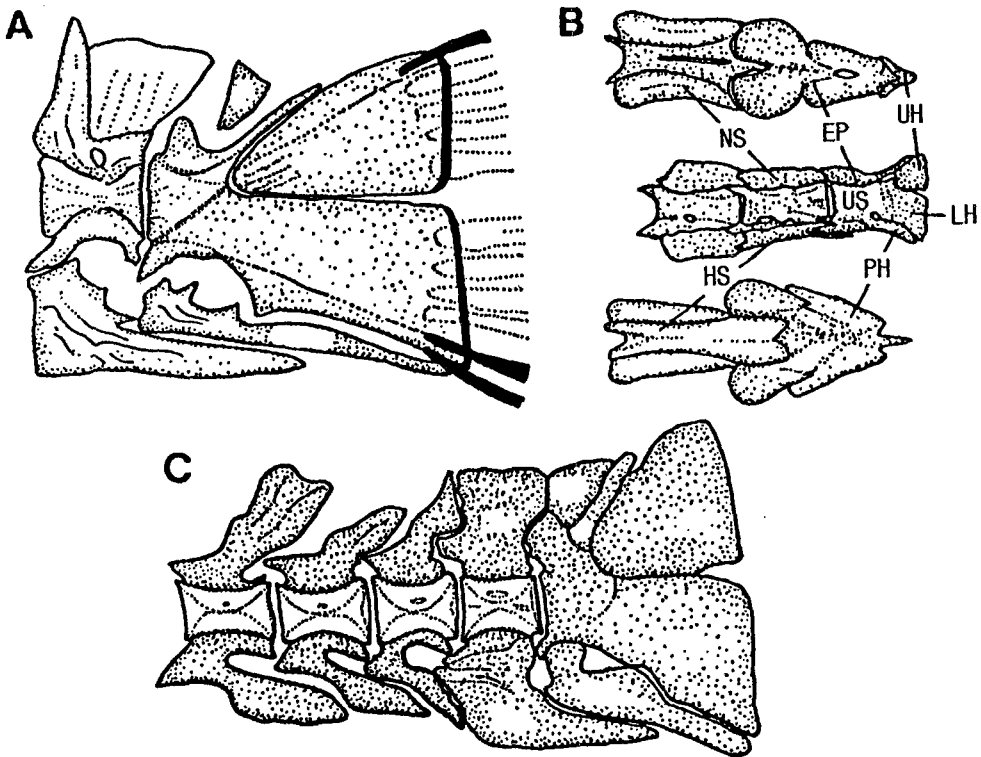


Fig. 3. Caudal bones of tetraodontid species.

A: *Takifugu niphobles*; B: *Pleuranacanthus sceleatus*; C: *Feroxodon multistriatus*; EP: epural; HS: haemal spine; LH: lower hypural; NS: neural spine; PH: parhypural; UH: upper hypural; US: urostyle bone.

꼬리지느러미를 지지하는 꼬리부분 골격은 서로 굳게 융합되어 있는 구조로, 옆에서 보면 하나의 골격을 이루고 있는 것 처럼 보이지만, 4개의 분리된 뼈들로 구성되어 있다. 꼬리부분 골격의 아래부분은 準下尾軸骨로 이루어져 있으며, 準下尾軸骨의 앞쪽은 尾部棒狀骨(urostyle bone)에 융합되거나, 떨어져 있고, 위쪽은 下部下尾軸骨(lower hypural)에 서로 강하게 연결되지만, 연결된 가운데는 凹部 모양의 구멍을 이루고 있다.

참복屬은 尾神經骨이 없으며, 上尾軸骨은 1개로 폭이 넓고, 準下尾軸骨은 尾部棒狀骨과 관절한다. 準下尾軸骨의 기부에는 下尾軸骨側突起가 없으며, 下尾軸骨은 2개로, 각 2개씩 융합하여 1개로 이루어져 있다. 참복屬의 복섬(*Takifugu niphobles*)은 尾部棒狀骨 앞 椎骨의 神經棘은 폭이 넓어 편평하며, 기부는 椎骨에 융합하고, 血管棘은 크고 길어 椎骨에 관절되어 있다 (Fig. 3, A).

청복은 참복屬과 비슷하여, 尾神經骨이 없고, 上尾軸骨은 1개로 길며, 準下尾軸骨은 尾部棒狀骨에 관절되어 있다 (Fig. 2, E). 準下尾軸骨의 기부에는 下尾骨 측돌기는 없으며, 下尾軸骨은 2개로 각 2개씩 융합되어 있고, 下尾軸骨의 기부는 尾部棒狀骨에 관절융합되어 있다. 尾部棒狀骨 앞 椎骨의 神經棘은 폭이 넓고 크며, 기부는 椎骨에 융합하고, 血管棘은 폭이 넓고 길어 椎骨에 관절되어 있다. 準下尾軸骨의 앞쪽에서 血管棘이 옆으로 확장되어 있다.

밀복屬과 불복屬은 上尾軸骨의 모양이 準下尾軸骨과 비슷하여 넓이가 높이보다 3배이상 크지만, 밀복과 은띠복屬의 은띠복은 위에서 보면 넓은 판모양을 하고 있어 다른 種 및 屬들과 구별된다 (Fig. 3, B).

청복, 벌복, 꺼갈복, 첼로복 및 줄무늬복 (Fig. 3, C)에서는 반대로 높이가 넓이의 2배 이상이지만, 참복屬에서는 넓이와 높이가 비슷하거나 높더라도 2배 이상을 초과하지 않는다. 上尾軸骨은 배쪽에서 椎體와 강하게 결합되었으며, 上部下尾軸骨(upper hypural)과 뒤쪽에서 결합되는데 사이에 凹部가 있다. 上尾軸骨의 앞끝에 神經棘이 옆으로 확장되었으며, 특히 은띠복에서 넓다. 下部下尾軸骨은 꼬리 부분 골격가운데 가장 크고, 앞쪽으로는 마지막 脊椎骨의 椎體 즉, 尾部棒狀骨과 융합되어 있다. 일반적으로 참복科 어류는 윗부분과 下部下尾軸骨이 있는데, 下部下尾軸骨의 앞부분은 上尾軸骨과 등쪽으로 결합하고, 위쪽에 있는 上部下尾軸骨과는 등부분 뒤쪽에서, 準下尾軸骨과는 배쪽에서 결합된다.

下部下尾軸骨은 후복부에서 확장되어 있고, 등쪽으로는 上部下尾軸骨, 배쪽은 準下尾軸骨과 결합에 의해 연결된다. 下部下尾軸骨은 아래에 6개의 꼬리지느러미 줄

기를 지지하는데 準下尾軸骨은 제일 아래의 分枝되지 않은 줄기를 지지한다. 융합된 上部下尾軸骨은 꼬리부분 골격의 등쪽 뒷부분에 있으며, 원시 복어目 어류에서는 3~5개의 尾軸骨로 되어 있어 참복科 어류들이 복어目的 일반 進化方向인 構成要素들의 융합과 축소가 어우러져 더욱 진화된 特徵을 보이는 점에서 Gosline (1961)과 Tyler (1970)의 결과와 일치하였다.

上部下尾軸骨은 上尾軸骨과 뒷부분 끝에서, 그리고 尾部棒狀骨 및 下部下尾軸骨과는 강하게 결합되어 있어, 윗쪽의 꼬리지느러미 줄기 5개와 연결되어 있다.

3. 擔鰭骨(ptyerygiophores)

(1) 神經間棘(interneurals processes)

등지느러미 줄기는 기부에서 강하게 결합된 基底擔鰭骨(basal pterygiophore)에 의해 연결되어 있으며, 이 基底擔鰭骨에 神經間棘이 지지되어 앞으로 갈수록 커지고, 뒤쪽으로 갈수록 작아진다.

神經間棘의 위, 아래의 끝은 軟骨로 싸여있으며, 밀복屬과 은띠복의 경우는 제1 神經間棘의 앞쪽에 突起를 가지는데, 제6 腹椎骨의 神經棘 위에 까지 도달하고, 벌복屬과 첼로복屬의 앞쪽 突起는 약간 길며, 다른 屬에서는 거의 흔적적이었다.

神經間棘 앞쪽의 끝은 막대기 모양의 上神經骨(supraneural)이 있는데, 모양이 屬別로 다르고, 그 도달 위치도 밀복屬, 첼로복屬 및 청복屬에서는 제4~5 腹椎骨의 神經棘 위에까지 달해 있고, 다른 屬 어류는 제6 腹椎骨의 神經棘까지 달해 纖維狀組織으로 연결되어 있다.

上神經骨은 몸의 등쪽 가운데의 피부 바로 아래에 위치하고, 일반적으로 근육에 의해 싸여 있는데, 이 세로띠의 근육은 上後頭骨 뒷 突起와 강하게 연결되어 제4~5 腹椎骨의 쌍으로 된 神經棘 사이의 공간을 채우고 있다.

밀복屬과 은띠복의 마지막 擔鰭骨의 등쪽 뒷부분에 등쪽 擔鰭骨 뒷 突起(dorsal pterygiophores processes)가 있는데 제6 尾椎骨의 神經棘 위에까지 도달되는 形質이다 (Fig. 1, B~F). 마지막 擔鰭骨은 원래 2개의 분리된 擔鰭骨이 융합되어 있지만, 근육을 부착하기 위한 옆으로 확장된 擔鰭骨 突起는 없다.

등쪽과 배쪽 擔鰭骨의 數와 擔鰭骨이 위치하는 脊椎骨의 神經棘 사이의 數는 屬間, 種間의 類緣關係를 이해하는데 대단히 유용한 形質로, 망둑어科에서는 지느러미식으로 잘 研究되어 있다 (Birdsong *et al.*, 1988). 참복科에서는 Lec (1993)가 擔鰭骨式(ptyerygiophores formula)을 처음 使用하였는데, Table 2에서와 같이 밀복屬의 擔鰭骨式은 7*12231 또는 7*12222 (Fig. 1, B~E)로 표시

되어 神經間棘이 9개이다. 이 식 (7*12231)은 처음 擔鰭骨이 7번째 脊椎骨의 神經棘 다음부터 시작된다는 뜻이며, 神經間棘이 7~11번째의 脊椎骨 神經棘 다음에 있다는 뜻이고, 神經間棘이 이들 7번째 神經棘과 8번째 神經棘 사이에 1개, 8번째 神經棘과 9번째 神經棘 사이에 2개, 9번째 神經棘과 10번째 神經棘 사이에 2개, 10번째 神經棘과 11번째 神經棘 사이에 3개, 11번째 神經棘과 12번째 神經棘 사이에 1개의 순서로 되어 있다는 표시이다.

밀복屬과 은띠복은 등쪽과 배쪽에 擔鰭骨 뒷 突起를 가지는 점에서는 일치하지만, 은띠복의 擔鰭骨式이 7*1121로 차이를 보이고, 神經間棘은 5개로 밀복屬과 많은 차이를 나타내었다 (Table 2).

참복屬의 경우는 神經間棘 수가 11~17개로 다양하며, 擔鰭骨式도 14種 모두가 다르게 나타나며, 줄복의 경우는 8*1112321, 9*1112231의 식으로 11개, 황복은 8*11222241, 8*11222233 등의 식으로 16~17개 등으로 표시되어, 神經間棘이 시작되는 部位에 차이를 보이고 있다 (Table 1).

별복屬의 擔鰭骨式은 7*112223으로 神經間棘이 11개이며 (Table 2; Fig. 1, H), 꺼끌복屬의 경우는 7*1223, 7*1232의 식에 神經間棘이 8개 (Table 2; Fig. 1, G)로 두 屬間에는 큰 차이를 보였으며, 최근에 별복을 꺼끌복屬에 특별한 설명없이 포함시키는 경우 (Abe and Tabet, 1984; Matsubara, 1984)가 있으나, 꺼끌복屬은 神經間棘과 血管間棘의 수가 각각 7~8개, 5개 (별복 11개, 7개), 脊椎骨 18개 (별복 20개)로 별복과 차이를 보여 屬을 구분하는 유용한 形質로 나타났다.

擔鰭骨式과 神經間棘의 數가 청복屬은 7*1331로 8개, 첼로복屬은 7*11223, 6*111223으로 9~10개, 수지복屬은 7*11223, 7*1223으로 8~9개 및 줄무늬복은 7*1232로 11개였다 (Table 2; Fig. 2, B~E).

참복屬에서는 屬內에 많은 種들이 있어 分類에 어려움이 많고, 類緣關係에서도 어려움이 있었으나, 이들 擔鰭骨式에서 神經間棘이 시작되는 곳은 7~9번째 椎體의 神經棘부터이고, 擔鰭骨이 있는 神經棘의 數는 6~9개, 神經間棘數도 11~17개로 차이가 있어 비슷한 類緣種들을 구분하는데 유용한 形質이었다.

(2) 血管間棘 (interhaemal processes)

뒷지느러미 줄기는 각각 배쪽에서 강하게 結合된 擔鰭骨에 의해 아래로 지지되고 있으며, 血管間棘은 연속하여 앞으로 갈수록 커지고, 뒤쪽으로 갈수록 작아지는데 제1 血管間棘은 다른 것들보다 훨씬 크다. 특히, 청복屬과 별복屬 어류의 제1 血管間棘은 폭이 매우 넓게 肥厚되어 다른 屬과 구별된다.

제1 血管間棘은 처음 尾椎骨의 血管棘과 등쪽에서 纖維狀組織에 의해 연결되고, 나머지 血管間棘은 나머지 腹椎骨 血管弓의 거의 가운데에서 연결된다. 각 血管間棘의 배쪽 표면은 배쪽 가장자리가 깊어 軟骨로 채워져 있는 하나의 확장된 圓筒形을 가지지만, 擔鰭骨은 지느러미 줄기와 纖維狀組織에 의해 연결된다.

血管間棘의 배쪽 끝은 軟骨로 싸여 있으며, 밀복屬의 경우는 마지막 血管間棘 뒤쪽으로 확장된 배쪽 擔鰭骨 뒷 突起 (ventral pterygiophores processes)가 있고, 이것은 제6 尾椎骨의 血管棘 아래에 도달되어 있다.

血管間棘의 數는 참복屬 어류에서 7~14개, 별복屬이 9개로 많은 편에 屬하며, 은띠복, 꺼끌복 및 청복이 5개로 적었고, 밀복屬, 불룩복, 첼로복, 수지복 및 줄무늬복은 6개였다.

배쪽 擔鰭骨인 血管間棘도 屬別로 뚜렷한 識別形質이 되었는데, 밀복屬과 은띠복이 1개의 차이를 보이며, 별복은 9개로 Lee (1993)의 7개와는 2개의 차이를 보였다. 이러한 形質은 屬別 類緣關係뿐만 아니라 屬內의 種別 차이가 심한 참복屬의 識別 및 類緣關係 추구에 유용한 형질이었다.

擔鰭骨이 있는 脊椎骨의 神經棘 사이는 황복이 8~9개로 가장 많았고, 복섬과 국매리복이 6개로 가장 적었다. 神經間棘과 血管間棘 수도 복섬, 줄복, 흰점복 (*Takifugu poecilonotus*) 및 황해흰점복 (*T. alboplumbeus*)이 각 11~12개, 7~8개로 적은 데 비하여, 황복은 각 16~17개, 12~14개로 복어류 중 가장 많았다.

또한 밀복屬과 불룩복屬의 경우는 등지느러미 줄기수에서 많은 차이를 보이지만, 神經間棘이 9개, 血管間棘이 6개로 같았으며, 청복屬과 꺼끌복屬의 경우도 지금까지 많은 차이가 있다는 報告와는 달리, 神經間棘이 8개, 血管間棘이 5개로 같아 서로 가까운 유연 關係임을 알 수 있었다.

청복屬의 경우 등지느러미와 뒷지느러미를 지지하는 제1 擔鰭骨 (제1 神經間棘과 제1 血管間棘)이 다른 屬 어류에 비하여 매우 비대하여 큰 편이다 (Fig. 2, E).

要 約

참복과 (Tetraodontidae) 어류의 형태와 골격 및 분류를 연구하기 위하여, 1991년 3월부터 1994년 3월까지 우리나라 20개 지점에서 10屬 27種의 표본을 채집하여, 脊椎骨 및 擔鰭骨의 형태에 대하여 조사하였다.

1. 참복과 어류의 脊椎骨數는 밀복屬 (*Lagocephalus*),

은미복屬 (*Pleuranacanthus*), 불룩복屬 (*Spheoides*), 꺼끌복屬 (*Arothron*), 첼로복屬 (*Chelonodon*) 및 청복屬 (*Canthigaster*)이 17~19개이며, 수지복屬 (*Ephippion*), 별복屬 (*Boesemanichthys*) 및 대치복屬 (*Feroxodon*)의 어류는 20개이고, 반면에 참복屬 (*Takifugu*) 어류는 19~25개였다.

2. 참복과 어류의 脊椎骨數는 17~25개로, 밀복屬의 밀복 (*L. lunaris*)과 은미복屬의 은미복 (*P. sceleatus*), 청복屬 등이 17개로 최소치를, 참복屬의 황복 (*T. obscurus*)이 24~25개로 복어類 가운데 최대치를 보였다.

3. 밀복屬의 脊椎骨數는 밀복이 17개, 민밀복 (*L. inermis*)이 18개, 흑밀복 (*L. gloveri*), 은밀복 (*L. wheeleri*) 및 은민밀복 (*L. lavigatus*)이 19개로 다른 屬 어류들보다 적은 수의 脊椎骨을 가지고 있는 점에서 더 분화되어 있다.

4. 脊椎骨 가운데 腹椎骨의 神經棘이 참복屬의 졸복 (*T. pardalis*)과 황복이 제1~5번째 脊椎骨의 神經棘까지 쌍으로 되어 있고, 나머지 다른 種과 屬 어류들은 제1~4번째 脊椎骨의 神經棘이 쌍으로 되어 있다.

5. 밀복屬과 은미복屬의 큰 특징은 등쪽과 배쪽 擔鰭骨에 뒷 突起가 있으며, 上尾軸骨 (epural)이 넓은 판 모양이고, 腹椎骨의 血管棘에 突起가 없는 점에서 다른 屬과 쉽게 區別된다.

6. 은미복屬의 은미복은 꼬리자루 부분이 날선하고 측면되어 있어서, 尾椎骨 뒷부분의 神經棘과 血管棘이 다른 屬 어류와 비교해 짧은 점에서 구별된다.

7. 청복屬은 등지느러미와 뒷지느러미를 지지하는 제1 擔鰭骨이 다른 屬에 비하여 매우 비대하여 큰 편이다. 또한 腹椎骨의 뒷부분에 血管棘과 血管관이 등글고 판판하게 잘 발달되어 참복과의 다른 屬과 큰 차이를 보였다.

감사의 글

바쁘신 중에도 논문을 상세하게 읽어주시고, 교정하여 주신 부경대학교 洪性潤 교수님, 陳 平 교수님, 姜龍柱 교수님, 국립수산진흥원의 全琳基 부장님, 익명의 심사위원님께 진심으로 감사의 말씀을 올립니다. 또한, 재료 채집에 도움을 주신 국립수산진흥원 김영섭 연구관님, 한국해양연구소 명정구 박사님, 해인수산 박진우 대표, 부경대학교 어류학실험실 후배 여러분께도 감사드립니다.

參 考 文 獻

- Abe, T. 1948. Notes on some of the common puffers from east China Sea and adjoining waters, with description of *Sphoeroides vermicularis radiatus* Abe. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 13 (6), 227~231.
- Abe, T. 1949a. Taxonomic studies on the puffers (Tetraodontidae, Teleostei) from Japan and adjacent regions - III. Variation of anal fin. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 14 (3), 123~144.
- Abe, T. 1949b. Taxonomic studies on the puffers (Tetraodontidae, Teleostei) from Japan and adjacent regions - IV. Variation of caudal fin. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 15 (1), 19~27.
- Abe, T. 1950. Taxonomic studies on the puffers (Tetraodontidae, Teleostei) from Japan and adjacent regions - VI. Variation of pectoral fin. Jap. J. Ichthyol., 1 (3), 198~206.
- Abe, T. 1952. Taxonomic studies on the puffers (Tetraodontidae, Teleostei) from Japan and adjacent regions - VII. Concluding remarks with the introduction of two new genera, *Fugu* and *Boesemanichthys*. Jap. J. Ichthyol., 2, 35~44.
- Abe, T. 1954. Taxonomic studies on the puffers (Tetraodontidae, Teleostei) from Japan and adjacent regions - Corrigenda and addenda. Part I. Jap. J. Ichthyol., 3, 121~128.
- Abe, T. 1960. Taxonomic studies on the puffers (Tetraodontidae, Teleostei) from Japan and adjacent regions - Corrigenda and addenda. Part II. Jap. J. Ichthyol., 8, 3~6.
- Abe, T. and O. Tabeta. 1984. Pufferfishes available in Japan. An illustrated guide to their identification. Chuouhouki Publ. Co. Tokyo, 85 pp. (in Japanese).
- Birdsong, R. S., E. O. Murdy and F. L. Pezold. 1988. A study of the vertebral column and median fin osteology in gobioid fishes with comments on gobioid relationship. Bull. Mar. Sci., 42 (2), 174~214.
- Gosline, W. A. 1961. The perciform caudal skeleton. Copeia, 1961 (3), 265~270.
- Han, K. H. and Y. U. Kim. 1998. Generic characters of the fishes of the family Tetraodontidae (Teleostei: Tetraodontiformes). Bull. Korean Fish. Soc., 31 (3), 309~316 (in Korean).
- Kim Y. S. and Y. U. Kim. 1985. Comparative osteology and body form of Tetraodontidae fishes. Bull. Nat. I. Fish. Univ. Pusan 25, 1~25 (in Korean).
- Kim Y. U. 1989. Ichthyology. Taewha Publ. Co., Pusan, 270 pp. (in Korean).
- Kuronuma, K. 1943. Osteological study on Japanese fish (1). Comparative osteology, especially of cranial characteristics in tetraodontid genera *Liosaccus*, *Lagocephalus* and *Sphoeroides*. J. Sighen, Ken., 1 (2), 119~130.
- Lee, W. O. 1993. A systematic study of the family Tetraodontidae (Pisces: Tetraodontiformes) from Korea. Ph. D. Thesis Chonbuk Nat'l. Univ., Korea, 171 pp. 7 pls.

- (in Korean).
- Matsuura, K. 1984. Tetraodontiformes. In Masuda *et al.*, eds. The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai Univ. Press, Tokyo, Text, 357~366 pp., Plate, 321~334 pp., 370 p.
- Park, A. J. and Y. U. Kim. 1991. Growth and osteological development of larval stages of puffer, *Takifugu rubripes* (Temminck et Schlegel) reared in the laboratory. Korean J. Ichthyol., 3 (2), 120~129 (in Korean).
- Tyler, J. C. 1970. The progressive reduction in number of elements supporting the caudal fin of fishes of the order Plectognathi. Pro. Aca. Nat. Sci. Phil., 122 (1), 1~85.
- Tyler, J. C. 1980. Osteology, phylogeny, and higher classification of the fishes of the order plectognathi (Tetraodontiformes). NOAA Tec. Rep. NMFS Cir. 434, 422 pp.

1997년 8월 11일 접수

1998년 8월 28일 수리