

참복科 (복어目) 어류 屬의 외부형태적 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 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 olfactory organ, lateral line system, prickles, body form and color characters of specimens collected in 20 places along the coast of Korea from September, 1989 to July, 1994. Based on nostril shape, the genera of *Takifugu*, *Lagocephalus*, *Pleurancanthus*, *Spheoides* and *Feroxodon* have two nostrils, and those of *Ephippion* and *Canthigaster* have a single nostril or nasal tentacle, while *Boesemanichthys*, *Arothron* and *Chelonodon* have no nostril. In the genera of *Lagocephalus*, *Spheoides*, *Boesemanichthys*, *Arothron* and *Feroxodon* have only a single well-developed lateral line on the body, in those of *Takifugu* and *Pleurancanthus* usually have two lateral lines, and those of *Chelonodon* and *Ephippion* have two lateral lines merged on the caudal peduncle. Based on the lateral line system and olfactory organ, genus *Canthigaster* has different characters from the other genera of the family Tetraodontidae. In *Ephippion guttifer*, the prickles on the dorsal and lateral of the body are enormously enlarged into plates forming a partial carapace. Of the 22 species which have prickly spines, the genera, *Lagocephalus*, *Takifugu stictonotus* and *Arothron stellatus* have the larger ventral prickly spines than the dorsal ones. In genera *Lagocephalus* most of the species have prickly spines that covered both the back and belly, while *L. inermis* has no prickly spines.

Key words: family tetraodontidae, generic characters

緒 論

참복科 (Tetraodontidae) 어류는 복어目 (Tetraodontiform), 참복亞目 (Tetraodontoidei)에 속하며, 세계적으로 19屬 121種이 출현하고 있다 (Nelson, 1994). 양턱의 이빨이 새 부리 모양으로 가운데가 융합되어 있으며, 지느러미에 가시가 없고, 배지느러미가 없다. 피부에는 비늘이 없는 대신 대체로 비늘이 변형된 피부棘 (prickles)이 몸의 일부 또는 전체에 있으며, 위의 아랫쪽에 膨脹 주머니가 있어 배를 부풀릴 수가 있다.

참복亞目 어류는 4개의 科로 구성되어 있는데 科를 구분하는 중요한 形質은 이빨 (teeth)의 수, 꼬리자루의 모양, 肋骨과 등지느러미 가시의 유무이다 (Fraser-Brunner, 1943; Tyler, 1980; Nelson, 1994). 콧구멍과 옆줄 비늘의 모양은 관찰이 쉽고 간단하며, 속별로 차이가 뚜렷해 屬의 識別形質로 많이 사용되었으나 (Fraser-Brunner, 1943; Shipp, 1974; Tyler, 1980; Hardy, 1983), 일부 연구자들 사이에는 서로 상이한 결과를 보이고, 또한 일부 屬에 있어서는 형질이 조사되지 않아 자세한 조사가 요구되었다. 그러나 우리나라에서는 계통분류학적

가장 많이 이용되고 있는 骨格의 形質도 일부 屬에 국한되어 연구되었으며 (Kim and Kim, 1985), 최근 Kim and Lee (1990)가 참복亞目 5屬 19種에 대하여 외부형태를 기재하였다.

본 연구는 참복科에 속하는 10屬 27種의 嗅覺器官, 옆줄, 皮膚棘, 體形 및 體色을 조사하여 屬間의 확실한 분류기준에 대하여 검토하고자 하였다.

材料 및 方法

실험에 이용한 재료는 1989年 9월부터 1994年 7월까지 우리나라 20개 지점 (Fig. 1)의 연안과 해양에서 안강망, 기선지인망 및 연승으로 어획된 것을 직접 구입하거나, 투망과 낚시를 이용하여 채집한 개체들이다. 채집지, 채집일시, 개체수 및 체장은 Table 1에 나타 낸 바와 같다.

외부형태 형질을 조사하기 위하여 직접 채집한 27種의 嗅覺器官, 옆줄, 體形 및 體色 외부형태 특징은 채집 즉시 관찰하였고, 皮膚棘이 있는 種들은 가슴지느러미 윗쪽 부분에서 등지느러미 사이의 가운데에 있는 등쪽 가시

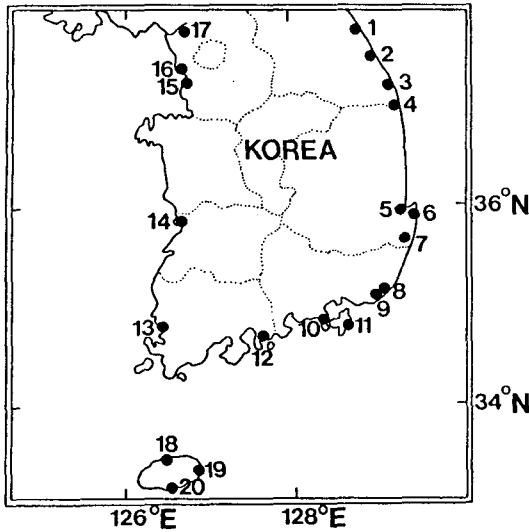


Fig. 1. Map showing the collection sites of the tetraodontid fishes in Korea.

- 1: Chumunjin-up, Kangwon-do; 2: Mugho-dong, Tonghae, Kangwon-do; 3: Imwon-ri, Kundok-myon, Samchok-gun, Kangwon-do; 4: Chukpyon-ri, Puk-myon, Ulchin-gun, Kyongsangbuk-do; 5: Chukdo-dong, Pohang, Kyongsangbuk-do; 6: Guryongpo-up, Pohang, Kyongsangbuk-do; 7: Kampo-up, Kyongju, Kyongsangbuk-do; 8: Milrak-dong, Nam-gu, Pusan; 9: Chagalchi market, Nampo-dong, Chung-gu, Pusan; 10: Hangnam-dong, Chungmu, Kyongsangnam-do; 11: Dapo-ri, Keojegun, Kyongsangnam-do; 12: Namsan-dong, Yosu, Chollanam-do; 13: Yonghae-dong, Mokpo, Chollanam-do; 14: Pyunghwa-dong, Gunsan, Chollabuk-do; 15: Soraepo-up, Incheon; 16: Hang-dong, Chung-gu, Incheon; 17: Imjin-river, Kyonggi-do; 18: Dongmun-market, Cheju, Cheju-do; 19: Songsan-up, Namchejogun, Cheju-do; 20: Chungmun-dong, Seogwipo, Cheju-do.

와 가슴지느러미 아래쪽에서 뒷지느러미 사이에 있는 배쪽 가시 및 꼬리쪽 가시를 Alizarin red-S로 염색한 후 연구용 현미경에서 사진 촬영하여 관찰, 스케치하였다.

結果 및 考察

1. 嗅覺器官 (Olfactory organ)

참복과 (Tetraodontidae) 어류는 콧구멍 (nostrils)이 1개 또는 2개로 구성된 것과 콧구멍이 없이 2개의 돌기물로 되어 있는 분류군 등 여러가지가 있다 (Fig. 2; Table 2).

콧구멍의 모양은 지금까지 屬의 분류에 중요한 기준으로 사용하고 있는데, 屬內 種別 변이는 없는 것으로

알려져 있다 (Regan, 1902; Fraser-Brunner, 1943; Abe, 1949, 1952; Shipp, 1974; Tyler, 1980; Lee, 1993).

불룩복屬 (*Spheooides*), 밀복屬 (*Lagocephalus*), 은띠복屬 (*Pleuranacanthus*) 및 참복屬 (*Takifugu*) 어류들은 두개의 콧구멍이 주머니 모양이며, 그 사이가 돌출되지 않아 피부와 거의 같은 높이의 外鼻孔이 있는 기본적인 구조를 하고 있다 (Fig. 2, A₁, A₂, A₃).

대치복屬 (*Feroxodon*)의 줄무늬복 (*F. multistriatus*)은 콧구멍이 2개로 양 측에 짧은 관 모양으로 되어 있으며, 안쪽 표면에도 후편이 잘 발달되어 있다.

꺼끌복屬 (*Arotbron*)과 별복屬 (*Boesemanichthys*) 어류의 嗅覺器官은 콧구멍이 없으며, 말단이 두 개로 갈라져 피부에 돌출되어 있다 (Fig. 2, B, C). 별복屬 어류의 돌출된 돌기물은 꺼끌복屬 어류 보다는 작지만, 그 안쪽에 작은 구조물이 있어 차이를 보이고, 첼로복屬 (*Chelonodon*)과는 비슷하였다 (Fig. 2, D; Table 2).

수지복屬 (*Ephippion*)의 경우 한개의 콧구멍에 두개의 측수를 가지고 있으나, 피부 밖으로 크게 노출되지는 않는 형태이다 (Fig. 2, E).

특히, 청복屬 (*Canthigaster*)은 콧구멍이 1개이며, 작은 관 모양으로 극히 축소되어 있어서 (Fig. 2, F), 다른 屬 어류와 형태적인 차이를 보이기 때문에 지금까지 여러 연구자들 (Regan, 1902; Fraser-Brunner, 1943; Shipp, 1974)에 의해 진화분류학적 관점에서 다른 科, 亞科로 분류되기도 하였으며 (Jordan, 1917~1923; Fraser-Brunner, 1943; Gosline, 1965; Greenwood et al., 1966), Tyler (1980)를 포함한 많은 연구자들은 별도의 亞科로 분류하고 있다.

2. 옆줄 (Lateral line system)

참복과 어류는 일반적인 경골어류와는 달리 몸의 옆쪽과 머리부분에 옆줄이 있는 것이 특징이다.

참복과 어류들의 기본적인 옆줄의 구조는 Fig. 3, 4 및 Table 3에서와 같이 불룩복 (*Spheooides pachygaster*), 꺼끌복 (*Arotbron stellatus*), 별복 (*Boesemanichthys firmamentum*), 수지복 (*Ephippion guttifer*) 및 줄무늬복 (*Feroxodon multistriatus*)은 가슴지느러미 앞부분의 등쪽 분절 (dorsal segment)이 1열이고, 꼬리자루 부분의 윗부분에만 1열이 있는 기본형이며 (Fig. 3, E₁, E₂; F₁, F₂; Fig. 4, A₁, A₂; D₁, D₂), 이 중 수지복은 꼬리자루 부분에서 등쪽 분절과 배쪽 분절의 일부분이 2열로 융합되어 있다 (Fig. 4, C₁, C₂).

참복屬 어류는 배쪽 분절 (ventral segment)이 뚜렷하여 꼬리자루에서 보면 2열의 옆줄이 있으며 (Fig. 3, A₁, A₂; B₁, B₂), 첼로복 (*Chelonodon patoca*)은 2열의 옆줄을

Table 1. Sampling data and localities of the tetraodontid fishes in Korea

Species	Localities (Number of Fig. 1)	Collecting date	Number of specimens	Standard length (mm)
<i>Takifugu rubripes</i>	1, 2, 5, 7, 8, 9, 11, 16, 18, 19	Sep. 1991~Aug. 1993	15	122.0~410.0
<i>Takifugu chinensis</i>	13, 14, 16, 19, 20	Sep. 1991~May 1993	6	135.0~336.2
<i>Takifugu porphyreus</i>	6, 7, 8, 9, 12, 18	July 1990~Apr. 1993	9	201.5~345.3
<i>Takifugu xanthopterus</i>	5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 19, 20	June 1991~Sep. 1993	15	135.0~280.0
<i>Takifugu stictonotus</i>	3, 4, 5, 7, 8, 9	Aug. 1991~July 1994	12	216.2~300.5
<i>Takifugu nipbobles</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 19	July 1992~Aug. 1993	32	95.2~132.7
<i>Takifugu snyderi</i>	18, 19, 20	Sep. 1992~Sep. 1993	23	137.5~150.0
<i>Takifugu vermicularis</i>	14, 15, 16, 18, 19	June 1991~May 1993	14	155.5~185.5
<i>Takifugu pardalis</i>	2, 3, 4, 7, 8, 11, 12	May 1991~Sep. 1993	13	123.0~212.5
<i>Takifugu poecilonotus</i>	5, 7, 8, 13, 14, 15, 18	Apr. 1992~Aug. 1994	15	132.0~215.1
<i>Takifugu alboblunbeus</i>	15, 16	July 1991~Aug. 1993	2	185.5~210.2
<i>Takifugu flavidus</i>	14, 15, 16	June 1991~Sep. 1993	5	145.6~331.2
<i>Takifugu obscurus</i>	16, 17	June 1991~Sep. 1992	6	125.5~360.5
<i>Takifugu bimaculatus</i>	14, 16	May 1992	5	170.3~173.5
<i>Lagocephalus lunaris</i>	9, 18	Aug. 1991~May 1992	5	210.0~255.5
<i>Lagocephalus gloveri</i>	5, 6, 7, 8, 9, 19, 20	Apr. 1992~May 1993	36	145.5~195.7
<i>Lagocephalus wheeleri</i>	5, 6, 9, 18	Apr. 1991~June 1993	6	180.2~355.2
<i>Lagocephalus inermis</i>	9	July 1992, Sep. 1993	3	265.5~280.3
<i>Lagocephalus laevigatus</i>	9	Apr. 1992, June 1993	2	265.7~565.1
<i>Pleuranacanthus sceleratus</i>	9, 19	Sep. 1989, Jan. 1991	2	445.3~480.9
<i>Sphoerides pachygaster</i>	7, 8, 9	Sep. 1992~Dec. 1994	9	223.5~324.5
<i>Boesemanichthys firmamentum</i>	4, 5, 7, 9, 10, 19, 20	Aug. 1991~Sep. 1993	10	248.3~310.5
<i>Arothron stellatus</i>	8, 9	June 1991, May 1993	2	390.8~410.2
<i>Chelodan patoca</i>	9	May 1991, Sep. 1993	2	175.3~185.2
<i>Ephippion guttifer</i>	9	June 1992~Sep. 1994	2	280.2~540.0
<i>Feroxodon multistriatus</i>	9	Aug. 1992, June 1993	2	184.7~303.5
<i>Canthigaster rivulata</i>	18, 19	Sep. 1991, June 1992	2	153.4~180.5

가지고 있으나 등쪽 분절과 배쪽 분절이 꼬리자루 부분에서 2열로 융합되어 있고 (Fig. 4, B₁, B₂), 은따복 (*Pleuranacanthus sceleratus*)은 꼬리자루의 아랫부분에 배쪽 분절과 비슷한 흔적을 관찰할 수 있어 밀복屬 어류와 차이가 있었다 (Fig. 3, D₁, D₂).

밀복屬 어류들의 옆줄은 눈 주위에 眼前環 (preocular loop)이 있고, 그 반대편 옆쪽으로 연결되는 등쪽 분枝 (dorsal branch)가 있으며, 가로로 연결되는 後頭橫分枝 (trancoccipital branch)가 머리부분에 있다. 몸의 옆쪽 아랫부분에 피부주름 (ventrolateral raised fold or ridges: RR)이 있다 (Fig. 3, C₁, C₂). 또한 밀복屬 어류는 많은 연구자들이 참복屬 어류와 마찬가지로 배쪽 분절이 있다고 기술하였는데 (Fraser-Brunner, 1943; Tyler and Paxton, 1979; Tyler, 1980), 본 연구 결과 배쪽 분절이 없었다. 이러한 결과는 밀복屬 어류에 배쪽 분절이 있다고 주장한 Fraser-Brunner (1943)의 관찰 결과가 의심스럽다고 Shipp (1974)이 지적한 내용과 일치하였다.

청복 (*Canthigaster rivulata*)의 옆줄 모양은 기본적인 형과 비슷하지만, 희미하여 육안으로 확인할 수 없었으며 (Fig. 4, E), 다른 屬 어류들과 옆줄의 형태가 뚜렷하게 구분되어 屬間 식별형질이 된다고 생각된다.

최근 별복을 꺼끌복屬 (*Arothron*)에 특별한 설명없이 포함시키는 경우 (Abe and Tabeta, 1984; Matsuura, 1984)가 있으나, 본 조사 결과 꺼끌복屬은 옆줄이 꼬리자루 부분까지 뚜렷하게 있는 점에서 별복과 구별되는 유용한 형질로 생각되었다 (Fig. 3, F₁, F₂; Fig. 4, A₁, A₂).

옆줄은 참복과 어류의 屬間에도 형태적인 차이가 있어서 屬을 구별하는 형질이 되기도 하고, 그들의 계통을 추구하는데도 유용한 형질로 이용되기도 한다 (Fraser-Brunner, 1943; Tyler, 1980; Lee, 1993).

3. 皮膚棘 (Prickles: Small spines)

참복과 어류는 비늘이 변형된 皮膚棘이 있는 것이 대부분이지만, 없는 種도 있다 (Table 4).

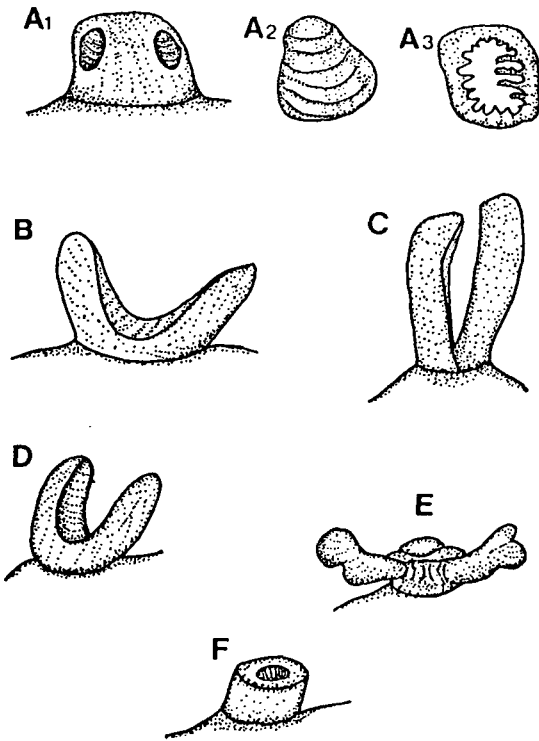


Fig. 2. Olfactory organs of tetraodontid fishes.
 A₁, B~F: nasal region as seen externally; A₂: the olfactory lamellae as seen with the top of the nasal sac removed; A₃: outline of an anteroposterior cross section of the sac and lamellae; A₁, A₂, A₃: *Takifugu*, *Lagocephalus*, *Pleuranacanthus*, *Sphoeroides*, *Feroxodon*; B: *Bosemanichthys*; C: *Arothron*; D: *Chelonodon*; E: *Ephippion*; F: *Canthigaster*.

Table 2. Comparison of characters of olfactory organs in the tetraodontid fishes

Characters		Genera
Nostril	Form	
2	Sac	<i>Takifugu</i> , <i>Lagocephalus</i> , <i>Pleuranacanthus</i> , <i>Sphoeroides</i>
	Tube	<i>Feroxodon</i>
absent	Flap	<i>Arothron</i> , <i>Bosemanichthys</i> , <i>Chelonodon</i>
1	Tentacle	<i>Ephippion</i>
1	Tube	<i>Canthigaster</i>

皮膚棘은 복어亞目 어류에 있어서 비늘이 特化되어 된 것으로 가시복科 (*Diodontidae*)의 가시복 (*Diodon holocanthus*)과 같이 치상돌기가 현저하게 큰 種과 거북복科 (*Ostraciidae*)의 거북복 (*Ostracion immaculatus*) 경우처럼 강대한 비늘이 발달되어 서로 붙어서 상자 모양의 외부 골격을 형성한 種도 있다.

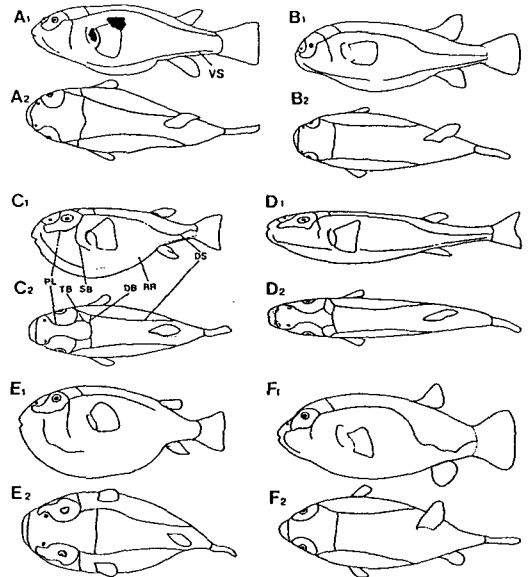


Fig. 3. Lateral line system of tetraodontid fishes.
 DB: dorsum branch; DS: dorsal segment; PL: preocular loop; RR: raised ridges; SB: subocular branch; TB: transoccipital branch; VS: ventral segment. A₁, A₂: *Takifugu bimaculatus*; B₁, B₂: *Takifugu obscurus*; C₁, C₂: *Lagocephalus inermis*; D₁, D₂: *Pleuranacanthus sceleatus*; E₁, E₂: *Sphoeroides pachygaster*; F₁, F₂: *Arothron stellatus*.

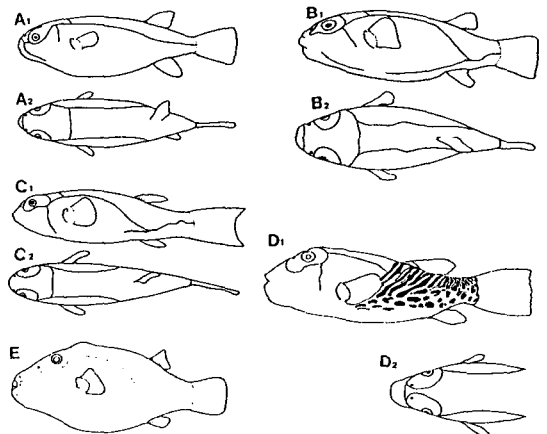


Fig. 4. Lateral line system of tetraodontid fishes.
 A₁, A₂: *Boesemanichthys firmametum*; B₁, B₂: *Chelonodon patoca*; C₁, C₂: *Ephippion guttifer*; D₁, D₂: *Feroxodon multistriatus*; E: *Canthigaster rivulata*.

참복科 어류의 皮膚棘은 1개의 棘과 그것을 지지하는 支柱根을 가지며, 膨腹時에는 皮膚棘을 바로 세우기도 하여 자기 방어의 수단으로 사용하기도 하고, 평상시에

Table 3. Comparison of characters of the lateral line canals in the tetraodontid fishes LL: lower lateral line canal; UD: upper lateral line canal

Characters			Genera
Aspect	LL	UD	
prominent	absent	present	<i>Lagocephalus</i>
		absent	<i>Sphooides, Arotbron, Bosemanichthys, Ebbippion, Feroxodon</i>
	present	absent	<i>Takifugu, Pleuranacanthus, Chelonodon</i>
indistinct	absent		<i>Canthigaster</i>

는 뒷쪽으로 눕힐 수 있다. 이러한 형태는 일반 경골어류의 비늘보다는 매우 특화된 형태이다.

皮膚棘을 가지는 種들도 크기가 현저하게 크거나 미소한 것, 몸의 전체에 있는 것과 일부에만 있는 것 등 다양하지만 皮膚棘의 분포상태가 屬間에 특징이 일정하지는 않아서 屬을 나누는 形質로는 부적합하며 (Shipp, 1974; Tyler, 1980), 屬內에서 종별로 차이가 있어, 種을 識別하는 形質로는 매우 유용한 형질이다 (Shipp, 1974; Table 4).

참복屬, 첼로복屬 및 대치복屬 어류는 몸의 등쪽과 배쪽의 일부에만 皮膚棘이 있는데, 그 사이가 연결되어 몸의 전체에 皮膚棘이 있는 種으로서 참복屬의 흰점복 (*Takifugu poecilonotus*)과 황해흰점복 (*T. alboplumbeus*)이 있고, 등과 배부분에 皮膚棘이 아가미 뚜껑 뒷부분에서만 연결되는 황복 (*T. obscurus*)이 있다 (Table 4). 그 외 등쪽과 배쪽의 皮膚棘이 연결되지 않은 경우에는 등지느러미 뒤쪽의 꼬리지루 부분에 옆줄이 있는 양쪽까지 皮膚棘이 흔적으로 있는 경우가 있다.

皮膚棘이 없으면서도 棘이 있던 흔적이 있는 種으로 매리복 (*T. snyderi*), 국매리복 (*T. vermicularis*) 및 검복

(*T. prophyreus*)이 있고, 棘이 변형되어 피부가 비늘 모양인 줄복 (*T. pardalis*)도 있다 (Table 4).

皮膚棘은 기본적으로 몸 전체에는 있었으나, 참복屬, 밀복屬, 은띠복 (*Pleuranacanthus sceleratus*), 첼로복屬 및 대치복屬에서와 같이 등과 배부분에만 나타나는 종류와 몸에 棘이 없는 종류 그리고 棘이 없어지면서 비늘 모양으로 변형된 형질을 가진 종류도 있다.

밀복屬의 민밀복 (*Lagocephalus inermis*)은 몸 전체에 皮膚棘이 없으며, 배부분에는 顆粒 모양의 작은 突起가 있었고, 은민밀복 (*L. laevigatus*)은 등쪽에는 皮膚棘이 전혀 없고 배쪽 皮膚棘만 존재한다. 밀복 (*L. lunaris*)은 등쪽의 皮膚棘이 등지느러미 기부까지 넓게 분포하며, 배부분의 棘이 가슴지느러미의 기부 앞까지 분포하고 있다. 흑밀복 (*L. gloveri*)과 은밀복 (*L. wheeleri*)은 등지느러미 기부까지 棘이 미치지 못하는 점에서 밀복과 차이를 보였다.

블록복屬 (*Sphooides*) 어류의 경우는 대서양에 많은 種이 분포하고 있는데 (Shipp, 1974), 본 연구 결과 블록복 (*S. pachygaster*) 1種이 우리나라에 분포하고 있고, 몸 전체에 皮膚棘이 없어 극히 분화된 형질이었다.

별복屬과 꺼끌복屬 어류는 皮膚棘이 몸 전체에 균질하게 분포하고 있는 점에서는 비슷하지만, 꺼끌복屬의 경우 피부 밖으로 노출된 부분이 노출되지 않은 부분보다 크고 조밀하게 분포되어 있으며, 皮膚棘과 棘의 사이가 아주 가까운 점에서 별복屬 어류와 차이가 있다.

청복屬의 청복 (*Canthigaster rivulata*)은 등쪽에 약간의 皮膚棘과 배쪽에 여러개의 널리 퍼져있는 皮膚棘을 가지는데, Lee (1993)는 몸 전체에 고루 皮膚棘이 있다고 하였고, 藤田 (1962)는 배쪽에만 있다고 하여 이들의 연구 결과와 차이를 보였다.

또한 皮膚棘 및 支柱根의 형태에 따라 여러가지 형으로 나눌수 있는데, 참복屬의 경우 일부 種을 제외한

Table 4. Comparison of characters of the spinous scales (prickles) in the tetraodontid fishes

Characters	Species
dorsal, ventral and caudal prickles	<i>Arotbron stellatus, Takifugu poecilonotus, Takifugu alboplumbeus, Ebbippion guttifer, Bosemanichthys firmamentum</i>
dorsal and ventral prickles	<i>Canthigaster rivulata, Chelonodon patoca, Takifugu rubripes, Takifugu chinensis, Takifugu xanthopterus, Takifugu nipholes, Takifugu stictonotus, Takifugu flavidus, Takifugu bimaculatus, Lagocephalus lunaris, Lagocephalus gloveri, Lagocephalus wheeleri, Pleuranacanthus sceleratus, Feroxodon multistriatus</i>
dorsal, ventral and opercular prickles	<i>Takifugu obscurus</i>
ventral prickles	<i>Lagocephalus laevigatus</i>
absent	<i>Lagocephalus inermis, Sphooides pachygaster</i>
traces of prickles	<i>Takifugu snyderi, Takifugu vermicularis, Takifugu prophyreus</i>
scale-like prickles	<i>Takifugu pardalis</i>

자주복 (*Takifugu rubripes*), 참복 (*T. chinensis*), 까치복 (*T. xanthopterus*), 흰점복 (*T. poecilonotus*), 황해흰점복 (*T. alboplumbeus*) 및 두점박이복 (*T. bimaculatus*) 등은 支柱根이 棘을 중심으로 방사상으로 뻗어 있다 (Fig. 5, A₁, A₂; B₁, B₂; C₁, C₂; D₁, D₂).

검복 (*T. prophyreus*)과 매리복 (*T. snyderi*)은 皮膚棘이 퇴화되어 흔적적인 과립 모양으로 작지만, 뿌리 부분에 3개 이하의 支柱根이 있다. 한편, 국매리복 (*T. vermicularis*)과 줄복 (*T. pardalis*)은 支柱根이 가시부분과 구별되지만 퇴화 소실되어 가늘고 긴 끈 모양으로 매우 작은 편이다.

밀복屬의 밀복, 은띠복屬의 은띠복 및 참복屬의 까칠복 (*T. stictonotus*)은 支柱根이 4개 이상으로 側出根이 다른 것에 비해 긴 것도 있지만 큰 차이는 없으며, 첼로복 (*Chelonodon patoca*)의 경우 등쪽 皮膚棘의 끝이 두갈래로 갈라진 것도 있었다 (Fig. 5, I₁).

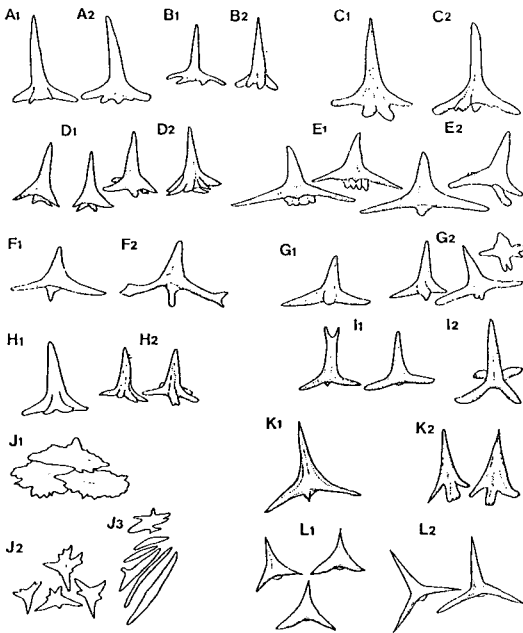


Fig. 5. Spinous spines (prickles) of tetraodontid fishes.
 A₁~L₁: Dorsal spinous spines; A₂~L₂: Ventral spinous spines; J: Caudal spinous spines;
 A₁, A₂: *Takifugu bimaculatus*, B₁, B₂: *Takifugu poecilonotus*, C₁, C₂: *Takifugu obscurus*, D₁, D₂: *Takifugu alboplumbeus*, E₁, E₂: *Lagocephalus lunaris*, F₁, F₂: *Lagocephalus gloveri*, G₁, G₂: *Boesemanichthys firmamentum*, H₁, H₂: *Arothron stellatus*, I₁, I₂: *Chelonodon patoca*; J₁, J₂, J₃: *Ephippion guttifer*, K₁, K₂: *Feroxodon multistriatus*, L₁, L₂: *Canthigaster rivulata*.

청복과 첼로복은 등쪽 皮膚棘에 支柱根 2개와 側出根이 있어 다른 屬 어류와 구별되며, 첼로복의 배쪽 皮膚棘 뿌리는 4개로 청복과 구별된다 (Fig. 5, I₁, I₂; L₁, L₂).

수지복屬 (*Ephippion*) 수지복 (*E. guttifer*)의 경우, 비늘이 완전하게 변형되어 등쪽과 옆쪽은 딱딱한 나무껍질 모양을 하며, 꼬리쪽은 긴 막대기 모양을 한 皮膚棘을 가지고 있어 특이한 형태를 하고 있다 (Fig. 5, J₁, J₂, J₃).

4. 體形 (Body form)

참복科 어류의 體形은 주로 방추형을 앞, 뒤 방향으로 축소시킨 형으로 계란형 또는 球形에 가깝다. 그리고 그들의 유영력은 완만하여 연안에서 서식하지만, 밀복屬, 은띠복屬, 대치복屬, 수지복屬 및 일부 참복屬 어류는 대양에 적응하여 서식하고 있다.

불룩복屬의 불룩복은 머리가 크고 體高가 높고, 상대적으로 지느러미가 작아서 다른 屬 어류와 쉽게 구별된다. 가슴지느러미가 작아서 유영 능력이 약하게 보이지만, 지느러미의 형태와 위치는 어종에 따라 각기 다르지만, 어류의 유영 방식과 밀접한 관계가 있는 것 같다.

첼로복屬의 첼로복은 참복屬 어류와 體形이 비슷한 편에 속하며, 청복屬과 꺼끌복屬 어류는 주로 열대의 산호초가 많은 환경에 적응되어 있지만 청복은 소형이고 극단적으로 측면되어 있어 다른 種들과 차이를 보인다.

밀복屬 내에는 흑밀복, 은밀복 및 은민밀복이 민밀복과 밀복의 경우보다 머리 부분이 작고, 은띠복屬의 은띠복은 體高가 낮아서 상대적으로 유선형의 體形을 보이고 있다.

별복屬 (*Boesemanichthys*) 어류를 꺼끌복屬 (*Arothron*)에 포함시키는 연구자들도 있으나 (Fraser- Brunner, 1943; Matsuura, 1984), 별복의 경우 꺼끌복屬의 種들보다 體高가 낮고, 주둥이 길이가 짧으며 꼬리자루 높이는 낮아 유선형의 體形을 보이고 있는데 반하여 꺼끌복屬의 種들은 가슴지느러미 줄기수가 많고 이빨이 크고 강한데 이런 형질들은 연안의 서식환경에 적응된 것으로 추정된다.

대치복屬의 줄무늬복 (*Feroxodon multistriatus*)도 별복과 꺼끌복에 비해서 體高가 낮고, 머리와 눈은 크며, 꼬리자루 높이는 낮은 편이다.

5. 體色 (Body color)

참복科 어류 중 밀복屬, 은띠복屬, 불룩복屬, 수지복屬 및 첼로복屬 어류의 體色은 회색과 흰색, 갈색, 은색 및 검은색 등으로만 이루어져 있어, 흰색이 없는 屬의 어류들이다. 그러나 꺼끌복屬과 청복屬의 모든 種이 흰색을 포함하고 있어 화려하며, 지느러미에도 반문이 있어

구분되었다.

별복屬은 꺼끌복屬과 비슷하지만 백색과 청색으로만 되어 있어 약간 차이를 보이고, 대치복屬의 줄무늬복은 등쪽이 짙은 오렌지색과 갈색띠가 있고, 꼬리자루의 아래쪽에도 크고 둥근 갈색 반문을 가지고 있어 구별된다.

참복屬은 밀복屬과 비슷하나 몸과 각 지느러미의 일부에 원색을 가지고 있어 차이를 보여 屬間의 형질분석에 유용하였다.

屬을 分類하는 기준을 體色과 體形에 의존할 때가 있는데, 참복屬 가운데에는 가치복과 두점박이복의 모든 지느러미가 황색 또는 주홍색을 띠며, 몸에 가로로 두꺼운 줄무늬가 있어 비교되었다. 그리고 황해흰점복, 흰점복, 줄복 및 까칠복을 제외한 나머지 種들은 가슴지느러미 뒤에 검은색의 큰 반문을 가지고 있어 비교되는 독특한 형질이 있었다.

한편, 척추의 뒤끝 부분에 의해 지지되는 꼬리지느러미는 많은 어류들이 유영할 때 추진력을 강화시키는 중요한 역할을 하며, 모양과 색채에도 屬間·種間에 차이가 있다. 밀복屬의 種間에는 꼬리지느러미의 모양과 體色이 차이를 보여 屬內에서 種間 식별형질이었는데, 밀복과 은민밀복에서는 꼬리지느러미 上葉이 길게 나타났고, 흑밀복에서는 가운데가 2차적으로 불룩하고 양끝이 흰무늬를 가지고 있어 구별되었다 (Fig. 6, A, B, E).

은띠복屬의 은띠복 (*Pleuranacanthus sceletus*)은 꼬리지느러미 형태가 밀복屬 어류와 마찬가지로 가랑이형을 하고 있어 비슷하였다 (Fig. 6, F).

要 約

참복과 (Tetraodontidae) 어류의 외부형태 형질 가운데 嗅覺器官, 옆줄, 皮膚棘, 體形 및 體色의 특징을 조사하기 위하여, 1989년 9월부터 1994년 7월까지 우리나라 20개 지점에서 10屬 27種의 표본을 채집하여 관찰한 결과는 다음과 같다.

1. 참복과 어류 가운데 참복屬 (*Takifugu*), 밀복屬 (*Lagocephalus*), 은띠복屬 (*Pleuranacanthus*), 불룩복屬 (*Spheoides*) 및 대치복屬 (*Feroxodon*) 어류의 쿡구명은 2개이며, 수지복屬 (*Ephippion*)과 청복屬 (*Canthigaster*) 어류는 1개이고, 반면에 별복屬 (*Boesemanichthys*), 꺼끌복屬 (*Arotbron*) 및 첼로복屬 (*Chelonodon*) 어류는 없다.
2. 밀복屬, 불룩복屬, 별복屬, 꺼끌복屬 및 대치복屬 어류의 옆줄은 몸의 옆쪽에 단지 1열로 잘 발달되어

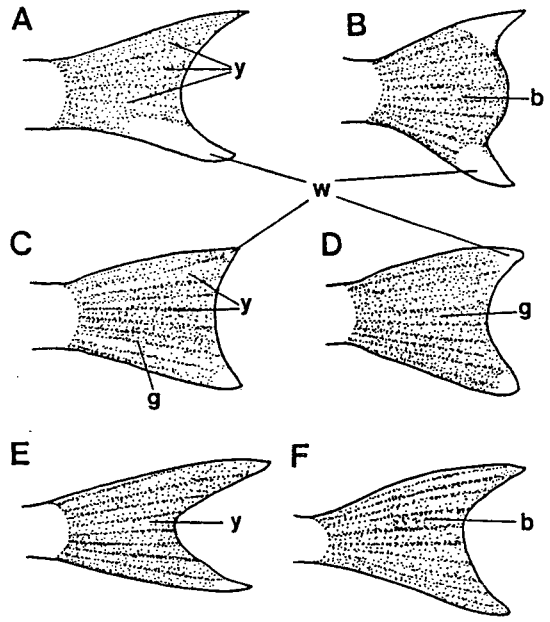


Fig. 6. Spapes and color of caudal fin of the species of the genus *Lagocephalus* and *Pleuranacanthus* fishes. b: black; g: gray; w: white; y: yellow; A: *Lagocephalus lunaris*; B: *Lagocephalus gloveri*; C: *Lagocephalus wheeleri*; D: *Lagocephalus inermis*; E: *Lagocephalus laevigatus*; F: *Pleuranacanthus sceletus*.

있으며, 참복屬과 은띠복屬 어류는 2열이고, 첼로복屬과 수지복屬 어류는 꼬리자루 부분에서 2열로 융합되어 있다.

3. 청복屬 어류는 옆줄 및 嗅覺器官의 형태가 참복과의 다른 屬 어류와 많은 차이를 보여 구별되었다.
4. 수지복 (*Ephippion guttifer*)의 皮膚棘은 비늘이 완전하게 변형되어 등쪽과 옆쪽의 것은 딱딱한 나무껍질 모양을 하며, 꼬리쪽의 것은 긴 막대기 모양으로 특이하였다.
5. 皮膚棘을 가지고 있는 種은 22種으로 밀복屬 어류와 참복屬의 까칠복 (*Takifugu stictonotus*) 및 꺼끌복屬 (*Arotbron*)의 꺼끌복 (*A. stellatus*)의 皮膚棘은 등쪽의 것보다 배쪽의 것이 크고, 첼로복 (*Chelonodon patoca*)과 청복 (*Canthigaster rivulata*)은 등쪽의 皮膚棘의 뿌리가 3개이었다.
6. 밀복屬 어류의 대부분은 皮膚棘을 등쪽과 배쪽에 가지고 있으나, 민밀복 (*L. inermis*)은 몸 전체에 皮膚棘이 없는 점에서 밀복 (*L. lunaris*), 은밀복 (*L. wheeleri*), 흑밀복 (*L. gloveri*) 및 은민밀복 (*L. laevigatus*)과 區別된다.

감사의 글

바쁘신 중에도 논문을 상세하게 읽어주시고, 교정하여 주신 부경대학교 홍성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.

참 고 문 헌

- Abe, T. 1949. Taxonomic studies on the puffers (Tetraodontidae, Teleostei) from Japan and adjacent regions-V. Synopsis of the puffers from Japan and adjacent regions. Bull. Biogr. Soc. Japan, 14, 1~15, 89~140.
- 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. and O. Tabeta. 1984. Pufferfishes available in Japan. An Illustrated Guide to Their Identification. Chuouhouki Publ. Co. Tokyo, 85 pp. (in Japanese).
- Fraser-Brunner, A. 1943. Notes on the plectognath fishes, VIII. The classification of the suborder Tetraodontodea, with a synopsis of the genera. Ann. Mag. Hist. Ser., 10 (11), 1~18.
- Gosline, W.A. 1965. Teleostean phylogeny. Copeia, 1965, 186~194.
- Greenwood, P.H., D.E. Rosen, S.H. Weitzman, and G.S. Myers. 1966. Phyletic studies of teleostean fishes with a provisional classification of living forms. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 131, 339~456.
- Hardy, G.S. 1983. Revision of Australian species of *Torquigener* Whitley (Tetraodontiformes: Tetraodontidae), and two new generic names for Australian puffer fishes. J. Roy. Soc. New Zealand, 13, 1~48.
- Jordan, D.S. 1917~1923. "The Genera of Fishes" (4 pts.) and "A Classification of Fishes" (1pts.). Stanford University Press, Stanford, (1963 reprint), 800 pp.
- Kim I.S. and W.O. Lee. 1990. Synopsis of the suborder Tetraodontodei (Pisces: Tetraodontiformes) from Korea. Korean J. Ichthyol., 2 (1), 1~27 (in Korean).
- Kim Y.S. and Y.U. Kim, 1985. Comparative osteology and body form of Tetraodontidae fishes. Bull. Nat'l. Fish. Univ. Pusan 25, 1~25 (in Korean).
- 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., Plates, 321~334 pp., 370 p.
- Nelson, J. S. 1994. Fishes of the World (3rd ed.). John Wiley & Sons, New York, 550 pp.
- Regan, C. T. 1902. On the classification of the fishes of the suborder Plectognathi, with notes and descriptions of new species from specimens in the British Museum collection. Proc. Zool. Soc. Lond., 1902 (2), 284~303.
- Shipp, R. L. 1974. The pufferfishes (Tetraodontidae) of the Atlantic Ocean. Publ. Gulf. Coasts Res. Lab. Mus., 4, 1~162.
- Tyler J.C. and J.R. Paxton. 1979. New genus and species of pufferfish (Tetraodontidae) from Norfolk Island, Southwest Pacific. Bull. Mar. Sci., 29 (2), 202~215.
- 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.
- 藤田失郎. 1962. 日本産主要フグ類の生活史と養殖に關すね研究. 長崎水試論文集. 第2集, 121 pp. 40 pls.

1997년 8월 12일 접수

1998년 5월 2일 수리