

인도네시아 아라푸라해의 하스돔속 *Pomadasy* (하스돔과, 농어목) 어류 3종의 섭이 구조

이장욱 · 김용억* · 백철인 · 김종빈 · 김진구* · 황선재

국립수산진흥원 원양자원과 · *부경대학교 해양생물학과

1996년 3월 인도네시아 아라푸라해에서 채집된 하스돔속(*Pomadasy*) 어류 3종을 대상으로 그들의 악골, 새파 및 인두골을 조사하였다.

전상악골 상행돌기를 두장에 대한 백분율로 환산하면, *P. maculatus*가 25.4~27.8%로 가장 크며, *P. kaakan*은 21.6~23.3%, *P. argyreus*는 15.3~21.0% 범위에 속한다. 전상악골 상행돌기를 전상악골에 대한 백분율로 환산하면, *P. argyreus*가 54.7~72.8%로 전상악골보다 상행돌기가 작으며, *P. kaakan*은 107.8~114.9%로 상행돌기가 전상악골보다 조금 크고, *P. maculatus*는 126.7~136.7%로 상행돌기가 전상악골보다 다소 크다. *P. argyreus*의 성장 단계별 악골의 형태변화를 조사한 결과, 전상악골 상행돌기에서 증가경향을 보인다. 양턱에는 원뿔니가 띠를 형성하는데, *P. argyreus*가 가장 조잡한 형태를 보였고, *P. kaakan*은 다소 발달된 형태를, *P. maculatus*는 규칙적이고 강한 원뿔니가 조밀하게 나 있다. 인두치는 턱니보다 크고 굵은 원뿔니 및 바늘 모양의 날카로운 이빨을 가지는데, *P. argyreus*는 *P. kaakan*과 *P. maculatus*보다 바늘 모양의 이빨이 더 많다. 새파는 *P. maculatus*와 *P. kaakan*에서는 18~19개로 길이는 짧고 다소 굵은 반면에, *P. argyreus*는 22~24개로 길이가 길고 가늘다.

서 론

어류의 행동학적 측면에서 섭이와 관련된 형태학적 특징들은 고도의 다양성을 나타내며(Yamaoka, 1987), 윗턱의 신출은 경골어류를 성공적으로 진화시킨 열쇠로 간주된다(Alexander, 1967). 어류의 섭이 구조를 통해 그들의 생태 및 진화의 정도를 역추정하는 일은 대단히 흥미로운 연구임에도 불구하고, 지금까지 보고된 바는 적다.

섭이 구조에 대한 연구로는 경골어류의 신출 가능한 턱의 기능과 기작(Alexander, 1967), 놀래기류의 인두골 구조(Yamaoka, 1978), centrarchid와 anabantoid의 이빨과 섭이 사이의 유연관계(Gosline, 1985), 망상어과 어류의 인두골 형태와 운동(Liem, 1986), 고등한 경골어류의 턱구조와

운동(Gosline, 1987), 생태형태학을 통한 계통분류학과 생물역학의 접근(Westneat, 1995), 큰 입을 가진 세 어류 집단의 섭이와 관련된 구조(Gosline, 1996) 등의 단편적인 보고가 있으며, 국내에서는 치악산 계류에 서식하는 독중개의 식성(Byeon et al., 1995)에서 식성과 관련된 섭이 구조의 간단한 언급만이 있을 뿐이다.

저서성 어류인 하스돔속(*Pomadasy*) 어류는 작은 물고기나 새우류를 주로 섭이하는데(Fischer and Whitehead, 1974), 이들은 비교적 작은 이빨을 가진 반면에 강한 인두치를 가지고 있어(Munro, 1967), 그들의 섭이 구조에 대한 관심이 높은 반면에 턱의 구조 및 인두치의 형태에 대한 조사는 전무한 실정이다.

따라서, 본 연구의 목적은 인도네시아 아라푸라

해역에서 채집된 하스돔속 어류 3종의 악골, 새파 및 인두골을 비교함으로써, 동일 지역 내에서 섭이 경쟁을 피하기 위하여 어떻게 형태적 분화가 이루어졌는지를 살펴보고자 한다.

격의 명칭은 Kim(1989)과 Yamaoka(1987)를 부분적으로 따랐다.

결 과

재료 및 방법

본 실험에 사용된 재료는 1996년 3월 인도네시아의 아라푸라해역에서 저층트롤로 채집된 하스돔속에 속하는 *Pomadasys argyreus*(54.8~120.4mm SL, 7尾), *P. kaakan*(137.1~222.3mm SL, 2尾), *P. maculatus*(124.7~188.4mm SL, 2尾)의 3종과 비교자매집단으로 통돔과의 *Lutjanus johni*(208mm SL, 1尾)을 대상으로 하였으며, 골격 조사를 위해 생체는 삶아서 채골하여, Alizarin Red S 으로 염색한 후 입체해부현미경 아래에서 관찰, 스케치하였다. 한편, 골격의 각 부위(Fig. 1)는 만능투영기를 통해 계측하였으며, 골

1. 악골(Jaw bones)

하스돔속 어류 3종의 악골의 형태는 Fig. 2에 나타내었고, 악골 각 부위의 계측치는 두장에 대한 백분율로 환산하여 Table 1, 2에 나타내었다.

(1) 전상악골(Premaxillary)

전상악골은 가장 앞쪽에 상행돌기(ascending process of premaxillary), 바로 뒤에 조금 낮게 융기된 관절돌기(articular process of premaxillary) 및 전상악골의 후반부에 조금 융기된 후상행돌기(post ascending process of premaxillary)의 3부분으로 되어 있다. *P. argyreus*는 전상악골이 상행돌기보다 다소 길며, 상행돌기는 두장의 15.3~21.0%에 달했다. *P. argyreus*를 체장 54.8mm, 72.0mm, 78.2mm, 106.7mm, 120.4mm의 5단계로 나누어 성장단계별 악골의 각 부위를 두장에 대한 백분비로 환산하면, 상행돌기에서 증가경향을 보였고, 상행돌기를 전상악골에 대한 백분율로 환산하면 증가하는 경향이 보다 분명하게 나타난다. 상행돌기의 윗가장자리는 비교적 넓고 뭉툭하며, 전상악골의 후반부에는 상행돌기의 절반 크기의 후상행돌기가 있다. 전상악골의 배쪽 가장자리를 따라 바깥쪽으로 1열의 조잡한 원뿔니(conical teeth)가 규칙적으로 나 있으며, 안쪽으로는 2~3열 가량의 융모치(villiform teeth)가 있다. *P. maculatus*는 전상악골이 상행돌기보다 다소 짧으며, 상행돌기는 두장의 25.4~27.8%에 달했다. 관절돌기는 윗가장자리가 비교적 좁고, 전상악골의 후반부에는 후상행돌기가 없다. 전상악골의 배쪽에는 바깥쪽으로는 2열의 큰 원뿔니가 규칙적으로 나 있으며, 안쪽으로는 바늘 모양의 이빨이 줄지어 있다. 전상악골의 후방으로 갈수록 이빨의 배치가 바깥쪽에서 안쪽으로 이동하는 경향을 나타낸다. *P. kaakan*은 전상악골이 상행돌기보다 다소 짧으며, 상행돌기는 두장의 21.6~23.3%에 달했다. 관절돌기는 윗가장자리가 비교적 뾰족하며, 후상행돌기는 없다. 전상악골의 배쪽에는 바깥쪽으로 1

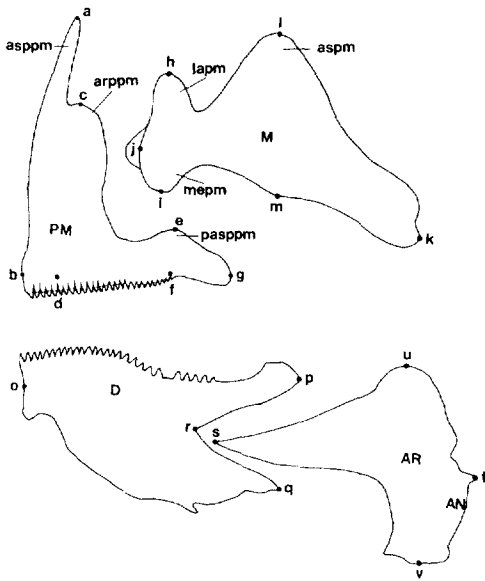


Fig. 1. Measurements diagram of jaw bones. AN, Angular ; AR, Articular ; D, Dentary ; M, Maxillary ; PM, Premaxillary ; arppm, articular process of premaxillary ; aspm, ascending process of maxillary ; asppm, ascending process of premaxillary ; lapm, lateral process of maxillary ; mepm, medium process of maxillary ; pasppm ; post ascending process of premaxillary ; a - b, height of asppm ; c - d, height of arppm ; e - f, height of pasppm ; b - g, length of PM ; j - k, length of M ; l - m, height of aspm ; o, p, length of D ; s - t, length of AR.

열의 다소 강한 원뿔니가 나 있으며 안쪽으로는 4~5열의 바늘 모양의 이빨이 띠를 형성하는데 후방으로 갈수록 이빨이 안쪽으로 배치되는 경향을 나타내었다.

(2) 주상악골 (Maxillary)

주상악골의 전단부는 컵 모양으로 되어 전상악골 관절돌기의 뒷가장자리로 삽입될 수 있는데, 측면돌기(lateral process of maxillary), 중앙돌기(medium process of maxillary) 그리고 상행돌기(ascending process of maxillary)의 3부분으로 구성되어 있다. *P. argyreus*는 전단부의 측면돌기 및 중앙돌기의 발달 정도가 다소 떨어져서, 상행돌기는 흔적적인데 두장의 6.9~8.7%에 달한다. 한편, *P. maculatus* 및 *P. kaakan*은 측면돌기 및 중앙돌기의 전단부가 무디고 두꺼우며, 상행돌기가 현저하게 융기된 형태를 나타내는데 *P. maculatus*는 두장의 13.2~16.2%, *P. kaakan*은 두장의 10.4~11.7%에 달한다.

(3) 치골 (Dentary)

하악의 전반부를 차지하는 뼈로, 등쪽으로 수많은 원뿔니가 나 있지만 윗턱보다는 비교적 가늘고 짧다. *P. argyreus*의 경우 치골은 전상악골과 비슷한 크기이며, 앞쪽의 이빨은 3~4열 정도이지만 뒤쪽으로 갈수록 줄어들어 후단에는 1열로 된다. *P. maculatus*는 치골이 전상악골보다 다소 길며, 앞쪽에는 길고 가느다란 원뿔니가 띠를 형성하지만 뒤쪽으로는 1열의 짧고 강한 원뿔니가 4~5개가 나 있다. *P. kaakan*은 치골이 전상악골보다 조금 길며, 앞쪽에는 가늘고 긴 원뿔니가 치대를 형성하지만 뒤쪽으로는 1열의 짧고 강한 원뿔니가 5~6개가 나 있다.

(4) 관절골 (Articular)

관절골은 치골의 바로 뒤에 위치하는 뼈로, 전단부가 칼날처럼 뾰족하여 치골의 뒷가장자리로 삽입된다. *P. argyreus*는 뒷가장자리가 비교적 뾰족하며 관절골과 치골이 거의 같은 크기이다. 한편, *P. maculatus*는 뒷가장자리가 둥글며 관절골과 치골이 거의 같지만, *P. kaakan*은 뒷가장자리가 비스듬히 각이 져 있고 관절골이 치골보다 조금 길다.

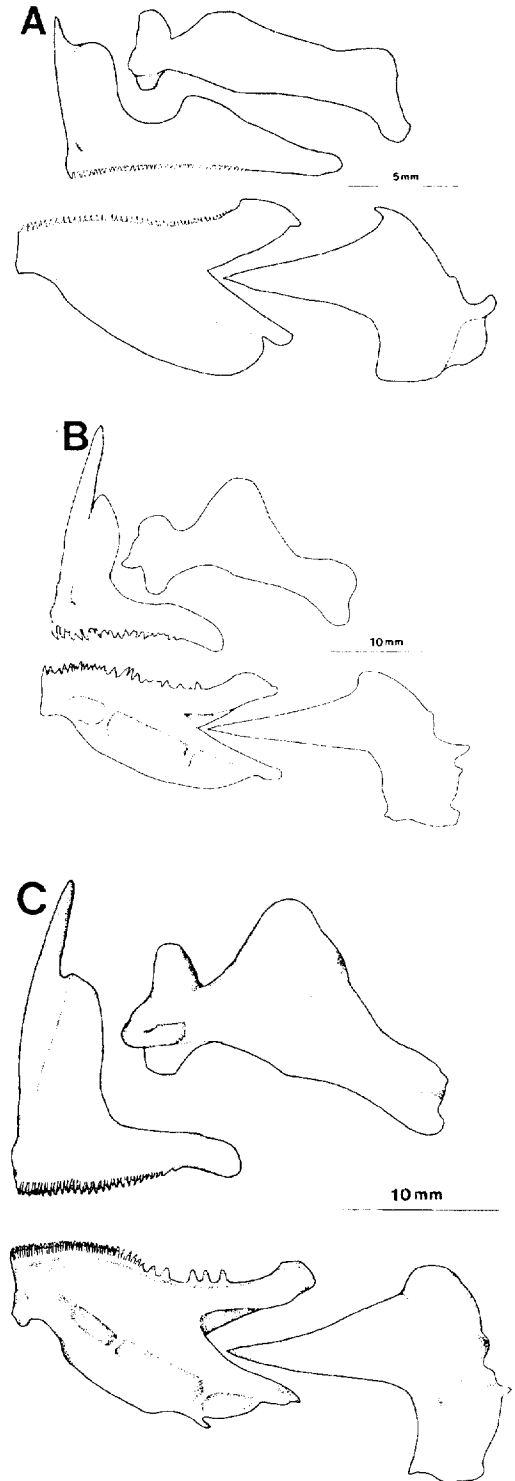


Fig. 2. Jaw bones of *Pomadasys*. A, *P. argyreus*; B, *P. kaakan*; C, *P. maculatus*.

2. 새파 (Gill rakers)

아가미의 첫번째 새궁(gill arch)의 새파는 *P. maculatus*가 $5 + 1 + 12 = 18$ 로 가장 적고, *P. kaakan*은 $6 + 1 + 12 = 19$ 로 1개 더 많으며, *P. argyreus*는 $7 \sim 8 + 1 + 14 \sim 15 = 22 \sim 24$ 로 가장 많은 새파수를 가진다. 한편, 새파의 형태에서 *P. maculatus*와 *P. kaakan*은 새파의 길이가 짧고 굵은 반면에, *P. argyreus*는 길고 가늘다(Fig. 3).

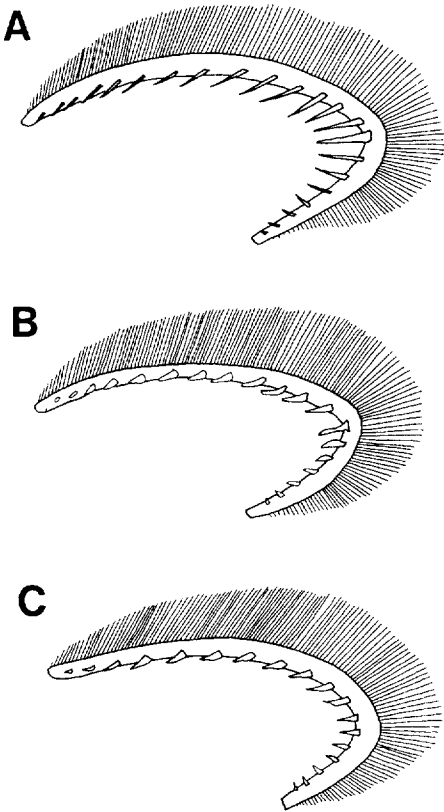


Fig. 3. Gill rakers of *Pomadasys*. A, *P. argyreus*; B, *P. kaakan*; C, *P. maculatus*.

3. 인두골 (Pharyngeal bones)

인두골은 1쌍의 상인두골(upper pharyngeal bone) 및 2쌍의 하인두골(lower pharyngeal bone)로 구성되어 있다. 하스돔속 어류 3종은 모두 비슷한 형태를 나타내지만, 인두골에 나 있는 이빨의 모양은 다소 차이를 보인다. 하인두골의 안쪽에

는 턱니보다 강한 원뿔니가 촘촘하게 나 있지만, 바깥쪽으로는 가늘고 끝이 뾰족한 바늘 모양의 이빨이 있다. 한편, 상인두골은 2개의 골편으로 구성되어 있는데, 앞쪽에 위치하는 큰 골편에는 하인두치보다 더 큰 원뿔니가 나 있는 반면에 뒤쪽에 위치하는 작은 골편에는 끝이 날카로운 바늘 모양의 이빨이 조밀하게 나 있다. 상인두치는 하인두치보다 발달된 형태를 나타내는데 *P. argyreus*에서는 나머지 2종에서보다 하인두골에 바늘 모양의 이빨이 더 많다(Fig. 4).

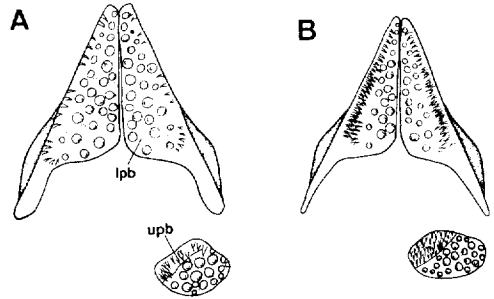


Fig. 4. Pharyngeal bone of *Pomadasys*. A, *P. maculatus*, *P. kaakan*; B, *P. argyreus*. lpb, lower pharyngeal bone; upb, upper pharyngeal bone.

고찰

경골어류가 무엇을 어떻게 먹느냐의 관점에서 볼 때, 먹이는 직접적으로 이빨의 모양과 배열에 영향을 주지만, 어떻게 먹느냐는 것은 대체로 턱의 구조와 운동에 관계한다(Gosline, 1987).

지금까지 알려진 바로는 하스돔속 어류는 저서성 어류로 바닥에 서식하는 작은 물고기나 새우류를 먹는 것으로 보고되어 있는데(Fischer and Whitehead, 1974), 본 조사 기간 동안 채집된 하스돔속 어류 3종은 어획될 당시 함께 끌린 진흙으로 추정되는 검은 색깔의 니질을 위에 가득 담고 있었기 때문에 중간 먹이습성을 비교하기란 어려웠다.

Munro(1967)는 뉴기니아 근해에 서식하는 하스돔과 어류 3종의 형태, 체색 및 검색에 대한 보고에서, 하스돔과 어류는 통돔류와 달리 미약한 턱니와 강한 인두치를 가지며, 턱의 신출 정도가 적

Table 1. Measurements of upper jaw bones of three species in the genus *Pomadasys*

Species	<i>P. argyreus</i>	<i>P. kaakan</i>	<i>P. maculatus</i>
Number of specimens	7	2	2
Standard length(mm)	54.8~120.4	137.1~222.3	124.7~188.4
Head length(mm)	20.6~44.4	47.7~81.8	42.5~62.2
Percentages to the head length			
Premaxillary	27.1~31.1	18.8~21.6	18.6~22.0
Ascending process of premaxillary	15.3~21.0	21.6~23.3	25.4~27.8
Articular process of premaxillary	11.8~16.2	14.3~15.3	18.4~18.6
Post-ascending process of premaxillary	6.1~7.8	3.1~3.4	4.0~4.5
Maxillary	28.0~30.4	23.3~26.6	26.4~30.5
Ascending process of maxillary	6.9~8.7	10.4~11.7	13.2~16.2

Table 2. Measurements of upper jaw bones of *Pomadasys argyreus* with growth

Measurements	<i>Pomadasys argyreus</i>				
Standard length(mm)	54.8	72.0	78.2	106.7	120.4
Head length(mm)	20.6	26.2	30.1	38.5	44.4
Percentages to the head length					
Premaxillary	31.1	27.1	29.2	29.6	28.2
Ascending process of premaxillary	17.0	15.3	17.6	18.4	21.0
Articular process of premaxillary	14.1	11.8	14.0	15.3	16.2
Post-ascending process of premaxillary	7.8	6.1	6.3	6.8	7.0
Maxillary	28.0	28.2	28.6	30.4	29.7
Ascending process of maxillary	8.7	6.9	8.3	7.5	8.3
Percentage to the premaxillary					
Ascending process of premaxillary	54.7	56.3	60.2	62.3	72.8

다고 언급한 바 있는데, 실제로 본 조사에서 하스돔속 3종은 약한 턱니와 강한 인두치를 가지는 점에서 Munro(1967)와 잘 일치하지만, 하스돔속 3종 가운데 턱니가 가장 조잡한 *P. argyreus*가 나머지 2종보다 발달된 바늘모양의 상인두치를 가져 추후 식성 조사를 통해 종합적인 비교 검토가 요망된다.

Gosline (1985)은 이빨의 모양과 배열에 관한 보고에서, 검정우럭과 어류와 anabantoids 어류에서 나타나는 3번째 기새골과 부설골의 날카로운 이빨이 일단 구강으로 들어온 단단한 껍질을 가진 활동적인 특정 먹이를 붙잡아 두는데 상당히 적응된 형태라고 설명하였다. 하스돔속 어류의 경우 부설골과 3번째 기새골에 어떠한 이빨의 흔적도 없으며 입이 작기 때문에 대형갑각류나 민첩한 먹이를 포획하기에 적합하지 않으며, 일단 포획된 먹이는 구강 내에 오랫동안 머물지 않는 것으로 생각된다.

경골어류가 성공적으로 진화할 수 있었던 것은 윗턱의 신출가능한 구조에 있는데(Schaefer and

Rosen, 1961 ; Liem, 1970 ; Liem and Osse, 1975), 먹이 사냥에 윗턱을 구성하는 전상악골과 주상악골이 어떤 형태로 적응되는지에 대한 연구가 일부 학자들에 의해서 진행되어 왔다.

Yamaoka(1987)는 키크리과(Cichlidae) 어류의 턱의 형태와 섭이 행동을 비교하면서 섭이 형태를 5가지 패턴으로 나누었는데, 키크리과 어류의 이빨은 성장하면서 1갈래에서 2갈래, 다시 2갈래에서 3갈래로 말단부가 갈라지는 경향을 나타내며, 이것은 그들이 주로 바위 표면에 나 있는 조류를 뜯어 먹기 때문이라고 하였다.

Barel(1983)은 기다란 전상악골 상행돌기는 윗턱의 운동성을 높여주고 윗턱이 전방으로 용이하게 신출될 수 있도록 적응된 형태라고 언급한 바 있다. 즉, 기다란 전상악골 상행돌기는 윗턱의 용이한 신출을 위한 적응이지, 먹이를 단단히 씹기 위한 적응은 아니라는 것이다. 하스돔속 어류 3종의 경우, *P. kaakan* 및 *P. maculatus*에서는 상행돌기(21.6~23.3% HL, 25.4~27.8% HL)가 전상

악골(18.8~21.6% HL, 18.6~22.0% HL)보다 다소 길게 나타났지만, *P. argyreus*에서는 전상악골(27.1~31.3% HL)이 상행돌기(15.3~21.0% HL)보다 길게 나타나 서로 다른 2가지 섭이 형태의 존재 가능성을 생각할 수 있다. 즉, 전자가 후자보다 윗턱의 신출성이 우수하다고 생각할 수 있는데, 윗턱이 신출되지 않는 대표적인 어류인 삼치속(*Scomberomorus*) 어류의 윗턱을 보면 전상악골 상행돌기가 짧은 반면에, 상당히 긴 전상악골을 가지고 있어 위의 가설을 뒷받침하여 준다.

Liem and Osse(1975)는 저서섭이자에 대하여, 확장된 주상악골의 측면돌기 및 중앙돌기는 윗턱이 안정적으로 많이 신출될 수 있도록 해준다고 하였다. 즉, 주상악골의 측면돌기와 중앙돌기가 발달할수록 윗턱이 안정적으로 많이 신출될 수 있는 것이다. 이러한 형태발달은 생태적 측면 즉 섭이 행동에서 고도로 적응된 형태를 시사한다. 본 조사에서는 *P. maculatus* 및 *P. kaakan*이 *P. argyreus*보다 훨씬 발달된 주상악골 측면돌기와 중앙돌기를 가지고 있어 전자가 후자보다 윗턱의 안정적인 신출이 용이한 것으로 생각된다.

Gosline (1980)은 하등경골어류로 생각되는 *Aulopus*속 어류와 cyprinoid ostariophysines에서 나타나는 두가지 섭이 기구를 설명하는 과정에서, 초기에 윗턱의 신출은 먹이를 단단히 씹을 수 있도록 하고, 모래 속의 먹이나 멀리 떨어진 먹이를 흡입하는 형태의 시스템으로 간주하였다. 하스돔속 어류는 저서성 어류로(Fischer and Whitehead, 1974), 니질 속의 먹이를 흡입 시스템으로 취할 수도 있겠지만 그러기 위해서는 숭어와 마찬가지로 입을 벌릴 때 최대한 넓은 공간을 확보할 수 있어야 할 것이다. 그러나, 하스돔속 어류는 좌우 전상악골의 앞 가장자리가 서로 단단하게 결합되어 있어 입을 벌릴 때 폭은 넓지 않고 결과적으로 강력한 흡입 시스템에 의한 먹이 확보는 어려울 것이다.

Liem and Osse(1975)는 아프리카의 키크리과 어류에서 발견되는 매우 짧은 전상악골 상행돌기는 강력하고 안정된 adductor 시스템과 입을 넓게 그리고 보다 다양한 크기로 벌릴 수 있는 능력을 가져다 주어 그 결과 턱이 먹이 포획 당시에 먹이에

대한 깊은 상처를 줄 수 있다고 보고한 바 있는데, 하스돔속 3종 가운데 비교적 짧은 전상악골 상행돌기를 가지는 *P. argyreus*가 나머지 2종보다 구강 내에서의 턱니에 의한 먹이 분쇄가 유리할 것으로 생각된다.

Byeon *et al.*(1995)은 독중개의 식성에 관한 보고에서, 새파수가 적고 끝이 날카로운 가시로 변형된 새파는 큰 동물성 먹이를 섭취하는데 적합한 형태로 보고하였다. 하스돔속 어류 3종의 새파는 *P. argyreus*가 가늘고 긴 새파를 가지는 반면, *P. maculatus*와 *P. kaakan*은 짧고 뚱뚱한 형태의 새파를 나타내었으며(Fig. 3), 인도치의 형태에서는 *P. argyreus*가 여과섭이자인 노랑자리돔(Kim *et al.*, 1994)과 동일하게 바늘모양의 이빨을 가지는 데, 나머지 2종과 비교해서 더욱 많이 가지는 것으로 나타나 (Fig. 4) 식성에서 차이가 있을 것으로 생각되므로, 추후 하스돔속 어류 3종의 위내용물 조사가 요망된다.

하스돔속 어류 3종을 유사과 어류인 통돔과(*Lutjanidae*)의 *Lutjanus johni*와 비교했을 때 *L. johni*는 낮은 전상악골 상행돌기, 관절돌기, 비교적 높게 융기된 전상악골 후상행돌기를 가지는 데 이들 특징은 강한 유영성의 전갱어류(Gushiken, 1988)와 고등어류(Starks, 1910)의 턱뼈와 유사하지만 전상악골 앞끝 부위에 나타나는 날카롭고 강한 3개의 송곳니는 다소 차이를 보인다. 이러한 점으로 *L. johni*는 비교적 활발히 유영하는 동시에 어식성의 습성을 가진 어류임을 알 수 있다. 한편, 하스돔속 3종과 비교했을 때, *P. argyreus*가 가장 소형종임에도 불구하고 악골의 형태가 *L. johni*와 가장 닮은 형태를 띠어 주목되었다.

인도네시아 아라푸라해역의 동일지역에서 서식하는 하스돔속 어류 3종의 악골, 인두골 및 새파를 조사한 결과, *P. argyreus*가 나머지 두종과 다른 형태를 나타내어 다른 식성을 가지는 것으로 생각된다.

어류의 섭이 구조는 무엇을 어떻게 먹느냐에 따라 결정되기 때문에 앞으로는 식성이 밝혀진 어류를 대상으로 활발한 골학적 및 근육학적 조사가 이루어져야겠다. 이와 같이, 어류의 형태학적 특징을 통해 생태학적으로 접근하려는 시도는 어류를 보

다 폭넓게 이해하는데 있어 중요한 단서를 제공해 줄 것이다.

인 용 문 헌

- Alexander, R. McN. 1967. The functions and mechanism of the protrusible upper jaws of some acanthopterygian fish. *J. Zool.*, London 151 : 43~64.
- Barel, C. D. N. 1983. Towards a constructional morphology of cichlid fishes (Teleostei, Perciformes). *Neth. J. Zool.*, 33(4) : 357~424.
- Byeon, H. K., H. S. Sim, J. S. Choi, Y. M. Son, J. K. Choi and S. R. Jeon. 1995. Feeding habit of the river sculpin, *Cottus poecilopus* from the streams at Mt. Chiak, Korea. *Korean J. Ichthyol.* 7(2) : 160~170.
- Fischer, W. and P. J. P. Whitehead. 1974. Rome, FAO, pag. var. FAO species identification sheets for fishery purposes. Eastern Indian Ocean (fishing area 57) and West Central Pacific (fishing area 71) Vol. 1~4.
- Gosline, W. A. 1980. The evolution of some structural systems with reference to the interrelationships of modern lower teleostean fish groups. *Japan. J. Ichthyol.* 27(1) : 1~28.
- Gosline, W. A. 1985. A possible relationship between aspects of dentition and feeding in the centrarchid and anabantoid fishes. *Environmental Biology of Fishes* 12(3) : 161~168.
- Gosline, W. A. 1987. Jaw structures and movements in higher teleostean fishes. *Japan. J. Ichthyol.* 34(1) : 21~32.
- Gosline, W. A. 1996. Structures associated with feeding in three broad - mouthed, benthic fish groups. *Environmental Biology of Fishes* 47 : 399~405.
- Gushiken, S. 1988. Phylogenetic relationships of the Perciform genera of the family Carangidae. *Japan. J. Ichthyol.* 34(4) : 433~461.
- Kim, Y. U. 1989. Introduction of Ichthyology. Taehwa Pub. Co. Pusan. 270 pp.
- Kim, Y. U., J. R. Ko and J. K. Kim. 1994. New record of the damselfish, *Chromis analis* (Pisces : Pomacentridae) from Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.* 27(2) : 193~199.
- Liem, K. F. 1970. Comparative functional anatomy of the Nandidae (Pisces : Teleostei). *Fieldiana. Zool.* 56 : 1~166.
- Liem, K. F. 1986. The pharyngeal jaw apparatus of the Embiotocidae (Teleostei) : A functional and evolutionary perspective. *Copeia* 1986(2) : 311~323.
- Liem, K. F. and J. W. M. Osse. 1975. Biological versatility, evolution and food resource exploitation in African cichlid fishes. *Amer. Zool.* 15 : 427~454.
- Munro, I. S. R. 1967. The fishes of New Guinea. Department of Agriculture, Stock and Fisheries, Port Moresby. New Guinea 651 pp.
- Schaeffer, B. and D. E. Rosen. 1961. Major adaptive levels in the evolution of the actinopterygian feeding mechanism. *Amer. Zool.* 1 : 187~204.
- Starks, E. C. 1910. The osteology and mutual relationships of the fishes belonging to the family Scombridae. *J. Morph.* 21 : 77~99.
- Westneat, M. W. 1995. Phylogenetic systematics and biomechanics in ecomorphology. *Environmental Biology of Fishes* 44 : 263~283.
- Yamaoka, K. 1978. Pharyngeal jaw structure in labrid fish. *Pub. Seto Mar. Bio. Lab.* XXIV(4/6) : 409~426.
- Yamaoka, K. 1987. Comparative osteology of the jaw of algal - feeding cichlids (Pisces, Teleostei) from Lake Tanganyika. *Rep. Usa Mar. Bio. Inst.* 9 : 87~137.

Feeding Structures of Three species in the Genus *Pomadasys* (Pomadasyidae, Pisces) from the Arafura Sea of Indonesia

Jang - Uk Lee, Yong Uk Kim*, Chul - In Baik, Jong - Bin Kim, Jin Koo Kim*,
and Seon - Jae Hwang

National Fisheries Research and Development Institute

*Department of Marine Biology, Pukyong National University

Structures of jaw bones, gill rakers and pharyngeal bones of the three *Pomadasys* species collected from Arafura sea of Indonesia in May 1996 were described and illustrated to compare between species.

The percentage of ascending process of premaxillary to head length was 21.6~23.3% in *Pomadasys kaakan*, 25.4~27.8% in *P. maculatus* and 15.3~21.0% in *P. argyreus*. The percentage of ascending process of premaxillary to premaxillary was 54.7~72.8% in *P. argyreus*, 107.8~114.9% in *P. kaakan* and 126.7~136.7% in *P. maculatus*. The ascending process of premaxillary of *P. argyreus* showed a tendency to increase as fish grow. Each jaw in all three grunters had a row of conical teeth exteriorly, but 1 to 5 rows of niddle like teeth interiorly. Among the three species examined, *P. maculatus* showed the most developed teeth. Pharyngeal bone, appeared to be stronger than jaw teeth, contained dense needle like teeth in *P. argyreus*, where as that in *P. kaakan* and *P. maculatus* had long and slender teeth exteriorly but thicker interiorly. Gill rakers of *P. kaakan* and *P. maculatus* are short, but those of *P. argyreus* are long.