

잉어科 (Cyprinidae) 어류의 鱗相

Cyprininae의 특성에 대하여

楊 洪 準

(慶北大學校 師範大學)

THE PHASE OF SCALES IN CYPRINID FISHES

A Study of Morphological Characteristics of Cyprininae Fish Scales

by

Hong Jun YANG

(Kyungpook Univ. Teacher's College)

The general morphological characteristics of scales on the body surface in Cyprininae fishes can be summarized as follows:

- 1) The lentic and lotic habitats have no relation to the phase of scales.
- 2) The scales in the anterior body parts have transverse diameters longer than their longitudinal diameters: in the posterior body parts, the opposite holds true.
- 3) The scales having the largest diameters, both longitudinal and transverse, are the lateral line scales.
- 4) The position of the focus on each scale move posteriorly as the scale grows. In other words, the forward growth of the scales exceeds the backward.
- 5) The number of ridges in each scale is in proportion to longitudinal diameter.
- 6) In *Cyprinus*, the scales on the middle part of the body surface have more grooves than those on the other parts.

All scales on this species commonly show incompleated grooves on the anterior and posterior areas, but the lateral area lacks grooves entirely.

7) In *Carassius*, there are more completed grooves than incompleated grooves. All grooves are arranged in radial patterns on the scales.

서 論

어류 비늘의 네 가지 기본형중에서 cycloid scale은 어족의 유연 관계에 따라 다소간 형태적 차이를 나타내고 있는데 이들의 특성은 어족의 계통 분류 및 비교 형태학적인 면에서 그 중요성이 입증되는 것은 물론 생태학적인 면에서도 중요한 의의를 가지고 있음에 대하여 필자 (양홍준, 1969)는 앞서 논한 바 이다.

어류의 비늘에 관한 연구는 Hoffbauer에 의하여 *Cyprinus carpio*의 비늘에서 annual ring을 발견함으로써부터

시작된 이래로 물고기의 비늘에 대한 형태, 생리 및 생태적인 연구로서 Chu('35), Cating('53), Wallin('57), Kobayashi('58) 및 Yamada('61) 등 많은 학자들에 의해 조사 보고되어 왔었다. 그러나 아직껏 어류의 비늘로서 계통 분류학적인 조사가 없던 차 필자는 이미 밝혀진 어류 비늘의 네 가지 기본 형태중 cycloid scale이 어족의 유연 관계에 따라 약간의 형태적 차이를 나타내고 있음을 알고 본 조사에 착수했다.

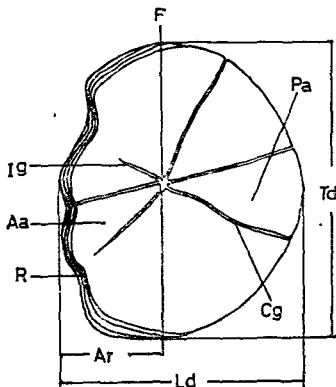
cycloid scale을 가진 어족은 지금까지 보고된 바로서 Megalopidae, Cyprinodontidae, Salmonidae, Plecoglossidae 등 약 27파로 알려져 있으나, 필자는 이들중에서도 담수 생태계에서 흔히 볼 수 있고, 또 인간과의 관계가 가장 깊은 Cyprininae의 어류로서 본 실험을 시도했으며, 앞으로 Cyprinidae에 속하는 모든 어류의 鱗相을 조사할 예정이다.

재료 및 방법

본 실험에서 사용한 재료는 낙동강 수계에서 채집된 *Cyprinus carpio*와 *Carassius carassius* 두 종이다. 재료의 채집은 생태적으로 환경 조건이 비늘의 성장에 끼칠 수 있는 영향력을 감안하여, 流水生態群으로서 수심 1.5 m 이상되는 낙동강 본류(湄川, 江倉)와 0.5m 이하의 수심을 가진 지류 금호강(永川, 半夜月) 및 靜水環境區로서 대구 근교의 연못 두 곳(복포못, 배자못)에서 채집하여 각 환경구마다 5개체씩 선택 사용했다. 그리고, 본 실험에서는 최장 110~130mm의 만 일년생을 위주로 조사했으나, 어체의 성장에 따른 비늘의 형태적 차이를 비교하기 위하여 예비 실험으로 중마다 체장 60~80mm의 작은 물고기도 분리 조사했다.

재료의 처리는 어체를 10% formalin에 48시간 이상 담구어 두었다가 어체의 좌측에 있는 비늘을 취했다. 어체의 좌측에는 두 종 다 같이 14개의 비늘줄이 있으나, 측면의 상하 양끝에 있는 비늘은 그 모양이 불규칙할 뿐더러 때로는 너무 작아서 측정 비교할 가치가 없다고 생각되어 제외했다. 이 실험에서는 lateral line scale row를 포함하여 아래 위의 7줄에 대한 모든 비늘을 어체에 부착된 배열 순으로 떼어 낸 다음 10%의 가성소다 용액에 두 시간 이상 담구 후 비늘에 붙어 있는 이 물질을 제거하고 차례로 slide glass에 옮겨 관찰 측정했다.

비늘의 각 부분에 대한 측정 방법은 과거 많은 학자들에 의해 여러 가지 방법으로 기술되어 왔으나, 그 중, Kobayashi(1958)의 논설이 가장 타당하다고 생각되어 필자도 그의 방법을 택했으며 (Fig. 1), 그의 부족했던 것은 필자의 편의대로 보충 측정했다.



실험 결과

실험된 모든 비늘은 anterior radius, longitudinal diameter, transverse diameter, anterior part의 ridge 수 및 groove 등을 측정 계수하여, 각 비늘마다 이들의 비례치를 통계적으로 분석했다.

Fig. 1. Diagramatic drawing of a fish scale.

Aa: Anterior area, Ar: Anterior radius, Cg: Completed groove, F: Focus, Ig: Incompleted groove, La: Lateral area, Ld: Longitudinal diameter, Pa: Posterior area R: Ridge, Td: Transverse diameter, DF: Position of the origin of dorsal fin, AF: Position of the origin of anal fin, U₁: Upper first scale row, L₁: Lower first scale row, M: Lateral line scale row.

1. Longitudinal and Transverse Diameter

어체의 각 부분에 따라 위치하는 비늘의 크기를 상대적으로 비교하기 위하여 모든 비늘의 longitudinal diameter 및 transverse diameter를 측정했다.

*C. carpio*에 있어서는 체장 110~130mm의 만 일년생으로 조사하였던 바 Fig. 2에서 보는 바와 같이 나타났는데 이것은 앞서 보고한 금붕어 (양홍준 1969)의 비늘과 같은 모양이어서 어체의 앞 부분에 있는 비늘은 앞뒤로 압축된 느낌을 주며 뒷 부분으로 갈수록 아래위로 압축되어 비늘이 앞뒤로 길어진 형태이다. 또 모든 비늘줄에서의 가장 큰 비늘은 DF보다 앞 쪽에 위치하고 있으며 尾柄部에서는 longitudinal 및 transverse diameter의 값이 반드시 교차된다.

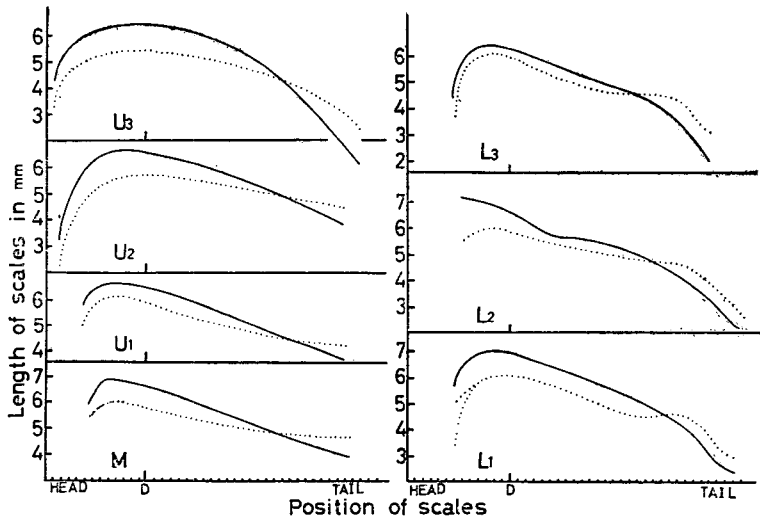


Fig. 2. Comparison between two diameters of all scales on each scale row in *Cyprinus Carpio*.

D: Indication of DF

.....: Longitudinal diameter

————: Transverse diameter

어체의 성장에 따라 비늘의 크기에 대한 변화를 조사하기 위하여 체장 60~80mm의 작은 고기로서 대조 실험을 한 결과 그 비례치에서 전자와 큰 차이가 없었다.

*C. carassius*에서도 각 비늘줄에 있어 배열 상태에 따라 조사한 결과 *C. Carpio*와 별다른 차이가 없이 어체의 앞부분에서는 transverse diameter가 길었으나 尾柄部에서는 오히려 longitudinal diameter가 더 길었다. 또 측선 비늘줄을 포함한 등쪽의 모든 비늘줄에서는 제2 비늘의 두 지름이 서로 비슷하고 여기서부터 점차 비늘이 커지는데, transverse diameter의 값은 DF를 전후하여 maximum을 이루었다가 꼬리쪽으로 갈수록 차차 그 값이 줄어들어 포물선형의 곡선을 이루나, longitudinal diameter는 전자가 maximum을 이룬 곳에서부터 미병부까지 그 값이 거의 일정하게 유지되고 있다. 등쪽의 모든 비늘줄에서 이 두 지름의 차이가 가장 심한 곳은 꼬리지느러미에 가까이 위치하는 비늘에서 볼 수 있다. 그러나, 배쪽의 세 비늘줄에서는 위와 달라, 어체의 앞 부분에 있는 비늘에서 두 지름이 현저한 차이를 나타냈는데, 특히 L₂의 제1 및 제2 비늘에서 가장 심했다. 또, 이들 비늘줄에서는 두 지름의 값이 교차되는 장소가 *C. carpio*와는 달리 훨씬 앞쪽으로 당겨져 DF를 전후하여 위치한 비늘에서 찾을 수 있다(Fig. 3).

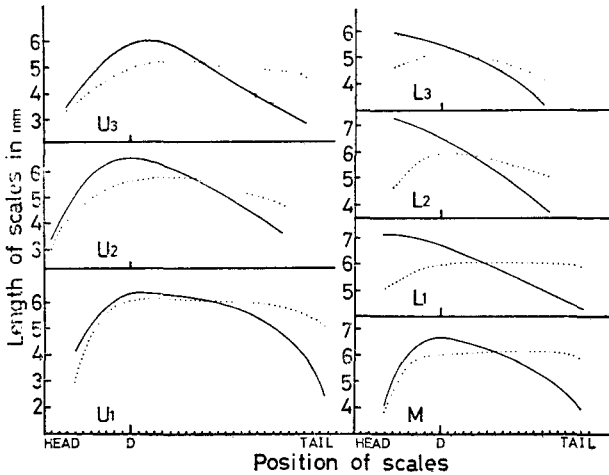


Fig. 3, Comparison between two diameters of all scales on each scale row in *Carassius carassius*.

D: Indication of DF

.....: Longitudinal diameter

————: Transverse diameter

radius로서 그 비늘 내어 비늘 위에서의 전후에 대한 위치로 나타냈다.

위의 Table에 나타낸 숫자는 각 종마다 4마리를 선정하여 각 계급에 해당되는 비늘의 수를 표시한 것이다. focus는 일반적으로 두 종 다 같이 비늘의 중심(2.0) 보다 앞쪽으로 치우쳐져 있으며, 측선 비늘줄에 가까운 비늘줄일수록 focus가 중앙으로 접근하는 비늘의 수가 많았다. 그리고, 더욱 흥미있는 것은 재생 비늘(Fig. 9-3)의 수가 각 비늘줄에 따라 다르게 나타났는데, *C. carpio*에서는 U_3 가 가장 많고, L_3 로 갈수록 점차 그 수가 줄었다. 그러나, *C. carassius*는 오히려 전자와 반대로 나타났다.

Table 1. The Average Number of the Scales According to the Position of Focus in Each Scale Row

Species	Scale row	Longitudinal diameter/Anterior radius											Examined scales, except the regenerated	
		<1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9		3.0<
<i>Cyprinus carpio</i>	U	0	1	3	6	7	10	15	5	1	4	2	2	56
	U	1	2	1	6	16	13	11	3	3	3	0	3	62
	U	0	2	12	17	8	7	7	4	3	1	1	8	70
	L	2	0	4	13	12	12	16	17	1	2	1	4	74
	L	0	2	1	8	5	16	20	10	4	3	1	6	76
	L	1	1	1	2	14	13	6	17	5	2	3	5	68
<i>Carassius carassius</i>	U	2	5	3	9	7	15	12	10	6	2	4	3	78
	U	5	6	16	9	9	6	7	2	3	2	1	3	69
	U	6	14	22	7	9	2	1	2	1	0	0	2	66
	L	2	5	3	12	7	9	3	1	2	1	0	3	48
	L	1	1	0	3	2	13	9	4	2	3	0	2	40
	L	1	1	2	1	0	5	8	7	3	2	0	1	31

2. Focus의 위치

모든 비늘은 반드시 한 개의 focus만을 가지는데, 이 focus는 비늘의 원기가 자리잡은 후 이곳에서부터 성장이 시작되는 것이다. 바꾸어 말하면, focus는 하나의 비늘에서 부분적 성장 비율에 따라 그 위치가 정해지게 되며 이것은 종에 따라 달라 어류의 계통 분류상 중요한 의의를 가진다.

Cyprininae에서는 여기가 중심이 되어 사방으로 성장속도가 비슷하기 때문에 focus는 거의 비늘 중앙에 위치하는데, 이 focus의 위치를 측정하는 방법은 여러 가지가 있었으나, 필자는 longitudinal diameter와 anterior

3. Ridge 의 수

ridge 는 focus 를 중심으로 하여 環狀으로 배열되어 있는데, 이것은 어체의 성장에 따라 波線狀으로 골질이 누적되어 형성되며, 같은 환경 조건에서는 생성 주기가 비슷하여 비늘의 표면에 거의 일정한 간격으로 만들어지게 된다. 비늘의 전표면에서 ridge 가 형성되기는 하지만 anterior area 에서는 밀집되며, lateral 및 posterior area 로 갈수록 점차 그 수가 줄어들고 interval 도 일정치 못하다. 또, 동일 어체일지라도 몸의 부분에 따라 ridge 의

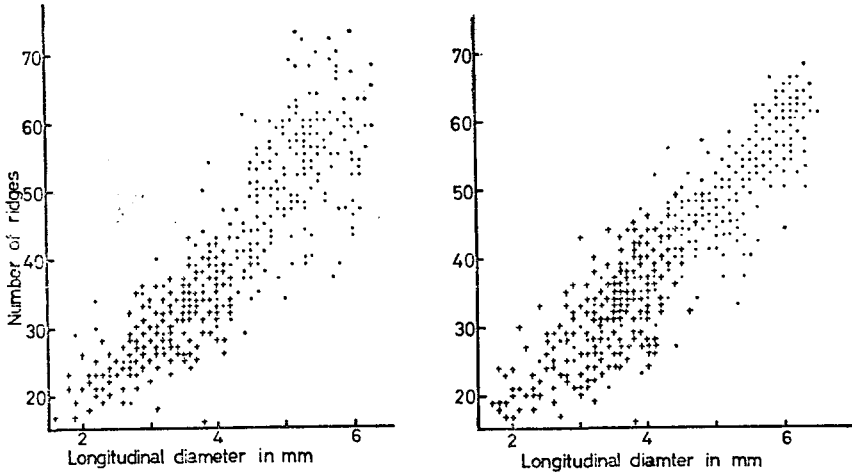


Fig. 4. Correlation between the number of ridges and the longitudinal diameter in all scales of five specimens, except the regenerated scales.

Right : *Cyprinus carpio*
 Left : *Carassius carassius*
 + : body length 60~80mm
 . : body length 110~130mm

생성에는 약간의 차이가 있었다. 크기가 같은 비늘에서도 interval 이 같지 않을 뿐더러, ridge 의 수에도 차이가 있었는데, 이를 조사하기 위하여 longitudinal diameter 에 대해 anterior area 를 지나는 ridge 의 수를 조사한 결과 Fig. 4 와 같이 나타나 일반적으로 어체의 성장과 ridge 의 수는 비례하여 증가함을 보였다. 또, 비늘의 배열 순서에 따라 ridge 의 변화를 조사한 결과 *C. carpio* 에서는 Fig. 5 와 같이 표시할 수 있었는데, 재생 비늘을 제외한 6줄의 모든 정상 비늘은 DF부분에서 ridge 의 수가 가장 많고 이곳을 정점으로 하여 양쪽끝으로 갈수록 그 수는 점점 줄었다. 또, 비늘줄의 순서에 따라 보면 측선에 가까운 비늘줄일수록 (U_1 & L_1) ridge 의 수가 많았다.

한편, *C. carassius* 에서는 각 줄의 앞쪽 비늘에서는 그 수가 적었으나, DF 의 부분에서부터 尾柄部까지는 거의 비슷한데, 각 줄의 양끝에 있는 비늘은 변이가 심한 부정형이어서 측정할 가치가 없다고 생각되어 Fig. 6 에서는 이 부분을 제외했다. 이 種도 측선에 가까운 비늘일수록 ridge 의 수가 많으나 upper scale rows 에서는 lower scale rows 와 같은 각 비늘줄 사이의 큰 차이가 없었다.

4. Groove

Cyprininae 에 속하는 어류의 모든 비늘에는 최소한 한 개 이상의 groove 를 가지고 있다. 필자는 편의상 이를

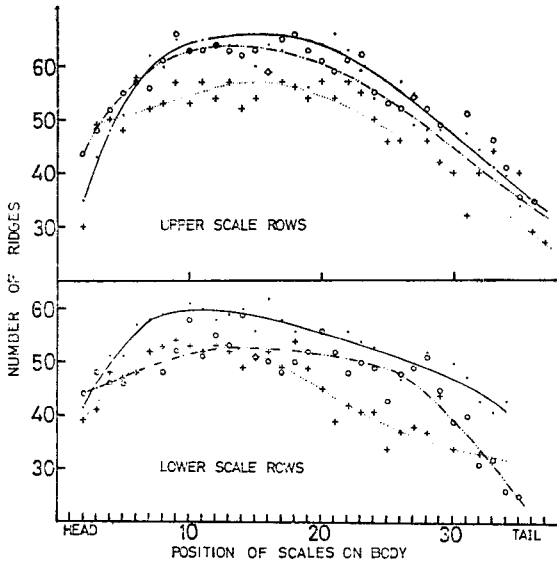


Fig. 5. Frequency for the ridges of the anterior radius in *Cyprinus carpio*.

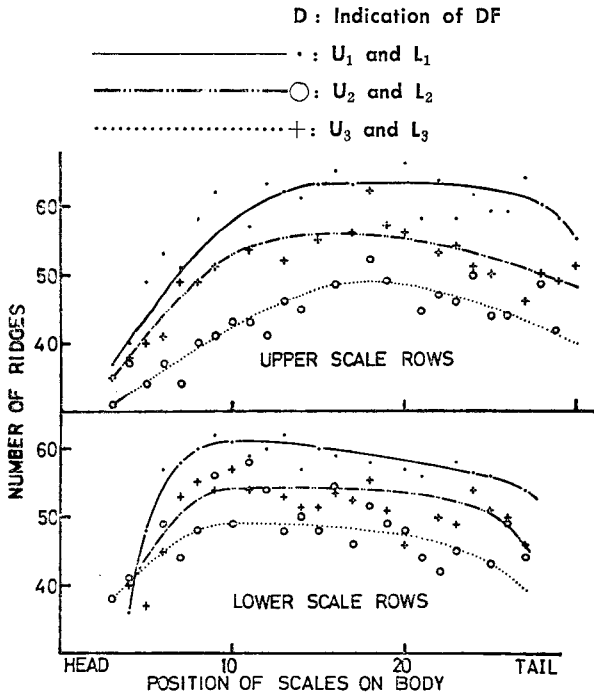
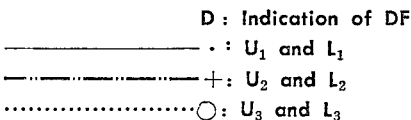


Fig. 6. Frequency for the ridges of the anterior radius in *Carassius carassius*.



groove 를 completed groove 와 incompleted groove 로 구분하여 조사하였는데, 전자는 focus 에서부터 비늘의 가장자리까지 도달한 완전한 것을 표시한 것이며, 후자는 그렇지 못한 것을 총칭했다. 이들 incompleted groove 가운데는 ① 가장자리에서 시작하여 focus 를 향하는 것. ② focus 에서 시작하여 가장자리로 향하는 것 및 ③ focus 와 가장자리의 중간 부분에서 시작하여 groove 의 한 쪽 끝이 어느 쪽에도 닿지 않는 것 등으로 나눌 수 있는데, 모든 비늘에서 이들의 많고 적음에 대한 비례는 위의 순서와 같으며 특히, ③의 형태는 대단히 드물게 나타났다.

Groove 의 관찰은 몸의 각 부분에 따라 차이가 있을 것으로 예상하여 어체를 Fig. 7 과 같이 축선을 중심으로 DF 및 AF 에서 수직선을 그어 6등분하여 조사했다.

C. carpio 의 groove 는 Fig. 8 에서 보는 바와 같은데, 일반적으로 incompleted groove 의 수는 completed groove 의 수보다 많고 각 부분에서의 비율은 약 4:1 정도로 나타났다. 또, upper scale rows 의 비늘들은 lower rows groove 의 비늘보다 scale 의 수가 많고 몸 전체로 볼 때 $B+E > C+F > A+D$ 의 순서로 groove 의 수가 줄어들었다. *C. carpio* 의 비늘에서는 groove 가 anterior area 와 posterior area 에만 집중되어 있고, lateral area 에는 전혀 나타나지 않았다(Fig. 9-1). 그러나, *C. carassius* 에서는 groove 의 분포가 focus 를 중심으로 방사상 형태를 이루고 있고(Fig. 9-2), groove 의 생성 순위는 anterior 및 posterior area 에서 만들어진 다음에 lateral area 에서 생기게 된다. 또, 이 종에서는 incompleted groove 보다 completed groove 의 수가 많으며(Fig. 8), 몸 전체로 볼 때 $A+D < B+E < C+F$ 의 순서로 점차 groove 의 수가 증가되었다. 또, 축선을 중심으로 아래위의 비늘 보면 몸 중앙부에서는 B부분보다 E부분에서 수가 훨씬 더 많았으나 A와 D 및 C와 F에서는 아래위가 비슷하게 나타났다.

고 찰

낙동강 수계에 서식하고 있는 Cyprininae 의

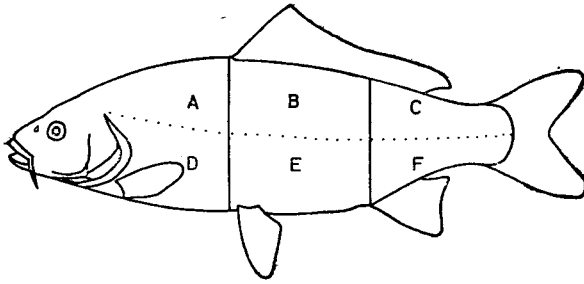


Fig. 7. The body surface was divided into six parts for the comparison of average number of scale grooves.

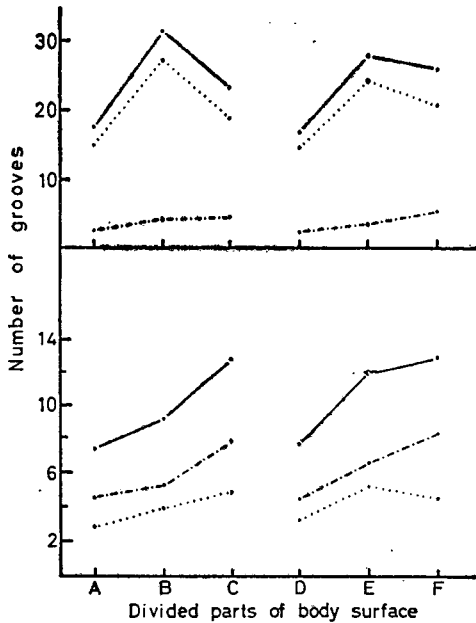


Fig. 8. Comparison of average number of scale grooves in each part.

Upper : *Cyprinus carpio*

Lower : *Carassius carassius*

..... : Incompleted grooves

— · — · — : Completed grooves

———— : Total grooves

그러한 비늘은 측선의 아래보다 위쪽의 비늘에서 더욱 뚜렷하다.

모든 비늘을 조사하는 동안 상당수의 재생 비늘이 발견되었는데, 이들의 비늘 위에는 많은 groove가 있고, 또, focus의 부분이 넓으며 망상을 이루고 있어 곧 구별되었다. *C. carpio*의 재생 비늘은 등 부분(U)에서 많고 배 부분(L)에서 적었다. 그러나, *C. carassius*는 이와 반대로 L부에서 많고 U부분에서는 적었는데 그 원인은 알 수 없었다(Fig. 9-3). 이 문제는 많은 재료를 사용하여 생태학적으로 조사하므로써 밝혀질 것으로 기대된다.

*C. Carpio*와 *C. carassius*를 유수 및 정수의 환경 조건에 따라 임의로 각각 5개체씩 선정하여 그들의 비늘 형태를 여러 각도로 조사하였다. 먼저, 비늘의 크기를 longitudinal diameter와 transverse diameter로서 측정하였는데, 어체에서 가장 큰 비늘이 위치하는 곳은 DF의 전후에 있는 측선의 비늘이었다. 일반적으로, Cyprininae에 속하는 어류의 비늘은 몸의 부분에 따라 그 형태가 다른데, 앞부분의 것은 전후로 압축된 느낌이고 뒷부분에 위치하는 것은 상하로 압축된 모양이다. 조사된 7줄에서 각 비늘줄마다 longitudinal diameter와 transverse diameter가 거의 같은 값을 가지는 비늘은 일반적으로 AF를 전후하여 위치하고 있다. 또, 어체의 성장에 따라 비늘의 크기에 대한 비를 조사한 결과 최소한 일년생에서는 어체의 모든 부분에서 비늘이 자라는 비율이 비슷하다고 보겠다. 특히, *C. carassius*를 앞서 보고한 금붕어의 것과 비교해 보면 이 屬의 특징으로는 L₂의 제2 및 제3비늘이 longitudinal diameter와 transverse diameter의 값에 있어 심한 차이를 나타내고 있는 것이라 하겠다.

각 비늘줄에서 제일 끝에 있는 몇개의 비늘을 제외한 모든 비늘의 focus는 longitudinal diameter의 1/2보다 앞쪽에 위치하고 있는데, 일반적으로 어체의 앞부분에 위치하는 비늘은 focus도 앞쪽으로 치우쳐 있으며, 뒷부분에 위치한 비늘의 focus는 역시 뒤쪽으로 치우쳐진 경향이 있다. 또, 측선에 가까운 비늘줄일수록 focus가 longitudinal diameter의 중앙에 위치하는 비늘이 많고, U₂ 및 L₂로 갈수록 앞쪽으로 치우치는 비늘이 많다. 바꾸어 말하면 어체의 앞쪽이나 등쪽 및 배쪽에 위치하는 비늘은 posterior area의 성장이 빠르고, 반면에 뒤쪽과 중앙 측선에 가까운 비늘에서는 anterior area의 성장이 빠름을 의미한다. 또, *C. carpio*에서는 focus가 뒤쪽으로 치우친 것이 극소수인 데 반하여 *C. carassius*는 상당수의 비늘에서 볼 수 있고, 또

그러한 비늘은 측선의 아래보다 위쪽의 비늘에서 더욱 뚜렷하다. 모든 비늘을 조사하는 동안 상당수의 재생 비늘이 발견되었는데, 이들의 비늘 위에는 많은 groove가 있고, 또, focus의 부분이 넓으며 망상을 이루고 있어 곧 구별되었다. *C. carpio*의 재생 비늘은 등 부분(U)에서 많고 배 부분(L)에서 적었다. 그러나, *C. carassius*는 이와 반대로 L부에서 많고 U부분에서는 적었는데 그 원인은 알 수 없었다(Fig. 9-3). 이 문제는 많은 재료를 사용하여 생태학적으로 조사하므로써 밝혀질 것으로 기대된다.

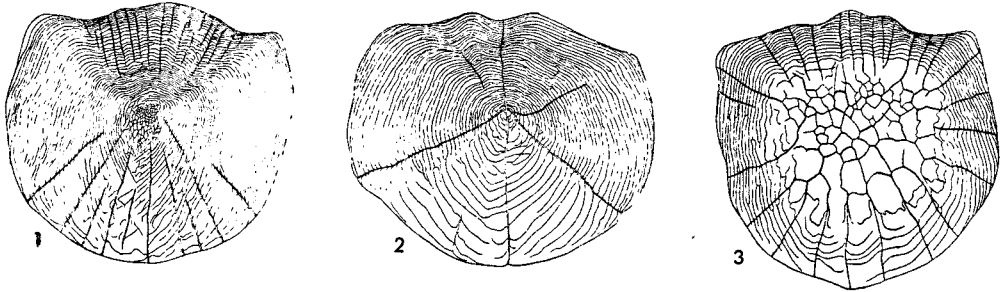


Fig. 9. The form of scales in Cyprininae.

1. *Cyprinus carpio*
2. *Carassius carassius*
3. Regeneration type of *Carassius carassius*.

Cyprininae의 비늘에서 ridge의 수는 longitudinal diameter에 비례하는데, 이것은 곧 비늘이 성장할 때 일정한 주기로 ridge가 형성됨을 뜻한다고 보겠다. 또, U₃ 및 L₃의 비늘보다 측선에 가까운 비늘출일수록 ridge의 수가 많이 나타났다.

어류의 생태적 중요 의의를 지닌 groove는 genus에 따라 수, 생성 방법 및 위치하는 장소등이 완전히 달랐다. *C. carpio*에서는 anterior 및 posterior area에만 국한하여 형성되며, completed groove보다 incompleted groove의 수가 훨씬 더 많았다. 또, 어체의 성장에 따라 groove의 수에 대한 변화 상태를 조사하기 위하여 체장 80mm로서 대조 실험한 결과 그 비율은 본 실험에서 나타난 결과와 별다른 차이가 없었다. *C. carassius*는 앞서 보고한 금붕어와 비슷한데, groove는 방사상으로 배열되고 incompleted groove보다 completed groove의 수가 많았다. groove의 생태적 의의는 앞 보고에서 언급한 바와 같은데, *C. carpio*는 몸 중앙부에서 그 수가 많음에 비하여 *C. carassius*는 머리에서 꼬리쪽으로 갈수록 증가되었다. 이것은 첫째 어체가 운동을 할 때 강하게 자극을 받는 부분의 비늘에서 많은 groove가 나타나고, 둘째 어체의 부분에 따라 체통의 굵기에 관련성이 지워진다고 보겠다.

결 론

담수계에 서식하고 있는 Cyprininae의 비늘에 대한 형태적 특성을 요약하면 다음과 같다.

1. 비늘의 형태는 유수 및 정수 환경의 영향에 관계없다.
2. 모든 비늘에서 ridge의 수는 그 비늘의 longitudinal diameter에 비례한다.
3. focus는 longitudinal diameter의 1/2보다 앞 쪽에 위치한다.
4. 어체의 앞부분에 위치하는 비늘은 비늘 폭의 성장이 빠르고 뒷부분에 위치하는 비늘은 길이의 성장이 빠르다.
5. *Cyprinus*의 비늘은 incompleted groove의 수가 대단히 많을 뿐더러 모든 groove는 anterior 및 posterior area에 국한하여 위치하는데, *Carassius*의 것은 방사상으로 배열되며 completed groove의 수가 incompleted groove의 수보다 많다.
6. groove는 운동을 할 때 굴곡이 심한 부분과 체통이 굵은 곳의 비늘에서 그 수가 많다.

참 고 문 헌

1. Cating, J. P. (1953) : Fish. Bull. 85., Fish & Wildlife Serv., LIV, 187—199.
2. Chu, Y. T. (1935) : Biol. Bull. St John's Univ. 2, 1—129.
3. Lagler, K. F., J. E. Bardach & R. R. Miller (1962) : John Wiley & Sons, Inc., Inc., New York. 48—272.
4. Kobayahi, H. (1958) : Bull. Aiti Gakugei Univ. 7, 1—104.
5. Wallin, O. (1957) : Rep. Inst. Freshw. Res., 38. 385—447.
6. Yamada, J. (1961) : Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 9(2), 181—226.
7. 양홍준(1969) : 양인석박사 회갑 기념 논문집. 경북대. 167—175.