

BSPE 97643-00-1039-3

한국산 농어류의 분류학적 연구

Taxonomical studies of *Lateolabrax* spp.
in Korea

1998. 2

한국해양연구소

제 출 문

한국해양연구소장 귀하

본 보고서를 “한국산 농어류의 분류학적 연구”의 최종보고서로 제출합니다.

1998년 2월

연구책임자 : 명 정 구

연 구 원 : 김형배 · 김병기

김형선 · 홍경표

강충배 · 김진구

요 약 문

I. 제목: 한국산 농어류의 분류학적 연구

II. 연구 개발의 목적 및 중요성

최근 우리나라 연근해에서의 수산물 생산은 남획과 해양환경 오염으로 점차 감소하는 추세에 있는 반면 고급 어종의 수요는 매년 증가 추세에 있다. 이러한 관점에서 농어과 어류는 수산업에서뿐만 아니라 새로운 양식 대상종으로서도 중요한 위치를 차지하고 있다. 또 우리나라 연안에 서식하는 농어는 일본에 서식하고 있는 넙치농어외에는 농어 한종으로 기재, 취급되어 왔으나 최근 형태 및 생태가 다른 두 종이 존재한다는 보고가 있어 이에 대한 분류학적인 검토가 필요하다.

이 연구의 목적은 한국산 농어과 어류의 형태, 분류학적 체계를 재검토하고 이 그룹의 분류학적 문제점을 해결하는데 있다.

III. 연구 개발의 내용 및 범위

1. 한국산 농어과 어류의 검색표 작성
2. 농어와 점농어의 형태학적 연구
3. 농어와 점농어의 동위유전자 특징 조사

IV. 연구 개발 결과 및 활용에 관한 건의

(결과)

1. 외부형태 및 골격형질

농어과 어류에 속하는 농어, 점농어 및 넙치농어에 대한 형태학적 특징을 조사하고 분류학적 재검토를 실시하였다.

농어과 3종에 대한 형태, 골격학적 특징에 대하여 비교 연구한 결과 전장에 대한 체고, 미병고 및 항문장과 두장에 대한 주둥이의 길이, 안경과 양안 간격의 비에 있어 종간 차이가 인정되었다. 등지느러미, 계수형질에 있어 뿔지느러미와 가슴지느러미의 줄기수와 새파수 등은 세종간 차이가 없었던 반면 척추골수는 농어와 농어와 점농어를 구별하는데 좋은 분류형질로 나

요 약 문

I. 제목: 한국산 농어류의 분류학적 연구

II. 연구 개발의 목적 및 중요성

최근 우리나라 연근해에서의 수산물 생산은 남획과 해양환경 오염으로 점차 감소하는 추세에 있는 반면 고급 어종의 수요는 매년 증가 추세에 있다. 이러한 관점에서 농어과 어류는 수산업에서뿐만 아니라 새로운 양식 대상종으로서도 중요한 위치를 차지하고 있다. 또 우리 나라 연안에 서식하는 농어는 일본에 서식하고 있는 넓치농어외에는 농어 한종으로 기재, 취급되어 왔으나 최근 형태 및 생태가 다른 두 종이 존재한다는 보고가 있어 이에 대한 분류학적인 검토가 필요하다.

이 연구의 목적은 한국산 농어과 어류의 형태, 분류학적 체계를 재검토하고 이 그룹의 분류학적 문제점을 해결하는데 있다.

III. 연구 개발의 내용 및 범위

1. 한국산 농어과 어류의 검색표 작성
2. 농어와 점농어의 형태학적 연구
3. 농어와 점농어의 동위유전자 특징 조사

IV. 연구 개발 결과 및 활용에 관한 건의

(결과)

1. 외부형태 및 골격형질

농어과 어류에 속하는 농어, 점농어 및 넓치농어에 대한 형태학적 특징을 조사하고 분류학적 재검토를 실시하였다.

농어과 3종에 대한 형태, 골격학적 특징에 대하여 비교 연구한 결과 전장에 대한 체고, 미병고 및 항문장과 두장에 대한 주둥이의 길이, 안경과 양안 간격의 비에 있어 종간 차이가 인정되었다. 등지느러미, 계수형질에 있어 뒷지느러미와 가슴지느러미의 줄기수와 새파수 등은 세종간 차이가 없었던 반면 척추골수는 농어와 농어와 점농어를 구별하는데 좋은 분류형질로 나

타났다.

골격형질중 기저설골, 미골 및 척추골의 신경극, 혈관극 등은 세종간의 차이가 발견되었다.

넙치농어는 두껍고 약간 휘어진 기저설골을 갖고 있어 다른 두종과 구분되었다. 또 넙치농어는 다른 두종에 비하여 두껍고, 넓은 미골을 갖고 있다.

2. 동위효소

근육 LDH의 slow zone에서 점농어와 농어 간에 이동도에서 현격한 차이는 나타내었는데 그 이동 거리는 농어가 100, 점농어가 -10 정도였는데 이 slow zone의 이동거리는 점농어와 농어의 검색에 결정적인 key가 될 수 있을 것으로 보인다. 한편 MDH와 PGI에서는 점농어와 농어의 차이를 발견할 수 없었다.

종합적으로, 점농어와 농어의 동위효소 유전자는 GPI-1, LDH-3 및 Prot-1 좌위의 유전자 빈도에서 극명한 차이를 보이는 것으로 확인되었다.

본 연구 결과 우리 나라 연안에는 농어(*Lateolabrax japonicus*)와 점농어(*L. maculatus*) 두 종이 서식하고 있는 것으로 밝혀졌다.

(건의)

본 연구는 한국산 농어과 어류의 분류뿐만 아니라 우리나라 연안에 서식하는 새로운 종을 아는데 기초 자료를 제공하고 있다. 이번 조사에서는 남해와 황해에 서식하고 있는 개체군을 대상으로 이루어졌기 때문에 앞으로 동해산 개체군을 포함한 종합적인 검토가 이루어져야 하겠다.

ABSTRACT

I. title: Taxonomical studies of *Lateolabrax* spp. in Korea

II. Objectives and Significance

The yield of Korean coastal fisheries has been decreased in recent years due to diminishing fish stocks and deterioration of marine environment .

On the other hand, the demand for high valued fish has been on an increasing trend every year.

In this point of view, Sea-bass is generally known as an important group for fisheries as well as new mariculture species in Korea.

It was known that there are only one species(*L. japonicus*) in Korea coastal area, except *L. latus* which was found at Japan coastal area, but recently some morphological information make change this conception and make believed that there are two species of genus *Lateolabrax* in Korea. Therefore, it need to find out this taxonomical problem in this fish group.

The objective of the present study were to review morphology and taxonomy and to solve to some taxonomical problem of this group in Korea.

III. Scope of the Studies

1. To make a key to Korean *Lateolabrax* spp.
2. To investigate a morphological and taxonomical characteristics of *Lateolabrax* spp.
3. To investigate a characteristics of isozyme of *Lateolabrax* spp. in Korea.

IV. Results of the Studies and Suggestions

The morphological and isozymatic characteristics of *Lateolabrax Japonicus*, *L. maculatus* and *L. latus* have been studied from 1933 to 1997.

A. Morphometrics and skeletal characterers

In the comparison of morphometrics and skeletal characterers of three species of genus *Lateolabrax*, it was found that there were some differences among species in the ratios of body depth, caudal peduncle depth and preanal length, and snout length, eye diameter and interorbital width to head length.

No distinct difference was found in number of dorsal, anal and pectoral fin rays and gill rakers.

Interspecific differences in shape of basesphenoid, caudal skeleton and vertebrae was found. *L. latus* could be distinguished easily by shape of basesphenoid which is thick and bended.

L. latus have long neural and hemal spines and wide caudal skeleton while other two species have short neural and hemal spines and relatively narrow caudal skeleton.

It was proved that number of vertebrae was useful characteristic for classification between *L. japonicus* and *L. maculatus*.

B. Isozymatic characteristics

As a result of electrophoresis for the identification of two types of sea bass in Korea, three isozyme loci, LDH, GPI, and PROT, were proved that they would be used as efficient keys on the identification in these species.

From this study, it was found that common sea bass in Korea was two species, ie. *L. japonicus*(seabass, 'nong-eo') and *L. maculatus* (spotted seabass, 'jeom-nong-eo').

(Suggestions)

This study might be helpful not only in understanding taxonomy but also in finding new species of genus *Lateolabrax* in Korea. Most of research data of this study were obtained from specimens of Yellow Sea and South Sea of Korea. Therefore, it is need to get more information from specimens of East Sea population of this group in near future.

목 차

제 1 장 서 론	1
제 2 장 재료 및 방법	3
제 3 장 결과 및 고찰	8
3.1 농어속 어류의 종 검색표	8
3.2 농어속 어류의 분류와 기재	8
3.2.1 농 어	8
3.2.2 점농어	10
3.2.3 넙치농어	12
3.3 농어속 어류의 형태비교	14
3.3.1 계수형질	14
3.3.2 계측형질	16
3.4 골격형질	23
3.4.1 두개골	24
3.4.2 악 골	31
3.4.3 새개골	32
3.4.4 구개부	34
3.4.5 견대부	34
3.4.6 설 궁	35
3.4.7 척추골	35
3.4.8 미 골	40
3.5. 동위효소	40
참고문헌	48
부 록	50

Contents

1. Introduction	1
2. Materials and Methods	3
3. Result	8
3.1 Key to genus <i>Lateolabrax</i>	8
3.2 Classification and Pescription	8
3.2.1 <i>Lateolabrax japouicus</i>	8
3.2.2. <i>Lateolabrax maculatus</i>	10
3.2.3 <i>Lateolabrax latus</i>	12
3.3 Comparative Morphology of genus <i>Lateolabrax</i>	14
3.3.1 Analysis of meristic characteristics	14
3.3.2 Analysis of morphometric characteristics	16
3.4 Morphology of skeleton	23
3.4.1 Cranium	24
3.4.2 Jaw bones	31
3.4.3 Operculam	32
3.4.4 Plate	34
3.4.5 Pectoral girdles	34
3.4.6 Hyoid arch	35
3.4.7 Vertebrae	35
3.4.8 Caudal skeleton	40
3.5. Isozymatic characteristics	40
Reference	48
Apendix	48

표 목 차

- 표 1. 농어속 어류의 채집지와 표본크기
- 표 2. 농어속 어류의 계수형질
- 표 3. 농어속 어류의 지느러미수
- 표 4. 농어속 어류의 새파수
- 표 5. 농어속 어류의 비늘수
- 표 6. 농어속 어류의 척추골수
- 표 7. 농어속 어류의 계측형질
- 표 8. 점농어와 민농어의 주요 효소 유전자 빈도

List of Tables

- Table 1. Measurement of external features and sampling location of
genus *Lateolabrax*
- Table 2. Meristic counts of genus *Lateolabrax*
- Table 3. Frequency ditribution of fins of genus *Lateolabrax*
- Table 4. Frequency ditribution of gill rakers of genus *Lateolabrax*
- Table 5. Frequency ditribution of scales of genus *Lateolabrax*
- Table 6. Frequency ditribution of vertebrae of genus *Lateolabrax*
- Table 7. Proportional measurement of genus *Lateolabrax*
- Table 8. Review of allelic frequencies in two types of sea bass

그림 목 차

- 그림 1. 농어속 어류의 채집지역
- 그림 2. 농어속 어류의 측정부위
- 그림 3. 농어
- 그림 4. 점농어
- 그림 5. 넓치농어
- 그림 6. 농어속 어류의 위쪽 새파수의 분포도
- 그림 7. 농어속 어류의 아래쪽 새파수의 분포도
- 그림 8. 농어속 어류의 전체 새파수의 분포도
- 그림 9. 농어속 어류의 측선유공린수의 분포도
- 그림 10. 농어속 어류의 상행린수의 분포도
- 그림 11. 농어속 어류의 하행린수의 분포도
- 그림 12. 전장과 두장에 대한 안경의 백분율과의 관계
- 그림 13. 전장과 두장에 대한 전새개골폭의 백분율과의 관계
- 그림 14. 전장과 두장에 대한 후두장의 백분율과의 관계
- 그림 15. 전장과 두장에 대한 안전골폭의 백분율과의 관계
- 그림 16. 농어속 어류의 두개골의 측면도
- 그림 17. 농어속 어류의 두개골의 평면도
- 그림 18. 농어속 어류의 두개골의 복면도
- 그림 19. 농어속 어류의 악골의 측면도
- 그림 20. 농어속 어류의 새개부의 측면도
- 그림 21. 농어속 어류의 구개부의 측면도
- 그림 22. 농어속 어류의 견대부의 측면도
- 그림 23. 농어속 어류의 설궁의 측면도
- 그림 24. 농어속 어류의 칩추골의 측면도
- 그림 25. 농어속 어류의 칩추골과 담기골의 측면도
- 그림 26. 농어속 어류의 미골의 측면도
- 그림 27. 점농어 및 민농어의 LDH-3 pattern 모식도
- 그림 28. 점농어 및 민농어의 MDH pattern 모식도
- 그림 29. 점농어 PGI pattern 모식도

List of Figures

- Fig. 1. Map showing the collection sites of genus of genus *Lateolabrax*.
Fig. 2. Diagram showing measurement of of genus *Lateolabrax*.
Fig. 3. *Lateolabrax japonicus*
Fig. 4. *Lateolabrax maculatus*
Fig. 5. *Lateolabrax latus*
Fig. 6. Frequency distribution of upper gill rakers of genus *Lateolabrax*.
Fig. 7. Frequency distribution of lower gill rakers of genus *Lateolabrax*
Fig. 8. Frequency distribution of total gill rakers of genus *Lateolabrax*.
Fig. 9. Frequency distribution of pored scales on lateral line of genus *Lateolabrax*.
Fig. 10. Frequency distribution of scales above lateral line of genus *Lateolabrax*.
Fig. 11. Frequency distribution of scales below lateral line of genus *Lateolabrax*.
Fig. 12. Relationship between total length and percentage of eye diameter (ED) of head length
Fig. 13. Relationship between total length and percentage of preopercle (PW) of head length.
Fig. 14. Relationship between total length and percentage of postorbital (POL) of head length.
Fig. 15. Relationship between total length and percentage of suborbital (SOW) of head length.
Fig. 16. Lateral view of cranium of genus *Lateolabrax*
Fig. 17. Dorsal view of cranium of genus *Lateolabrax*
Fig. 18. Ventral view of cranium of genus *Lateolabrax*
Fig. 19. Lateral view of jaw bone of genus *Lateolabrax*
Fig. 20. Lateral view of opercular of genus *Lateolabrax*
Fig. 21. Lateral view of plate of genus *Lateolabrax*
Fig. 22. Lateral view of plate of genus *Lateolabrax*
Fig. 23. Lateral view of hoid arches of hyord arches of genus *Lateolabrax*
Fig. 24. Lateral view of vertebrae of genus *Lateolabrax*
Fig. 25. Lateral view of vertebrae and pterygiophore of genus *Lateolabrax*
Fig. 26. Lateral view of caudal skeleton of genus *Lateolabrax*
Fig. 27. Schematic diagram of *LDH-3* patterns in two types of sea bass, *Lateolabrax japonicus*, in Korea (1-4; not-spotted sea bass, 5-8; spotted sea bass).
Fig. 28. Schematic diagram of *MDH* patterns in two types of sea bass, *Lateolabrax japonicus* in Korea (1-3; not-spotted sea bass, 4-6; spotted sea bass).
Fig. 29. Schematic diagram of *PGI* pattern in spotted sea bass.

제 1 장 서 론

농어屬어류는 농어목(Perciformes), 농어아목 (Percoidei)에 속하는 어류로 우리나라, 중국, 타이완 및 홋카이도 이남의 일본 연안에 널리 분포하는 종으로써 (Nakabo, 1993; Kayayama, 1992; Chyung, 1977) 우리 나라와 일본 및 중국 등에서 중요한 식량자원으로 평가받고 있는 종으로 최근에 우리 나라에서는 종묘생산을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 농어속 어류는 그 중요성이 높아짐에 따라 우리나라 연안에 서식하는 농어의 집단에 대한 분류학적 재검토가 요구되고 있다. 즉 Chyung (1977)은 농어의 특징으로써 미성어일 때 체표면에 검은 점이 많으나 성장함에 따라 체측의 검은 점이 거의 사라진다고 기술하고 있으나, 농어의 체측에 산재되어 있는 검은 점의 크기나 숫자에 따라서 2-3개의 다른 그룹으로 나누는 사람도 있다. 실제로 검은 점을 지닌 것이 성장에 있어서도 큰 차이를 나타낸다고 알려져 있다.

농어속 어류에 관한 연구로서는 농어의 식성 (Hatanaka and Sekino, 1962), 난의 분포 (Watanabe, 1965), 초기생활사 (Kinoshita and Sekino, 1962) 및 자치어기의 형태비교 (Kinoshita et al., 1995) 등의 연구있다.

동위효소 연구는 transferrin 연구와 더불어 전통적으로 어류의 유전학적 연구에 활용되어 왔는데, 특히 어류의 지역집단 및 개체군 판별에 중요한 key로 이용되어 왔으며 (May et al., 1975; Okazaki, 1982), 교잡종 (hybrid)의 유전현상 분석에도 널리 이용되고 있을 뿐만 아니라 (May et al., 1980; Arai, 1984, Hong et al., 1996) 최근에는 배수체(ploidy) 어류의 판정에도 활용되고 있다 (Croier and Moffett, 1989). 농어류에 대해서는 Yokogawa and Seki (1995)의 isozyme를 이용한 형태학적 유전학적 연구가 수행되어 있고 우리나라 점농어에 관한 연구로는 여수산 농어를 대상으

로한 Park et al. (1996)의 isozyme를 이용 연구 이외에는 거의 없는 실정이다.

본 연구는 농어속 어류에 대한 보다 정확한 분류학적 관계를 규명하기 위하여 형태학적 차이를 비교 검토함과 동시에 isozyme를 이용한 유전학적 연구를 수행하였다.

제 2 장 재료 및 방법

2. 1. 실험재료

(형태분석)

실험에 사용된 재료는 1993년부터 1997년 11월까지 우리나라의 각 연안 및 일본에서 주낙에 의해 어획된 것을 직접 구입하였으며, 일부 개체는 사육중인 것을 채집하였다 (Fig. 1). 채집지, 채집 일자, 개체수 및 전장은 Table 1.에서 나타낸 바와 같다.

외부 형태 형질을 조사하기 위해 계수, 계측 형질을 조사하였고, 내부 형태 형질을 조사하기 위해서 측정후 Soft X-ray로 촬영하여 척추골 수 및 혈관간극의 형태 및 삽입 상태를 조사하였으며, 골격은 삶아서 채골하였다. 계측 형질의 조사는 1/20 mm dial calfer를 사용하여 각 부위를 측정하였으며, 측정 부위는 Fig. 2와 같이 기본적으로 Nakabo(1993)을 따랐으며, 위턱의 길이는 뒤 가장자리의 윗끝 부분을, 그리고 전새개골의 폭은 눈의 후연에서 후두장을 연결하는 직선거리를 측정하였다.

체고 (BD), 등지느러미 기점거리 (PDL), 가슴지느러미 기점거리 (PPL), 배지느러미 기점거리 (PVL), 뒷지느러미 기점거리 (PAL), 항문체장 (PAL), 두장 (HL), 미병고 (CPD), 미병장 (CPL)은 체장에 대한 백분율을 구하였으며, 문장 (SnL), 안경 (ED), 안와 (IW), 전새개골폭 (PW), 후두장 (POL), 안전골폭 (SOW), 턱 (UJL)은 두장에 대한 백분율을 구하였다.

(동위효소 분석)

동위효소 분석에 사용된 시료는 민농어와 점농어는 각각 경남 통영 및 전남 녹동에서 약 200 g 전후의 개체를 채집하였으며, 현장에서 생체로부터 근육 조직을 취하여 드라이아이스에 동결하여 실험실로 운반하였다. 각 시료는 동량의 증류수와 희석하여 균질한 다음 약 3,000 rpm으로 원심 분리 한 다음 상등액을 전기영동에 사용하였다.

전기영동은 13 % 전분겔 전기영동을 실시하였으며 전기영동 buffer는 부록1.과 같이 amine-citrate 및 tris-citrate buffer를 사용하였으며, isozyme 염색은 Aebersold et al. (1987)의 방법에 따랐다.

Lactate dehydrogenase (LDH), Malate dehydrogenase (MDH), phosphoglucose isomerase (PGI) 등을 분석하였으며, glucosephosphate isomerase (GPI) 및 general protein 등의 동위효소에 대해 고찰하였다.

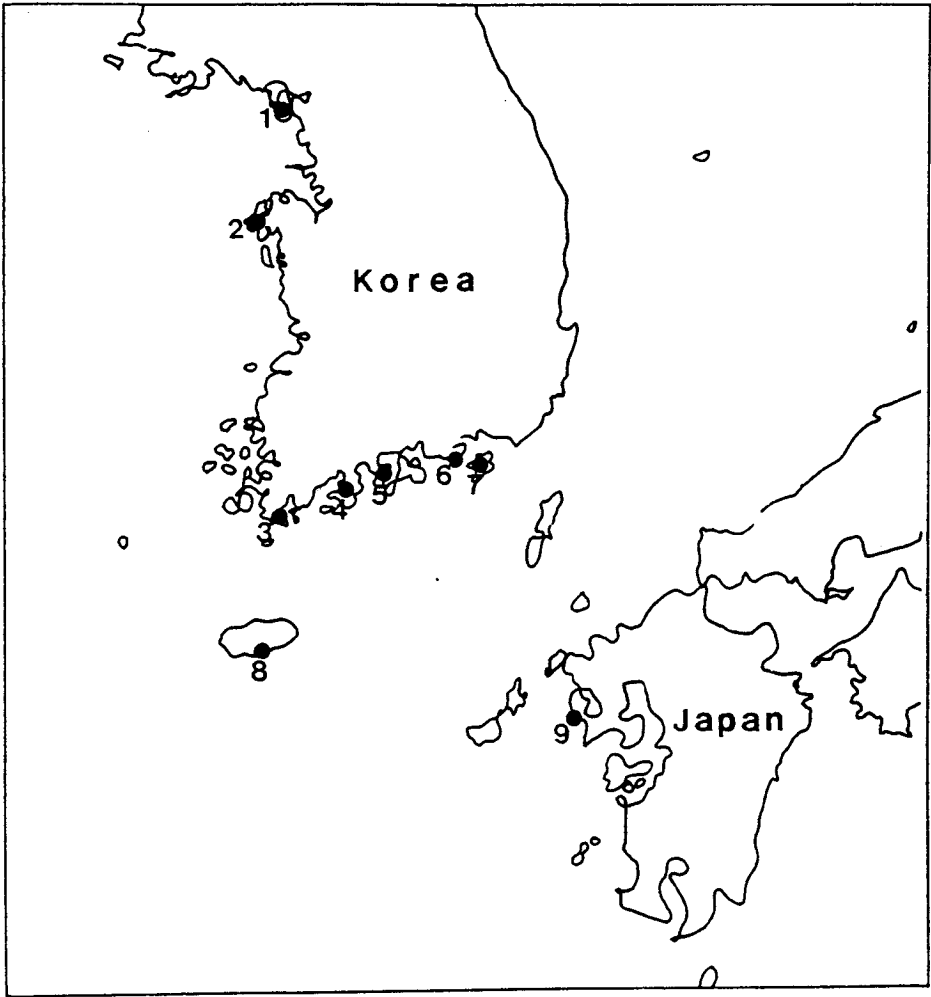


그림 1. 농어속 어류의 채집지역

Fig. 1. Map showing the collection sites of genus of genus *Lateolabrax*.
 1,Kwangghwa; 2,Tae'an, Chungch'ung-do; 3,Wan-do, Chollanam-do;
 4,Kogw-ung, Chollawan-do; 5,Yosu, Cho-llanam-do; 6,Tongyoung,
 Ky-ongsangnam-do; 7,Koojae-do; 8,Seoguipo, Cheju-do; 9,Nagasaki
 pefec-ture, Japan.

표 1. 농어속 어류의 채집지와 표본크기

Table 1. Measurement of external features and sampling location of genus *Lateolabrax*

어 종	채집장소	표 본 수	전 장(mm)
<i>L. japonicus</i>	통 영	23	206~547
	완 도	12	202.2~228.7
	여 수	21	204.3~431
	고 흥	7	234~600
	서 귀 포	2	384~389
	태 안	4	214~431
<i>L. maculatus</i>	완 도	7	241~293
	여 수	3	295.5
	고 흥	46	364~846
	서 귀 포	1	338
	태 안	48	257~465
	강 화 도	3	261.4~285.3
<i>L. latus</i>	나가사끼현	3	409~513

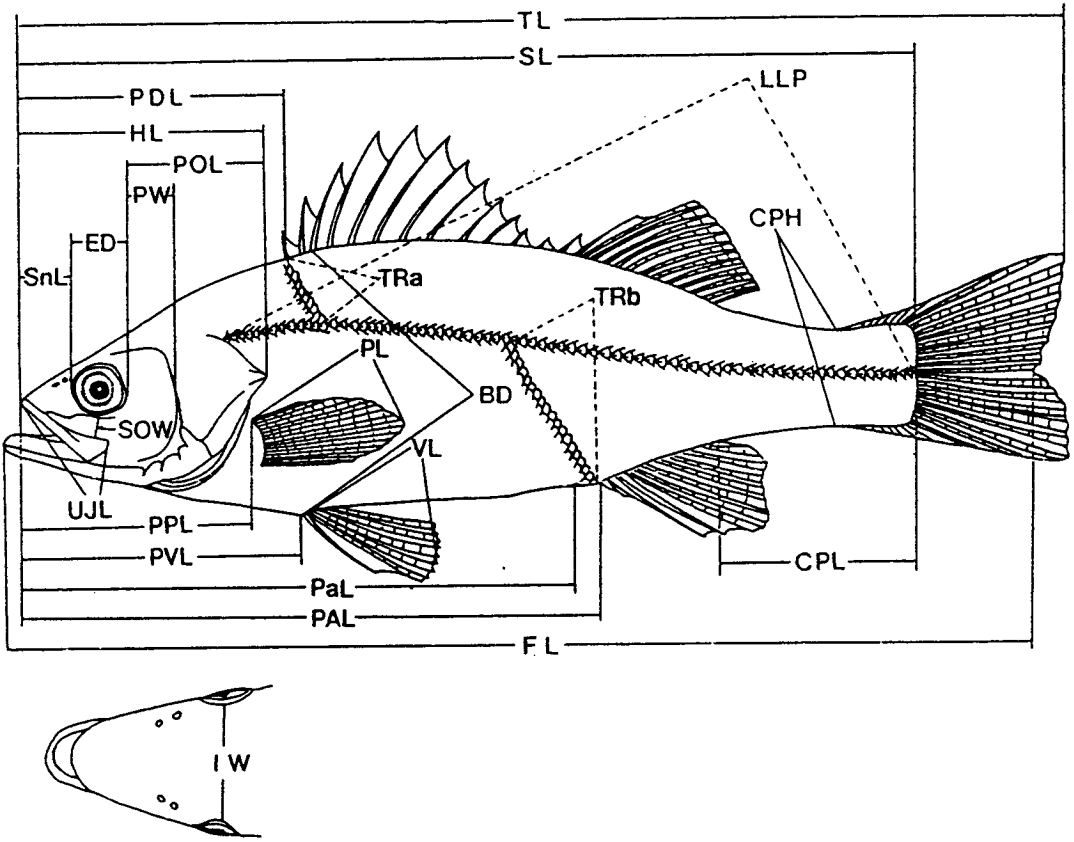


그림 2. 농어속 어류의 측정부위

Fig. 2. Diagram showing measurement of of genus *Lateolabrax*.

TL: Total length; FL: Fork length; SL: Standard length; BD: Body depth; PDL: Predorsal length; HL: Head length; POL: Post orbital length; PW: Preopercle width; ED: Eye diameter; SnL: Snout length; SOW: Suborbital width; UJL: Upper jaw length; PPL: Pored lateral line scales; PVL: Prevelpic length; PaL: Preanus length; PAL: Preanal length; CPL: Caudal peduncle length; CPH: Caudal peduncle height; LLP: Lateral line pore; TRa: Scales above lateral line; TRb: Scales below lateral line; IW: Interorbital width

제 3 장 결과 및 고찰

3. 1. 농어속 어류의 종 검색표

1. 등지느러미 연조수가 15개 이상이고 체고가 비교적 높으며, 체측에 검은 점이 없다. *Lateolabrax latus*

2. 등지느러미 연조수가 14개 이하이다. a1

a1. 두장에 대한 안전골폭의 비가 6% 이상이며, 체측에 크고 검은 점이 측선 위쪽에 불규칙적으로 분포한다. 제 1 미추골에 삽입되는 제 1 혈관간극이 직선이고 척추골수는 16+19=35개이다.
. *Lateolabrax maculatus*

a2. 두장에 대한 안전골폭의 비가 6% 이하이며, 체측에 작은 점이 있거나 또는 없다. 제 1 미추골에 삽입되는 제 1 혈관간극이 활처럼 휘어져 있다. 척추골수는 대부분이 16+20=36개이다.
. *Lateolabrax japonicus*

3. 2 농어속 류의 분류와 기재

한국산 농어속 어류는 1속 3종으로 이들에 대한 기재는 다음과 같다.

3.2.1 농어 *Lateolabrax japonicus* (Cuvier and Valenciennes), 1828

Labrax japonicus Cuvier and Valenciennes, 1828: Hist. Nat. Poiss.
Vol.(2), p. 85

Lateolabrax japonicus Bleeker, 1857: Verh. Batav. Gem. XXVI

Lateolabrax japonicus Boulenger, 1895: Cat. Brit. Mus. Vol. 1(1), p.123

기재 : D. XII-XIV, 12-14; P. 16-17; A. III, 7-9; 측선유공린수 70-81; 상행린수 13-17; 하행린수 15-21; V. 36. 계측형질은 Table 1과 같다. 몸은 가늘고 길며 측편되어 있다. 몸빛깔은 등쪽이 회흑색에 복부는 은백색이다. 몸에는 작은 검은 점이 산재해 있으며, 유어때는 몸측면과 지느러미 막에 산재해 있으나 성장함에 따라 소실되는 경우도 있으나 개체에 따라 그대로 유지되는 것도 있다. 각 지느러미는 거므수름하며, 배지느러미와 뒷지느러미의 끝부분은 투명하다. 머리는 비교적 크며 주둥이가 뾰족하고 아래턱이 위턱보다 돌출해 있다. 위턱은 눈의 후연에 달하나 넘지는 않는다. 양턱과 구개골에는 용털모양의 이빨이 발달해 있으나 혀에는 이빨이 없다. 등지느러미와 배지느러미는 거의 같은 위치에 있다. 등지느러미 가시는 5번째가 가장 길며, 뒷지느러미는 1번째 극이 아주 짧고 두툼하고 2번째 극이 가장 길다. 비늘은 주둥이를 제외한 몸전체에 빗비늘로 덮혀 있으며 아래턱 하면에도 2줄의 비늘이 덮혀있다. 옆줄은 완전하며 비슷듬하게 꼬리까지 뻗어있다. 아가미에는 위새가 존재한다. 전새개골의 후연에는 톱니모양의 작은 가시가 발달해 있으며 복면으로는 강한 극이 3개가 존재한다.

분포 : 일본의 홋카이도 이남 및 우리나라의 서해와 남해에 널리 분포한다.

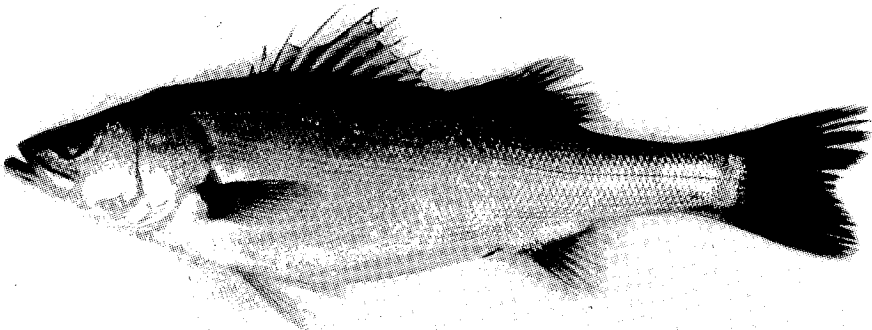


그림 3. 농어

Fig. 3. *Lateolabrax japonicus* (Cuvier and Valenciennes, 1828).

3.2.2 점농어 *Lateolabrax maculatus* (M'clelland), 1844

Holocentrus maculatum M'clelland, 1844: Journ. Nat. Hist. Cal. Vol. 4, p. 390-413, pl. XXI

Lateolabrax japonicus Jordan and Mets, 1913: Mem. Carn. Mus. Vol. 9 (1), p.30; Lindberg and Krasnyukova, 1969: part 3, p. 60-63. Chinese form of *Lateolabrax* ; Yokogawa and Seki, 1995: Japan. J. Ichthyol. Vol. 41(4), p. 437-445. Spotted type of

Lateolabrax japonicus; Park et al., 1996; J. Aqu. Vol. 9(40), p. 437-444. Yamada, 1986: Seikai Regional Fish. Research Lab. No. 422 p.130

Lateolabrax sp.; Kim and Jun, 1997: Korean J. Ichthyol. Vol (2). p.108-113

기재 : D. XII-XIV, 12-14; P. 16-18; A. III, 7-9: 측선유공린수 68-87; 상행린수 13-18; 하행린수 16-23; V. 35-36. 계측형질은 Table 2과 같다. 몸은 가늘고 길며 측편되어 있다. 몸빛깔은 등쪽이 회청색에 복부는 은백색이다. 몸 측면에 크고 선명한 검은 반점이 2-3열로 등지느러미 막상과 체측에 불규칙적으로 분포한다. 각 지느러미는 암회색이고 배지느러미는 끝부분은 투명하다. 머리는 비교적 크며 주둥이는 뾰족하고 아래턱이 위턱보다 돌출해 있다. 위턱은 눈의 후연에 달하거나 또는 후연을 넘는다. 양턱과 구개골에는 융털모양의 이빨이 있으나 혀에는 이빨이 없다. 등지느러미와 배지느러미는 거의 같은 위치에 있다. 등지느러미 가시는 5번째가 가장 길며, 뒷지느러미는 1번째 극이 아주 짧고 두툼하며 2번째 극이 가장 길다. 비늘은 주둥이를 제외하고 몸 전체에 빗비늘로 덮혀 있으며 아래턱 하연에 2줄의 비늘이 덮혀 있다. 옆줄은 완전하고 다소 등지느러미 기점부분에서 융기하다가 서서히 경사져 꼬리까지 형성되어 있다. 아가미에는 위새가 존재한다. 전새개골의 후연에는 톱니모양의 작은 가시가 발달해 있으며 복면에는 강한 극이 3개가 존재한다.

분포 : 동중국해, 대만, 일본 및 한국의 각 연안에 분포한다. 특히 우리

나라에서는 서해안에 풍부하다.

부기 : 본 종은 Yamada(1985), Katayama (1992), Chung (1977) 등에 의해 농어와

같은 종 또는 변이로 간주되었다. 그러나 외부형태, 계측형질 등에서 차이를 나타내고 있으므로 독립된 종으로 취급하는 것이 타당하다고 생각된다.

이 경우 M'clelland (1844)이 보고한 *Holocentus maculatus*에서 속명은 현재의 *Lateolabrax*로 변경하고 국제동물명명규약에 따라 종속명을 중성형으로부터 남성형에 일치시켜 *Lateolabrax maculatus*로 사용하는 것이 타당하다고 생각된다.



그림 4. 점농어

Fig. 4. *Lateolabrax maculatus* (M'clelland, 1884).

3.2.3넙치농어 *Lateolabrax latus* Katayama, 1957

Lateolabrax latus Katayama, 1957: Japan J. Ichthyol. Vol. 1(3/4/5), p. 154-156

기재 : D. XIII, 15; P. 16; A. III, 9-10: 측선유공린수 74-82; 상행린수 13-14; 하행린수 14-16; V. 36. 계측형질은 Table 1과 같다. 몸은 가늘고 길며 측편되어 있다. 몸빛깔은 등쪽이 회갈색이며 복부는 은백색이다. 등지느러미와 꼬리지느러미는 거무스름하다. 등지느러미에는 검은 점을 지니고 있으나 몸 측면에는 검은 점이 하나도 없다. 머리는 크고 주둥이는 뾰족하고 아래턱이 위턱보다 돌출해 있다. 위턱은 눈의 후연에 미치지 못하거나 달한다. 양턱과 구개골에는 융털모양의 이빨이 발달해 있으나 혀에는 이빨이 없다. 등지느러미와 배지느러미는 거의 같은 위치에 있다. 등지느러미는 5번째 가시가 가장 길며 뒷지느러미는 1번째 극이 아주 짧고 두툼하며 2번째 극은 3번째 극과 비슷하거나 약간 짧다. 비늘은 주둥이를 제외하고 몸 전체에 빗비늘로 덮혀 있으며 아래턱 하면에 2줄의 비늘이 덮혀있다. 옆줄은 완전하며 꼬리까지 형성되어 있다. 아가미에는 위새가 있다. 전개개골의 후연에는 톱니모양의 작은 가시가 발달해 있으며 복면에는 강한 극이 3개가 존재한다.

분포 : 일본 남부해

부기 : 본 종은 Katayama (1992)가 일본의 남부해에서만 서식하고 있는 신종으로 보고한 것을 Chung (1977)이 인용하면서 국명을 넙치농어로 명명하면서 그 분포를 남부와 제주도로 기재하였다. 그러나, 넙치농어의 분류형질로 이용되는 등지느러미 연조수가 15개 이상인 개체는 연구기간중 단 1마리도 채집되지 않아 이 종의 분포는 의심스럽다.



그림 5. 넙치농어

Fig. 5. *Lateolabrax latus* (Katayama, 1957).

3.3. 농어속 어류의 형태비교

3.3.1. 계수형질

종간 계수형질을 비교하기 위하여, 각 지느러미 수, 비늘 수, 새파 수, 그리고 척추골 수를 조사하였다.

종별 등지느러미 가시 수는 농어와 점농어가 12-14개로 평균 12.55와 12.96개로 대부분이 13개였으며, 넓치농어는 모두 13개였다. 줄기 수는 농어가 90%가 13-14개였으며, 점농어는 80%가 13개로 나타났다. 넓치농어는 모두 15개로 나타나 종간에 뚜렷한 분류형질로 나타났다 (Table. 3, 4).

가슴지느러미 수는 농어가 16-17개로 17개가 평균 63.75%로 대부분이며, 점농어는 16-18개로 역시 17개가 평균 62%로 대부분을 나타냈으며, 넓치농어는 모두 16개로 나타났다 (Table. 3, 4).

표 2. 농어속 어류의 계수형질

Table 2. Meristic counts of genus *Lateolabrax*

	<i>L. japonicus</i> Range	<i>L. maculatus</i> Range	<i>L. latus</i> Range
Dorsal fin spines	12-14 (12.95)	12-14 (12.96)	13 (13.00)
Dorsal fin rays	12-14 (13.56)	12-14 (13.00)	15 (15.00)
Anal fin spines	3	3	3
Anal fin rays	7-9 (8.29)	7-9 (7.90)	9-10 (9.33)
Pectoral fin rays	16-17 (16.64)	16-18 (16.84)	16 (16.00)
Pelvic fin spines	1	1	1
Pelvic fin rays	5	5	5
Pored scales on lateral line	70-81 (76.64)	69-87 (76.61)	74-82 (77.00)
Scales above lateral line	13-17 (15.18)	13-18 (15.45)	13-14 (14.67)
Scales below lateral line	18-21 (17.99)	16-23 (19.21)	14-16 (15.00)
Upper gill rakers	7-10 (9.22)	6-11 (8.64)	-
Lower gill rakers	14-18 (15.80)	13-17 (14.51)	-
Vertebrae	36	35-36 (35.03)	36

뒷지느러미 가지 수는 농어, 점농어 및 넙치농어 모두가 3개로 같게 나타났으며, 줄기 수는 농어가 7-9의 범위로 8개가 평균 66.25%, 점농어는 7-9의 범위 중 8개가 평균 82%로 대부분이 8개로 나타났으며, 넙치 농어는 9-10개로 다소 차이를 보였다 (Table. 3, 4).

새파수는 위쪽 새파수의 경우 농어가 7-10개로 주로 9-10개가 평균 81%를 나타냈으며, 점농어는 6-11개로 주로 8-9개가 평균 81%로 나타났다. 아래쪽 새파수는 농어가 13-18개로 주로 15-16개가 평균 79%이고 점농어는 13-17개로 주로 14-15개가 평균 75%로 나타나, 농어에 비해 다소 작게 나타났다. 전체 새파수에서는 농어가 22-29개의 범위로 대부분이 24-26개에 집중적으로 분포하며, 점농어는 19-26개의 범위로 대부분 22-25개에 분포하는 것으로 나타났다 (Table. 3. 5; Fig. 6, 7, 8).

비늘 수는 측선 비늘수에서 농어가 70-81개의 범위로 주로 75-77개에 집중적으로 분포하며, 점농어의 경우는 69-87개로 주로 73-80개에 집중되어 비슷한 경향을 나타냈으며, 넙치농어는 74-82개 사이로 나타나 3종이 비슷한 경향을 보였다. 상행린수는 농어가 13-17개로 대부분이 14-16개에 집중해 있으며, 점농어는 13-18개의 범위로 15-16개 사이에 집중적으로 나타나고, 넙치 농어는 13-14개에 분포하여 상행린수는 농어와 점농어가 넙치 농어에 비해 1-2개가 많게 나타났다. 한편, 하행린수는 농어가 15-21개로 주로 17-19개에 집중적으로 분포하며, 점농어는 16-23개로 주로 18-20개 사이에 집중적으로 분포하고 넙치농어는 14-16개 사이에 분포하였으나, 농어와 점농어의 경우가 넙치 농어에 비해 다소 많게 나타났다 (Table 3, 6; Fig. 9. 10, 11).

척추골수에서는 농어가 모두 36개였으나 그중 33개체가 $16+20=36$ 으로 나타났으며, 나머지 5개체가 $17+19=36$ 개로 나타났으며, 넙치 농어는 모두 $16+20=36$ 개로 나타났다. 반면에 점농어의 경우는 35개체가 $16+19=35$ 개이고 1개체만이 $16+20=36$ 개로 나타나, 전체 척추골수에서는 점농어가 농어나 넙치 농어보다 하나가 적게 종간에 뚜렷한 차이를 보였다 (Table 6).

3.3.2. 계측형질

조사에 사용된 표본의 체장은 200mm이상인 개체를 대상으로 조사하였다. 각 종에 대한 체장 범위는, 농어가 200-600mm (평균 290.9mm), 점농어가 201.5-846.0mm (평균 370.75mm), 넙치농어가 409-513mm (평균 472.3mm)범위로 총 165개체의 형태적 형질을 계측하여 (Table 7)에 나타내었다.

체장에 대한 상대적 비를 살펴보면 다음과 같다.

체고는 농어와 점농어는 각각 21.61-29.27%(평균 24.51%), 21.43-30.00% (평균 25.63%)로 비슷하였고, 넙치농어가 29.01-29.65% (평균 29.33%)로 높게 나타났다.

등지느러미 기점거리 (PDL)까지의 비는 농어, 점농어 및 넙치농어가 각각 29.02-35.37% (평균 31.96%), 28.33-35.35% (평균 31.22%)로 거의 비슷하였다.

가슴지느러미 기점거리 (PVL)까지의 비는 농어, 점농어 및 넙치농어가 각각 24.94~32.65% (평균 28.39%), 24.50-31.46% (평균 27.86%) 및 27.64-30.50% (평균 28.64%)로 거의 비슷하게 나타났다.

뒷지느러미 기점거리 (PAL)까지의 비는 농어와 점농어가 63.73-72.59% (평균 69.15%)와 63.12-71.83 (평균 68.87%)로 비슷하게 나타났으며, 넙치농어가 70.92-73.23 (평균 72.19%)로 다소 높게 나타났으나 전체적으로 3종이 거의 비슷하였다.

항문체장 (PaL)은 농어와 점농어가 각각 60.42-66.99% (평균 64.37%), 60.48 -66.75%(평균 63.56%)으로 비슷하였으나, 넙치농어는 66.19-69.01% (평균 67.74%)로 다소 높게 나타났다.

미병고 (CPD)는 농어와 점농어가 각각 8.33-10.62% (평균 9.70%), 8.71-11.40% (평균 10.08%)로 비슷하였으나, 넙치 농어는 11.28-13.00%(평균 12.13%)로 농어와 점농어에 비해 높게 나타났다.

표 3. 농어속 어류의 지느러미 수.

Table 3. Frequency distribution of fins of genus *Lateolabrax*.

	Dorsal fin spines			Dorsal fin rays				
	XII	XIII	XIV	12	13	14	15	16
<i>L. japonicus</i>	8	68	4	2	34	44		
<i>L. maculatus</i>	9	86	5	11	88	11		
<i>L. latus</i>		3					3	

	Pectoral fin rays			Anal fin spines	Anal fin rays			
	16	17	18	III	7	8	9	10
<i>L. japonicus</i>	29	51		80	2	53	25	
<i>L. maculatus</i>	27	62	11	100	14	82	4	
<i>L. latus</i>	3			3			2	1

표 4. 농어속 어류의 새파수.

Table 4. Frequency distribution of gill rakers of genus *Lateolabrax*.

	Upper gill rakers						Lower gill rakers					
	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18
<i>L. japonicus</i>		3	16	48	33			3	33	46	17	1
<i>L. maculatus</i>	1	5	22	59	12	1	5	34	51	9	1	

	Total gill rakers											
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
<i>L. japonicus</i>				4	6	26	29	28	5		1	
<i>L. maculatus</i>	1		5	18	27	31	17	1				

표 5. 농어속 어류의 비늘수.

Table 5. Frequency distribution of scales of genus *Lateolabrax*.

	Pored scales on lateral line																		
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
<i>L. japonicus</i>		1	1	2	4	6	15	20	16	7	9	9		3	1				
<i>L. maculatus</i>	2	2	1	2	11	11	9	13	12	5	9	6	3	5	1	2		1	1
<i>L. latus</i>						1	1							1					

	Scales above lateral line						Scales below lateral line										
	13	14	15	16	17	18	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
<i>L. japonicus</i>	2	17	37	20	8				1	4	23	26	16	7	1		
<i>L. maculatus</i>	1	8	35	27	8	1				1	7	24	16	26	12	2	1
<i>L. latus</i>	1	2					1	1	1								

표 6. 농어속 어류의 척추골수.

Table 6. Frequency distribution of vertebrae of genus *Lateolabrax*.

	Abdominal vertebrae			Caudal vertebrae		
	16	17	18	18	19	20
<i>L. japonicus</i>	33	7			5	33
<i>L. maculatus</i>	36				35	1
<i>L. latus</i>	3					3

	Total vertebrae		
	34	35	36
<i>L. japonicus</i>			36
<i>L. maculatus</i>		35	1
<i>L. latus</i>			3

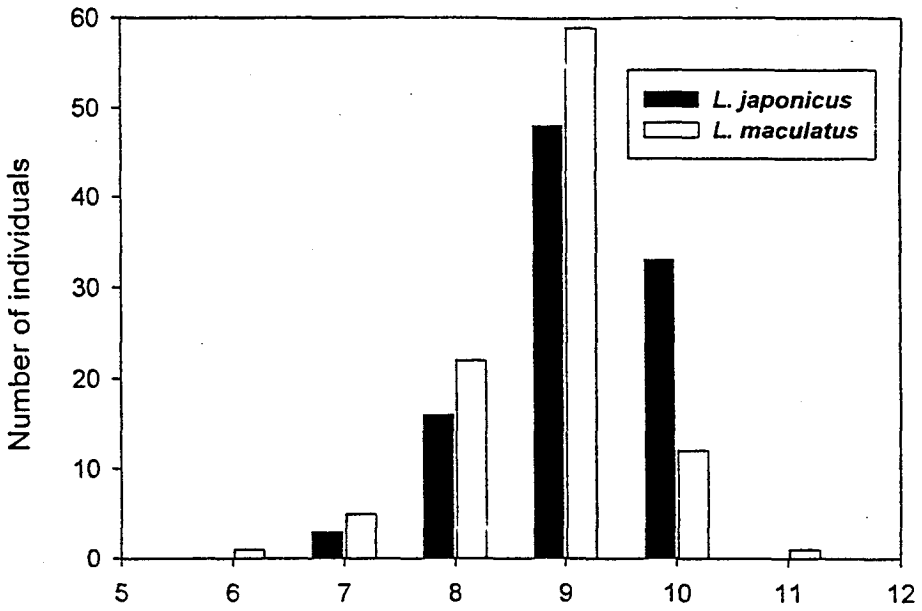


그림 6. 농어속 어류의 위쪽 새파수의 분포도

Fig. 6. Frequency distribution of upper gill rakers of genus *Lateolabrax*.

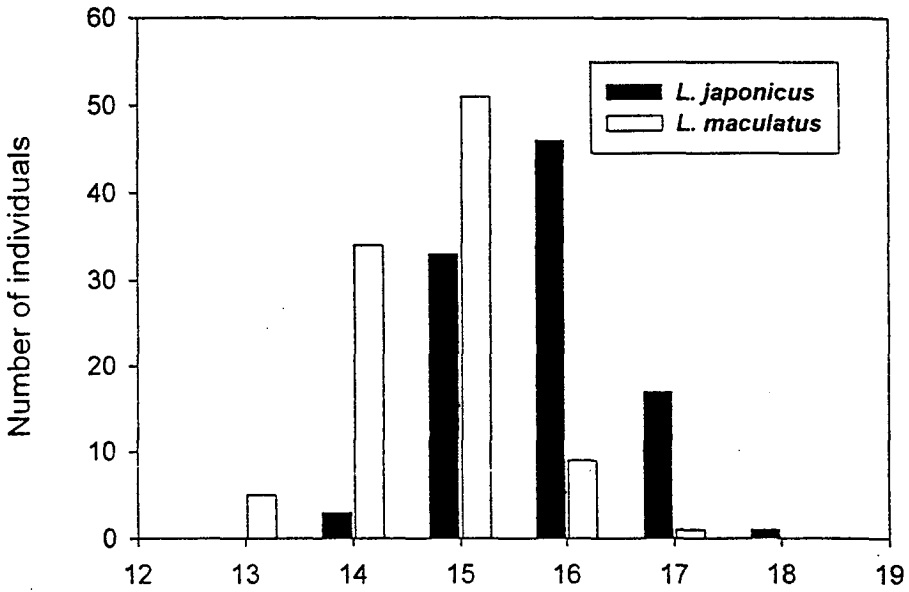


그림 7. 농어속 어류의 아래쪽 새파수의 분포도

Fig. 7. Frequency distribution of lower gill rakers of genus *Lateolabrax*.

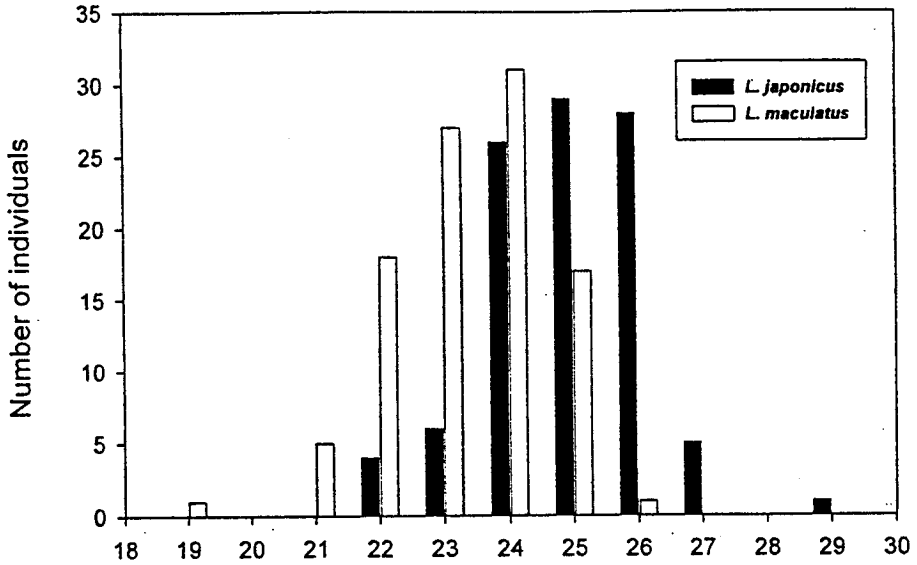


그림 8. 농어속 어류의 전체 새파수의 분포도

Fig. 8. Frequency distribution of total gill rakers of genus *Lateolabrax*.

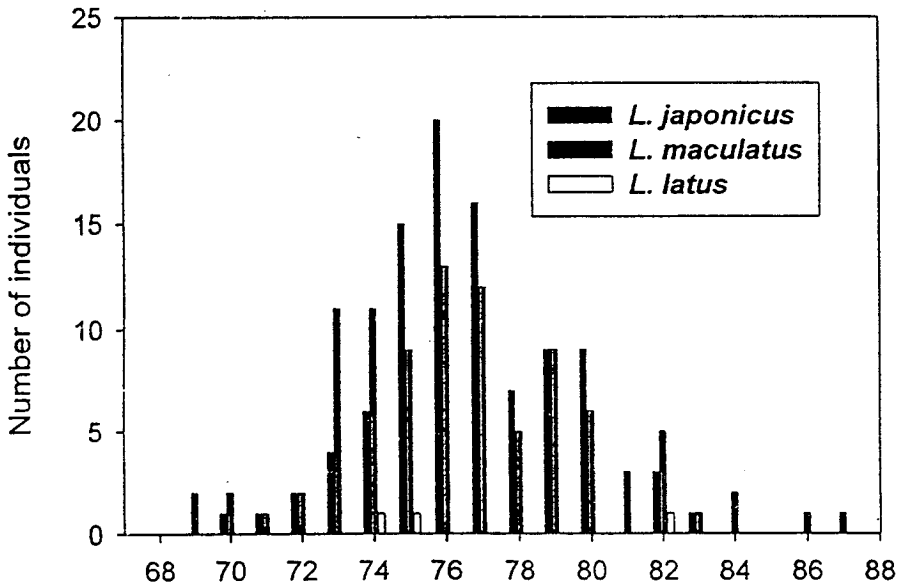


그림 9. 농어속 어류의 측선유공린수의 분포도

Fig. 9. Frequency distribution of pored scales on lateral line of genus *Lateolabrax*.

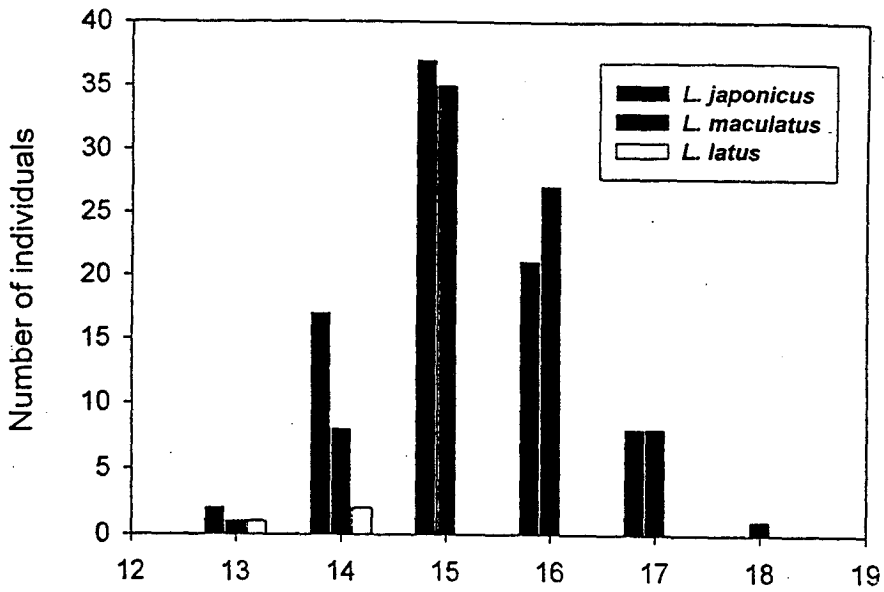


그림 10. 농어속 어류의 상행린수의 분포도

Fig. 10. Frequency distribution of scales above lateral line of genus *Lateolabrax*.

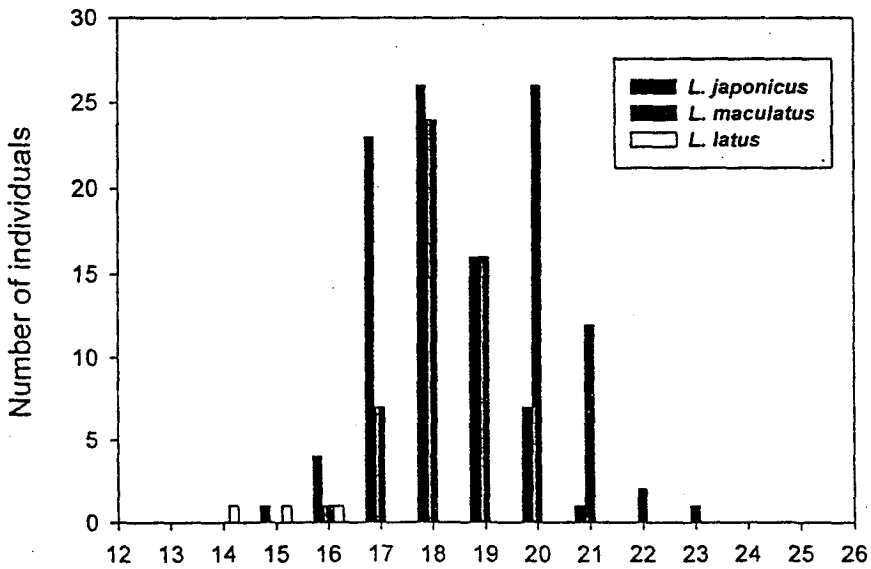


그림 11. 농어속 어류의 하행린수의 분포도

Fig. 11. Frequency distribution of scales below lateral line of genus *Lateolabrax*.

표 7. 농어속 어류의 계측형질.

Table 7. Proportional measurement of genus *Lateolabrax*

	<i>L. japonicus</i>			<i>L. maculatus</i>			<i>L. latus</i>		
	Average	Range	(N=72)	Average	Range	(N=104)	Average	Range	(N=3)
TL	290.9mm	200-600mm		370.75mm	201.5-546mm		456.5mm	409-513mm	
% of SL									
BD	24.51	21.61-29.27	(±1.59)	25.63	21.43-30.00	(±1.75)	29.33	29.01-29.65	(±0.32)
PDL	31.96	29.02-35.37	(±1.32)	31.22	28.33-35.35	(±1.27)	33.90	32.62-35.66	(±1.57)
PVL	32.61	29.60-36.76	(±1.63)	32.28	29.10-37.42	(±1.56)	33.93	32.92-34.99	(±1.03)
PAL	69.15	63.73-72.59	(±1.86)	68.87	63.12-71.83	(±1.52)	72.19	70.92-73.23	(±1.17)
PPL	28.39	24.94-32.65	(±1.70)	27.86	24.50-31.46	(±1.28)	28.64	27.64-30.50	(±1.61)
HL	29.42	26.78-33.24	(±1.26)	29.78	26.19-33.65	(±1.20)	31.42	30.91-32.39	(±0.84)
PaL	64.37	60.42-66.99	(±1.42)	63.56	60.48-66.75	(±1.23)	67.74	66.19-69.01	(±1.43)
CPL	19.72	17.07-21.60	(±1.02)	20.70	17.95-23.21	(±1.18)	18.37	17.55-19.39	(±0.93)
CPD	9.70	8.33-10.62	(±0.49)	10.08	8.71-11.40	(±0.58)	12.13	11.28-13.00	(±0.86)
% of HL									
SnL	25.05	21.19-29.69	(±1.38)	21.58	17.48-24.74	(±1.35)	27.81	25.61-31.39	(±3.13)
ED	19.53	14.84-23.43	(±2.39)	15.89	11.11-19.99	(±2.05)	19.01	18.25-19.97	(±0.88)
IW	21.86	16.73-28.00	(±2.75)	19.34	14.97-24.42	(±2.07)	23.54	22.27-24.26	(±1.10)
PW	22.16	18.76-25.21	(±1.39)	25.73	23.50-28.41	(±1.13)	22.00	21.82-22.27	(±0.24)
POL	56.82	51.11-64.06	(±3.21)	63.71	55.25-70.00	(±2.49)	52.30	50.36-53.73	(±1.74)
SOW	5.10	3.82-6.73	(±0.54)	6.85	5.30-8.82	(±0.70)	6.22	5.84-6.49	(±0.34)
UJL	44.26	40.52-48.16	(±1.93)	44.40	39.45-49.54	(±2.10)	44.48	43.47-46.19	(±1.48)

두장에 대한 비를 살펴보면 다음과 같다.

문장 (SnL)은 농어와 넙치 농어가 각각 21.19-29.69% (평균 25.05%)와 25.61-31.39% (평균 27.81%)로 거의 비슷하게 나타났으나 점농어가 17.48-24.74% (평균 21.58%)로 가장 낮게 나타났다 (Fig. 12).

안경 (ED)은 농어, 점농어 및 넙치농어가 각각 14.83-23.43% (평균 19.53%), 11.11-19.99% (평균 15.89%), 18.25-19.97% (평균 19.01%)로 거의 비슷하게 나타났다. 그러나 Fig. 7에서 나타난 바와 같이 이들은 성장함에 따라서 안경의 비가 점점 감소하는 경향을 나타내며 점농어가 농어에 비해 비슷한 크기에서는 안경이 작은 것으로 나타났다.

전새개골폭 (PW)은 농어 및 넙치농어가 각각 18.76-25.21% (평균 22.16%), 21.82-22.27%(평균 22.00%)로 비슷하게 나타났으며 점농어가 23.50-28.41% (평균 25.73%)로 비교적 높게 나타났다 (Fig. 13).

후두장 (POL)은 넙치농어가 50.36-53.73% (평균 52.30%)로 가장 낮게 나타났으며, 점농어가 55.25-70.00% (평균 63.71%)로 가장 높게 나타났으며, 농어는 51.11-64.06%(평균 56.82%)로 그 중간을 나타냈다 (Fig. 14).

안전골폭 (SOW)은 점농어와 넙치농어가 각각 5.30-8.82% (평균 6.85%) 및 5.84-6.49%(평균 6.22%)로 비슷하게 나타났으나, 농어가 3.82-6.73% (평균 5.10%)로 가장 낮게 나타나 종간의 뚜렷한 형질로 조사되었다 (Fig. 15).

턱길이 (UJL)은 농어, 점농어 및 넙치농어가 각각 40.52-48.16% (평균 44.26%), 39.45-49.54 (평균 44.40%) 및 43.47-46.19% (평균 44.48%)로 비슷하게 나타났다. 그러나, 농어는 턱길이가 눈의 후연을 넘는 경우가 없으나, 점농어의 경우 눈의 후연을 넘는 개체가 다수 나타났다.

3.4. 골격형질

농어, 점농어 및 넙치농어의 두개골(cranium), 내장골(visceral skeleton), 척추골(vertebrae), 미골(caudal skeleton), 견대골(shoulder girdle), 요대골

(pelvic girdle), 악골(jaw bones)에 대한 형태를 비교하였다.

3.4.1. 頭蓋骨 (cranium).

농어속 어류의 두개골은 다공성으로서 일반적으로 서골, 사골, 액골, 노정골, 설이골, 전이골, 상이골, 익이골, 부설골, 기저설골의 골격으로 이루어져 있으며, 그 중 서골, 사골, 부설골, 기저설골, 상후두골을 제외한 골격은 쌍으로 구성되었다. 이들 농어속 어류

두개골의 측면, 배면, 그리고 복면도는 Fig. 16, 17, 18에서 나타내었다.

서골(vomer)은 두개골의 복면 앞쪽에 위치한 뼈로서 반달 모양으로 후방에 긴 돌기를 지닌 단일 골편이다. 서골의 배면은 사골과 전액골과 결합하고 뒤쪽은 부설골과 강하게 결합되어있다. 서골의 형태는 각 종이 거의 같은 모양을 이루고, 전방의 양 측면은 1개씩의 돌기로 형성하고, 후방으로는 긴 돌기를 형성한다.

측사골(latera ethmoid)은 서골의 배면과 액골의 후연 및 액골 전단의 복면에 위치하는 단일 골편으로 각 종이 거의 동일한 형태를 취하며, 전반부의 양 측면은 비골을 지지한다.

중사골(mesethmoid)은 전방은 서골과 결합하고 양측면으로는 측사골과 위쪽 후방으로는 액골과 연결되어 있다. 특히 중사골 가운데에는 위쪽으로 돌출한 삼각형 모양의 돌기가 형성되어 있는데 농어와 점농어가 잘 발달되어 있는데 비해 넙치농어는 다소 뭉툭한 형태를 나타낸다.

부설골(parasphenoid)은 두개골 기저면의 큰 축을 형성하는 긴 칼날 모양의 골편으로서 복중선의 전장에 걸쳐 뻗어 있고, 앞 쪽으로는 서골, 전액골과 연결되고 후방으로는 전이골 및 기저후두골과 연결되어 있다. 전이골과 연결된 부분은 날개 모양을 형성하고 있다. 중간의 형태는 거의 동일한 모양을 나타내나 넙치 농어에서 날개부를 중심으로 농어와 점농어에 비해 다소 더 휘어진 형태를 나타내고 있다.

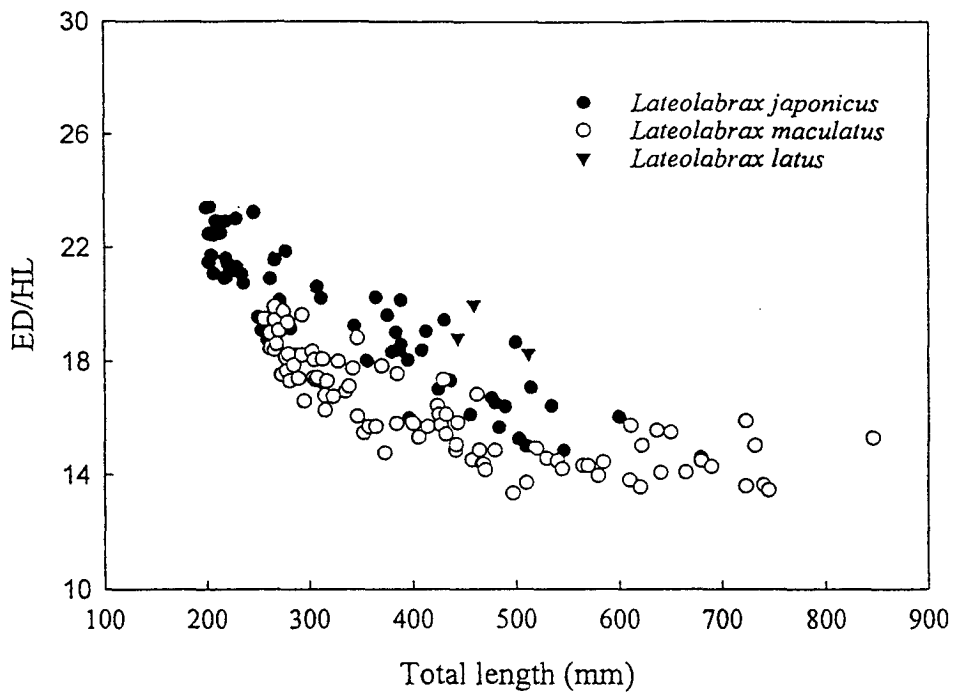


그림 12. 전장과 두장에 대한 안경의 백분율과의 관계.

Fig. 12. Relationship between total length and percentage of eye diameter (ED) of head length.

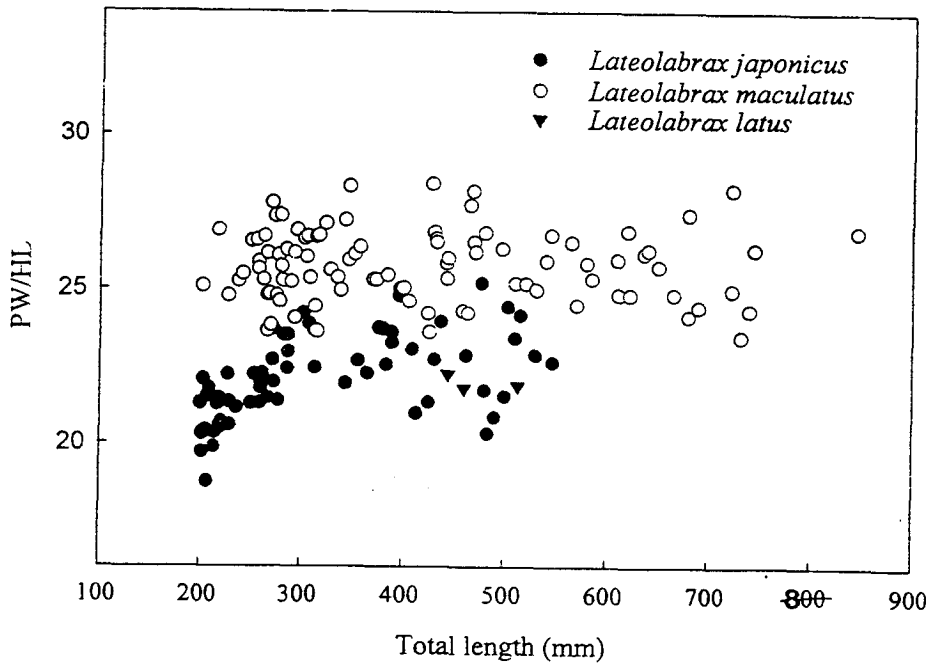


그림 13. 전장과 두장에 대한 전새개골폭의 백분율과의 관계.

Fig. 13. Relationship between total length and percentage of preopercle width (PW) of head length.

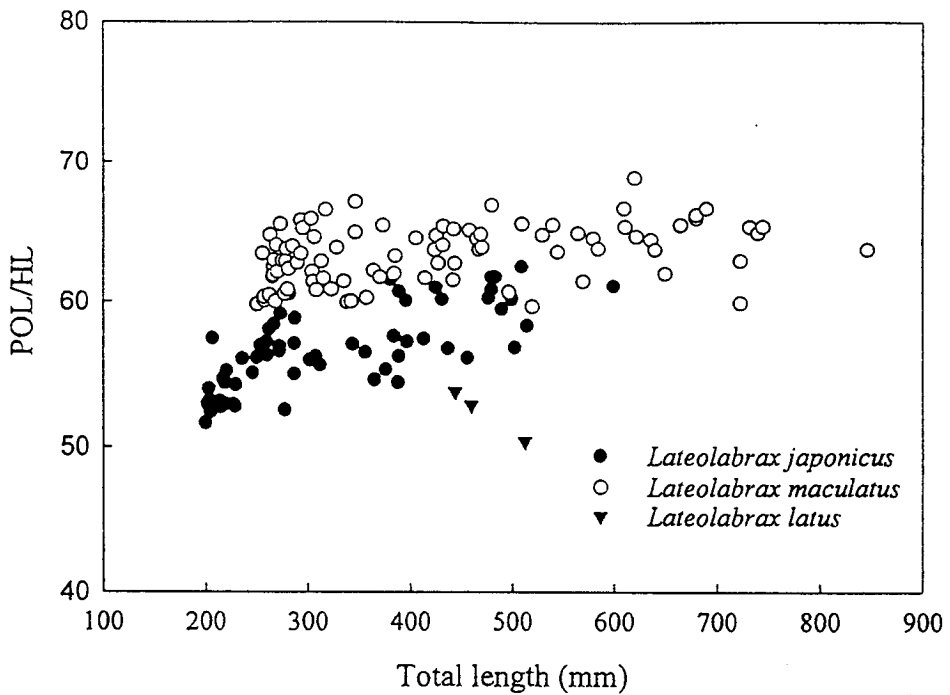


그림 14. 전장과 두장에 대한 후두장의 백분율과의 관계.

Fig. 14. Relationship between total length and percentage of postorbital (POL) of head length.

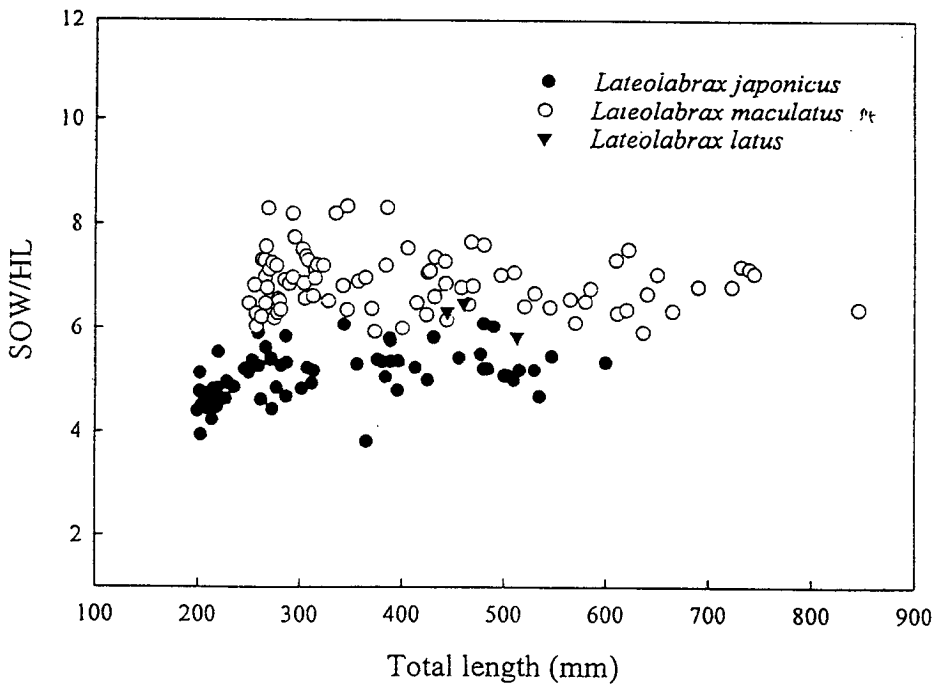


그림 15. 전장과 두장에 대한 안전골폭의 백분율과의 관계.

Fig. 15. Relationship between total length and percentage of suborbital (SOW) of head length.

액골(frontal)은 두개골의 대부분을 차지하고 있는 넓은 판 모양을 형성하는 1쌍의 골판으로 그 전단을 측사골과 연결되어 있고, 후방으로는 상후두골 및 노정골과 강하게 연결되어 있으며, 후연의 아래쪽은 설이골과 연결되어 있다. 액골중앙에는 길게 뻗는 구를 형성하며 양측면으로 융기된 날개부분이 발달해 있으며 커다란 구멍이 2개씩 형성되어 있다. 또한 전방의 끝부분과 3/1 지점에 하나의 큰 구멍이 형성되어 비골과 연결되어 있다. 종간의 형태는 거의 유사한 모양을 취하고 있으나, 전액골의 선단과 익설골과 만나는 곳을 기준으로 그 길이로 비교해볼 때 농어가 가장 길며, 점농어는 가장 짧고 넙치농어가 중간 정도의 길이를 나타내었다. 그러한 것은 3종 사이의 눈의 크기와 거의 같은 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다.

설이골(sphenotic)은 두개골 양측면의 중앙에 위치된 골편으로서 제 t 안하골이 넓혀 있으며 액골과 후방으로는 익이골과 관절되어 있다. 뚜렷하지 않으나 설이골 중앙부위가 점농어는 거의 직선적이거나 농어는 약간 오목한 형태를 나타내고, 넙치농어가 양끝이 다른 뾰족하면서 깊게 골곡져 있다. 또한 설이골의 양끝 길이는 넙치농어가 가장 길고 넙치농어가 가장 짧게 나타났으며, 농어는 그 중간 두 종의 중간 크기이다.

익이골(pterotic)은 두개골 양 측면의 위쪽을 형성하는 골판으로써 제 6 안하골 끝 상측두골에 형성된 감각관과 함께 감각관을 형성하고 있다. 익이골은 전방으로는 설이골과 안쪽으로는 노정골과 결합되고, 하방으로는 전이골과 결합되어 있다. 종간의 형태는 매우 유사하다.

상이골(ephiotic)은 두개골 양측의 후방에 위치한 골판으로써 상측두골과 관절되어 있다. 전방으로는 노정골과 결합하고 내측으로는 상후두골과 하방으로는 외후두골과 결합되어 있다.

기저설골(basesphenoid)은 두개골 중앙의 한 가운데 위치한 가는 막대모양의 골편으로 하방으로는 부설골과 결합하고 위쪽으로는 익설골과 결합되

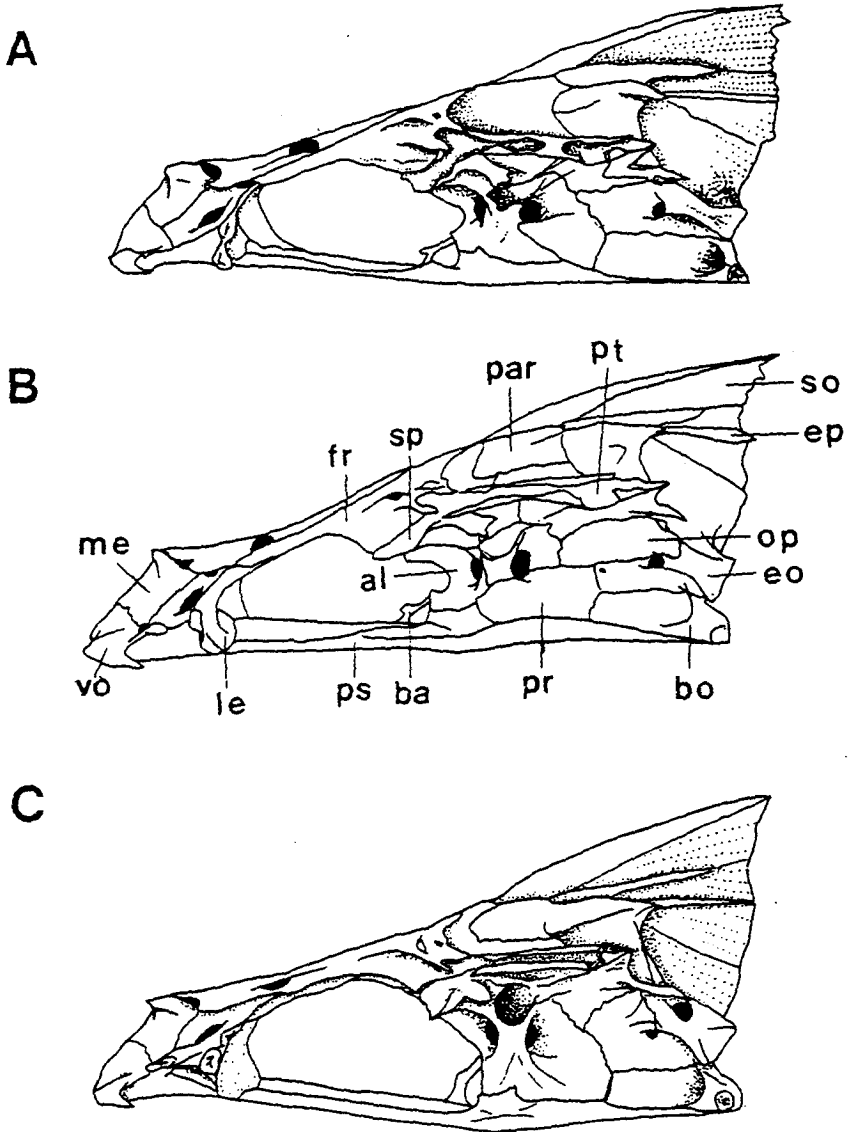
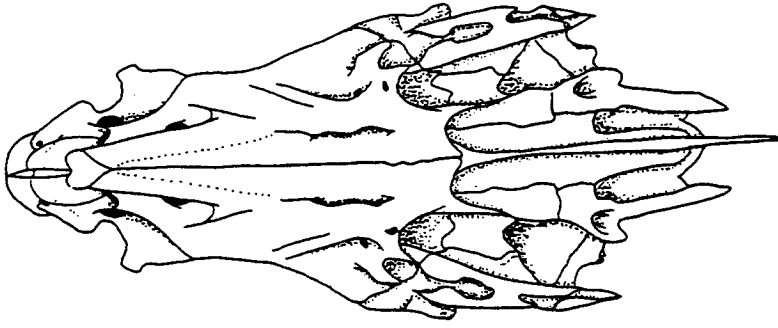


그림 16. 농어속 어류의 두개골의 측면도

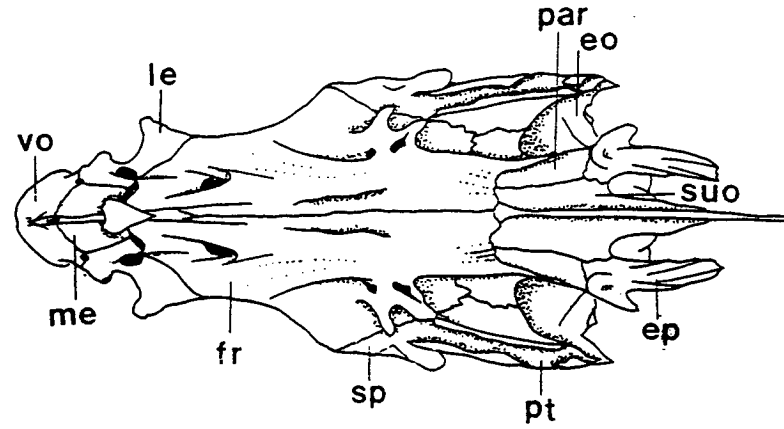
Fig. 16. Lateral view of cranium of genus *Lateolabrax*.

al, alisphenoid(익설골); ba, basisphenoid(기저설골); bo, basi-
occipital; ex, exoccipital(외후두골); ep, epiotic(상이골); fr, fr-
ontal(액골); le, lateral ethmoid(측사골); me, mesoethmoid(중사
골); op, opisthotic(후이골); par, parietal(노정골); pr, prootic(전
이골); pt, pterotic(익이골); ps, parasphenoid(부설골); so, supra-
occipital(상후두골); sp, sphenotic(설이골); vo, vomer(서골)

A



B



C

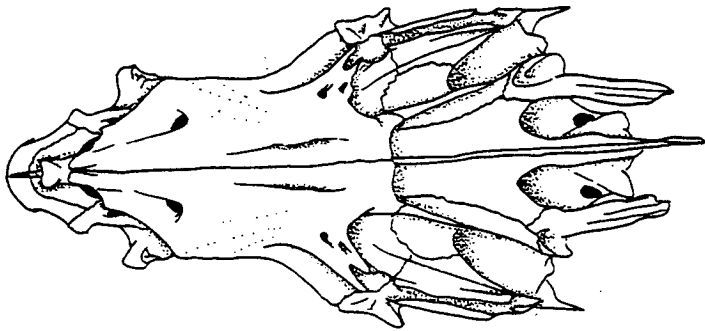


그림 17. 농어속 어류의 두개골의 평면도

Fig. 17. Dorsal view of cranium of genus *Lateolabrax*.

(Bone names refer to Fig. 16)

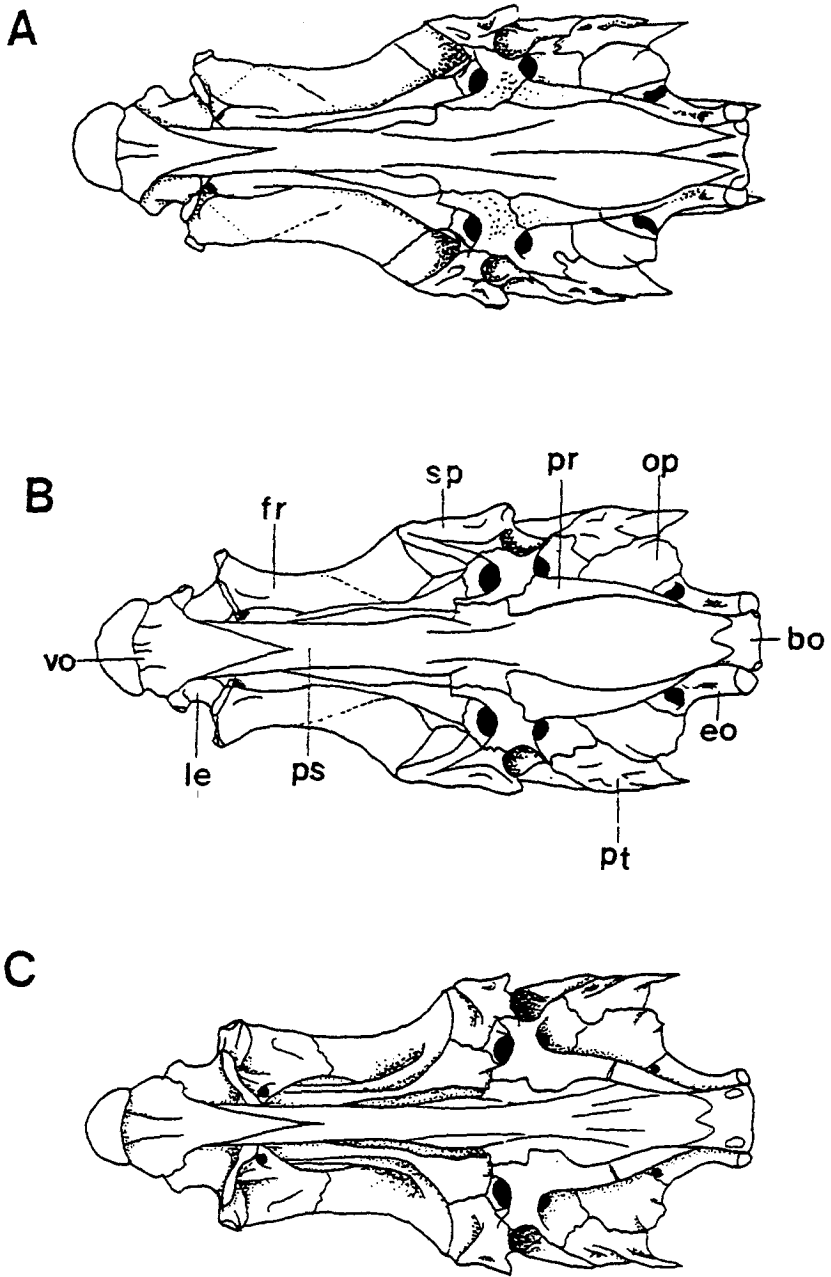


그림 18. 농어속 어류의 두개골의 복면도

Fig. 18. Ventral view of cranium of genus *Lateolabrax*

(Bone names refer to Fig. 16)

어 있다. 농어의 경우 기저설골의 중앙부위가 날카롭게 전방으로 돌출되어 있는 반면에 점농어가 중앙부위가 돌출되어 있으나 날카롭지 않으며, 넙치 농어는 두 종에 비해 다소 두껍고 약간 휘어져 있으나 전방으로 돌출되어 있지는 않다.

3.4.2. 顎骨 (Jaw bones)

악골은 주둥이를 구성하는 골격으로 위턱을 구성하는 전상악골 (premaxillary), 주상악골 (maxillary), 상주상악골 (supramaxillary)과 아래턱을 구성하는 치골 (dentary), 관절골 (articular) 및 각골 (angular)로 구성되어 있다 (Fig 19).

전상악골은 길고 위쪽으로 향해 굽어진 골격이다. 이 골격의 전단 배부에는 가늘고 뾰족하며 두텁고 넓은 V자형의 상행돌기가 있다. 전상악골의 이빨은 아주 작은 이빨들이 밀집해서 융모치를 형성하고 있다. 종간에 거의 유사한 형태를 취하고 있다.

주상악골은 길고 전상악골의 후방의 배면에 접해 있는 골격이다. 전단은 두텁고 둔하며 후방으로 향할수록 넓고 편평하게 확장되어 두터운 골판을 형성한다.

상주상악골은 주상악골의 후단의 배면에 위치한 뼈로서 길고 가느다란 막대 모양을 형성하고 있으며 특이할 만한 특징은 나타내지 않는다.

치골은 두텁고 강하며 거의 V자형을 취하고 있으며 다수의 구멍이 형성되어 있다. 이 V자형의 홈에 관절골이 맥켈시 연골을 이용하여 결합되어 있다.

관절골은 한쪽이 좀더 길어진 마름모꼴의 형태를 취하는 골편으로 전단은 치골과 관절되어 있으며 후단은 각골과 결합되어 있다. 관절골의 후단 배면은 방골과 결합되어 있다.

턱을 구성하는 악골들은 종간에 거의 유사한 형태를 취하고 있어 그 차이점을 나타내지 않는다.

3. 4. 3. 鰓蓋骨 (Operculam)

새개골은 아가미 뚜껑을 형성하는 뼈로서 주새개골, 전새개골, 하새개골, 간새개골로 구성되어 있다 (Fig. 20).

전새개골 (Prepercle)은 긴 삼각형로 설악골, 접속골, 방골에 접하고 있는 하나의 큰 골판이다. 배전단은 강하고 뾰족한 돌기로 되어있다. 전새개골 후연은 후하연으로 향해 톱니 모양의 날카로운 작은 극이 발달해 있으며, 복면에는 크고 강한 극이 전방으로 휘어져 3개가 발달해 있다. 종간에 형태적으로는 유사하나 복면에 위치한 극의 방향이 농어가 점농어 및 넙치 농어에 비해 전방으로 많이 휘어져 있다.

주새개골은 사각형의 넓고 두터운 골판을 형성하고 있는 뼈로서 배전단은 설악골에 인대로 연결되어 있으며 전연은 거의 직선으로 뻗어 있다. 그리고 배면에서 후연으로 향해 한면의 굴곡을 형성하며 다소 돌기의 흔적을 나타낸다. 종간의 형태는 유사하나 넙치 농어가 농어 및 점농어에 비해 후연의 굴곡 정도가 심하며 상대적 크기가 작다.

하새개골은 낫 모양의 넓고 길게 뻗은 골판을 형성하고 있다. 전단의 뒤쪽으로 향한 뾰족한 돌기가 전새개골과 주새개골 사이에 관절되어 있으며, 다소 넓은 골판은 주새개골의 후연과 겹쳐져 있다.

간새개골은 넓고 둥그스름한 원형을 취하는 골편으로 배면은 전새개골과 접하고 있다. 종간의 모양은 매우 유사하나 넙치농어가 다른 두 종에 비해 매우 크다.

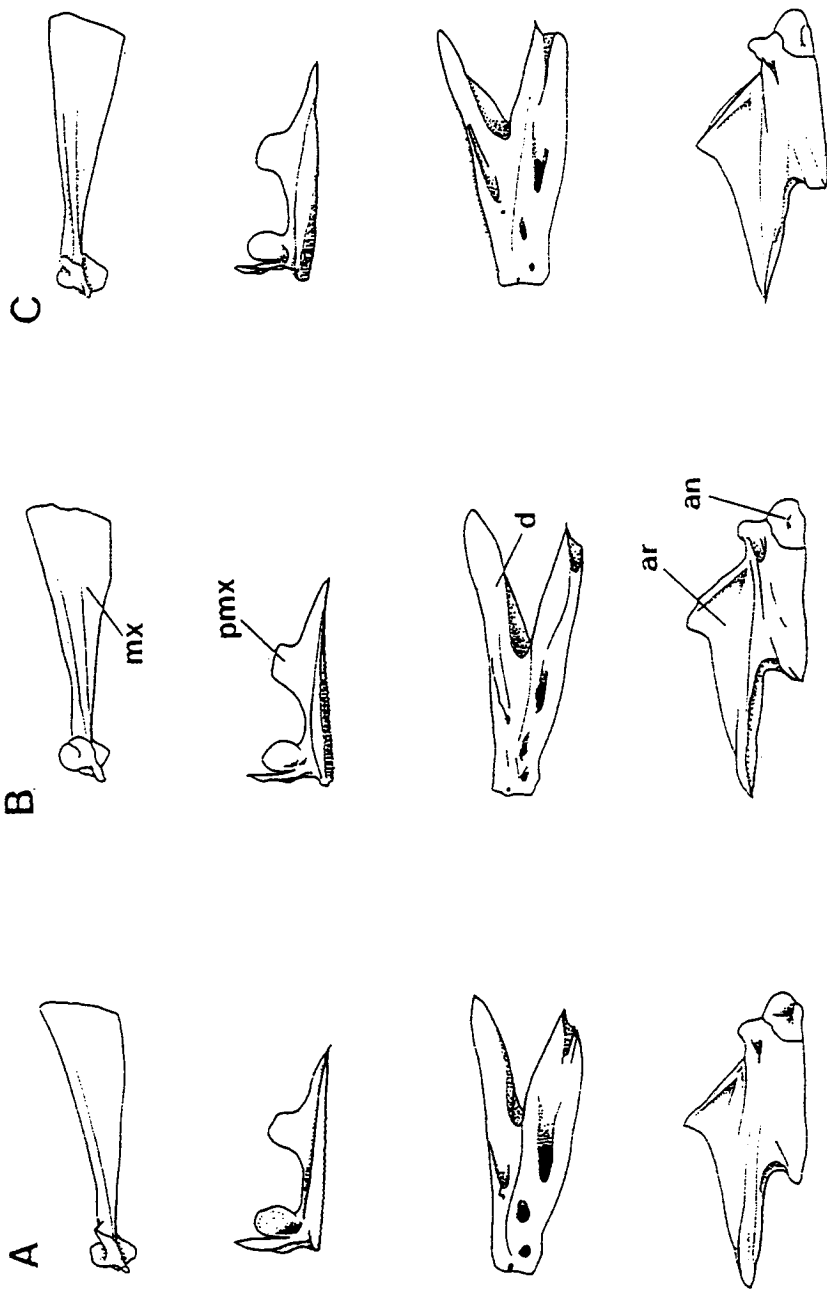


그림 19. 농어속 어류의 악골의 측면도

Fig. 19. Lateral view of jaw bone of genus *Lateolabrax*. an, angular(각골); ar, articular(관절골); d, dentary(치골); m, maxillary(후상악골); pm, premaxillary(전상악골)

3.4.4. 구개부(Plate)

구개부는 내장골을 형성하는 대다수의 골편으로 구개골, 내익상골, 후익상골, 외익상골, 방골, 접속골 및 설악골로 형성되어 있다 (Fig 21).

구개골(palatine)은 입천정을 형성하는 골편으로 용모상의 구개치가 잘 발달해 있고 전단은 전액골과 관절하며 후단의 배면은 내익상골 및 외익상골과 결합되어 있다.

후익상골은 가늘고 길게 휘어진 형태로 전단은 구개골과 강하게 결합하고 배면은 연골 중심으로 내익상골과 결합되어 있으며 후면은 방골과 결합되어 있다.

내익상골은 긴 타원형의 골편으로서 전단은 구개골과 결합하고 복면은 연골로 외익상골, 방골 및 후익상골과 결합하고 있다. 종간의 형태는 유사하나 농어나 점농어에

비해 넓치 농어가 상대적으로 보다 넓게 잘 발달되어 있다.

후익상골은 사각형으로 구개부의 중심에 위치하며 내익상골, 방골, 접속골 및 설악골과 결합되어 있다. 특히 후익상골에는 골질판이 형성되어 있는데 그 중 점농어가 다른 두종에 비해 잘 발달되어 있다.

설악골은 위부분이 사각형의 판모양이고 아래쪽을 쪽 뺀 자루 형태를 취하고 있다. 설악골은 자루 부분에 하나의 커다란 관을 형성하고 있다. 종간의 형태는 매우 유사하게 나타났다.

3.4.5. 肩帶部 (Pectoral girdles)

견대부는 상측두골(2개), 후측두골, 상대골, 쇄골, 후쇄골(2개), 오혜골, 견갑골 및 사출골로 구성되어 있다 (Fig. 22). 2개의 상측두골과 후측두골에는 감각관이 잘 발달되어 측선계와 연결되어 있으며, 특히 후측두골의 후연에는 톱니형의 작은 극들이 발달해 있다.

상쇄골은 긴 막대 모양으로 위로는 후측두골과 아래로는 쇄골과 관절되어 있다. 쇄골은 견대의 중심부를 이루고 있는 길고 두터운 자로 굽어진

골격으로서 후연에는 후측두골과 마찬가지로 극이 발달해 있다. 복하연의 내측은 매우 오목하며 후연은 견갑골과 오혜골이 연결되어 있다. 농어와 점농어의 경우 쇄골 전단이 뚜렷한 융기선이 형성되어 있으나 넙치농어에서는 융기선이 미약한 편이다.

3.4.6. 혀(舌弓(Hyoid arch)).

설골은 인설골을 포함해서 하설골, 각설골, 상설골, 간설골 및 새조골로 구성되어 있고, 이들은 서로 강하게 부착되어 연결되어 있다 (Fig 23). 특히, 하설골과 간설골과의 결합 부위가 간설골과 상설골의 배면을 따라서 깊게 패인 구가 잘 발달되어 있다. 새조골은 각설골 상에 4개, 각설골과 상설골의 결합 부위 1개, 그리고 상설골에 2개가 부착되어 있다. 새조골의 길이는 농어에서 다른 두종에 비해 보다 두텁고 길게 잘 발달되어 있다.

미설골은 하설골의 복면과 결합되어 있는 뼈로서 전단은 위쪽으로 향한 돌기가 형성되어 있으며 후연으로 향할수록 넓은 판을 형성하고 판의 아래쪽은 좌우로 다소 넓어서 하나의 구를 형성하고 있다. 복면의 경우 농어는 전반의 중앙 부분의 다소 볼록한 형태를 취하고 있으나 점농어와 넙치 농어에서는 밋밋한 형태로 뺨어 있다. 특히 점 농어의 경우 구가 잘 발달되어 있으며 넙치 농어 구가 양 측면으로 완전히 분리되어 깊게 패어져 차이를 나타내었다.

3.4.7. 脊椎骨 (Vertebrae)

척추골은 두개골에 붙은 제1추골에서 몸통까지의 복추골과 꼬리 부분의 미추골로 나누어진다 (Fig. 24). 복추골에는 신경극과 측돌기가 형성되어 있으며 미추골에는 신경극과 혈관극이 발달되어 있다. 전반적으로 척추골의 형태는 종간에 매우 유사하나 제 1 미추골은 길고 날카롭게 돌출되어 한번 만입되어져 길게 혈관극이 뺨어 있다. 농어는 만입의 정도가 미약한 반면에 점농어와 넙치 농어는 깊게 만입되어 있는 차이점을 나타내었다.

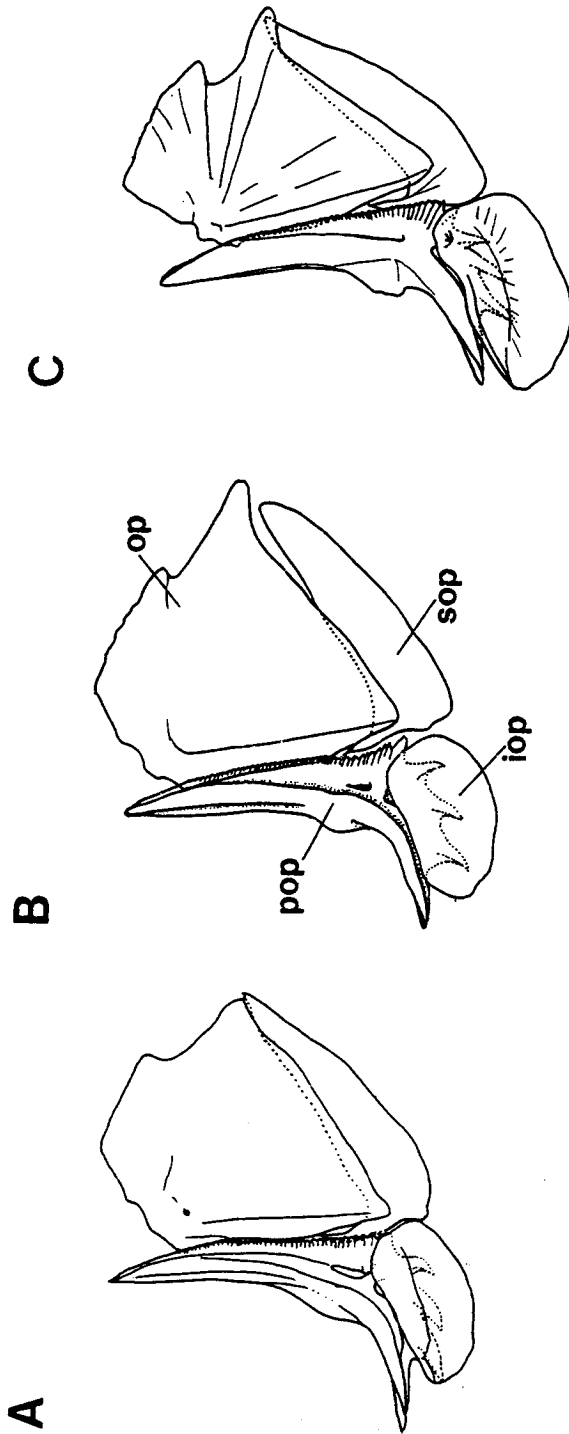


그림 20. 농어속 어류의 세개부의 측면도

Fig. 20. Lateral view of opercular of genus *Lateolabrax*. A, *L. japonicus*; B, *L. marculatus*; C, *L. latus*.
iop, interopercle(간세계골); op, opercle(전세계골); sop, subopercle(하세계골)

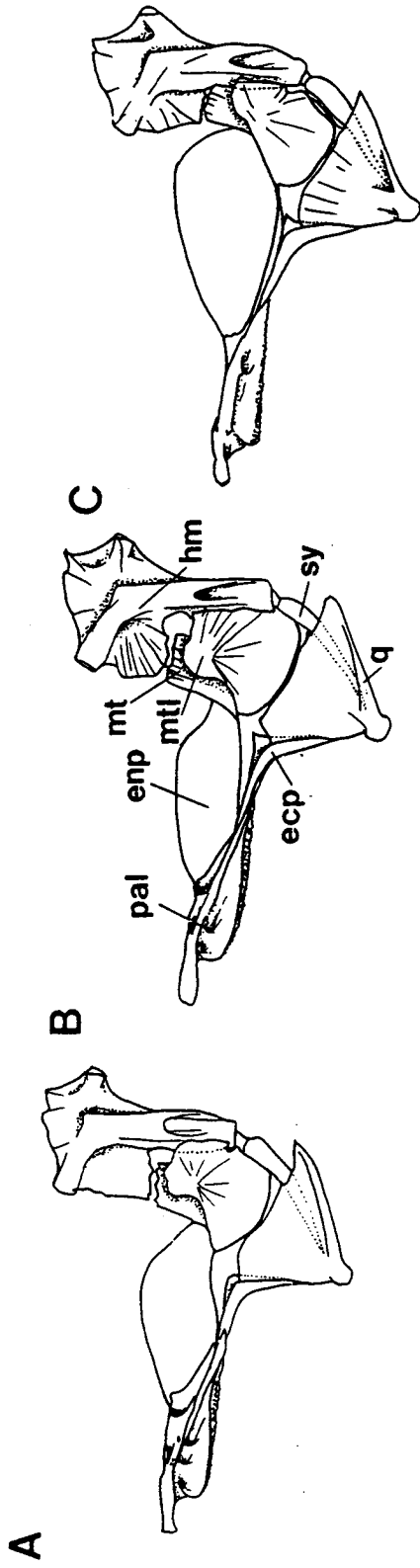


그림 21. 농어속 어류의 구개부의 측면도

Fig. 21. Lateral view of plate of genus *Lateolabrax*. A, *L. japonicus*; B, *L. marculatus*; C, *L. latus*. ecp, ectopterygoid(외의상골); enp, endopterygoid(내의상골); hm, hyomandibular(설악골); mt, metapterygoid(후의상골); mtl, metapterygoid lamina(후의상골-콜편); pal, palatine(구개골); q, quadrate(방골); sy, symplectic(접속골)

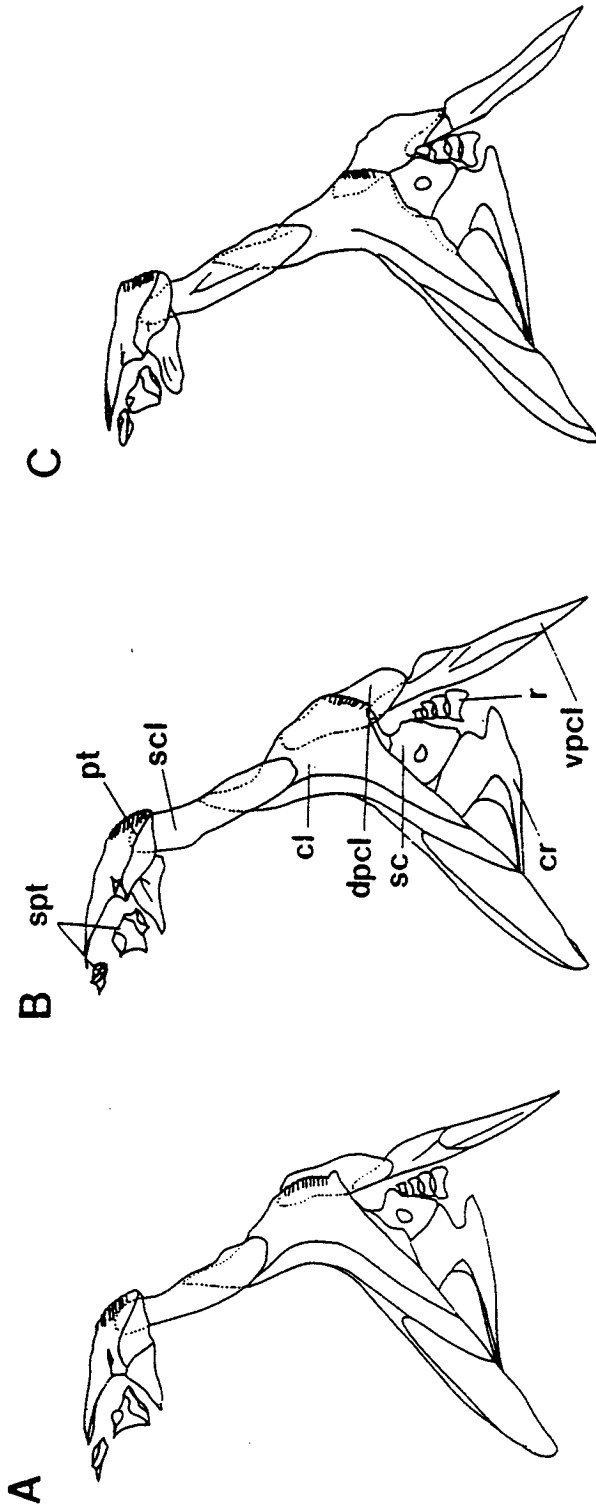


그림 22. 농어속 어류의 견대부의 측면도

Fig. 22. Lateral view of pectoral girdles of genus *Lateolabrax*. A, *L. japonicus*; B, *L. marculatus*; C, *L. latus*. cl, cleithrum(쇄골); cr, coracoid(오체골); dpcl, dorsal postcleithrum(등쪽후두골); pt, posttemporal(후측두골); r, radial(사출골); sc, scapular(진갑골); scl, supracleithrum(상쇄골); spt, supraposttemporal(상측두골); vpcl, ventral postcleithrum(배쪽후쇄골)

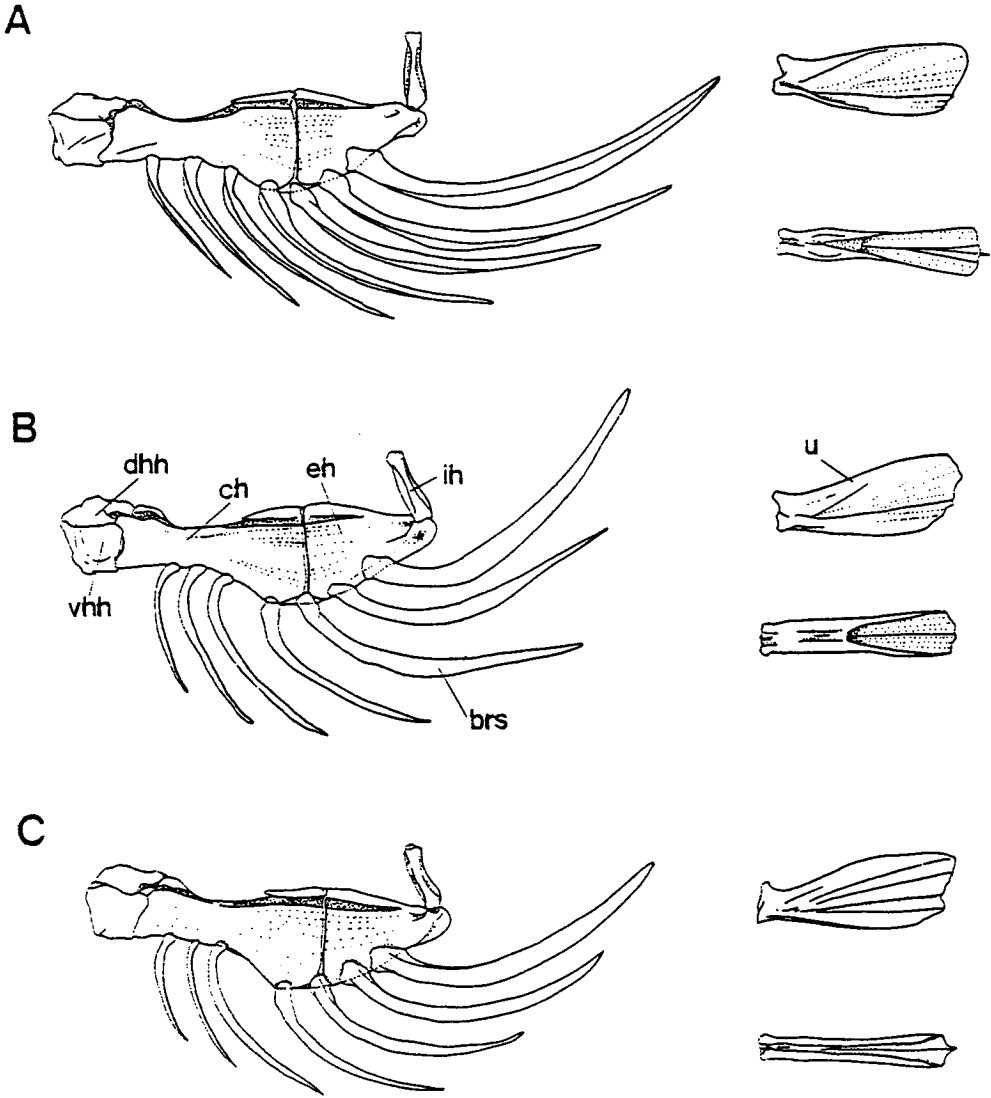


그림 23. 농어속 어류의 설궁의 측면도

Fig. 23. Lateral view of hyoid arches of genus *Lateolabrax*: A, *L. japonicus*; B, *L. marculatus*; C, *L. latus*. brs, branchiostegal ray(새조골); ch, ceratohyal(각설골); eh, epihyal(상설골); ih, interhyal(간설골); dhh, dorsal hypohyal(등쪽하설골); vhh, ventral hypohyal(배쪽하설골); u, urohyal(미설골)

특히 이 만입 부위에는 제 1 혈관간극이 삽입되는데 Fig. 25에서와 같이 농어는 제 1 혈관간극이 활처럼 휘어져 있는데 반해서 점농어와 넙치 농어는 직선으로 곧게 뻗어 있는 뚜렷한 차이를 나타내었다. 한편 농어와 점농어에 비해 넙치 농어의 경우는 신경극과 혈관극이 상대적으로 더욱 길게 발달해 있는데 이는 체고가 높은 점과 잘 일치하고 있음을 나타내었다.

3.4.8. 尾骨 (Caudal skeleton)

꼬리지느러미를 지지하는 골격은 서로 굳게 융합되어 있는 구조로, 마지막 척추골이 휘어진 상태에서 지지하고 있다(Fig. 26). 미골은 3개의 상미축골(epural bone), 5개의 하미축골 및 1개의 준하미축골(parchypural bone)로 구성되어 있다. 상미축골은 첫 번째 이 가장 길고 폭이 넓으며 갈수록 줄어든다. 하미축골은 위쪽에 3개 아래쪽에 2개가 위치하고 있다. 준하미축골은 미부봉상골과 분리되어 막대기 모양을 마지막 혈관극과 제 1,2 하미축골 사이에 위치하며 준하미축골 돌기가 잘 발달되어 있다. 미골은 종간에 유사한 형태를 나타내나 5번째의 하미축골의 경우 농어와 넙치 농어가 다소 두꺼운 데 비해 점농어는 가늘게 형성되어 있으며, 미골판은 넙치 농어가 농어와 점농어에 비해 보다 넓고 발달해 있다.

3.5. 동위효소

농어와 점농어는 골격근 LDH pattern에서 차이를 나타내었다 (Fig. 27). 우선 fast zone에서 농어는 주로 AB 형으로 A 유전자의 빈도가 높은 반면 점농어는 BB 형이 많은 것으로 나타나 A 유전자의 빈도에서 차이를 보였으며, slow zone에서는 점농어와 농어 간에 이동도에서 현격한 차이는 나타내었는데 그 이동 거리는 농어가 100, 점농어가 -10 정도였는데 이 slow zone의 이동거리는 점농어와 민농어의 검색에 결정적인 key가 될 수 있을 것으로 보인다.

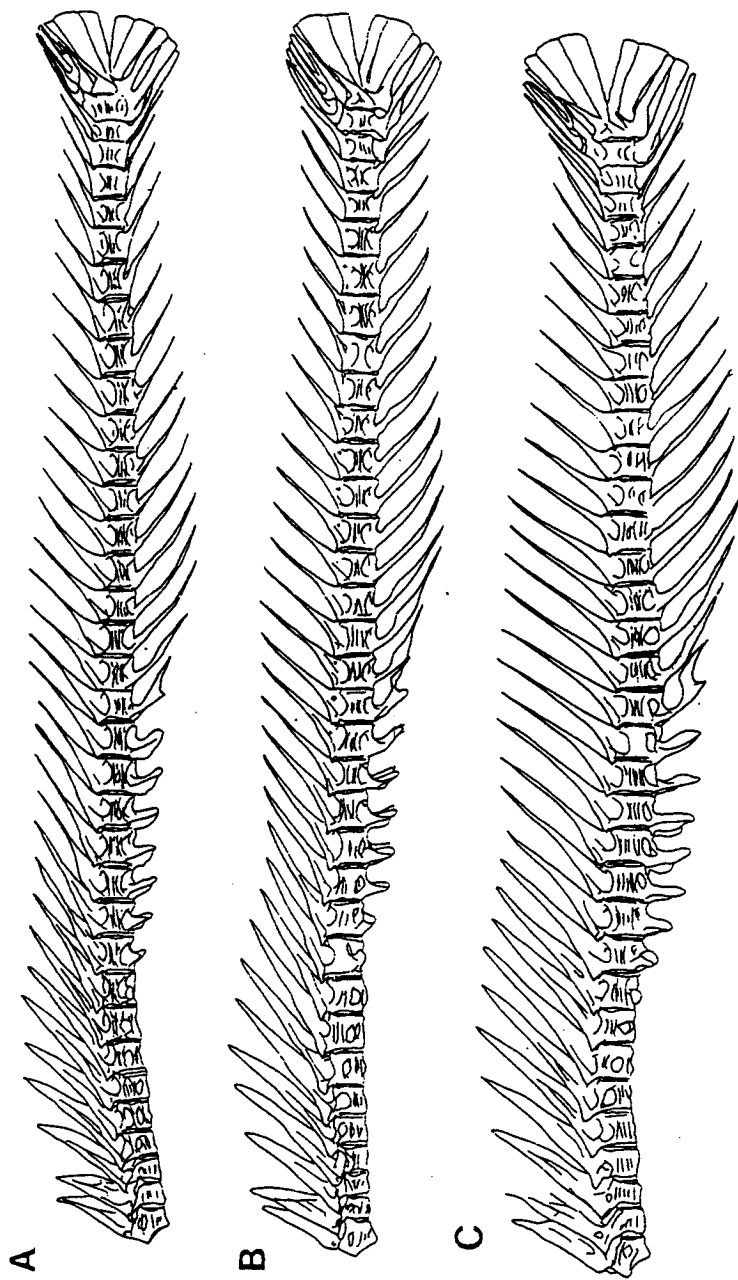


그림 24. 농어속 어류의 척추골의 측면도

Fig. 24. Lateral view of vertebrae of genus *Lateolabrax*, A, *L. japonicus*; B, *L. marculatus*; C, *L. latus*.

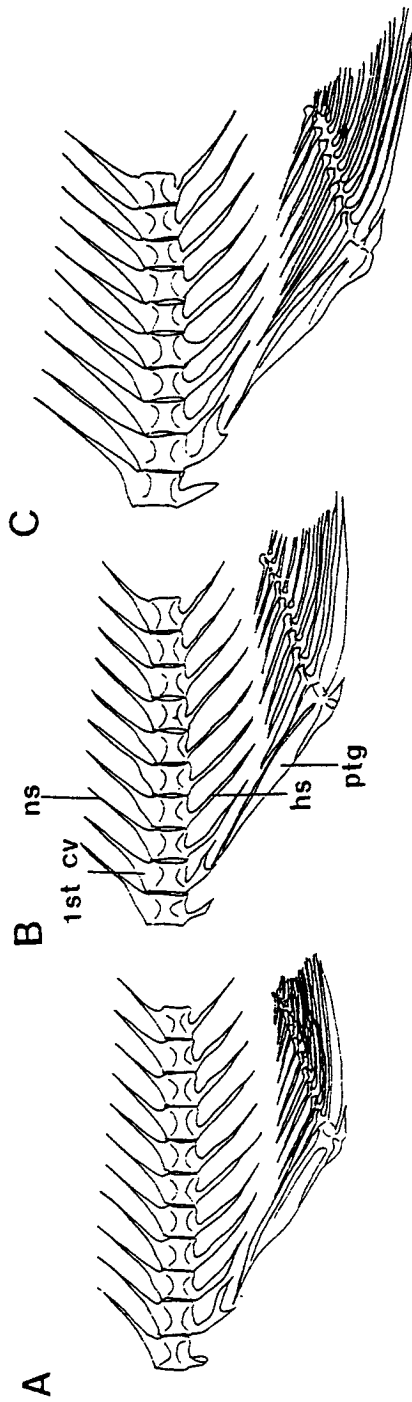


그림 25. 농이속 종류의 척추골과 담기골의 측면도

Fig. 25. Lateral view of vertebrae and pterygiophore of genus *Lateolabrax*, A, *L. japonicus*; B, *L. marculatus*; C, *L. latus*. 1st cv, first caudal vertebrae(제1 미추골); ns, neural spine(신경극); hs, haemal(혈관극); ptg, pterygiophore(담기골)

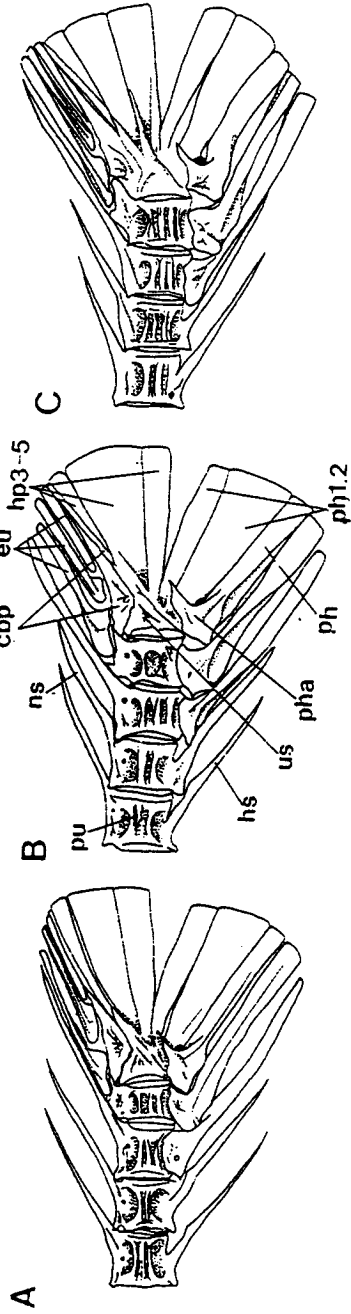


그림 26. 농어속 이류의 미갈의 측면도

Fig. 26. Lateral view of caudal skeleton of genus *Lateolabrax*, A, *L. japonicus*; B, *L. marculatus*;

C, *L. latius*. cbp, caudal bony plate; eu, epural(상미추골); hp, hypural(하미추골); hs, haemal spine(혈관극); pha, parahypural(준하미추골); ns, neural spine(신경극); us, urostyle(미부봉상골)

한편 MDH 에서는 pattern의 차이를 보이지 않았으나 점농어의 한 개체에서 특이한 pattern이 확인되었다 (Fig. 28 -6). 또한 PGI에 있어서도 점농어와 농어의 차이를 발견할 수 없었다 (Fig. 29).

Yokogawa 와 Seki (1995)는 일본산 농어와 중국산 농어의 형태학적 및 유전학적 차이를 규명하였다. 동위효소 분석 결과 일반단백질 (general protein, *PROT*) 좌위에서 *PROT*-1의 경우 대립유전자 *170과 *100의 유전자 빈도 (gene frequency)에서 일본산은 *100 좌위의 빈도가 1.000이었는데 가 하면 중국산은 *170 좌위에서 1.000의 유전자 빈도를 나타내어 정반대의 특성을 나타낸다고 하였다. 골격근 조직 *GPI*-1의 경우, 일본산은 *110에서 0.100을 보인 반면 중국산은 0.922였고, *100에서도 각각 0.900과 0.018로 현격한 차이를 나타내었다. *LDH*의 *-100 좌위에서 두 개체군 간에 유전자 빈도의 차이가 큼을 보고하였다. 한편 *LDH*의 다른 두 개의 대립유전자좌의 빈도에서도 두 지역 개체군간의 차이를 나타내었다. 그러나 기타 *AAT*, *ADH*, *GAPDH*, *IDH*, *PGM*, *MDH* 등 대부분의 동위효소 좌위에서는 큰 차이가 없는 것으로 보고하였다(표 8).

Yokogawa et al. (1997)에 의하면 일본 Ariake Sea에 서식하는 점농어 (*Lateolabrax* sp.)를 대상으로 20 여개 동위효소의 대립유전자 좌위를 분석하였는데 일본내 다른 민농어 (*L. japonicus*) 계통 및 중국산 점농어 등과는 유전적으로 독립된 하나의 개체군으로 보고하였으나 다만 중국계의 점농어쪽으로부터 영향을 받았을 것으로 추정하고 있다.

한편 우리나라에서는 박등(1996)이 점농어와 농어의 동위효소를 분석하여 유전학적 특징을 처음으로 보고하였다. 모두 13 개의 동위효소를 검출하였는데 그 중 *Gpi*-1, *Ldh*-3, *Mpi*-1 및 *Pt*-1 좌위에서 대립유전자의 분기가 있었던 것으로 보고하였다.

점농어와 농어의 동위효소 유전자는 *GPI*-1, *LDH*-3 및 *Prot*-1 좌위의 유전자 빈도에서 극명한 차이를 보이는 것으로 확인되었다.

표 8. 점농어와 민농어의 주요 효소 유전자 빈도

Table 8. Review of allelic frequencies in two types of sea bass

		Yokogawa & Seki (1995)		Park et al. (1996) ^{*1}	
		Japanese	Chinese	M-type	J-type
<i>Gpi-1</i>	A	0.000	0.060	0.000	0.014
	B	0.100	0.922	0.130	0.729
	C	0.900	0.018	0.851	0.257
	D	-	-	0.019	0.000
<i>Ldh-3</i>	A	0.097	0.966	0.056	0.986
	B	0.903	0.034	0.944	0.014
<i>Prot-1</i> ^{*2}	A	0.000	1.000	0.000	1.000
	B	1.000	0.000	1.000	0.000

*1 M-type; not-spotted sea bass, J-type; spotted sea bass

*2 General protein

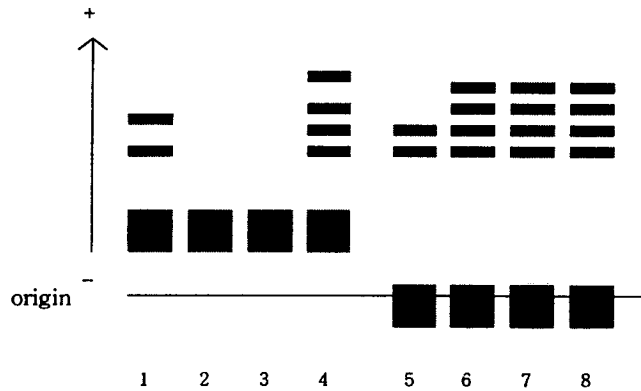


그림 27. 점농어 및 민농어의 LDH-3 pattern 모식도.

Fig. 27. Schematic diagram of LDH-3 patterns in two types of sea bass, *Lateolabrax japonicus*, in Korea (1-4; not-spotted sea bass, 5-8; spotted sea bass).

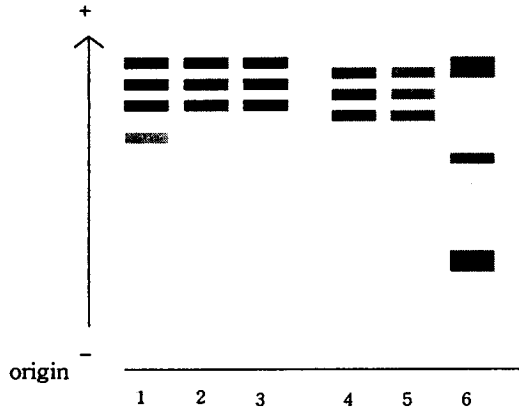


그림 28. 점농어 및 민농어의 MDH pattern 모식도.

Fig. 28. Schematic diagram of MDH patterns in two types of sea bass, *Lateolabrax japonicus* in Korea (1-3; not-spotted sea bass, 4-6; spotted sea bass).

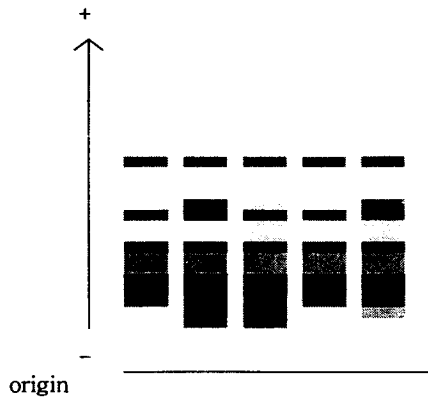


그림 29. 점농어 PGI pattern 모식도.

Fig. 29. Schematic diagram of PGI pattern in spotted sea bass.

이상에서 본 형태학적 연구 결과와 동위효소의 연구를 결과를 종합해 보면 지금까지 한 종으로 취급해 온 한국산 농어는 두 종으로 분리 취급되어야 하며 학명은 다음과 같이 정리되었다.

첫째, 현재까지 농어로 취급되어온 종은 등지느러미 연조수가 14개 이하이면서, 두장에 대한 안전골폭의 비가 6% 이하이며, 체측에 작은 점이 있거나 또는 없다. 제 1 미추골에 삽입되는 제 1 혈관간극이 활처럼 휘어져 있다. 척추골수는 대부분이 $16+20=36$ 개이면 학명은 *Lateolabrax japonicus* 이다.

둘째, 여수 이서 해역에서 황해에 널리 분포하는 종은 등지느러미 연조수가 14개 이하이면서, 두장에 대한 안전골폭의 비가 6% 이상이고, 체측에 크고 검은 점이 측선 위쪽에 불규칙적으로 분포한다. 또 제 1 미추골에 삽입되는 제1혈관간극이 직선이고 척추골수는 $16+19=35$ 개인 점으로 농어와 구분되며 국명과 학명은 점농어, *Lateolabrax maculatus*로 새로운 종명 부여되어야 한다.

셋째, 한국어도보에 기재되어 있는 넓치농어, *Lateolabrax latus*는 등지느러미 연조수가 15개 이상이고 체고가 비교적 높으며 체측에 검은 점이 없는 것이 특징이며 우리나라 연안에서의 서식여부에 대해서는 앞으로 정밀조사가 필요한 종으로 판단되었다.

참 고 문 헌

- Aebersold, P.B., G.A. Winans, D.J. Teel, G.B. Milner, and F. M. Utter. 1987. Manual for starch gel electrophoresis : A method for the detection of genetic variation. NOAA Technical Report NMFs 61, 20 pp.
- Arai, K. 1984. Developmental genetic studies on salmonids: morphogenesis, isozyme phenotypes and chromosomes in hybrid embryos. Hokkaido Univ. 31:1-94.
- Chyung, M. K. 1977. The Korea Fishes. Ilji-sa. Seoul.
- Clayton, J.W. and D.N. Tretiak. 1972. Amine-citrate buffers for pH control in starch gel electrophoresis. J. Fish. Res. Bd. Can., 29:1169-1172.
- Crozier, W.W. and I.J.J. Moffett. 1989. Application of electrophoretically detectable genetic marker to ploidy testing in brown trout (*Salmo trutta L.*) triploidised by heat shock. Aquaculture, 80:231-239.
- Hatanaka, M. and Sekino, K. 1962. Ecological studies on the Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus*-I. Feeding habit. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 28(9); 851-861. (In Japanese with English abstract.)
- Hong, K.P., J.G. Myoung, P.K. Kim and J.K. Son. 1996. Isozyme analysis on the allotriploid between rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and coho salmon (*O. kisutch*). J. Koran Fish. Soc., 29(2):256-261.
- Katayama, M. 1957. Four new species of serranid fishes of Japan. Japan. J. Ichthyol. 6:153-159
- Katayama, M. 1984. *Lateolabrax japonicus* (Cuvier). Page 123, pl. 108 in H. Masuda, K. Amaoka, C Arage. T. Uyeno and T. Yoshino. English test. Tokai Univ. Press, Tokyo.
- Kim, C. H. and J. C. Jun. 1997. Provisional Classification of Temperate Sea Bass, the Genus *Lateolabrax* from Korea
- Kinoshita, I. and S. Fujita. 1988. Larvae and juveniles of temperate bass, *Lateolabrax japonicus*, occurring in the surf zones of Tosa Bay, Japan.

- Japan. J. Ichthyol., 34(4); 468-475.
- Kinoshita, I., S. Fujita, I. Takahashi, and K. Azuma. 1995. A morphological and meristic comparison of larval and juvenile temperate bass *Lateolabrax japonicus*, from various sites on western and central Japan. Japan J. J. Ichthyol., 42(2);165-171.
- May, B., F.M. Utter, and F.W. Allendorf. 1975. Biochemical genetic variation in pink and chum salmon. J. Hered., 66:227-232.
- May, B., M. Stoneking, and J.E. Wright. 1980. Joint segregation of biochemical loci in salmonidae. II. Linkage associations from a hybridized *Salvelinus* genome (*S. Namaycush* × *S. fontinalis*). Genetics, 95:707-726.
- Nakabo, T. 1993. Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species. Tokai Univ. Press, Tokyo, 1474pp.
- Okazaki, T. 1982. Genetic study on population structure in chum salmon (*Oncorhynchus keta*). Bull. Far Seas Fish. Res. Lab., No. 19:25-116.
- Park, J. Y., K. K. Kim and Y. Kim. 1996. Genetic characterization of two types of sea bass, *Lateolabrax japonicus* in Korea by isozyme analysis. J. of Aquacult. 9(4);437-444(In Korean with English abstract)
- Watanabe, T. 1965. Ecological distribution of eggs of common sea bass, *Lateolabrax japonicus* (Cuvier) in Tokyo Bay. Bull Japan. Soc. Fish., 31(8); 585-590.
- Yamada, M. 1986. *Lateolabrax japonicus* (Cuvier and Valenciennes). pages in M. Yamada, M. Tagawa, S. Kishida and K. Hokho. eds. Fishes of the East China Sea and Yellow SEa. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., Nagasaki. (In Japanese)
- Yokogawa K. and S. Seki. 1995. Morphological and genetic differences between Japanese and Chinese sea bass of the genus *Lateolabrax*. Japan J. Ichthyol. 41 (4);437-445.
- Yokogawa, K., N. Taniguchi, and S. Seki. 1997. Morphological and genetic characteristics of sea bass, *Lateolabrax japonicus*, from the Ariake Sea, Japan. Ichthyol. Res., 44(1):51-60.

부록 1. 전기영동용 buffer의 조성

Appendix 1 . Buffers using electrophoresis

	Gel buffer	Electrode buffer	Remarks
Clayton and Tretiak (1972)	pH 6.1 0.002M citric acid	pH 6.1 0.04M citric acid	70 mA N-(3-Aminopropyl)- morpholine
Clayton and Tretiak (1972)	pH 7.0 1:20 dilution of electrode buffer	pH 7.0 0.04M citric acid (0.01M EDTA)	N-(3-Aminopropyl)- morpholine
Ridgway et al. (1970)	pH 8.7 0.3M tris 0.05M citric acid Add 10% of electrode buffer	pH 8.0 0.06M Lithium hydroxide 0.3M boric acid (0.01M EDTA)	Gel→ Use 1:10 dilution Solution of <u>gel</u> <u>buffer</u>
Ridgway et al. (1970)	pH 8.5 0.003M tris 0.005M citric acid	pH 8.1 0.06M Lithium hydroxide 0.3M boric acid	250V Gel: 99% gel buffer + 1% electrode buffer