

한국산 양태속 어류의 분류학적 검토

이 충 렬 · 김 종 환 · 김 지 식

군산대학교 자연과학대학 생물학과

Taxonomic Review of the Genus *Platycephalus* (Platycephalidae) from Korea

Chung-Lyeol Lee, Jong-Hwan Kim and Chi-Sik Kim

Dept. of Biology, College of Natural Science, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

Two sibling species of the genus *Platycephalus* collected from the South and West Sea of Korea were reviewed based on the several meristic and morphological characters, electrophoresis of muscle protein, and LDH and MDH isozyme. Counts and morphometric characters of *Platycephalus indicus* were different from those of *Platycephalus* sp. by having 18~20 pectoral fin rays (16~19 in *Platycephalus* sp.), 70~80 scales of lateral line (83~100), 10.2~13.1% eye diameter (10.9~15.5%), 14.5~18.1% interorbital width (11.8~17.8%), dark brown of body color (light brown) and dark brown of pectoral and ventral fin outside (light brown and pale). The number of soluble protein bands in muscle separated by polyacrylamidegel electrophoresis was 16 and 18 from *P. indicus* and *Platycephalus* sp. respectively, and each bands showed their characteristics in activated degree. The number of bands separated from LDH isozyme were 2 and 1 in *P. indicus* and *Platycephalus* sp. and in the case of MDH isozyme, 5 and 4 bands, respectively. So we were thought that *P. indicus* and *Platycephalus* sp. from Korea were different species each other.

Key words : *Platycephalus*, morphology, electrophoresis, LDH, MDH

서 론

우리 나라의 서해와 남해에 주로 분포 서식하고 있는 양태속 어류는 현재 2종으로 분류하고 있지만(Lee and Joo, 1998), 이들의 분류학적 위치에 대해서는 지금도 많은 논란이 되고 있다(Sakashita, 1992; Nakabo, 1993; Lee and Joo, 1998). *P. indicus*는 최초 Linnaeus (1758)에 의하여 *Callionymus indicus*로 보고되었으나, Cuvier and Valenciennes (1829)가 *Platycephalus*속으로 전속한 이후 *P. indicus*로 기재되어 왔다. 오늘날 아시아 여러 나라에서는 *P. indicus*와 형태적으로 구별되면서도 서로

유사한 종들이 출현하고 있으나, 이것을 정확히 분류하지 못한 가운데 이들을 모두 *P. indicus*로 기재하여 왔다(Matsubara and Ochiai, 1953; 정, 1977; Cheng and Zheng, 1987; Shen, 1990; Masuda *et al.*, 1988; 김과 강, 1993; Imamura, 1996). 그러나 근래에는 일부 학자들이 종전에 *P. indicus*로 분류하였던 것 중에서 외부형태적으로 서로 차이가 뚜렷이 나타나는 특징을 중심으로 구별하여 서로 다른 별종으로 분류하려 하고 있으나(Sakashita, 1992; Nakabo, 1993; Lee and Joo, 1998), 실제로 Linnaeus (1758)가 *P. indicus*의 type locality를 단순히 아시아이라고 하였고, 기재하였던 특징이 이들 유사종들에게도 모두 일치하기 때문에 Linnaeus (1758)가

최초 *P. indicus*로 명명한 것이 *P. indicus complex* 중에서 어느 type에 해당되는 것인지 조차 정확히 알 수 없어 분류에 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다. 한편 오늘날 외부 형태적으로 유사한 자매종간의 분류학적 위치 관계를 조사하는 방법으로 근육 단백질이나 일부 효소 분석의 결과를 근거로 하여 어류의 종 분류 및 계통관계를 연구하는데 효과적으로 이용되고 있다(Taniguchi and Ishiwatari, 1972; Taniguchi *et al.*, 1972; Taniguchi and Sakata, 1977; Kim, 1981, 1983).

따라서 본 연구에서는 한국 연안에서 출현하고 있는 2 type의 *Platycephalus*속 어류를 중심으로 외부 형태적 형질 및 근단백질과 주요 효소 분석 등을 면밀히 조사 분석하여 이들의 분류학적 위치 관계를 논의하고자 한다.

재료 및 방법

1990년부터 1998년까지 우리나라의 서해와 남해 연안에 서식하고 있는 양태속 어류 다수의 개체를 채집하여 조사하면서, 단백질 및 isozyme 분석을 위한 재료로는 별도로 서해와 남해에서 채집된 표본을 현장에서 dry ice에 동결하여 2 type을 각각 21개체씩 분석 재료로 사용하였다. 한국산 양태속 어류의 분류 기준은 우선 Lee와 Joo(1998)의 기재를 근거로 하였고, 표본의 계측은 Hubbs and Lagler (1964)의 방법으로 1/20 mm dial caliper를 이용하여 측정하였다. 계수형질은 Taylor (1967)의 골격 표본 방법 및 radiograph를 이용하여 계수하였다. 단백질 분석은 SDS polyacrylamide gel 7.5% 사용하여 Laemmili (1970) 방법으로 등지느러미의 아래

근육을 시료로 하여 전기영동하였고, 효소 분석은 Lactate dehydrogenase (LDH)와 Malate dehydrogenase (MDH)를 각각 Market (1969)와 Shows (1972)의 방법을 따라 분석하였다. 한편 2 type의 종간 유사도는 Whitney *et al.* (1969)의 방법으로 산출하였다.

결 과

1. 계수계측형질의 비교

한국산 *Platycephalus*속 어류 중에서 *P. indicus*와 *P. sp.* 사이에 나타나고 있는 계수계측형질에서는 서로 상당한 차이점을 나타내고 있었다. 즉 측선린수에서는 *P. indicus*는 70~80 (평균 73.6개)개로 83~100 (89.0)개인 *P. sp.*보다 13~20개정도 적게 나타났고, 가슴지느러미 연조수에서는 18~20 (18.8)개로 16~19 (17.7)개인 *P. sp.*의 연조수보다 많이 나타났다 (Table 1) (Fig. 1). 그러나 새파수는 *P. indicus*보다 *P. sp.*가 많은 편이었으나 뚜렷이 구별되지는 않았다. 한편 두장에 대한 안경과 양안간격의 백분율이 *P. indicus*에서는 각각 평균 11.6%와 16.1%인데 반해 *P. sp.*는 각각 13.1%와 14.9%로써 *P. indicus*는 *P. sp.*보다 눈은 작고 양안간격은 넓게 나타났다 (Fig. 2). 그러나 두장, 문장, 미병장 및 미병고 등에서는 약간의 차이는 나타나나 2종간에 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다 (Table 1).

2. 형태형질

*P. indicus*와 *P. sp.* 사이에 나타나는 외부 형태적 특징의 차이는 상당히 크게 나타나고 있다. 즉 *P. indicus*의 주둥이 끝은 *P. sp.*의 것보다 약간 좁고 뾰족하게 생

Table 1. Comparisons of count, morphometric and morphological characters between *P. indicus* and *P. sp.* ranges (mean \pm standard deviation)

| Characters | <i>P. indicus</i> | <i>P. sp.</i> |
|---------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| No. of individual | 28 | 53 |
| Standard length (mm) | 200.8~419.9 | 178.4~476.0 |
| Lateral line scales | 70~80 (73.6 \pm 2.97) | 83~100 (89.0 \pm 3.65) |
| Pectoral fin rays | 18~20 (18.8 \pm 0.60) | 16~19 (17.7 \pm 0.62) |
| Head length/SL* (%) | 28.8~31.0 (30.0 \pm 0.69) | 27.7~31.1 (29.2 \pm 0.71) |
| Snout length/HL** (%) | 21.8~24.1 (22.8 \pm 0.68) | 21.7~26.2 (23.7 \pm 0.78) |
| Eye diameter/HL | 10.2~13.1 (11.6 \pm 0.81) | 10.9~15.5 (13.1 \pm 0.96) |
| Interorbital width/HL | 14.5~18.1 (16.1 \pm 0.89) | 11.8~17.8 (14.9 \pm 1.17) |
| Caudal peduncle length/SL | 7.2~9.5 (8.5 \pm 0.52) | 7.0~10.3 (8.5 \pm 0.68) |
| Caudal peduncle depth/SL | 3.7~4.2 (3.9 \pm 0.15) | 3.1~3.9 (3.4 \pm 0.17) |
| Form of snout | narrow and somewhat point | somewhat broad and round |
| Size of eye | small | some large |
| Body color | dark brown | light brown |
| Color of pectoral fin | outside-dark brown, inside-pale | outside-light brown, inside-dark |
| Color of ventral fin | outside-dark brown, inside-pale | outside-light brown, inside-pale |

*: standard length, **: head length

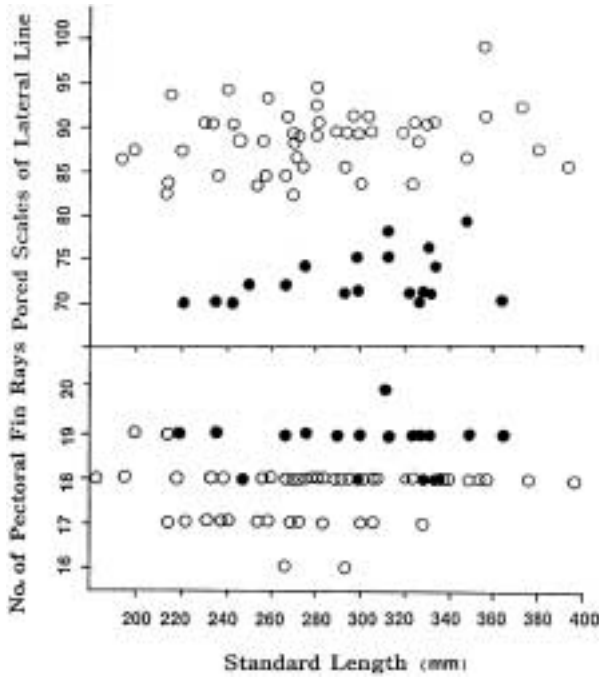


Fig. 1. Comparison of two meristic characters appeared in *P. indicus* (●) and *P. sp.* (○).

졌고, *P. indicus*의 체색은 전반적으로 흑갈색인 반면에 *P. sp.*는 담갈색으로 여기에 약간 짙은 갈색 반점이 산재하고 있었다. *P. indicus*의 가슴지느러미의 바깥쪽은 어두운 검은색이고 안쪽은 무색이었으나, *P. sp.*는 가슴지느러미의 바깥쪽 부분은 대체로 담갈색이었고, 안쪽은 어두운 검은색이었다. 또한 배지느러미에서도 *P. indicus*는 바깥쪽이 검고 안쪽은 무색이나, *P. sp.*는 바깥쪽은 밝은 담색이었고 안쪽은 무색이었다 (Table 1). 그외 등지느러미나 꼬리지느러미의 색깔이나 무늬는 거의 차이가 없었다.

3. 수용성 근 단백질 분석

전기영동에 의해 분리된 근 단백질 band는 *P. indicus*에서는 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19번에 해당하는 band가 존재하였고, 반면 2, 11, 18번 위치에서는 나타나지 않음으로써 모두 16개였으며, *P. sp.*는 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19번 위치에 해당하는 band가 존재하였고, 반면 16번 위치에서는 나타나지 않아서 모두 18개로 분리되었다. 여기에서 *P. indicus*에서는 *P. sp.*에서 나타났던 2, 11, 18번 band가 없었으며, 그 외에도 2종간에 4번과 7번 위치의 band가 서로 뚜렷한 양적 차이를 나타냈고, 다른 band들에서도 염색강도에 다소 차이가 나타났다 (Fig. 3). 한편 *P. indicus*와 *P. sp.* 사이의 중간 유사도는 78.9%로

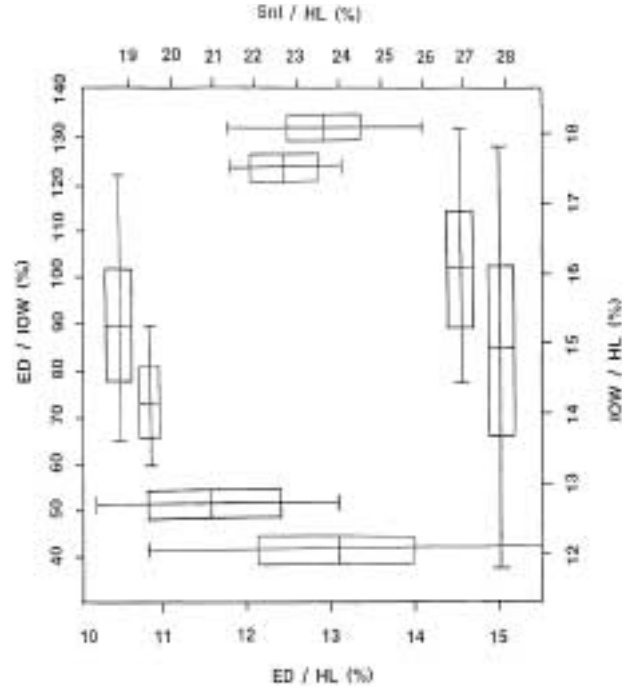


Fig. 2. Comparison of several morphometric characters appeared in *P. indicus* (inside) and *P. sp.* (outside).

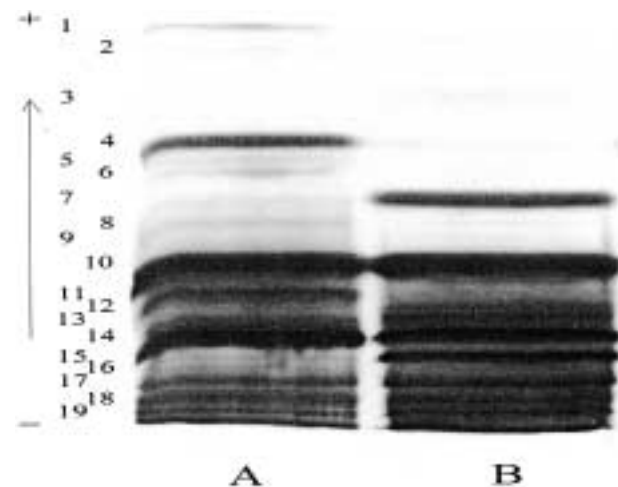


Fig. 3. Photograph of protein bands appeared in *P. sp.* (A) and *P. indicus* (B).

나타났다.

4. 효소분석

한편 효소 분석에서 LDH isozyme은 *P. indicus*에서 1번과 2번 band가 존재하여 2개로 분리되었으나, *P. sp.*는 1번 band만 존재하였다 (Fig. 4).

한편 MDH isozyme은 *P. indicus*에서 모두 5개의 band가 나타났는데, 그 중에서 1, 2, 3, 5, 6번 위치에

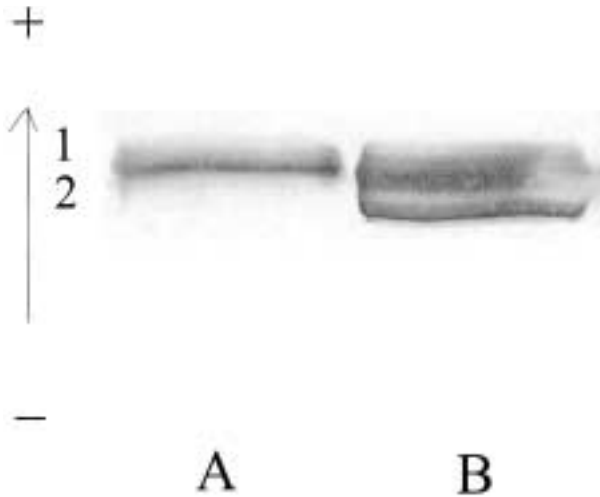


Fig. 4. Photograph of LDH isozyme appeared in *P. sp.* (A) and *P. indicus* (B).

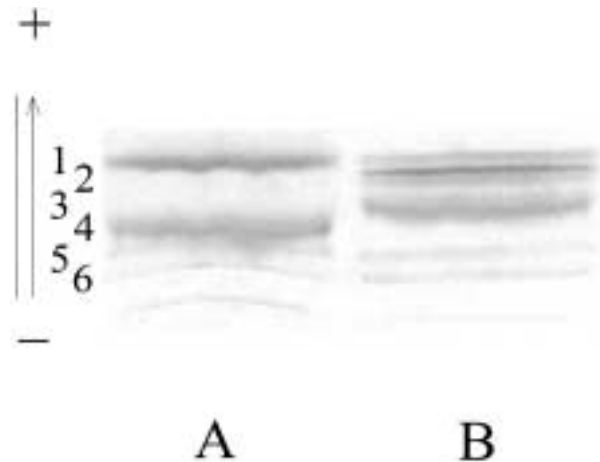


Fig. 5. Photograph of MDH isozyme appeared in *P. sp.* (A) and *P. indicus* (B).

band가 존재하였으나 4번 위치의 band는 나타나지 않았고, *P. sp.*는 1, 4, 5, 6번 위치에 band가 존재하였으나 2번과 3번 위치의 band는 나타나지 않아 모두 4개로 분리되었다 (Fig. 5).

고 찰

아시아산 *Platycephalus*속 어류는 Linnaeus (1758)에 의하여 최초 기재된 *Callionymus indicus* (= *P. indicus*)가 한국을 비롯하여 여러 주변 국가에서 지금까지 단일종으로만 분류되어 기재됨에 따라 (Matsubara and Ochiai, 1953; Cheng and Zheng, 1987; Masuda *et al.* 1988), 그동안 한국산 *Platycephalus*속 어류도 외부 형

태적으로도 잘 구분되는 분류군이 있음에도 불구하고 모두 *P. indicus*로만 기재하여 왔었다 (Mori, 1952; 정, 1977; 김과 강, 1993). 이와 같은 분류군들을 단일종으로 기재해온 가장 큰 이유는 최초 Linnaeus (1758)의 기록에서 본 종에 대한 분류학적 주요 특징의 기재 내용이 너무 간단하고 불충분하여 이러한 특징만으로는 유사종들과 서로 구분할 수 없었으며, 더욱이 큰 문제는 현재 아시아에서는 2~3 type으로 분류되는 *P. indicus complex* 가운데 Linnaeus (1758)가 기재한 *P. indicus*가 이들 가운데 어느 type을 나타낸 것인지 정확히 알 수 없다는 것이다. 따라서 아시아 여러 나라의 분류학자들은 *P. indicus*라고 분류된 종에는 형태적으로 서로 상이한 type들을 포함되어 있어 이들의 분류학적 위치에 대하여 많은 문제점이 있다는 것은 알면서도 면밀한 조사없이 종전의 기재 내용을 답습하여 왔었다 (Matsubara and Ochiai, 1953; 정, 1977; Matsubara, 1979; Cheng and Zheng, 1987; Masuda *et al.* 1988; Shen, 1990; 김과 강, 1993). 그러나 최근 Sakashita (1992)는 아시아산 *Platycephalus*속 어류를 재검토하면서, Linnaeus (1758)가 단순히 아시아산이라고 한 표본은 인도산을 기록한 것으로 추측하고, 아시아산 *Platycephalus*속 어류를 재검토한 결과 *P. indicus*, *P. cultellatus*, *P. sp. 1*과 *P. sp. 2*가 서식하고 있고, 이 중에서 *P. indicus*는 인도와 일본 오키나와 주변에서만 서식하고 있으며, 한국 주변과 동중국해 및 일본 해역에는 *P. sp. 1*과 *sp. 2*가 서식하고 있다고 기재한 바가 있었다. 그러나 Nakabo (1993)는 Sakashita (1992)가 기재하였던 *P. indicus*에 대해서는 언급한 바 없이 일본산 양태속 어류를 *P. sp. 1*과 *sp. 2*로 분류하면서, 이 중에서 황해에는 *P. sp. 1*이 서식하고 있다고 보고하였다. 또한 Lee and Joo (1998)는 한국산 양태과 어류의 분류학적 재검토에서 우리나라에는 *P. indicus*와 *P. sp. 1*의 2종이 서식하고 있다고 보고하면서 이들을 서로 다른 별종으로 분류하는 것이 타당하다고 언급한 바 있었다.

한편 전기영동에 의해 분리된 수용성 근단백질의 band 수가 *P. indicus*는 16개 *P. sp.*는 18개로 나타났는데 *P. sp.*에서는 *P. indicus*에서보다 2, 11, 16번의 band가 더 나타났으며, 또 설령 서로 동일한 위치의 band라 할지라도 여러 band에서 이들의 염색의 강도에서 많은 차이가 나타났다. 근래 Taniguchi 등 (1972)은 일본산 *Platycephalid* 어류의 근단백질 전기영동 분석에서 *P. indicus*와 *P. sp.*에서 각각 7개와 9개의 band를 나타냄으로 이들을 서로 다른 분류군으로 처리한 바 있었다. 또한 Taniguchi and Ishiwatari (1972)는 전기영동상은 어류의 종분화 추적에 매우 유용하다고 언급하였고,

Conell (1953)은 어류의 중간 근단백질의 분석 결과 차이는 분류에 가치가 있다고 하였으며, Taniguchi and Sakata (1977)는 전기영동 결과로 어류의 중간 종내 변이에 대해 정확히 설명될 수 있다고 하면서, 두 종간의 전기영동 pattern에서 각 band의 수와 이동거리 및 염색 강도에서 차이를 나타내는 특징은 서로 다른 종간에서 나타나는 현상이라고 언급한 바가 있었다. 한편 김 (1981)은 어류의 근 단백질 유연 관계를 잉어과 어류에서 종간에는 79%로 나타난다고 보고하였는데, *P. indicus*와 *P. sp.* 사이에서도 78.9%로 나타났다.

LDH isozyme상에 나타난 band 수는 *P. indicus*에서 2개 그리고 *P. sp.*에서 1개로서 이들 사이에서는 1개의 band 차이가 나타났다. 이와 같은 결과는 Taniguchi et al. (1972)이 형태적으로 유사한 일본산 *Platycephalid* 어류에서 LDH의 band를 분석한 결과 보통 종간에는 하나에서 두 개 사이의 band 수 차이가 나타났고, 이들의 이동거리에서도 차이가 있다고 보고한 바 있었다. 또한 김 (1983)도 *Silurus asotus*와 *S. microdorsalis*에서 분석한 결과 6개와 5개로 1개의 band가 차이가 있다고 보고하였다. 이와 같이 어류의 LDH isozyme에서 band의 차이는 대개 1개에서 2개로서 본 실험 결과와도 잘 일치되었다. 한편 MDH isozyme은 *P. indicus*와 *P. sp.*에서 각각 5개와 4개로서 서로 다른 분석 pattern을 나타냈는데, 이런 현상에 대해 Taniguchi et al. (1972)은 형태적으로 유사한 이종간에서 모두 2 type 분석 결과가 나타났고, 특히 *P. indicus* 내에서도 band 수가 다른 2 type의 분석 결과가 나타난 것을 보고하였는데, 이 점은 본래 2 type의 어류를 동일종으로 간주하여 분석한 결과였을 것이라고 사료된다. 한편 김 (1983)은 *S. asotus*와 *S. microdorsalis*에서 분석한 결과에서도 5개와 4개의 band가 분리된 것을 보고한 바 있었는데, 본 연구에서도 *P. indicus*와 *P. sp.*에서 각각 5개와 4개의 band가 분리됨으로써 이들간에는 분류학적으로 많은 차이점이 있다는 것을 알 수 있었다. 이런 결과로 볼 때 MDH isozyme의 band 수의 차이도 이종간에 나타날 수 있는 중요한 특징이라고 사료된다. 이상과 같이 *P. indicus*와 *P. sp.* 사이에는 가슴지느러미 연조수, 측선린 수, 안경, 양안간격, 체색, 가슴 및 배지느러미 색깔, 근단백질 전기영동상, LDH, MDH 등의 형질에서 서로 상이한 특징을 나타내고 있어 이들은 서로 다른 별종으로 분류하는 것이 타당하리라고 사료된다.

적 요

한국산 *Platycephalus*속 어류 2 종의 분류학적 위치

관계를 면밀히 검토하기 위하여 이들의 주요 형태적 특징과 근단백질 전기영동 및 LDH, MDH isozyme 등을 분석하였다. 그 결과 가슴지느러미의 연조수에서 *P. indicus*에서는 18~20개 (*P. sp.*에서는 16~19개), 측선린수는 70~80개 (83~100개), 두장에 대한 안경의 비율은 10.2~13.1% (10.9~15.5%)이었고, 양안간격은 14.5~18.1% (11.8~17.8%)였으며, 이 외에도 문단의 형태, 체색 그리고 가슴 및 배지느러미의 색깔 등에서 잘 구분되었다. 한편 전기 영동상에 의한 근 단백질 band 수는 *P. indicus*에서 16개, *P. sp.*에서 18개로 분리되었다. LDH isozyme은 *P. indicus*에서는 2개, *P. sp.*에서는 1개로 나타났고, MDH isozyme은 *P. indicus*에서 5개, *P. sp.*에서 4개로 분리되었다. 이 외에도 각 band의 이동거리, 활성도 등에서도 두 종간에 상이하게 나타났었다. 따라서 한국에 서식하고 있는 양태속 어류에 속하는 *P. indicus*와 *P. sp.*는 서로 다른 종으로 간주된다.

인 용 문 헌

- Cheng, Q. and B. Zheng. 1987. Systematic Synopsis of Chinese Fishes. Sci. Press, Beijing, China, Vol. I-II, pp. 482, 1379.
- Conell, J.J. 1953. Studies on the proteins of fish skeletal muscle 2, Electrophoretic analysis of low ionic strength extracts of several species of fish. Biochem. J., 55 : 378~388.
- Cuvier, M.B. and M. Valenciennes. 1829. Histoire Naturelle des Poissons. Paris, pp. 166~176.
- Hubbs, C.L. and K.F. Lagler. 1964. Fishes of the Great Lakes Region. Michigan Univ. Press, Michigan, pp. 19~27.
- Imamura, H. 1996. Phylogeny of the family Platycephalidae and related taxa (Pisces: Scorpaeniformes). Jap. Soc. Sys. Zool., 1(2) : 123~233.
- Lammili, U.K. 1970. Most commonly used discontinuous buffers system for SDS electrophoresis. Nat., 227 : 680.
- Lee, C.L. and D.S. Joo. 1998. Taxonomic review of flathead fishes (Platycephalidae: Scorpaeniformes) from Korea. Kor. J. Ichthyol., 10(2) : 216~230.
- Linnaeus, C. 1758. Systema Naturae. 10th ed. Reformata, Holmiae, pp. 249~250.
- Market, C.L. 1969. The molecular basis for isozymes. Ann. New York Acad. Sci., 151 : 14~40.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino. 1988. The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai Univ. Press, pp. 321~322.
- Matsubara, K. 1979. Fishes morphology and hierarchy. 2nd ed. part II, Hizaki-Shoten, pp. 1102~1123.

- Matsubara, K. and A. Ochiai. 1953. A revision of the Japanese fishes of the family Platycephalidae (the faltheads). Mem. Coll. Age. Kyoto Univ. No. 68: 1~102.
- Mori, T. 1952. Check list of the fishes of Korea. Mem. Hyogo Univ. Agr., 1(2): 159.
- Nakabo, T. 1993. Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species. Tokai Univ. Press, Tokyo, pp. 535~539.
- Sakashita, M. 1992. Taxonomic study of *Platycephalus indicus*-complex found in the western Pacific Ocean and the eastern Indian Ocean (Pisces: Platycephalidae). Dissertation, Univ. of the Ryukus. Japan, 38 pp.
- Shen, S.C. 1990. Synopsis of Fishes of Taiwan. SMC Publishing INC. Taipei, Taiwan, pp. 202~204.
- Shows, T.B. 1972. Genetic of human-mouse somatic cell hybrids: linkage of human genes for isocitrate dehydrogenase and malate dehydrogenase. Biochem. Genet., 7: 193
- Taniguchi, N., A. Ochiai and T. Miyazaki. 1972. Comparative studies of the Japanese platycephalid fishes by electropherograms of muscle proteins, LDH and MDH. Jap. J. Ichthyol., 19(2): 89~96.
- Taniguchi, N. and K. Sakata. 1977. Inter- and intraspecific variation of muscle proteins in the Japanese Crucian Carp-II. Starch-gel electrophoretic pattern. Jap. J. Ichthyol., 19(1): 1~11.
- Taniguchi, N. and T. Ishiwatari. 1972. Inter- and intraspecific variation of muscle proteins in the Japanese Crucian Carp-I. Cellulose-acetate electrophoretic pattern. Jap. J. Ichthyol., 19(4): 217~222.
- Taylor, W.R. 1967. An enzyme method of clearing and staining small vertebrates. Pro. U.S. Nat. Mus., 122 (3596): 1~17.
- Whitney, P.T., J.G. Vangham and J.B. Mcale. 1969. A disc electrophoretic study of the proteins of *Verticillium albo-atrum*, *Verticillium dahlise*, and *Fusarium axysporum* with reference to their taxonomy. J. Exp. Botany, 19: 415~426.
- 김익수, 강연중. 1993. 원색한국어류도감. 아카데미서적, 서울, p. 246.
- 김지식. 1981. 수종 담수어간의 근단백질 전기영동분획의 유사성에 관한 연구. 한옥수지, 14: 1~5.
- 김지식. 1983. 한국산 메기과 어류의 유연관계에 관한 연구. 서울보전연구지, 3: 109~117.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울, pp. 524~526.

Received August 31, 1999

Accepted November 22, 1999