

제주 연안에서 채집된 동갈돔과 한국 첫기록종, *Apogon erythrinus*

김맹진 · 한송현¹ · 송춘복^{2,*}

국립수산과학원 동해수산연구소, ¹국립수산과학원 아열대수산연구소, ²제주대학교 해양과학대학

First Record of the Hawaiian Ruby Cardinalfish, *Apogon erythrinus* (Apogonidae, Perciformes) in Korea by Maeng Jin Kim, Song Hun Han¹ and Choon Bok Song^{2,*} (East Sea Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Sciences (NIFS), Gangneung 25435, Republic of Korea; ¹Subtropical Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Jeju 63068, Republic of Korea; ²College of Ocean Sciences, Jeju National University, Jeju 63243, Republic of Korea)

ABSTRACT This is the first report of *Apogon erythrinus* (Perciformes: Apogonidae) from Korea. A single specimen (33.6 mm SL) was collected by a fish pot from the coastal waters of Jeju-do Island on 28 October 2009. This species is characterized by having 5~6 predorsal scales, 7~9 developed gill rakers, end of second dorsal fin spine not reaching the middle of second dorsal fin base when depressed, and posterior margin of body scales reddish-brown. To confirm the correctness of species identification, the DNA cytochrome c oxidase subunit I sequence was obtained from the sample and compared with those of cardinalfish species recorded in the NCBI database. As a result, it was well-matched to *A. erythrinus*. We newly added this species to the Korean fish fauna and proposed a new Korean name, “Kueun-nun-eol-ge-bi-neul” because the eyes are large compared to its body.

Key words: *Apogon erythrinus*, Apogonidae, first record, Jeju-do, Korea

서 론

동갈돔과(Apogonidae) 어류는 몸이 측편되었고 난형 또는 방추형이며 눈이 크고 등지느러미는 2개로, 제1등지느러미는 6~8개, 제2등지느러미에는 1개의 극조가 있다(Nelson *et al.*, 2016). 동갈돔과에 속하는 어류는 전 세계에 40속 381종이 알려져 있으며(Froese *et al.*, 2024), 이 가운데 우리나라에는 5속 15종이 알려져 있다(Han *et al.*, 2022; MABIK, 2023).

동갈돔속(genus *Apogon*) 어류는 세계적으로 54종(Froese *et al.*, 2024), 우리나라에서 3종이 알려져 있다(MABIK, 2023). 이 속은 8~13개의 등지느러미 연조수와 8개의 뒷지느러미 연조수를 가지며, 측선비늘수가 29개보다 적다(Mabuchi *et al.*, 2014; Han *et al.*, 2022). 우리나라에서는 동갈돔과 어류를 민동갈돔속(*Gymnapogon*) 어류를 제외하고 단일 속(genus)인 동갈돔속(*Apogon*)에 포함시켰으나(Kim *et al.*, 2005), 국외

연구에서 유전학 및 형태학적 재검토(Mabuchi *et al.*, 2014)를 통하여 이전에 보고된 동갈돔속 어류들을 *Apogon*, *Apogonichthyoides*, *Jaydia* 및 *Ostorhinchus*의 4개 속으로 편입시키고 있다(MABIK, 2023). 그러나 NIBR (2023)에서 발간한 우리나라 어류 목록집에서는 이들 대부분을 동갈돔속에 편입하고 있어 의견 차이를 보인다.

제주도 사계연안에서 수산자원 조사 중 동갈돔과에 속하며 체색이 붉고 독특한 미기록 어종 1개체를 채집하였다. 이 개체를 Hayashi (2002)의 방법에 따라 동정한 결과, *A. erythrinus*로 동정하였으며, 이 종은 아직 우리나라에서 보고되지 않는 종이었다. 따라서 한국산 어류 목록에 포함시키기 위해서 *A. erythrinus*의 형태적 특징을 묘사하였고, 추가적으로 정확한 종 동정을 위해 미토콘드리아 cytochrome c oxidase subunit I (COI)의 염기서열 분석을 수행하였다.

재료 및 방법

동갈돔과 미기록종 1개체가 2009년 10월 28일 제주도 사계

저자 직위: 김맹진(해양수산연구소), 한송현(해양수산연구소), 송춘복(교수)

*Corresponding author: Choon Bok Song Tel: 82-64-754-3470,
E-mail: cbsong@jejunu.ac.kr



Fig. 1. *Apogon erythrinus*, JNU001307, 33.6 mm SL, Jeju-do Island, Korea.

연안에서 통발로 채집되었다. 채집된 개체는 DNA를 추출하기 위해 일부 조직을 분리하였고, 이후 10% 포르말린 용액에 고정 후 세척하여 최종적으로 70% 알코올에 보존하였다. 표본은 제주대학교 어류육종연구실에 등록 및 보관하였다.

채집된 개체는 Hubbs and Lagler (1964)를 따라 계수 및 계측하였다. 계측값은 버니어캘리퍼스를 이용하여 0.1 mm 단위까지 측정하였고, 각 측정값은 표준체장에 대한 백분율을 환산하여 나타내었다.

Total genomic DNA는 표본의 근육에서 DNA 추출 시약(Bioneer, Korea)을 이용하여 추출하였다. Mitochondrial DNA의 cytochrome c oxidase subunit I (mtDNA COI) 영역은 FishF2 (5'-TCGACTAATCATAAAGATATCGGCAC-3')와 FishR2 (5'-ACTTCAGGGTGACCGAAGAAGA ATCAGAA-3') primer (Ward *et al.*, 2005)를 이용하여 중합효소 연쇄반응(PCR, polymerase chain reaction)을 실시하였다. 염기서열 결정은 마크로젠에 의뢰하여 실시하였고, 염기서열 정렬은 BioEdit version 7의 Clustal W (Thompson *et al.*, 1994)를 이용하였다. 유전거리는 Mega v. 11.0.13 (Tamura *et al.*, 2021) 프로그램의 Kimura-2-parameter model (Kimura, 1980)로 계산하고 근린결합수(Neighbor-joining tree)는 Mega v. 11.0.13 (Tamura *et al.*, 2021) 프로그램으로 작성하였으며, bootstrap값은 1,000 번의 반복 수행에서 얻었다. COI 영역의 염기서열 비교를 위해, NCBI에 등록된 붉은얼개비늘(*Apogon coccineus*), 진홍얼개비늘(*A. unicolor*), 검은두줄붉은동갈돔(*A. semiornatus*) 및 *Apogon erythrinus*의 염기서열을 사용하였으며, 외집단(out-group)으로는 NCBI에 등록된 민동갈돔(*Gymnapogon japonicus*)의 염기서열을 사용하였다.

결 과

Apogon erythrinus Snyder, 1904

(New Korean name: Kueun-nun-eol-ge-bi-neul)

(Fig. 1; Table 1)

Apogon erythrinus Snyder, 1904: 526 (type locality: Puako Bay, Hawaii Island); Hayashi, 1984: 145 (Japan); Winterbottom *et al.*, 1989: 29 (central Indian Ocean); Randall, 1998: 32 (Hawaiian Islands); Myers, 1999: 125 (Micronesia); Johnson, 1999: 732 (Australia); Fraser and Randall, 2002: 26 (western Pacific Ocean); Nakabo, 2002: 764 (Japan); Greenfield and Randall, 2004: 563 (Easter Island); Randall, 2005: 194 (South Pacific).

1. 관찰표본

표본번호 JNU001307, 1개체, 표준체장 44.3 mm, 제주도 사계(형제섬 주변), 통발, 수심 15 m, 수온 21.9°C, 염분 32.7 ppt, 2009년 10월 28일, 김맹진·한승헌·송춘복.

2. 형태 묘사

계수 및 계측 형질은 Table 1에 나타내었다. 몸은 측편이고 타원형이다. 머리는 적당하게 크며, 눈은 매우 크고, 턱의 말단은 거의 눈의 후반부까지 도달한다. 양턱의 이빨은 용모치로 3~4개의 열이다. 전새개골 뒤편에는 작고 약한 톱니 모양의 가시가 있다. 주새개골 위쪽 뒷가장자리에는 하나의 뭉툭한 가시가 있다. 등지느러미는 2개이고 제1등지느러미 가장 긴

Table 1. Comparison of morphological characters between present and previous studies on *A. erythrinus*

	Present study	Snyder (1904)	Shen and Lam (1977)	Greenfield (2001)	Hayashi (2002)
No. of specimens	1	–	–	10	–
Total length (mm)	44.3	–	–	–	–
Standard length (mm)	33.6	–	40.1~47.1	30.2~40.1	–
Counts					
Dorsal fin rays	VI-I, 9	VI-I, 9	VII-I, 9	VI-I, 8~9	VI-I, 9
Pectoral fin rays	14	14	–	14	13
Pelvic fin rays	I, 5	–	–	–	I, 5
Anal fin rays	II, 8	II, 8	II, 8	II, 8	II, 8
Predorsal scales	6	–	–	5~6	–
Lateral line scales	24	26	25~27	23~25	23~24
Gill rakers	2 + 1 + 6	–	1~2 + 1 + 5~6	1 + 6~7	1~2 + 1 + 6~7
Percentage (%) in standard length					
Head length	38.4	39.0	–	–	–
Body depth	35.3	40.0	–	–	–
Eye diameter	12.5	–	–	–	–
Interorbital space	9.5	–	–	–	–
Upper jaw length	20.5	–	–	–	–
Snout length	7.7	–	–	–	–
Predorsal fin length	44.3	–	–	–	–
Preanal fin length	61.9	–	–	–	–
Caudal peduncle length	29.5	–	–	–	–
Caudal peduncle depth	13.7	17.0	–	–	–

극조는 두 번째이며 제1등지느러미가 눌렸을 때 제2등지느러미의 세 번째 연조까지 도달한다. 제1등지느러미 기점의 위치는 가슴지느러미와 배지느러미의 기점보다 뒤쪽에 위치하고 있으며, 제2등지느러미의 기점은 뒷지느러미의 기점과 수직으로 거의 동일하게 위치하고 있다. 제2등지느러미 극조를 눌렀을 때 제2등지느러미 중간까지 도달하지 않는다. 가슴지느러미의 끝은 뒷지느러미의 기점을 지난다. 꼬리지느러미는 가운데가 약간 움푹하게 들어가 얇은 가랑이체장 형태이고, 지느러미 아래 위의 양쪽의 말단은 뭉툭한 형태이다. 비늘은 빗비늘이다.

3. 체색

신선할 때 몸의 체색은 전체적으로 분홍색을 띤다. 머리와 흉부에는 전체적으로 분홍색을 띠고, 검은 반점이 산재한다. 꼬리지느러미를 제외하고 각 지느러미는 전체적으로 분홍색이고 투명하다. 꼬리지느러미는 분홍색을 띠고 기부는 어두운 갈색을 띤다. 비늘의 말단은 안쪽보다 어두운 갈색을 띤다. 포르말린 고정 후 몸의 색깔은 연한 회색으로 띤다. 등 쪽의 머리는 갈색을 띠고, 눈은 검은색을 띤다. 각 지느러미의 색깔은 투명하고 비늘의 말단은 갈색을 띤다.

4. 분포

한국 제주 (본 연구), 하와이 (Randall, 1998), 서태평양 (Fraser and Randall, 2002), 남태평양 (Randall, 2005), 마이크로네시아 (Myers, 1999), 일본 (Hayashi, 2002), 대만 (Shen and Lam, 1977), 동중국해 (Randall and Lim, 2000), 호주 (Johnson, 1999), 인도양 중부 (Winterbottom *et al.*, 1989) 등 태평양 및 인도양의 열대 및 아열대 해역에 널리 분포한다 (Froese and Pauly, 2024).

5. 비교

우리나라 제주도 사계에서 2009년 10월 28일에 처음으로 채집된 동갈돔과 1개체는 지금까지 국내에 보고된 적이 없는 종으로 확인되었다. 본 종은 원기재 (Snyder, 1904)와 이전 연구 (Greenfield, 2001; Hayashi, 2002)에서 제시한 해당 종의 계수형질, 제2등지느러미 극조를 눌렀을 때 제2등지느러미의 중간을 지나지 않는 점, 비늘의 말단이 진한 분홍색을 띠는 점 등에서 *A. erythrinus*와 대부분 잘 일치하였다 (Table 1). 이러한 형태 동정 결과의 정확성을 검증하기 위해 mtDNA COI 영역의 염기서열 (459 bp)을 얻어 NCBI에 등록된 *Apogon* 어

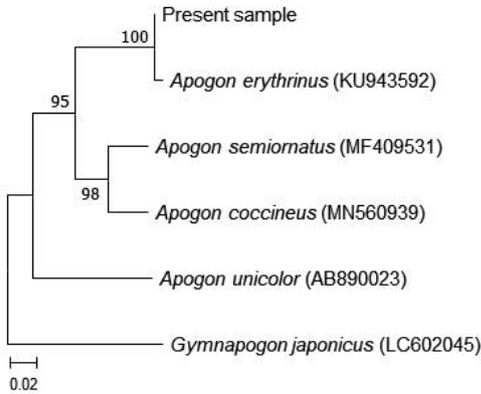


Fig. 2. Neighbor joining tree among *Apogon erythrinus* and related species from Korea. *Gymnapogon japonicus* was included as an out-group. Numbers at branches indicate bootstrap probabilities based on 1,000 bootstrap replications.

류의 mtDNA COI 염기서열과 비교하였다. 그 결과 제주도에서 채집된 1개체는 NCBI에 등록된 *A. erythrinus* (KU943592)와 99.35% 일치하였다(Fig. 2). 따라서 형태적 특징과 유전학적 방법으로 동정한 결과, 제주도 사계에서 채집된 개체는 *A. erythrinus*로 동정되었다.

*A. erythrinus*는 형태적 특징에서 국내에 분포하는 유사종인 진홍얼게비늘(*A. unicolor*)과는 등지느러미 앞(predorsal)의 비늘수(본 종은 5~6개 vs. 진홍얼게비늘은 7~8개), 새파수(본 종은 7~9개 vs. 진홍얼게비늘은 11~12개)로 잘 구분된다(Hayashi, 1984; Han *et al.*, 2022). 또한, 검은두줄붉은동갈돔(*A. semiornatus*)과는 체측 무늬(본 종은 체측에 검은 무늬가 없음 vs. 검은두줄붉은동갈돔은 체측에 2개의 줄무늬가 있음)로, 붉은얼게비늘(*A. coccineus*)과는 비늘의 체색(본 종은 비늘의 말단이 진한 분홍색을 띠는 점 vs. 붉은얼게비늘은 전체적으로 일정하게 어두운 붉은 갈색을 띠)과 주둥이 모양(본 종은 주둥이 끝이 둥근 형태 vs. 붉은얼게비늘은 주둥이 끝이 약간 뾰족한 형태)으로 구분된다(Hayashi, 2002). 한편, 몸에 비해 눈이 큰 형태적인 특징을 가지고 있어서, 이 종의 국명을 “큰눈얼게비늘”로 제안한다.

요 약

동갈돔과에 속하는 *Apogon erythrinus* 1개체(표준체장 44.3 mm)가 2009년 10월 제주도 사계 연안 통발에서 처음으로 채집되었다. 본 종은 등지느러미 앞(predorsal)의 비늘수가 5~6개, 새파수 7~9개이며, 제2등지느러미 극조를 눌렀을 때 제2등지느러미 기저의 중간을 지나지 않는 점, 비늘의 말단이 진한 분홍색을 띠는 점 등의 특징을 갖는다. 형태 기반의 종 동정을 확인하기 위해 분자 동정을 한 결과, 채집된 개체는 기존

에 보고된 *Apogon erythrinus*의 염기서열과 잘 일치하였다. 몸 크기에 비해 눈이 커서 이 종의 국명을 “큰눈얼게비늘”로 제안한다.

사 사

이 논문은 해양수산부 국립수산물과학원 수산연구시험(R2024008)의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

REFERENCES

Fraser, T.H. and J.E. Randall. 2002. *Apogon dianthus*, a new species of cardinalfish (Perciformes: Apogonidae) from Palau, western Pacific Ocean with comments on other species of the subgenus *Apogon*. Proc. Biol. Soc. Washington, 115: 25-31.

Froese, R. and D. Pauly (Editors). 2024. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2024).

Greenfield, D.W. 2001. Revision of the *Apogon erythrinus* complex (Teleostei: Apogonidae). Copeia, 2001: 459-472. [https://doi.org/10.1643/0045-8511\(2001\)001\[0459:ROTAEC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1643/0045-8511(2001)001[0459:ROTAEC]2.0.CO;2).

Greenfield, D.W. and J.E. Randall. 2004. Two new cardinalfish species of the genus *Apogon* from Easter Island. Proc. Calif. Acad. Sci., 55: 561-567.

Han, S.H., M.J. Kim and C.B. Song. 2022. First record of the big red cardinalfish, *Apogon unicolor* (Apogonidae: Perciformes) from Korea. Korean J. Ichthyol., 34: 133-137. <https://doi.org/10.35399/ISK.34.2.8>

Hayashi, M. 1984. Family Apogonidae. In: Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino (eds.), The fishes of the Japanese Archipelago. Tokai Univ. Press, Tokyo, pp. 143-151.

Hayashi, M. 2002. In: Nakobo, T. (ed.), Fishes of Japan with pictorial keys to the species, English edition. Tokai Univ. Press, Tokyo, 1: i-lxi + 1-866

Hubbs, C.L. and K.F. Lagler. 1964. Fishes of the Great Lakes Region. Bull. Granbrook Inst. Sci., 26: 19-27.

Johnson, J.W. 1999. Annotated checklist of the fishes of Moreton Bay, Queensland, Australia. Mem. Queensl. Mus., 43: 709-762.

Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyohak Publishing, Seoul, Korea, 615pp. (in Korean)

Kimura, M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rate base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. J. Mol. Evol., 16: 111-120.

MABIK (National Marine Biodiversity Institute of Korea). 2023. National list of marine species. I. Marine vertebrate. National Marine Biodiversity Institute of Korea, Seocheon,

- 147pp. (in Korean)
- Mabuchi, K., T.H. Fraser, H. Song, Y. Azuma and M. Nishida. 2014. Revision of the systematics of the cardinalfishes (Percomorpha: Apogonidae) based on molecular analyses and comparative reevaluation of morphological characters. *Zootaxa*, 3846: 151-203. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3846.2.1>.
- Myers, R.F. 1999. Micronesian reef fishes. A comprehensive guide to the coral reef fishes of Micronesia. 3rd revised ed. Coral Graphics, Guam., 330pp, 192pls.
- Nelson, J.S., T.C. Grande and M.V.H. Wilson. 2016. Fishes of the world. 5th ed. John Wiley & Sons Inc, Hoboken, New Jersey, U.S.A., 705pp.
- NIBR (National Institute of Biological Resources). 2023. National List of Korea. National Institute of Biological Resources, Incheon, Korea, Accessed 30 Jan 2024, <<https://kbr.go.kr/>>
- Randall, J.E. 1998. Review of the cardinalfishes (Apogonidae) of the Hawaiian Islands, with descriptions of two new species. *J. Ichthyol. Aqu. Bio.*, 3: 25-38.
- Randall, J.E. 2005. Reef and shore fishes of the South Pacific. New Caledonia to Tahiti and the Pitcairn Islands. University of Hawaii Press, Honolulu. i-xii+1-707.
- Randall, J.E. and K.K.P. Lim 2000. A checklist of the fishes of the South China Sea. *Raffles Bull. Zool. Suppl.*, 8: 569-667.
- Snyder, J.O. 1904. A catalogue of the shore fishes collected by the steamer "Albatross" about the Hawaiian Islands in 1902. *Bull. U.S. Fish Comm.*, 22: 513-538, Pls. 1-13.
- Tamura, K., G. Stecher and S. Kumar. 2021. MEGA 11: molecular evolutionary genetics analysis version 11. *Mol. Biol. Evol.*, 38: 3022-3027. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>.
- Thompson, J.D., D.G. Higgins and T.J. Gibson. 1994. Clustal W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weigh matrix choice. *Nucleic Acids Res.*, 22: 4673-4680
- Ward, R.D., T.C. Zemlac, B.H. Innes, P.R. Last and P.D.N. Herbert. 2005. DNA barcoding Australia's fish species. *Phil. Trans. Bio. Sci.*, 360: 1847-1857. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1716>.
- Winterbottom, R., A.R. Emery and E. Holm. 1989. An annotated checklist of the fishes of the Chagos Archipelago, central Indian Ocean. *Life. Sci. Contrib. R. Ont. Mus.*, 145: 1-226, Pls. 1-8.