

갯장어(*Muraenesox cinereus*)와 갈창갯장어(*M. bagio*)의 산란생태 비교

고은혜 · 권대현* · 박정호 · 김영혜

국립수산과학원 연근해자원과

Comparative Spawning Ecology of Daggertooth Pike Conger *Muraenesox cinereus* and Common Pike Conger *M. bagio* in the South Sea of Korea

Eun Hye Koh, Dae-Hyeon Kwon*, Jeong-Ho Park and Yeonghye Kim

Fisheries Resource Management Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

We examined the comparative spawning ecology of daggertooth pike conger *Muraenesox cinereus* and common pike conger *M. bagio* in the South Sea of Korea from May 2018 to December 2019. In the South Sea of Korea, the mean total length (TL) of *M. cinereus* was significantly smaller than that of *M. bagio*. The sex ratios of both species were skewed toward females. The spawning period of *M. cinereus* was from June to October, while the spawning period of *M. bagio* was from August to October. The lengths at 50%, 75%, and 97.5% sexual maturity of *M. cinereus* females were estimated as 54.6 cm, 60.4 cm, and 74.1 cm TL, respectively. It was not possible to estimate lengths at sexual maturity for *M. bagio* in the South Sea of Korea due to the absence of immature stages.

Keywords: *Muraenesox cinereus*, *Muraenesox bagio*, Spawning ecology, Gonadosomatic index, Length at sexual maturity

서론

뱀장어목(Order Anguilliformes) 갯장어과(Family Muraenesocidae) 어류는 전 세계적으로 6속 15종(Fricke et al., 2019), 일본에 3속 4종(Nakabo, 2013) 분포하는데 우리나라에는 2속 3종(Kim et al., 2005)이 출현하고 있다고 알려져 있으며, 그 중 갯장어속(Genus *Muraenesox*)에 속하는 갯장어(*Muraenesox cinereus*)는 우리나라 남해안에서 여름철 주 상업어종으로 이용되고 있고 있다(Kim et al., 2001).

갯장어는 같은 속인 갈창갯장어(*M. bagio*)와 형태적으로 매우 유사하나, 항문전측선공수와 항문전등지느러미연조수 등으로 구분이 가능하다(Nakabo, 2013). 그러나 Koh et al. (2019)의 연구결과에 따르면, 최근 우리나라에서 갈창갯장어는 갯장어와 혼획되고 있으며, 종의 구분 없이 모두 갯장어로 유통·판매되고 있다.

갯장어의 최근 10년간 평균 어획량은 1,255톤으로, 1970-80년대의 1/5 수준으로 감소하였다(KOSIS, 2019). 이러한 어획

량(또는 자원량) 감소 문제를 해결하기 위해서는 그 원인을 파악하고 정확한 생태학적 정보를 바탕으로 한 어업관리가 필요하다. 그러나 지금까지 국내에서 수행된 갯장어속의 생태 연구는 모두 갯장어에 관한 연구이며, 두 종을 대상으로 생태를 비교한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 이 연구는 우리나라 남해안에서 채집된 갯장어와 갈창갯장어의 체장 조성, 성비, 생식소 발달단계 및 생식소속도지수의 월변화 등을 이용하여 산란생태를 비교하였으며, 이를 통하여 갯장어와 갈창갯장어의 효율적인 자원관리를 위한 자료 제공을 목적으로 하였다.

재료 및 방법

표본은 2018년 5월부터 2019년 12월까지 우리나라 남해안(33.25°-34.25°E, 126.75°-128.75°N)에서 대형외끌이기선저인망으로 어획되어 부산공동어시장에 양륙된 갯장어를 크기별로 매달 구입한 것이다. 구입한 표본은 실험실로 운반하여 Nakabo

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 720. 2295 Fax: +82. 51. 720. 2277

E-mail address: dhkwon@korea.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0098>

Korean J Fish Aquat Sci 53(1), 98-102, February 2020

Received 23 December 2019; Revised 17 January 2020; Accepted 31 January 2020

저자 직위: 고은혜(박사 후 인턴연구원), 권대현(연구사), 박정호(연구사), 김영혜(연구관)

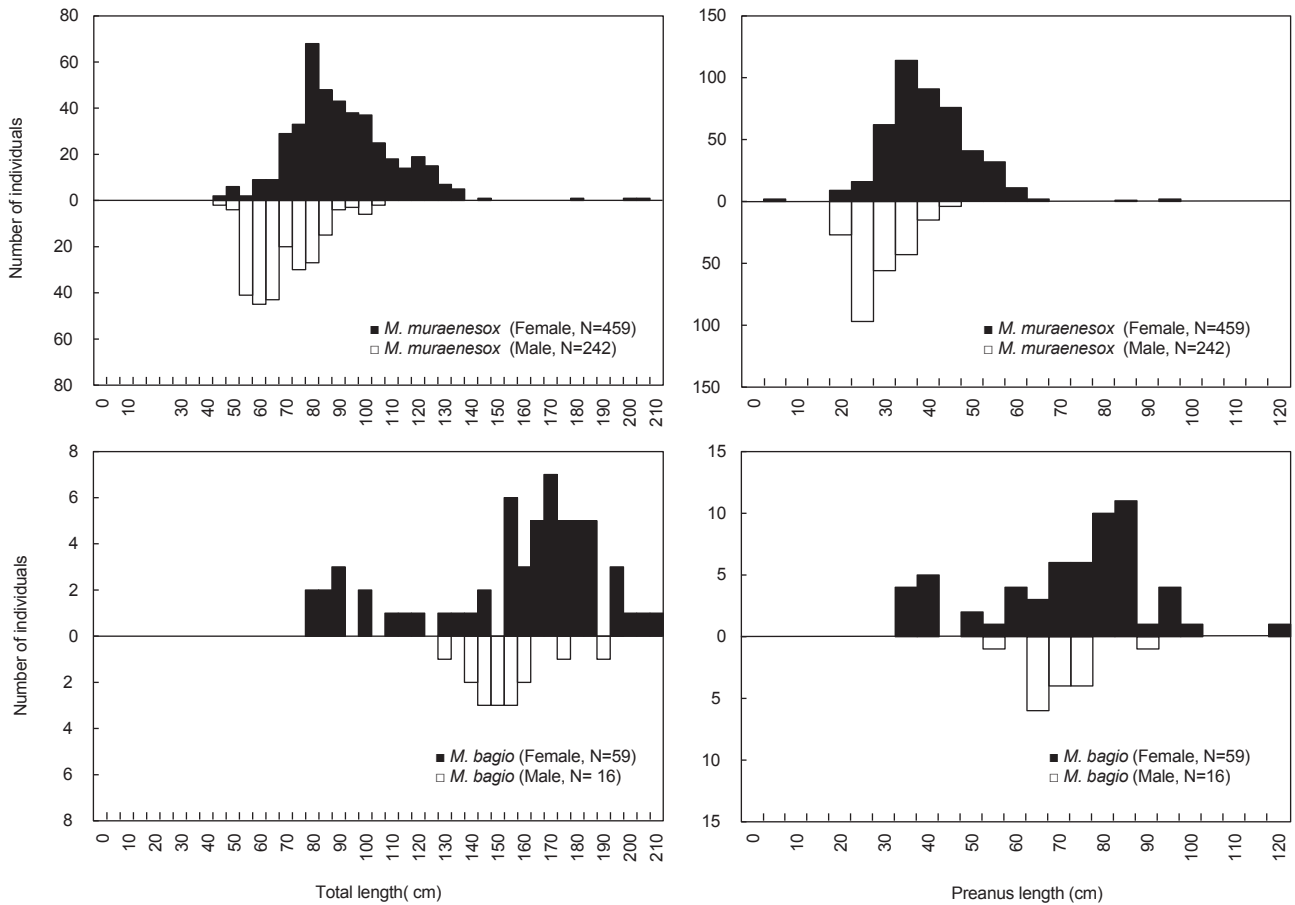


Fig. 1. Size frequency distribution of the daggertooth pike conger *Muraenesox cinereus* and the common pike conger *M. bagio* by sex in the South Sea of Korea from May 2018 to December 2019.

(2013)에 따라 갯장어와 갈창갯장어를 구분하였으며, 표본의 전장(total length, TL; cm), 항문장(preanus, PaL; cm), 전중량(total weight, TW; g), 생식소중량(gonad weight, GW; g)을 측정하였다.

평균 전장(TL)과 항문장(PaL)은 t-test를 이용하여 암·수간 차이를 검정하였다.

성비(sex ratio)는 전체 개체수에 대한 암컷과 수컷의 개체수 비로 계산하였으며, 성비 차이는 chi-square-test를 통해 유의성을 검증하였다.

암컷 생식소 속도는 Cha et al. (2012)과 Koh et al. (2018)의 육안판별 방법을 기준으로 생식소의 외부 형태, 색조, 난의 투명 상태와 분리 상태 등을 확인하였다. 생식소 발달단계는 미숙(immature), 중숙(maturing), 성숙(mature), 완숙(ripe), 방후(spent)의 5단계로 구분하였으며, 월별로 그 비율을 구하였다.

월별 생식소속도지수(gonadosomatic index, GSI)는 다음의 식을 이용하였다.

$$GSI = \frac{GW}{TW} \times 100$$

성숙체장(TL)은 산란기로 추정되는 시기에 중숙 이상으로 성숙한 개체가 해당 체급에 출현하는 비율로 구하였으며, sizeMat package (Torrejon-Magallanes, 2017)를 이용하여 분석하였다 (R program v3.6.1).

$$Y = \frac{1}{1 + e^{-(A+B \times TL)}}$$

여기서 TL은 전장(cm), Y는 성숙도이다. 50% 성숙체장(TL)은 위의 식을 이용하여 추정하였으며, 일반적으로 사용하는 L_{50} 보다 엄격한 금지체장 설정을 위한 과학적 기준을 제시하기 위해 개체군의 75%, 100%가 성숙하는 전장을 함께 추정하였다. 단, 이번 연구에서 사용한 표본 개수와 측정 오차의 영향을 최소화하기 위하여 100%에 근접하면서도 오차가 적은 것으로 분석된 $L_{97.5}$ 를 추정하였다.

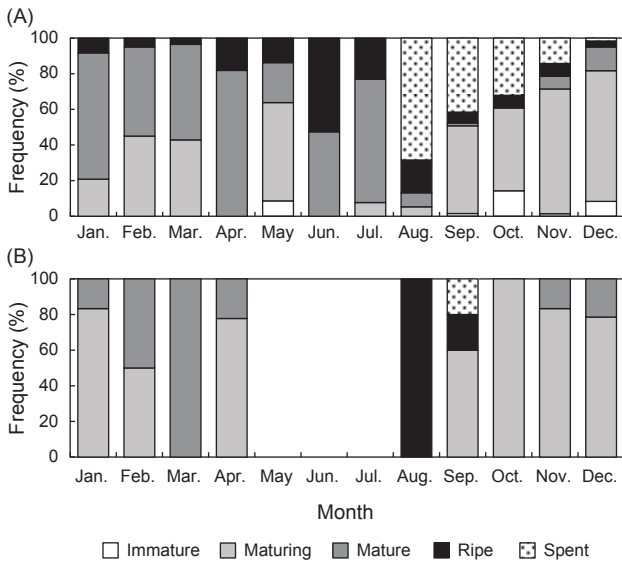


Fig. 2. Monthly changes in gonadal maturity stages of female daggertooth pike conger *Muraenesox cinereus* (A) and common pike conger *M. bagio* (B) in the South Sea of Korea from May 2018 to December 2019.

결과 및 고찰

갯장어의 평균 전장(항문장)은 암컷 90.1 ± 20.0 cm (37.6 ± 10.0 cm), 수컷 65.7 ± 11.7 cm (26.2 ± 5.4 cm)이며, 갈창갯장어의 평균 전장(항문장)은 암컷 152.9 ± 35.4 cm (69.5 ± 19.0 cm), 수컷 144.1 ± 23.3 cm (66.9 ± 7.2 cm)로 나타났다(Fig. 1). 두 종 모두 암컷이 수컷보다 큰 것으로 나타났으며(t-test, $P < 0.05$), 평균 전장과 항문장은 갈창갯장어가 갯장어보다 약 2배 가량 큰 것으로 나타났다.

갯장어의 평균 항문장 결과를 Cha et al. (2012)과 Koh et al. (2018)의 선행연구 결과와 비교해 본 결과, 수컷은 유사하게 나타났다으나, 암컷은 각각 29.2 cm와 33.5 cm로 이번 연구결과보다 작게 나타났다. Koh et al. (2019)의 연구결과에 따르면 우리나라 남해 연안연승어업에서 어획되는 갯장어의 평균 항문장은 23.5 cm로, 이번 연구의 갯장어 평균 항문장에 비해 작은 것으로 추정된다. 그러나 선행 연구의 표본은 연안연승에서 채집된 갯장어가 포함되었으므로, 이러한 체장 차이는 채집해역 및 어구어법의 차이로 판단된다.

갈창갯장어의 경우 Otaki et al. (1954)의 선행 연구결과에서 약 40-90 cm의 전장범위를 나타낸 반면, 이번 연구에서는 73.5-208.5 cm의 전장범위를 나타내어 큰 차이를 보였다. Yamada et al. (2007)의 연구결과에 따르면 갈창갯장어는 주로 위도 31°에서 푸젠성(Fujian) 연안해역에 분포하므로, 이러한 차이는 채집해역 차이에 따른 것으로 판단된다.

갯장어(전체 701개체)의 성비는 0.7 (♀):0.3 (♂)으로 암컷이

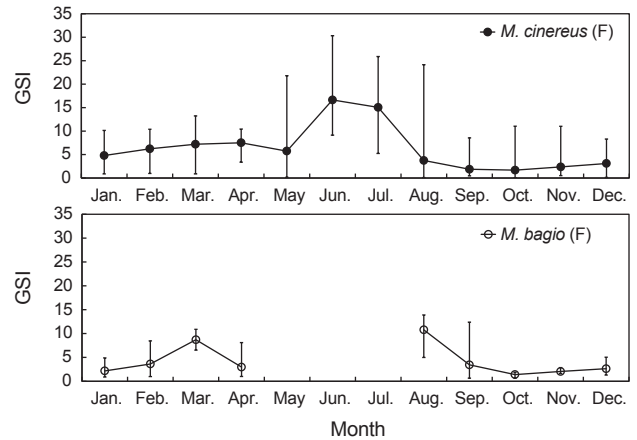


Fig. 3. Monthly changes in gonadosomatic index (GSI) of female daggertooth pike conger *Muraenesox cinereus* and common pike conger *M. bagio* in the South Sea of Korea from May 2018 to December 2019. Vertical lines indicate the maximum and minimum values.

수컷에 비해 2배 가량 높게 나타났으며(χ^2 -test, $P < 0.05$), 갈창갯장어(전체 75개체)의 성비는 0.8 (♀):0.2 (♂)로 암컷이 수컷에 비해 3배 이상 높게 나타났다(Fig. 1; χ^2 -test, $P < 0.05$). 갯장어와 갈창갯장어의 성비 불균형은 선행 연구결과들과 유사하였다(Ueta, 2008; Koh et al., 2018; Otaki et al., 1954).

갯장어 암컷 생식소의 월별 발달단계 비율을 살펴보면, 미숙 개체는 10월, 중숙 개체는 11-12월, 성숙 개체는 1-4월, 완숙 이상 개체는 6월, 방후 개체는 8월에 비율이 높았다(Fig. 2A). 반면, 갈창갯장어 암컷 생식소의 월별 발달단계 비율을 살펴보면, 미숙 개체는 나타나지 않았으며, 중숙 개체는 비교적 연중 높게 나타났고, 성숙 개체는 3월, 완숙 개체는 8월, 방후 개체는 9월에 비율이 높았다(Fig. 2B).

암컷 갯장어 생식소숙도지수의 평균값을 살펴본 결과, 6월에 가장 높고 이후 점차 감소하여 10월에 가장 낮았다(Fig. 3). 반면, 암컷 갈창갯장어 생식소숙도지수의 평균값은 8월에 가장 높고 10월에 가장 낮게 나타났다(Fig. 3). 따라서 생식소의 발달단계와 생식소숙도지수의 월별 변화로부터 추정된 갯장어의 산란기는 6-10월, 주 산란기는 6-8월이며, 갈창갯장어의 산란기는 8-10월, 주 산란기는 8-9월로 나타나 두 종간 차이를 보였다.

갯장어의 산란기를 해역별로 살펴본 결과, 동중국해 북부해역에 출현하는 갯장어는 7-9월(Ji et al., 2015), 일본 도쿠시마현에 출현하는 갯장어는 8-9월(Ueta, 2008), 우리나라 마라도 근해에 출현하는 갯장어는 6-7월(Kang et al., 1998), 우리나라 제주도과 여수 주변해역에 출현하는 갯장어는 4-9월(Cha et al., 2012)이 산란기라고 알려져 있다. 갯장어의 산란기는 채집해역에 따라 차이가 있으나 공통적으로 수온이 높은 여름철로 추정되어 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 반면 Otaki et al. (1954)

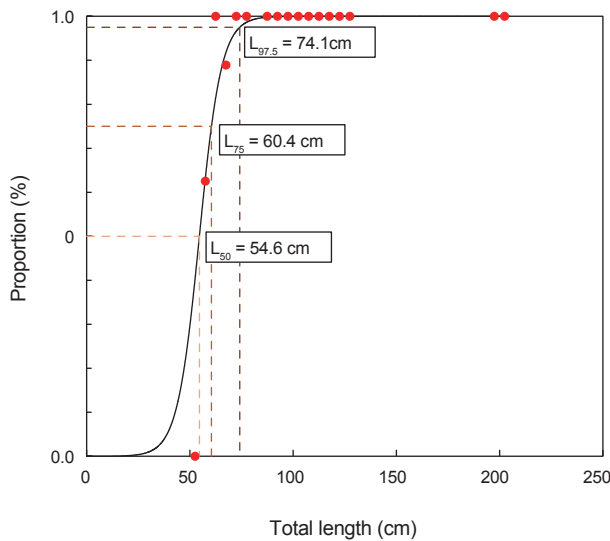


Fig. 4. Length at sexual maturity (L_{50} , L_{75} , $L_{97.5}$) estimated from maturity ogives of female daggertooth pike conger *Muraenesox cinereus* during spawning period.

의 연구결과에 따르면 동중국해에 출현하는 갈창갯장어의 생식소숙도지수는 4-5월에 4.4-5.9 범위로 높게 나타났으며, 성숙한 암컷은 6월에만 출현한 것을 근거로 갈창갯장어의 산란기를 4-6월로 추정하였으나, 개체수의 부족으로 추가 조사가 필요하다고 보고하였다. 반면 이번 연구에서는 5-7월 자료의 부재로 정확한 비교는 어려웠으나 생식소숙도지수의 최고값은 8월에 10.8로 나타났으며, 완숙개체의 비율 역시 8월에 가장 높게 나타나 기존의 연구 결과와 차이를 보였다. 따라서 갈창갯장어의 정확한 생태 정보를 얻기 위해서는 장기적인 조사가 필요할 것으로 판단된다.

이 연구에서 추정된 갯장어의 암컷 50%, 75%, 97.5% 성숙전장은 각각 전장 54.6 cm, 60.4 cm, 74.1 cm로 추정되었다(Fig. 4). 갈창갯장어의 경우 미숙개체가 출현하지 않았으며, 비교적 큰 전장군에만 집중 되어있어 정확한 성숙체장(TL)을 추정할 수 없었다. 기존의 연구에서는 갯장어의 50% 성숙체장(TL)이 각각 70.6 cm (Kang et al., 1998), 55.5 cm (Cha et al., 2012), 63.5 cm (Koh et al., 2018)로 추정하여 연구자간 차이를 보였으나, 이는 채집시기와 해역에 따른 차이로 판단된다. 또한 기존의 연구에서는 갯장어의 성숙체장(TL)은 50% 기준으로만 보고하였으나(Kang et al., 1998; Cha et al., 2012; Koh et al., 2018), 일반적으로 어류의 성숙체장(TL)은 자원량 변화에 따른 개체군의 밀도종속적 효과로 추정되고 있다(Lee et al., 2009; Kim et al., 2016). 따라서 이상의 결과로 미루어 볼 때, 갯장어 자원의 효율적인 관리를 위해서는 정확한 종의 구분과 자원량 추정을 통하여 50%, 75% 또는 97.5% 성숙체장(TL)을 선택적으로 적용해야 할 필요가 있다고 판단된다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원(수산과학연구사업, R2020022)의 지원에 의해 수행되었습니다.

References

Cha HK, Seo YI, Oh TY, Kim HY, Lee SG and Choi MS. 2012. Reproductive ecology of the sharp toothed eel in the southern Korean waters. J Kor Soc Fish Tech 48, 217-226. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2012.48.3.217>.

Fricke R, Eschmeyer WN and Fong JD. 2019. Species by family/subfamily in catalog of fishes. Retrieved from <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp> on Dec 4, 2019.

Ji HS, Kim JK, Oh TY, Choi KH, Choi JH, Seo YI and Lee DW. 2015. Larval distribution pattern of *Muraenesox cinereus* (Anguilliformes: Muraenesocidae) leptocephali in waters adjacent to Korea. J Ocean Sci 50, 537-545. <http://dx.doi.org/10.1007/s12601-015-0049-6>.

Kang YJ, Jeon BS and Zhang CI. 1998. A study on the stock management of the sharp-toothed eel, *Muraenesox cinereus* (FORSKAL) in Korean waters III. Maturation and Spawning. J Korean Soc Fish Technol 1, 18-24.

Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Lim JH. 2005. Illustrated book of Korean fish. Kyohak Publishing, Seoul, Korea, 89-90.

Kim JS, Oh KS and Lee JS. 2001. Comparison of food component between conger eel (*Conger myriaster*) and sea eel (*Muraenesox cinereus*) as a sliced raw fish meat. J Korean Fish Soc 34, 678-684.

Kim SR, Cha HK, Lee JB, Lee HW, Yang JH, Baek HJ and Kim ST. 2016. Maturity and spawning of the Marbled Flounder *Pseudopleuronectes yokohamae* off the coast of Pohang, East Sea. Korean J Fish Aquat Sci 49, 367-375. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2016.0367>.

Koh EH, Kwon DH and Jang CS. 2018. Basic reproductive biology of *Muraenesox cinereus* in Korean waters. J Korean Soc Fish Ocean Technol 54, 353-359. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFOT.2018.54.4.353>.

Koh EH, Kwon DH and Kim YH. 2019. Age and growth of Daggertooth pike conger *Muraenesox cinereus* in the South Sea of Korea. Korean J Fish Aquat Sci 52, 650-655. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0650>.

KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2019. Statistic databased for fishery production survey. Retrieved from <http://kosis.kr/> on Dec 6, 2019.

Lee JH, Kodama K, Oyama M, Kume G, Takao Y, Shiraishi H and Horihuchi T. 2009. Changes in growth of marbled sole *Pseudopleuronectes yokohamae* between high and low stock-size periods in Tokyo Bay, Japan. Fish Sci 75, 929-935. <http://dx.doi.org/10.1007/s12562-009-0117-x>.

- Nakabo T. 2013. Fishes of Japan with pictorial key to the species, 3rd edn. Tokai University Press, Kanagawa, Japan, 288.
- Otaki H, Hanabuchi N and Senta T. 1954. The fisheries biology of the fish *Muraenesox*. 1. On one form, called Suzuhamo in Japanes. Bull Seikai Reg Fish Res Lab 4, 80-104.
- Torrejon-Magallanes J. 2017. sizeMat: an R package to estimate size at sexual maturity. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/sizeMat/vignettes/sizeMat.html> on Jul 31, 2019.
- Ueta Y. 2008. Fishery biological informations on daggertooth pike-conger eels, *Muraenesox cinereus* around Tokushima prefecture. Bull Tokushima Pref Fish Res Ins 6, 85-90.
- Yamada U, Tokimura M, Horikawa H and Nakabo T. 2007. Fishes and fisheries of the East China and Yellow Seas. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 165-172.