

한국 남해 연근해에 서식하는 눈볼대(*Doederleinia berycoides*)의 성숙

김현지* · 권대현 · 박정호 · 김영혜

국립수산과학원 연근해자원과

Maturation of Blackthroat Seaperch *Doederleinia berycoides* in Waters of Southern Korea

Hyeon Ji Kim*, Dae-Hyeon Kwon, Jeong-Ho Park and Yeonghye Kim

Fisheries Resources Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

We investigated the biological maturation of blackthroat seaperch *Doederleinia berycoides* in southern Korea waters, based on samples collected from March 2018 to February 2019. We analyzed monthly changes in maturity stage, gonadosomatic index (GSI) and total length (TL) at 50%, 75% and 97.5% group maturity. The spawning period was May to October in 2018. We estimated the TL at 50% group maturity as 27.0 cm for females in 2018. We estimated the TL of females at 75% and 97.5% group maturity as 28.7 cm and 32.7 cm, respectively, in 2018.

Keywords: *Doederleinia berycoides*, maturity, group maturity, gonadosomatic index

서론

눈볼대(*Doederleinia berycoides*)는 농어목(Perciformes) 반뎃볼게르치과(Acropomatidae)에 속하는 어류로 약 40 cm까지 성장하며, 중, 대형외끌이 어업을 비롯한 기선저인망어업에 어획되는 대표 어종으로 상업적 가치가 매우 높은 어종 중 하나이다(Cha et al., 2010; Huh et al., 2011). 특히 한국, 일본 등지에서 수산 식품으로 선호도가 매우 높으며, 눈볼대의 생산량은 2004년 처음으로 3,000 톤 이상으로 나타났으며, 그 이후 2018년 까지의 추이를 살펴보면, 2006년 2,044톤으로 가장 적게 생산되었고, 2018년에 3,949톤으로 가장 많이 생산되었다(KOSIS, 2019). 생산 금액은 2006년부터 2018년까지 매년 생산금액이 꾸준히 증가하고 있는 양상을 확인해볼 수 있다(KOSIS, 2019). 2000년대 들어서 눈볼대를 비롯한 대부분의 자원량이 감소했다고 알려져 있지만 눈볼대의 생산량은 크게 감소하지 않았다(Choi et al., 2019). 수산 식품으로써 지속된 높은 선호도와 생산량 증가 및 생산 금액 증가 양상으로 볼 때 눈볼대의 가치는 더 높아질 것으로 판단된다.

하지만 눈볼대의 높은 상업적 가치에 비해 이와 관련된 연구는 비교적 부족한 실정이다. 눈볼대에 대한 연구로는 분포 위치, 회유 경로 및 성장 양상에 관한 연구(Lee, 1965; Park, 1970), 연

령과 성장에 관한 연구(Kojima, 1976; Choi et al., 2012), 산란기와 성숙상태에 관련한 연구(Cha et al., 2010), 주 먹이생물에 관한 연구(Oh, 2009; Huh et al., 2011), 자원학특성치(Choi et al., 2014)와 같은 연구가 일부 진행 되었지만, 지속적인 관리를 위한 신뢰도 높은 평가 지표를 위해 현재 생물학적 특성 파악을 위한 연구가 필요하며, 이전 연구와의 산란기, 성숙도 등과 같은 변동 사항을 연구 할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 눈볼대의 생식소숙도지수, 성숙도와 같은 변화하는 눈볼대 자원의 성숙에 관한 정보를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 시료는 2018년 3월부터 2019년 2월까지 한국 남해 연근해에서 중, 대형외끌이어업에 의해 어획된 눈볼대 시료를 부산공동어시장에서 구입하여 사용하였다. 구입된 시료를 빙장 처리하여 실험실로 운반 후 실험하였다. 실험에 사용된 눈볼대는 전장(total length, TL)을 0.1 cm, 중량 0.1 g까지 측정된 뒤, 해부하여 간중량, 생식소 중량을 0.001 g까지 측정하였다.

눈볼대의 생식소 발달단계를 살펴보기 위해서 생식소를 적출하여 육안으로 압, 수를 구분하고, 생식소의 형태, 색도 등을 살

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

E-mail address: wlstjdah@naver.com



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.2020.0103>

Korean J Fish Aquat Sci 53(1), 103-106, February 2020

Received 20 December 2019; Revised 21 January 2020; Accepted 4 February 2020

저자 직위: 김현지(박사 후 인턴 연구원), 권대현(연구사), 박정호(연구사), 김영혜(연구관)

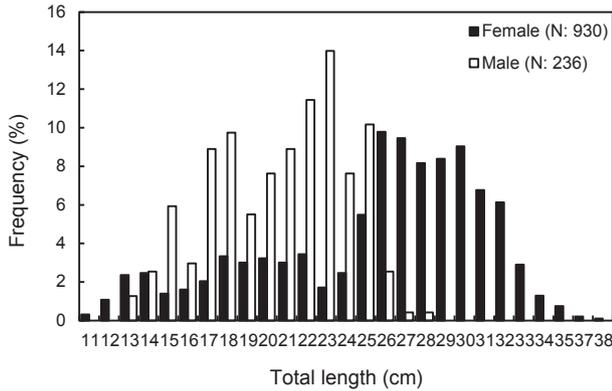


Fig. 1. Length-frequency distribution of blackthroat seaperch *Doederleinia berycooides* in the water of southern sea, Korea. Female: Min TL 11.7 cm, Mean TL 26.0 cm, Max TL 38.4 cm; Male: Min TL 13.0 cm, Mean TL 20.1 cm, Max TL 28.8 cm. TL, total length.

폐본 뒤, 성숙단계를 판단하였다. 성숙단계는 미숙(immature), 중숙(maturing), 성숙(maturation), 완숙 및 방중(mature and spawning), 방후(spent)으로 구분하였고, 월별 생식소숙도지수 [gonadosomatic index, GSI; (1)], 간중량지수[hepatosomatic index, HSI; (2)], 비만도지수[condition factor, CF; (3)]는 각각 다음과 같은 식을 이용하여 계산하였다. 여기서 GW (gonad weight)는 생식소중량 (g), BW (body weight)는 어체 중량 (g)을 나타내며, LW (liver weight)는 간중량 (g), TL (total length)은 어체 전장(cm)을 나타낸다.

$$GSI = \frac{GW}{BW} \times 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$HIS = \frac{LW}{BW} \times 100 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$CF = \frac{BW}{TL^3} \times 1,000 \quad \dots\dots\dots(3)$$

성숙체장(TL)은 산란기로 추정되는 시기의 중숙 이상 개체들을 대상으로 다음과 같은 식으로 구하였으며(Way 4), 50%, 75%, 97.5%의 성숙체장(TL)을 구하였다. 여기서 P_i 는 전장계급에서의 성숙비율, L_i 는 i 전장 계급의 전장, r 은 상수이다.

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{r(L-L_i)}} \quad \dots\dots\dots\text{Way 4}$$

결과 및 고찰

2018년 3월부터 2019년 2월까지 남해 근해에서 채집된 눈볼대 총 1,166개체를 대상으로 한 측정 결과(Fig. 1), 암컷은 총 930개체였고, 전장 11.7-38.4 cm의 범위를 보였으며, 평균 26.0 cm였다. 수컷은 총 236개체였고, 전장 13.0-28.8 cm의 범위를

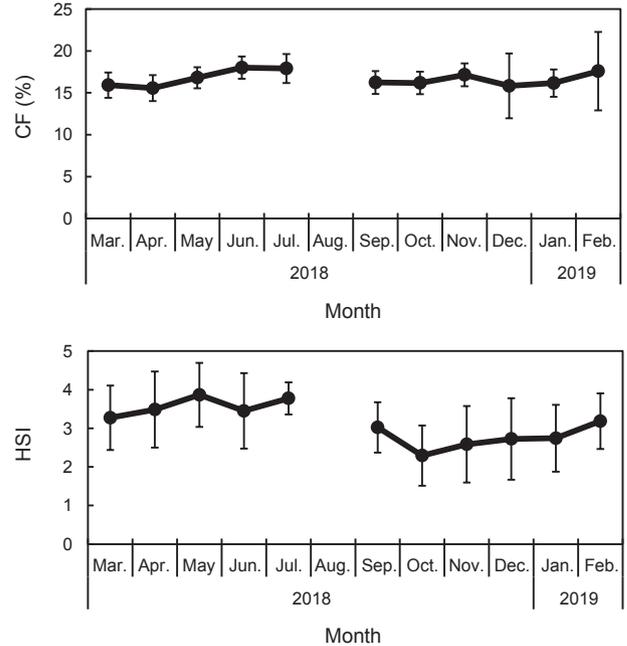


Fig. 2. Monthly changes in mean value of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) for female blackthroat seaperch *Doederleinia berycooides* (vertical bars are standard error).

보였으며, 평균 20.1 cm였다. 암컷이 수컷 보다 평균 전장이 더 크게 나타났으며(T-test, $P < 0.05$), 전장 조성의 비율도 암컷은 26.0-31.0 cm까지의 비율이 가장 높게 나타난 반면, 수컷은 21.0-24.0 cm까지의 비율이 높게 나타났다.

이러한 경향은 약 10여년 전에(2006, 2008-2009년) 채집된 눈볼대에서도 유사하게 나타난 것을 확인해 볼 수 있었다(Cha et al., 2010; Choi et al., 2012). 2006년에 채집된 눈볼대의 경우 본 연구보다 전체적인 크기군은 더 작게 나타났지만 암컷이 수컷보다 더 큰 개체에서 높은 비율로 출현한 것을 확인해 볼 수 있었으며 2008-2009년에 채집된 눈볼대는 본 연구와 비슷한 체장군에서 높은 비율을 보였다. 어류의 종마다 다른 양상을 보이기도 하며 같은 반딧볼게르치과에 속하는 반딧볼게르치 (*Acropoma japonicum*)에서도 체장 조성에서 암컷이 수컷보다 더 큰 경향을 보인 것을 확인 해볼 수 있다(Baeck et al., 2012). 이렇듯 암컷이 수컷보다 더 큰 체장 조성을 보이는 것은 암컷보다 수컷의 사망률이 더 높고, 수명도 암컷이 더 길거나, 성장률이 더 빠르기 때문인 것으로 알려져 있다(Fumio, 1960).

눈볼대 비만도지수와 간중량지수의 월 변동 양상을 살펴보면 (Fig. 2), 눈볼대 암컷의 비만도지수는 평균 15.57-18.01의 값을 나타내었으며, 6월에 가장 높게 나타났고 4월에 가장 낮게 나타났다. 눈볼대 암컷의 간중량지수는 평균 2.29-3.87의 값을 나타내었는데, 5월에 가장 높게 나타났으며, 10월에 가장 낮게 나타났다. 그 결과 비만도지수는 수치에 따른 일정한 경향성을 찾아 볼 수 없었으나, 간중량지수는 모두 5월에서 10월까지 수치

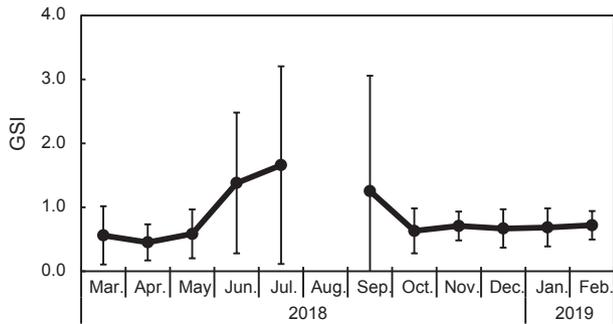


Fig. 3. Monthly changes in gonadosomatic index (GSI) for female blackthroat seaperch *Doederleinia berycoides* in the water of southern sea, Korea.

가 하락하는 경향을 나타내었다.

어류는 간에 에너지를 축적하여 생식활동에 이용하는 것으로 알려져 있어 어류의 간중량지수와 비만도지수는 생식시기를 추측하는데 이용되기도 한다(Diana and Mackay, 1979; Rajasilta, 1992; Encina and Granado Lorenzo, 1997). 본 연구결과, 눈볼대 암컷의 간중량지수는 산란기 동안 감소하는 경향을 보였으며, 비만도지수는 산란기와는 뚜렷한 연관성을 보이지는 않았다. 같은 반딧불게르치과에 속하는 반딧불게르치 역시 산란기에 간중량지수가 감소하고, 비만도지수는 산란기와 큰 관련 없는 경향을 나타내어 본 연구와 매우 유사한 결과를 나타내었다(Baek et al., 2012). 하지만 다른 분류군에 속하는 삼치 (*Scomberomorus niphonius*), 줄망둑(*Acentrogobius pflaumii*) 등에서는 간중량지수, 비만도지수 모두 산란기에 감소하며, 두 지수 모두 산란기와 관련이 있는 것으로 나타났다(Baek et al., 2004; 2007). 이는 종에 따라 에너지 저장 및 이용에서 차이를 보이는 것으로 판단된다. 눈볼대는 비만도는 유지한 반면 간에 저장된 에너지를 생식활동에 사용했을 것으로 판단되며, 이는 섭식과 관련이 있을 것으로 판단된다. 눈볼대는 어식성 어류로 알려져 있는데, 어식성 어류들은 높은 공복율을 가진다고 알려져 있다(Baek et al., 2012). 하지만 눈볼대의 경우, 공복율이 20%이하로 다른 어식성 어류에 비해 비교적 낮은 공복율을 보이는 것을 확인해 볼 수 있는데(Huh et al., 2011), 꾸준한 섭식으로 어체의 비만도 유지하며 간에 에너지 축적 및 이용이 용이 했을 것으로 판단된다.

2018년 3월부터 2019년 2월까지 눈볼대 암컷 930개체를 대상으로 생식소숙도지수(GSI)의 변화를 알아보았다(Fig. 3). 그 결과 3-5월까지의 0.45-0.58의 값을 나타내었으며, 5월 이후부터 점차 증가하여 7월에 1.66으로 가장 높게 나타난 후 감소하였으며, 이후 점차 낮아져 9월 이후로는 0.05 이하로 감소하여 다시 낮은 값을 나타내었다. 생식소숙도지수를 바탕으로 산란기를 추정할 결과, 5월에서 10월로 추정되었다.

2008-2009년에 채집된 눈볼대의 경우, 2년간 GSI값이 비슷한 경향을 보여 산란기가 7월에서 9월로 추정되었다(Cha et al.,

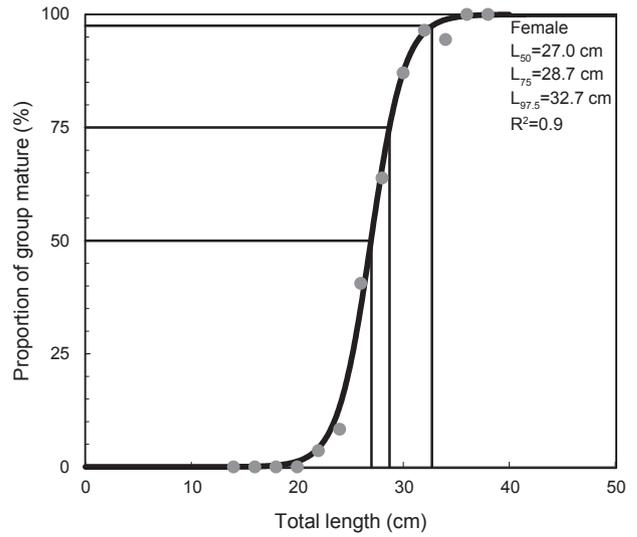


Fig. 4. A logistic relationship between standard length and maturation rate for female blackthroat seaperch *Doederleinia berycoides*.

2010). 하지만 본 연구와는 산란기 추정에서 약간의 차이가 나타났다. 약 10년 전인 2008-2009년에는 7-9월인 반면 본 연구에서 5-10월로 산란기가 더 길게 나타난 것을 확인해 볼 수 있다. Aida (1991)에 따르면 어류의 산란형태가 6가지로 구분된다고 알려져 있는데(춘계, 춘하계, 하계, 추계, 춘추계, 동계), 눈볼대는 하계 산란형태를 따른다고 볼 수 있다.

2008년에서 2018년 10년의 기간동안 눈볼대의 주 출현해역인 남해안의 수온은 상승과 하강을 반복하며 나타났으며, 눈볼대의 산란시기인 하계의 10년간 수온변화는 약 0.4°C 정도 상승한 것을 확인해볼 수 있었다(Khoa, 2018). 눈볼대의 산란시기는 여전히 하계 산란형을 유지하고 있는 것으로 보아 수온에 의한 산란기 영향은 적은 것으로 판단된다.

눈볼대의 성숙체장(TL)을 알아보기 위해 산란기로 추정되는 5-10월까지 중숙 이상 개체들이 산란에 참여하는 것으로 간주하여 성숙개체의 출현 비율을 조사하였다(Fig. 4). 그 결과 눈볼대 암컷은 전장이 22.9 cm 이하에서는 성숙한 개체가 출현하지 않았고, 35.0 cm 이상인 개체에서는 전 개체가 산란에 참여하는 것으로 나타났다. 이러한 결과들을 바탕으로 눈볼대 암컷의 성숙체장(TL)을 분석한 결과, 성숙도 50%에서는 27.0 cm, 75%에서는 28.7 cm, 97.5%에서는 32.7 cm로 추정되었다.

2008-2009년에 채집된 눈볼대를 대상으로 한 50% 성숙체장(TL) 결과, 29.6 cm로 본 연구와 약 3 cm 정도 차이 나는 것을 확인해 볼 수 있었다. 약 3 cm 정도의 차이를 눈볼대의 연령에 대입하여 살펴보았을 때, 약 1년 정도 차이 나는 크기인 것을 알 수 있다(Choi et al., 2012). 약 10년 동안 산란에 가입하는 개체들의 크기군이 작게 나타나는 것으로 확인해 볼 수 있으며, 이러한 양상으로 살펴보았을 때, 눈볼대의 성장 양상 및 연령에도 영향을 있을 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 눈볼대 연령과 성장

연구 또한 수행하여 약 10년 동안 어떠한 차이를 보였는지 모니터링 할 필요가 있다고 생각된다.

본 연구 결과, 최소 성숙체장(TL)이 26.7 cm로 나타났는데, 어획된 눈볼대 전장 비율을 살펴보면 대부분이 성숙체장(TL)보다 더 작은 개체들의 비율이 높은 것을 확인해볼 수 있다. 이는 산란에 한번도 참여하지 못한 개체들의 어획으로 이러한 양상이 지속되면 남획으로 이어질 수 있으며, 이는 자원량 감소에 직접적인 영향을 미칠 수 있다.

이러한 연구들을 바탕으로 살펴볼 때, 현재 눈볼대에 대한 포획금지체장은 설정되어있지 않지만 눈볼대의 높은 선호도와 불안정한 자원을 보호하고 관리 하기 위해 포획금지체장 설정이 필요할 것으로 생각된다. 또한 포획금지체장 선정 시 자원량이 풍부했던 70-80년대와 자원량 비교를 통해 자원량이 현저하게 줄어든 경우에는 50% 성숙체장보다는 75%나 97.5%의 성숙체장을 포획금지체장의 자료로 이용하는 것도 고려해볼 수 있다.

사 사

이 논문은 2020년도 국립수산물과학원 연근해 어업자원 평가 및 관리 연구(R2020022)의 지원으로 수행된 연구입니다.

References

- Aida K. 1991. Environmental regulation of reproductive rhythms in teleosts. Bull Inst Zool Acad Sin Monogr 16, 173-187.
- Baek GW, Huh SH and Park JM. 2012. Reproductive ecology of the glowbelly, *Acropoma japonicum* (Perciformes: Acropomatidae) in the coastal waters off Gori, Korea. J Kor Soc Fish Tech 48, 118-127. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2012.48.2.118>.
- Baek GW, Kim JW and Huh SH. 2004. Maturation and spawning of striped goby (*Acentrogobius pflaumi*) (Teleostei; Gobiidae) collected in the Gwangyang Bay, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 37, 226-231. <https://doi.org/10.5657/kfas.2004.37.3.226>.
- Baek GW, Kim JW, Huh SH and Park JM. 2007. Maturation and spawning of female spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* in the Coastal Waters off Busan. Korean J Fish Aquat Sci 40, 248-253. <https://doi.org/10.5657/kfas.2007.40.4.248>.
- Baek GW, Park JM, Ye SJ, Jeong JM and An YS. 2012. Feeding Habits of *Hoplobrotula armata* in the Coastal Waters of Geomun-do, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 45, 372-378. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2012.0372>.
- Cha HG, Kang SK, Oh TY and Choi JH. 2010. Reproductive ecology of the blackthroat seaperch, *Doederleinia berycoides* (Hilgendorf) in South Sea of Korea waters. J Kor Soc Fish Tech 46, 368-375. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2010.46.4.368>.
- Choi JH, Choi SH, Kim YH, Lee DW and Ryu DK. 2012. Age and growth of blackthroat seaperch *Doederleinia berycoides* in the South Sea of Korea. Korean J Fish Aquat Sci 45, 246-252. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2012.0246>.
- Choi JH, Choi SH, Lee DW and Ryu DK. 2014. Population Ecology of Blackthroat Seaperch *Doederleinia berycoides* in the Southern Seas of Korea. Korean J Fish Aquat Sci 47, 901-907. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0901>.
- Choi JH, Kim DH, Choi MJ, Kang HJ, Seo YI and Lee JB. 2019. Stock assessment and management of blackthroat seaperch *Doederleinia seaperch* using Bayesian state-space model. J Kor Soc Fish Tech 55, 95-104. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFOT.2019.55.2.095>.
- Diana JS and Mackay WC. 1979. Timing and magnitude of energy deposition and loss in the body, liver, and gonads of northern pike (*Esox lucius*). Can J Fish Aquat Sci 36, 481-487. <https://doi.org/10.1139/f79-071>.
- Encina L and Granado-Lorencio C. 1997. Seasonal changes in condition, nutrition, gonad maturation and energy content in barbel, *Barbus sclateri*, inhabiting a fluctuating river. Environ Biol Fish 50, 75. <https://doi.org/10.1023/A:1007381414397>.
- Fumio M. 1960. Fishery biology of the yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, (T. & S.), inhabiting in the waters surrounding Japan. Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Kinki University, Oosaka, Japan, 300.
- Huh SH, Oh HS, Park JM and Baek GW. 2011. Feeding habits of the blackthroat seaperch *Doederleinia berycoides* in the Southern Sea of Korea. J Kor Soc Fish Tech 44, 284-289. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2012.48.2.118>.
- Khoa. 2018. Korea hydrographic and oceanographic agency. Retrieved from <http://khoa.go.kr> on Nov 30, 2019.
- Kojima K. 1976. Age and growth of the blackthroat seaperch, *Doederleinia berycoides* (Hilgendorf), in the southwestern Japan Sea. Bull Seikai Reg Fish Res Lab 48, 93111.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2019. Fishery production survey. Retrieved from <http://kosis.kr> on Nov 30, 2019.
- Lee KH. 1965. Fishery biological studies on sea-bass in the southern sea of Korea. Rep Fish Res 6, 51-67.
- Oh HS. 2009. Feeding Ecology of *Doederleinia berycoides* in the Southern Sea of Korea. M.S. Thesis, Pukyong National University, Busan, Korea, 1-27.
- Park BH. 1970. Study on the distribution, migration and growth of sea bass, *Doederleinia berycoides* (H), in Korean waters. M.S. Thesis, Pukyong Natational University, Busan, Korea, 39.
- Rajasilta M. 1992. Relationship between food, fat, sexual maturation, and spawning time of Baltic herring (*Clupea harengus membras*) in the Archipelago Sea. Can J Fish Aquat Sci 49, 644-654. <https://doi.org/10.1139/f92-073>.