

웅어, *Coilia nasus*의 생식주기에 관한 조직학적 연구

이봉우 · 정의영^{1*} · 이정열¹
충남내수면개발시험장, ¹군산대학교 해양생명과학부

Histological Study on the Reproductive Cycle of *Coilia nasus*

Bong-Woo Lee, Ee-Yung Chung^{1*} and Jeong-Yeol Lee¹
Chungnam Inland Fisheries Development Institute, Nonsan 320-873, Korea
¹School of Marine Life Science, Kunsan National University, Gunsan 573-701, Korea

Reproductive cycle, gonadal development and the spawning period of the Korean anchovy *Coilia nasus* were investigated by histological observations. Samples were collected at the coastal area of Geumgang dyke which is connected to Gunsan and Janghang, Korea, from February 2002 to January 2003. *C. nasus* is dioecious; the ovary consists of a pair of saccular structure with many ovarian lobules, and the testis consists of a pair of lobular structure with many testicular lobules and connected to the posterior seminal vesicle. Monthly changes in the gonadosomatic index (GSI) began to increase in April when seawater temperature increased and reached the maximum in June when the ovary was getting mature, the summer season of longer day length with higher water temperature. The reproductive cycle can be classified into five successive stage in females: early growing stage (February to March), late growing stage (March to April), mature stage (May to June), ripe and spent stage (June to July), and recovery and resting stage (July to January); in males, the cycle can be divided into four successive stages; growing stage (February to April), mature stage (May to July), ripe and spent (June to July), and recovery and resting stages (July to January). According to the frequency distributions of egg diameters in the spawning season. *C. nasus* is presumed to be summer spawning species and polycyclic species to spawn 2 times or more during the spawning season.

Keywords: *Coilia nasus*, Reproductive cycle, Histological observation, Gonadosomatic index

서 론

웅어, *Coilia nasus*는 청어목(Order Clupeiformes), 멸치과(Family Engraulidae) 웅어屬(Genus *Coilia*)에 속하는 어류로서, 한국, 일본, 중국, 등지의 연안에 분포하고 있다(Kim and Kang, 1993). 우리나라에서는 서해로 유입되는 하천(한강, 금강, 동진강, 영산강) 하구의 기수역과 내만에 주로 서식하고 낮에는 약간 얕은 곳으로 이동하고, 밤에는 깊은 곳에서 생활하면서(Chyung, 1977) 동물성 플랑크톤과 새우류, 어린 물고기 등을 먹고산다(Kim, 1997; Choi et al., 2002).

이 종은 연안 회유성 어류로서 산란기에는 바다에서 강 하류로 올라와 갈대밭 등에 산란한다. 부화된 어린 웅어는 여름~가을에 걸쳐 바다로 내려가서 성장·성숙한다. 군산지역 주변에서는 동진강과 만경강의 연안 해역에서 성장한 후 금강 하구둑 주변의 기수역에 올라와 산란한다. 웅어는 충청남도 논산시와 서천군 일대의 관광특산 식용어로 선정되어 무분별하게 남획되

고 있으며, 또한 근래 금강 하구둑 완공으로 천혜의 산란장을 잃게 되어 자원량이 급격히 감소되고 있다. 따라서 이 지역의 웅어 자원 유지를 위해서는 인공종묘생산에 의한 증·양식을 통한 자원관리가 요구되는데 이를 위해서는 우선 이종의 정확한 산란기가 밝혀져야 한다. 우리나라 웅어의 산란기에 관하여 Kim(1997)은 6~7월이라고 기재하였고 Choi(1994)는 4~5월로 그리고 Chyung(1977)은 5~6월이라고 하였다. 이와 같이 산란기가 서로 상이한 것은 모두 조직학적 연구 결과에 의해 밝혀진 것이 아니고 채포된 웅어를 대상으로 추정된 것이기 때문에 정확한 산란기로 인정할 수 없어 시기별 생식소 발달 상태를 조직학적으로 조사하여 생식주기와 정확한 산란기를 밝힐 필요가 있다.

지금까지 웅어屬에 관한 생식생태 연구로는 외국산 웅어류에 대하여 Takita(1967), Takita and Masutani(1979), Matsui et al.(1986), Yoshimoto et al.(1993) 등 다수의 보고가 있다. 그러나 우리나라 웅어(*C. nasus*)에 관해서는 분포(Mori, 1952; Chyung, 1977; Kim and Kang, 1993; Choi, 1994)와 분류 및 형태(尹, 1996; Kim, 1997)만이 보고되어 있을 뿐, 생식주기에

*Corresponding author: eychung@kunsan.ac.kr

관한 조직학적 조사는 찾아볼 수 없다. 조직학적 조사에 의하여 본 종의 생식주기와 정확한 산란기가 밝혀지게 되면 개체군의 연령사정과 가입시기를 파악할 수 있으며, 효과적인 생물자원 관리를 위한 어획금지 시기를 설정하여 무분별한 남획을 방지할 수 있게 된다. 또한 적기에 친어를 확보하여 인공종묘생산을 시도하는데 귀중한 정보로도 이용될 수 있다.

따라서 본 연구의 목적은 용어를 대상으로 조직학적 방법에 의해 암·수의 생식주기 및 산란기를 명확히 규명하여, 효율적으로 자원을 증강시키고 양식 기술개발에 이용할 수 있는 자료를 제공하는데 있다.

재료 및 방법

실험어 채집 및 환경자료 분석

실험어로 사용한 용어는 2002년 2월부터 2003년 1월까지 군산내항 해역과 충청남도의 서천군 장항읍과 전라북도의 군산시를 연결하는 금강 하구둑 아래 기수역에서 소형 안강망 어선으로 매월 40~50개체씩 채포하였다(Fig. 1). 용어의 생식소 발달과 환경요인의 상호 관계를 조사하기 위하여 2002년 2월부터 2003년 1월까지 실험어의 채집장소 인근지역인 군산내항에서 측정된 국립수산과학원의 수온 및 염분의 월별 평균자료를 인용하였다.

생식소중량지수(gonadosomatic index; GSI)와 일장(day length)의 변화

산란기를 간접적으로 추정하기 위하여 총 426개체를 대상으로 생식소중량지수(GSI)의 변화를 조사하였다. 생식소중량지수의 계산식은 다음과 같다.

$$\text{생식소중량지수(GSI)} = \frac{\text{생식소중량(g)} \times 100}{\text{체중(g)}}$$

일장 자료는 군산측후소의 자료를 인용하였다.

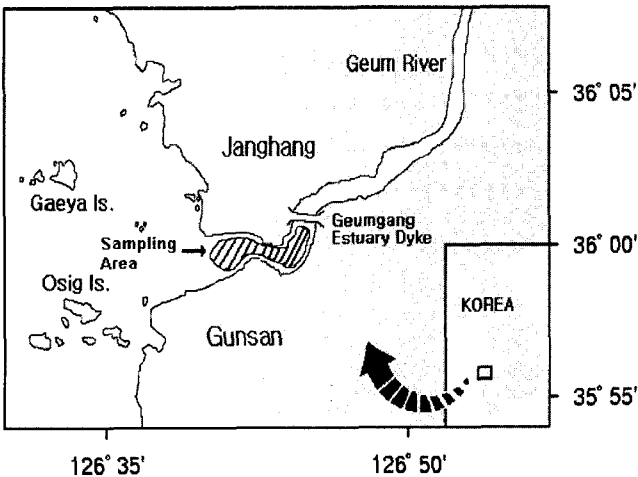


Fig. 1. Map showing the sampling area.

생식소 발달의 조직학적 조사

조직학적 표본제작은 총 426개체의 생식소 조직을 Bouin액에 24시간 고정한 다음 70% alcohol용액에 보존하였다. 파라핀 절편법에 의해 5~8 μm의 두께로 연속 절편을 만들어 Harry's haematoxylin과 0.5% eosin으로 이중염색 하였고, 한편으로는 mallory 삼중염색을 하여 결체조직과 근육조직을 구분하였다. 그리고 생식세포 형태와 크기 등을 광학현미경하에서 검경·관찰하여 생식소 발달 단계에 따른 생식주기를 조사하였다.

난경조성 및 산란횟수 조사

난경조성의 변화는 성숙기에서 회복기에 이르는 2002년 4월부터 2002년 8월 사이에 채집된 개체들 중 성숙상태가 육안으로 식별되는 난들을 해부침을 이용하여 결합조직과 난들을 완전히 분리한 다음 만능투영기(Nikon, J-12A) 및 Image Analyzer System (BMI plus program, Winnatech Co.)을 이용 매월 10개체의 난경을 측정하여 난경mode를 산출하였다.

월별 산란 가능 여부 판정과 산란기간 중 산란횟수 추정은 산란기 중 난경조성을 근거로 Chung et al.(1991)의 방법에 따라 판정하였다.

결 과

수온과 염분의 변화

금강 하류 지역에 대한 2002년 2월부터 2003년 1월까지의 수온과 염분의 월별 변화를 보면, Fig 2에 나타난 바와 같이, 수온은 3월부터 점차 상승하기 시작하여 7월에는 연중 최고에 도달하였다. 그 후 8월까지 20°C 이상을 유지하다가 9월부터 다시 하강하는 경향을 보였다. 염분은 3월부터 5월까지 큰 변화를 보이지 않았으나, 6월부터 급속히 감소하여 7월에는 월중 최저치를 나타내었고, 8월 이후부터는 다시 서서히 증가하는 경향을 보여 수온과는 역상관 관계를 나타내었다.

생식소중량지수(gonadosomatic index; GSI)와 일장의 변화

생식소중량지수(GSI)와 일장의 월별 변화는 Fig. 3에 나타내

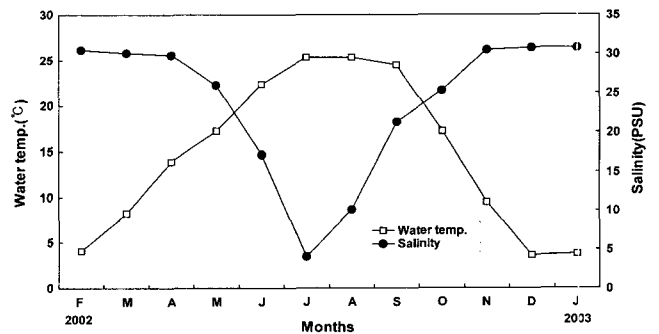


Fig. 2. Monthly variations of water temperature and salinity below the Geumgang estuary dyke (Data from NFRDI).

었다. 암컷의 GSI 평균값은 일장이 짧은 2월에서 3월까지 2.05~2.40으로 큰 변화를 보이지 않았으나 일장이 점차 길어지는 4월(4.73)부터 GSI 값이 약간 증가되면서, 연중 일장이 가장 긴 6월에 최고값(8.53)을 나타내었다. 이후에는 급격하게 저하되어 8월에 1.93을 보였고, 10월 이후에는 1.32이하로 감소하였다. 수컷의 GSI 평균값은 2월에서 3월까지 1.00~1.50으로 큰 변화가 없었으나 일장이 점차 길어지기 시작하는 4월(1.80)부터 GSI 값도 점차 증가하여 일장이 가장 긴 6월에 이르르면 연중 최고값(2.51)을 나타낸 후, 8월에는 1.28로 급격히 감소하였고 일장이 짧은 10월 이후부터는 0.81이하의 낮은 값을 나타내었다.

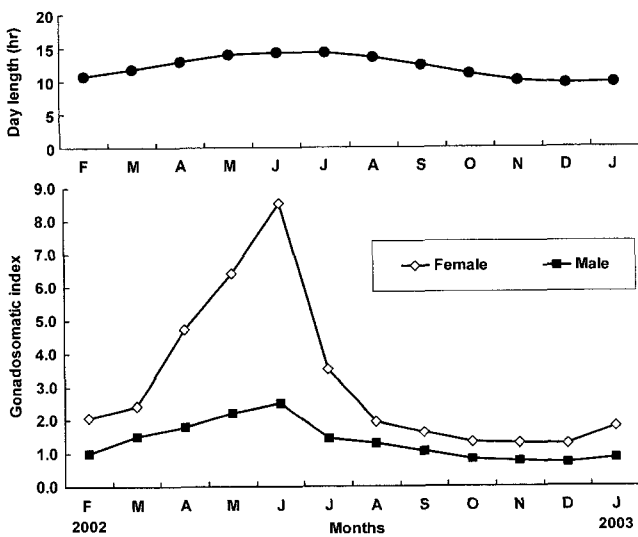


Fig. 3. Day length and monthly changes in the mean gonadosomatic index (GSI) of *C. nasus*.

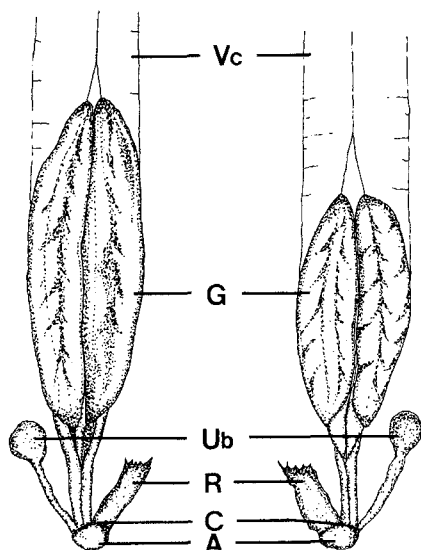


Fig. 4. Reproductive organ of the Korean anchovy *C. nasus*. A, anus; C, cloaca; R, rectum; Ub, urinary bladder; G, gonad; Vc, vertebra column.

생식소의 외부형태 및 내부구조

성숙된 옹어의 난소는 체강의 등쪽 벽에 있는 난소간막(mesovarium)에 의해 매달려 있고, 몸의 앞과 뒤의 방향에 따라 주름지고 길쭉한 주머니 모양의 낭상형으로 좌·우측에 한 쌍이 위치하고 있다. 정소는 난소에 비해 다소 짧고 긴 엽상(葉狀)으로 복강벽의 척추골을 따라 위치하고 있다(Fig. 4). 미성숙 개체의 생식소는 육안으로 암·수 구별이 어려우나 성숙하게 되면 난소는 푸른빛의 연한 회색, 정소는 유백색에 가까운 색채를 나타내어 암·수의 구별이 쉽게 된다.

암·수의 생식소는 모두 좌우대칭을 나타내며 성숙기의 난소 외벽에는 혈관이 풍부하게 분포된 결체섬유(connective fiber)와 근섬유로 구성된 두꺼운 외막이 낭상형 난소를 이루고 있으며, 난소는 다수의 난소소엽(ovarian lobule)으로 구성되어 있다. 정소 역시 난소와 마찬가지로 수많은 정소소엽(testicular lobule)으로 구성되어 있다.

생식주기와 GSI 및 외적 환경과의 관계

월별로 조사된 난소와 정소내의 생식세포 발달의 조직학적 변화와 생식소중량지수(GSI), 그리고 수온 및 일장 변화(Fig. 3) 등을 토대로 옹어의 생식주기를 살펴보면 암컷의 경우, 초기성장기, 후기성장기, 성숙기, 완숙 및 산란기, 회복 및 휴지기의 연속적인 5단계로 구분할 수 있으며(Fig. 7), 수컷의 경우는 성장기, 성숙기, 완숙 및 방정기, 회복 및 휴지기의 연속적인 4단계로 구분할 수 있었다(Fig. 8).

난소

초기성장기(early growing stage)

수온이 낮고 일장이 짧은 2~3월 사이에 채집된 개체들에서 난소의 활성화가 관찰되었다. 초기성장기에 있는 난소에서는 난경 15 μm의 난원세포(oogonium), 25~40 μm의 크로마틴인기(chromatin nucleolus stage) 및 75~140 μm의 주변인기(perinucleolus stage) 난모세포들이 난소소엽의 대부분을 차지하여 나타났다. 이 시기에 난세포질의 염색성은 호염기성을 나타내었고, 주변인기 난모세포질에는 난황핵이 출현하는 특징을 보였다(Figs. 5A, B). 초기성장기의 암컷 개체들의 GSI는 평균 2.23으로 매우 낮았다.

후기성장기(late growing stage)

수온이 상승하고 일장이 길어지기 시작하는 3, 4월에 채집된 개체들에서는 난소소엽내에 난경 200~235 μm의 난황포기(yolk vesicle stage) 및 240~360 μm의 난황구기(yolk stage) 난모세포들이 난소소엽을 가득 채웠다. 난황포들은 시간의 흐름에 따라 점차 난막쪽으로 확산되어가며 세포질은 강한 호염기성에서 약한 호염기성으로 변했다(Fig. 5C). 그 후 난황구기 난모세포가 되면 eosin에 짙게 염색이 되고 방사대가 뚜렷하게 나타났다. 난세포질에는 제1차 난황구의 축적이 일어났으며 이들은 서로 합쳐져 제2차 난황구가 되었고 다시 이들이 합쳐져서 제3차

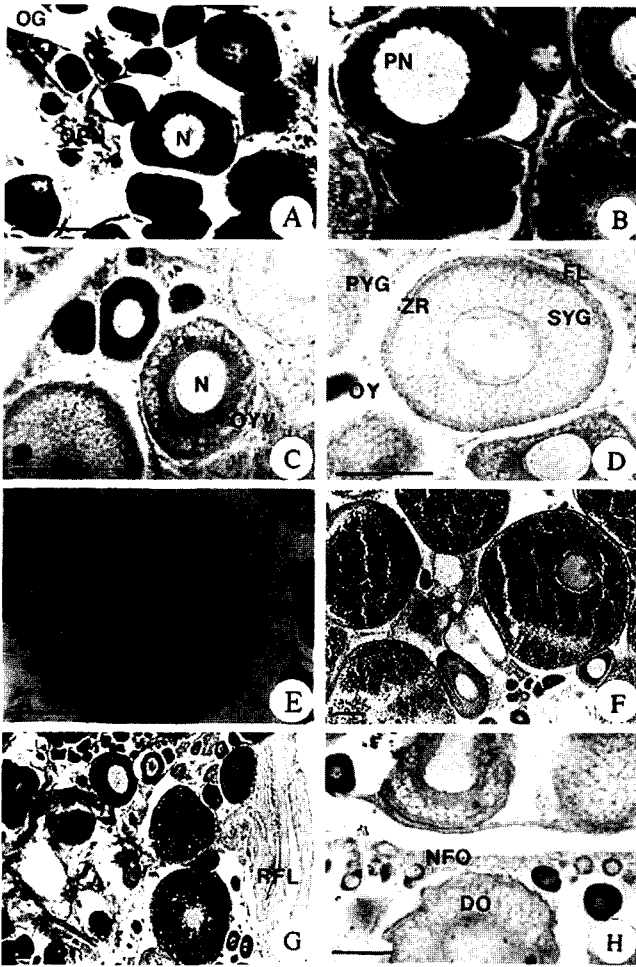


Fig. 5. Photomicrographs of ovarian developmental phases of *C. nasus*. A: Section of ovarian lobules in the early growing stage, with oogonia and oocytes in the perinucleolus stage. B: Oocytes in the perinucleolus stage, with several nucleolus near nuclear envelope and a yolk nucleus in the cytoplasm. C: section of ovarian lobules in the late growing stage, with oocytes in the yolk vesicle stage. D: section of a lobule with oocytes in the yolk stage. E: Section of a lobule in the same stage, with tertiary yolk granules in the cytoplasm. F: section of the ovarian lobule in the mature stage, with an oocyte in the nucleus migratory stage. G: section of the lobules in the ripe and spent stage, with undischarged oocytes and residual follicle layer. H: section of the lobules in the recovery and resting stage, with newly formed oocytes near degenerative oocytes. Abbreviations: DO, degenerating oocyte; FL, follicle layer; N, nucleus; NFO, newly formed oocyte; OG, oogonium; ONM, oocyte in the nucleus migratory stage; OPN, oocyte in the perinucleolus stage; OY, oocyte in the yolk stage; OYV, oocyte in the yolk vesicle stage; PN, perinucleolus; PYG, primary yolk granule; RFL, residual follicle layer; SYG, secondary yolk granule; TYG, tertiary yolk granule; YN, yolk nucleolus; YV, yolk vesicle; ZR, zona radiata. Scale bars=100 μ m.

난황구가 되었다. 잘 발달된 방사대 밖에는 여포세포층들이 발달되어 나타났다(Figs. 5D,E). 이 시기에 암컷 개체들의 GSI 평균값은 3.57로 증가되었다.

성숙기(mature stage)

수온이 더욱 상승하고 일장이 길어진 5~6월 사이에 채집된

개체들은 성숙기의 난소를 가지는데, 난소소엽내에는 난황구기 및 난경 510~580 μ m의 배포이동기(nucleus migratory stage)의 난모세포들이 균질화 된 상태로 가득 채워졌다. 핵이 동물극쪽으로 이동하는 배포이동기의 난모세포들은 좀더 성숙하여 난경 590~632 μ m의 성숙란이 된다. 이때 성숙한 난모세포질내의 난황구들은 서로 융합하여 균질화 된 난황구를 이룬다(Fig. 5F). 이 시기 성숙개체들의 GSI 평균값은 7.47을 나타내 연중 가장 높았다.

완숙 및 산란기(ripe and spent stage)

수온이 20°C 이상을 나타내는 고수온-장일장 시기인 6~7월에 채집된 개체들은 난소소엽내에 완숙란을 가지거나 또는 난들이 방출되어 난소소엽 일부가 비어있고 잔존 여포층이 난소소엽내에 나타나기 시작하였다(Fig. 5G). 이 시기의 완숙 및 산란 개체들의 GSI 평균값은 산란의 영향으로 6.03으로 다소 감소되었다.

회복 및 휴지기(recovery and resting stage)

방란을 마친 후 7월부터 다음해 1월까지 난소는 급격히 퇴화·위축되어 난소는 길게 신장되었다. 난소내에는 퇴화·흡수된 후 새로이 생성된 난원세포들과 미숙한 난모세포들이 장기간 잔존하여 나타났다(Fig. 5H). 이때 회복 및 휴지기 개체들의 GSI 평균값은 1.43으로 현저히 낮아졌다.

정소

성장기(growing stage)

2~4월에는 수온이 점차 상승하고 일장이 길어지는 시기로 정소가 활성화되어 발달하기 시작하여 정소소엽내에는 정원세포(spermatogonium)와 정모세포(spermatocyte)(Figs. 6A, B), 그리고 일부 변태 중인 정세포(spermatid)들을 갖는 cyst들이 출현하였고(Fig. 6C), 소엽간 간질조직내에는 다수의 간질세포(interstitial cell)들이 출현하였다(Fig. 6D). 이때의 수컷 개체들의 GSI는 평균 1.40으로 낮은 값을 나타내었다.

성숙기(mature stage)

수온이 급상승하고 일장이 길어지는 5월부터 고수온-최대 장일장 시기인 6, 7월에 걸쳐 정소는 성숙기를 나타내었다. 정소의 조직상은 정소소엽내에서 cyst를 찾아보기 어렵게 되고, 주위에 변태를 마친 다수의 정자들이 정소소엽 중앙을 가득 채워 정소소엽들은 크게 비대화 되었다. 그리고 정소소엽과 소엽사이의 간질 조직내에 간질세포들은 잘 발달하였다(Figs. 6E, F, G). 이 시기에 개체들의 GSI 평균값은 1.97로 연중 최대값을 나타내었다.

완숙 및 방정기(ripe and spent stage)

고수온-장일장인 6~7월에 정소는 완숙 및 방정기를 나타내었다. 정소의 조직상을 보면 정자들로 가득 채워진 정소소엽은 정자들이 배정(spermiation)됨에 따라 정소소엽들이 부분적으로 비어 있는 모습이 쉽게 관찰되었다. 그리고 미방출된 다수의 잔존 정자들과 소수의 정세포들은 정소소엽내에 잔존하였

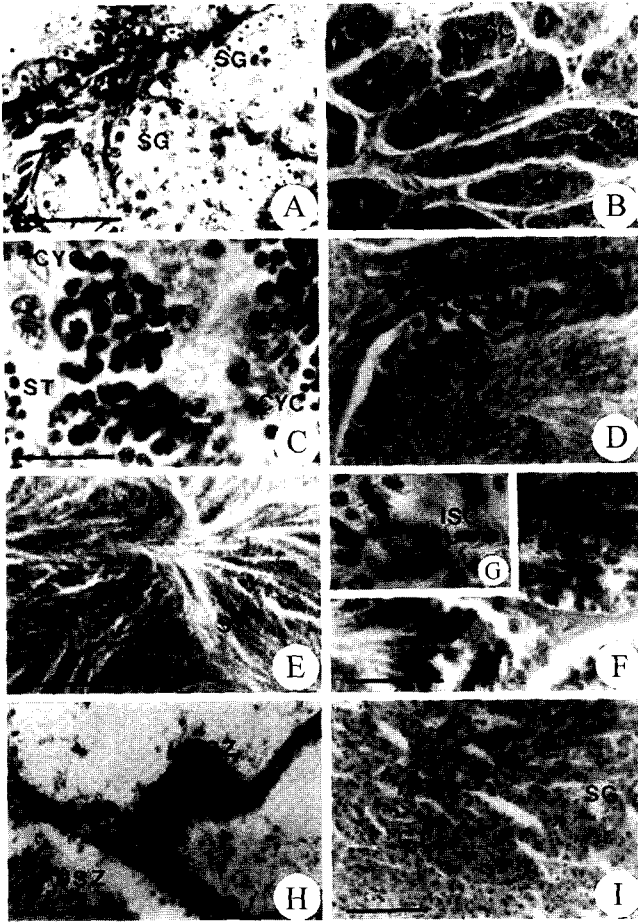


Fig. 6. Photomicrographs of testicular developmental phases of *C. nasus*. A, Section of testicular lobules in the growing stage, with a number of spermatogonia; B,C, sections of the lobules in the growing stage, with a number of the spermatocytes, spermatids and cyst cells; D-G, sections of testicular lobules in the mature stage, with a number of spermatids, spermatozoa and interstitial cell; H, section of lobules in the ripe and spent stage, with undischarged spermatozoa; I, section of lobules in the recovery and resting, with connective tissue and spermatogonia. Abbreviations: CYC, cyst cell; CT, connective tissue; ISC, interstitial cell; SC, spermatocyte; SG, spermatogonium; ST, spermatid; SZ, spermatozoon; USZ, undischarged spermatozoon. Scale bars=50 μ m.

다(Fig. 6H). 이 시기의 수컷 개체들의 GSI는 평균 1.88을 나타내었다.

회복 및 휴지기(recovery and resting stage)

7월말 이후가 되면 정소소엽내를 가득 채웠던 정자들이 배정된 후, 소엽내 잔존 정자들과 정세포들이 퇴화·흡수되고, 정소소엽 상피 주변은 결체조직들로 가득 채워졌다. 그리고 새로 생성된 정원세포들이 정소소엽 상피상에 다시 출현한 다음, 이 상태가 큰 변화 없이 이듬해 1월까지 장기간에 걸쳐 지속되었다(Fig. 6H). 이 시기의 수컷 개체들의 GSI 평균값은 1.07로 급감되었다.

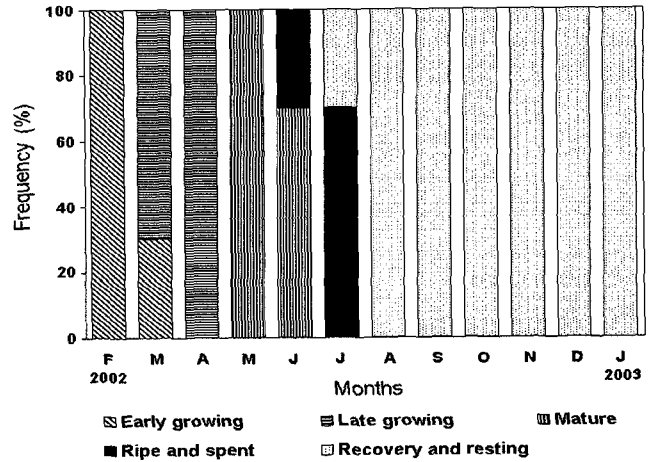


Fig. 7. Frequency of gonadal phases of the female Korean anchovy *C. nasus*.

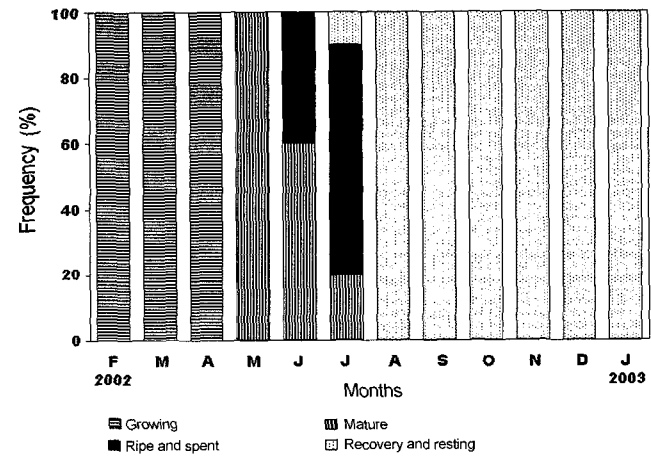


Fig. 8. Frequency of gonadal phases of the male Korean anchovy *C. nasus*.

난경조성 및 산란횟수

난소내 난모세포들이 성장·발달하여 완숙되었을 때, 옹어들이 해당되는 달에 산란이 가능한지의 판단은 성숙 및 완숙란(大卵徑 group)의 난경조성을 근거로 판단할 수 있다. 또한 산란기간 중 산란 횟수 추정도 산란기 중 난경 group의 mode를 근거로 옹어의 산란횟수를 파악할 수 있다. 2002년 4월부터 8월까지 채집된 암컷을 대상으로 조사된 난경조성의 결과는 Fig. 9와 같다. 4월(후기 성장기)의 난경mode는 100 μ m를 중심으로 하는 소난경 난모세포군의 mode가 대부분을 차지하였고 300 μ m 정도의 중난경 난모세포군의 mode가 일부 출현하였다. 5월(성숙기)에는 100~250 μ m의 소난경 난모세포군 mode와 350 μ m의 중난경 난모세포군 및 소수의 500 μ m 전후의 대난경 난모세포군으로 크게 2개의 난경 mode로 나누어져 나타났지만 5월에는 수온과 일장 조건들 때문에 산란할 가능성이 없는 것으로 판단되었다. 그러나 6월초(완숙 및 방란기)에 들어서면, 소

난경 난모세포군(150~250 μm)과 난경이 커진 450 μm 전후의 중난경 난모세포군, 그리고 600 μm 전후의 완숙난모세포군으로 3개의 난경 mode가 나타나며, 6월말(완숙 및 방란기)에는 소난경군, 중난경군 및 대난경군(완숙란)들의 3 group 난경mode가 뚜렷하게 구분되어 나타나 산란이 일어날 수 있는 달로 판단하였다. 7월(방란기)에는 3 group의 난경mode중 대난경군의 난모세포들이 배란됨으로서 그 빈도(%)가 감소되어 나타났고 이에 따라 중난경 난모세포군의 mode가 대난경군쪽으로 이동되는 난경mode의 천이가 나타났다. 산란이 끝난 8월말(회복기)이 되면, 100~150 μm의 소난경 난모세포군만 남고 중난경군과 대난경군들의mode가 소실되는 것으로 나타나고 있다. 이와 같은 난경조성의 mode로 보아 용어는 한 산란기 중 2~3회에 걸쳐 반복 산란하는 다회산란종의 특징을 나타내고 있다.

고 찰

경골어류 성어의 난소 형태는 나상형(gynovarian condition)과 낭상형(cystovarian condition)으로 대별(Hoar, 1957)되는데, 용어의 난소구조는 기수어인 쟁쟁어(Chung et al., 1991)와 같은 낭상형이다. 난소의 내부구조는 다른 경골어류에서와 같이 다수의 난소소엽으로 구성되어 있고 이곳에서 난원세포들이 발달하고 있다. 또한 정소의 형태도 엽상형(lobule type)과 관상형

(tubule type)으로 구분되는데(Nagahama, 1983), 용어의 정소 형태는 엽상형으로 다수의 생식세포를 갖는 포낭 구조의 정소소엽으로 구성되어 있고, 소엽 중앙에는 강(腔)을 이루고 있어서 구피(Billard et al., 1982)에서 볼 수 있는 관상형과는 상이한 형태를 갖는 좌우대칭의 엽상형으로 되어 있다.

어류의 성숙과 배란 및 산란은 생식 내분비계 지배에 의하여 조절되지만 생식내분비계를 조절 유도하는 것은 환경요인이며, 그 중에서 수온과 광주기 등의 외적요인에 의한 영향이 가장 크다고 알려져 있다(de Vlaming, 1975; 羽生, 1982; Asahina and Hanyu, 1983; Lee and Hanyu, 1984; Baeg, 1985) 그리고 Aida (1991)는 이러한 외적요인에 의해 춘계산란형(spring spawner), 춘추계산란형(spring to summer spawner), 하계산란형(summer spawner), 춘추계산란형(spring to autumn spawner), 추계산란형(autumn spawner) 및 동계산란형(winter spawner)으로 산란형태를 구분하여 보고하였다.

생식주기로 볼 때 용어의 산란시기는 수온이 상승하고 일조시간이 장일화되는 6~7월에 생식소가 완숙되어 산란이 일어나는 것으로 관찰되었다. 또한 GSI값의 변화를 수온 및 일장과 관련지워 종합 분석하여 보면, 일장이 짧고 10°C이하의 저수온기인 2월에서 3월까지의 기간에는 생식소 발달이 미흡하였으나, 수온이 상승하기 시작하고 일장이 길어지는 5월 이후부터는 생식소가 급격히 활성화되어 하계인 6~7월에 생식소가 가장 잘 발달되었거나 산란 상태를 나타내었다. 따라서 용어의 성 성숙과 산란에 영향을 미치는 외적 환경요인은 고수온-장일장이며 전형적인 하계산란형 어류에 속한다고 볼 수 있다.

본 종의 산란기에 관하여, Kim(1997)은 6~7월로 기재하였는데 이 결과는 생식소의 조직학적 조사 및 난경조성 mode로부터 얻은 조사 결과(6~7월 산란)와 일치하였다. 그러나 Choi(1994)가 기재한 4~5월과, Chyung(1977)이 보고한 5~6월과는 상이한 차이를 나타내었다. 특히, 4~5월에는 난경조성과 생식소 조직 관찰에서 성숙 또는 완숙되지 못한 미성숙란들이 대부분인 관계로 산란이 불가능한 시기로 간주되었다.

용어의 난소내 난경조성은 5월(성숙기)에 접어들면서 소난경 mode로부터 대난경 mode로 분산되기 시작하여 6월 초순과 하순(완숙 및 방란기)에는 최대 600 μm 전·후의 완숙 난모세포에 이르기까지 여러 단계(소난경군, 중난경군, 대난경군)의 난모세포들이 무리를 지어 나타나고 있다. 월별 난경 mode의 분리·이동 변화를 관찰하여 볼 때 난황이 축적되어 완숙난모세포들이 되면 곧 2개 이상의 다른 성숙란 무리(대난경군)에서 분리되어 산란에 참여하게 된다. 7월(완숙 및 방란기)에 2개 이상의 성숙란 무리(대난경 난모세포군)들에서 완숙란이 산란되고 나면 곧 다음 차례의 발달된 성숙란의 무리들이 최대 난경군(600 μm 전·후)으로 분리·이동되어 방란이 일어나는 것으로 간주되었다(Fig. 9).

일반적으로 경골어류 산란형태는 어종에 따라 크게 3가지 무리로 나누는데, 첫째는 산란기 중에 암컷이 1회만 산란하는 무

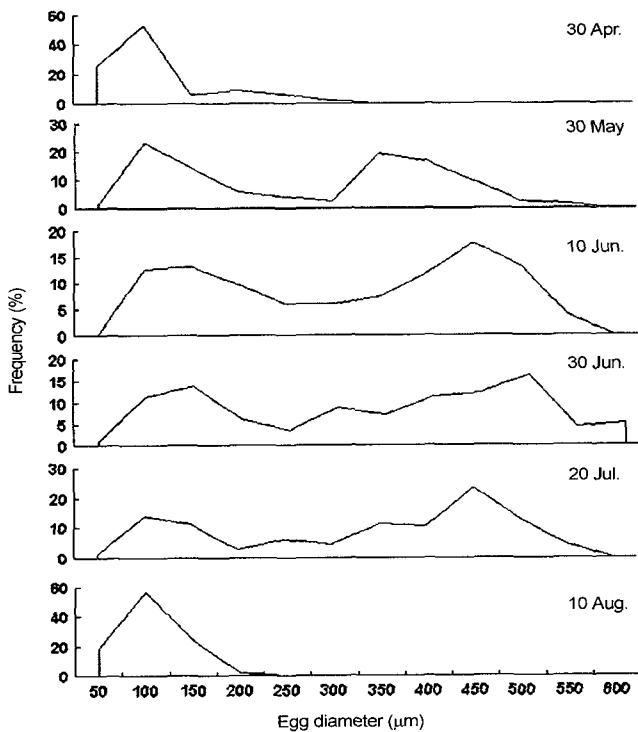


Fig. 9. Frequency distribution of egg diameters of the Korean anchovy *C. nasus* below the Geumgang estuary dyke.

리, 둘째는 1년 중 한번의 산란기간을 가지며 산란기 중 암컷이 여러번 산란하는 무리, 셋째는 특정 산란기를 가지지 않고 연중 산란하는 무리로 구분하고 있다(Kang, 2002). 그런데 한 산란기 동안 한번 산란하는 어종인 아생금붕어(*Carassius auratus gibelio*)는 난경조성 변화에서 성숙란이 여러 mode로 분리 발달되는 현상을 볼 수 없다고 보고되어 있다(Ivankov, 1976). 그러나 옹어의 경우 6~7월의 산란기에 여러 단계의 난경 mode가 발달하여 분리 이동되면서 방란하는 난경조성의 변화를 보여주고 있어서, 옹어는 연중 한번의 산란기를 가지며 한 개체가 2~3회 산란하는 어종으로 추정되었다. 난 발달 양식은 다회산란종으로서 비동기 발달형(Wallace and Selman, 1981)에 속하는 어종의 생식 특성을 가지는 것으로 간주되었다.

요 약

본 연구는 2002년 2월부터 2003년 1월까지 군산 내항과 충청남도의 서천군 장항읍과 전라북도의 군산시를 연계한 금강 하구둑 유역에서 채집된 옹어, *Coilia nasus*를 대상으로 산란기를 추정하기 위해 생식소중량지수(GSI), 생식소 발달단계에 따른 생식주기를 조직학적 관찰에 의해 조사하였다.

옹어는 자웅이체이고 난소는 한 쌍의 낭상구조를 하고 있으며 수많은 난소소엽으로 구성되어 있다. 그리고 정소는 한 쌍의 엽상 구조를 하고 있으며 수많은 정소소엽으로 이루어져 있고 후부의 저정낭에 연결되어 있다.

암·수의 생식소중량지수(GSI)의 월별 변화는 4월에 GSI 값이 증가되기 시작하여 난소와 정소가 성숙되고 고수온-장일장이 되는 하계의 6월에 최대에 이른다. 생식주기는 암컷의 경우, 초기성장기(2~3월), 후기성장기(3~4월), 성숙기(5~6월), 완숙 및 산란기(6~7월), 회복 및 휴지기(7~1월)의 연속적인 5단계로 구분되었고, 수컷의 경우는 성장기(2~4월), 성숙기(5~7월), 완숙 및 방정기(6~7월), 회복 및 휴지기(7~1월)의 연속적인 4단계로 구분할 수 있었다. 산란기 난경 빈도분포에 의하면, 옹어는 연중 한번의 산란기를 가지며 한 개체가 최소한 2~3회를 산란하는 다회산란종으로 추정되었다.

감사의 글

이 논문은 2002년도 군산대학교 수산과학연구소의 연구지원에 의해 수행된 연구결과로 이에 감사드립니다.

참고문헌

Aida, K., 1991. Environmental regulation of reproductive rhythms in teleosts. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica, monograph., **16**, 17: 3-187.
Asahina, K., and I. Hanyu, 1983. Role of temperature and photoperiod in annual reproductive cycle of the rose bitterling, *Rhodeus ocellatus*

ocellatus. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **49**: 61-67.
Baeg, H. J., 1985. Experimental studies on the mechanism of reproductive cycle in the Longchin goby, *Chasmichthys dolichognathus*. Bull. Korean Fish. Soc., **18**(3): 243-252.
Billard R., G. Fostier, C. Weil and B. Breton, 1982. Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. Can. J. Fish Aquat. Sci., **39**: 65-79.
Choi, K. C., 1994. One Hundred Species of Korean Freshwater Fishes. Hyunam Co., pp. 356-359.
Choi, Y., J. H. Kim and J. Y. Park, 2002. Marine Fishes of Korea. Kyohak Co., 78 pp.
Chung, E. Y., and K. Y. Lee, 1994. Structural and histochemical changes in the cyst cell and the interstitial cell in the testis of a teleost *Hexagrammos agrammus* associated with the reproductive cycle. Korean J. Ichthyol., **6**(2): 193-205.
Chung, E. Y., C. H. An and T. Y. Lee, 1991. Sexual maturation of the bluespotted mud hopper, *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus). Korean J. Ichthyol., **24**(3): 167-176.
Chyung, M. K., 1977. The Fishes of Korea. Ilji-Sa, Korea. pp. 118-120.
deVlaming, V. L., 1975. Effects of photoperiod and temperature on gonadal activity in the cyprinid teleost, *Notemigonus crysoleucas*. Biol. Bull., **148**: 402-415.
Hoar, W. S., 1957. The gonads and reproduction. (in) The Physiology of Fishes, Vol.1, (ed.) M. E. Brown, Academic Press, New York, pp. 287-321.
Ivankov, V. N., 1976. The formation of ultimate fecundity in intermittently spawning fish with reference to the southern one finned Greenling, *Pleurogrammos azonus* and the wild gold fish, *Carassius auratus gibelio*. J. Ichthyol., **16**(1): 56-62.
Kang, H. W., 2002. Reproductive ecology and larval growth of the greenling *Hexagrammos otakii*. Ph. D. Thesis, Department of Fisheries Science, the Graduate School, Kunsan National University. 134 pp.
Kim, I. S., and E. J. Kang, 1993. Coloured Fishes of Korea. Academic Pub. Co. Seoul, pp. 135-136.
Kim, I. S., 1997. Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea. Freshwater Fishes, No. 37. pp. 148-149.
Lee, T. Y., and I. Hanyu, 1984. Reproductive cycle of small filefish *Rudarius ercodes*. Bull. Korean Fish. Soc., **17**(5): 423-435.
Matsui, S., S. I. Tomishige and H. Tsukahara, 1986. Ecological studies on the Engraulid fish, *Coilia nasus* Temminck et Schlegel. I. Preliminary report on the ecology of the ascending population. Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ., **40**(4): 221-228.
Mori, T., 1952. Check list of the fishes of Korea. Memoirs of Hyogo Univ. Agr., **1**(3): 1-228.
Nagahama, Y., 1983. The functional morphology of teleost gonads. (in) Fish Physiology, (ed.) M. E. Brown, Academic Press, pp. 223-275.
Takita, T., 1967. The spawning and the early life history of the Engraulid fish *Coilia* sp. distributed in Ariake Sound. Japan. J. Ichthyol., **23**: 107-122.
Takita, T., and H. Masutani, 1979. Spawning area of Engraulid fish, *Coilia nasus*. Japan. J. Ichthyol., **46**: 7-10.
Wallace, R. A., and K. Selman, 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. Am. Zool., **21**: 219-230.
Yamamoto, K., 1956. Studies on the formations in fish eggs. 1. Annual cycle in the developmental of ovarian eggs in the flounder, *Lioposotta obscura*. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., **9**(2):

- 362-373.
- Yoshimoto, M., H. Kitajima and Y. Kawamura, 1993. Ecological study of Engraulid fish, *Coilia nanus* in the Ariake Sea-I. Estimation of anadromous migration by using information of catch. Bull. Saga Prefect. Ariake Fish. Res. Dev. Cent., 15: 1-10.
- 羽生 功, 1982. 外部環境要因による成熟卵の制御. コイ科魚類と魚介類の成熟卵の制御. 日本水産學會編, 恒星社, pp. 115-118.
- 尹昌浩, 1996. 韓國産 멸치科와 청어科 魚類의 分類 및 形態. 全北大學校大學院 博士學位論文. pp. 17-26.
-
- 원고접수 : 2003년 6월 23일
수정본 수리 : 2003년 7월 25일
책임편집위원 : 권준영