

새끼 낳는 물고기(태생 어류)의 생식 특이성



이정식 교수

여수대학교 수산생명과학부 수산생명의학전공
TEL)061-659-3172 FAX) 061-659-3172
E-mail)LJS@yosu.ac.kr

근자에 들어 양식 대상어류의 다양화를 위해서 여러 분야에서 많은 노력이 시도되고 있는데, 특히 조피볼락을 비롯한 새끼를 낳는 태생 어류에 대한 관심이 점점 높아지고 있다. 국내에서 태생 어류의 대부분을 차지하고 있는 볼락류는 고가이면서 초기 생활사 동안 모체 면역의 유지로 인하여 환경에 대한 적응성이 빠르며 내병성이 높아 양식에 강한 잇점이 있다. 하지만 조피볼락을 제외하고는 아직 양식산업에서 좋은 결과를 나타내지 못하고 있다. 이러한 이유 가운데 한 가지는 태생 어류들은 알을 낳는 난생 어류들과는 다른 생식생태적인 특이성을 가지는데 이 점을 잘 이해하지 못하기 때문이다. 따라서 여기에서는 태생 어류들의 배우자형성에서부터 출산까지의 생식 특이성을 설명하고자 한다.

1. 태생 어류의 기준 및 종류

태생 어류는 보통 새끼 낳는 물고기를 말하는데, 과거에는 새끼 낳는 물고기들은 크게 난태생(ovoviviparity)과 태생(viviparity)으로 구분되었다. 과거의 기준으로 볼 때, 난태생 어류란 새끼는 태어날 때 복부에 난황낭(yolk sac)을 가지므

로 태어난 후 스스로 섭식이 가능한 시기까지 에너지는 난황에 의존하며, 새끼는 자어 시기에 태어나므로 새끼의 외부형태로 부터 모체를 알 수 없는 종류로서 주로 볼락류 등이 여기에 포함되었다. 태생 어류란 새끼는 태어날 때 복부에 난황낭을 가지지 않으며, 태어난 후 바로 섭이가 가능하며, 태어나는 시기는 주로 치어기 이후이므로 새끼의 외부형태로부터 모체를 알 수 있는 종류로서 망상어류 등이 포함된다.

하지만 현재에는 수정란 및 배(胚)의 모체 생식기관내의 보호, 배와 모체 사이의 영양의존관계, 내분비적 유연관계, 호흡과 가스교환, 삼투조절과 배설, 면역계의 유연관계 등이 태생 어류를 규정하는 기준으로 이용되고 있다(Wourms et al., 1988). 따라서 이와 같은 기준에서는 난태생은 자연히 태생의 범주에 속하므로 현재 난태생이라는 개념은 소실된 상태라고 할 수 있다.

전 세계에서 위와 같은 기준으로 보고된 태생 어류는 연골어류에 약 40과 98屬 700種과 경골어류에 14과에서 123屬 512種이다(Wourms et al., 1988). 이 가운데 태생 경골어류는 관상용으로 인기가 높은 소형의 열대 담수산 어류들이 주류를 이루며, 국내에서는 양볼락과 망상어과

에서 보고되어 있는데, 볼락, 조피볼락, 황점볼락, 썸벙이, 우럭볼락, 망상어, 인상어 등이 이에 해당된다.

2. 배우자 형성과정

태생 경골어류의 기본적인 배우자형성 과정은 난생 어류와 유사하다.

하지만 대부분의 태생 경골어류들은 난생 어류와는 달리 정자형성과정 또는 교미 전에 정포

(spermatophore 또는 spermatozeugmata) 혹은 정구 (sperm ball)로 불리는 精子塊 (sperm packet)를 형성하는데, 이러한 정포나 정구는 정소를 구성하는 cyst cell (Sertoli cell)이나 정자 수송기능을 하는 수정관의 상피세포들에 의해서 형성된다 (Gardiner, 1978; Grier, 1984; Lee et al., 2001).

그리고 태생 경골어류의 난모세포 발달의 전체적인 과정은 난생 어류와 유사하지만 망상어와 일부 볼락류에서 난모세포의 성숙은 교미에 의하여 완성된다는 보고가 있으므로 이러한 점은 각 종에 대해서

〈표 1〉 태생 경골어류의 종류 (Wourms, 1981)

Class Osteichthyes		
Subclass Crossopterygii		
Order Coelacanthiformes		
Family Latimeridae	1속	1종
Subclass Actinopterygii		
Order Gadiformes		
Family Zoarcidae	2속	2종
Family Parabrotulidae	2속	2종
Order Ophidiiformes		
Family Bythitidae	28속	76종
Family Aphyonidae	5속	18종
Order Atheriniformes		
Family Hemiramphidae	4속	21종
Order Cyprinodontiformes		
Family Goodeidae	18속	34종
Family Anablepidae	2속	6종
Family Poeciliidae	20속	136종
Order Scorpaeniformes		
Family Scorpaenidae 양볼락 科	4속	110종
Family Comephoridae	1속	2종
Order Perciformes		
Family Embiotocidae 망상어 科	20속	23종
Family Clinidae	16속	60종
Family Labrisomidae	2속	21종

구명되어야 할 점으로 남아있다.

일반적으로 난생 어류의 경우에는 생식소중량 지수 (gonadosomatic index: GSI)로부터 이들의 생식세포 발달과정을 개괄적으로 파악한다. 여기에서 생식소의 무게는 많은 부분을 생식세포들이 차지하지만 태생 어류에서 암컷의 경우에 수정 후 난소의 무게는 대부분 체내자어들이 차지하게 된다. 따라서 태생 어류 암컷에서 GSI만으로 생식세포의 발달과정을 파악한다는 것은 다소 문제점이 있는데 임신기간이 약 1개월 미만인 볼락류 보다는 임신기간이 약 6개월인 망상어류처럼 임신기간이 긴 종에 있어서 암컷 GSI의 변화를 이해하는 데에는 특히 유의해야한다.

3. 교미 및 수정

태생 어류들은 생식과정에서 난생 어류에서는 볼 수 없는 교미과정 즉, 정자를 암컷의 생식기관내로 전달하는 과정을 반드시 거치게된다.

태생 어류에서 교미시기를 알 수 있는 외부 형태학적 특징으로는 교미기를 비롯한 수컷의 이차성징 발달 및 암컷 생식공 부위의 충혈 등을 들 수 있다.

교미과정에서 수컷들은 정포 (spermatophore 또는 spermatozeugmata) 또는 정구 (sperm ball) 형태의 정자괴를 암컷의 생식기관내로 전달하게 되는데, 이러한 정포나 정구는 종에 따라 그 형태나 성상이 다르며 각각의 정포 또는 정구에는 수백 개에서 수천 개의 정자를 가지고 있다. 구체적으로 수컷이 이러한 정자괴를 형성하는 국내 서식종으로는 썸벵이 (Mizue, 1968), 볼락 (Lee and Kim, 1992), 황점볼락 (Chang et al., 1995), 망상어 (Lee et al., 1996), 인상어 (Lee et al., 2001)가

보고되었다. 이외에도 *Zalembius rosaceus* (Goldberg and Ticknor, 1977), *Ameca splendens*, *Anableps dowi*, *Atenobius toweri*, *Characodon lateralis*, *Xenotoca eiseni* (Grier et al., 1978), *Cymatogaster aggregata* (Gardiner, 1978), *Horaichthys setnai* (Grier, 1984), *Nomorhamphus*, *Dermogenys*, *Hemirhamphodon* (Dowing and Burns, 1995) 그리고 담수 관상어로 잘 알려져 있는 swordtail fish 종류의 *Scopaeocharax*, *Tytocharax*, *Xenobrycon* (Burns et al., 1995) 등이 이러한 정자괴를 형성하는 것으로 알려져 있다.

태생 어류에서 이러한 정자전달 방법은 수컷의 생식세포를 효율적으로 암컷에 전달하는 잇점이 있으며, 또한 일시 또는 장기적으로 암컷의 생식기관내에 정자들이 잠복하는데 유리한 점이 있다.

교미를 통해 암컷의 생식기관내로 전달된 정자들은 교미 후 즉시 또는 일정시간의 잠복기를 가진 후 수정에 참여하게 되는데, 태생 어류들은 수정장소에 따라 난소강내 수정형 (intraluminal fertilization)과 여포강내 수정형 (intrafollicular fertilization)으로 구분된다.

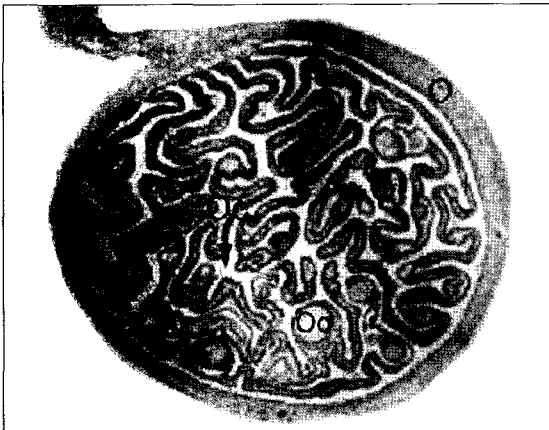
난소강내 수정형은 난모세포가 난소강으로 배란되어 난소강에서 수정되는 형태이고, 여포강내 수정형은 난모세포가 난소강으로 배란되기 전에 정자가 여포강내로 침투하여 여포강내에서 수정하는 형태이다 (Wourms et al., 1988). 볼락, *Sebastes inermis* (Lee and Kim, 1992), 황점볼락, *S. oblongus* (Chang et al., 1995), 조피볼락, *S. schlegeli* (Baek, 2001) 등 대부분의 볼락류는 현재까지 난소강내 수정형으로 구분되고 있으며, 여포강내 수정형으로는 망상어, *Ditrma temmincki* (Lee et al., 1996)와 poeciliidae의 일부 어류들이 보고되고 있다 (Wourms et al., 1988).

4. 임신 및 출산

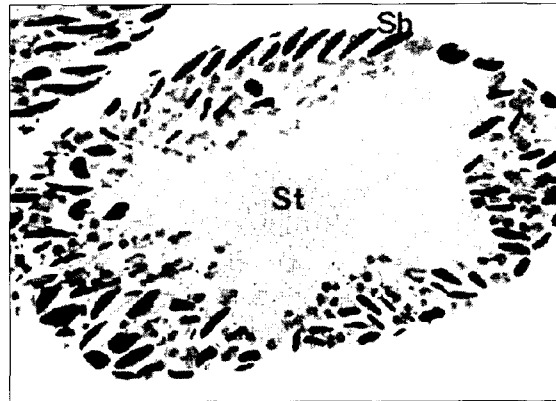
난생 어류의 난소는 주로 난모세포의 생산과 성호르몬을 분비하는 기능을 가지지만, 태생 어류의 난소는 난생 어류의 난소보다 기능적으로 분화되어 있다. 이들 태생 어류의 난소는 시기적으로는 차이가 있으나 난모세포의 생산과 성호르몬의 분비 및 수정장소로 역할을 하며, 임신기 동안에는 포유류와 유사한 자궁의 역할을 동시에

수행하게 된다.

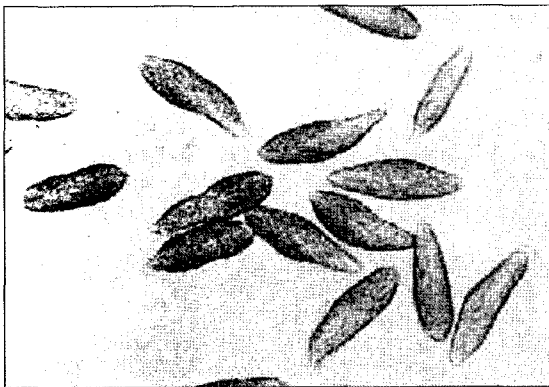
태생 어류의 경우 임신기 동안 난소내부의 난소습곡 (ovigerous fold) 또는 난소소엽 (ovarian lobule) 상피는 분비기능이 활성화된다. 이들 상피로부터 분비된 액체는 체내자어들 사이의 완충 작용은 물론 체내자어들이 성장하는데 필요한 영양분 보통 임신기 동안 모체는 연안으로부터 다소 떨어진 수심이 깊은 곳에서 생활하다가 출산 시기에는 연안 가까운 곳으로 이동하여 새끼를



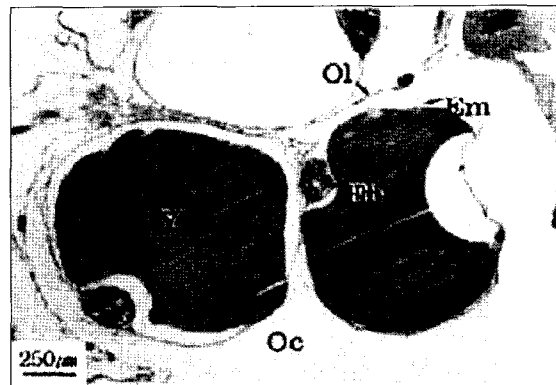
망상어, *Ditrema temmincki* 난소의 횡단 구조. O, 난소외막; Oc, 난소강; Of, 난소습곡; Oo, 난모세포.



인상어, *Neoditrema ransonneti* 정포 내부구조의 투과전자현미경 사진. Sh, 정자 두부; St, 정자 미부.



인상어, *Neoditrema ransonneti* 정포 외부형태의 광학현미경 사진.

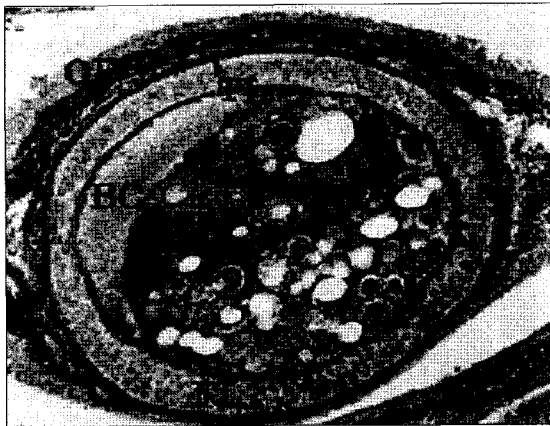


불볼라, *Sebastes thompsoni* 난소강내 수정 및 임신. Eb, 배체; Em, 난막; Oc, 난소강; Ol, 난소박판; Y, 난황.

낳게 된다. 모체의 이러한 행동학적 특성은 임신기 동안 가능하면 안정된 환경에서 생활하면서 체내자어를 발육시키고자 하는 이유로 해석된다.

5. 개체 형성과정

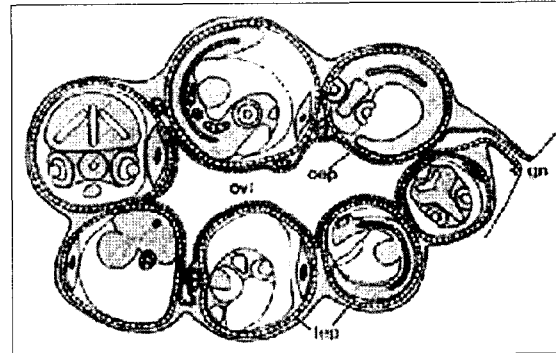
보통 난생 어류의 개체형성과정은 “배우자형성-배란-산란(방정)-수정-배발생-부화”의 단계로 이어진다. 하지만 난소강내 수정형 태생 어류의 경우에는 “배우자형성-배란-교미-수정-배발생-부화-자어출산” 또는 “배우자형성-교미-배란-수정-



망상어, *Ditrema temmincki* 여포강내 수정란. BC, 배란; FL, 여포세포층; TL, 협막세포층; OF, 난소습곡.



망상어, *Ditrema temmincki* 난소강내 임신.



Poeciliid 어류의 여포강내 수정 및 임신 모식도. fep, 여포세포층; gn, 생식공; oep, 난소상피; ovi, 난소강. (Wourms et al., 1988).

배발생-부화-자어출산”의 단계를 거친다. 그리고 여포강내 수정형 태생 어류의 경우에는 “배우자형성-교미-수정-배란-배발생-부화-자어출산”의 단계를 거치게 된다.

참 고 문 헌

- Baek JM (2001) Endocrinological studies on reproductive cycle of the rockfish, *Sebastes schlegeli*. Ph D Thesis, Dongeui Univ p. 102.
- Billard R, Fostier A, Weil C, Breton B (1982) Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. *Can J Fish Aquat Sci* 39: 65-79.
- Burns JR, Weitzman SH, Grier HJ, Menezes NA (1995) Internal fertilization, testis and sperm morphology in glandulocaudine fishes (Teleostei: Characidae: Glandulocaudinae). *J Morphol* 224: 113-145.
- Chang YJ, Lim HK, Byun SG (1995) Gonadal maturation and reproductive cycle in oblong rockfish, *Sebastes oblongus*. *J Aquacult* 8: 31-46.
- Downing AL, Burns JR (1995) Testis morphology and spermatozeugma formation in three genera of

- viviparous halfbeaks: *Nomorhamphus*, *Dermogenys*, and *Hemirhamphodon* (Teleostei: Hemiramphidae). *J Morphol* 225: 329-343.
- Gardiner DM (1978) The origin and fate of spermatophores in the viviparous teleost *Cymatogaster aggregata* (Perciformes : Embiotocidae). *J Morphol* 155: 157-172.
- Grier HJ (1984) Testis structure and formation of spermatophores in the atherinomorph teleost *Horaichthys setnai*, *Copeia* 1984: 833-839.
- Grier HJ, Fitzsimons JM, Linton JR (1978) Structure and ultrastructure of the testis and sperm formation in goodid teleosts. *J Morphol* 156: 419-438.
- Lee JS, An CM, Chin P (1995) Sexual maturation of viviparous teleost surfperch, *Ditrema temmincki*. *Korean J Ichthyol* 7: 150-159.
- Lee JS, An CM, Chin P (1996) Copulation and embryonic development of the viviparous teleost surfperch, *Ditrema temmincki*. *J Korean Fish Soc* 29: 26-34.
- Lee JS, Jeong SY, Chung E-Y (2001) Formation and structure of the spermatozuogmata of *Neoditrema ransonneti* (Perciformes: Embiotocidae). *Dev Reprod* 5(2): in press.
- Lee TY, Kim SY (1992) Reproduction and embryonic development within the maternal body of ovoviviparous teleost, *Sebastes inermis*. *Bull Korean Fish Soc* 25: 413-431.
- Mizue K (1968) Studies on a scorpaenous fish, *Sebastiscus marmoratus* - VI. Electron-microscopic study of spermatogenesis. *Bull Fac Fish Nagasaki Univ* 25: 9-24.
- Mizue K (1969) Electron-microscopic study on spermatogenesis of black sailfin molley, *Mollienesia latipinna* LE SVERP. *Bull Fac Fish Nagasaki Univ* 28: 1-17.
- Wiebe JP (1968) The reproductive cycle of the viviparous seaperch, *Cymatogaster aggregata* Gibbon. *Can J Zool* 46: 1221-1234.
- Wourms JP, Grove BD, Lombardi J (1988) The maternal-embryonic relationship in viviparous fishes. In *Fish physiology* Vol. XI, B, pp. 1-134, ed. Hoar WS, Randall DJ. Academic Press Inc. New York.