

양미리 (*Hypoptichus dybowskii*)의 산란과 발생

이정용 · 박영제* · 장영진

부경대학교 수산과학대학 양식학과, *국립수산진흥원 강릉수산종묘배양장

Spawning and Egg Development of Sand eel (*Hypoptichus dybowskii*)

Jeong-Yong Lee, Young-Je Park*, and Young-Jin Chang

Department of Aquaculture, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

* Kangnung Hatchery, National Fisheries Research and Development Institute, Kangnung 210-800, Korea

ABSTRACT

In order to study the reproductive physiology of Sand eel (*Hypoptichus dybowskii*) caught at Kangwon-do, Wooamjin Bay, spawning and egg development were investigated in April and May, 1996. The observed spawning period was from the middle of April to the end of May with the water temperature above 8°C. Body size and colouration were distinguished between male and female. The type of testicular structure is lobular, and the ovary is a pair of sac-shaped covering with a fibromuscula capsule and comprising a mature egg of average 86. The unfertilized egg are demersal and adhesive, and their diameter were 1.65~1.95 mm. The colour of yolk is light yellow and contained a lot of tiny oil globules. The average spawned egg was 62 in sargasso weeds. Hatching was observed in 12 days after fertilization with the water temperature of 14±1°C. The average size of larva after hatching was 6.85±0.23 mm in total length, and larva were containing yolk including globule.

Key words: *Hypoptichus dybowskii*, Spawning, Egg development, Larva.

서 론

산업적으로 이용 가능한 해산어류 자원을 증대시키기 위해서는 유용 어류들의 번식생물학적 연구가 필요하며, 알과 자치어의 발생 및 성장 등의 조사가 이루어져야 한다. 그러나 지금까지의 연구는 주로 경제성이 높은 어종만을 대상으로 이루어져 왔으며, 특히 소형 어류에 관하여는 매우 미진한 실정이다.

양미리는 농어목(Percida), 까나리과(Ammodytidae), 양미리속(*Hypoptichus*)의 어류로서, 우리나라

동해안과 일본해 북부에 분포한다(鄭, 1977). 몸은 가늘고 전장 90mm 내외의 소형이나 동해안에서 식용되는 어류이다. 그러나 이 어종의 자원에 관하여 현재까지 알려진 지식이 거의 없으며 연간 어획량 조차도 밝혀져 있지 않아, 자원의 동태 및 증대를 꾀하기 위하여 번식생물학적 연구와 난 발생 및 자치어 단계에서의 형태적인 특징을 관찰하는 것은 매우 중요하다.

본 연구에서는 산란을 위하여 연안의 암초역으로 접근한 양미리 어미를 채포하여 산란과 난 발생 및 부화자어의 형태를 관찰하였다.

재료 및 방법

실험에 사용된 어미는 1996년 4월 22일과 5월 13일의 2회에 걸쳐 강원도 주문진 연안에서 채집하였다(Fig. 1). 환경요인으로 실험기간동안 수온과 비중은 매일 오전 10시에 야외의 산란장에서 측정하였다. 채집된 양미리는 즉시 실내 수조로 옮겨 전장과 체장을 0.1cm, 체중을 0.01g 단위까지 계측하였고, 복부를 절개하여 생식소를 절취한 후 그 무게를 달았다. 비만도(condition factor, CF)는 체중 $\times 10^3$ /전장 3 으로 계산하였으며, 생식소중량지수(gonadosomatic index, GSI)는 체중에 대한 생식소 중량의 백분율로서 산출하였다.

포란수는 산란 직전의 암컷 30마리를 해부하여 직접 계수하였고, 산란수는 연안의 수초에 산란된 난피와 실내 수조에 산란된 난피를 수집하여 난피당 알수를 헤아려 조사하였다. 아울러 인위적인 복부압박으로 알과 정자를 얻어 습식법으로 인공수정하였으며, 실내 수조에

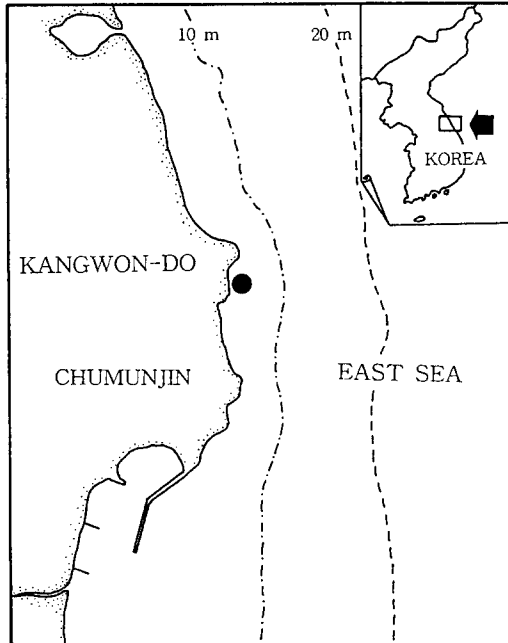


Fig. 1. Map showing the sampling station.

서 자연 산란된 수정란을 매일 오전 10시에 수집하여 20 비이커에 넣고, 경과시간별 난 발생 과정과 부화한 자어의 형태를 관찰하였다. 발생중인 알을 수용한 비이커에는 매일 오전 11시에 1/2씩 여과 해수를 갈아주었고, 야외 산란장과 동일한 수온이 되도록 외부에 자연해수를 유수하면서 관리하였다. 난 발생 과정은 1일 2회(10:00, 17:00) 입체현미경(Olympus SZH10)으로 관찰하였으며, 부화후에는 매일 오전 10시에 자어의 형태 관찰 및 성장계측을 실시하였다.

결 과

1. 산란전 암수어미의 형태

양미리는 산란을 위하여 4월 초순부터 연안의 암초역으로 접근하였다. 산란행동은 수온이 8℃ 이상으로 상승하는 4월 13일부터 시작하여 5월 20일까지 관찰되었으며, 이 기간 동안의 비중은 4월 17일, 4월 31일 및 5월 25일 경우에 의해 급격히 낮아진 바 있으나 전 실험기간 중의 변화 범위는 1.025~1.027이었다(Fig. 2). 채집된 양미리 어미의 외부형태, CF 및 GSI는 Table 1과 같다. 어미는 육안적으로 성 구별이 가능하였는데, 암컷은 복부가 팽만하고 은빛을 보였으며, 수컷은 암컷보다 짙은 황색으로 특히 반투명한 가슴지느러미가 검은 색으로 변화하였다. 4월 22일 채집된 양미리의 암컷은 전장

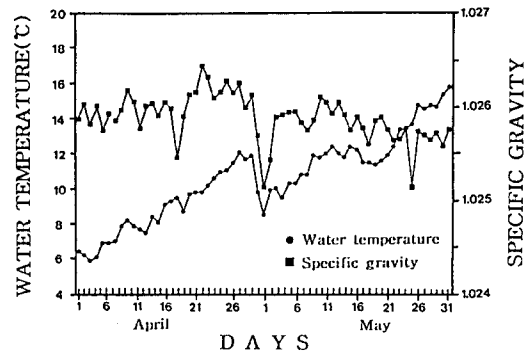


Fig. 2. Daily variations of water temperature and specific gravity during the experiment period at spawning ground.

Table 1. The body size and maturity of *Hypoptichus dybowskii*, caught at Chumunjin coast in Kangwon-do

Date	Sex	No. of sample	T. L(cm) (Av.)	B.W(g) (Av.)	C.F	G.S.I
Apr. 22	Female	11	9.2~10.8 (10.0)	2.58~4.62 (3.59)	3.51	13.38
	Male	39	8.0~ 9.8 (9.1)	2.16~3.04 (2.50)	3.31	3.75
May 12	Female	17	9.3~10.3 (9.7)	2.63~3.88 (3.23)	3.53	11.01
	Male	33	7.7~ 9.3 (8.6)	0.89~5.14 (2.23)	3.48	1.97

T.L: total length; B.W: body weight; Av.: average;

C.F: condition factor, $B.W \times 1000 / T.L^3$; G.S.I: gonadosomatic index, gonad weight $\times 100 / B.W$

9.2~10.8cm(평균 10.0cm), 체중 2.58~4.62g(평균 3.59g)이었으며, 수컷은 전장 8.0~9.8cm(평균 9.1cm) 전중 2.16~3.04g(평균 2.50g)으로 암컷에 비하여 수컷이 비교적 작았다. CF는 암수 각각 3.51과 3.31로서 암컷이 수컷에 비해 높았으며, GSI도 암수 각각 13.38과 3.75로서 암컷이 수컷보다 크게 높았다. 한편, 5월 12일 채집된 개체들의 CF는 암수 각각 3.53과 3.48로 4월 22일에 비하여 높았으나 GSI는 암수 각각 11.01과 1.97로 4월 22일에 비하여 낮게 나타났다.

2. 산란

산란 직전의 양미리 난소는 좌우동형의 한쌍으로 긴 낭상구조로 되어 있으며, 많은 혈관이 분포한 근섬유 외막에 싸여 생식공까지 성숙란이 채워져 있었다(Fig. 3). 정소는 긴 염상으로 복강의 윗부분에 척추골과 나란히 위치하고 있었다. 양미리의 포란수(Y)는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 전장(X)의 크기에 따라 50~142(평균 86)개를 보였으며, 관계식은 $Y=43.98X-348(r=0.6549)$ 로 전장이 클수록 포란량이 많아지는 경향을 나타냈다. 산란은 주로 새벽에 조간대 하부의 암초지대에서 알송이모자반, *Sargassum confusum*의 줄기에서 이루어졌다. 산란전 행동으로, 무리중에서 이탈한 암컷이 모자반 줄기 사이로 들어가면 수컷중 한마리가 따라와 산란을 기다린다. 산란은 암수의 구애행동후 암컷이 모

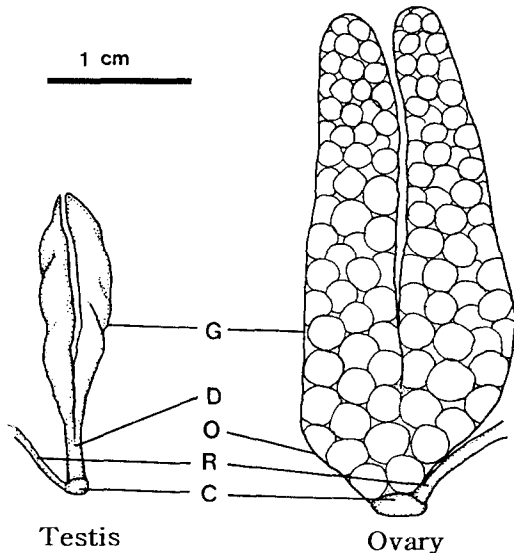


Fig. 3. Reproductive organ of sand eel (*Hypoptichus dybowskii*).

C: cloaca, D: deferent duct, G: gonad, O: oviduct, R: rectum.

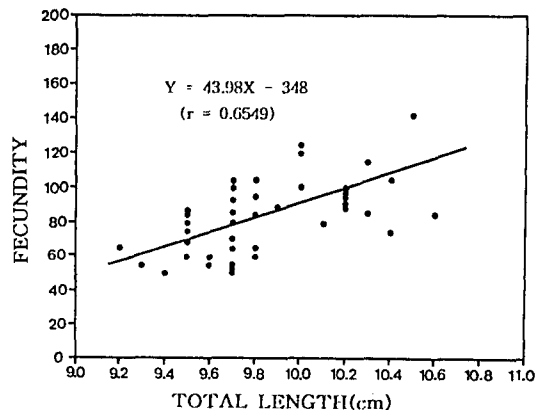


Fig. 4. Relationship of fecundity and length of sand eel (*Hypoptichus dybowskii*).

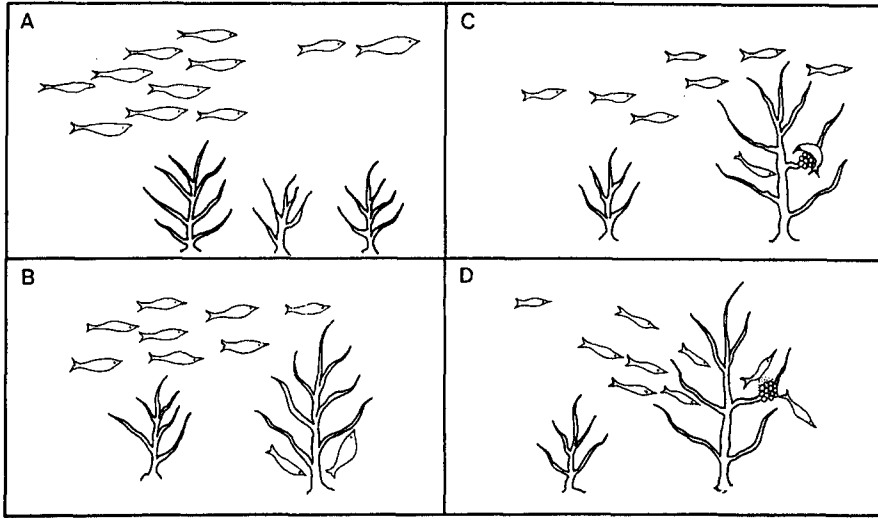


Fig. 5. Schematic drawing showing the sexual behavior of sand eel (*Hypoptichus dybowskii*).



Fig. 6. Spawned sand eel (*Hypoptichus dybowskii*) egg masses attached on a sagasso weeds (*Sargassum confusum*).

자반 줄기에 몸을 감고 링모양으로 알을 부착시키면, 수컷이 즉시 알에 접근하여 방정함으로써 수정이 이루어졌다(Fig. 5). 알송이모자반에 부착된 알들은 덩어리모양을 이루고 있으며(Fig. 6), 난피당 알수는 43~88(평균 63)개이었다. 야외 산란장에서 산란을 마친 어미는 외해로 이동하였다. 양미리 난소로부터 적출된 미수정란은 난경 1.65~1.95mm(평균 1.82mm, n=30)로 구형이며 침성 점착란이었다. 난황은 담황색이며, 유구를 가지고 있었다. 난막은 무색투명하고 딱딱하였으며, 외부는 점액으로 덮혀있어 여러 개의 난막끼리 붙어 있었다.

3. 난 발생 및 부화 자어

복부 압박에 의한 인위적인 수정은 안포가 관찰된 96시간까지 35%의 낮은 발생률을 보였다. 그러나 실내 수조에서 자연 산란하거나 야외 산란장에서 채집한 수정란은 안포발생까지 각각 96%와 98%의 높은 발생률을 보였다. 부화율에서도 자연 산란된 수정란은 90% 이상으로 높게 나타났으나, 인위적으로 수정된 알은 부화한 개체가 관찰되지 않았다.

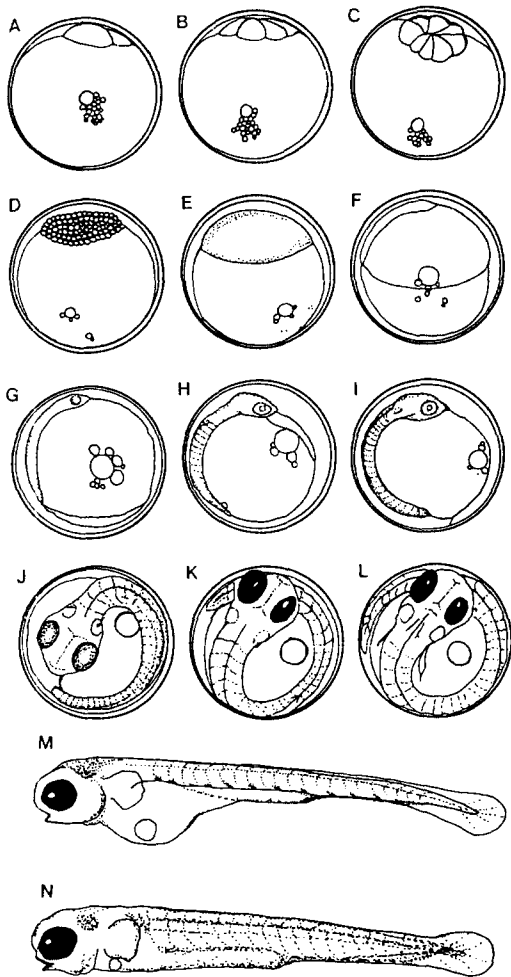


Fig. 7. The eggs development and larvae of sand eel (*Hypoptichus dybowskii*).

A. Two cells stage, B. Four cells stage, C. Eight cells stage, D. Molula stage, E. Gastrula stage, F. Formation of embryo, G. Formation of eye lens, H. Kupffers vesicle appearing, I. Kupffers vesicle disappeared, J. The pectoral fin has frequently movements, K. The eyes have darkened completely, L. The embryo just before hatching, M. The hatched larva, 288 hrs. after fertilization, 6.85 ± 0.23 mm in total length, N. The larva, 5 days after hatching, 7.59 ± 0.26 mm.

수정란은 수정 6시간 후에 제 1분열이 일어나 2세포기가 되었다(Fig. 7-A). 4세포기, 8세포기 및 16세포기

를 거쳐 상실기까지는 20시간이 소요되었으며(Fig. 7-B, C, D), 수정후 48시간만에 낭배기에 달하여 배반이 난황의 약 1/2을 덮었다(Fig. 7-E). 수정 72시간 후에는 배체가 형성되고(Fig. 7-F), 96시간 후에 안포가 관찰되었다(Fig. 7-G). 수정 120시간 후에 Kupffer 씨포가 생겨났다(Fig. 7-H), 144시간 후에는 Kupffer 씨포가 사라지고 40~45의 체절이 관찰되었다(Fig. 7-I). 수정 168시간 후에는 꼬리가 난황으로부터 떨어져 배체가 알속에서 움직이기 시작하였다(Fig. 7-J). 수정 216시간 후에는 발생한 입의 개폐가 관찰되었고 눈은 더욱 검은 색을 나타내었으며(Fig. 7-K), 252시간 후에는 막지느러미가 발달하고 꼬리지느러미에는 원기가 관찰되었다(Fig. 7-L). 최초의 부화 개체는 수정 후 288시간후인 12일째에 관찰되었으며, 그로부터 24시간내에 대부분의 알이 부화완료하였다(Fig. 7-M).

부화 직후의 자어는 전장 6.85 ± 0.23 mm로서 표층으로 떠올라 활발히 유영하였다. 가늘고 긴 어체는 약간 측면되었으며, 복강의 앞쪽에 1개의 유구를 가진 난황을 가지고 있었다. 향분은 몸의 중앙보다 뒷부분에 위치하였으며, 체측 정중선을 따라 막대기 모양의 흑색소포가 줄지어 있었다. 근절수는 50~60개 였다.

부화 3일째는 전장 7.12 ± 0.25 mm로 흡수중인 난황이 관찰되었으나, 부화 5일째에는 전장 7.59 ± 0.26 mm로 성장하면서 난황은 체내 흡수에 의해 소멸되었다(Fig. 5-N).

고 찰

어류는 산란기가 되면 수정란의 부화에 적합하고 자치어의 발육과 성장에 유리한 장소를 찾아 이동하여 그곳에 산란한다. 양미리는 산란 직전인 4월부터 연안으로 이동하여 모자반류가 무성한 암초지대에서 산란하는 번식행동을 나타냈다.

양미리는 북한해역에서 5~7월(손, 1980)에 산란하는 것으로 알려져 있으나 국내에서는 지금까지 보고된 바 없다. 본 연구에서 양미리는 수온 $8 \sim 13^\circ\text{C}$ 인 4월 중

순부터 5월 하순까지 산란이 이루어져, 같은 까나리와 까나리, *Ammodytes personatus*의 산란기가 4~6월(鄭, 1978)인 점으로 미루어 양미리도 수온이 상승하는 봄에 산란기를 가지는 종임을 알 수 있다.

양미리는 산란기에 체형과 체색으로 암수 구분이 가능하였다. Akagawa & Okiyamar(1993)는 수컷이 번식기에 혼인색을 가진다고 보고하였다. 본 연구에서는 번식기에 수컷은 암컷에 비하여 복부가 짙은 황색을 보이고 가슴지느러미가 검은 반면, 암컷은 복부가 은색을 나타냄으로써 암수간의 차이가 명확하였다. 또한 산란장으로 접근한 어미 개체군의 평균전장은 암컷 10.0cm, 수컷 9.1cm이며, 평균체중은 암컷 3.59g, 수컷 2.50g으로 암수간에 차이가 있었다. 한편, 산란기의 체장조성이 암수 각각에서는 거의 균일한 것으로 보아 동일 연령군으로 추측된다. 그러나 월별 체장조성과 연령사정 등 세밀한 연구가 필요하다고 사료된다.

양미리의 난소는 高野(1979)의 기준에 따라 전형적인 낭상형 난소를 나타내고 있으며, 정소는 Billard *et al.*(1982)이 분류한 엽상형 구조를 나타내고 있었다. 이 어종의 번식력 측정을 위해 산란하지 않은 것으로 판단되는 개체를 대상으로 포란수와 산란수를 조사한 결과, 평균 난경 1.82mm의 알을 평균 86개 포란하고 있었다. 이것은 Akagawa & Okiyamar(1993)가 보고한 약 2mm 보다 작은 편이었으나, 생식소내의 알을 적출하여 측정하였으므로 미성숙란이 포함되어 생긴 오차로 판단된다. 한편 알송이모자반 줄기에 산란된 알의 수도 평균 63개로 Akagawa & Okiyamar(1993)의 평균 32개와는 차이가 있었다. 그러나 손(1980)은 한번에 35~55개의 알을 2~3회에 걸쳐 산란한다고 하였으며, 김·강(1987)은 산란장의 해양 환경 변화가 산란수에 영향을 미친다고 함으로써, 양미리의 산란수는 환경에 따라 약간씩 차이가 나는 것으로 판단된다.

해산 경골어류에 있어서 침성란은 부성란에 비하여 난경이 크고 부화시간이 길며, 대부분의 기관형성이 난막속에서 완료된 상태로 부화되는 경향이 있다(田中, 1969). 양미리의 알은 평균 난경 1.82mm인 침성 점착

란으로 낚치, *Paralichthys olivaceus*의 0.8~1.0mm(鄭, 1977) 및 참돔, *Pagrus major*의 0.9~1.1mm(福原, 1967)에 비하여 큰 편이었으며, 부화기간도 288시간(약 12일)으로 낚치의 50~60시간(유, 1987)과 참돔의 50~85시간(福原, 1967)에 비하여 길었다.

부화 자어는 6.85 ± 0.23 mm로서 난황을 가지고 있어, 같은 동해안에 분포하는 노래미의 부화자어(6.55~8.20mm)와 비슷하였으나(김·명, 1983), 흑색소포가 정중선에만 분포하므로서 구분이 가능하였다.

요 약

동해안에서 주로 어획되는 양미리의 번식생물학적 기초자료를 얻고자, 1996년 4월과 5월에 강원도 주문진 연안에서 채집한 전장 7.7~10.8cm의 양미리 어미를 대상으로 산란과 난 발생 및 부화자어를 관찰하였다.

양미리의 산란장은 해조류가 번무하는 연안의 암초지대이며, 산란기는 수온이 8℃ 이상으로 상승하는 4월 중순부터 5월 하순까지였다. 산란기에 달한 수컷어미의 체색은 암컷이 은색인데 반하여 짙은 황색의 혼인색을 띠었으며, 특히 가슴지느러미가 검은색으로 변하고, 전장 및 체중이 작아 외관상 성 구별이 가능하였다. 난소는 낭상형으로 평균 86개의 알을 포란하고 있었으며, 정소는 엽상형이었다. 미수정란은 난경이 1.65~1.95mm로서 담황색을 띤 구형의 침성 점착란이었다.

암수어미는 산란전에 구애행동을 하였으며, 알송이모자반의 줄기에 덩어리 모양으로 산란하였다. 난괴당 알수는 평균 62개였으며, 수정란은 수온 14 ± 1 ℃에서 수정후 288시간만에 부화하였다. 부화 직후의 자어는 6.85 ± 0.23 mm로 유구를 포함한 난황을 가지고 있었으며, 난황은 부화 5일째에 체내 흡수에 의해 소멸되었다.

인용문헌

Akagawa I, Okiyamar M (1993): Alternative male mating tactics in *Hypoptychus dybowskii* (Ga-

- sterosteiformes): territoriality, Body size and nuptial colouration. Jap J Ichthyol 40:343~350.
- Billard R., Fostier A, Weil C, Breton B (1982): Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. Can J Fish Aqu Sci 39:65~79.
- 김용익·명정구 (1983): 노래미의 난발생과 부화자어. 한수지 16:395~400.
- 김진영·강용주 (1992): 한국 남해 멸치의 산란 생태. 한수지 25:331~340.
- 손용호 (1980): 조선동해어류지. 과학백과사전출판사, 평양 pp 247.
- 유성규 (1987): 넙치양식. 수산연구 1:12~18.
- 鄭文基 (1977): 한국어도보. 일지사, pp 574.
- 高野和側 (1979): 生殖腺の成熟過程. 魚類の成熟と産卵. 日本水産學會編 6:18~30.
- 福原修 (1967): マダいの卵發生と初期における形態の變異についての觀察. 日本水産増殖 17:71~76.
- 田中克 (1969): 仔魚の消化系の構造と機能に関する研究-I. 前期仔魚の消化系の發達. 日本魚雜 16:1~9.