

염분농도와 수온 변화에 따른 돌돔 난 발생 특성 연구

오성립 · 강형철

I. 서론

돌돔, *Oplegnathus fasciatus*은 농어목 돌돔과에 속하는 어종으로 전 세계적으로 6종이 보고되어 있으나 우리나라에는 돌돔, 강담돔 2종만이 분포하고 있는 것으로 알려져 있다. 이 종은 온대성 어류로 우리나라 전 연안 특히 제주도를 포함한 남해안, 일본 및 중국 연안의 암초지역에 주로 서식하며, 체색은 밝은 회흑색 바탕에 눈부터 꼬리지느러미까지 6~7개의 검은 가로줄 무늬가 있다. 이러한 띠는 성장하여 어미가 되었을 때 암컷과 수컷을 구별하는 좋은 판단 기준이 된다. 산란기가 되면 암컷은 가로줄 무늬가 분명하게 남아 있지만 수컷은 점차 소멸되어 버리며, 주둥이가 검게 변한다. 산란기는 4~7월이며, 최소 성숙체장은 수컷은 전장 13.3cm(만 1년) 암컷은 23.8cm(만 2년)로서 수컷의 성숙이 빠르며 해질 때를 중심으로 연안에서 산란한다.

양식어류의 종묘생산은 수조내에서 인위적인 환경조절을 통해 대상어종에 맞는 최적의 환경을 조성하여 이루어진다. 조절이 가능한 환경인자로는 수온, 빛, 용존산소 등이 있으며, 그 중 수온은 수정란의 발생과 부화에 가장 큰 영향을 미치는 요인이다(Yoon et al., 2007). 난발생 및 부화에 있어 수온은 발생 진행속도와 부화자어의 생존율에 영향을 미치며, 일반적으로 낮은 수온에서는 발생속도가 느리고 높은 수온일수록 발생속도가 가속된다(Hokanson et al., 1973).

이 연구에서는 고급 횡감으로 기호도가 높아 양식이 이루어지고 있는 돌돔의 생물학적 기초연구로 수온과 염분에 따른 수정란의 부화율과 초기 발생과정을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 수온에 따른 부화율과 부화시간

수온에 따른 부화율 실험구는 11℃, 15℃, 18℃, 21℃, 24℃ 그리고 27℃로 설정하였다. 실험은 상온 이상의 수온 실험구(21℃, 24℃, 27℃)는 온도 조절이 가능한 인큐베이

터에서 실시하였으며, 11℃, 15℃ 실험구는 실험 수온의 해수가 흐르는 수조에 비이커를 넣어서 실험하였다. 수정란은 만능 투영기에서 계수 후 각 실험구당 1,000 ml 비커에 약 80개 내외의 수정란을 수용하여 관찰하였다. 실험구별 부화시작 시간은 각 실험구별 수정란이 50%이상 부화된 시간을 기준으로 하였으며, 부화율은 부화 후 1일째를 기준으로 각 실험구의 미부화란을 계수 후 부화하여 수로 환산하여 계산하였다. 각 실험은 3반복으로 3회 실시하였다.

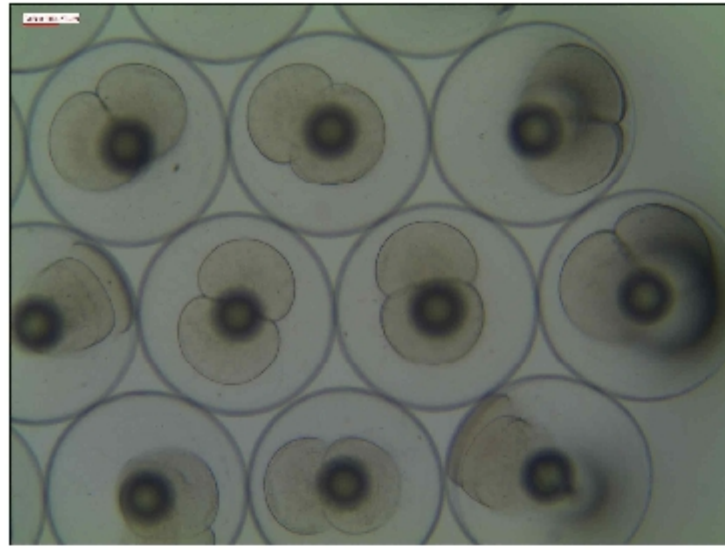
2. 염분농도에 따른 부화율

염분농도별 부화율 실험구는 15‰, 20‰, 25‰, 30‰ 그리고 33‰로 설정하였다. 수정란은 만능 투영기에서 계수 후 각 실험구당 1,000 ml 비커에 약 80개 내외의 수정란을 수용하여 관찰하였다. 부화율은 부화 후 1일째를 기준으로 각 실험구의 미부화란을 계수 후 부화하여 수로 환산하여 계산하였다. 각 실험은 3반복으로 3회 실시하였다.

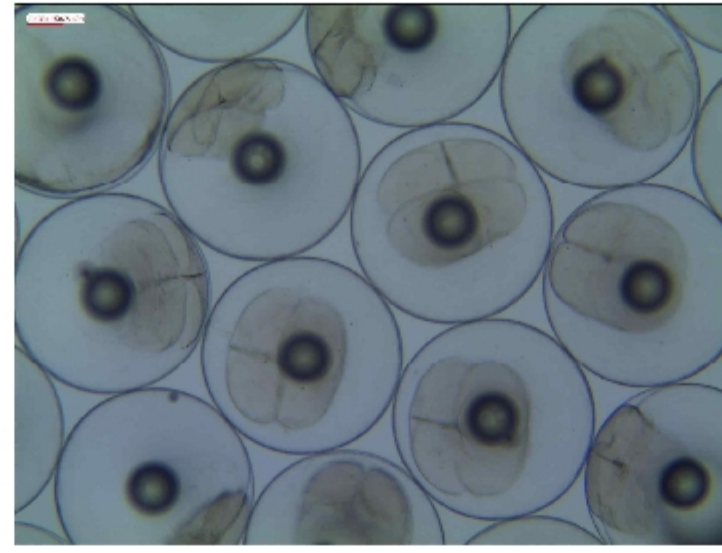
Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 돌돔 난 발생

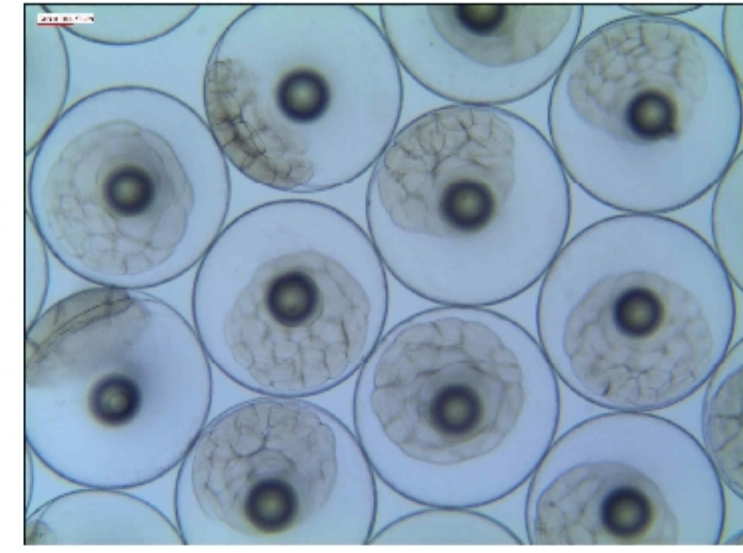
18℃의 수온에서 난 발생 과정을 관찰하였다. 수정란은 배반 형성 후 약 1시간 후에 2세포기, 1시간 40분에 4세포기를 거쳐 2시간 30분경에 8세포기에 달하였고, 계속적으로 난할이 진행되면서 3시간 경과 후 16세포, 3시간 30분경 32세포기, 4시간 30분경 64세포기를 거쳐 5시간 경과 후에 상실기에 달하였다. 할구는 점차 작아져 12시간 후에 포배기에 이르렀고, 배반은 점차 난황을 덮어 내려가면서 17시간 후 낭배기를 거쳐 24시간 후 배체가 형성되었다. 수정 후 40시간이 지나면 배체는 난황 둘레의 약 3/5 정도의 크기로 성장하였으며, 눈의 렌즈가 형성되기 시작하였다. 수정 후 47시간 후에 심장 박동이 시작되었으며, 배체가 좌우로 꿈틀거렸고, 수정 후 50시간 후에는 막 지느러미가 발달하면서 꼬리가 난황에서 분리되기 시작하였다. 수정란은 수온 18℃ 내외에서 수정 후 50시간 만에 부화하기 시작하였다.



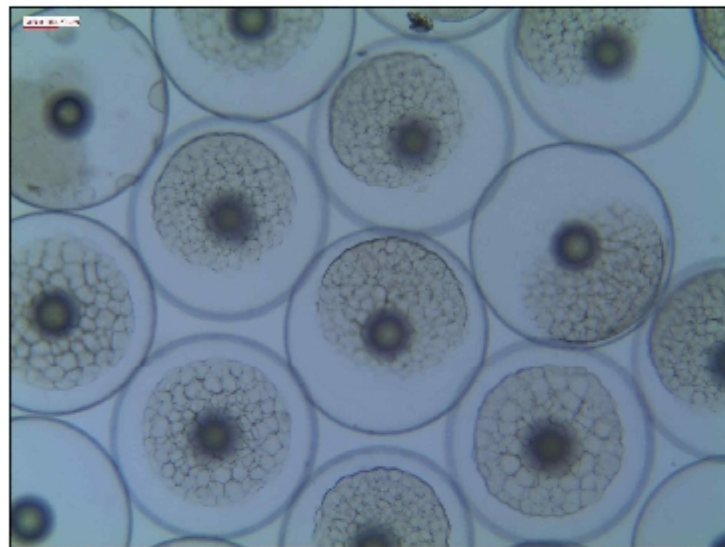
2세 포기



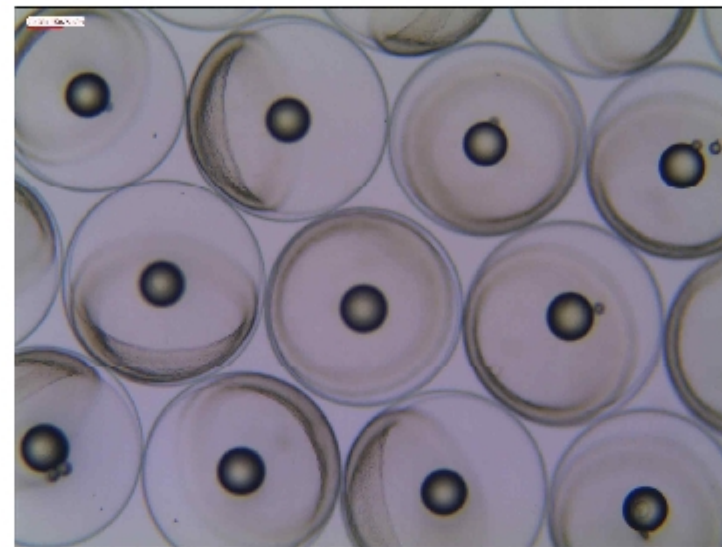
4세 포기



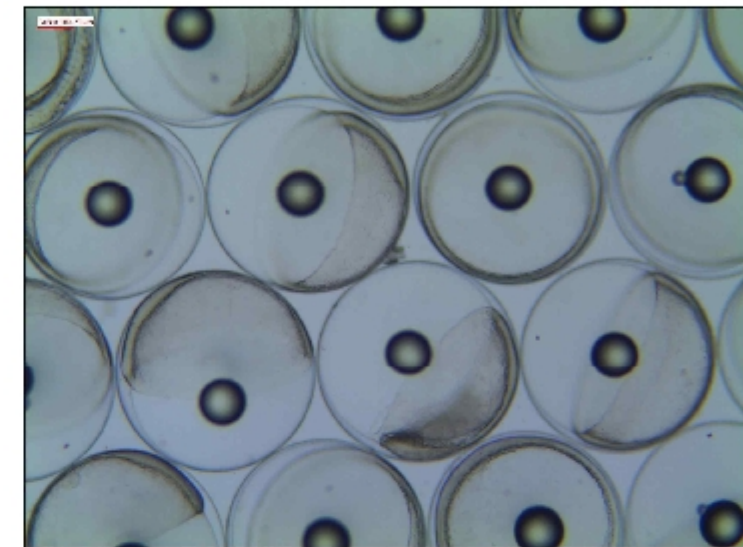
32세 포기



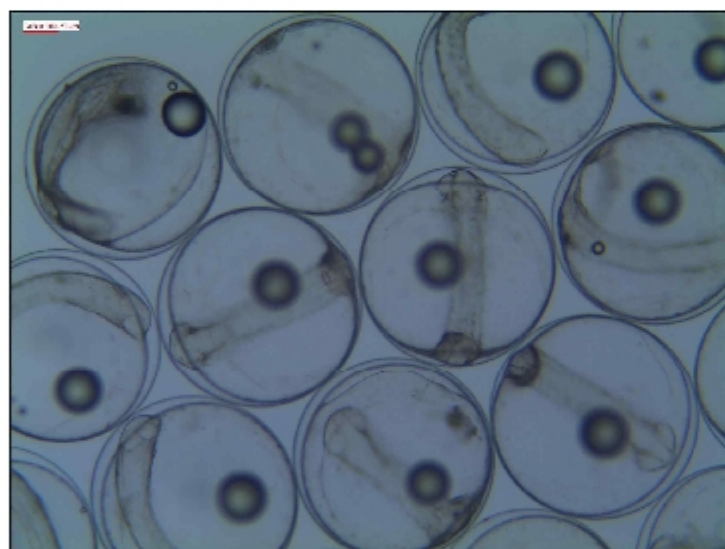
상실기



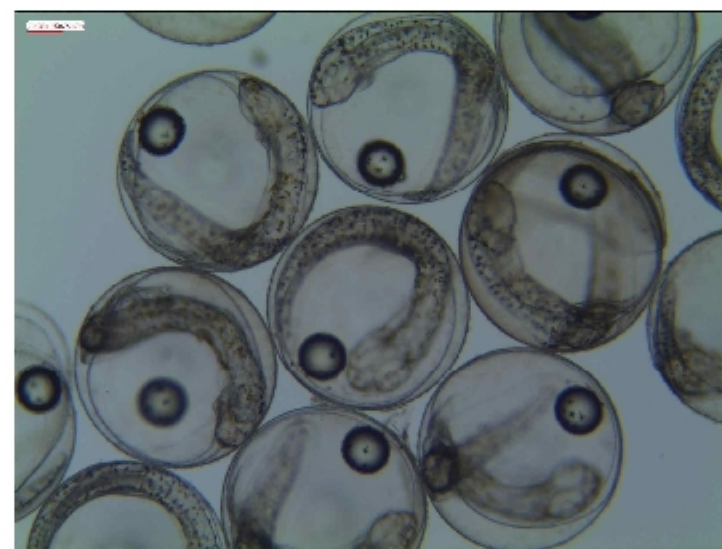
포배기



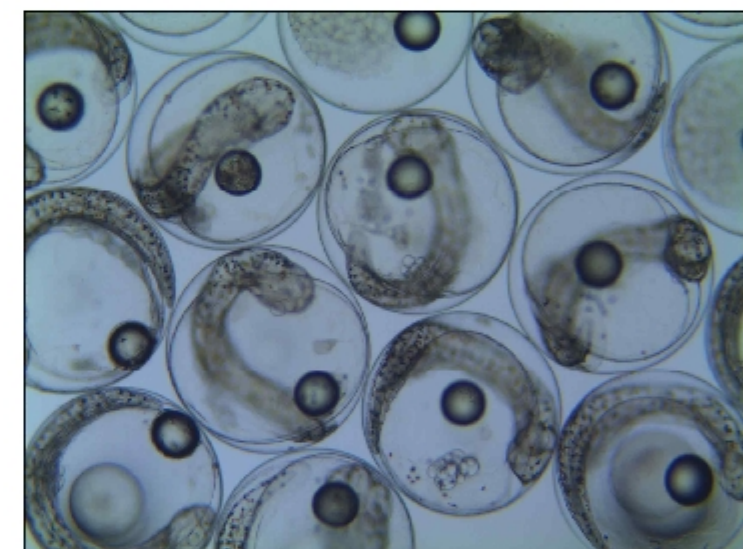
낭배기



배체형성기



심장박동 시작



부화직전

2. 수온과 염분에 따른 부화시간 및 부화율

2.1. 수온에 따른 부화시간

수온 변화에 따른 돌돔 수정란의 부화시간은 표 1과 같다. 돌돔 수정란의 수온에 따른 부화 소요시간은 11℃에서는 전혀 부화가 되지 않았으며 15℃에서 60시간, 18℃에서 50시간으로 2일 이상이 소요되었다. 수온이 높아질수록 부화시간은 빨라져 21℃에서 36시간 24℃에서 30시간, 27℃에서는 24시간으로 18℃에 비해 2배 이상 빠른 경향을 나타냈다. 이는 어류 수정란의 일반적인 난발생과 유사한 결과로 돌돔 수정란도 수온이 높을수록 발생속도가 급격히 진행되는 것으로 사료된다.

표 1. 수온에 따른 부화 소요시간

수온	11℃	15℃	18℃	21℃	24℃	27℃
부화시간	0	60	50	36	30	24

2.2. 수온에 따른 부화율

수온에 따른 부화율은 21℃에서 $95.6 \pm 2.6\%$ 로 가장 높았으며, 18℃와 24℃에서도 각각 $95.2 \pm 2.69\%$ 와 $93.9 \pm 0.75\%$ 의 높은 부화율을 나타냈다. 하지만 15℃와 10℃의 실험구에서는 1%이하의 매우 낮은 부화율을 나타냈다(표 2).

표 2. 수온에 따른 부화율 변화

수온	11℃	15℃	18℃	21℃	24℃	27℃
부화율	0	1 ± 1.78	95.2 ± 2.69	95.6 ± 2.65	93.9 ± 0.75	89.9 ± 6.6

2.3. 염분 농도에 따른 부화율

염분 농도에 따른 부화율은 30‰와 33‰에서 95% 이상으로 가장 높았으며, 25‰와 20‰에서도 각각 $89.6 \pm 2.9\%$ 와 $87.4 \pm 12.5\%$ 로 비교적 높은 부화율을 나타냈다. 그렇지만 15‰의 염분농도에서는 부화가 이루어지지 않았다(표 3).

표 3. 염분 농도에 따른 부화율

염분	15‰	20‰	25‰	30‰	33‰
부화율	0	87.4 ± 12.5	89.6 ± 2.9	95.4 ± 3.4	95.6 ± 4.3

어류의 수정난이 정상적으로 발생과 부화가 이루어지는 수온범위는 각 어종에 따라 다양하며, 이는 각 어종 특유의 생활사와 생태적인 특징과 밀접한 관련이 있다(Rana, 1990). 岩井와 柏木(1989)은 부화 최적 수온은 대체로 자연산란 시기 수온과 일치한다고 제시하였으며, Kawabe et al.(1991)도 전갱이류에서 최적의 난발생과 부화가 서식수온과 일치한다는 결과를 얻은바 있다. 또한 적정 수온범위를 벗어나게 되면 부화율과 생존율이 감소하고 기형률은 증가 한다는 보고도 있다(Herzig & Winker, 1986).

돌돔은 춘계 산란형(spring spawner) 어류로 분류되며, 자연 상태에서의 산란 시기는

수온범위가 19~24℃ 인 4~7월 이루어지는 것으로 보고되고 있다(국립수산과학원, 1994). 본 실험에서도 수조내에서 산란시기를 조사한 결과 4월 중순 이후 산란이 시작되어 8월초까지 산란이 이루어졌으며, 산란량은 6월 초에서 중순이 가장 많이 나타났다. 수온에 따른 부화율 실험에서는 21℃ 실험구에서 $95.6 \pm 2.6\%$ 로 가장 높았으며, 18℃와 24℃에서도 각각 $95.2 \pm 2.69\%$ 와 $93.9 \pm 0.75\%$ 의 높은 부화율을 나타내어 돌돔의 산란시기 수온과 유사한 수온에서가 가장 우수한 부화율이 나타나는 것으로 판단된다. 그렇지만 15℃와 10℃의 실험구에서는 1% 이하의 매우 낮은 부화율을 나타냈다. 이러한 결과는 돌돔 종묘생산에 있어 제주도 지하해수만(17℃ 내외)을 이용할 경우 초기 난발생 과정에 아무런 영향이 없을 것으로 판단된다.

어류의 사육환경 중 염분은 생존과 성장뿐 아니라 자어의 부화율, 활력, 먹이효율 등에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Holliday, 1969). 독가시치류의 난발생과정 중 높은 염분농도는 발생속도를 증가시켜 부화시간을 단축시키나 자어의 전장 감소 및 생존율과 부화율 감소를 일으키며, 반대로 낮은 염분농도에서는 심장박동을 감소시켜 부화율 감소 및 기형어의 출현을 증가시킨다고 보고하였다(Yong and Duenas, 1993).

본 연구에서 염분 농도에 따른 부화율은 30‰과 33‰에서 95% 이상으로 가장 높았으며, 25‰와 20‰에서도 각각 $89.6 \pm 2.9\%$ 와 $87.4 \pm 12.5\%$ 로 비교적 높은 부화율을 나타내어 지역적으로 염분농도에 차이가 나는 제주지역의 지하해수만을 가지고도 충분히 종묘생산이 가능할 것으로 추정된다.

IV. 참고문헌

- 국립수산과학원, 1994. 한국연근해 유용 어류도감. 299p
- Herzig A, Winkler H (1986) The influence of temperature on the embryonic development of three cyprinid fishes, *Abramis brama*, *Chalcalburnus chalcoides mento* and *Vimba vimba*. J Fish Biol 28:171-181.
- Hokanson KEF, McCormick JH, Jones BR (1973) Temperature requirements for embryos and larvae of the northern pike, *Esox lucius* (Linnaeus). Trans Am Fish Soc. 102:89-100
- Holliday, F. G. T., 1969. The effects of salinity on the eggs and larvae of teleost. Fish Physiology, Vol. I. Academic Press, New York, pp. 293-310.

- Kawabe K, Murai M, Kato K, Takashima F (1991) The effect of water temperature on egg development of striped jack, *Caranx delicatissimus*. J Aquaculture 39:211-216
- Nelson JS (1994) Fishes of the world(3rd ed). Jhon Wiley & Sons, New York, 600pp
- Rana KG (1990) Influence of incubation temperature on *Oreochromis niloticus* (L.) eggs and fry. I . Gross embryology, temperature tolerance and rates of embryonic development. Aquaculture 87:165-181.
- Yamamoto T (1969) Sex differentiation. In: Hoar WS & Randall DJ (ed.), Fish Physiology, Academic Press, New York, pp 117-175.
- Yoon SJ, Kim DH, Hwang HG, Song Gc, Kim YC (2007) Effects of water temperature, stocking density and feeding frequency on survival and growth in the oblong rockfish *Sebastes oblongus* larvae. Korean J Ichthyol 19:1-7
- Yong PS. and Duenas CE (1993) Salinity tolerance of fertilized eggs and yolk-sac larvae of the rabbitfish *Siganus guttatus* (Bloch). Aquaculture, 112, 363–377.
- 岩井壽夫, 柏木正章 (1989) 發生と孵化管理. 水族繁殖學(隆島史夫・羽生 共著, 綠書房, 東京), pp 195-23.