

양식적지 개발을 통한 어장 활성화 방안 연구(개불)

김동우

I. 서 론

개불(*Urechis unicinctus*)은 분류학적으로 의충동물문, 의강, 의충동물목, 개불목, 개불속에 속하며 우리나라 중부 이남해역과 태평양 연안에 분포하고 있다. 보통 몸길이는 10~15cm, 굵기는 2~4cm 정도이며 체색은 붉은빛이 도는 유백색이며 암수가 따로 있으나 육안으로 구분하기 어렵다. 개불은 주로 조간대에서 수심 100m 정도까지의 바다 밑 사니질에 U자형의 구멍을 파고 서식하며 L자나 J자형의 구멍을 파고 서식하고 있는 개체도 있다. 먹이는 부유유기물이나 플랑크톤을 포식하며 산란기는 11월과 3월 두 번이고 체외수정을 한다.

개불은 번식력이 강하고 저질에 뚫은 U자형의 굴로 바닷물의 순환을 용이하게 하여 유기성분을 변화시켜 저질을 정화시키는 능력이 탁월하며 갯지렁이보다 16배 이상 갯벌정화능력이 있는 것으로 알려져 있어 연안생태계에서 매우 중요한 위치를 점하고 있다. 또한, 방류한 어린개불의 생존율이 높고 환경적응력이 뛰어나며 정착성으로 어업인들에게 직접적인 소득 증대 효과가 있어서 남해군에서는 개불잡이 체험행사 등으로 겨울철 비수기에 수익을 창출하고 있으며, 국립수산과학원에서는 축제식 복합양식을 추진하였고 해남군에서는 방류를 통하여 갯벌정화사업을 추진한바 있으며 전남해양수산과학원에서는 강진군 사초리 연안어장에 어린개불 방류를 실시한 결과 90% 이상이 성체로 성장하였고 50~60 개체/m²의 어린개불도 확인되는 등 향후 어업인들의 소득창출이 예상 된다고 발표하였다.

개불은 단맛이 강하고 타우린, 글리신 등의 함유량이 수산물 중 가장 많으며, 비타민 C와 E가 풍부해 항암이나 면역 강화에도 도움이 되고 열량이 낮아 다이어트에도 효과적인 것으로 알려져 있다. 또한, 단백질이 풍부하고 혈전을 용해하는 성분도 들어있어 고혈압 환자나 다이어트를 원하는 사람에게 좋으며 아스파라긴산이 풍부하여 체내의 알코올대사를 촉진시켜 숙취해소 및 간장보호에 효과적인 것으로 알려져 있다. 특히, 개불류 중 *Urechis caupo*의 경우 황화합물을 분해하는 해마틴이라는 성분이 풍부한 것으로 알려져 있으며(Arp, et al., 1992), 개불의 체내에는 다른 무척추 동물에서 합성할 수 없는 5종의 sterols 등을 함유하고 있어 생리활성 물질을 추출하고 있다(여수대학교, 2002).

인천광역시 수산자원연구소에서는 과거 개불이 서식하지 않던 지역에 개불의

서식이 확인됨에 따라 개불 서식지 및 서식적지의 생태·환경조사와 어린개불 종자생산 및 방류를 통해 어업인들의 새로운 소득원 창출을 위하여 본 연구를 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 어미개불 관리 및 산란

개불 종자 시험생산에 사용한 어미는 전라남도 여수근해에서 채집한 것으로 2015년 11월 중순 여수 잠수기 수협에서 경매를 통해 2차례에 걸쳐 990마리를 구입하였다. 어미는 아이스박스에 해수없이 수용하여 운반하였으며, 운반된 어미는 2톤 FRP 수조에 수용하였고 수온은 13℃내외로 관리하였다. 수조에 수용 전 체색이 검게 변하거나 활력이 좋지 않은 개체는 별도로 수용하였다.

어미는 2~3일간 배설물 제거 및 안정시킨 후 산란에 사용하였으며 산란을 위해 사육수온을 5℃ 상승시키는 수온자극을 실시하였으나 산란이 이루어지지 않아 개불 어미를 직접 절개하여 정자와 난자를 수정시켜주는 절개법을 이용하여 산란 및 수정작업을 실시하였다.

2. 유생사육

부화된 유생은 40, 55 μ m 물러가제를 이용하여 거른 후 1.7톤 FRP 원형수조와 30톤 사각에 수용하였으며, 사육수온은 18℃내외를 유지시켜 주었다. 사육기간 동안 먹이생물은 *Phaeodactylum tricornutum.*, *Isochrysis galbana*, *Green Isochrysis*를 혼합하여 1일 2회씩 공급하였다. 사육수는 수질관리를 위해 2~3일에 한번씩 전량 환수해 주었으며, 사용한 사육수는 고압모래여과기를 거쳐 나온 해수를 1 μ m 필터로 다시 여과하여 사용하였다. 환수를 하지 않을 때에는 바닥에 가라앉은 배설물 및 먹이찌꺼기를 사이폰을 이용하여 제거하여 주었다.

3. 채묘 및 어린개불 사육

잠입기 치충의 채묘를 위해 30톤 사각수조(5×6m) 바닥에 8cm 높이의 모래를 깔아 채묘를 실시하였으며, 채묘에 사용된 모래는 500 μ m 이하 크기의 것을 담수로 소독하여 사용하였다.

사육수는 고압모래여과기를 거쳐 나온 해수를 1 μ m 백필터로 다시 여과하여 사용하였고 채묘가 완료될 때 까지는 수질관리를 위해 1일 1/2회전씩 환수해 주면서 지수식으로

사육하였다. 채묘가 완료된 후에는 백필터를 이용하여 유수식으로 전환하였으며 환수량은 점차 증가시켜 1일 3회전 이상 환수하였다. 먹이생물은 *Phaeodactylum tricornutum*, *Isochrysis galbana*, *Green Isochrysis*, 3종을 상황에 따라 2종 이상씩 혼합하여 1일 2회 공급하였다.

4. 방류

생산된 어린개불은 2016년 4월 인천 옹진군 선재해역에 36,000마리를 방류하였다 (그림 1).

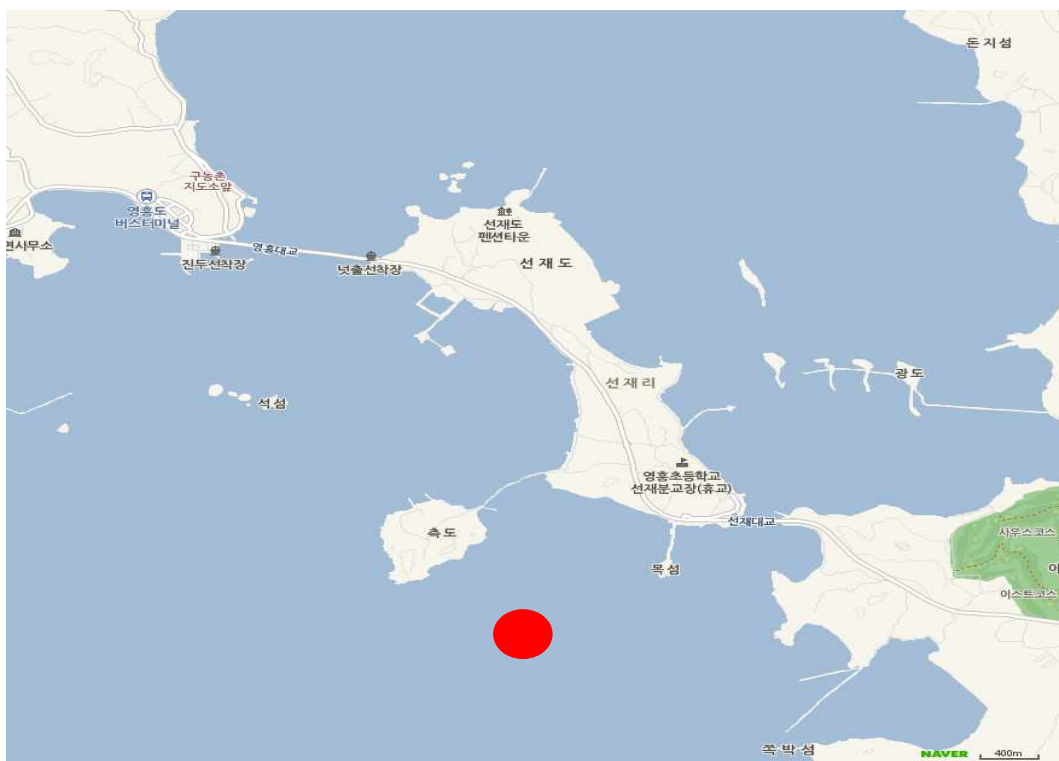


그림 1. 2016년 어린개불 방류해역(●)

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 산란

자연산란을 위해 사육수온을 5°C 상승시키는 수온자극을 실시하였으나 산란을 하지 않아 어미개불을 절개하여 정자와 난자를 수정시키는 절개법을 이용하여 인공수정시켰으며, 수정시 암컷과 수컷의 비율은 10:1의 비율로 실시하였다(그림 2).



그림 2. 개불 인공수정(절개법) 작업

채란한 난은 약 5~10분간 정충을 부어 수정을 유도한 후 3~5회 세란을 실시하였고 채란량은 약 7,000만립 정도였으나, 자연산란이 아닌 절개법을 이용한 결과 난막이 없는 등 미성숙난이 많이 발생되어 세란 도중 50 μ m 망에도 걸리지 않고 빠져나가는 경우가 많았고 수정률 또한 좋지 않았다.

2. 유생사육

수정란의 크기는 약 100~150 μ m 이었고 수정란 수는 약 4,000만립 정도였으며, 부화유생의 크기는 약 150~180 μ m이었고 부화량은 약 2,900만미였다. 부화까지의 소요시간은 18 $^{\circ}$ C내외에서 수정 후 약 18시간 정도 소요되었다. 유생의 사육기간은 약 18 $^{\circ}$ C내외에서 약 26일 정도 소요되었고, 수질악화를 방지하기 위해 2~3일에 한번 씩 사육수를 전량 교체하여 주었으며 사육수를 교체하지 않을 때는 바닥에 쌓인 배설물과 찌꺼기를 싸이폰으로 제거해 주었다.

담륜자 유생 초기에는 표피 전체에 섬모가 관찰되었으나 부화 후 8일경부터는 앞과 뒤의 섬모가 탈락되고 몸의 중앙부분에 섬모가 관찰되었으며, 부화 후 약 13일경부터 체절이 형성되기 시작되어 부화 후 17일경에는 10개 내외의 체절이 형성되었다. 부화 후 23일경에는 체절이 12개 정도 형성되었으며 부화 후 25일경에는 내장이 보일정도로 변태한 유생이 관찰되기 시작했다(그림 3).

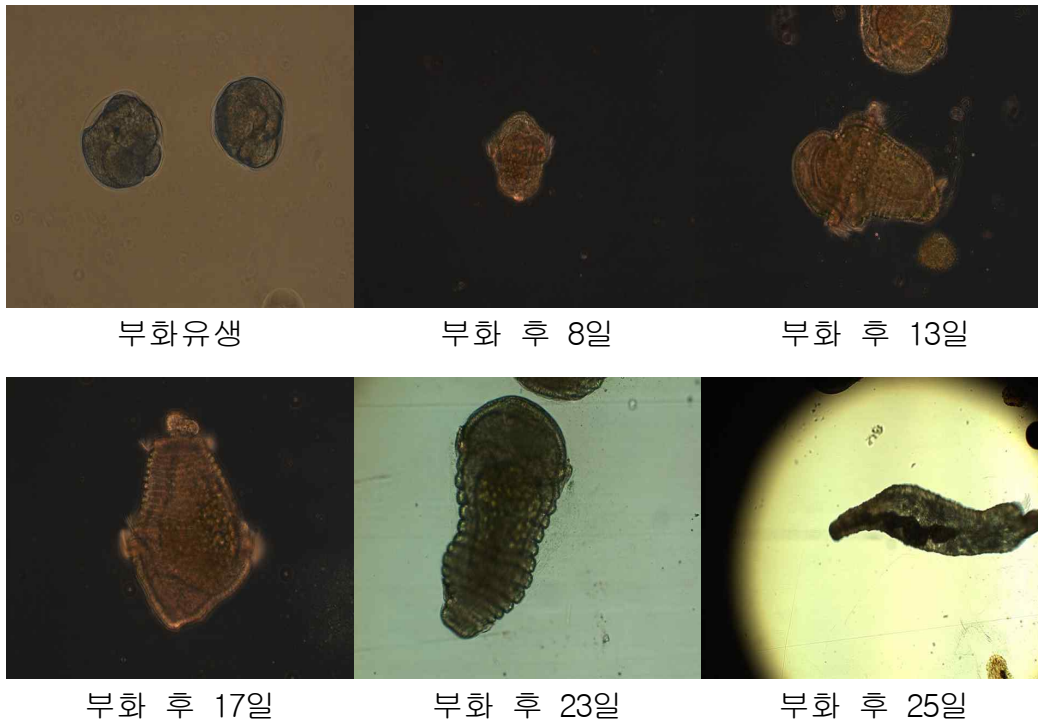


그림 3. 부화 후 개불유생의 성장

유생사육기간 동안 먹이는 *Phaeodactylum tricornutum*, *Isochrysis galbana*, *Green Isochrysis* 3종을 혼합하여 1일 2회 공급하였으며, 부화 후 1~2일간은 수색이 약하게 나타날 정도로 공급하다가 이후 섭식상태를 보며 먹이공급량을 증가시켜 주었다.

3. 채묘 및 어린개불 사육

채묘는 부화 후 25일경 최소 13체절 이상 형성되었을 때 미리 준비한 채묘수조에 실시했으며 채묘에 사용한 침착기 유생수는 100만미였으며, 사육수온은 18℃ 내외를 유지시켜 주었다. 채묘가 완전히 끝나기 전까지 환수는 2일에 1회씩 사육수의 1/2량을 환수하였으며 환수시 유생이 빠져나가지 않게 50 μ m 망을 이용하여 걸러 주었다. 채묘기간 동안 먹이는 *Phaeodactylum tricornutum*, *Isochrysis galbana*, *Green Isochrysis* 3종을 혼합하여 1일 2회 공급하였으며, 먹이 섭식상태를 보며 먹이 공급량을 조절하였다.

채묘는 수조내에 부유하고 있는 유생이 보이지 않을 때까지 실시하였으며 기간은 5일정도 소요되었다. 채묘가 끝난 후부터 환수는 1일 1회전 정도 실시하였으며, 먹이는 *Phaeodactylum tricornutum*, *Isochrysis galbana*, *Green Isochrysis* 3종 중 먹이상태에 따라 2~3종씩 혼합하여 1일 2회 공급하였다.

채묘 후 20일 정도부터 어린개불이 잠입한 곳의 작은 구멍이 보이기 시작했으며 사육기간이 늘어남에 따라 구멍크기가 증가하고 구멍수도 증가하기 시작하였다.



그림 4. 채묘 후 약 50일된 수조내 어린개불 서식지 구멍

개불 구멍은 시간이 지남에 따라 조금씩 증가하기 시작하여 채묘 후 약 40~50일경에 최대치를 보였다(그림 4). 채묘 후 30~40일경에는 어린개불이 체장 1cm 이상으로 성장하였으며 체색은 내장기관이 보일 정도로 투명하였다(그림 5). 모래속에 잠입해 있는 어린개불을 밖으로 꺼냈을 때 체표에 점액질이 많이 분비되어 모래가 뒤덮고 있었으며 비이커에 꺼내놓고 30분정도 지나자 개불의 움직임에 의해 모래가 제거되었다.

채묘 초기에는 수색이 하루종일 유지 될 정도로 먹이 섭취량이 적었으나 개불 구멍이 육안으로 확인되기 시작하면서 부터는 섭취량이 늘어나 먹이 공급 후 2~3시간 만에 먹이를 전부 섭취하여 수색이 맑아졌다. 개불은 해수내 식물성플랑크톤 및 부유물질을 여과하여 섭취하는 여과식자로 먹이를 많이 공급하여도 체내에서 소화되기 전 새로운 먹이를 다시 섭취하고 기존 완전히 소화되지 않은 먹이를 다시 배출함으로 먹이를 공급함에 있어 하루 2~3회 정도 나누어 공급하는 것이 효율적일 것으로 사료된다. 채묘 후 약 100일 후에는 어린개불의 체장이 3cm 내외로 성장하였으며 체색은 옅은 노란색을 띠고 있었고 어미개불의 형태를 띠고 있었다(그림 5).



그림 5. 채묘 후 약 100일된 어린개불

4. 어린개불 방류

생산된 어린개불은 2016년 4월 인천 옹진군 선재해역에 36,000마리를 방류하였다. 선재해역에 방류한 어린개불은 방류시 모래가 많이 섞인 사니질 바닥에 고랑을 파서 살포하는 방식과 물웅덩이에 살포하는 방식을 병행하여 실시하였다. 방류한 어린개불은 방류 후 저질 속으로 빠른 시간내에 잠입하였다(그림 6).

잠입을 하지 못한 개체는 갈매기 등의 포식자에 의해 포식될 위험이 있어 방류한 대부분의 어린개불이 잠입할 때까지 방류지역 인근에 머물면서 포식자의 접근을 최대한 차단하였다.



그림 6. 어린개불 채집 및 방류사진

5. 고찰 및 향후계획

개불은 우리나라 중부이남지역에 주로 서식하는 종이었으나, 저질 등 해양환경 변화에 따라 바지락이 없어진 바지락 양식장 부근에 개불 서식지가 자연적으로 조성되면서 인천과 경기도 지역까지 서식지가 확장되고 있는 추세이다. 이러한 개불은 국내 소비량에 비해 어획량이 적어 중국 등 해외에서 많은 부분을 수입하고 있는 실정이다.

개불은 종자생산시 수조 바닥에 모래를 깔고 모래 속에 잠입시켜 사육하는 방법을 사용하므로 대량 종자생산을 하기 위해서는 상당히 넓은 표면적을 필요로 한다. 따라서, 향후 개불 종자 생산시 플라스틱 상자 등을 이용하여 표면적을 증가시켜 기존 종자생산 방법보다 많은 양을 생산 할 수 있는 방법을 연구 할 계획이며, 겨울종인 개불의 특성을 이용하여 비수기인 겨울철 어촌체험마을 등과 연계한 개불체험행사 등을 통해 새로운 소득원 창출을 위한 방법을 모색 할 계획이다.

선재해역은 썩의 서식 범위가 지속적으로 증가하여 바지락 등의 서식지가 감소하는 등 어촌계 소득감소에 영향을 주고 있으며 바지락과 썩, 개불의 서식지가 구분되어 있으나 경계지역에는 바지락과 썩, 썩과 개불이 혼재 되어있었다. 이번에 어린개불을 방류한 지역은 개불과 썩의 경계지역으로서 개불과 썩은 먹이섭식 방법 등 생태가 다르고 서로 경쟁 할 수 있는 생태요인은 서식지 부분으로 향후 개불 서식지의 확대 여부를 지속적으로 모니터링 할 예정이다. 개불과 썩의 공간경쟁에서 개불이 우위를 점 할 수 있다면 현재 문제가 되고 있는 썩의 서식지 확대를 막고 유용생물의 자원량을 증가 시켜 어업인 소득증대에 도움이 될 것으로 사료된다.

IV. 참고문헌

- 여수대학교, 해양수산부 보고서, 2002. 개불 대량종묘생산 기술개발
- 경상남도수산자원연구소, 2011. 연구사업보고서. 130~138
- 인천광역시 옹진군, 2008. 옹진군 도서별 양식어장 적지조사 및 바지락 폐사저감 대책. 572PP.
- 해양수산부, 2006. 해양환경공정시험방법. 389pp.
- 강경호, 김재민, 2003. 개불, *Urechis unicinctus* 치충의 저질선택성 및 성장. 한국양식학회지 16(1) : 24~30
- 최상덕, 김호진, 이원교, 곽은주, 윤호섭, 라성주, 이인곤, 2000. 한국산 개불의 생식주기. J. Aquaculture, 13(2) : 169~174.
- Arp, A.J., B.M. Hansen and D. Julian, 1992. Burrow environment and coelomic

- fluid characteristics of the echiuran worm *Urechis caupo* from populations at three sites in northern California. *Marine Biology*, 113 : 613~623.
- Choi, S. D., H. J. Kim, S. J. Rha, K. J. Choe and H. L. Suh, 1998. Studies on the commercial scale production of *Urechis unicinctus*(von Drasche) in southern Korea. I. The effect of temperature on embryos development. *Bull. Yosu Natl. Univ.* 13 : 983-992.
- Choi, S. D., H. J. Kim, S. J. Rha, S. Y. Hong, W. K. Lee and W. B. Lee, 1999. The effect of pH and salinity on egg development of *Urechis unicinctus*(von Drasche) in southern Korea. *J. Aquaculture*, 12 : 155-161
- Gould-Somero, M. and L. Hallands, 1975. Fine structural investigation of the insemination response in *Urechis caupo*. *Dev. Biol.*, 46 : 358-369.
- Suer, A. L. and D. W. Phillips, 1983. Rapid, gregarious settlement of the larvae of the marine echiuran, *Urechis caupo* Fisher & MacGinitie 1928. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 67 : 243-259