



국내 개체굴 양식산업 발전 방향

박미선 · 도용현 · 로승욱*
(국립수산과학원)

Development Direction of Individual Oyster Aquaculture Industry in Korea

Mi-Seon PARK · Yong-Hyun DO · Seung-Wook RHO*
(National Institute of Fisheries Science)

Abstract

Pacific oyster, *Crassostrea gigas* is very important species that account for more than 70% of shellfish aquaculture production in Korea, but it has variety problems from the prolonged aquaculture industry. We are paying attention to the production of individual oyster to solve these problems, and we will discuss the development direction of individual oyster aquaculture industry in Korea. Individual oyster is a high-value product that is designed to grow individual objects and sold separately without removing the shell. The key success factor in individual oyster aquaculture industry in Korea is: 1) securing good seed, 2) efficient middle rearing, 3) periodic screening and removal of attached organisms. Although individual efforts and cooperation are important industrializing the aquaculture species, mutual cooperation and efforts among the combined communities, such as aquafarm, commodity suppliers and research institutes, are the success factors. Aquafarm shall secure reproducibility through cooperation with research institute. Research institute and policy organizations should play a big role in the development of individual oyster aquaculture industries. Research institute should have a research system that can benefit aqua-farmer by performing basic research based on the site. Policy organizations need to establish a long-term system for the ongoing aquaculture industry.

Key words : Individual oyster, Aquaculture, Culture system

I. 서론

우리나라의 패류양식 생산량 중 70% 이상을 차지하는 품종은 참굴, *Crassostrea gigas* 이다. 참굴은 전 세계 해면패류 양식생산량 16,043천톤 중 약 3.6%인 583천톤이 생산되고 있으며, 참굴을 포함한 굴류는 약 4.5%를 차지하고 있다 (FAO, 2015).

이와 같이 굴은 우리나라는 물론 전 세계적으

로 중요한 양식품종이다. 우리나라의 굴 수출금액은 1999~2001년에는 1억불 이상이었으나, 이후 감소 경향을 나타내고 있다(KOSIS, 2016).

우리나라 양식생산 및 수출적인 측면에 있어서도 중요한 위치를 차지하고 있는 굴은 장기간 양식으로 인한 품종의 열성화, 과밀양식에 따른 먹이생물 부족에 의한 성장 저하, 이상해황(고수온, 빈산소) 발생에 따른 대량 폐사 발생 등으로 중대한 위기를 맞고 있다(FAO, 2004).

† Corresponding author : 055-640-4738, rhos0529@gmail.com

* 이 논문은 2018년도 국립수산과학원 수산과학연구소 해역특화 생태통합양식(IMTA) 기술 개발(R2018013)의 지원으로 수행된 연구입니다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 최근 굴 중 묘생산업계 및 양성업계에서는 고부가가치 상품으로 수출경쟁력이 높은 것으로 판단되는 개체굴 생산에 많은 관심을 기울이고 있다. 이 시점에서 우리나라 개체굴 양식산업의 발전 방향 전반에 관해 짚어보고자 한다. 여기서는 개체굴 양식 전반에 관해 포괄적으로 설명하기로 한다.

II. 국내 개체굴 양식생산의 비전

굴은 부착성 패류로서 우리나라에서는 일반적으로 덩이굴로 양성되고 있다. 개체굴은 기존 덩이굴 형태로 양식해 패각을 제거하고 알굴로 판매하는 것과 달리 날개의 형태로 키워, 패각을 제거하지 않고 개체별로 판매하는 굴로 알굴 형태로 판매하는 것보다 판매가가 높은 고부가가치 상품이다.

물론 김장철 김장을 위해 사용되는 굴과 튀김 등의 요리에 사용되는 굴은 알굴로 판매되어야 할 것이다. 그러나 다양한 종류와 다양한 등급, 그리고 맛을 가진 고급 굴을 선호하는 수출시장의 수요와 최근 개체굴을 선호하는 우리나라 젊은 층들의 수요에 부응하기 위해서는 개체굴을 양식, 판매함으로써 우리나라 굴양식업계도 양적인 승부가 아닌 품질로 승부하는 시스템으로 가야만 할 것이다.

III. 개체굴 양식업 핵심 성공요소

우리나라에서 개체굴 양식의 핵심 성공요인은 1) 우량종묘의 확보, 2) 효율적인 중간육성, 3) 본양성 시 주기적인 선별과 부착생물 제거를 통해 상품성이 높은 고급 굴을 생산하는 것이다. 특히 우량종묘 확보를 위해서는 2배체굴의 우량모패 확보와 4배체 모패의 지속적인 확보·공급이며, 성공적인 본양성을 위한 중간육성과 본양성 시 철저한 선별작업이다.

우리나라에서는 외국에서 사용되고 있는 개체굴 양성케이지를 우리나라 실정에 맞게 개량한 부유망식 양성케이지를 사용하고 있으나 아직까지 보완해야 할 점들이 많다. 그리고 효율적인 중간육성을 위해서는 우리나라에서 일부 시험용으로만 사용되고 있는 중간육성용 플립시를 더욱 간편하게 제작하여 확대 보급하여야 할 것이다 (NIFS, 2017).

IV. 개체굴 양식생산 프로세스별 방안

1. 우량종묘 확보

가. 개념 정의

개체굴 양식을 위해 사용되는 종묘로는 자연에서 존재하는 일반적인 굴인 2배체와 특정 목적을 위해 염색체 수를 조절하여 생산한 3배체굴이 있다.

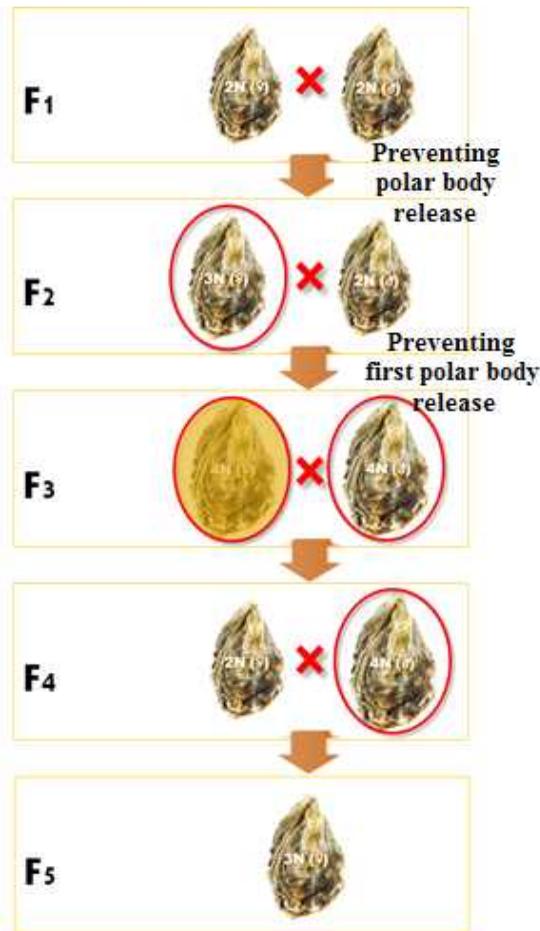
2배체란 대부분의 생식계는 배수 염색체로서, 그들의 2세는 난자에서 하나의 염색체와 정자로부터 하나의 염색체를 물려받는다. 사람의 염색체는 23개, 굴의 염색체는 10개이다. 즉, $n = 10$ 이며, $2n = 20$ 이다.

이에 비해 3배체는 각 세포 내에 3개의 염색체가 있다. 즉, $3n = 30$ 이다. 3배체의 2가지 특징을 가지고 있다. 첫째, 핵내 DNA를 조절하는 3배체 세포의 핵은 다소 크며, 따라서 전체세포 크기도 증가한다. 둘째, 3배체는 미성숙된 생식선을 가지며, 2배체 보다 훨씬 더 적은 수의 배우자를 가진다는 것이다. 즉 무성으로 산란기가 되어도 생식소가 거의 발달하지 않는다.

4배체란 각 세포 내에 4개의 염색체가 있는 것을 말한다. $4n = 40$ 이어서 인공종묘배양장에서는 양성용이 아닌, 3배체 생산용으로 사용된다(Li et al., 2017).

다시 요약하면, 3배체굴은 염색체수가 일반 굴의 1.5배이며, 불임으로 생식소가 발달하지 않아

산란기인 여름철에도 난과 정자를 방출하지 않는다. 따라서 여름철에도 판매가 가능하며, 성 성숙에 사용되는 에너지의 소모가 없거나 적으므로 성장이 빠르다. 일반적으로 인공종묘배양장에서는 효율적인 3배체굴 종묘의 생산을 위해 4배체굴의 정자와 2배체굴의 난을 수정시켜 생산하며, 그 원리는 [Fig. 1]과 같다(Comai, 2005; Nell & Perkins, 2005).



[Fig. 1] Principle of triploid oyster production.

4배체 굴을 생산하는 일반적인 방법은 다음과 같이 요약할 수 있다. 2배체굴의 난과 정자를 수정시킨 후, 사이토칼라신 B 등의 약품을 사용하여 제1극체 방출이나 제2극체 방출을 저지하여 3

배체굴을 생산한다. 3배체굴은 일반적으로 불임이나 그 중에서도 지극히 일부의 개체가 포란을 한다. 포란을 한 3배체굴 암컷과 2배체굴 수컷을 교배한 후 제1극체의 방출을 저지하여 4배체굴을 생산한다(Piferrer et al., 2009).

2배체간의 수정으로 3배체굴을 생산하는 과정을 이해하기 위하여서는 먼저, 감수분열 과정을 이해해야만 한다.

암수 생식세포의 염색체는 성숙기간의 어느 시점에서 복제가 되어, 세포는 일시적으로 4개의 염색체 즉, $4n$ 으로 구성되며, 4배체 상태에서 분열이 시작된다. 정자의 생식세포는 생식선 내에서 2번의 분열이 일어난다. 1차 분열은 $2n$ 의 염색체를 가진 2개의 정자로 나누어지고, 그 뒤 또 한번의 분열이 일어나 n 의 상태가 된다. 이 정자 세포는 정충으로 성숙되며, 1배체의 정자가 생식선 내에 남아, 방출되어 난자와 수정하게 된다 (Piferrer et al., 2009).

반면, 난세포는 $4n$ 상태로 존재하며, 감수분열은 정자가 난자의 외막을 뚫고 들어가면서부터 정세포와 동일한 방법으로 분열이 시작된다. 그러나, 난세포는 정세포와는 달리 각각 동일한 염색체의 반수체를 가지지는 않는다. 대신, 첫 감수분열에서 난세포는 $2n$ 의 제1극체를 방출하고, 뒤 이어 2번째 감수분열에서 난세포에 남은 2개의 염색체 중 하나, 즉 제2극체를 방출한다. 따라서, 난 내에는 정세포의 $1n$ 과 난세포로부터의 $1n$ 이 결합하여 $2n$ 의 2배체가 된다.

3배체는 수온이나 수압 등의 물리적 자극이나, 사이토칼라신 B나 카페인 등의 화학약품을 이용한 화학적 처리를 통해 제1극체나 제2극체의 방출을 저지하여 난세포의 2개의 염색체와 정세포의 1개 염색체를 남게 하여 만드는 것이다 (Piferrer et al., 2009; Li et al., 2017; Aegerter and Jalabert, 2004).

최초의 3배체는 이와 같은 방법을 통해 만들어 지나 유도율이 높은 대량의 3배체를 효율적으로 생산하기 위해서는 4배체 모패를 사용하여야 한

다. 따라서 안정적인 4배체 모패의 확보를 위해서는 이와 같은 과정을 매년 반복하여 4배체 모패를 생산하여야 한다. 4배체는 정상적인 상태의 굴이 아니므로 항상 2배체로 돌아가려는 성질이 있어, 일정 기간이 지나면 정상적인 본래의 상태인 2배체로 돌아간다.

나. 우량종묘생산을 위한 산업시스템 제안

3배체굴의 종묘생산을 위해서는 4배체 모패의 확보가 필수적이다.

4배체굴 모패의 상용화를 위해서는 2배체와 같이 암컷 3배체굴의 확보가 우선되어야 한다. 4배체굴의 생산을 위한 암컷 3배체굴 모패의 확보 비율을 높이는 기술이 개발되어야 한다. 난을 가지는 3배체굴을 만들기 위해서는 영양강화가 최우선적이므로 먹이생물의 종이 다양하며, 먹이생물의 양이 풍부한 해역을 선정, 암컷 3배체굴의 생산 비율을 높임과 동시에 재현성이 높은 방법을 개발하여야만 한다(McCombie et al., 2005).

암컷 3배체 모패의 생산이 자유로워야만 지속적인 4배체 모패의 생산과 공급이 가능하다. 3배체 개체굴의 생산을 위해 연구기관에서는 4배체 모패를 생산하는 기술을 정착하여 4배체 모패를 종묘생산업체에 공급하여야 할 것이며, 학계에서는 4배체굴의 정자 냉동보존기술을 개발하여 필요 시 어업인들이 3배체굴 종묘 생산용으로 언제든지 사용할 수 있게 하여야 할 것이다(Nell, 2002).

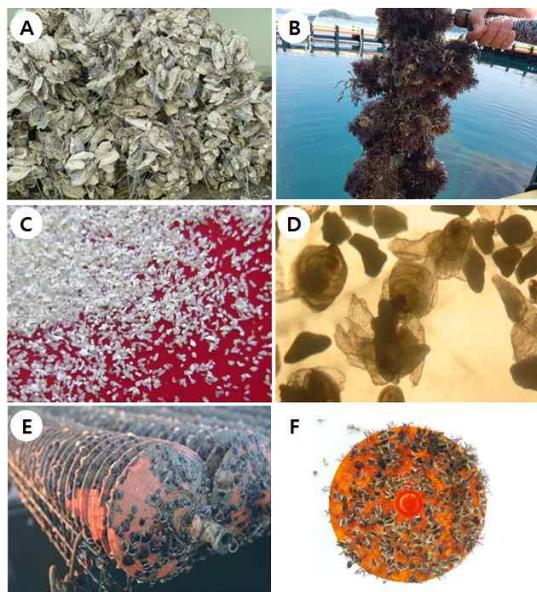
현재까지 미국이나 유럽에서는 4배체굴을 종묘 생산업자가 생산하여 사용하는 경우는 없다. 따라서 위에서 언급한 모든 기술이 정착된다면 우리나라에서도 4배체굴 모패의 생산과 공급 체계를 안정화하기 위하여 전문기관 또는 기술력을 갖춘 업체를 통하여 지속적인 산업생산라인 시스템 확보가 필요하다.

2. 효율적인 중간육성 실시

가. 중간양성의 필요성

부착기질에 채묘된 1 mm 정도로 어린 종묘를 수용망(필러가제와 양과망 등의 재질)에 넣어 본양성케이지에 넣기 전인 2~3 cm까지 바다에서 키우는 것을 중간양성이라 한다. 중간양성은 본양성용 케이지의 망목 크기가 크기 때문에 어린 종묘가 빠져나가지 않게 일정 크기까지 키우는 것을 말하며, 관리목적, 생산량 조절 및 패각형성 등의 목적으로도 수행된다.

특히, 중간육성 시 가급적 크게 키워서 본양성에 들어가는 것이 양성용 개체굴의 성장 차이를 줄이는 지름길이므로 중간양성 장소와 기자재의 선택이 매우 중요하다.



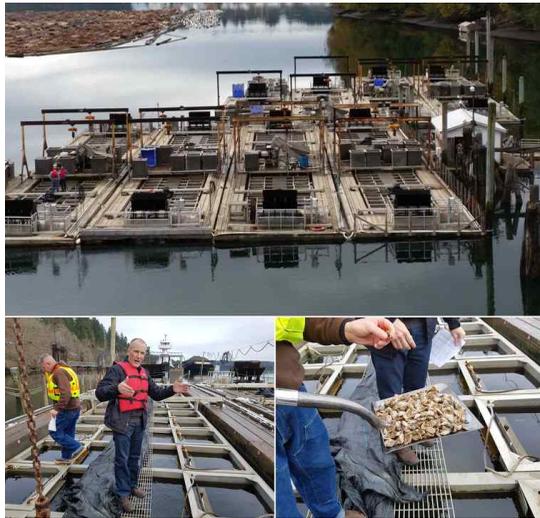
[Fig. 2] Seed collector for oyster aquaculture. A: oyster shell; B: scallop shell; C: Fine clutch made by oyster shell; D: oyster larvae (attached fine clutch); E, F: coupelle.

나. 중간양성방법

개체굴은 인공종묘 생산 시 굴 유생의 부착시기에 맞춰 일반적으로 사용하는 굴이나 가리비 패각을 엮은 채묘기(Fig. 2A, 2B)를 사용하지 않고, 굴패각을 미세분말로 만든 미세채묘기(Fine

clutch)(Fig. 2C)로 만들어 유생(Fig. 2D)을 부착시키거나, 쿠펠(Fig. 2E, 2F)이라 불리는 채묘기를 사용한다. 전자는 비용이 많이 들며, 후자는 적은 비용으로 생산이 가능하다는 장점은 있으나, 일단은 부착기에 붙은 치패를 하나씩 떼어냄으로써 부착된 흔적이 남을 수도 있다는 단점이 있다(Nell, 1993).

부착기질에 부착 채묘된 개체굴을 생산하여 5 mm까지 키우는 것은 먹이생물 공급 등 여러 가지 측면에서 경제성이 없으므로 1 mm까지 키워 뿔러가체에 넣어 바다에 내어 육성하면 일주일만에 5 mm 정도로 성장한다. 그 다음 양과망에 넣어 2~3 cm가 될 때까지 양과망에 넣어 중간육성시키면 된다.



[Fig. 3] FLUPSY for intermediate culture of bivalves in Taylor Shellfish Farms of U.S.A.

미국이나 유럽에서는 이렇게 생산된 치패를 각고 3cm가 될 때까지 플럽시(Flupsy)에서 중간양성을 한 후(Fig. 3), 본양성에 필요한 종자로 활용한다. 우리나라에서는 인공종묘배양장에서 1cm까지 치패를 키운 다음, 남해안에서는 각고 3 cm 이상이 될 때까지 연안 바다에서 중간양성한 후, 가리비양성망이나 가리비양성망을 개체굴 양성에

맞게 수정·개발한 개체굴 양성기나 개체굴 양성을 위해 별도로 개발된 부유망식 양성케이지에 넣어 양성한다(NIFS, 2016)(Fig. 4). 서해안에서는 축제식 양식장에서 중간양성한 후 각고 2~3 cm로 성장하면 축제식 양식장에서 계속 남해안에서 사용하는 것과 동일한 부유망식 양성케이지에 넣어 본양성하거나 갯벌에서 수평망식 양성기에 넣어 본양성에 들어간다(Fig. 5).



[Fig. 4] Suspended cage for individual oyster culture in South sea of Korea.



[Fig. 5] Culture system for individual oyster in West sea of Korea. A, B: suspended cage; C: rack culture system.

중간양성망은 종묘의 유실이 없도록 종묘 크기를 감안하여 망목을 선택하며, 처음 입식 시에는

2중망 형태로 입식하는 것도 바람직하고, 선별 및 분망을 고려하여 종묘는 대량으로 입식하여도 무방하다(FAO, 2004).

다. 효율적 중간양성을 위한 산업시스템 제안
본양성에 들어가는 개체굴 종묘의 크기가 클수록 망목의 크기가 커 부착생물의 부착으로 인한 조류소통의 악화에서 기인하는 먹이 부족, 폐각 천공성 다모류의 기생율 감소 등이 가능함으로 이를 위한 중간육성용 개량 플랩시의 개발 등 중간육성용 양성기의 개발이 필요하다. 이를 위해 양식어업인, 연구기관의 연구자, 그리고 수산양식용 기자재 개발 업체가 공동으로 참여하여 우리나라 실정에 맞는 새로운 중간육성용 시스템을 개발하여야 할 것이다(NIFS, 2017).

3. 본양성 시 주기적인 선별과 부착생물 제거관리

가. 필요성

본양성 시 개체굴의 성장은 개체별로 성장 차이가 많으므로 주기적(2-3개월 간격)으로 비슷한 크기끼리 선별하여 양성하여야 한다. 선별작업을 하지 않으면 먼저 자란 개체만 계속 자라고 작은 개체는 큰 개체들 사이에서 성장이 정지되거나 폐사하게 된다(Hand et al., 1999; NIFS, 2016) ([Fig. 6]).

나. 방법

선별작업은 먹이섭취와 서식공간의 차이를 위한 경쟁으로 인한 개체간 성장차를 줄이기 위해 필수적이며, 선별 시 굴을 흔들고 씻어주는 과정을 통해 부착생물 및 빨 등을 제거하는 효과도 거둘 수 있다. 또한 크게 자란 개체는 망목이 큰 양성망으로 옮겨줌으로써 성장을 촉진시킬 수 있다. 특히, 여름철에는 양성케이지에 부착생물이 대량 부착하여 조류소통을 방해, 성장을 저해하거나 폐사를 유발할 수 있으므로 부착생물 제거 및 망 뒤집기 작업이 필요하다(FAO, 2004).



[Fig. 6] Individual oyster selector of Taylor Shellfish Farms in U.S.A.

다. 육성시스템 제안

남해안에서는 현재 개발, 사용하는 육성시스템 보다는 한쪽으로의 쏠림이 적어 양성 굴에 스트레스를 가급적 적게 주며, 부착생물의 부착이 비교적 적은 시스템의 개발과 굴의 원래 서식 특성이 부착성을 완전히 보존해 주지는 못하더라도 스트레스를 최소화하여 왕성한 먹이섭취를 위한 굴의 개폐활동을 원활하게 할 수 있는 특수한 양성시스템이 개발되어야 할 것이다.

서해안에서 사용하는 육성시스템은 부착생물의 제거를 위해 일정 기간이 지나면 양성네트의 아랫면과 뒷면을 뒤집어주는 작업을 해야 하는데 이때 많은 노동력이 필요하다. 따라서 양성네트를 자동적으로 뒤집어줄 수 있는 시스템의 개발이 시급하다.

남해안과 서해안 모두 육성시스템에 있어 노동력을 최소화할 수 있는 자동화시스템의 개발이 상품성과 가격경쟁력을 확보할 수 있는 중요한 포인트이다.

V. 고부가가치 개체굴 생산을 위해 극복해야 할 문제 및 해결책

1. 마케팅

가. 고객 및 시장 선정

현재로서 개체굴의 주 판매시장은 중국이다. 그러나 최근의 특수한 사례와 같이 양국간의 경쟁 현안에 휘말려 전반적인 수산물 수출은 심각한 위기를 맞을 수도 있다. 따라서 개체굴 생산 시 다양한 판매시장을 확보하여야 한다. 이를 위해서는 고객맞춤형 개체굴을 생산하고, 생산 개체굴의 등급화 제도를 시행하여야 한다.

나. 고객 필요성에 맞는 상품생산 및 판매

미국 Taylor Shellfish Farms에서는 일본시장의 개척과 미국 내 고급 레스토랑에 공급을 목적으로 2009년에 시고쿠굴(Shigoku oyster)를 개발하였다. 시고쿠굴은 참굴을 특별한 방법으로 양성하여 만든 굴로서 현재 미국 내에서 각고 평균 6 cm 정도의 굴 60개체가 90불에 판매되고 있으며, 나무상자에 20개체씩 넣은 제품이 일본에 수출되고 있다(Fig. 7).



[Fig. 7] Commercial oyster of Taylor Shellfish Farms in U.S.A.

개체굴은 알굴과는 달리 패각이 붙어 있는 상태로 판매되는 굴이므로 수출용 개체굴의 마케팅 및 상품성 향상을 위한 패각관리에 신경을 써야 한다. 그러나 최근 들어 남해안은 물론 서해안에서도 패각천공성 다모류가 큰 문제로 대두되고 있다. 이를 위한 대책 수립이 시급하다(Nell, 2002).

2. 양식생산 기술적 혁신

가. 질병관리

패각천공성 다모류는 굴, 가리비, 전복 등의 패각에 구멍을 뚫고 들어가 서식하는 환형동물門, 다모綱, 얼굴갯지렁이目, 얼굴갯지렁이科, 긴얼굴갯지렁이屬에 속하며, 우리나라 참굴에 서식하는 종은 *Polydora haswelli*, *P. uncinata*, *P. aura* 3종이 알려져 있다(Sato-Okoshi et al. 2012)(Fig. 8).

패각천공다모류의 주요 발생원인은 고밀도 양식 및 부착생물에 의한 조류소통의 악화, 양식장 저면에 누적된 퇴적물에 의한 환경 악화이며, 양식현장에서의 효율적인 제거방안에 대해서는 현재까지 알려진 바 없다. 패각천공성다모류에 의한 피해방지를 위해서는 원활한 조류소통을 위한 적정 시설물량의 조절이 필요하며, 다발 해역의 양성 굴을 미 발생 해역 이식하지 않아야 한다. 그리고 중요생산을 위한 부착기질(패각) 내에도 잠입의 가능성이 있으므로 채묘용 패각 사용 시 각별한 주의가 필요하다(Nell, 2002).

해결하여야 할 문제 중의 또 하나가 굴의 생태·생리학적 특성에 근거한 조작과 사용이 간편한 양성기의 개발이다. 최근 외국에서 이미 개발되어 사용하고 있는 개체굴 양성용 기자재들을 우리 실정에 맞게 개량하여 제작·판매하는 업체가 있으나, 수정·보완하여야 할 점이 많은 실정이다(Comai, 2005).

이제 개체굴뿐만이 아니라 거의 모든 패류양식산업이 양성기술의 개발보다는 양성기자재의 개발분야로 방향을 돌려야 한다. 그래야만 양식경제성이 확보될 것이다.

나. 우량모패 확보

국내 개체굴 양식산업에서 가장 시급하게 해결되어야 할 문제는 우량모패의 확보다.

이는 개체굴뿐만이 아니라 패류양식산업에 있어 해결되어야 할 핵심문제로서, 국외로부터의 무분별한 양성용 종묘 반입으로 인한 양식패류의 열성화가 심각한 단계에 이르렀다. 품종의 열성



[Fig. 8] Three kinds of polydora in Pacific oyster, *Crassostrea gigas*.

화는 생리활성 저하로 인한 성장부진, 수명단축, 환경내성 저하 및 질병감염 등에 따른 대량폐사를 유발할 수 있다(McCombie et al., 2005).

따라서 이를 해결하기 위해 양식품종의 유전적 다양성(Gene diversity) 확보를 위한 국가 및 지자체 차원에서의 자연산 우량 모패 확보, 확보된 모패의 지속적인 관리가 필요하며, 이를 위한 제도적 장치가 마련되어야 한다. 이러한 제도적 장치가 마련되어야 만이 중묘생산업체에서 우량종묘를 생산, 양성어업인에게 지속적으로 공급할 수 있으며, 우리나라 개체굴 양식산업, 더 나아가서는 우리나라 패류양식산업의 활로가 모색될 것이다.

VI. 결론

개체굴의 산업화뿐만 아니라 새로운 양식 품종과 방법을 도입하여 산업화하는 데는 개개인의 노력과 학습도 중요하지만 각자의 아이디어와 경험을 현실화시켜 열매를 맺을 수 있는 결합공동체의 역할이 성공의 핵심요인이다.

특히, 바다사업은 나만이 잘해서는 되는 것이 아니다. 각자의 면허어장이 있다고 하더라도 나의 어장이 주변 어장의 영향을 받지 않고 독립적으로 운영될 수 있는 것이 아니므로 양식품종, 질병 등의 관리 및 정보를 상호 공유하지 않으면 결국 피해를 보는 것은 개인이 아니라 바다사업을 하고 있는 모두에게로 돌아간다. 단순히 이익만 생각할 것이 아니라 그 뒤에 따라오는 피해에 대비하지 않으면 안 된다(Ogburn, 2011).

1. 양식업체

양식사업, 특히 이매패류양식에 있어 나만의 노하우는 없다. 물론 오랜 기간 양식을 통한 각자의 경험을 부정하는 것은 아니다. 그러나 우리가 알고 있던 옛날의 바다가 지금은 아니다. 이 말은 바다라는 우리의 삶터에서 얻었던 경험만으로는 수익성을 창출하기에는 한계에 이르렀다고 판단된다.

이를 해결해 줄 수 있는 것이 과학이다. 이제 양식업에 종사하는 양식어업인과 연구기관, 학계, 정책기관이 서로 정보를 공유하고 문제점에 대한 해결책을 제시함으로써 발전해 나가야 한다.

양식산업의 지속적인 발전을 위해 대외비란 있을 수 없다. 양식업을 양식산업으로 발전시키기 위해 기본적으로 해결되어야 하는 것이 재현성이다. 이번 해에 성공한 기술이 10년 뒤에도 똑 같은 방법으로 성공하여야만 한다. 사업은 도박이 아니다. 실패하면 실패한 원인을, 성공하면 성공한 원인을 과학적인 근거 하에 분석하여야 한다. 그래서 모든 일은 기초가 중요하다. 따라서 문제가 발생하면 이에 대해 관련 연구기관이나 지자체 소속 연구소와 공유하여 해결책을 찾아야 한다.

2. 상품공급업체

수산양식 관련 기자재를 생산하여 판매하는 업체들이 다수 있으며, 몇몇 관련 전공자들의 이 분야에 대한 관심이 증가하고 있다. 그러나 국내 판매만으로는 한계가 있으며, 수산양식에 종사하는 어업인들은 폐쇄적인 성향이 있으므로 이 분야에 진입하기란 쉽지 않다. 특히, 이들에게 필요한 것은 연구개발을 위한 지원시스템으로써 한국해양과학기술진흥원(KIMST)에서 이들의 연구개발비를 지원하는 프로그램이 있으나, 연구비 지원을 위한 공모절차에 있어 실효성에 문제가 있는 것이 사실이다. 따라서 공모방법의 다양화와

심사절차의 전문화가 필요하다.

3. 연구기관

개체굴 양식산업의 정착과 발전을 위해 무엇보다 큰 역할을 해야 할 곳이 연구기관과 정책기관이다. 앞서 언급한 바와 같이 개체굴의 상품성 증대를 위해서는 3배체굴의 생산을 위한 4배체굴의 생산, 공급과 미국 Taylor Shellfish Farms에서 개발, 상품화에 성공한 시고쿠굴과 같은 신상품의 개발이다. 학계 및 연구기관에서는 지자체 연구기관과의 지속적인 정보교류로 각 지자체에서 필요한 기술들을 수집하여 이에 대한 연구를 수행하고, 지자체 연구기관에서는 이에 대한 조기 산업화 기술을 개발하여 어업인에게 교육하는 시스템을 구축하여야 한다. 서로 경쟁관계가 아닌 동반자적 관계임을 항시 염두에 두고 서로 협력하여 어업인을 위한 인프라 구축에 힘써야 한다. 연구기관에서는 현장에 기반을 둔 연구를 우선시 하여야 하며, 개인보다는 다수의 어업인에게 혜택이 갈 수 있는 연구시스템을 갖추어야 한다. 국가 연구기관의 가장 큰 문제점이 산업화 기술 개발의 그늘에 가려져 기초연구를 등한시하고 있다는 것이다. 양식생물을 기르는 것은 현업에 종사하고 있는 전업 양식경영인들이 어느 누구보다도 잘 한다고 보아도 무방할 것이다. 그러나 양식이 잘 되면 잘 되는 이유를, 실패하면 실패한 이유를 밝히는 것이 연구기관의 임무이다.

개체굴에 있어서도 개체굴의 개념, 특히 3배체 개체굴에 있어서는 생산원리 및 방법, 관리방안 등을 일반인이 보아서도 이해할 수 있을 정도로 간단 명료하게 정리한 자료 등을 제공하여야 한다. 이는 4배체굴의 생산, 관리체계를 구축하는 것과는 별개의 문제이다. 현재까지 외국에서도 4배체굴 모패를 개인 양식어업인이 생산하여 사용하는 곳은 없다. 우리나라도 여러 가지 문제점을 고려할 때, 개인이 아닌 국가기관이나 지자체 연구기관에서 4배체굴을 생산, 보급하는 임무를 담

당하여야 할 것이다. 그렇다고 하더라도 양식어업인들이 4배체굴이 어떤 방법으로 어떻게 생산되고, 관리되어야 하는지는 명확히 알아야 한다. 산업화를 전제로 한 국가 주도의 수산 관련 연구 및 기술 개발에 있어서도 대외비란 없다. 연구 및 기술 개발 결과의 현장 적용 및 조기 산업화를 위해서는 지속적인 교육 및 홍보가 필요하다. 이들을 국가 및 지자체 연구기관과 정책기관에서 담당하여야 한다. 그리고 또 한가지 국가 및 지자체 연구기관에서 보유하고 있는 고가의 실험 연구 장비 및 시설을 상품공급업체에서 연구기술 개발을 위해 손쉽게 사용할 수 있는 제도적 장치 역시 마련되어야 할 것이다.

4. 정책기관

모든 산업이 성공하기 위해서는 정책적인 제도가 마련되어야 하겠지만, 특히 수산양식업은 정책적인 제도가 마련되지 않으면 산업으로서 성공하기가 어려운 대표적인 1차 산업이다. 지금 우리 바다는 양식품종의 열성화로 인해 심각한 문제에 봉착해 있다. 그 여러 가지 징후가 양식품종의 수명 단축, 생리활성 저하로 인한 비만 저하 등으로 나타나고 있다. 수산양식업의 성공은 우량종묘의 확보로부터 시작된다고 해도 과언이 아니다. 그러나 지금 자연산 우량 모패를 확보할 수 있을지도 의문시되고 있다. 장기간에 걸쳐 열성화되었을 것으로 추정되는 중국산 종묘의 수입으로 인한 국내 연안 생태계의 품종 교란 등 눈에 보이지 않게 우리 바다는 병들어 가고 있다. 이제 정책기관에서도 단기간의 성과가 아닌 지속적인 양식산업의 발전을 위한 비전을 제시할 때가 되었다. 그것이 정책기관에서 할 일이다. 우선 일부 어업인에게 혜택이 돌아가는 사업이 아닌 제도적인 장치를 통해 다수에게 지속적으로 이익이 될 수 있는 시스템을 만들어야 한다. 우리 모두가 잘 알고 있는 유대인의 교육법 중 ‘물고기 보다는 낚시법을 알려주어라.’가 있다. 우선적인

금전적 지원도 중요하겠지만 성공적으로 지속가능한 사업을 영위하기 위한 장기적인 제도의 수립이 무엇보다 중요하다. 개체급 양식산업의 성공뿐만 아니라 양식산업의 지속가능한 발전을 위해 ‘양식품종 보호육성법(가칭)’ 등의 법적인 제도가 마련되어 운영되어야 할 것이다.

References

- Aegerter, S. · Jalabert, B.(2004). Effects of post-ovulatory oocyte ageing and temperature on egg quality and on the occurrence of triploid fry in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture 231, 59~71.
- Comai, L.(2005). The advantages and disadvantages of being polyploid. Nature Reviews Genetics, 6(11), 836~846.
- FAO.(2004). Hatchery culture of bivalves. 23~27.
- FAO.(2015). FAO global fishery and aquaculture production statistics. Fish stat J.
- Hand, R. E. · Nell, J. A. · Smith, I. R. & Maguire, G. B.(1999). Studies on triploid oysters in Australia: effect of initial size on growth of diploid and triploid Sydney rock oysters *Saccostrea commercialis* (Iredale and Roughley). Aquaculture research, 30, 35~42.
- KOSIS.(2016). Korean statistics information service. Retrieved from <http://kosis.kr>.
- McCombie, H. · Lape`gue, S. · Cornette, F. · Ledu, C. & Boudry, P.(2005). Chromosome loss in bi-parental progenies of tetraploid Pacific oyster *Crassostrea gigas*. Aquaculture, 247, 97~105.
- Nell, J. A. & Perkins, B.(2005). Studies on triploid oysters in Australia: farming potential of all triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg), in Port Stephens, New South wales, Australia Aquaculture Research, 36, 530~536.
- Nell, J. A.(1993). Farming the Sydney rock oyster (*Saccostrea commercialis*) in Australia. Reviews in Fisheries Science, 1(2), 97~120.
- Nell, J. A.(2002). Farming triploid oysters. Aquaculture, 210, 69~88.
- NIFS.(2016). Standardized manual of Pacific oyster aquaculture.
- NIFS.(2017). Mass cultivation of triploid Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) in South sea of Korea.
- Ogburn, D. M.(2011). The NSW oyster industry: A risk indicator of sustainable coastal policy and practice. The Australian national university.
- Piferrer, F. · Beaumont, A. · Falguiere, J. · Flajshans, M. · Haffray, P. & Colombo, L.(2009). Polyploid fish and shellfish: Production, biology and applications to aquaculture for performance improvement and genetic containment. Aquaculture, 293, 125~156.
- Sato-Okoshi, W. · Okoshi, K. · Kim, B. S. · Kim, Y. H. & Hong, J. S.(2012). Polydroid species (Polychaeta: Spionidae) associated with commercially important mollusk shells in Korean waters. Aquaculture, 350~353, 82~90.
- Zhou, L. & Gui, J.(2017). Natural and artificial polyploids in aquaculture. Aquaculture and Fisheries, 2, 103~111.

• Received : 22 February, 2018

• Revised : 23 March, 2018

• Accepted : 05 April, 2018