

참조기 친어 확보 및 수정란 보급

황남용* · 김춘철 · 정병석 · 김익희 · 김지환**

전라남도 해양수산과학원 영광지원

◎ 연구배경 및 목적

참조기양식 연구는 2000년대 초 종자생산 성공을 기점으로 2010년대 완전양식이 성공을 거두었으며 현재 산업화의 초석을 다지는 중이다. 참조기 양식 산업 활성화를 위해서는 타 어종과의 경제성이 뒷받침되어야 한다. 참조기의 연간 국내 소비량은 6만여 톤이지만 생산량은 2011년 5천 톤에서 계속 감소하여 2019년에 23천 톤으로 약 61%까지 급감하였고, 그에 따른 참조기 위판가격과 가공비 증가로 국내 굴비 가공업체 입장에서는 경영난이 가중되고 있다.

그러므로 참조기 양식 산업 활성화를 통한 원활한 굴비원료 공급은 굴비 시장의 안정화와 함께 양식 어민의 새로운 소득창출의 기회가 될 것으로 여겨지며 앞으로 참조기양식의 경쟁력 확보를 위해서는 조기(早期) 수정란 생산, 전용배합사료 개발 등의 양식기술 고도화 노력이 필요한 시점이다.

우리 원에서는 2014년부터 본격적인 참조기 시험어가를 육성하고 있으며, 정기적인 모니터링과 어업인 기술지도를 통해 참조기 양식기술개발에 노력해오고 있다.

본 연구는 영광군 참조기 양식활성화 및 안정적인 굴비원료를 확보하기 위한 위탁사업으로 참조기 조기(早期) 종자생산 기술개발을 통해 자연에서 5~6월에 산란하는 참조기를 환경관리(광주기, 수온, 영양관리 등)를 통해 산란 시기를 2개월 앞당겨 3월에 산란 유도하여 수정란 확보와 분양을 목적으로 한다. 2개월 빠른 종자생산을 통해 양성 기간 2개월 연장으로 당해 연도 100g 이상의 상품이 생산 가능성이 제고되고 양식어가는 월동을 하지 않아 유류비 절감 및 단기간 생산에 따른 인건비, 사료비 절감으로 경영에 있어서 큰 이점을 가질 수 있을 것으로 기대되고 있다.

표 1. 국내 참조기 어획량

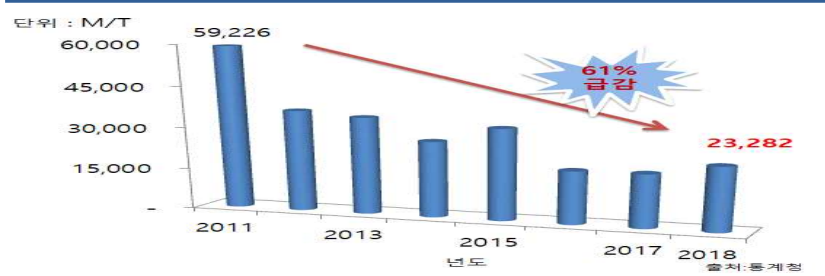




그림 1. 무분별한 남획에 의한 어린 참조기 제품화

부세(*Larimichthys crocea*)는 농어목 민어과에 속하는 온수성 회유성 어종으로 참조기와 사촌이며 대표적인 서해어종으로 알려져 있다(이 등, 1992). 부세 어장으로 잘 알려진 칠산어장은 최근 기후변화와 해양환경의 변화로 난류 지역인 제주도 근해의 추자도 주변으로 주어장이 변화하고 있다.

국내에 소요되고 있는 부세는 수입에 의존(중국 수입량 20,270톤, 1,031억원/수입률 96.7%)하고 있으며 최근 굴비의 주원료인 참조기 어획량 급감에 따라 대체 어종으로 부세가 주목받고 있어 지속해서 수요가 증가하고 있다. 또한 부세를 ‘황금물고기’로 인식하는 중국 내 고위층 대상으로 중국 수입업자의 구매가격 상승(제주산 부세 1kg 70만원/ ‘19.2) 현상이 이어지고 있으며 국내 자연산 부세 대부분은 중국으로 수출되고 있다.

부세는 참조기와 함께 굴비의 주원료로 이용되고 있으며, 주로 참조기 조업 시 혼획되어 국내생산(‘18년 기준 693톤/자급률 3.4%)되고 있으나 2000년대 들어서 어선어업의 현대화 및 한·중 어선의 경쟁적 조업으로 자원량이 급감함에 따라 체계적인 자원회복이 시급하다.

표 2. 국내 부세 어획량

항목 년도	국내 생산량		전남 생산량		중국산 수입량	
	생산량 (M/T)	생산금액 (천원)	생산량 (M/T)	생산금액 (천원)	생산량 (M/T)	생산금액 (천 \$)
2013	190	2,116,983	92	734,127	9,130	39,958
2014	558	4,116,983	299	1,796,046	7,778	36,670
2015	662	5,568,423	322	1,599,292	12,490	62,059
2016	456	5,799,390	191	1,556,604	12,918	59,100
2017	422	4,042,790	207	1,042,945	16,739	73,778
2018	693	11,578,150	399	4,268,855	20,270	88,482

자료출처 : 통계청, 국립수산물품질관리원

품종	참조기	부세
학명	<i>Larimichthys polyactis</i>	<i>Larimichthys crocea</i>
생물학적 분류	조기강 > 농어목 > 민어과	조기강 > 농어목 > 민어과
먹이	갑각류, 요각류, 동물성 플랑크톤	갑각류, 요각류, 어류
분포지	북서태평양(한국, 일본, 동중국해)	북서태평양(한국, 일본, 동중국해)
크기	약 40cm까지 성장	최대 체장 75cm까지 성장




부세

참조기

- 부세는 전체적으로 체형이 둥그스런 형태이다.
- 부세는 최대 75cm, 참조기는 40cm까지 성장한다.
- 측면의 옆줄은 참조기가 더 뚜렷하고 구멍이 크다.
- 부세의 척추골수 25~26개, 참조기 28~30개이다.

그림 2. 참조기와 부세의 차이점

◎ 재료 및 방법

1) 참조기 조기(早期) 생산을 위한 환경관리

우량 수정란 확보를 위한 체계적인 어미 관리를 통해 광주기, 수온, 영양관리 프로그램 만들어 자연산 참조기 산란 5월(박 등, 보다 2개월 빠른 종자생산이 되도록 수조 환경관리를 진행하였다. 본격적인 성숙이 진행되는 12월 ~ 이듬해 2월까지 광주기를 장일처리 하였으며, 수온도 12℃에서 18℃까지 순차적으로 상승시켰다. 영양관리를 위해 10월부터 생새우, 배합사료를 혼합하여 공급했고 먹이 공급량은 사육 수온, 어체 크기, 사육환경 및 사료 종류에 따라서 다르나 생사료를 공급할 경우 어체 중의 1~3% 기준으로 1일 1~2회 공급했다. 12월부터는 우수 난질 형성을 위한 생새우, 굴을 추가 공급해주었다. 자연산 산란시기 5월(park ea al., 1981)보다 2개월 빠른 산란 유도를 위해 수온 관리, 광주기 조절, 영양관리 프로그램을 만들어 체계적인 사육시스템으로 관리하였다(표 3.).

표 3. 친어 관리를 위한 환경 조절

월	광주기 조절						수온조절
	자연			인위			
	일출	일몰	L : D	점등	소등	L : D	
‘18. 10	6:30	18:20	11:50 : 12:10	7:30	18:00	10:30 : 13:30	순차적 수온 하강
11	6:50	17:40	10:50 : 13:10	7:30	18:00	10:30 : 13:30	12 ~ 13℃ 유지
12	7:20	17:20	10:00 : 14:00	6:30	19:00	12:30 : 11:30	13 ~ 14℃ 유지
‘19. 1	7:40	17:30	09:50 : 14:10	6:30	20:30	14:00 : 10:00	14 ~ 15℃ 유지
2	7:30	18:00	10:30 : 13:30	6:30	21:00	14:30 : 09:30	15 → 18℃ 로 순차적 상승

2) 참조기 수정란 생산 및 분양

참조기 어미 12,000마리를 각각 콘크리트 원형수조(Ø6m×2m)에 입식하였으며, 산란유도는 포란된 어미 11,425마리(우 5,634, ♂ 5,791, 일부 개체 제외) 평균 125g, 2 ~ 3년생을 대상으로 3월 13일 어체 복강에 황체형성호르몬(LHRH)에 주사하였다. 주사 후 산란유도 수조에 넣어 18 → 20℃로 수온을 서서히 올려 산란을 유도하였다.

참조기 어미 암·수를 포함하여 LHRH-a 호르몬을 0.1mg/kg/마리로 주사한 후 48시간 안에 산란을 시작했다. 참조기 산란은 약 4~5일간 이뤄지며, 보통 새벽 4~6시 사이에 산란하는 것이 대부분이나, 일부 아침과 오후에도 산란하는 것을 관찰할 수 있다. 사란한 부상란은 표층의 물과 함께 배출시켜 미리 준비한 수정란 채집망을 이용하여 배출된 수정란을 수집했다. 수집한 수정란은 세란 시킨 후 비커에 넣어 부상란만 선별하여 계수하였다. 이 부상란은 소형 수조에 수용 후 12시간 동안 부화 직전까지 모아 두었다가 다시 세란한 후 비커에 넣어 가라앉은 사란을 제거한 후 수조에 입식했다. 이는 수질 오염 억제 효과와 수정란 수용량을 정확히 파악할 수 있었다.

참조기 난발생 과정은 수조에서 바로 채집된 수정란 1cc를 비커 500mL에 담아 수정 후 1시간 간격으로 형태 발달과정을 입체현미경(Olympus SZH)을 이용하여 관찰하였다.

참조기 수정란 분양은 관내 어가에 【참조기 수정란 분양 협의회】 개최를 실시하여 분양시기, 분양 수량 등을 공지하였으며, 협의회를 통해 업체 선정을 하였다. 영광군 관내 종자생산 어가 7개소에서 참여하였고 희망어가에 한해서 참조기 수정란 분양신청서를 받았다(그림 3.).



영광군 사업추진 계획 설명



영광지원 수정란 생산 계획 설명



종합토론



수정란 분양신청서 작성

그림 3. 참조기 수정란 분양 협의회 개최(2019. 2. 12.)

3) 참조기 종자생산 어가 기술지도

영광군 참조기 종자생산 기술보급 안정화를 위해 관내 4어가에 참조기 수정란 12,000cc를 분양하였고 종자 출하 시까지 지속적으로 모니터링 및 기술지도를 하였다.

4) 참조기 양성어가 기술지도

자연산에 의존하고 있는 굴비원료 부족 현상을 대체하고자 참조기 양성기술지

도를 통해 영광 관내에서 직접 참조기 생산이 가능한지를 확인하고자 참조기 희망어가 7개소를 시범어가로 선정하여 관내에서 생산한 참조기 종자를 분양하였다. 6개월 양성단계를 걸쳐 상품 출하까지 월 1회 이상 기술지도를 하였으며 앞으로의 참조기 양식 산업의 정착을 위한 문제점 파악과 대책수립, 양성기술 데이터를 구축하는데 목적을 두고 있다.

5) 참조기 친어확보 및 산란 유도

고수온에 강한 유망품종인 참조기의 양식 수요가 증가할 것으로 추정되나 민간에서는 체계적으로 수정란을 생산하기 위한 기술력이나 운영자금에 한계가 있다. 우리 과학원에서는 보유하고 있는 어미를 활용하여 2023년까지 양식산 참조기 2,000톤(자연산 10%)까지 생산하여 자연산 참조기와 경쟁력 확보와 우리 국민에게 저렴하고 맛 좋은 고품질의 굴비를 제공과 함께 우리 어업인에게는 새로운 고부가가치 소득원이 될 수 있도록 참조기 수정란 대량생산 체계를 구축해 나갈 계획이다. 2019년 9월부터 2020년 원활한 수정란 대량 확보를 위해 필요한 참조기 친어를 양식어가와 축제식 시범양식을 통해 확보하였다.

6) 수산자원 회복을 위한 부세 방류

2019년 서해특산시험장에서는 성숙한 부세 어미 890마리(400g 이상)를 활용하여 참조기 어미와 마찬가지로 어체 복강 내 황체형성호르몬(LHRH)에 주사하여 산란 유도하였다. 3월 중순에 수정란 3,000cc를 생산하였고 부세 양식 활성화를 위해 1,000cc는 민간분양을 하였고 2,000cc 수정란은 자체 종자생산에 활용하였다. 자체 종자생산을 위한 수정란은 세란하여 1,000cc씩 2개(사각수조, 6m×6m×1.5m) 수조에 입식한 후 수온은 20℃ 전후로 관리하였고 먹이는 성장단계에 따라 로티퍼, 알테미아, 배합사료 순으로 공급하였다.

3 ~ 5월 부세 종자생산을 통해 부세종자 30만마리를 생산하였다. 부세 종자 20만마리는 도내 부세 양성 희망어가에 분양하여 시범어가 운영 관리하였고 10만마리는 범성포 단오제 기념을 위한 종자방류행사에 공급하였다.

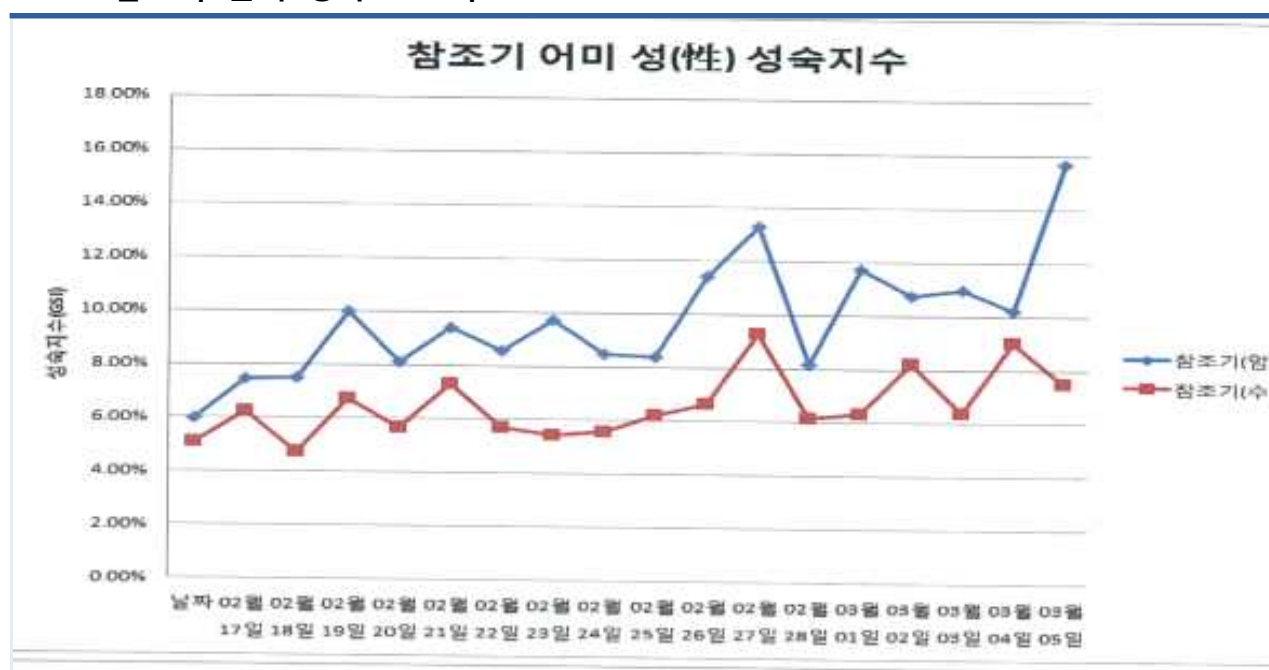
◎ 결과 및 고찰

1) 참조기 수정란 생산 및 분양

참조기 어미는 1월부터 본격적으로 복부가 팽창하는 것을 관찰할 수 있었으며 암컷 참조기 생식소 성숙지수가 11~12일 때 어체 복강에 황체호르몬(LHRH)을 0.1mg/kg/fish로 주사하면 가장 효율적인 난 채집을 할 수 있다. 2월부터는 성숙도 조사를

실시하였고 3월 초에 들어 암컷 성숙도가 11이상이 넘어가기 시작하였다. 참조기의 우리 영광지원에서는 조기(早期) 산란 유도를 통해 3월 13일 참조기 어미에 호르몬 주사를 주입할 수 있었다. 어미의 건강상태에 따라 다르지만 생식소 성숙 지수가 10이하일 때는 미숙되어 산란을 하지 않는 개체가 많았으며, 14이상 일 때는 과숙되어 다량의 사란이 나오거나 산란을 하지 못해 폐사되는 개체가 발생하기도 한다(표 4.).

표 4. 참조기 친어 성숙도 조사



참조기 어미 산란 유도를 통해 수정란 117,670cc를 생산하였고, 54%인 63,280cc는 부상하였고, 사란은 46%인 54,390cc였다. 그 중 우량 수정란 생산을 위해 다시 세란 검경을 통해 최종 40,000cc의 수정란을 확보하였다.

생산된 우량 수정란 중 12,000cc를 영광군 관내 종자생산 시범어가 4개소에 분양하였다(각 3,000cc). 수정란 분양 전 희망어가 현장점검을 통해 종자생산 수조 확보 및 준비사항 등을 점검하였고 최종적으로 7어가 중 4어를 시범어가로 선정하였다.

수정란 분양은 3월 14일 ~ 15일 사이에 걸쳐 1개소 당 3,000cc씩 분양하였고 현장에 직접 방문하여 수정란 입식 상황을 모니터링 하였다.

금수산 수정란 분양 3,000cc (3.14.)



부림수산 수정란 분양 3,000cc (3.14.)



금홍수산 수정란 분양 3,000cc (3.14.)



대양수산 수정란 분양 3,000cc (3.15.)



그림 4. 영광군 종자생산 시범어가 수정란 분양

참조기 수정란 발달은 22℃에서 5시간 동안 세포분열을 통해 상실기에 이르고 20시간에 배체가 형성된다. 30시간 시 척추가 형성되고 35시간부터 난각을 뚫고 나와 부화가 시작되어 50시간이 되면 완전 부화가 이루어지게 된다(그림 5.). 명 등(2004년)에 의하면 17.5-19.8℃ 범위에서는 43시간이 걸리는 반면, 22℃에서는 35시간부터 부화되어 수온에 따른 부화속도에 차이가 확연히 나타났다.

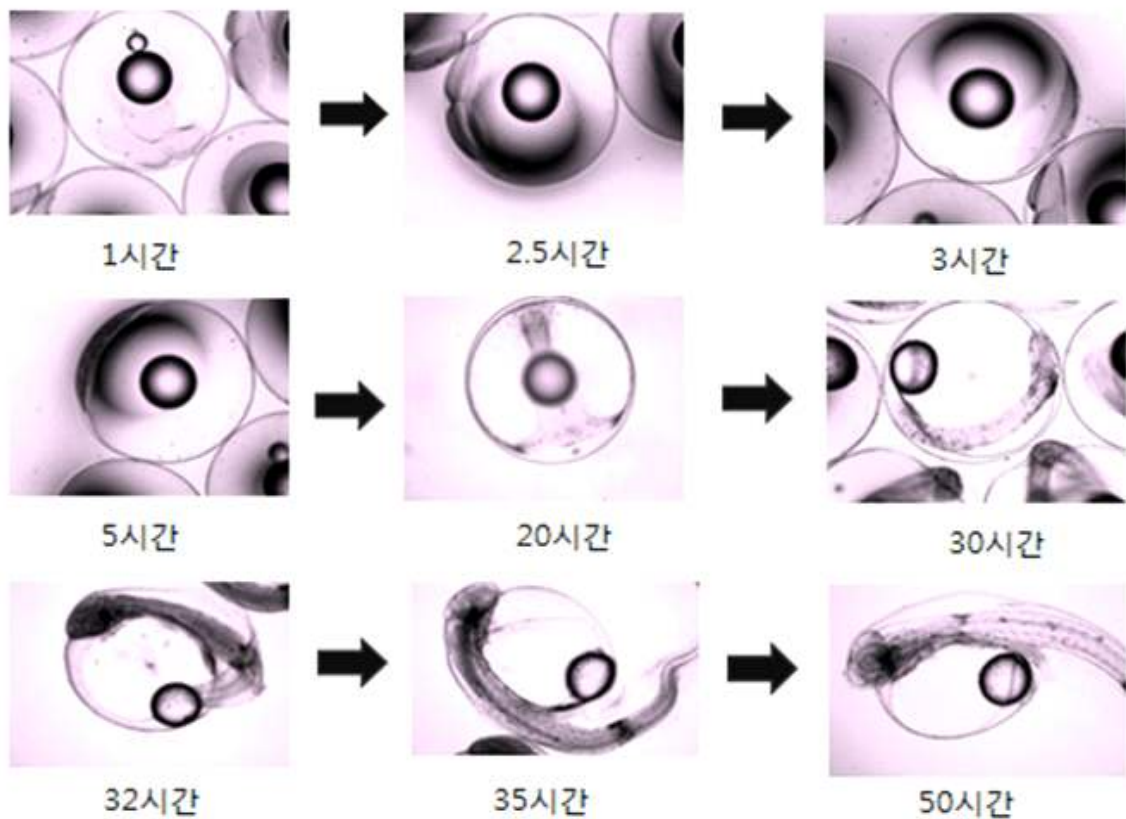


그림 5. 참조기 수정란 발달 과정

2) 참조기 종자생산 시범어가 기술지도

수정란 분양 후 시범어가 현장점검을 통해 부화 상태를 확인하였으며 4개소 중 1개소(금홍수산)는 수정란 관리 소홀로 부화가 이루어지지 않았고 3개소에서는 100만마리 이상 부화가 정상적으로 이루어졌다.

표 5. 참조기 종자생산 시범어가 부화 현황

업체명	입식수조	입식현황	부화상태	현장사진
금수산	8m 원형 높이 1m (약 50톤)	4개 수조	추정 부화 100만 마리 내·외 (5마리/ 1ℓ)	
부림수산	9m 사각, 높이 1m (약 50톤)	2개 수조	추정 부화 100만 마리 내·외 (10마리/ 1ℓ)	
대양수산	7.5m 원형, 높이 1m (약 44톤)	2개 수조	추정 부화 100만 마리 내·외 (10마리/ 1ℓ)	
금홍수산	8m 원형, 높이 1m		수정란 관리 소홀로 부화 실패	

종자생산 시범어가(3개소)는 지속적으로 모니터링 현장점검 및 기술지도를 통해 종자 건강, 영양, 수질관리 등을 확인하였고 별다른 감모 없이 성공적으로 생산이 이루어졌다.

최종적으로 영광 관내 참조기 종자생산 시범어가 3개소 운영을 통해 총 132만마리의 종자를 생산하였다.

표 6. 참조기 종자생산 시범어가 현장 점검표

업체 명	입식 수조	입식 현황	점검사항 (4/10)	현장사진
금 수 산	8m 원형 높이 1m (약 50톤)	4개 수조 (3/14)	· 종자상태 : 양호, 크기1.5~2cm - 성장이 가장 빠르고 상태 양호 · 먹이공급 : 알테미아(약간). 초기사료 공급 · 추정 마릿수 : 50만 마리 내외 · 수질 : 바닥 사이편 작업하여 깨끗함	
부림 수산	9m 사각, 높이 1m (약 80톤)	2개 수조 (3/14)	· 종자상태 : 양호, 크기1.5~2cm - 성장 및 상태 양호 · 먹이공급 : 알테미아, 초기사료 공급 · 추정 마릿수 : 70만 마리 내외 2탱크→ 3탱크 분조 · 수질 : 바닥 사이편 작업하여 깨끗함	
대양 수산	7.5m 원형, 높이 1m (약 44톤)	2개 수조 (3/15)	· 종자상태 : 양호, 크기1~1.5cm - 2개 수조에 밀식으로 성장 이 늦고 일부개체 활력상태 저하 · 먹이공급 : 알테미아. 초기사료 공급 · 추정 마릿수 : 50만 마리 내외 · 수질 : 바닥 사이편 작업하여 깨끗함	

4) 참조기 종자 분양

참조기 종자 분양은 【참조기 종자 분양 협의회】 개최하여 사전에 참조기 양성어가, 분양시기, 분양 수량 등을 선정하였다. 협의회를 걸쳐 관내 7개소에 희망 종자량, 수면적, 현장 확인 조사 등을 통해 종자 분양량을 결정하였다(그림 6.).



영광군 사업추진 계획 설명



영광지원 종자분양시 협조사항 전달



종합토론



종자 분양 순서 정하기

그림 6. 참조기 종자 분양 협의회 개최(2019. 5. 7.)

(1) 금수산 종자분양

영광군 위탁사업 계획에 따라 관내 양성어가에 순차적으로 분양되었다. 첫 양성시범어가인 백수 하사리 축제식 양식장(분등수산)으로 종자입식이 이루어졌으며, 2일(5월 10~11일)에 걸쳐 총 344,000마리가 입식되었다. 종자 건강도는 매우 활발하였고 마리

당 평균 1g 내외였다. 분등수산 축제식 양식장 3호지(80×150m)에 약 12만마리씩 각각 입식되었다. 종자분양시 폐사개체는 약 5% 미만으로 소량 확인되었다.

(2) 부림수산 종자 분양

부림수산에서는 해상가두리 1개소(함평천지영어조합법인)와 1차 분양소인 분등수산의 잔여분(28천마리), 육상수조 2개소(대신수산, 덕천수산)에 입식하였다. 종자상태는 대소차가 많이 났으며 평균 0.5g, 4cm이었다. 양성어가에서 작은 크기의 종자를 선호(운반시 폐사가 적고, 사료붙임 유리) 하였지만 종자포획시 후릿그물에 의한 비닐탈락의 문제가 야기되었다. 해상가두리는 24만마리 종자를 4.5톤 활어차 6대에 나누어 운반하였고 향화도향 철부선에 상차 후 가두리로 이동하여 6조(7×14m)에 입식하였다. 종자입식시 약 20%(5만마리 예상)의 폐사가 발생하였으며, 이는 유영능력이 떨어지는 종자가 입식시 가두리 그물에 휩쓸려 종자 비닐이 탈락하는 현상이 발생하였다. 참조기 종자 포획시 후릿그물 내 과도한 양의 포획방지(활어차 1차 분량 포획)와 종자크기(5cm 이상)에 대한 문제점이 지적되었다. 분등수산은 잔여분 28,000마리를 4.5톤 활어차 1대에 상차시켜 축제식 양식장 3번호지에 입식하였다. 대신수산은 총 172,000마리의 종자를 입식하였고 인근에 위치하여 바케스를 이용해 직접 운반하여 육상수조 2개 수조(9×9m)에 약 86,000마리씩 나누어 입식하였고 5% 이내의 소량 폐사가 발생하였다. 덕천수산은 총 60,000마리의 종자를 입식하였으며 육상수조(6×3m) 2개에 30,000마리씩 입식하였다. 부림수산은 참조기 종자 총 500,000마리가 생산 및 분양되었다.

(3) 대양수산 종자 분양

대양수산에서는 육상양식장 2개소(아세아물산, 대양수산)와 축제식 양식장 1개소에 참조기 종자를 분양하였다. 종자상태는 대소차가 많이 났으며 평균 0.6g, 4~5cm이었다. 종자 포획시 어가에서 이용하는 후릿그물에 의한 종자 비닐탈락 및 폐사체 발생의 문제해결을 위해 우리지원에서 사용하는 후릿그물틀을 이용하였고, 거의 감모 없이 종자가 분양되었다. 아세아물산은 4.5톤 활어차 2대와 1톤 활어차를 활용하여 종자 120,000마리를 운반하였고, 콘크리트 수조(4×7m) 10조에 입식하였다. 대양수산은 224,000마리 종자를 검수를 통해 자체 수용하여 양성하기로 계획되었으며 원형 PP수조(7.5m) 2개에 60,000마리씩 입식하였다. 축제식 양식장(블루오션)에는 참조기 종자 132,000마리가 입식되었으며 1개 호지(50×70m)에 전량 입식되었다. 대양수산은 참조기 종자 총 416,000마리가 생산 및 분양되었다.

금수산 종자 분양(344,000마리)



부림수산 종자분양(500,000마리)



대양수산 종자분양(416,000마리)



그림 7. 영광군 종자생산 시범어가 종자 분양(132만마리)

5) 참조기 양성어가 기술지도

참조기 양성어가는 영광군에서 안정적인 굴비원료를 직접 생산하여 공급하고 자 관내어가를 중심으로 참조기양식 가능성을 확인하고자 실시하였다. 2019년 관

내 참조기 종자생산어가에서 생산한 132만마리가 양성어가 7개소에 분양되었고 우리지원에서는 지속적인 모니터링과 기술지도를 통해 첫 도전하는 관내 양성어가에서 참조기양식이 정착될 수 있도록 노력하였다.

2019년도 관내 참조기 양성 시범어가 운영 결과는 12월 현재까지 총 7어가 중 3어가 출하하여 2020년 4월경 양식 참조기만 별도로 수협 위판이 이루어질 예정이다. 성장률이 낮은 2어가는 월동관리를 통해 내년까지 양성하여 상품사이즈로 성장시킬 계획이며, 2어가는 입식초기에 관리소홀로 인해 시범어가 운영이 어렵게 되었다. 그다지 큰 성과는 아니지만 올해 영광 관내에서 양식 참조기 첫 출하가 이루어졌고 관리방법 개선과 사육기술 향상이 이루어진다면 더 많은 양식산 참조기가 굴비원료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

표 7. 참조기 양성 시범어가 운영 현황

구분	양식 형태	업체명	종자 입식량 (만마리)	생산량 (만마리)	특이사항
양성 생산 (7어가)	육상 수조식	대신	17	8	· 출하완료, 68g
		대양	22	6	· 50g, 월동 예정
		아세아물산	12	-	· 관리소홀로 전량폐사
		덕천	6	4	· 60g, 월동 예정
	축제식	블루오션	13	-	· 초기 전량 폐사
		분등	37	17	· 출하완료, 72g
	가두리	함평천지	24	10	· 출하완료, 89g
합계		7어가	132만마리	45만마리	3어가 출하

(1) 아세아물산, 블루오션

아세아물산(육상수조식)과 블루오션(축제식)은 종자입식시 12,000마리와 132,000마리가 각각 안정적으로 입식되었다. 그러나 아세아물산은 1개월 양성과정 중 정전에 의한 사육수 미공급으로 인한 관리자 소홀로 전량 폐사하였으며, 블루오션은 축제식이라는 환경 여건상 입식 초기, 물 변화(수색 등)로 인해 종자가 확인되지 않아 먹이 입불임이 불가능하였고 생존율도 파악하기 어려웠다.



블루오션 축제식 양식장 물변화



아세아물산 폐사체 확인

그림 8. 블루오션, 아세아 물산 참조기 양성관리(초기 전량 감모)

(2) 분등수산

분등수산은 축제식 양식장으로 3개 호지(80×150m)에 약 12만마리씩 입식하였고 초기 분말가루(어분)를 주며 유집활동을 하여 먹이 붙임을 하였다. 먹이붙임 이후 배합사료와 생사료(곤쟁이)를 공급하였으나 관리 소홀 및 생사료에 의한 배합사료 미섭이 등으로 인해 개체간의 성장도 차이가 많이 나게 되었고 11월 출하시에도 반영된 결과가 도출되었다. 6개월 양성기간을 걸쳐 11월 27일 출하가 이루어졌고 평균크기는 72g(미상품어 제외), 생존율은 45% 내외로 약 6.1톤이 포획되었다. 저밀도(10마리/m²)와 사료공급, 관리소홀(환수 등) 등의 개선이 필요하였다.



축제식 양식장 전경도



사료 공급 먹이터



해초가 무성한 양식장

그림 9. 분등수산(축제식 양식장) 참조기 양성관리

(3) 대신수산

대신수산은 육상수조식 양식장으로 2개 수조(9×9m)에 약 86,000마리씩 각각 입식하였고, 자동사료공급기를 통해 사료량을 조절하였고 1일 1회 슬러지 제거 및 대량 환수를 통해 안정적으로 관리하였다. 고수온기(34℃) 일 때 일부 감모(약 1만 마리)가 나타나 바로 지하해수를 공급하여 30℃ 이하로 유지 관리하였으며 9월 이후 사육밀도에 맞추어 총 4개 수조에(9×9m) 분조하였으며, 11월 수온하락에 따라 사료공급이 원활하지 않자 출하를 하게 되었다. 출하시 평균크기는 69g(미상품 제외), 생존율은 48% 내외로 약 3.8톤이 포획되었다. 기존 넙치 사육수조를 그대로 활용하여 수조 높이(0.5M)가 낮았고 인근 도로공사로 인한 발파작업으로 사료 미섭이가 장기화되는 등의 문제점이 나타났다. 저성장에 따른 월동사육(히트펌프, 지하해수 사용)이 필요하였으나 업체의 사정(주품목인 넙치사육)으로 인해 더 이상 시범연구가 불가능하게 되었다.



모니터링 및 기술지도



참조기 성장도 조사



양식 참조기 출하



6개월 양성한 참조기

그림 10. 대신수산(육상수조식 양식장) 참조기 양성관리

(4) 대양수산

대양수산은 육상수조식 양식장으로 6개 원형PP 수조(7.5m)에 약 40,000마리씩 각각 입식하였고, 자동사료공급기를 통해 일 3회 배합사료를 공급하였다. 9월중 저수지의 잦은 물 변화와 수조갈이 미흡(인력 부족)으로 인한 질병(백점병, 비브리오)이 빈번히 발생하였으며, 주업무인 넙치 종자생산 기간과 겹쳐 양식장내 인력 운용에 어려움이 있어 참조기 양성관리에 문제로 나타났다. 2019년 12월말 현재, 약 6만마리로 생존율 27% 내외이고 평균 크기는 약 50g 내외이다. 낮은 성장률에 따른 월동사육중이며 가온사육(히트펌프, 지하해수 이용)을 하고 있다.



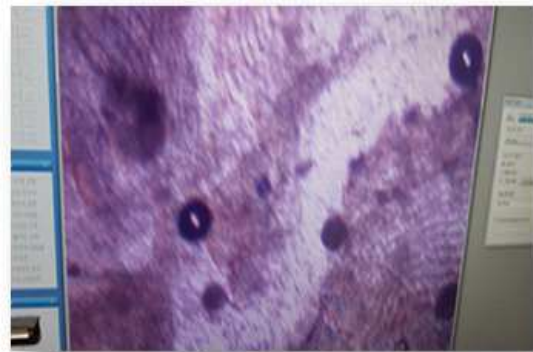
모니터링 및 기술지도



참조기 성장도 조사



참조기 질병수조 모니터링



현미경 검경을 통한 질병 조사(백점충)

그림 11. 대양수산(육상수조식 양식장) 참조기 양성관리

(5) 함평천지조합법인

함평천지조합법인은 함평만에 위치한 해상가두리 양식장으로 2017년부터 영광군의 지원을 받아 참조기양식 시범어가로 지정되어 운영되고 있으며 2017년에는 10만마리를 입식하여 5개월 양성에 평균 90g 참조기 43천마리를 출하하였고, 2018년도에는 20만마리를 입식하여 6개월 양성후 평균 100g 참조기 23천마리를 출하하였다(3번의 태풍으로 인해 가두리 손실로 인해 생존율 저하). 올해는 24만마리를 지원받아 해상가두리 4조 (7×14m)에 6만마리씩 입식하였다. 입식초기에 종자가 4cm내외의 작은 사이즈로 유속을 이기지 못해 그물에 부딪혀 약 7만마리의 입식 폐사가 발생하였다. 11월 수온하락에 따라 사료섭이가 떨어져 출하를 하게 되었다. 출하시 평균크기는 공급이 원활하지 않자 출하를 하게 되었다. 출하시 평균크기는 89g(미상품어 제외), 생존율은 41% 내외로 약 6.1톤이 포획되었다. 입식시 작은 종자를 넣어 초기 감모가 많았고 양성과정 중 잦은 태풍이나 강한 해풍의 영향으로 생존율의 감소 요인이 문제점으로 나타났다.



모니터링 및 기술지도



사육 현장 환경 검사



성장도 조사



참조기 출하

그림 12. 함평천지조합법인(해상가두리 양식장) 참조기 양성관리

(6) 덕천수산

덕천수산은 여수시 돌산읍에 위치한 육상수조식 양식장으로 굴비를 가공하는 업체에서 양식장 수조 일부를 임대하여 운영하였다. 사육수조는 2개 콘크리트수조 (3×6m)로 약 30,000마리씩 각각 입식하였고, 일 3~4회 배합사료를 공급하였다. 사육장 환경이 열악하여 양성관리에 어려움이 있었으며, 특히 질병예방을 위한 수조 갈이가 필요하였으나 운용할 수 있는 수조가 부족하여 3 ~ 4개월 동안 같은 수조에서 양성을 할 수밖에 없는 상황이었다. 그로인해 10월중 질병(비브리오)이 발생하였으며 그 후 수조갈이 및 질병치료를 통해 정상화 되었다. 2019년 12월말 현재, 약 3만마리로 생존율 50% 내외이고 평균 크기는 약 60g 내외이다. 성장률이 낮아 월동사육중이며 이듬해 7월 이후 출하 계획이다.



모니터링 및 기술지도



사육 현장 환경 검사

그림 13. 덕천수산(육상수조식 양식장) 참조기 양성관리

5) 시범어가 운영상 문제점 분석

영광 관내 참조기 종자생산 시범어가는 2017년부터 기술지도 및 기술향상을 통해 종자생산 기술 안정화와 함께 기술보급이 완료되었다. 그러나 참조기 종자 채포방법 및 권장 종자 크기의 불일치 등으로 초기 입식 폐사의 원인이 되었다. 채포방법은 영광지원에서 이용하는 채포망을 활용한 결과 비닐탈락 개체 감소 및 생존율 향상으로 크게 개선되었지만 앞으로 종자 분양에 있어서는 5cm 이상의 종자 사용하여야 하며, 좀 더 나아가 선별을 통해 열성어를 미리 제거하고 우량종자만 분양 될 수 있게 개선하여 양성기간에도 미상품어(50g이하)가 최소화 되도록 노력해나가야 할 것이다. 종자분양시 추가분 20% 설정으로 운반시 감모율 보전, 소량의 물 무게 감안 등을 완화시키는 계기가 되었으나 종자 운반시 이용되는 활어차 비용에 대한 문제점이 제기되었다. 무상분양시 활어차비는 양성어가에서 부담되었으나 자부담(10%)이 포함되었을 때는 관례적으로 종자생산어가에서 양성어가 입식 시까지 모든 책임이 있고 그에 따른 폐사 보상과 활어차를 종자생산에서 부담을 하게 되어 있다. 이에 따른 업체 간의 협의를 통해 개선할 필요가 있다가 판단되어진다. 또한 올해 종자단가는 400원으로 고정되었고, 협의회를 통해 양성어가들 간의 추천을 통해 종자생산어를 선정하였지만 자율경쟁에 맞추어 양성 시범어가가 원하는 종자를 원하는 종자생산어가에서 선택하여 경쟁에 맞게 가격을 선정하여 분양 받아야 될 것으로 판단된다. 또한 양성어가 시범어가의 자부담을 높여 참조기 양성관리의 최선을 다할 수 있도록 독려하고 상품생산시 안정한 판매망이 확보될 수 있도록 영광군에서는 판로 확보해 나아가야 할 것이다.

양성어가 시범어가에서는 자연적인 환경에 의한 감모도 발생하였으나 관리 소홀이나 인력부족으로 인해 수조환경관리와 질병 관리 대책이 미흡하였다. 또한 주 업무가 넙치와 조피볼락 양성이어서 참조기 양성관리에 소홀해지는 경향이 보였다. 이에 따라 사업의 진정성을 가지고 임하는 업체, 성공 가능한 업체 등을 선정하기 위한 꼼꼼한 사전조사가 필요하고 때에 따라 자부담을 높일 필요도 있을 것으로 판단된다.

어가의 양성기술에 따라 평균 성장도는 50 ~ 90g로 차이가 크게 나타났으며 출하는 3어가에서 이루어졌지만 평균 100g 이상의 상품사이즈를 생산하지 못했다. 우리지원에서는 누구나 상품 참조기를 당년에 생산하기 위해 수정란 보급을 기존 3월에서 1월로 앞당기는 참조기 조기(早期) 산란 기술을 개발 중에 있으며 이를 통해 기존 5~6개월이었던 양성기간을 최대 8개월까지 연장시키기 위해 노력하고 있다.

6) 참조기 친어 확보

지난 10월 4일 고흥군 정덕수산 해상가두리에서 사육중인 2년생 참조기 어미(평균 100g/마리) 5,000마리를 서해특산시험장 참조기 육상 수조에 입식하였다. 해상에서 사육되고 있는 어미를 포획해 시험장으로 이동하는 과정에서 총 10마리가 폐사가 나타났고 그 후 안정화되어 건강하게 사육관리가 이루어지고 있다.

2차로 11월 28일 참조기 축제식 시험어장에서 성장이 우수한 수조의 1년생 참조기(평균 80g내외) 1,000마리를 600L 물통에 수용하여 서해특산시험장에 입식하였다. 운송과정 중 총 7마리의 폐사가 나타났고 약육과정을 걸쳐 안정적으로 관리되고 있다.

서해특산시험장에서는 자체 보유 1,500마리, 양식어가에서 확보 5,000마리, 축제식 확보 1,000마리 등 총 7,500마리의 친어를 확보하고 있으며 이 친어를 성숙 관리하여 2020년에는 참조기 수정란 약 30,000cc 생산을 목표로 하고 있다. 또한 올해 생산한 치어 8,000마리를 지속적인 선발 관리하여 친어후보군으로 육성하여 우량 종 보전과 지속적인 참조기 양식 산업 정착에 밑거름을 만들어 나갈 예정이다.



해상가두리 친어 5,000마리 확보



축제식 시범연구 친어 1,000마리 확보

그림 14. 참조기 친어 확보

7) 부세 종자방류

법성포 단오제 기념 종자방류행사는 2019. 6. 9(일). 영광군 법성포항에서 개최되었으며 영광군수, 영광군의장, 영광수협조합장 등 100여명의 인사가 참석하여 성공적으로 방류행사를 마쳤으며, 본 방류는 철부선에 활어차를 상차시켜 영광군 외 해인 송이도 인근 해역으로 이동하여 방류하였다.



부세 종자 철부선 상차



송이도 해역, 부세종자 10만마리 방류



영광 법성포, 부세 방류 시연



법성포 단오제 기념, 부세 행사 완료

그림 15. 부세 자원 회복을 위한 종자 방류 행사

◎ 참고문헌

Myoung. J.G. 2004. Embryonic Development, Larvae and Juveniles of the Small Yellow Croaker(*Larimichthys polyactis*) Reared in Aquarium. Kor. j. Fish. Soe. 37(6), 478-484

PARK, C.S, 1981. Maturity and spawning of yellow croaker, *Pseudosciana mancurica*, in the westerns of Korea. Bull. Fish. Res. Dev. Agency. Korea, 27, 93-101.

이충열, 박미혜, 1992. 한국산 민어과 어류의 분류학적 재검사. 한국어류학회지. 4(1), 29-53.

전라남도 해양수산과학원, 2013. 전남연안 주요양식품종 기술편람 기술지

전라남도 해양수산과학원, 2014. 알기 쉬운 참조기 양식 기술지 37(6), 478-484

전라남도 해양수산과학원, 2018. 경제성 있는 참조기 양성기간 단축연구 결과 보고서