

경제성 있는 참조기 양성기간 단축연구

김춘철* · 황남용 · 정병석 · 김익희 · 김지환**

전라남도 해양수산과학원 영광지원

◎ 연구배경 및 목적

우리나라 해산어 양식은 1970년대 초부터 남해안을 중심으로 방어와 참돔 양식 기술이 개발되기 시작하였고 1980년대 들어서 국립수산물과학원을 중심으로 넙치 인공종자생산기술이 개발되었다. 1990년대에는 넙치와 조피볼락의 양식을 중심으로 활발한 양식이 이루어져 전체 어류 양식량의 75%(80천톤 중 넙치 42천톤, 조피볼락 18천톤/2016년도 통계청)를 차지할 정도로 편중되어 있다.

참조기(*Larimichthys polyactis*)는 조기강(Actinopterygii), 농어목 (Perciformes), 민어과(Sciaenidae)에 속하는 어종으로 조기류로는 전 세계에 약 160종이 분포하고 있으며 우리나라에는 민어를 비롯해 참조기, 보구치, 수조기, 부세 등 12종이 서식하고 있다. 참조기는 우리나라 서·남해안과 발해만, 동중국해 등에서 찾아볼 수 있으며 해역수심 40~160m로 저질성분이 모래나 갯벌로 형성된 곳에서 주로 서식한다.

자어기에 요각류 등 소형 동물 플랑크톤을 먹으며 치어기가 되면 동물성 플랑크톤 외 어란 및 자어를 먹는다. 성어가 되면 단각류, 곤쟁이, 새우류, 소형어류, 멸치류 등을 즐겨 먹는다.

산란기는 계군에 따라 다르지만 전라북도 위도 어장의 경우 4월 중순~하순, 인천광역시 연평도 어장은 5월 초순~하순까지, 일부는 6월 중순에도 산란한다. 포란 수는 전장 30cm 전후에는 3~7만개, 35cm 전후에는 10만개, 4세 이상은 10~16만개를 산란한다고 보고되고 있다. 황해나 동중국해 경계 해역까지 발달한 양쯔강 하구 대양자 사퇴의 수심 30m의 모래밭에서 월동하여 3월 수온의 상승하면 황해로 이동하여 다시 북상하기 시작한다.

성격이 급하여 물 밖으로 나오면 부레가 터지거나 비늘이 탈락하여 급사하기 때문에 양식이 불가능한 어종으로 알려져 왔으나, 영광군 칠산도 어장에서 개막이 그물을 이용해 친어확보가 가능해지면서 2000년대 중반부터 양식기술개발 연구가 진행되고 있다.

참조기는 중국의 불법어업에 따른 남획 및 이상기후 등으로 자원 고갈이 심화되면서 어업생산량이 2011년 이후 지속적인 감소세에 있다. 2018년에는 2017년 대비 20% 어획량이 늘었으나, 평년 35천톤에는 미치지 못한 실정이다(표 1).

표 1. 참조기 국내 생산 현황

(단위 : 톤, 백만원)

년도	생산량		생산금액		단가(kg/원)		비고
	전국	전남	전국	전남	전국	전남	
2018	23,282	13,714	215,106	119,190	9,239	8,691	전국 59% 점유
2017	19,468	11,189	197,302	106,297	10,135	9,500	전국 57% 점유
2016	19,310	10,985	179,947	89,000	9,319	8,102	전국 57% 점유
2015	33,326	20,115	258,308	131,509	7,751	6,538	전국 60% 점유
2014	27,638	15,757	168,048	86,581	6,080	5,495	전국 57% 점유
2013	35,280	20,570	209,233	114,561	5,931	5,568	전국 58% 점유
2012	36,840	22,440	188,840	109,758	5.126	4.891	전국 61% 점유

자료출처 : 수산정보포탈

그리고 수입량의 대부분(약 99% 이상)은 중국산 점유하고 있으나, 중국 또한 어획량 감소와 자체 소비량 증가(년 30만톤)로 국내 수입량 감소되고 있다(표 2).

표 2. 참조기 수입 동향

(단위 : 톤, 천\$)

년도	수입량	수입금액	관세율
2018	7,332	38,702	냉동 10% 염장 20%
2017	6,605	35,489	
2016	11,782	56,856	
2015	12,776	59,427	
2014	16,566	76,266	
2013	15,307	63,503	
2012	19,159	84,132	

자료출처 : 국립수산물품질관리원

이에 우리 지원에서는 2014년부터 본격적인 시험어가를 육성을 위하여 모니터링을 통하여 지속적으로 양식기술보급을 실시하여, 단기간(5~6개월) 상품 크기(100g 이상)까지 대량생산이 가능하도록 힘쓰고 있다.

따라서 굴비 원료의 국산화로 침체된 굴비산업 활성화와 기존 양식 대체 품종 개발 일환으로 참조기 양성기간 단축 연구와 함께 함평군 어업인 간담회('19. 4. 19.) 결과 과잉 생산으로 폐기되고 있는 양과의 다각적 활용 방안 요청으로 양과 추출물을 활용한 배합사료 첨가에 대한 효과 검증 실험 추진하였다.

◎ 재료 및 방법

1. 종자 생산

가. 어미 관리

자연보다 2개월 일찍 수정란 확보를 위하여 2018년 11월 20일부터 2019년 2월 28일까지 광주기, 수온, 영양공급을 통하여 체계적으로 사육 관리를 실시하였다.

광주기는 전등의 점·소등을 통하여 12월부터 이듬해 2월까지 장일처리 하였으며, 수온을 12℃에서 18℃까지 순차적으로 상승시켰다. 또한 영양관리를 위하여 10월부터 생새우, 배합사료를 혼합하여 어체 중의 1~3% 기준으로 1~2회/일 공급하였으며, 12월부터는 추가로 생새우, 굴을 급여 하였다 (표 3, 표 4).

표 3. 참조기 어미 광주기 조절

시 기 \ 광주기	점 등	소 등	명 암 (L:D)
‘18. 11	7:30	18:00	10:30 : 13:30
12	6:30	19:00	12:30 : 11:30
‘19. 1	6:30	20:30	14:00 : 10:00
2	6:30	21:00	14:30 : 09:30

표 4. 참조기 어미 수온 조절

시 기	수온 조절	비 고
‘18. 11	12 ~ 13℃ 유지	보일러 가동
12	13 ~ 14℃ 유지	
‘19. 01	14 ~ 15℃ 유지	
02	15 → 18℃로 순차적 상승	

나. 산란 유도

GSI(Gonadosomatic index, 성 성숙도 지수) 조사를 통하여 1월부터 복부가 서서히 팽창하여 2월 16일부터 3월 5일까지 성숙지수의 변화를 지속적으로 관찰하였다(그림 1).



그림 1. 참조기 어미 GSI 조사.

2. 수정란 분양

수정란 분양은 관내 어가를 대상으로 “참조기 수정란 분양 협의회”를 2019년 2월 12일에 개최하여 분양시기, 분양 수량 등을 공지하였으며, 협의회를 통해 업체 선정을 하였다. 영광군 관내 종자생산 어가 7개소에서 참여하였고 희망어가에 한해서 수정란 분양신청서를 받았다(그림 2).



영광군 사업주진 계획 설명



영광지원 수정란 생산 계획 설명



종합토론



수정란 분양신청서 작성

그림 2. 수정란 분양 협의회 개최.

분양 전 희망어가 현장점검을 통해 종자생산 수조 확보 및 준비사항 등을 점검하였고 최종적으로 7어가 중 4어를 시범어가로 선정하였다.

3. 종자생산 및 양성어가 어가 기술지도

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

그리고 종자를 분양 받은 양성 어가 7개소를 상품 출하까지 월 1회 이상 양식 현장에 직접 방문 또는 전화를 통하여 지속적으로 현장 모니터링 및 기술 지도를 하였다.

4. 친어확보

참조기 열성화 방지 및 종 다양성 확보를 위하여 자연산과 양식산 어미 확보하여 현장에서 순치과정을 거친 후 어미로 활용하였다.

자연산 어미는 자연산은 11월 1일부터 11월 30일까지 한달간 10회에 걸쳐 영광군 백수읍 해안지선 내 설치된 개막이 어장에서(그림 3) 포획 후 1톤 PE 물탱크에 입식하여 서해특산시험장 현장으로 운송하였고, 양식산 어미는 참조기 양식어가와 축제식 시험어장에서 각각 10월 4일, 11월 29일에 선별하여 친어로 확보하였다.



그림 3. 개막이 어장 설치 위치.

◎ 결과 및 고찰

1. 종자 생산

GSI가 11~12일 때 어체 복강에 황체호르몬(LHRH)을 0.1mg/kg/fish로 주사하면 가장 효율적인 난 채집을 할 수 있으며, 10이하일 때는 미숙되어 산란량이 적고, 14이상일 때는 과숙되어 사란이 많이 나타나므로 GSI의 변화에 각별히 유의하였다.

조사를 시작한 2월 16일에 GSI가 6에서 시작하여 3월 5일에 일부 개체가 11이상이 넘어는 것을 관찰할 수 있었다(그림 4).

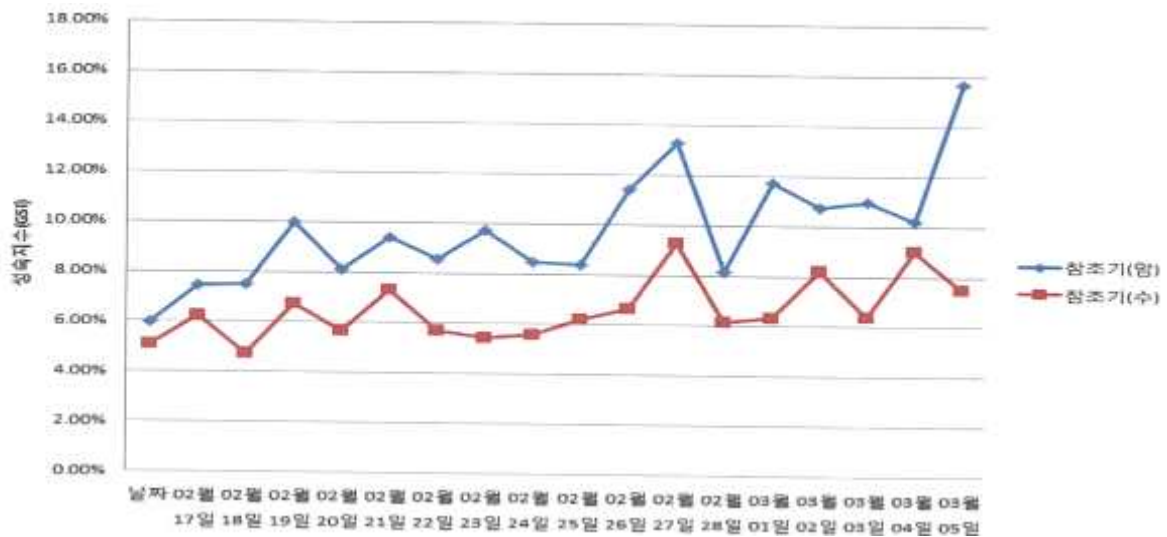


그림 4. 친어 성숙도 조사.

황체형성호르몬 주사는 2019년 3월 13일에 어미 12,000마리 중 성숙한 11,425마리(우 5,634, ♂ 5,791, 평균 125g)를 선별하여 어체 복강에 하였다. 주사 후 콘크리트 원형 3개 수조(Ø6m×2m)에 넣어 20℃까지 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.

수정란 생산 과정은 호르몬 주사 후 48시간부터 산란을 하여 소형 수조에 수용 후 세란 등을 거쳐 사란을 제거하였다(그림 5). 그 결과 산란 유도를 통해 수정란 117,670cc를 생산하였고, 54%인 63,280cc는 부상하였고, 사란 제거 후 다시 세란 검경을 통해 최종 육성한 40,000cc의 수정란을 확보하였다(표 6).



그림 5. 참조기 수정란 생산 과정.

표 6. 참조기 수정란 생산 현황

(단위 : cc)

	산란량	수정란량	사란량	육성 수정란량
생산량	117,670	63,280	54,390	40,000
생산율	100%	54%	46%	34%

2. 수정란 분양

생산된 우량 수정란 중 12,000cc를 영광군 관내 종자생산 시범어가 4개소를 대상으로 3월 14일부터 15일까지 2일에 걸쳐 1개소 당 3,000cc씩 분양하였고 현장에 직접 방문하여 수정란 입식 상황을 모니터링 하였다(그림 6).

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 6. 참조기 수정란 분양.

3. 종자생산 및 양성어가 기술지도

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

종자생산 시범어가는 지속적으로 모니터링 현장점검 및 기술지도를 통해 종자 건강, 영양, 수질관리 등을 확인하였고 별다른 감모 없이 성공적으로 생산이 이루어져 총 132만마리의 종자를 생산하였다.

종자생산어가에서 생산한 132만마리가 양성어가 7개소에 분양되었고 지속적인 모니터링과 기술지도를 통해 참조기양식이 정착될 수 있도록 노력하였다(표 7).

표 7. 양성 시범어가 모니터링 결과

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

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 계획에 있으며, 2어가는 입식초기에 관리소홀로 인해 전량 폐사하였다.

그러나 양식을 통한 첫 출하가 이루어졌고 관리방법 개선과 사육기술 향상이 이루어진다면 더 많은 양식산 참조기가 굴비원료로 활용될 것으로 판단된다.

4. 친어 확보

친어는 총 6,025마리를 확보하였고, 그 중 자연산은 100마리를 확보하였으나 25마리가 생존하여 친어로 사육 관리 중이며, 양식산은 해상가두리에서 사육중인 2년생 5,000마리를 구입하였고, 축제식 시험어장에서 1년생 1,000마리를 선별, 서해 특산시험장에 입식하였다(그림 7).



그림 7. 자연산, 양식산 친어 확보.

이로서 자체 보유한 1,500마리와 양식어가 5,000마리, 축제식 1,000마리, 자연산 25마리 등 총 7,525마리의 친어를 확보하였으며, 올해 생산한 치어 8,000마리를 선발, 친어 후보군으로 육성해 나갈 예정이다.

◎ 참고문헌

강덕영, 조기채, 이진호, 강희웅, 김효찬, 김규희, 2006. 자연산 암컷 참조기 *Larimichthys poluactis*의 생식년 주기. 한국양식학회지

강희웅, 심길보, 조영제, 강덕영, 조기채, 김종화, 박광재, 2010. 자연산과 양식산 참조기의 식품학적 품질 평가. 한국수산과학회지

이충열, 박미혜, 1992. 한국산 민어과 어류의 분류학적 재검사. 한국어류학회지

전라남도 해양수산과학원, 2013. 전남연안 주요양식품종 기술편람 기술지

전라남도 해양수산과학원, 2014. 알기 쉬운 참조기 양식 기술지

김영규, 2005. 연근해 주요 어업자원의 생태와 어장. 국립수산과학원

명정구, 김용익, 박용주, 김병기, 김종만, 허영택, 2004. 실내수조에서 사육한 참조기 배발생 치어의 형태. 한국양식학회지

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