

639.542
3-7

GOVP1200520842
01088310

정 기간 행 물 등 록 번 호
11-1520000-000795-01

수산기술지 16호

꽃 게 양 식



해양수산부
MINISTRY OF MARITIME AFFAIRS & FISHERIES

머리말

최근 국민소득의 향상과 더불어 꽃게 등의 갑각류에 대한 수요가 점차 증가하고 있으나 이에 상응하는 안정적인 공급이 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 또한 서해 북방한계수역(NLL) 부근에서의 꽃게 조업시 남북해상 충돌 위험성과 중국 어선들의 불법조업으로 인한 한중관계의 마찰 등 정치사회적인 문제가 지속적으로 야기되고 있어 꽃게의 안정적 공급을 위해서는 산업적인 양식생산이 가능한 기술개발이 시급히 요구되고 있다.

꽃게의 종묘생산 기술개발은 1990년 국립수산과학원에서 처음으로 성공한 이래 국립수산과학원과 지자체를 중심으로 해마다 많은 양의 종묘를 연안에 방류함으로써 연안어장의 꽃게 자원량 회복에 크게 기여해왔다. 그러나 우리나라에서의 꽃게양식 기술개발은 비교적 늦게 시작된 편이다. 꽃게양식은 일부 민간 양식업자들에 의해서 몇년전부터 시도되어 왔지만 낮은 생존율과 당년 상품크기 수확의 어려움 등으로 산업화로 연결되지 못하였다.

국립수산과학원에서는 꽃게양식 산업화 기술개발을 위하여 2004년부터 본격적으로 꽃게의 조기산 인공종묘생산 및 축제식 양식기술 개발에 착수하여 꽃게양식의 가능성과 경제성을 확인하였으며 이에 따라서 민간 양식어업인들의 꽃게양식에 대한 관심이 높아지게 되었다. 그러나 꽃게양식은 기술이나 경험 면에서 아직 초보단계이며 생존율 향상, 조기종묘의 대량생산, 질병진단 및 대책, 배합사료 개발 등 앞으로 많은 부분이 연구되어야 할 것이다.

아직 꽃게양식의 기술과 정보가 충분히 축적되지 않았지만, 그동안의 연구결과를 바탕으로 꽃게양식을 처음 시작하는 양식어업인들에게 조금이나마 도움이 될 수 있기를 바라며 본 기술지를 발간하였다.

목 차

제 1 장 꽃게의 생물학적 특성.....	3
제 2 장 종묘생산.....	15
제 3 장 양성.....	57
제 4 장 수질관리.....	95
제 5 장 질병과 대책.....	121
제 6 장 영양과 사료.....	147
제 7 장 중국의 꽃게양식 사례.....	159
부록	
1. 양식장에서 발견되는 동식물플랑크톤.....	176
2. 현미경 사용법.....	180
3. 동식물플랑크톤 계수법.....	185
4. 꽃게양식장의 사육관리일지.....	188
참고문헌.....	189

제 1 장 꽃게의 생물학적 특성

<순서>

가. 꽃게의 분류와 형태적 특성

1. 분류학적 위치
2. 형태적 특징

나. 생태생리적 특성

1. 꽃게의 분포와 생활사
2. 회유
3. 성숙과 산란기
4. 생식

다. 꽃게의 어획량 변화와 수입동향

라. 꽃게양식 기술개발 현황과 전망



그림 1-1. 꽃게 (*Portunus trituberculatus*)

가. 꽃게의 분류와 형태적 특성

1. 분류학적 위치

꽃게는 절지동물문, 갑각강, 십각목, 꽃게과에 속하는 대형의 식용게이며 우리나라 연안에서 보고된 꽃게류는 16종이다. 이중 양식 대상종은 꽃게, 민꽃게, 톱날꽃게 등이다. 민꽃게는 종묘생산기술만 개발된 상태이며 현재로서는 경제성이 그리 높지는 않지만 향후 양식 가능성이 있는 품종이다. 톱날꽃게는 최근 우리나라에서는 거의 멸종되었지만 현재 중국 남부지역에서 양식이 많이 되고 있는 품종으로 앞으로 우리나라에서도 양식이 시도될 가능성이 높은 종이다. 꽃게는 1990년 국립수산물과학원에서 대량종묘생산 기술을 개발하여 연안어장에 방류를 해왔으나 축제식 양식기술이 개발된 것은 2004년으로서 향후 양식수요가 크게 증가할 전망이다.

꽃게의 분류학적 위치는 다음과 같다.

절지동물문 phylum Arthropoda
 대악아문 subphylum Mandibulata
 갑각강 class Crustacea
 십각목 order Decapoda
 단미아목 suborder Brachyura
 꽃게과 family Portunidae
 꽃게아과 subfamily Portuninae
 꽃게속 genus *Portunus*
 꽃게 *Portunus trituberculatus*

2. 형태적 특징

- 몸체 : 머리(두부), 가슴(흉부), 배(복부)의 세부분으로 이루어지며, 머리와 가슴은 유합하여 두흉부를 이룬다.

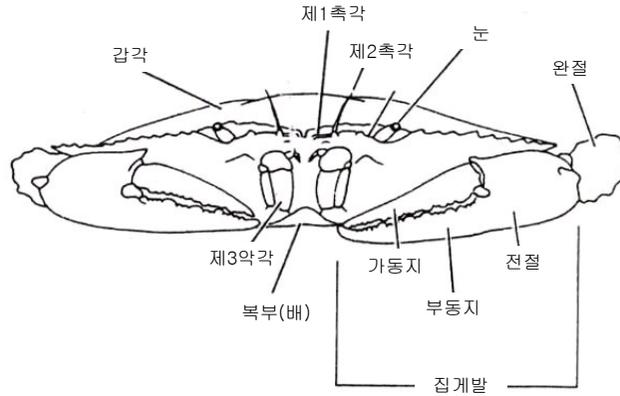


그림 1-2. 꽃게류의 전면 모식도

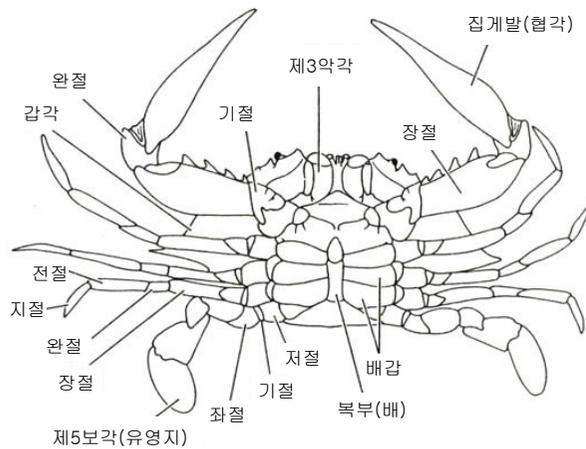


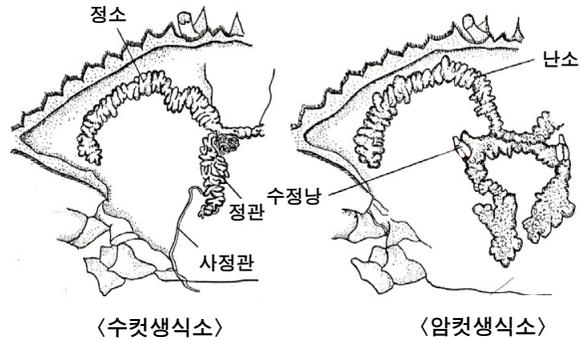
그림 1-3. 꽃게류의 복측면 모식도(Barns, 1974)

- 복부 : 7개의 체절로 이루어지며 창자 이외의 근육은 퇴화되어 평편한 형태를 이루며 말단에 항문으로 연결된다. 유생시기에는 새우처럼 복부는 후방으로 발달하지만 계기에 들어서면 복부는 완전히 굴절되어 몸체의 복측면인 배갑에 부착된다. 복부의 형태는 성에 따라 크게 달라서 암컷은 반 타원형으로 폭이 넓으며 수컷의 복부는 폭이 훨씬 좁고 뾰족한 형태를 띤다. 기본 체절은 7마디이지만 일반적으로 2~3체절은 유합되

어 있다.

- 복부 부속지 : 암컷의 복부 안쪽면에는 제 2~5 복부체절을 따라 4쌍의 복지(배다리)가 발달되어 있다. 복지에는 가느다란 털이 많이 발달되어 있어서 포란시 알을 부착하기에 적합하다. 수컷의 제 1,2 체절에만 복지가 있으며 제 1복지는 길고 단단한 교접기(copulatory organ)으로 변형되어 정포를 전달하는 기능을 수행한다.
- 두흉부 : 한 쌍의 두흉갑(갑각)으로 덮혀 있으며, 갑각의 앞 끝은 뾰족한 액각을 형성한다.
- 배갑(흉배갑) : 갑각의 밑면을 싸며 8체절로 이루어져 있다. 배갑의 경계면에는 5쌍의 다리가 부착된다.
- 집게다리(협각) : 5쌍의 다리 중 첫 번째로서 마지막 체절이 집게를 형성한다. 집게다리는 7체절로 구성되며 기부부터 저절, 기절, 좌절, 장절, 완절, 부동지, 가동지로 구성된다.
- 걷는다리(보각) : 집게다리(협각)을 제외한 나머지 4쌍의 다리는 보각으로 발달되어 있다. 모든 보각은 7마디로 구성되며 기부로부터 저절, 기절, 좌절, 장절, 완절, 전절, 지절로 이루어진다. 다른 계류와는 달리 꽃계류에서는 5번째 다리의 마지막 두 마디가 헤엄치기에 적합하도록 넓적하게 변형되어 유평지를 형성한다.
- 눈 : 눈은 복안(compound eye)로서 긴 눈자루(안병)의 말단에 부착되어 있다.
- 더듬이(antenna) : 제 1, 2 더듬이의 두 쌍으로 이루어진다. 작은더듬이는 제 1 촉각이라고도 불리며 액각의 바로 아래 쌍을 이루어 위치한다. 제 2 촉각은 보다 크고 제 1 촉각의 바깥쪽에 위치한다. 제 2 촉각에는 배설기관인 녹선(green gland)이 위치한다.

- 구기 (mouth parts) : 입에 해당하는 기관으로 큰턱(대악), 작은턱(소악)과 3쌍의 턱다리(악각)으로 구성된다.



- 생식소 : 정소와 난소는 두흉부의 앞 가장자리를 따라 위치하며 성숙함에 따라서 비대해진다. 정소의 말단은 사정관을 따라서 복부 제 1 체절에 위치한 수컷교접기로 개구한다.

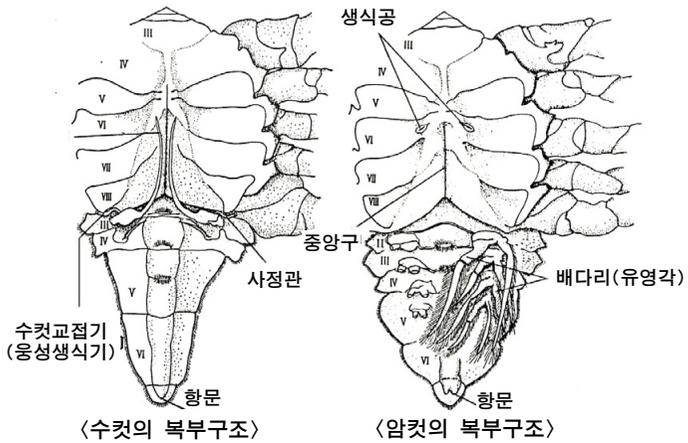


그림 1-4. 꽃게류의 생식소와 복부 구조 (Akihiko, 1971)

난소에는 수정낭이 있어서 수컷의 정포를 장기간 저장할 수 있다. 난소의 말단은 제 6 배갑체절에 위치한 한 쌍의 생식공으로 연결되어 이를 통하여 체외로 산란한다.

나. 생태생리적 특성

1. 꽃게의 분포와 생활사

꽃게는 우리나라 서해와 남해, 제주도 해역 뿐 아니라 일본과 중

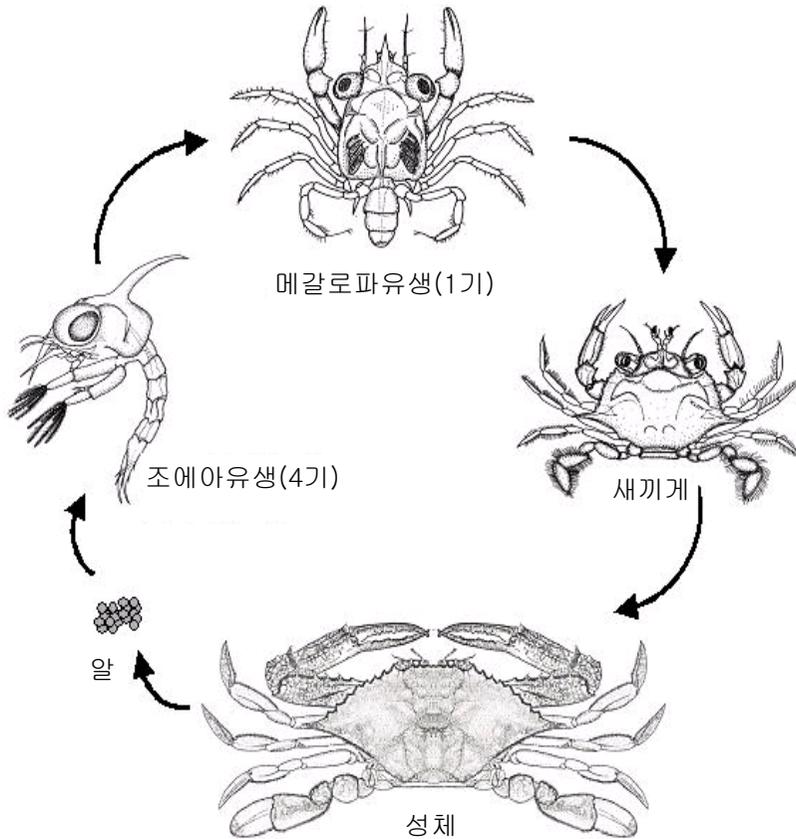


그림 1-5 . 꽃게의 생활사

국에 이르기까지 광범위하게 분포한다. 서식 수온은 4℃~30℃이며 수심 20~40m에서 주로 생활하고 어린게의 경우는 25m 이하의 수심에서 주로 서식한다. 먹이는 패류, 다모류, 어류 등을 섭식한다. 꽃게는 유영시를 제외하고는 낮에는 모래 속에 잠입하며 야간에 주로 활동을 하며 먹이를 찾는다. 평균 수명은 2년이지만 3년까지도 살 수 있는 것으로 알려져 있으며, 1kg 이상까지 성장하기도 한다. 우리나라 연안에서의 산란성기는 5~7월이며 산란된 알은 암컷의 복부에서 외포란의 상태로 일정기간의 난내 발생을 거친 후에 조에

아(zoea) 유생으로 부화한다. 조에아유생은 새우류의 노플리우스유생과는 달리 난황을 전혀 가지고 있지 않기 때문에 부화 직후부터 먹이를 섭취해야만 한다. 4기의 조에아유생을 거친 후에 조에아와 계의 중간형태인 메갈로파(megalopa) 유생으로 변태한다. 메갈로파 유생기는 1기뿐이며 곧바로 새끼계로 변태한다. 새끼계는 10회 이상을 탈피하여 성체로 발달한다(제2장 종묘생산 참고).

2. 회유

황해와 동중국해에 분포하는 꽃게자원은 2계군으로 분리되는데, 한 계군은 제주도 서남방에서 월동하다가 수온이 상승하는 3월부터 일부는 우리나라의 남서해 연안을 따라 이동하여 산란과 성장을 하며, 일부는 중국 강소성과 절강성 근해로 이동하여 산란, 성장한 후에 9월 이후 다시 제주도 서남방으로 회유하여 월동한다. 다른 한 계군은 황해의 중부해역에 분포하면서 3월 중순

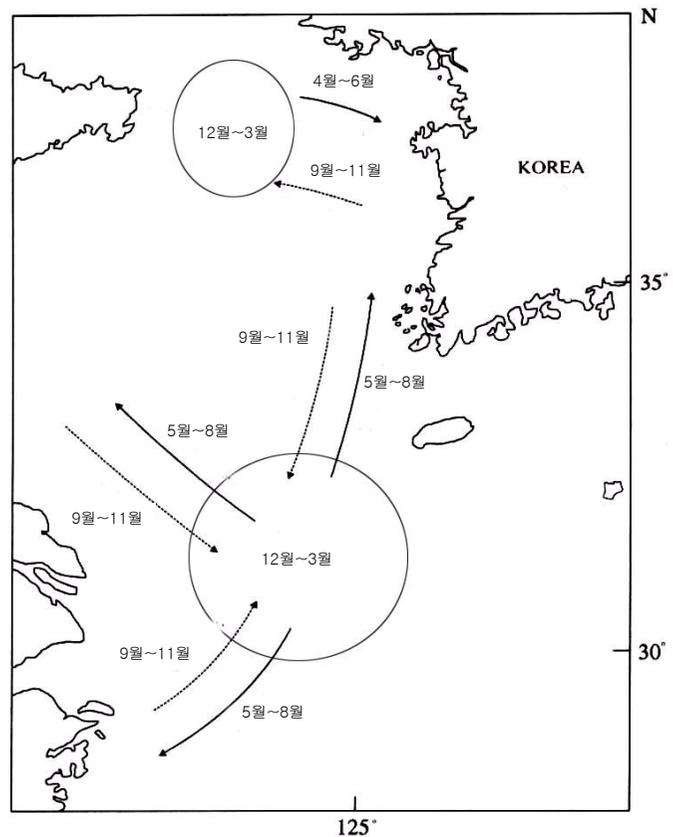


그림 1-6. 꽃게의 회유경로(연, 1997)

경 수온이 상승함에 따라서 우리나라 서해안과 중국 연안으로 이동하여 산란, 성장한 후 수온이 하강하는 9월부터 다시 황해 중부역

으로 이동하여 이듬해 봄까지 월동하는 것으로 추정된다.

3. 성숙과 산란기

우리나라 연안에서 꽃게의 산란은 3월부터 시작되어 9월까지 지속되며 산란 성기는 5-7월이다. 암컷이 처음으로 산란하는 크기, 즉 생물학적 최소형 10.9cm로서 이 크기에서는 50%가 산란에 참여한다. 갑폭 15cm 이상의 크기는 100%가 산란 가능하다. 한 산란기 내의 첫 번째 산란을 위한 암컷 생식소 내의 난수는 갑폭 8.3cm의 암컷은 21만개, 갑폭 17.2cm의 암컷은 530만개를 가지는 것으로 알려져 있다.

수컷의 경우 처음 교미에 참여하는 크기는 갑장 8cm 크기는 50%가 참여하며, 갑폭 12cm 이상에서는 100%가 교미에 참여하는 것으로 알려져 있다.

4. 생식

자연상태에서 교미는 6월부터 시작되어 11월까지 일어나며 교미 성기는 9~10월로 알려져 있다. 그러나 양식꽃게의 경우는 암컷이 마지막 탈피를 하는 8월말에서 9월초부터 교미가 시작되기 때문에 교미가 시작되기 이전에 수컷부터 선별하여 1차 수확을 하고 그 이후 암컷만을 살찌우기를 한 후 2차 수확을 하기도 한다.

양식장에서 교미의 시기를 예측하는 일은 중요하다. 암컷은 연중 최종 탈피한 후에 교미를 하고 더 이상 탈피를 하지 않기 때문에 이 시기 이후부터는 크기 성장보다는 살찌우기(체중성장) 단계로 들어가야 한다. 암컷의 최종 탈피는 복부(배딱지)의 형태로 판단한다. 최종탈피를 마친 암컷의 복부 6번째 마디는 이전보다 폭이 훨씬 넓어지기 때문에 전체적인 복부의 형태는 삼각형에서 반타원형 모양으로 둥그스름한 형태로 변하게 된다. 교미 후 암컷은 저정낭 내에 수컷의 정포를 보유하고 있다가 이듬해 산란시에 정포를 방출

하여 수정시킨다. 자연상태에서 일반적인 성비는 암수 1:1로 알려져 있다.

다. 꽃게의 어획량 변화와 수입동향

꽃게의 어획량은 1970년 2,700톤에서 해마다 증가하여 1988년 32,000톤을 정점으로 한 후 지속적으로 감소되어 2003년에는 10,000여톤으로 크게 감소되었다. 꽃게자원이 이렇게 해마다 감소하는 이유는 연안어장의 환경 악화로 인한 번식장과 성육장의 파괴, 무분별한 남획 뿐 아니라 최근 중국 어선들의 불법 조업 등에 원인이 있는 것으로 알려져 있다.

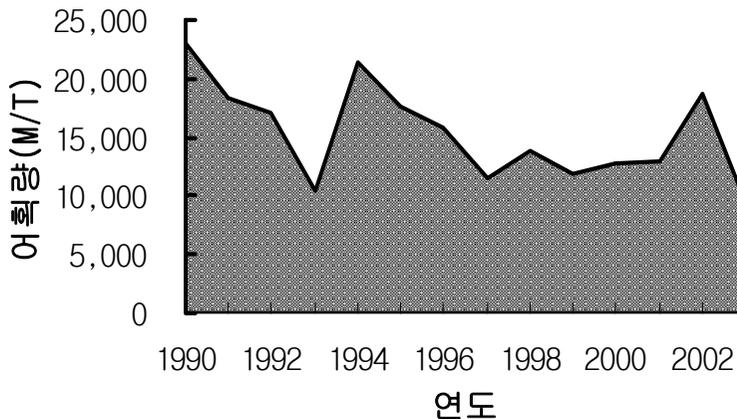


그림 1-7. 꽃게 어획량의 변동(수산연감, 1990~2003)

꽃게의 자원감소와 더불어 국내 소비량이 증가하면서 2000년도 이후 외국산 꽃게의 수입량은 급증하고 있는 실정이다. 꽃게 수입량의 변동 추이를 보면, 냉동꽃게의 경우 1999년도 2,800여 톤에서 2002년에는 11,610톤으로 증가하고 2004년에는 14,866톤까지 증가

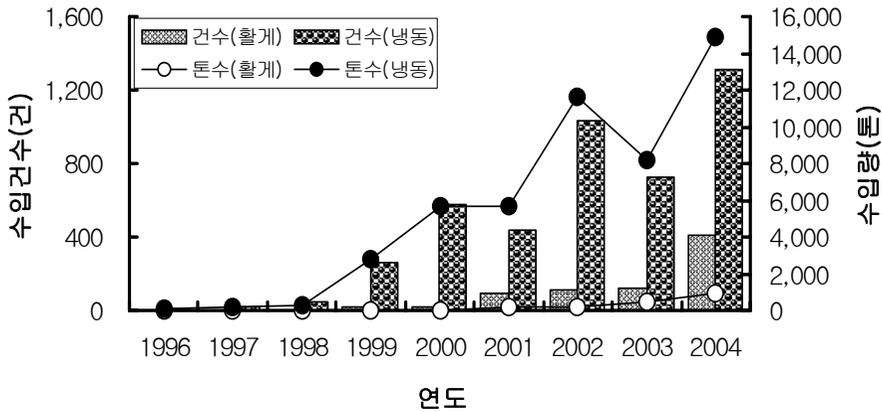


그림 1-8. 꽃게 수입동향(국립수산물품질검사원, 1996~2004)

하였다. 활계의 경우는 1999년 20여 톤이었지만 2002년도에는 153톤, 2004년도에 902톤으로 급격히 증가하는 추세이다. 지난해 꽃게의 총수입량은 약 16,000톤에 달하며 이러한 증가추세는 앞으로 지속될 것으로 예상된다.

라. 꽃게양식 기술개발 현황과 전망

최근 서해 북방한계수역(NLL) 부근에서의 꽃게 조업시 남북해상 충돌 위험성과 중국 어선들의 불법조업으로 인한 한중관계의 마찰 및 수입꽃게의 납 투입으로 인한 국민 식생활의 위협하는 등의 사회문제가 꾸준히 야기되고 있어 꽃게의 안정적 공급을 위해서는 산업화 양식생산의 기술개발이 시급히 요구되고 있는 실정이다.

꽃게의 대량종묘생산 기술개발은 1990년 국립수산물과학원에서 처음으로 성공한 이래 국립수산물과학원과 지자체를 중심으로 해마다 많은 양의 종묘를 연안에 방류함으로써 연안어장의 꽃게 자원량 회

복에 크게 기여해왔다. 그러나 우리나라에서의 꽃게양식 기술개발은 비교적 늦게 시작된 편이다. 꽃게양식은 일부 민간 양식업자들에 의해서 몇 년 전부터 시도되어 왔지만 낮은 생존율과 당년 수확의 어려움 등으로 산업화로 연결되지 못하였다. 이후 일부 지방해양수산청에서도 축제식 종묘생산과 양성을 시도한 바 있지만 좋은 성과를 거두지 못하였다.

이와 같이 우리나라에서 꽃게양식이 성공적으로 정착되지 못한 이유는 꽃게 특유의 강한 공식습성으로 인한 낮은 생존율과 양성기간 부족으로 인한 당년 상품생산이 어렵다는 문제점 때문이다. 꽃게는 상품크기(체중 200g 이상)으로 성장하기 위해서는 약 4~5개월의 양성기간이 필요하지만 자연산란시기인 7월경에 생산된 꽃게종묘를 입식할 경우에는 양성가능 기간이 2~3개월에 불과하기 때문에 연내 출하가 불가능하다.

산업적인 꽃게양식기술을 개발하기 위하여 국립수산과학원 서해수산연구소에서는 2003년 경기도 화성시에 시험어장을 조성 후 7월에 종묘를 입식하여 시험 양식하였으나 평균 114g 크기의 꽃게가 생산되어(생존율 12.8%) 당년도 상품화를 위해서는 조기 종묘생산의 필요성이 절실히 요구되었다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 2004년 갑각류연구센터에서는 전남 목포 및 충남 태안에서 3월에 채집한 자연산 어미게를 실내에서 인공성숙시켜 4월에 산란, 5월에 조기산 종묘를 생산하는데 성공하였으며 서해수산연구소에서는 이러한 방법으로 생산된 조기종묘를 이용하여 인천시 영종도에 시설한 축제식 시험양식장에서 본격적인 시험양식을 추진한 결과 10월에 평균 체중 210g(194~245g)의 양식꽃게(생존율 20%)를 생산함으로써 당년도 상품생산의 가능성과 꽃게양식의 경제성을 확인하였으

며 2005년부터는 민간양식어장을 중심으로 본격적인 양식을 시도하기 위하여 기술보급에 착수하였다.

축제식 꽃게양식은 새우양식방법과 여러 가지 측면에서 비슷하여 최근 바이러스 등의 질병폐사로 심각한 어려움을 겪고 있는 서해안 새우양식의 대체품종으로 어업인들의 많은 관심을 받고 있다. 또한 타 양식품종에 비하여 양식기간이 짧고 수익성이 훨씬 높아 향후 양식이 크게 확대될 전망이다. 그러나 꽃게양식은 양식기술이나 경험 면에서 아직 시작 단계이며 생존율 향상, 종묘의 대량생산, 중간육성, 질병진단 및 대책, 배합사료 개발 등 보완해야할 부분이 많이 남아있는 실정이다. 보다 안정적이고 수익성 있는 꽃게양식을 위해서는 앞으로 지속적으로 이러한 다양한 기술이 개발되고 양식 어업인들의 경험이 축적되어야 할 것이다.

제 2 장 종묘생산

<순서>

- 가. 어미계 인공성숙유도
 - 1. 어미계의 준비
 - 2. 어미계의 사육 시설
 - 3. 어미계 사육관리
 - 4. 어미계의 사육환경
 - 5. 조기성숙 유도
- 나. 유생사육과 종묘생산
 - 1. 유생발달 단계
 - 2. 종묘생산 시설
 - 3. 사육 환경
 - 4. 부화용 어미계 수용
 - 5. 유생사육
- 다. 먹이생물 배양
 - 1. 서 론
 - 2. 윤충 (rotifer) 배양
 - 3. 알테미아 (Artemia) 부화
 - 4. 클로렐라(Chlorella) 배양

가. 어미계 인공성숙 유도

우리나라 연안에서 꽃게의 주 산란 시기는 5~7월이며, 8월 이후 부터는 포란된 개체가 거의 나타나지 않으나 일부 늦게는 11월까지도 포란 개체가 나타나기도 한다. 자연산란기에 생산된 종묘를 이용하여 양식을 할 경우, 수온 20℃ 이상 성장할 수 있는 양성기간의 부족으로 당년 출하가 불가능하며, 이를 위해서는 월동 후 다음해까지 사육을 해야 하는 문제점이 있다. 따라서 당년 상품크기까지 양성하기 위해서는 조기에 종묘를 생산하여 5월 중에 입식해야만 9~10월 경에 출하가 가능하다.

조기종묘생산을 위해서는 어미계 구입은 전년도 11월부터 다음해 3월초까지 어미계를 구입하고, 성숙유도는 2~3월, 외포란 형성 3~4월 그리고 4~5월에 유생사육이 이루어져야 5월에 종묘를 입식 할 수 있다(표 2-1). 당년에 상품크기 (200g 이상)까지 양성하기 위해서는 자연 산란기보다 2~3개월 이른 5월에 종묘를 생산하여 양식장에 입식하여야 한다. 이를 위해서는 늦어도 3월 중에 실내에서 어미계를 인공적으로 성숙유도하여 4월 중에 산란 및 종묘 생산이 완료 되어야 5월에 입식이 가능하다.

이 장에서는 어미계의 사육관리, 인공성숙유도, 유생사육 및 먹이 생물 배양에 대하여 설명하기로 한다.

표 2-1. 월별 조기종묘생산 및 양성 순기표

조기 종묘생산 항목	월 별											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
○ 어미계 준비	_____									_____		
○ 인공성숙유도	_____			_____								
○ 산란 및 외포란				_____								
○ 종묘생산(유생사육)				_____			_____					
○ 종묘입식				_____			_____					
○ 양성				_____			_____			_____		
○ 수확										_____		

1. 어미계의 준비

1) 어미계 확보

어미계 확보는 이미 교미한 암컷 체중 300g 이상 되는 개체로 늦가을, 초겨울 그리고 다음해 2~3월에 구입하는 2가지 방법이 있다.

(1) 추계산 어미계 (11~12월)

어미계 구입 시기는 11월 이후에 자연산 혹은 양식산을 구입하여 육상수조에서 10℃ 전후에서 월동 사육한 후 필요한 시기에 조기성숙용으로 사용하면 된다. 추계산을 이용하면 필요한 시기에 안정적인 어미확보가 되어 계획생산에 장점이 있으나 월동사육에 따르는 생산 비용이 높아지며, 사육에 따른 질병발생과 폐사 등의 문제점이 있다.

(2) 춘계산 어미계 (2~3월)

춘계산은 필요한 시기에 구입하여 조기성숙용 어미로 사용하므로 생산비용도 절감되는 장점이 있다. 그러나 어획상황에 따라 필요시 구입이 불안정하므로 양식에 입식 시기와 차질이 있을 수 있다.

2004년의 경우 꽃게 어획 상황은 서해안의 경우 태안연안에서는 2월 중순남해안 진도연안에서는 3월부터 어획이 이루어졌다. 2005년에는 서해안, 남해안에서는 4월초부터 어획되기 시작되어 평년보다 어획 시기가 1개월 늦어 어미계 확보에 많은 어려움이 있었다. 이러한 사태를 피하기 위해서는 추계산 어미계를 일부 확보하는 것이 안정적인 종묘생산을 위해 바람직하다.

2) 어미계 선별방법

어미계 확보시 어획 장소와 방법을 알아두면 선별 시 도움이 된다. 통발로 어획한 개체가 스트레스를 적게 받고 생존율도 높다. 외양산이나 자망으로 어획한 개체는 스트레스를 받아 생존율이 낮으므로 이러한 점에 주의해야 한다. 어미계를 구입할 때 집게발과 부속지가 모두 완전한 개체만을 선택해야 한다. 일반적으로 수협 등에서 경매되는 살아 있는 꽃게는 집게발이 절단되어 있기 때문에 병원균의 감염에 의한 폐사율이 높다 따라서 어미 구입 비용이 다소 더 소요되더라도 어선에 직접 부탁하여 집게발을 절단하지 않도록 한다(포획 즉시 고무줄로 집게발을 묶어서 운반한다).

어미게의 크기는 체중 300g 이상 되는 암컷 중에서 외형적으로 상처가 없이 활력이 양호하여 외부의 자극에 민감하여 행동이 민첩할 뿐만 아니라 다리가 완전하고 표면에 흠집이 없는 개체를 선별 확보한다. 갑각에 상처가 있거나 집게발이 절단된 개체들은 상처 부위를 통하여 세균, 곰팡이, 기생충이 침투하여 사육 중 폐사율이 매우 높으며 산란율이 크게 저하된다(제5장 질병과 대책 참조).

2. 어미게의 사육 시설

1) 사육수조

성숙유도에 필요한 사육수조는 관리사항을 고려할 때 수심 1m, 크기는 2~5톤부터 대규모 사육을 위해서는 수십 톤의 대형수조도 무방하다. 수조 형태는 원형이나 장방형 모두 관계없으며, 재질은 콘크리트, PP, FRP 모두 가능하다.



그림 2-1. 어미게 사육을 위한 사육조 바닥. 모래 혹은 자갈을 부분적으로 넣어주고 가온용 히터를 설치한다.

2) 저질

수조 바닥의 일부 혹은 전체에 모래를 깔아주는 것이 바람직하다. 모래는 게의 잠입을 도와주어 불필요한 자극을 피하고 게를 안정화시킬 뿐 아니라 게의 외포란율을 현저히 향상시킨다. 꽃게는 산란 시 바닥에 먼저 알을 떨어뜨린 후에 복지(제1장 꽃게의 형태적 특징 참고)에 알을 부착시켜 외포란을 완성하는데, 저질에 모래가 있는 경우에 알의 부착율이 크게 높아지는 것으로 보고되어 있다. 모래를 깔지 않을 경우 산란된 알이 바닥에 분산되어 복지에 부착되는 양이 줄어든다. 모래 입자의 크기는 0.5~2mm 정도로 굵은 것이 통기에 좋고

병원균이나 노폐물의 과도한 축적을 방지하는데 효과적이다. 모래의 두께는 10cm 이상 충분히 깔아주는 것이 포란율을 높일 수 있다. 또한 먹이공급 및 청소를 감안하여 전체면적에 1/3~1/2 정도 비워두는 것도 수질관리에 용이하다. 그리고 병원균인 세균발생을 줄이기 위해 모래는 염소 등으로 소독 후 충분히 세척하여 사용하는 것이 바람직하다.



그림 2-2. 사육 중인 어미게

3. 어미게의 사육 관리

1) 수용밀도

사육수조는 콘크리트수조(또는 FRP수조)를 이용, 수조바닥에 소독 및 세척된 모래를 깔고, 가온장치(heater) 및 폭기장치를 설치하여 유수식으로 관리하며, 수용밀도는 3~5마리/m²가 적당하다.

수용밀도가 높을 경우 개체간의 싸움으로 인하여 상처가나며 상처부분을 통하여 세균, 곰팡이, 기생충이 감염되어 폐사율이 급증한다. 특히 가온사육 시 특별한 이유 없이 폐사가 발생하면 항생제를 처리하는 것이 바람직하다.

2) 먹이공급

먹이는 신선한 바지락, 오징어, 갯지렁이 등을 어미게 총체중의 5~8%를 하루 1회 공급하고 잔여량은 다음날 아침에 제거한다. 가급적 잔여 먹이가 없도록 공급량을 조절해야 한다. 먹이가 남을 경우, 부패된 찌꺼기가 모래 속으로 침투하여 황화수소 등 어미게에 치명

적인 유독가스가 발생하며, 진균류(곰팡이균)가 많이 발생하여 폐사에 이르게 된다.

4. 어미계의 사육환경

1) 일장조건

일반적으로 비닐하우스로 시설된 종묘 배양장에서는 종묘 생산시에는 차광막을 설치할 필요가 없지만 어미계 사육시는 차광막을 설치하여 어미계에게 안정된 환경을 만들어주어야 한다. 차광막 재질은 원예용으로 시판되는 것을 이용하면 되는데 빛 투과율 30~50%정도로 조도는 800 Lux 내외가 되도록 조절한다. 일장시간(조명시간)은 15시간으로 유지하는데 타이머를 이용하면 편리하다.

2) 사육수

수질관리는 여과해수를 유수식으로 관리한다. 환수량은 100%/일, 24시간 소량 주수함으로써 급격한 수온과 수질 변화를 줄이고 어미계에게 스트레스를 줄일 수 있다. 염분은 27ppt 이상이 바람직하다.

사육수의 선정에는 장마철 저염분 등으로 종묘생산에 예기치 않은 문제가 발생할 수 있기 때문에 이에 대한 지리적 위치를 고려해야 한다. 유생사육을 위한 사육수는 이물질 및 기생충, 소형갑각류 등의 해적생물 유입을 방지하기 위해 여과한 여과해수를 사용하여야 한다. 여과 시설은 사육수 수질에 따라 여과여부 및 여과방법이 결정된다. 원수의 탁도가 낮은 경우 필터백이나 카트리지여과기(cartridge filter) 사용을 권장한다. 필터백을 이용하는 경우 자루에서 넘쳐 여과되지 않은 물이 유입되지 않도록 주의하여야 하며 자주 세척하여 사용한다. 카트리지 필터도 자주 세척하여 막힘을 방지해야 한다.

3) 수온

소형수조에서 성숙유도사육을 실시할 경우에는 보일러 등의 별도

가온시설 없이 전기히타를 이용하는 것이 편리하다. 히타는 사육수 1m³당 1~1.5kW 기준으로 준비 한다.

대형수조의 경우 가정용 보일러 (용량 15,000~30,000kcal)를 이용하는 것이 편리하다. 성숙유도 수온은 20℃ 전후로 일정하게 유지한다.

4) 떡이

떡이종류는 바지락, 오징어, 갯지렁이 등을 혼합 공급하는 것이 영양상태 및 수질관리에 효율적이며 공급량은 1마리당 1일 5g 정도이며, 해질 무렵에 공급하고 다음날 아침에 잔여량을 수거하되 가급적 잔여먹이가 남지 않도록 조절한다.

5. 조기 성숙유도

1) 생식소의 변화

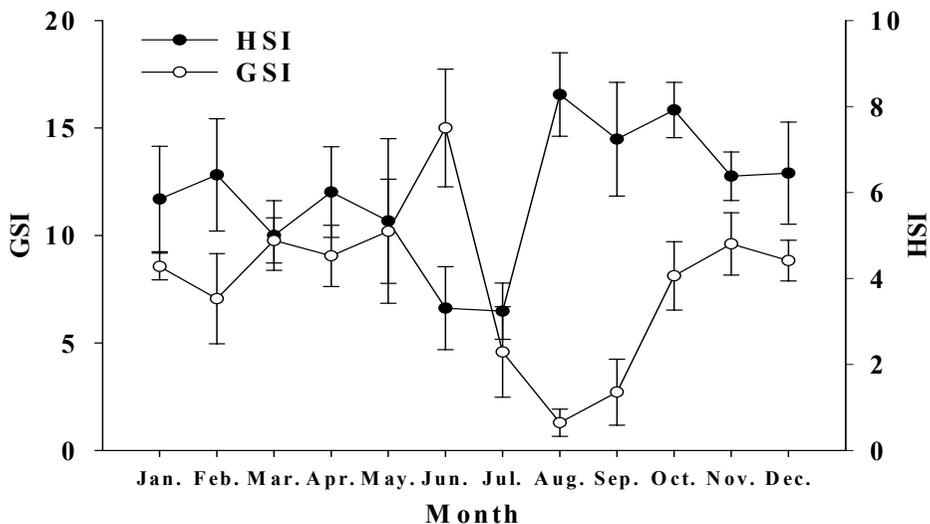


그림 2-3. 서해안산 꽃게의 생식소 및 간체장의 연변화(서, 2003)

갑각류의 성숙 및 산란은 수온, 염분, 광주기가 복합적으로 영향을 미치며, 이들 환경요인은 성숙과 관련된 기타 생리조절 기능에도

관련이 있는 것으로 보고되어 있다. 어류의 경우는 광주기와 수온이 성 중추활동을 강하게 제어하고 있다. 갑각류에서는 안병을 절제하게 되면 탈피가 촉진될 뿐만 아니라 생식소의 성숙도 촉진 된다는 점이 이미 밝혀져 있다. 이것은 안병 내에 있는 X-organ에서 생성, 분비되는 GIH (성숙억제호르몬)와 MIH (탈피억제호르몬)에 의하여 생식소 성숙과 탈피가 억제되기 때문이다.

서해연안에서 어획된 꽃게의 생식주기를 조사한 결과에 따르면 연간 GSI (생식소 속도지수)의 변화는 1~5월에는 8.56~10.2로 산란시기가 가까워질수록 증가하며, 산란시기인 6월에 15.0으로 가장 높은 값을 보였고, HSI (간체장 지수)는 역상관 관계로 산란시기에 가장 낮은 값을 나타낸다(그림 2-3). 이와 같은 현상은 간체장에 저장되어 있는 vitellogenin, glucose, lipid 등이 생식소의 난모세포의 발달에 사용되기 위하여 이동을 하기 때문인 것으로 알려져 있다.

2) 성숙유도

꽃게 성숙유도 실험에서는 미성숙된 어미를 2~3월 중에 수집하여 성숙 및 산란 유도에 미치는 수온과 광주기 및 안병절제 (눈자루 한쪽 절제) 효과를 파악하기 위하여 수온 (10, 15, 20℃) 및 일장조건을 장일처리 (15L/9D, 조도 800Lux 내외) 및 단일처리 (9L/15D)로 조합한 시험구를 설정하여 꽃게의 GSI (생식소속도지수), HSI (간체장 지수) 및 포란율 (산란된 난의 복지부착율)을 비교조사 한 실험결과가 표 2-2에 나타나 있다.

수온조절이나 광조절 없는 자연 조건에서 사육한 개체나 10℃ 시험구에서는 생식소의 성숙이나 외포란은 전혀 일어나지 않았다. 단일조건 (9L/15D)에서는 수온상승이나 안병절제 처리에 의해서도 산란유도효과가 충분하지 않았으나 장일조건 (15L/9D)하에서 수온을 상승 (20℃) 시키거나 안병절제를 한 시험구에서는 각각 83.3%와 84.6%가 산란하였고, 특히 안병절제를 한 시험구에서는 절제후 3주

내에 61.5%가 산란하여 동일한 수온과 광주기에서 안병절제를 하지 않은 개체의 산란율(5.0%)과 비교하면 현저히 높은 결과이다(표 2-2).

따라서 꽃게의 조기성숙과 산란유도를 위해서는 수온은 20℃로 유지시키고 장일조건(15L/9D)으로 광주기를 조절해야 하며 안병절제를 실시할 경우 효과를 더욱 높일 수 있다.

표 2-2. 꽃게의 수온, 광주기 및 안병절제에 따른 산란율(서, 2004)

사육조건	안병처리 여부	수온(℃)	사육기간별 산란율(%)	
			3주	6주
단일처리 (9L/15D)	○	10	-	-
		15	-	33.3
		20	18.8	44.4
	×	10	-	-
		15	-	-
		20	8.0	8.0
장일처리 (15L/9D)	○	10	-	-
		15	-	25.0
		20	61.5	84.6
	×	10	-	-
		15	-	-
		20	5.0	83.3

3) 산란

꽃게는 산란된 알이 곧바로 복부에 부착되는 것이 아니라 두가지 단계를 거쳐 이루어진다. 즉 암컷의 체외로 알을 방출하는 과정은 산란이라 하며, 체외로 산란된 알이 암컷의 복부에 부착되는 과정은 포란 형성이라 한다. 산란 시 암컷은 복부의 뒤쪽을 높이고 복부아래 측면을 다리에 의지하면서 날아가는 듯한 자세를 취한다. 산란 후 암컷은 바닥에 떨어진 알을 복부를 전후로 활발하게 움직이면서 복부 내측 복지의 강모에 부착시키는 포란 형성과정을 진행하는데 이때 바닥에 모래가 있으면 모래에 공간을 형성함으로써 포란형성이 효과

적으로 진행된다.

알이 복지에 부착하는 시간(포란형성 시간)은 산란 직후부터 약 30분 이내에 이루어진다. 포란량은 어미의 크기에 따라 상당한 차이가 있는데, 약 150~500만개(체중 200g 약 150만개, 500g 약 300만개, 1kg 약 500만개)정도이다(표 2-3).

표 2-3. 어미계의 크기에 따른 외포란량(서, 2003)

체 중 (g)	갑 장 (mm)	외포란량 (만개)
228.8	74.5	163
313.1	84.2	169
347.4	80.0	172
328.3	83.3	172
378.3	83.7	171
373.1	80.9	183
418.7	92.3	199
736.9	109.1	220
370.5	84.3	225
563.9	104.7	233
475.0	91.9	229
401.7	92.4	229
508.2	93.6	231
549.8	88.6	236
437.9	91.3	235
367.2	85.2	238
239.7	75.1	244
366.2	80.0	244
458.7	89.2	248
522.5	103.7	252
518.0	89.4	265
539.4	85.8	277
672.6	103.2	287
628.8	95.2	320
641.9	94.7	327
646.9	99.2	330
622.4	93.7	342
636.1	94.4	370
771.9	105.8	449
907.1	110.0	477

4) 포란형성

꽃게의 산란시기는 3~9월이고 산란성기는 5~7월로 주 산란장은 서해연안이다. 암컷은 산란기 동안에 여러 번 산란이 가능하며 산란은 수심 5~10m 정도의 모래바닥에서 이루어진다.

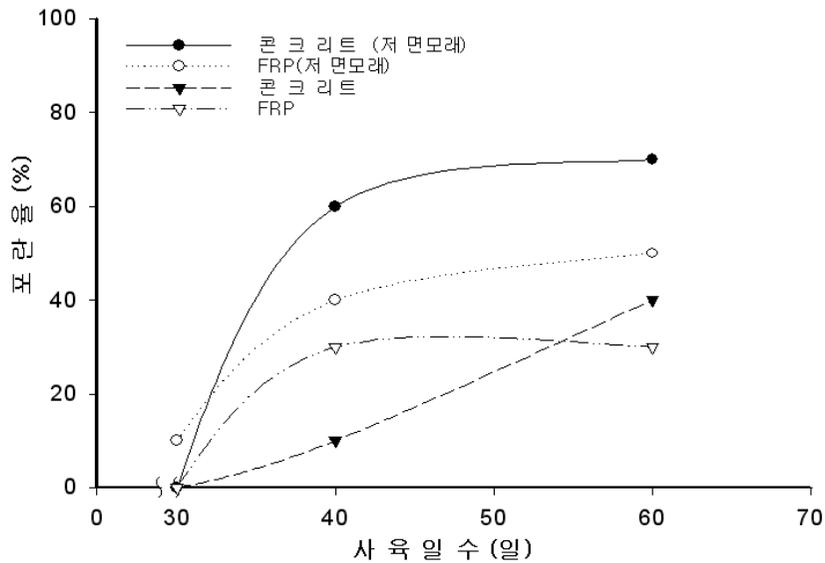


그림 2-4. 꽃게의 사육수조 및 모래 유무에 따른 외포란율(서, 2004)

꽃게의 인공성숙유도 및 조기 종묘생산을 위해서는 이러한 자연환경과 유사한 조건을 인위적으로 조성해 주어야 한다. 이와 같은 방법으로 외포란을 유도한 결과, 모래를 깔아준 시험구는 산란양 중 50~70%의 알이 포란형성을 하였다. 그러나 모래가 없는 시험구는 산란양 중 30~40%만이 외포란을 형성하였다(그림 2-4). 따라서 실내에서 인위적인 외포란형성 유도시 수조(콘크리트, FRP) 바닥에 모래를 깔아 주어야만 높은 포란율을 얻을 수 있다(표 2-4).

표 2-4. 사육조 바닥의 모래 유·무에 따른 포란율 비교 (서, 2004)

모래	성별	사육량	생존량		포란량	
			생존 개체수	생존율 (%)	포란 개체수	포란율 (%)
유	♀	51	51	100	32	62.8
	♂	7	0	0		
무	♀	17	17	100	1	5.9
	♂	5	2	40		

나. 유생사육과 종묘생산

1. 유생발달 단계

꽃게유생의 발생단계는 알에서 부화 후 4기의 조에아유생과 1기의 메가로파유생을 거쳐 치게 (crab 1기)로 변태한다. 각 단계별 조에아유생의 가장 큰 특징은 조에아 1기에서는 약각 (턱다리)의 유영모 (그림 2-5)가 4개이며 2기는 6개, 3기는 8개, 4기는 10개로 탈피시마다 2개씩의 유영모가 증가한다. 치게로 변태할 때까지의 총 사육기간은 수온 25℃에서 약 16~20일이 소요된다 (표 2-5). 각 유생발달 단계별 형태학적인 변화는 그림 2-5와 같다.

표 2-5. 유생 발달단계별 소요기간 및 크기 (수온: 25℃; 서, 2003)

구분	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	M	C ₁	C ₂	C ₃
소요기간 (총소요일)	0~5 (4)	5~6 (6)	6~10 (8)	10~12 (11)	12~17 (17)	16~20 (20)	19~24 (24)	23~28 (28)
크기(mm) (갑장)	0.6	0.9	1.1	1.6	2.0	2.6	3.6	5.2

1) 조에아 1기

난에서 부화한 유생을 조에아 1기 유생이라 하며 그림 2-5에서와

같이 등쪽에 등가시, 양측에 각각 옆가시가 있는 것이 특징이며, 이마 부분에 한쌍의 복안을 갖는다. 쌍으로 된 제 1 촉각, 제 2 촉각이 있으며 두 쌍의 악각 (턱다리라고도 부르며 다리처럼 길게 아래로 발달해 있다)와 그 끝에는 각각 4개씩의 유영강모가 있다. 복부는 5마디의 복부체절과 미절로 구성되며 미절은 가늘고 길게 늘어진 2개의 가시가 있으며 내측은 3쌍의 강모를 갖고 있는데 그 끝이 둘로 갈라졌다. 일반적으로 부화 후 3~4일이면 형태가 다소 변하여 다음 단계인 조에아 2기로 탈피한다.

2) 조에아 2기

크기가 다소 증가하며 턱다리의 유영강모가 6개로 증가하는 것이 쉽게 구분되는 특징이며 부화 후 5~6일 사이에 나타난다.

3) 조에아 3기

턱다리의 유영강모가 8개로 증가되며 복부의 체절이 하나 더 증가하며 6마디로 된다. 복부체절 안쪽에 원기(돌기)가 나타나는 것이 뚜렷한 특징이다. 일반적으로 부화 후 8~10일 사이에 나타난다.

4) 조에아 4기

크기가 현저하게 커져 평균 갑장이 1.6mm 로 성장하며 턱다리의 유영강모는 10개로 증가하고 복부체절 원기도 크게 나타난다. 일반적으로 부화 후 10~12일 사이에 나타난다.

5) 메갈로파기

조에아의 1~4기에 비하여 메갈로파 유생은 한 단계 밖에 없으며 크기 및 외형적인 특징이 조에아와 거의 중간 형태로서 쉽게 구분된다. 두흉부가 다소 어미게와 유사하다. 이 시기에는 집게발이 형성되어 공식이 시작되며 먹이도 집게발로 잡아서 섭취한다. 일반적으로 부화 후 12일째부터 나타난다.

6) 어린게 (치게)

일반적으로 일령 16일이 경과한 후에는 외형상 어미와 같은 모양으로 변태하며, 이때부터 탈피 시 마다 1기를 추가하여 부른다. 연구에 따라 차이는 있지만 12회 이상 탈피하면 상품크기에 도달한다.

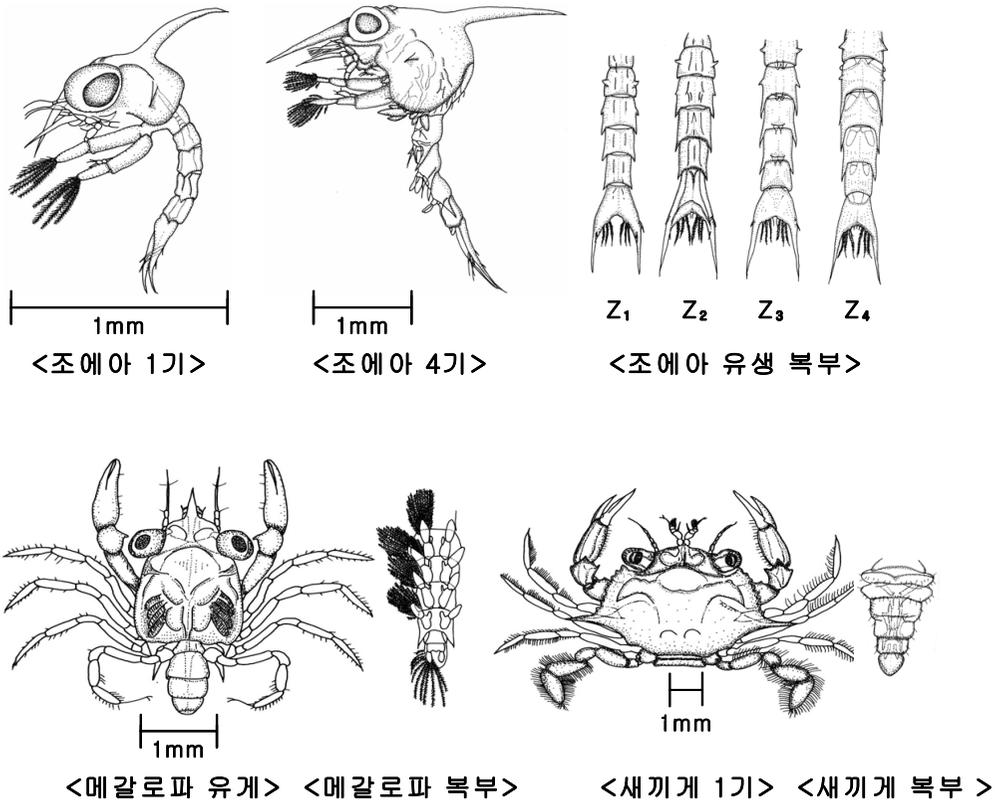


그림 2-5. 꽃게유생 및 새끼게의 외형 및 복부 그림 (서, 2003)

2. 종묘생산 시설

1) 유생 사육수조

사육수조는 대량사육의 경우 수심은 0.7~1m, 규모는 50~100톤이

적당하다. 수조의 형태는 사육수의 환수량이 많지 않으므로 사각형, 장방형, 원형 어느 형태든지 문제가 되지 않는다.



그림 2-6. 꽃게 유생사육용 수조 (상, 중국의 시설; 하, 한국의 시설)

수조의 재질은 콘크리트나 PP 모두 가능하지만 시설비와 병원균 및 기생충예방, 청소, 종묘수집 등을 고려하며 PP수조가 무난하다. 사육밀도는 폐사율 등을 고려하여 최종생산량이 사육수 m^3 당 종묘 (치계 2~3기) 2,000마리를 기준으로 하면 바람직하다. 수조의 구조는 사육수의 교환이나 배수를 위해 배수망의 설치, 찌꺼기 제거 등에 용이하여야 한다. 별도의 먹이생물배양에 필요한 수조를 2개 이상 준비해야 한다.

2) 사육수

사육수의 선정에는 장마철 저염분 등으로 종묘생산에 예기치 않은 문제가 발생할 수 있으니 이에 대한 지리적 위치를 고려해야한다.

유생사육을 위한 사육수는 이물질 및 기생충, 새우류 등 해적생물 유입을 방지하기 위해 여과한 해수를 사용하여야 한다. 여과 시설은 사육수 수질에 따라 여과여부 및 여과 방법이 결정된다. 원수가 탁도가 낮은 경우 필터백로도 가능하지만 대량 여과를 위해서는 카트리지여과기를 설치하는 것이 바람직하다.



그림 2-7. 사육수 여과기

3) 소독

부화전 사육조는 염소농도 100ppm 이상의 해수로 철저히 소독한 후 여과해수 혹은 소독해수 (유효염소농도 10ppm)를 넣고 충분하게 폭기를 해 놓아야 한다.

4) 차광시설

수조상부에는 차광막을 설치하여 필요시에는 직사광선을 차단하여 조도를 조절할 수 있어야 한다.

5) 가온시설

부화시기에 따라 사육수의 가온과 먹이생물 대량 배양시 필요하다. 보일러 용량은 사육수조의 규모에 따라 다르지만 일반적으로 10~30만 Kcal면 충분하며 사용량을 반으로 나누어 비상시를 대비하여 2대로 나누어 설치하는 것이 안전 하다. 사육수온을 높이게 되면 탈피기간이 단축되고 종묘생산 기간을 줄일 수 있다.

3. 사육 환경

1) 환수

유생 사육조의 수위는 40cm 정도 유지하고 부화 후부터 매일 조금씩 증수하여 메갈로파 (megalopa)기에 만수위가 되도록 한다. 그 이후부터는 수질상태에 따라 매일 20~30% 정도 환수시켜 주면 된다.

2) 산소공급

유생 사육조에는 언제나 충분한 산소를 공급하여 유지하여 주어야 하며 특히 수온의 상승에 따라 용존산소량이 떨어지므로 각별히 주의하여야 한다. 특히 유생초기단계에서 너무 강한 폭기를 하게 되면 수류가 형성되어 유생에게 불필요한 에너지를 소모시키는 결과를 가져오기 때문에 적당한 폭기를 유지해야 한다.

3) 수색 및 물만들기

(1) 식물플랑크톤

수색은 물만들기 시기에 번식하는 식물플랑크톤 종류에 따라 결정된다. 대체로 초기에는 연한 갈색에서 점차 식물플랑크톤의 번식밀도가 높아지면서 수색이 짙게 변하는데, 암황갈색 또는 암갈색으로 유지하는 것이 좋으며, 식물플랑크톤 종조성은 스키텔레토네마 (*Skeletonema* sp.), 키토세로스 (*Chaetoceros* sp.), 니치아 (*Nitzschia* sp.) 등이 좋다.

(2) 먹이조성

유생사육 초기에 물만들기가 충분히 되지 않아 사육수가 투명하고 수질이 불안정하므로 별도 배양한 식물플랑크톤을 첨가 해주는 것이 바람직하다. 물만들기는 식물플랑크톤을 증식시켜 수질의 안정화 뿐만 아니라 어린유생의 먹이로서도 중요한 역할을 한다.

(3) 식물플랑크톤 조성 방법

식물플랑크톤을 인위적으로 배양시키기 위해서는 유생 사육조에 영양염을 공급하는데, 질산나트륨 (KNO_3) 1ppm, 인산나트륨 (Na_2HPO_4) 0.5ppm, 규산나트륨 (Na_2SiO_3) 0.05ppm을 매일 공급하고 충분한 광선을 받도록 해 주는 것이 좋다. 규조번식이 저조할 경우에는 규산나트륨을 두 배로 증가시키면 번식을 촉진시킬 수 있다.

(4) 수색

투명도는 물만들기에 의해 번식한 식물플랑크톤의 밀도에 따라 결정되어지는데 직경 30cm 크기의 흰색 원판을 유생 사육조에 수직으로 침하시켜 판이 보이지 않을 때의 수심으로 결정된다. 투명도는 30~40cm 정도를 유지하는 것이 적당하다. 투명도가 너무 낮을 경우에는 영양염류 중 규산염의 공급량을 증가시켜주고, 차광막을 제거하여 광량을 많게 해줌으로써 식물플랑크톤의 번식을 촉진시킬 수 있다.

(5) 적정 환경 범위

- 수온 : 20~27℃
- 염분 : 25~30ppt
- pH : 8.2~8.5
- $\text{NH}_3\text{-N}$: 0.4ppm 이하
- DO : 5ppm 이상
- 조도 : 5,000~8,000Lux

4. 부화용 어미계 수용

포란유도 20일 이후부터 포란된 개체를 확인하여 포란된 어미는 부화시까지 (약 20일간) 별도로 분리하여 사육하다가 부화 직전에 부화조로 옮기는 것이 좋다. 또한 수시로 폐사개체를 확인하여 제거하

도록 한다.

외포란된 난의 성숙도는 색상에 의해 쉽게 구분 및 판별할 수 있다. 난의 색깔은 초기에는 황색이며 부화시기가 가까워질수록 갈색에서 흑갈색, 흑회색으로 변화한다. 부화 직전의 어미계를 부화조에 옮기며 어미계의 수용밀도는 50톤에 2~3마리가 적당하다. 그러나 동시에 부화가 이루어지지 않을 가능성이 높기 때문에 우선 포란어미를 5~6마리를 수용한 후 필요량이 부화 되었을 때 어미계를 다음 수조에 옮기는 것이 편리하다 (도판 2-1).

어미계의 사육조는 외부로부터 안정되고 직사광선이 차단된 곳으로서 여과해수와 소량의 공기를 공급한다. 어미계는 부화시까지 안정된 환경에서 관리하는 것이 중요하며 갑작스런 환경 변화나 환경이 악화 되면 알을 털어내는 경우도 있으니 스트레스 적게 받도록 세심한 주의가 필요하다. 먹이는 신선한 오징어, 바지락육질 (체중의 약 5%정도)을 하루 한 번 공급한다. 유생 사육수조는 부화조와 사육조를 구분하여 사용하는 경우도 있으나 동일 수조를 부화 및 사육조로 사용함이 번거로움을 줄이고 관리가 용이하다

1) 직접수용

유생사육 수조에 부화에 임박한 어미를 직접 수용하여 부화를 유도하는 방법으로서 먼저 유생 사육조에 여과해수를 40~50cm정도 채운 후 해가 질 무렵 외란이 짙은 흑갈색의 어미를 선별 수용하는데 수용밀도는 2~3마리/50m³가 적당하다. 이때 사육수와 먹이는 공급하지 않으며, 약한 폭기만을 유지한다. 다음날 아침에 부화유생의 밀도를 파악하고 적정 밀도로 판단되면 모든 어미를 수거하고 부화유생의 밀도가 낮을 경우에는 부화가 이루어진 어미만 제거하고 부화가 이루어지지 않은 어미는 그대로 유지하면서 하루 더 부화를 유도하여야 한다. 특히 부화유도 후 죽은 알 (사란), 찌꺼기, 탈락된 부속지 등은 반드시 제거하여 이들의 부패에 의한 수질악화와 질병 발생을 방지하도록 한다.

2) 간접수용

1~3톤 정도 용량의 부화용 수조를 유생 사육조 가까이에 배치하고 부화에 임박한 어미를 수용하여 부화가 이루어진 다음 건강한 유생만 사육조로 옮겨 사육하는 방법이다. 먼저 유생 부화조에 여과해수를 80% 정도 채운 후 해질 무렵 외란이 짙은 흑갈색의 어미를 선별 수용하는데 수용밀도는 2~3마리/m³가 적당하다. 이때 사육수와 먹이는 공급하지 않으며, 공기만 약하게 공급한다. 다음날 아침에 어미는 모두 제거하고 부화유생만 유생 사육조로 사이펀(siphon)으로 옮겨 사육하면 된다. 건강한 유생만을 수집하여 옮기는 방법은 부화조의 에어를 잠시 중단한 후 표층에서 정상적으로 유평하는 유생만 사육조로 옮기면 된다.

5. 유생사육

1) 부화

(1) 수온

수온은 유생의 발생기간에 많은 영향을 받으며 산란(외포란 형성) 후 부화까지의 소요일수 및 부화율은 표 2-6과 같다.

표 2-6. 꽃게의 수온에 따른 부화 소요기간 및 부화율(서, 2004)

수 온(°C)	부화기간(일)	부화율(%)
20	20	94.7
25	18	98.4
30	16	93.1
35	-	0

수온별 부화 기간은 20°C에서 20일, 25°C에서 18일, 30°C에서 16일로서 수온상승과 더불어 부화 소요기간은 줄어든다. 적정수온은

20~25℃가 적합하며 수온 35℃에서는 정상적인 난발생이 이루어지지 않는다(표 2-6).

일반적으로 부화 기간은 수온은 18~28℃ 범위에서 수온이 높을수록 부화시간이 짧아지는데 수온이 이보다 낮을 경우에는 유생의 기형 발생율이 증가하며 활력도 떨어져서 1~2일 사이에 폐사하는 경우가 많다.

② 부화 시간

부화는 하루 중 밤 12시~새벽 4시 사이에 가장 많이 이루어진다. 개체에 따라서는 한낮에 부화하는 경우가 있는데 이러한 유생은 대부분 비정상적이다.

③ 방법

부화유도 방법은 유생 사육조에 부화에 임박한 어미를 직접 수용하여 부화를 유도하는 직접부화법과 1~3톤 규모의 FRP수조에 부화용 어미를 넣어 부화시킨 후 부화유생만 유생 사육조로 옮겨 사육하는 간접 부화법으로 나눌 수 있으며, 경우에 따라 2가지 방법을 병행하는 부화법, 즉 직접 부화법 및 간접 부화법으로 함께 부화유도를 하여 직접 부화법으로 유도한 유생 사육조의 유생밀도가 부족할 경우 간접 부화법으로 부화된 유생을 보충해 줌으로써 적정 밀도를 유지할 수 있다.

2) 수용 밀도

유생의 밀도가 낮을 경우에는 2일까지 부화된 유생을 함께 사육할 수도 있지만 3일 이상의 차이가 나는 부화유생을 함께 사육하면 유생간의 성장률 차이로 공식현상이 나타나기 시작한다. 이러한 공식현상이 누적되면 메갈로파기에 생존율 저하의 요인이 된다.

유생의 수용밀도는 생존율에 직접적인 영향을 미치게 됨으로써 사

육초기의 적정밀도 유지가 중요하다. 부화유생은 2~3만마리/톤당 적정하지만 고밀도로 사육시 5~10만마리/톤의 수용도 가능하다. 하지만 고밀도 사육시에는 먹이부족이나 환경악화 등에 의한 일시에 대량 폐사의 위험성이 있다. 이때는 일정 단계마다 다른 수조로 분산해주는 방법도 있으나 분조(分槽)시 액각(額角) 등 부속지의 손상에 의한 폐사 우려가 있다.

표 2-7. 사육밀도에 따른 생존율 (서, 2003)

수조	유생 (Zoea 1기)		어린게 (crab 1기)		수조크기
	사육량 (마리)	밀도(ℓ)	사육량 (마리)	생존율 (%)	
1	2,000	10	65	3.3	200 ℓ
2	4,000	20	210	5.3	
3	6,000	30	163	2.7	
4	8,000	40	233	2.9	
5	10,000	50	11	0.1	
1	14,000	140	8,000	5.7	1,000 ℓ
2	15,000	150	5,000	3.0	
3	16,000	160	13,200	8.2	
4	21,000	210	30,000	1.4	

3) 먹이

(1) 공급기준

유생의 성장단계에 따른 적정한 먹이의 종류 및 공급량은 유생의 생존과 성장(탈피)에 영향을 주는 중요한 요인으로 이것에 따라 중요생산의 성패가 좌우된다. 꽃게 유생은 알속에서 어미로부터 받은 영양(난황)을 대부분 흡수한 상태에서 조에아기로 부화하는데 부화 직후부터 먹이를 공급하여야 한다. 꽃게 유생의 성장단계별 먹이공급 방법은 표 2-8~2-10과 같다.

표 2-8. 꽃게유생의 성장 단계별 먹이 종류

구분	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	M	C ₁ ~C ₃
로티퍼			
알테미아				
조개육질				
배합사료		

표 2-9. 유생 발달단계별 1일 먹이 공급량 기준

구분	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	M	C
식물플랑크톤 (만개/ml)	20~30	10~20	5~10	5~10		
로티퍼 (마리/유생)		10	20	30		
알테미아 (마리/유생)			20	30		
조개육질 (유생의 체중비)					100~200%	

(2) 먹이효율

유생 초기단계에서는 유영능력이 강하기 때문에 부유성 먹이를 공급하고 후기에는 유영기관의 발달이 체중 증가보다 늦기 때문에 조개, 새우등을 공급하는 것이 바람직하다.

초기에는 유생의 성장 및 생존율은 조개와 새우를 혼합 공급한 유생은 가장 빨리 성장하였으며, 조개, 새우 및 배합사료를 혼합 공급한 경우는 성장이 완만하였다.

표 2-10. 꽃게 중요생산을 위한 먹이공급 시험 결과 (일본)

기관	먹이종류	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	M	C
長崎縣 수산시험장	로티퍼(개체/ml)	5	5	6			
	알테미아(개체/ml)		1	2	3	4	
	잡어절편(g/kl)					100	
	배합사료(g/kl)			1~4	1~4	1~4	
千葉縣東京 灣재배어업 센터	로티퍼(개체/ml)	10	10	25	25		
	알테미아(개체/ml)				0.2~0.4	0.8~1.4	0.8~1.4
	잡어절편(g/kl)					40~80	40~80
	배합사료(g/kl)	3.6	4.8	3.6	5.6	8	8
岡山縣수산 시험장재배 어업센터	로티퍼(개체/ml)	5	5	5	5		
	알테미아(개체/ml)			0.3	2	2	
	잡어절편(g/kl)					10~20	10~20
	배합사료(g/kl)	2	2	3	3	3	4

㉔ 로티퍼 (rotifer)

로티퍼의 공급 시기는 부화직후의 유생인 조에아 1기부터 조에아 3~4기까지 공급하는데, 로티퍼 배양량이 충분하지 못할 경우에는 조에아 2기까지만 공급하여도 된다. 최근에는 로티퍼를 항상 대량배양하여 저렴한 가격으로 양식장에 공급하는 전문생산업체가 있어서 자체생산을 하는 대신 구입하여 사용하면 편리하다.

공급량은 1일 2회 (오전, 오후)로 공급시 사육수에 20~30개체/ml 되도록 충분히 공급해야하며 클로렐라 공급이 가능할 경우에는 함께 공급하는 것이 바람직하다.

표 2-11. 조에아 3기 이후 유생의 먹이종류에 따른 생존율 비교

먹이종류	사육량 (마리)	사육일수에 따른 유생성장 발달단계								
		3일 후			6일 후			9일 후		
		Z ₃	Z ₄	-	Z ₃	Z ₄	M	Z ₄	M	C ₁
로티퍼	250	125	139	-	58	29	-	3	15	
로티퍼+조개류	250	125	135	-	77	23	-	12	29	
포티퍼+새우류	250	99	117	-	52	42	-	16	25	
로티퍼+배합사료	250	111	72	21	56	5	14	5	-	
조개류	250	24	16	4	19	5	5	4	-	
새우류	250	133	86	-	86	24	4	30	-	
배합사료	250	135	27	43	35	-	47	3	-	

㉞ 알테미아 (Artemia)

알테미아는 상품으로 시판되는 건란을 부화시켜 갯 부화된 노우플리우스 (nauplius) 유생을 공급하는데, 이것도 해산어류나 새우류 종묘 생산시 오래 전부터 가장 보편적으로 사용되어 온 먹이생물이다. 일반적으로 조에아 3기부터 공급하는 것이 바람직하지만 조에아 2기부터도 섭취가 가능하므로 배양한 로티퍼 양이 충분하지 못할 경우에는 조에아 2기부터 공급한다. 조에아 2기부터는 유생의 먹이 섭취량이 많아지기 때문에 적은 양이라도 공급을 시작하는 것이 좋고 공급횟수와 양은 조에아 2기에 1회/일 (오후) 3~5개체/ml, 조에아 3기에는 2회/일(오전, 오후) 5~10개체/ml, 조에아 4기에는 3회/일 (오전, 정오, 오후) 10~20개체/ml가 적당하다. 메갈로파기 부터는 생사료와 병행공급 하게 되므로 5~10개체/ml의 밀도로 하루 1~2회 공급한다. 알테미아 부화 후 발생하는 난각은 어류 부화자어에 공급할 때처럼 세밀하게 분리하지 않아도 되지만, 난각이 유생 사육조에 과다하게 유입되면 부패에 의한 수질악화가 발생하거나 배수망을 막아 환수시 곤란한 경우가 발생한다.

㉔ 배합사료

배합사료는 주로 새우 (대하) 종묘생산용을 사용하는데, 이는 동물성 먹이생물 부족시 대체용으로 사용하며, 횃수는 4시간 간격으로 공급하면 된다. 배합사료는 영양이 잘 갖추어진 균형사료로 유생이 모두 섭취하면 다른 문제가 발생하지 않지만 만일 과다 공급으로 인하여 섭취되지 않은 것이 수조바닥에 쌓이게 되면 부패함으로서 수질악화와 질병발생 등의 2차적인 수질악화의 원인이 된다.

표 2-12. 꽃게유생의 먹이종류 및 일간 급이량 기준 (林田·松清, 1982)

시험구	먹이 종류	공급 시기	공급 기준	공급 시간
A	활 로티퍼	Z ₁ ~Z ₃	5~7개 체/ml	9:00
	냉동 로티퍼	Z ₂ ~Z ₄	5~15g/m ³	9:00, 11:00
	알테미아	Z ₃ ~M	0.2~2개 체/ml	11:00, 14:00
	냉동코페포다 (<i>Tigriopus</i>)	Z ₄ ~M	1~3g/m ³	7:00, 9:00, 11:00
	새우·조갯살	M~C ₁	30~50g/m ³	13:00, 15:00, 17:00
B	활 로티퍼	Z ₁ ~Z ₄	10~15개 체/ml	9:00, 11:00
	냉동 로티퍼	Z ₂ ~Z ₄	5~20g/m ³	10:00, 11:00
	알테미아	Z ₃ ~M	0.2~2개 체/ml	11:00, 14:00
	냉동코페포다 (<i>Tigriopus</i>)	Z ₄ ~M	2~3g/m ³	7:00, 9:00, 11:00
	새우·조갯살	M~C ₁	80~130g/m ³	13:00, 15:00, 17:00

㉕ 생사료 (조갯살)

조갯살은 바지락, 동죽 등 종묘생산시기에 저렴한 가격으로 구입 가능한 것을 선택하면 된다. 공급시기는 공식현상이 나타나기 시작하는 메갈로파기부터 공급을 시작하여 분양, 방류시 까지 계속하여 공급한다. 메갈로파기부터는 공식습성이 강해져서 알테미아나 배합

사료보다는 동료 메갈로과 등 크기가 작거나 탈피중인 메갈로과를 섭취하는 육식성 현상이 두드러지게 나타난다. 따라서 폭기를 강하게 공급하여 메갈로과유생들이 서로 만나는 확률을 낮추어야 하며, 조개살을 공급하여 육식습성을 충족시켜주는 것이 바람직하다. 조개살은 믹서기로 갈아서 3~4시간 간격으로 자주 공급한다 (야간에도 공급해야 공식율을 낮출 수 있다). 어린계 시기에는 동물성 먹이에 전적으로 의존하는 시기로서 개체의 탈피시 도피력이나 방어력이 없는 개체들은 다른 개체에게 쉽게 포식되므로 충분한 먹이공급이 중요하다.

4) 감모 및 공식

꽃게 종묘생산시 대량감모 현상이 나타나는데 1차적으로는 사육환경의 악화로 발생하며 또 하나는 꽃게의 강한 공식습성에 의해 발생한다.

(1) 감모

1차 감모는 부화 후 조에아기에 발생하며, 주된 원인은 로티퍼 부족으로 인해 충분한 영양상태를 갖추지 못하는데서 발생된다. 따라서 충분한 로티퍼 공급은 초기 생존에 필수적인 사안이다. 그 외 급격한 수질변화(물만들기가 충분하지 않을 경우)로 인하여 발생하는 경우도 있으므로 이때에는 규조류 배양에 의한 물만들기나 클로렐라를 첨가해 주는 긴급조치가 필요하다.

(2) 공식

2차 감모는 메갈로과시기와 치계시기에 발생하는데 가장 큰 원인은 개체간 공식으로 발생한다. 이 시기의 공식을 줄이기 위해서는 차광막이나 그물망(망목 5~7mm)을 조밀하게 설치하여 개체간의 격리와 도피처를 제공해야 한다(그림 2-8).

또한 물만들기 실패로 인한 수색의 급변(수색의 투명화), 배합사료 과잉 공급에 의한 저질 부패와 사육수 오염 그리고 수소이온농도

(pH), 용존산소(DO) 상승에 의한 가스병 발생 등 사육환경의 변화와 악화로 폐사가 발생하는데 안정적인 물만들기와 적절한 사료 공급으로 발생을 예방할 수 있다.

5) 유생의 성장

각 유생발달 단계별 성장은 조에아 1~4기의 평균 갑폭은 각각 0.6mm, 0.9mm, 1.1mm, 1.6mm 이며 메갈로파기의 평균 갑장은 2.0mm, 치계 1기의 평균 갑폭은 2.6mm로 성장한다(그림 2-9).



그림 2-8. 꽃게 유생의 고밀도사육을 위한 공식방지용 그물망.

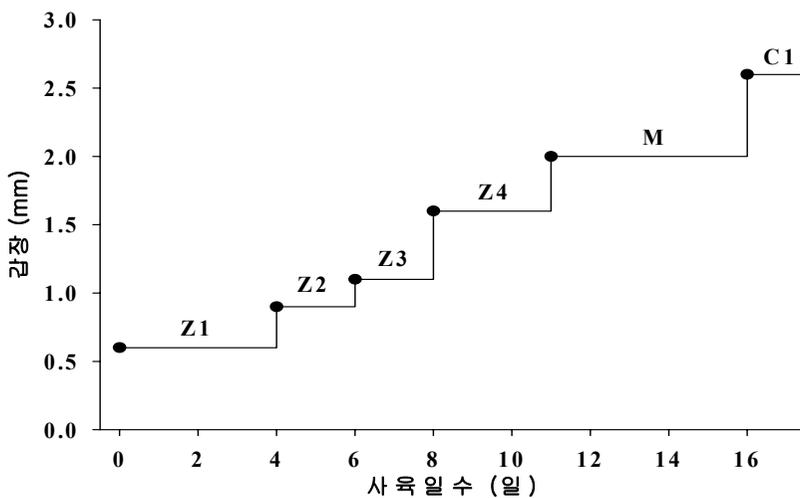


그림 2-9. 꽃게유생의 발생단계별 성장을 비교.
(Z, 조에아유생; M, 메갈로파유생; C, 새끼게)

유생의 발달 단계별 소요 일수는 부화된 유생은 수온조건에 따라 발생속도가 다소의 차이가 있다. 수온 25℃내외에서 조에아 기간은 11일, 메갈로파 기간은 5일 그리고 어린게 1기까지는 17일간 소요되었으며, 종묘크기인 어린게 2~3기까지는 23~25일간 소요된다.

일반적으로 종묘배양장에서 나타나는 생존율은 메갈로파까지는 50% 전후이며 치계 1기까지가 약 30% 전후이며 그 이후 어린게 시기에는 사육환경에 따라서 심하게 달라진다. 국립수산과학원에서 수년간 꽃게 종묘생산시 얻은 생존율을 살펴보면, 조에아 2기에는 88.8%, 조에아 3기는 84.7%, 조에아 4기는 76.4%, 메갈로파기는 48.6% 정도이다. crab 1기에서는 27.2%, 종묘크기인 crab 2, 3기까지는 18.3%로 나타났다(그림 2-10).

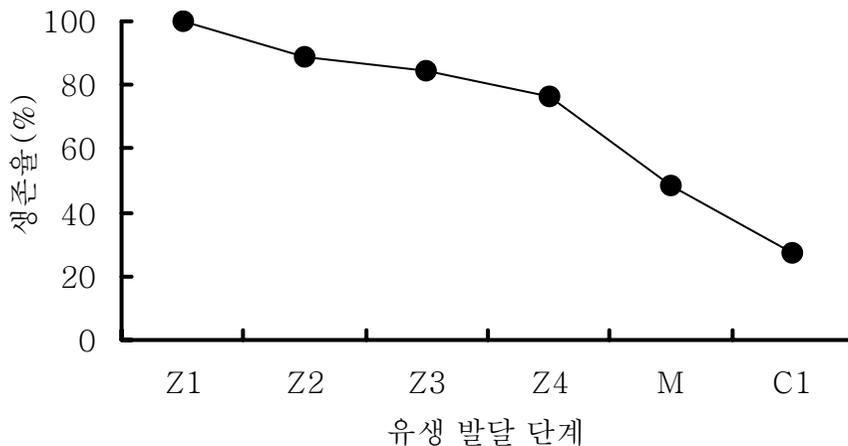


그림 2-10. 꽃게유생의 발생단계에 따른 생존율.
(Z, 조에아유생; M, 메갈로파유생; C, 새끼게)

6) 종묘 수확과 운송

(1) 수확

방류용이나 양식용으로 사용하는 종묘의 크기는 치계 2~3기 (갑장 3.6~5.2mm, 갑폭 7.4~11.1mm, 체중 0.02~0.07g)가 바람직하다.

치게는 수확이 매우 어려워 부착망에 부착된 개체들은 털어도 잘 분리되지 않으며 심하게 털게 되면 집게발 등의 부속지가 탈락되어 초기 생존율이 매우 저하될 수 있다. 원만한 수확을 위해서는 수확 직전에 사육수온 보다 5℃ 정도 낮게 수온을 저하시켜 치게의 활동을 둔화시킨 후 수확거나 혹은 부착망을 작게 잘라서 (부착망이 소형이면 편리함) 해수가 담긴 수확용기에서 약하게 흔들면서 분리시키면 부속지 탈락 없이 수확이 가능하다.

(2) 계수

종묘는 정확하게 계수되어야 입식량을 추정하고 먹이량을 정확하게 결정할 수 있다. 계수방법은 중량법과 용적법이 있다. 중량법은 종묘만을 수거하여 수분을 제거한 후 계의 총중량을 측정하는 방법이며, 용적법은 일정 용적(톤) 혹은 면적 내의 종묘의 수를 계수한 후 총용적 혹은 총면적으로 환산하는 방법이다. 중량법은 정확하기는 하지만 체 등의 망을 이용하여 수분을 제거하기 때문에 종묘에게 스트레스를 줄 수 있으나 정확한 계수를 할 수 있다는 장점이 있는 반면 용적법은 다소 오차가 발생할 수 있다(제 3장 양성 참조).

(3) 종묘운송

종묘 수송은 고무통(500ℓ 용기가 적합)에 3~5만마리 정도가 적정하며 용기 내에 미리 그물망이나 차광막을 넣어 종묘 간의 엉킴을 방지하며 얼음봉지를 넣고 산소포장을 하여 운송한다.

7) 공식방지

어린계로 변태, 성장하면서 저착 생활로 들어가는데 이때부터 공식현상은 더욱 심화되어 탈피과정 중의 개체 포식을 선호하며 먹이를 충분히 공급하여도 공식현상이 크게 떨어지지 않기 때문에 어린계 2~3기에 도달하면 입식을 서두르는 것이 바람직하다. 그러나 입식의 준비가 되어 있지 않거나 실내에서 중간육성을 할 경우에는 그물망을 보다 조밀하게 설치하여 종묘가 부착할 수 있는 공간을 증가

시켜 주어야 하며 먹이공급을 자주 함으로써 공식을 방지할 수 있다.

다. 먹이생물 배양

1. 서 론

종묘생산 과정에서 가장 어려운 단계는 부화 후 최초 외부로부터 로티퍼와 같은 적합한 먹이를 섭취하는 과정인데 이때 충분한 양질의 먹이 공급이 이루어져야만 정상적인 성장이 이루어진다.

초기 먹이의 조건으로서는 유생이 쉽게 포식할 수 있어야 하며, 섭이에 적합한 크기, 충분한 영양분의 함유, 소화에 용이해야 하는 등의 조건을 갖추어야 한다.

2. 윤충 (rotifer) 배양

1) 생활사

로티퍼는 어류와 갑각류의 초기 유생 먹이로서 가장 일반적으로 사용되는 동물성 먹이생물이며, 유생의 영양요구에 적합한 성분을 고루 함유하고 있다. 로티퍼는 윤충강(輪虫綱)에 속하는 미소형의 동물플랑크톤으로서 세계적으로 약 1,500여 종이 알려져 있는데 대부분이 담수산이며 기수나 해수에 서식하는 종은 수 종류에 불과하다. 운동은 윤반에 부착된 미세한 섬모로 유명하여 물 속의 미세한 먹이생물을 여과 섭식한다. 환경조건이 좋으면 무성생식을 하고 세대기간이 짧아서 단시일 내에 배양 증식이 가능하지만, 환경요인이 적합하지 못하면 무성생식에서 유성생식으로 전환되어 내구란을 형성하게 된다.

윤충은 체장 $140\mu\text{m}$ 에서 생물학적 최소형에 달하여 통상 1개의 난을 포란하지만 2~4개를 동시에 포란하는 개체도 있다. 난경은 56~

120 μm 과 48~96 μm 로 큰 차이가 있다. 로티퍼는 보통 17~20 $^{\circ}\text{C}$ 이상에서는 번식이 이루어지고 수온이 10 $^{\circ}\text{C}$ 이하로 떨어지면 내구란을 형성하고 성체는 죽는다. 난은 27 $^{\circ}\text{C}$ 에서 2~4일 이내에 부화하고 부화 후 약 4일 만에 생물학적 최소형에 달하여 포란하고, 포란 후 4~5일 만에 부화하여 새로운 세대가 시작된다.

2) 배양방법

(1) 대형수조를 이용한 배양

수조의 크기는 10~100톤의 원형 혹은 사각수조 모두 무방하며, 재질은 콘크리트, PP, 천막지 등을 사용하면 된다. 사육수는 여과해수(3 μm)를 이용하며 원종 접종은 1ml당 10~20개체 밀도가 적합하다. 수온은 25~28 $^{\circ}\text{C}$ 로 유지하고 폭기는 에어스톤을 통하여 강하게 공급한다. 윤충을 수확하는 간격은 환경에 따라 다르지만 먹이가 충분히 공급되고 수온이 25~28 $^{\circ}\text{C}$ 의 조건을 조절하면 매일 수확도 가능하다. 윤충의 난각 및 폐사개체 등의 현탁물 제거용 필터(시판용 재료)를 바닥에 설치한 경우에는 2~3개월간 연속 채취도 가능하다. 동일 수조에서 장기간 배양하면 증식률이 떨어지기 때문에 전량 채취한 다음 수조를 소독, 건조하여 재접종하는 것이 바람직하다.

㉞ 먹이공급

먹이는 빵효모인 이스트(Yeast)와 클로렐라를 병행 혹은 단독 공급한다. 이때 주의할 점은 이스트만으로 배양한 윤충을 단독으로 공급할 경우 $\omega 3$ HUFA(고도불포화필수지방산)결핍으로 종묘의 영양부족 현상이 발생할 수 있으므로 공급 전에 반드시 클로렐라를 12~24시간 동안 공급하여 2차 영양강화를 실시한 후에 유생에게 공급하여야 한다. 이때 영양 강화로 처리된 윤충은 사육조내의 여러 오염 물질에 의한 감염 예방을 위해 공급 전 깨끗한 여과 해수로 세정해 주어야 한다.

㉟ 이스트(yeast) 공급

이스트를 윤충 100만 개체 당 1~2g/일의 양을 하루 2~3회로 나누

어 공급한다. 윤충을 처음 접종했을 때와 같이 밀도가 낮을 때는 1일 공급량을 여러번에 나누어 공급빈도를 늘리고 윤충의 밀도가 높아짐에 따라서 공급빈도를 줄이면서 양을 늘려가는 것이 수질관리에 유리하다. 일반 이스트는 해수에 잘 용해되지만 유지이스트는 기름이 물 표면에 부유 확산되기 때문에 그물주머니 등에 넣어서 윤충 수조 속에 매달아 주면 자연스럽게 녹아든다.

㉔ 클로렐라 공급

1,200만~1,800만 세포/ml 농도의 클로렐라가 포함된 해수에 윤충 50개체/ml의 밀도로 수용하였을 경우, 윤충 1마리당 클로렐라 섭취량은 수온 20℃에서 10,000cells/ml/시간 정도이다. 따라서 ml당 1,000만 세포의 클로렐라를 해수에 1,000개체/ml의 윤충을 수용하면 윤충을 1시간 만에 클로렐라를 모두 섭취하게 된다.

클로렐라만 이용하여 윤충을 배양할 경우에는 배양 중인 윤충이 클로렐라를 섭취한 후에는 윤충을 수거하고 배양조에 클로렐라를 전량 교체한 후 윤충을 다시 배양조에 넣어 주어야 하는 번거로움이 있다. 그러나 이스트를 함께 공급하여 윤충을 배양할 경우는 접종시 클로렐라 해수를 채운 뒤 중간 채취 후에 채취한 수량만을 보충해 주는 것만으로 충분하므로 보다 편리하다.

(2) 고밀도 윤충 배양

종묘 배양장에서의 고밀도배양을 위해서는 1톤 크기의 사육조를 이용하는 것이 편리하다. 윤충의 초기 접종밀도는 100개체/ml 이상이어야 하며 본 배양밀도는 1,000~2,000개/ml로서 대형수조에서의 밀도에 비해 10배 이상 높다(그림 2-12).

정상적으로 배양이 이루어질 경우 윤충의 수확은 매일도 가능하다. 수질관리와 안정적인 생산을 위해서는 사육조를 2개 이상 설치하여 교대로 접종과 수확을 반복하는 것이 바람직하다. 이 방법은 대형수조배양에 비해 사육 공간을 작게 차지하며 청소와 관리가 편리

하다.

고밀도 배양 시에는 필히 액상 산소를 공급해야 요구되는 용존산소를 충족시킬 수 있다. 고밀도 배양시 먹이는 농축 클로렐라를 공급하는데 상품화되어 시판되는 것을 이용하면 영양강화에 유리하며 별도의 클로렐라 배양의 번거로움을 줄일 수 있다.

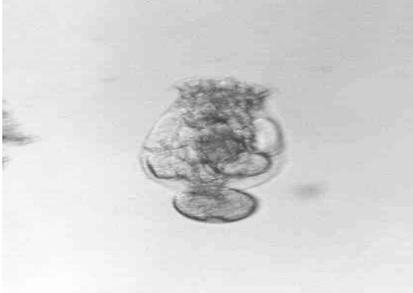


그림 2-11. 로티퍼(윤충)의 현미경사진



그림 2-12. 로티퍼 고밀도 배양기

3) 윤충의 채취

생산된 로티퍼는 망목 60~70 μm 으로 된 망을 이용하여 채취한다. 망은 사용 후 망목이 쉽게 막혀 버리므로 담수에 잘 씻어 그늘에서 건조하여 보관한다. 사육수조가 소형일 때는 싸이폰을 이용하여 채취 망으로 여과하면 채취가 가능하지만 대형수조일 경우에는 수중펌프를 이용하는 것이 편리하다. 이때에는 많은 양의 물이 통과하기 때문에 걸름망의 크기도 충분히 커야 하며 예비 걸름망을 여러 개 준비해 두어야 한다.

3. 알테미아 (Artemia) 부화

1) 부화(그림 2-13)

알테미아는 시중 판매되는 건란 자체로서 먹이로 이용되는 것이 아니라 갯 부화된 알테미아 유생을 먹이로 사용한다.

(1) 부화용기

대량으로 부화시킬 경우 500~1,000 ℓ 짜리 부화 탱크(그림 2-14)를 사용하고 소형일 경우 투명한 3~5 ℓ 비이커나 유리병을 사용한다.

(2) 부화용수

세균 등에 오염되지 않은 자연해수 혹은 일반 지하 해수를 사용한다.

(3) 조도

자연광을 최대한 이용하고 야간이나 태양광선이 부족할 경우에는 백열전구를 이용하여 부화율을 높여 준다.

(4) 폭기(aeration)

폭기는 알에게 산소를 공급해 줄 뿐 아니라 알이 잘 부유할 수 있도록 가능한 강하게 공급해준다.

(5) 용수의 pH

부화 시간이 경과됨에 따라 pH가 낮아지므로 배양수의 pH는 8.5정도로 유지한다.

(6) 부화온도

부화시 가장 중요한 요소이다. 부화에 적당한 온도는 25~29℃ 범위가 가장 효과적이다. 24℃이하일 경우에는 부화시간이 길어지며 부화율도 떨어지고 30℃일 이상일 경우에는 부화는 빨리 되나 부화된 알테미아가 약하고 영양강화 등 관리시 어려운 점이 있으므로 주의해야 한다.

(7) 난의 밀도

부화 용수 ℓ 당 1~2g 정도가 적정하며 그 이상 넣으면 부화율이 떨어진다.

(8) 채취

부화가 종료되면 먼저 폭기를 중단시키고, 인공조명을 이용하여 유생을 한 곳으로 집중 시켜서 부화된 알테미아 유생만을 사이펀으로 분리한다. 대형의 수조에서는 먼저 밑부분의 밸브를 열어 부화되

지 않은 침전된 알을 제거한 다음 건강한 부화 유생을 망으로 수거한 후 깨끗한 해수를 흘려서 유생을 세척한다. 수거된 알테미아유생을 빛이 들어오지 않는 캄캄한 수조로 옮긴 후에 한쪽에서 강한 광선을 투과시켜 부화유생을 한 곳으로 모이게 한 다음 사이펀 혹은 밸브를 통해 유생을 수거한다. 최근에는 알테미아 부화 유생만을 채취하는 걸름망을 많이 이용하여 채취한다.

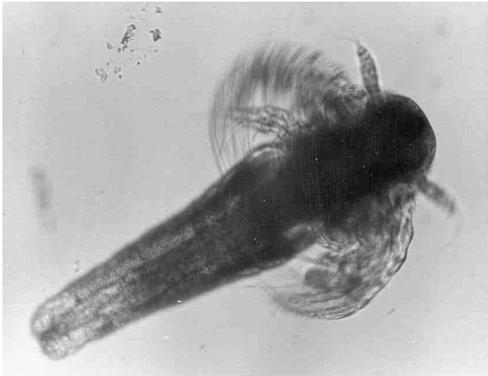


그림 2-13. 알테미아 부화유생
현미경사진



그림 2-14. 알테미아 부화조

(9) 영양강화

부화 직후의 알테미아는 바로 조에아유생에게 공급할 수 있지만 보다 양질의 알테미아를 공급하기 위해서는 윤충의 경우와 유사하게 클로렐라나 피드오일 (feed oil) 등으로 8~12시간 정도 영양강화를 실시한 후에 조에아유생에게 공급하면 바람직하다.



그림 2-15. 알테미아 부화유생의 수집

4. 클로렐라(Chlorella) 배양

클로렐라는 원래 담수산이지만 염분 농도를 조금씩 증가시켜 해수

에 순치시킨 것을 해산클로렐라라고 한다.

클로렐라는 3~8 μ m 크기의 미세한 단세포 녹조류로 배양방법에 따라 유기배양과 무기배양으로 구분되며 배양액의 염분에 따라 담수배양과 해수배양으로 나눌 수 있다. 클로렐라는 종묘 생산시 로티퍼의 먹이와 수질관리 목적으로 사용 된다.

1) 원종 보존 및 1차 배양

순수한 종의 보존관리는 환경변화나 오염원으로부터 보호하여 종묘생산시기의 필요에 따라 접종하여 배양할 수 있기 때문에 중요하다. 종의 보존을 위해 소량 배양하고자 할 때에는 실내에 형광등을 설치하여 소형 유리수조(0.1~1 l)에 배양액을 첨가하여 배양하는데 F/2배지를 많이 사용한다.

배양조건은 온도 20℃ 전후, 조도 2,000~10,000Lux로 조절하여 정체배양을 하지만 하루에 1회 정도 흔들어 주는 것이 좋다. 배양밀도가 5,000만세포/ml 이상으로 증식되면 다른 플라스크에 상등액만을 소량 취하여 접종한다. 접종 시 최종 밀도는 500만세포/ml가 적당하다. 배양해수와 용기는 항상 80℃ 이상 고온으로 멸균하여 사용한다.

2) 중간배양

중간배양은 대량배양 이전에 5~20 l의 투명용기에 원종을 접종시켜 배양하는 중간단계의 배양이다. 중간배양의 배양액은 f/2 배지를 사용하고 오염을 막기 위하여 실내에서 배양하는 것이 바람직하다 (표 2-13).

중간배양된 클로렐라는 다시 1~2톤 정도의 투명용기에 옮겨 배양하고 이때부터 배양액을 농업용 비료 또는 액상 비료인 캠프살액을 사용하면 된다. 배양액은 해수 1 l 당 1ml를 첨가한다. 배양농도는 5,000만~1억 세포/ml로 배양하고 수온이 낮은 시기에는 필요에 따라 가온시켜 증식이 빨리 되도록 한다. 배양해수는 멸균하여 냉각시

킨 것을 사용하고, 산소공급은 필터를 통과하여 강하게 실시하도록 한다.

표 2-13. f/2배지의 성분 조성표 (해수 혹은 담수 1ℓ중의 함량)

시약명	사용량	시약명	사용량(g)
Na ₂ SiO ₃	0.06g	Na ₂ NO ₃	0.15g
Na ₂ HPO ₄ 12H ₂ O	0.896g	C ₁₀ H ₁₂ N ₂ O ₆ NaFe3H ₂ O	0.01g
MnCl ₂ 4H ₂ O	0.022g	CoCl ₂ 6H ₂ O	0.011mg
CaSO ₄ 5H ₂ O	0.0196g	ZnSO ₄ 7H ₂ O	0.044mg
Na ₂ MO ₄ 2H ₂ O	0.012g	비오틴	0.001mg
비타민 B ₁₂	0.001μg	Tiamine hydrochloride	0.02mg

3) 대량배양

클로렐라의 대량 배양은 사용하고자 하는 목적과 필요한 량에 따라서 규모가 다르지만 50~100톤의 수조가 많이 사용된다. 수조의 모양은 사각형, 원형 등이 있고, 수조의 재질도 콘크리트, PP종류, 캔버스 등 다양하다. 배양의 위치는 충분한 광선을 필요로 하므로 자연광을 장시간 받을 수 있는 옥외 수조가 이상적이다. 배양수조의 깊이는 1m 이내가 적합하며 수심은 클로렐라의 밀도가 높아지면 수중 투과율이 저하되기 때문에 50~60cm 정도로 낮게 유지하는 것이 바람직하다.

4) 배양조건

배양 적수온은 20℃ 이지만 저수온기에는 남조류가 번식하여 진한 녹색으로 변하는 경우가 있고, 수온이 높으면 규조류가 발생하여 수색이 다갈색으로 변하는 경우가 있다. 이때에는 배양수를 모두 버리고 수조를 소독한 후 깨끗한 원종을 이용하여 다시 배양을 시작해야 한다. 배양해수는 유해조류나 기타 생물의 유입을 방지하기 위하여 여과해수나 자외선 멸균해수를 사용하며, 염분은 18ppt (비중 1.020)

전후가 좋다.

5) 시비

배양해수 ℓ 당 유안 0.1g, 요소 0.01g, 과린산석회 0.01g과 소량의 영양제를 첨가하여 용해한 후 미세한 망사로 걸러서 시비한다. 농업용 액체비료(캄프살)는 ℓ 당 0.5~1ml 정도 첨가하면 된다.



그림 2-16. 클로렐라 대량배양.

6) 밀도

클로렐라의 접종농도는 배양기간에 따라 그 농도를 가감할 수 있지만 일반적으로 배양해수에 접종할 때의 농도는 ml 당 500~1,000만 세포가 되도록 접종하여 4~7일후 2,000~2,500만 세포/ ml 의 밀도로 증식시켜 로티퍼의 먹이와 종묘생산시 수질안정을 위해 사용한다. 그렇지만 5,000만 세포/ ml 이상 고밀도로 증식시키고자 할 경우에는 약 15일 정도 소요되기 때문에 증식 속도와 배양물량에 따라 적절히 계획을 수립하여 배양하는 것이 바람직하다. 특히 시비후 1주일 이내에는 사용하지 않는 것이 바람직하다.

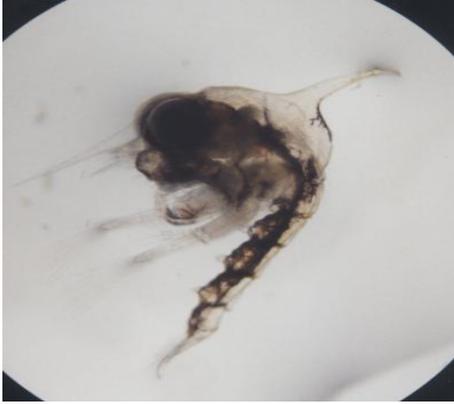
중간 채취는 2,000만 세포/ ml 이상으로 증식했을 때 시작하면 무난하며 채취량은 하루에 수조의 10~20% 정도만 하고, 다시 여과해수를 채취한 양만큼 보충해 준 다음 시비를 한다. 시비량은 보충한 해수에 필요한 양보다 다소 많은 양을 첨가한다. 배양조건에 따라 클로

렐라 증식속도가 다르기 때문에 배양수색에 따라 필요시 채취하여 사용하면 된다. 최근에는 시판하는 담수산 혹은 해산 농축 클로렐라를 많이 이용한다.

7) 배양시 주의점

클로렐라 배양 중 수면에 암녹색의 거품이 발생하거나 배양수가 다갈색으로 변색하면서 클로렐라 밀도가 떨어지는 일이 종종 발생하는데 이러한 원인은 수온의 급격한 상승, 장기배양에 의한 자가오염 및 클로렐라의 번식력 저하, 장마 등에 의한 일조량 부족, 규조류의 혼입 등으로 발생될 수 있다. 대책으로는 필터(3~5 μ m)를 사용하여 클로렐라를 여과하고 깨끗한 수조로 클로렐라를 이동하여 배양하는 과정을 반복하면 어느 정도 효과를 얻을 수 있다.

칼라도판 2-1. 꽃게유생과 새끼꽃게 및 외포란



조에아 3기



메갈로파 유생



게 1~2기



게 1~2기



외포란된 어미꽃게



외포란된 알의 발생단계에 따른 색상 변화

칼라도판 2-2. 식물성 먹이(규조류) 배양



원종보존



중간배양



중간배양



대량배양

제 3 장 양 성

〈순 서〉

- 가. 양식장 선정 및 조성
 - 1. 양식장 적지 선정
 - 2. 양식장 조성
- 나. 종묘 방양
 - 1. 종묘방양 준비
 - 2. 종묘방양
- 다. 중간 육성
 - 1. 중간육성의 필요성
 - 2. 중간육성의 장점
 - 3. 중간육성 방법
 - 4. 종묘방양 시기
 - 5. 종묘방양 밀도
 - 6. 먹이공급
- 라. 양성
 - 1. 사육환경
 - 2. 사육수 환수
 - 3. 먹이공급
 - 4. 성장도 조사
- 마. 수확
 - 1. 수확시기
 - 2. 수확방법
 - 3. 수확후 상품관리
 - 4. 수확후 살찌우기
- 바. 월동
 - 1. 일반월동
 - 2. 월동수온
 - 3. 비닐하우스 시설을 이용한 월동

가. 양식장 선정 및 조성

1. 양식장 적지 선정

성공적인 꽃게 양식을 위해서는 양식장의 적지 선정이 매우 중요

하다. 양식장을 어떤 위치에 선정하느냐에 따라 조성비, 운영비, 생산성 등에 영향을 미친다. 일반적으로 해안선 근처에서 바다와 직접 면한 곳을 피해 다소 안쪽에 흙으로 독을 쌓거나 땅을 파고 사육지를 적당한 크기로 구획하여 양식장을 만든다.

꽃게 양식장은 새우양식에 비해 많은 양의 사육수 교환을 필요하기 때문에 해안선에서 너무 멀리 떨어진 곳은 피하고 해수면에 비해 너무 높거나 너무 낮을 경우에는 취수와 배수에 어려움을 겪을 수 있기 때문에 양식장의 높이도 충분히 고려되어야 한다.

1) 간만의 차(潮汐)

양식장을 만들고자 하는 장소의 조석상황을 자세히 파악하여 조석을 이용하여 취수와 배수가 자동적으로 이루어지는 곳이 바람직하며, 가능한 동력 사용을 최소화하여야 한다. 또한 매월 최소 15일 정도는 만조시 취수가 가능한 위치가 바람직하다.

2) 풍랑의 영향을 직접 받지 않는 곳

양식장의 위치는 풍랑의 영향을 직접 받지 않는 곳이어야 한다. 태풍이나 높은 파도에 의해 제방이나 독이 유실되면서 사육중인 생물을 함께 유실되는 큰 손해를 끼칠 우려가 있다. 풍랑의 직접적인 영향을 받지 않더라도 독은 강한 바람이나, 집중호우로 인하여 유실되지 않도록 튼튼하게 만들어야 한다.

3) 충분한 해수를 확보할 수 있는 곳

조류의 소통이 좋고 주변에 오염원이 없어 깨끗한 사육수를 충분히 확보할 수 있어야 한다. 이는 질병 발생이나 사육수질의 악화 등의 상황이 발생할 경우 대량의 사육수를 단시간내에 환수할 수 있어야 한다.

4) 교통이 편리한 곳

교통이 편리한 곳으로서 접근이 용이한 지역이어야 한다. 적극적인 양식관리와 사료운송, 꽃게 종묘운반 및 수확물 출하 등을 위한 차량 통행이 용이해야하며, 가능한 선박 왕래가 드문 외진 도서지역은 피한다.

5) 오염원이나 담수의 영향을 직접 받지 않는 곳

태풍과 폭우에 의한 담수의 영향을 직접 받지 않는 곳이어야 한다. 꽃게는 성장하는데 20ppt이상의 염분농도를 필요로 한다. 여름철 장마철이나 집중 호우시 양식장 주변에서 지표면이나 수로를 통해 양식장으로 담수가 유입될 경우에는 꽃게의 성장을 저해하게 된다. 따라서 양식장 주변에 표면수를 모아 배수할 수 있는 수로가 필요하며, 또한 주변의 수로를 잘 정비하지 않으면 만조시 담수가 역류되어 양식장으로 넘쳐드는 경우가 발생할 우려가 있다. 공업폐수와 농경지의 농약 등이 유입될 우려가 있는 지역은 피하는 것이 바람직하다.

6) 저질이 모래, 사니질, 사략질인 곳

양식장의 저질은 사질(모래)이나 사니질, 사략질인 곳이 바람직하다. 꽃게는 모래속에 잠입하는 습성이 있기 때문에 니질이나 단단한 경질의 바닥은 피해야 한다. 대체로 사질이 50% 정도만 되어도 양식장으로 활용이 가능하다. 우리나라에서는 완전한 사질의 지역은 그렇게 많지 않지만 서해안의 인천, 충남, 전북, 전남 등의 일부 지역은 모래를 많이 포함한 사니질 지역으로 꽃게 양식장으로 좋은 조건을 갖추고 있는 곳도 있다.

7) 사육해수 여건이 좋은 곳

(1) 수온

꽃게의 성장 수온은 20~30℃ 범위로 수온이 높을수록 양호한

성장을 나타낸다. 따라서 축제식 양식장의 연중 수온이 15℃ 이상 유지되는 기간이 긴 곳을 선택하는 것이 바람직하다. 우리나라는 온대 지역에 속해 있어 양식에 수온이 제한 요건으로 작용하고 있어 꽃게가 먹이를 먹고 성장 가능한 수온인 15℃ 이상 유지되는 기간이 길수록 꽃게의 성장 기간이 연장되어 좋은 성장을 기대할 수 있다.

(2) 염분 및 투명도

사육해수의 염분은 20~34ppt 범위가 바람직하다. 특히 강우시 담수의 영향으로 인하여 염도가 갑자기 낮아지거나 저염분 해수가 장기간 유지되지 않는 곳이 바람직하다. 투명도 80cm 이상이면 양식을 위한 사육수로 가능하다.

2. 양식장 조성

1) 양식장 크기

사육지의 크기는 수면적이 약 1,500~3,000평 정도가 바람직하다. 사육지의 크기가 작으면 관리에는 편리하지만 염분, 수온, 투명도 등의 환경변화가 심하고, 반면 사육지가 너무 크면 효율적인 양식관리에 어려움이 있다.

2) 양식장의 형태

꽃게 양식장의 형태는 정사각형, 직사각형, 장방형, 긴 수로형, 타원형 등으로 양식장 조성지역의 지형에 맞추어 허실되는 면적을 최소화하여 조성하는 것이 바람직하다(그림 3-1).

3) 양식장의 구조

꽃게 양식장은 대체로 대하 축제식 양식장과 유사하지만 독의 경사에 역점을 두어 만들어야 한다. 양식의 독은 경사를 완만하게 만들어 주는 것이 바람직하다. 꽃게는 사육지 가장자리의 얇은 곳에

서 섭식을 할뿐만 아니라 주로 완만한 경사면에서 많이 분포하면서 일정한 물체에 몸 뒤쪽을 기대어 전방을 방어하면서 생활하는 생태적 특징을 가지고 있기 때문에 제방의 경사면을 완만하게 조성해 줌으로써 꽃게가 서식, 분포할 수 있는 공간을 최대한 넓혀 주어야 한다.



그림. 3-1. 양식장 형태.

(㉠ 정사각형 사육지, ㉡ 직사각형 사육지
㉢ 장방형 사육지)

4) 양식장 바닥조성

꽃게가 가지고 있는 습성 중에 하나가 모래속에 잠입하는 것이다. 따라서 양식장은 바닥이 모래질인 곳이 가장 좋다. 양식장의 바닥이 딱딱한 곳이나 암반으로 이루어진 곳은 모래를 10~15cm 두께로 깔아주거나 모래더미를 50cm 높이로 많이 조성해주는 것도 바람직한 방법이다(그림 3-2, 3-3).

바닥을 높고 낮음이 반복되는 발이랑식으로 조성해주는 것도 바



그림 3-2. 경사가 완만한 사육지. 그림 3-3. 모래더미 조성 사육지.

람직한 방법의 하나이다(그림 3-5). 또한 현재 양식중인 새우양식장이나 유희 새우양식장 그리고 폐염전을 개조하여 꽃게 양식장으로 활용하는 것도 가능하다. 펄이 너무 많고 질퍽질퍽하여 20cm 이상 빠지는 곳은 꽃게 양식장으로서 적합하지 않다.

5) 사육지내 은폐물설치

사육지 바닥에는 다양한 구조를 가진 은폐물을 많이 설치해 줌으로써 탈피시 공식에 의한 감모를 최소화하여 생존율을 향상시키고 주간에는 휴식터로 이용될 수 있다.

꽃게는 단단한 껍질에 싸여있어 성장할 때마다 껍질을 벗는 탈피가 반드시 이루어져야만 성장이 이루어진다. 성장 단계에 따라 차이는 있지만 성장 초기에는 2~3일 간격으로 탈피가 자주 일어나고 성장할수록 탈피주기가 점점 길어진다(그림 3-4).



그림 3-4. 꽃게 탈피하는 광경.

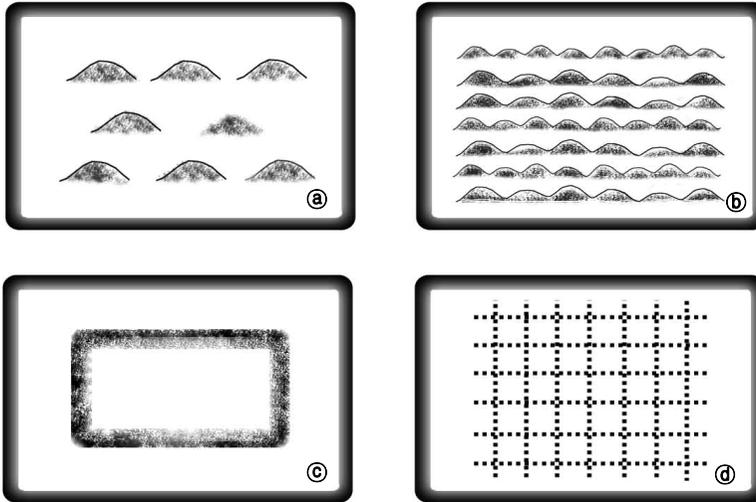


그림 3-5. 꽃게 양식장의 바닥 구조.

(㉑모래더미 조성, ㉒밭이랑 조성, ㉓모래언덕 조성, ㉔그물망 구획)

꽃게는 동료끼리 서로 잡아먹는 강한 공식 습성을 가지고 있다 (그림 3-6). 공식현상은 먹이가 부족할 경우에 발생하기도 하지만 탈피시에 가장 많이 발생한다. 탈피시에는 많은 에너지를 소실하고 운동력이 없어 주변의 다른 개체들이 잡아먹기 위해 접근하여도 도피능력이나 방어능력이 거의 없기 때문이다. 따라서 탈피하는 개체들이 탈피를 하거나 탈피후 운동력과 방어능력을 가질 수 있을 때까지 일정한 장소나 공간에서 숨거나 쉴 수 있는 공간을 제공해주는 것이 생존율 향상에 도움이 된다. 아직까지 꽃게의 은신처, 은폐물로 개발되어 상품화된 것은 없으며 꽃게의 개체 특성에 맞추어 숨어 들어갈 수 있는 물체들을 많이 넣어주는 것이 바람직하다. 중국에서는 기와, 향아리, 블록, PVC관, 돌무더기 등을 많이 넣어주고 있다.

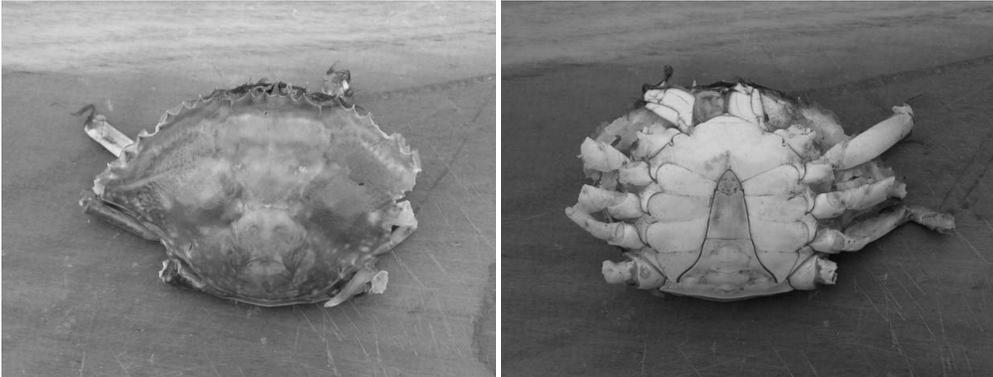


그림 3-6. 공식으로 심하게 손실된 꽃게 원형.

6) 양식장 사전 정지작업

(1) 양식장 밑바닥의 청소

양식장을 한동안 사용후에 바닥을 깨끗이 정리하지 않으면 꽃게의 서식환경을 악화시켜 꽃게의 성장이 둔화되거나 질병이 발생할 우려가 많다. 한해의 꽃게 양식이 끝나면 반드시 다음해 꽃게 종묘를 입식하기 전에 양식장 바닥의 사료 찌꺼기, 배설물, 잡물질과 쌓여있는 저질을 사육지 밖으로 깨끗이 제거하여야 한다.

(2) 양식장의 제방과 취·배수문의 정비

흙으로 쌓은 제방은 일정한 시간이 지나면 빗물, 풍랑, 자동차 및 사람들의 통행으로 인해 침식되어 문제가 발생한다. 때로는 균열이나 빈틈이 생겨 양식장의 물을 조절하기 어렵게 되거나 꽃게가 밖으로 도망쳐 나올 수도 있고 양식 기간 중 누수로 인하여 제방이 무너지는 일이 발생할 우려가 있다. 따라서 양식장을 보수할 때 빈틈을 막고 제방을 튼튼하게 수리해야 한다. 동시에 취·배수시설의 보수 작업을 함께 하여야 한다.

(3) 사육지 바닥의 일광 소독

사육지의 바닥에 쌓인 사료찌꺼기, 배설물, 잡물질 등의 저질을 제거한 후에는 제방과 취·배수 시설을 보강하는 동시에 사육지 바닥을 일광 소독하여 잔여 유기물질이 산화 분해되게 한다. 이렇게 하여야만 양식장이 노화되는 것을 막을 수 있고 꽃게양식장의 생산력을 높이는데 효과적이다. 꽃게 사육지 바닥을 강한 햇볕에 오래 일광 소독하는 기간은 사육지 바닥의 상황에 따라 다르다. 보통 바닥이 단단한 사육지는 7~10일 햇볕에 쬐이면 되고 바닥이 비교적 부드러운 못은 20~30일 정도로 햇볕에 쬐이면 효과를 볼 수 있다.

① 석회를 이용한 사육지 바닥 개선

석회는 꽃게 사육지의 바닥을 개선하는 중요한 역할을 한다. 그러나 꽃게사육지의 실제 상황에 따라 선택해야 한다. 석회는 소석회와 생석회로 나뉜다. 소석회는 소독능력이 다소 약하지만 토양의 pH값을 상승시킨다. 생석회는 소독능력이 강하고 pH값도 급격하게 상승시킨다. 꽃게 사육지는 한해 동안의 양식을 거치면 pH값이 떨어지게 된다. 꽃게사육지를 보수할 때 기타 소독조치를 취하고 꽃게사육지의 pH값만 상승시키기만 원한다면 소석회를 사용하는 것이 바람직하다. 그러나 소독도 하고 pH값도 상승시키려면 생석회를 사용하는 것이 좋다. 꽃게를 양식할 때 토양의 pH값이 7.0이하일때 반복적으로 강한 햇볕에 쬐이고 물로 씻어낸 다음 750~1,500kg/ha의 생석회를 뿌린다.

② 염소를 이용한 사육지 바닥 소독

염소(차아염소산나트륨, 클로르칼키)은 원생동물과 세균에 대하여 강력한 살균능력이 있다. 그러나 공기중에서 쉽게 분해된다. 그러므로 포장을 뜯으면 즉시 현장에 사용해야 한다. 사용방법은 우선 꽃게사육지에 소량의 물을 넣는다. 사육수에 염소소독을 할 경우에는 염소 유효농도 100ppm이 적당하다. 사육수가 없이 바닥을

소독할 경우에는 $15\sim 25\text{g/m}^3$ 의 양으로 사육지 바닥에 염소를 고루 살포한다.

(4) 사육지 수심

양식장의 깊이는 저수(貯水)하여 꽃게를 사육할 수 있는 필요한 수온의 안정성을 유지하고, 꽃게의 양호한 성장환경을 유지하는데 유리하도록 하여야 한다. 깊이가 1m 이하인 사육지는 수온이 기온의 영향을 많아 받아 항온능력이 떨어진다. 반면 수심이 너무 깊으면 항온능력은 좋으나 사육지의 물을 깨끗이 배수하는 것과 꽃게를 수확하는 것에 불리하다. 꽃게사육지의 수심은 1.5~2.0m 정도로 하는데, 가운데를 약간 높여 수심을 1.5m, 둑 가까이는 2.0m 정도로 깊게 해준다.

(5) 취·배수 시설

양식장은 사육수의 취수와 배수가 용이하여 필요시에 충분한 사육수의 취수와 전량배수가 가능하여야 한다. 가능하다면 밀물과 썰물시 수문조절에 의해 취수와 배수가 가능하다면 최적이겠으나 그렇지 못한 곳에서는 만조시에 양수펌프를 이용하여 사육수를 취수하거나 많은 양의 해수를 저장할 수 있는 저수조를 따로 두어 필요시 사육지로 해수를 주수하는 방법도 고려하여야 한다.

사육수를 취수하는 취수구 및 토출구에는 망목 크기가 조밀한 망을 설치하여 망둥어 등의 육식성 어류와 게류, 잡어 등의 해적생물이 유입되지 않도록 해주어야 한다.

(6) 저수지

안정된 사육수를 공급하기 위해서는 저수지를 따로 두는 것도 좋다. 저수지는 수심을 4~5m 이상으로 깊게 만들어 펄이나 이물질을 침전시킨후 사용할 수 있는 장점이 있다. 또한 강한 바람이나 폭풍으로 인하여 연안수가 탁해졌거나, 폭우로 인하여 연안수의 비

중이 낮아졌을 때 저수지의 물을 활용하는 것이 바람직하다.

(7) 취수로 및 배수로

① 취수로 만들 때 고려할 사항

㉠ 꽃게 양식장의 일일 환수량

꽃게 성장에 따라 일일 환수량은 보통 40~50%로 하고 30%보다 적지 않게 환수가 가능하도록 설계하는 것이 바람직하다. 그렇지 않으면 양식 중반기 이후부터는 환수 수요를 충분히 만족시킬 수 없게 된다.

㉡ 충분한 양의 비상용 사육수 확보, 유지

양식 과정에서 발생할 수 있는 고온, 저온, 산소결핍, 다양한 수질 변화 등의 문제가 발생하게 된다. 따라서 비상시에 사육수를 주수할 수 있는 장치나 시설(저수지)을 확보해 놓는 것이 바람직하다.

㉢ 수로 바닥과 만조선의 상대높이

수로바닥과 만조선의 상대높이의 수치값이 작으면 만조가 지속되는 시간내에 필요한 수량(水量)을 확보할 수 있는지 고려해야 한다.

② 배수로를 만들때 고려할 사항

㉠ 일일 배수량

양식 후기에 양식장의 일일 환수량은 40~50%이고 최소한 30%의 물을 환수해 줄 수 있도록 일일 배수량을 계산한다. 일반적으로 환수의 효과를 기대할 수 있는 최소 환수량은 30% 정도로 추정된다.

㉡ 양식장을 소독할 때와 대량 배수시기의 배수량

양식기간 중에는 자주 양식장의 물과 수질이 좋지 않은 물을 갈아주어야 한다. 그러므로 배수로를 설계할 때에는 충분한 배수량을

고려해야 한다. 보통 1~2일 사이에 한번씩 폐수를 깨끗이 배출해야 한다.

㉔ 꽃게 수확시 활용성

사육수를 완전히 배수하고 수확할 때에는 단시간내에 완전 배수가 가능하여야 한다. 만약 그물을 설치하여 배수하면서 꽃게를 수확한다면 배수로를 양식장 바닥보다 30cm 정도 낮게 만들어야 완전 배수가 가능하다.

6) 양식장 시설물

(1) 수차설치

사육지 내에서 수차(水車, paddle wheel)를 작동시킴으로서 사육지 수중에서 발생하는 가스(용존산소, 용존 이산화탄소, 수소이온, 비이온 암모니아 등)를 공기중에 배출하고 공기중의 산소를 수중으로 용해시키는 작용과 사육지내의 사육수를 순환, 혼합시키는 역할을 하게 된다(그림3-7).

수차 설치는 ha당 10대(2Hp) 전후로 사육수의 주수와 배수 방향을 고려하여 설치 방향을 결정하는데 일반적으로 주수구쪽에서 배수구쪽으로 해수가 순환되도록 설치한다. 수차외에 사육수 순환과 산소공급을 위해 에어오투, F-7등을 함께 설치하는 것이 효율적이다.

(2) 전기시설

사육지내의 취수용 양수기, 수차, 사료보관용 냉동창고 등의 각종 양식 기기운동, 관리사 등에서 소요되는 전력을 안정적으로 확보하여야 한다.

양식장용 전기는 330V 3상 전력과 220V의 단상전력 두가지 모두를 필요로 한다.

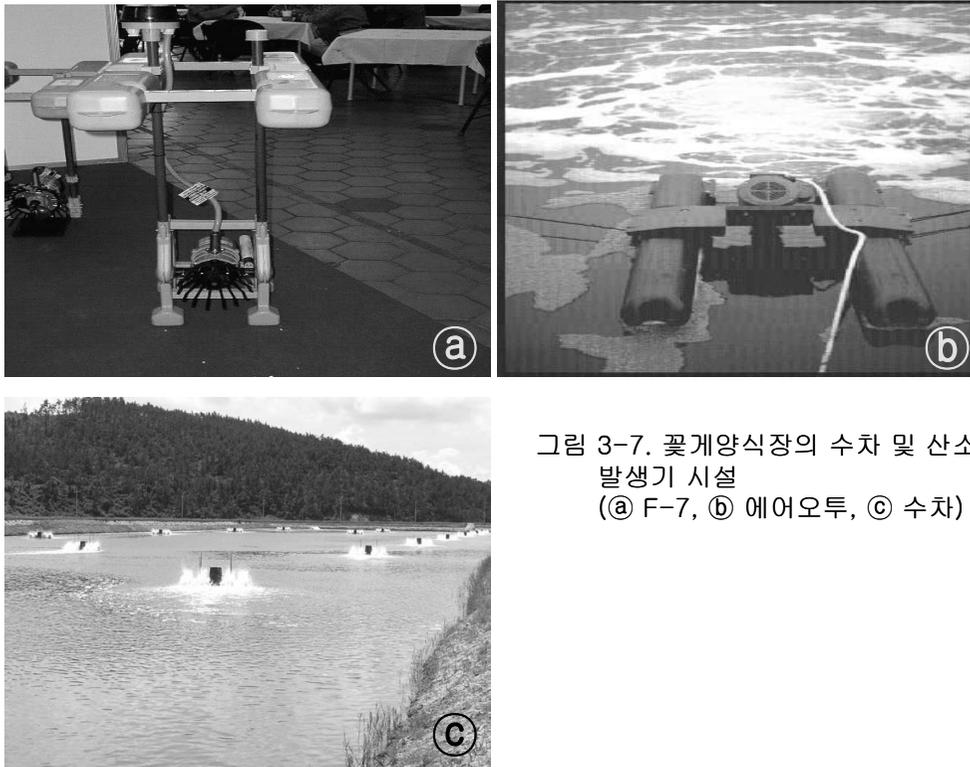


그림 3-7. 꽃게양식장의 수차 및 산소 발생기 시설
(a) F-7, (b) 에어오투, (c) 수차

꽃게는 어류처럼 많은 양의 용존산소를 요구하지는 않지만 고수온기와 양식 시작후 5월부터 누적된 사료찌꺼기, 배설물 등이 부패하면서 수중의 용존산소를 소모하고 유해한 가스가 발생하여 사육생물에 치명적이 피해를 발생시킬 우려가 있으므로 정전시에 수차나 산소발생기를 가동시킬 수 있도록 자가 발전기를 설치하는 것도 안전성을 확보할 수 있는 방법의 하나이다.

(3) 냉동참고

양식에 있어 사료비가 차지하는 비중은 대단히 높다. 꽃게 양식은 아직까지는 생사료에 전적으로 의존하고 있어 가격이 저렴한 잡어류가 많이 어획되는 시기에 일시에 많이 확보해 두는 것이 바람직하다.

우리나라 연안에서는 사료용을 사용할 수 있는 잡어류가 일시에 많이 어획되는 시기가 봄부터 여름철에 국한되어 가을철부터는 먹이 확보에 어려움을 겪을 우려가 있으며, 시기에 따라서 가격차이가 많이 난다. 따라서 양식장에 냉동 창고를 두어 생사료는 신선한 선도를 유지하면서 필요시 공급 가능하도록 하여야 한다. 냉동 창고의 크기는 꽃게양식장의 규모와 사료소요량에 따라 결정되지만 일시에 300~500 상자 정도는 보관이 가능하여야 한다.

냉동사료를 공급할 때에는 반드시 해동후 공급하여야 한다. 해동은 냉장실이나 직사광선을 피하고 그늘진 곳이 좋다. 따라서 냉동 창고내에 냉장실을 함께 설치하여 활용하도록 하여야 한다.

(4) 관리 설비

양식장내에는 관리실을 갖추어 관리 인원들이 필요시 숙식을 하거나 사료, 약제, 양식기자재 도구 등을 보관할 수 있도록 한다.

(5) 기타

사육지에는 먹이 섭취량과 섭취상태를 확인할 수 있는 먹이대를 설치하여 주어야 하며, 사육지내를 관찰하고 필요한 시설을 설치, 작업할 수 있는 소형선박을 준비해두는 것이 바람직하다.

나. 종묘 방양

1. 종묘방양 준비

1) 사육지 소독

종묘 방양전에 반드시 사육지에 생석회나 소독제를 뿌려 사육지 소독과 유해생물을 구제해 주어야 한다.

생석회는 사육지내의 잡어나 새우류, 병원균, 기생충 등을 구제하거나 바닥의 저질을 개선하는 역할을 한다. 사용 방법은 사육지의

수심을 10cm 내외로 채우고 생석회 300~500g/m³을 골고루 뿌려 주고 2~3일 내에 반드시 바닥의 흙을 뒤집어 주면 더 효과적이다. 생석회의 약효는 약 10일 정도 경과하면 없어진다. 소독제로는 클로르칼키(차아염소산나트륨, NaClO 또는 칼슘하이포클로라이드)를 이용하여 불필요한 생물, 병원체 미생물을 구제하기 위해 많이 이용한다. 사용방법은 사육지의 바닥을 완전히 조성한 후 사육수는 20cm내외로 채우고 유효농도 100ppm으로 소독하면 불필요한 생물이나 병원체를 구제할 수 있다(제 4 장 수질관리 참조).

2) 방양전의 준비

종묘 방양은 꽃게의 양식과정에서 중요한 부분이다. 꽃게종묘를 종묘 배양장에서 성공적으로 양성장으로 옮겨 신속하게 성장하게 하기 위해서는 방양전의 철저한 준비 작업을 잘해야 한다. 방양전의 준비를 잘하여 성공적인 방양이 중요한 역할을 하게 한다. 주로 아래에 제시한 몇 가지 작업이 필요하다.

(1) 꽃게 양식장의 유해생물 구제

① 유해생물의 종류

양식장의 유해생물은 포식성 동물, 경쟁성 생물과 파괴성 생물 등 세 가지로 나누어진다.

㉠ 포식성 동물

직접 꽃게를 포식하는 동물을 말한다. 어류 중에서는 문절망둑, 돛류, 전어, 농어, 민어, 뱀장어, 말뚝망둑 등이 있고 갑각류 중에는 민꽃게 등이 있으며 연체동물 중에는 오징어 등이 있다. 이런 동물들은 모두 꽃게의 천적이다. 강장동물중의 해파리도 방양시기에 무시할 수 없는 포식성동물이지만 아직 우리나라에서는 크게 우려할 생물은 아니다. 꽃게양식에서 위험성이 가장 큰 동물로는 농어, 돛류, 문절망둑 등이다. 이들은 어린 꽃게를 하루에 수십 마리씩 잡아

먹는다.

㉞ 경쟁성 생물

꽃게와 먹이를 쟁탈하는 생물이나 생활공간을 경쟁하는 생물을 가리킨다. 예를 들어 송어, 전어 등의 어류 및 다른 게류들이다.

㉟ 파괴성 생물

꽃게 사육지를 파괴하는 생물을 가리킨다. 예를 들어 제방에 구멍을 파는 게류, 그리고 수문벽과 수문, 수문 그물망틀 등에 즈음을 쓸거나 기생하여 파괴성을 나타내는 줌조개 등이다.

② 유해 생물의 제거

강한 햇볕에 오래 쪼이는 것은 유해생물을 제거하는 효과적인 방법이다. 방양 전에 비교적 오랫동안 강한 햇볕에 쬐어 여러 가지 유해생물이 구제할 수 있다. 방양할 시기가 촉박하며 제방이 물이 새지 않으면 취수구와 토출구에 조밀한 망목(여과망)을 설치하여 취수를 하고 종묘를 방양한다.

일반적으로 사용하는 약제는 차박, 데리스, 생석회, 염소 등이 이용되고 있으며, 약제 특성과 사용목적을 충분히 고려하여 적절한 약제와 방법을 사용하는 것이 바람직하다.

㉠ 차박

차박에는 로테논(rotenone)이 10~15% 함유되어 있어 어류와 패류를 독살시키는 역할을 한다. 차박을 이용하여 양식장을 청소하면 비료를 주는 효과를 볼 수 있을 뿐만 아니라 물벼룩과 운충에도 아무런 영향이 없어 기초사료의 번식과 성장을 촉진시킬 수 있다. 그러나 쥐엄나무 알칼리의 효력이 염도의 저하에 따라 떨어지기 때문에 차박을 사용하여 양식장을 청소할 때에는 염도에 따라 사용량을 결정해야 한다. 염도가 15ppt 이상일 때 사육수에 차박을 12~

15g/m³ 사용한다. 염도가 15ppt 이하일 때에는 20~25g/m³을 사용한다. 사용할 때 차박을 말린 후 분쇄기거나 인위적으로 분쇄를 양과망 등에 넣어 사육지에 사용하거나 사육지에 골고루 살포하면 어류만을 제거할 수 있다.

㉞ 데리스(derris)

데리스는 로테론이라는 성분을 4~5% 함유하고 있는 독성분으로 해충구제에 이용하고 사람과 가축에는 전혀 해가 없으나 어류에 대해서는 강한 독성을 갖고 있다. 사용할 때 데리스를 작은 조각으로 잘라 담수에 담구었다가 수십 시간후에 두드려 부셔 로테론이 잘 용해되게 한 다음 꽃게사육지에 뿌려 어류를 구제한다.

㉟ 생석회

생석회로도 어류, 잡새우와 미생물을 죽일 수 있다. 생석회는 500~1,000g/m³을 사용한다. 사용할 때 생석회에 물을 부어 걸쭉하게 만든 다음 냉각되기 전에 꽃게사육지에 골고루 뿌려준다. 생석회는 소석회보다 좋다. 생석회는 어류, 잡새우, 미생물 등을 죽일 수 있을 뿐만 아니라 토양도 개선해주기 때문에 양식장의 pH값을 올려줄 수 있으나, 강한 독성으로 인하여 양성 중에는 사용해서는 안된다.

㊱ 염소

염소는 원생동물, 세균과 어류 등을 구제할 수 있다. 사용량은 유효염소 함량이 60%인 염소를 15~25g/m³을 사용한다.

3) 사육지 수중생태조성 (물만들기 : 제 4장 수질관리 참조)

(1) 수중 생태조성이란?

수중 생태조성이란 소독을 마친 사육지는 종묘 방양 3~4주일전에 양식장에 사육수를 채우고 유기비료 혹은 인산염과 질산염 등을

살포하여 미리 식물플랑크톤이 적정하게 배양된 수중 생태계를 조성(물만들기)하여 사육수를 갈색 또는 녹색으로 만들어 주는 것을 말한다(제 4 장 수질관리 참조).

(2) 수중 생태조성의 장점

사육수중에 식물플랑크톤의 밀도를 적정하게 번식, 유지시켜 줌으로써 안정된 사육환경을 유지, 관리할 수 있을 뿐만 아니라 번식한 식물플랑크톤을 먹이로 하는 동물플랑크톤이 번식하여 어린 유생의 먹이로 이용될 수 있다. 즉, 양호한 천연 먹이로 제공함으로써 생산원가 절감, 영양의 균형 유지, 양식장내의 생태적 평형을 유지시킬 수 있다. 특히 식물플랑크톤의 경우 산소 생성능력이 $4\text{g}/\text{m}^3/\text{일}$ 이며, 암모니아 제거 능력은 최대 $0.7\text{g}/\text{m}^3/\text{일}$ 으로 수질 안정에 많은 역할을 한다.

(3) 수중 생태조성 방법

양식장에서 작은 동물과 생물을 배양하기 위해서는 먼저 양식장에 적당한 비료를 뿌려 일정한 농도를 유지하여 작은 동물이 먹이로 하는 규조류 등의 식물플랑크톤이 대량으로 번식하도록 해야 한다(표 3-1).

시비는 질산염과 인산염을 3:1의 비율로 혼합하여 양식장에 뿌리면 규조류의 번식에 적합하다. 비교적 많은 질소비료를 뿌려서 줌으로써 규조류의 번식을 가속화시킨다. 일반적인 조건하에서는 요소는 $2\sim 4\text{g}/\text{m}^3$, 과린산칼슘은 $0.2\sim 0.4\text{g}/\text{m}^3$ 을 첨가해도 된다. 사용 방법은 종묘 방양 15~30일 전에 꽃게사육지에 물을 30~50cm 정도로 넣고 맑은 날씨에 비료를 뿌린 후 1주일 후에 다시 한번 동량의 비료를 살포하면서 사육지의 물을 50~80cm로 증가시켜 준다. 물의 투명도는 30~50cm 정도 유지한다.

표 3-1. 축제식 양식장의 식물플랑크톤 조성(2004년)

(단위 : $\times 10^4$ cells/ ℓ)

플랑크톤 종류	조사일시	
	8월	10월
Bacillariophyceae (규조강)		
<i>Amphora sp.</i>		0.53
<i>Closterium sp.</i>		83.21
<i>Navicula sp.</i>		1.99
<i>Nitzschia sp.</i>	3.15	244.52
<i>Pleurosigma sp.</i>	9.34	3.06
<i>Stephanodiscus sp.</i>		34.46
Chlorophyceae (녹조강)		
<i>Chlamydomonas sp.</i>		0.93
<i>Dictyosphaerium sp.</i>	3.42	18.22
<i>Golenkinia sp.</i>	48.43	
<i>Synedra sp.</i>		2.31
<i>Scenedesmus sp.</i>		1.99
<i>Gonium sp.</i>		0.44
<i>Ulothrix sp.</i>	18.53	
Dinophyceae (와편모조강)		
<i>Triceratium sp.</i>	0.33	0.77
Protozoa (원생동물)		
	1.01	2.44

(자료: 강, 2004)

2. 종묘 방양

1) 방양시기

양식장에 종묘를 방양하는 시기는 5월 중에 사육지의 수온이 15°C 내외로 상승하기 시작하는 시기가 적당하다. 우리나라에서는 연안수온의 상승시기와 하강하는 시기를 감안하면 5월 중에는 생산된 종묘로 양식을 시작하여야만 당년도에 상품 크기인 250g 내외까지 성장시켜 수확할 수 있다.

2) 종묘 선택

방양을 위한 종묘의 크기는 갑폭 1cm 내외 (치계 3~4기)의 크기이면 사육지에 직접 방양하여 양식이 가능하다.

종묘는 외부에 상처가 없고 활력이 좋고, 방양하는 종묘의 크기가 일정하여야만 개체간의 성장차를 최소화할 수 있다. 또한 부속지(다리)가 모두 있고 병이 없는 개체를 방양하는 것이 바람직하다. 특히 종묘 분양 전에는 종묘의 탈피주기를 잘 확인하여 탈피 후 1~2일 경과한 종묘를 방양하여야 한다.

3) 종묘 계수

사육 방양용 종묘는 작고 외부충격에 약하기 때문에 실내 수조에 서 생산된 종묘를 포획하고 계수하는데 많은 주의가 요구된다. 특히 적절한 양을 방양하기 위해서는 가능한 정확한 계수가 이루어져야 한다. 생산된 종묘를 계수하는 방법은 용적법과 중량법을 이용한다.

(1) 용적법

용적법은 1톤 크기의 수조에 정확한 양의 해수를 채우고 어린게를 넣은 후 해수를 충분히 뒤섞은 다음 1~5ℓ 용량의 용기로 여러 차례 물을 떠서 잡힌 개체수의 평균을 낸 후 전체 물량으로 환산하여 계수하는 방법이다. 이 방법은 어린게에게 미치는 물리적인 영향이 적으나 오차가 많이 발생할 우려가 있다.

(2) 중량법

중량법은 어린게 100~200마리를 정확히 계수, 계측하여 개체당 평균체중을 산출하고 생산된 종묘의 전체 무게를 측정후 환산하는 방법이다(그림 3-8). 계수의 정확성은 기할 수 있으나 어린게에 미치는 물리적 영향으로 부속지가 탈락할 우려가 많기 때문에 주의한다.

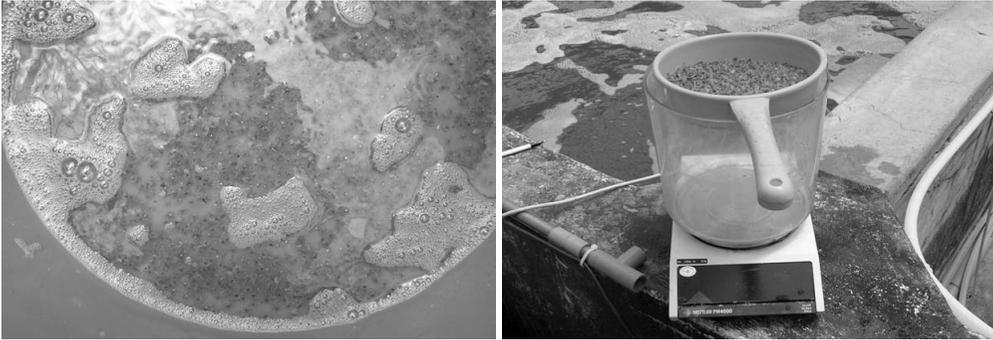


그림 3-8. 생산된 꽃게 종묘 및 전자저울을 이용한 계측.

4) 종묘 운반

종묘의 운반은 폐쇄된 공간에 많은 수를 넣어 운반하기 때문에 충격이나 다른 계들의 공격으로 인하여 쉽게 상처를 입거나 부속지의 탈락하기 쉬우며, 몸에 상처가 생기면 질병감염이 쉬워 폐사가 많이 발생한다.

종묘 운반은 500ℓ 용량의 원통형 고무통이나 활어차를 이용하면 편리하다.

(1) 고무통을 이용한 운반

고무통을 이용할 경우에는 고무통 안에 큰 용량의 통비닐을 넣고 깨끗한 해수를 채운후 차광막조각 또는 그물조각 (50~100cm)을 많이 넣고 어린게를 5~7만 마리 내외로 수용한 후 산소 포장하여 운반한다.

(2) 활어차를 이용한 운반

활어차를 이용할 경우에는 고무통을 이용하는 방법과 마찬가지로 해수와 차광막 또는 그물조각을 넣고 어린게를 10~15만마리/톤 내외로 수용하여 산소를 약하게 공급하면서 운반하면 장거리 운반이 가능하다.



그림 3-9. 고무통(500ℓ)을 이용한 치계 운반.

(3) 비닐봉지를 이용한 운반

비닐 봉지속에 깨끗한 해수와 차광막 또는 그물조각 (30~50cm)을 넣고 어린계를 150마리 내외로 넣고 산소포장을 하여 운반하면 2~3시간 정도 운반이 가능하다 (그림3-9).

다. 중간 육성

1. 중간육성의 필요성

방양한 어린계는 처음부터 넓은 사육지에 방양하여 기르면 고른 먹이 섭취가 어렵고, 집약적인 관리가 되지 않아 생존율이 낮아지고 성장이 불일정하여 좋은 생산성을 기대할 수 없다. 따라서 일정 기간(약 2~4주)중간육성을 거친후 본 양성을 실시하는 것이 바람직하다.

2. 중간 육성의 장점

- 첫째, 어린꽃계의 집약적인 관리가 가능하다.
- 둘째, 효율적인 먹이 공급, 관리가 가능하다

셋째, 사료 이용률이 높아 고르게 성장한다.

넷째, 초기 생존율 향상으로 생산력을 증대시킬 수 있다.

3. 중간육성 방법

1) 가두리식

사육지 내에 망목이 작은 가두리망을 넓게 설치하고 그 속에 차광막을 조밀하게 설치하여 중간 육성하는 방법이다. 이 방법은 중간 육성후 양성을 위한 방양시 포획후 계수하는 경우에는 편리하지만 설치와 철거에 번거로움이 따르고 한정된 공간에 어린계를 수용함으로써 중간육성 기간이 길어질 경우에는 생존율이 낮아질 우려가 있다.

2) 그물망 투여식

양성 사육지중 사육환경이 좋은 지역을 선택하여 이곳에 페그물망이나 작은 그물망들을 많이 넣어 주는 방법이다. 이 방법은 어린 꽃게들은 일정한 크기가 될 때까지 군집생활을 하는 생태적 특징이 있으므로 개체생활로 들어가지 전까지 그물망 주변에 붙어서 성장하므로 집중적인 관리가 용이하다. 또한 꽃게들은 일정한 크기가 되면 그물망을 떠나 개체생활을 하기 때문에 필요에 따라서는 제거해 주면 된다.

3) 그물구획+ 그물망 투여식

양성 사육지중 사육환경이 좋은 지역에 사육지의 일정면적을 그물로 가로질러 구획 후 그 속에 그물망을 많이 넣어 주는 방법이다. 일정기간 동안 중간 육성 후 구획한 그물을 제거하여 주변 어린꽃게들이 사육지 전체로 분산된다.

4. 종묘방양 시기

어린 꽃게는 먹이섭이와 성장에는 수온의 영향을 많이 받기 때문

에 양식장의 수온이 15℃ 내외로 상승하는 시기에 방양하는 것이 가장 적당하다.

방양하는 날은 날씨가 청명하고 바람이 불지 않는 날을 선택한다. 특히, 종묘 사육지와 방양할 양식지의 수질환경(수온, 염분)이 비슷하도록 하여 어린게에 미치는 영향을 최소화하여야 한다. 이를 위해서는 방양전에 종묘 사육지의 수온을 서서히 낮춰 양식지와 갖도록 조절해 야 한다.

양성 초기에는 어린게는 2~3일 간격으로 한번씩 탈피를 하며, 탈피를 할 때마다 심한 공식으로 인하여 생존율이 급격히 낮아지기 때문에 육상수조에서 장기간 사육이 곤란하다 따라서 전갑폭 1.0cm 내외의 크기를 못에 방양하는 것이 바람직하다.

5. 방양밀도

방양밀도는 사육지의 여건에 따라 결정하여야 하지만 30~50마리/평 를 방양하는 것이 바람직하다. 방양밀도가 너무 높으면 성장이 고르지 못하고 생존율이 낮아질 우려가 있다.



그림 3-10. 어린게의 먹이공급을 위한 조개살 세절.

6. 먹이공급

먹이는 조개살을 잘게 썰어(믹서기로 잠시 갈아서) 공급하면 되는데 방양 초기에는 쫄게 체중의 100~200%를 하루중 여러 차례

나누어 공급한다(그림 3-10). 사육 1~2주일이 경과하면 체중이 1~3g으로 성장하게 되는데 이 시기의 먹이 공급량은 체중의 100~80%가 적당하다.

라. 양 성

1. 사육 환경

사육기간 중에는 매일 수온, 염분, pH, 알칼리도, 암모니아, 아질산 등을 측정, 기록하여 수질환경 급변을 방지하고 수질 급변에 의한 위험에 처하지 않도록 하여야 한다. 특히 수온이 급격히 상승하여 고수온기가 되면 5월부터 쌓여온 사료 찌꺼기나 배설물로 인하여 저질과 수질이 악화될 우려가 많으므로 사육수의 환수에 각별히 주의하여야 한다. 저질의 악화로 인하여 황화수소, 암모니아의 발생으로 인하여 사육생물에 치명적인 영향을 줄 수 있으므로 석회석이나 저질 개선제를 이용해도 된다(제 4장 수질관리 참조).

2. 사육수 환수

사육수 환수는 방양 초기 약 1개월 동안은 처음에 취수했던 사육수에서 새로운 취수 없이 그대로 사육관리하면 되는데 수질 상태를 잘 파악하여 필요시 환수가 이루어질 수 있도록 하여야 한다. 고수온기가 시작되는 7월 이후부터는 수위를 점차 높이면서 환수량을 증가시켜 8월까지 1주일에 1회 환수시키며, 이때의 환수량 1/3~1/2가 적당하다. 9월부터 10월까지는 사육지의 물을 만수위로 채우고 환수량을 최대로 늘여준다. 11월부터는 수심을 1m 이상으로 유지하고 3~4일에 한번씩 20~30% 정도 환수시켜 주면 된다.

3. 먹이 공급

1) 먹이종류

먹이 종류는 가격이 저렴하고 대량으로 구입 가능한 것으로 선택

하는 것이 바람직한데, 단일 먹이 보다는 다양한 먹이를 공급해 줌으로서 영양의 균형을 유지시켜 주는데 유리하다.

체중이 1g 이하에서는 조개살을 작은 크기로 세절하여 공급하고 체중 1g 이상의 개체들은 잡어류, 새우류, 패류 등을 사육중인 꽃게가 먹기에 적당한 크기로 잘라서 공급한다. 일반적으로 꽃게의 먹이 선호도는 패류를 가장 좋아하고 잡어류, 새우류의 순이다. 특히 수확기 약 1개월 전에는 비육을 위해 단백질이 풍부하게 함유된 먹이를 충분히 공급해 줌으로써 살을 비육시켜 체중을 증가시킬 수 있다. 어린게의 먹이종류별 성장은 여러 가지 먹이(어류, 패류, 갑각류, 배합사료, 오징어)를 혼합하여 공급한 경우가 좋았고 생존율은 배합사료를 공급하였을 때와 다양한 먹이를 혼합 공급하였을 때 양호한 것으로 보고되었다.

꽃게 양식도 산업화를 조기에 정착시키고 생산 효율을 증진시키기 위해서는 배합사료의 개발 공급이 반드시 이루어져야만 한다.

2) 먹이 공급량

먹이 공급량은 체중을 기준으로 하여 사육환경, 발육단계, 탈피주기, 섭취상태 등을 함께 고려하여 결정하는 것이 바람직하다.

어린게의 체중이 1g 이하에서는 잦은 탈피로 성장을 위해 많은 에너지원을 요구하기 때문에 수시로 활발한 섭식 활동을 한다. 이 시기에는 체중의 100~200%를 공급하는데 적은 양을 자주 공급해주는 것이 먹이효율이나 성장 및 생존율 향상에 유리하다.

어린게의 체중이 10~30g으로 성장하면 가장 공격성과 개체성이 나타난다. 이때부터의 먹이 공급량은 체중의 30~50%를 공급하고 체중이 50g 이상이면 10~30%를 공급한다(표3-2).

먹이 섭취량은 탈피주기와의 밀접한 관계가 있는데 탈피가 이루어지기 전에 먹이 섭취량이 증가하고 탈피 후에는 감소하는 경향을 나타낸다. 따라서 탈피주기도 주의 깊게 관찰, 기록하여 사료 공급량을 조절하여야 한다. 또한 수온 15℃ 이하, 34℃ 이상, 염분

13ppt 이하에서는 먹이 공급량을 줄여야 한다. 사육 수온 10℃ 정도까지는 적은 양이지만 섭식 활동을 계속하지만 수온 8℃ 이하에서는 먹이 공급을 중단해야 한다.

표 3-2. 꽃게 성장에 따른 먹이공급 방법

꽃게크기 (체중)	공급량 (체중대비)	공급횟수	먹이종류	비고
1g이하	100~200%	여러번	조개살	- 20g 이상은 야간 섭식활동 - 10℃ 소량 섭식 - 8℃ 이하 공급중단
1~10g	100~50%	2~4회	잡어, 패류, 새우류	
10~30g	30~50%	2회 (오전30% :오후70%)	잡어, 패류, 새우류	
50g이상	10~30%	1회(오후)	잡어, 패류, 새우류	

3) 먹이 공급횟수

사료공급 횟수도 공급량만큼이나 중요하다. 꽃게의 체중이 20g 이하의 크기에서는 주야간 구분 없이 활발한 섭식 활동을 하므로 오전 30%, 오후 70%로 나누어 2회/일 공급한다. 체중이 20g 이상이 되면 야간에만 주로 섭식 활동을 하므로 오후에 한번만 공급하면 된다.

♣ **먹이공급량 산출방법** ♣

개체당 평균체중×총 사육 개체수 = 사육지내 총 꽃게의 중량
예) $20g \times 10,000\text{마리} = 200,000g(200kg)$

평균체중이 20g인 꽃게에 공급하는 1일 사료 총 공급량

- 체중의 30%를 공급할 경우
- 사육지내 꽃게의 총 무게×사료 공급비율 = 1일 사료공급량
 $200kg \times 0.3 = 60kg$

<1일중 공급량>

- 오전 30% 공급 : 1일 사료 총공급량 × 오전 공급 비율
- $60kg \times 0.3 = 18kg$

4) 먹이 공급 위치

방양후 약 2개월이 지나면 수온상승과 함께 성장이 빨라지게 된다. 꽃게는 먹이를 찾기 위해 주로 사육지의 경사면, 은폐물 부근, 사육지 모서리 부근, 수차부근에 많이 모여 활동하므로 이런 곳에 먹이가 많이 공급하는 것이 바람직하다.

5) 먹이 공급방법

방양초기에는 조개살을 잘게 썰어 공급하다가 점차 성장함에 따라 값이 싸고 쉽게 대량으로 확보할 수 있는 먹이를 선택하여 공급한다. 사육중인 꽃게가 성장하는 크기에 맞추어 적당한 크기로 잘라서 공급한다.

4. 성장도 조사

꽃게는 치계 1~5기까지는 300% 내외, 6~9기까지는 200% 내외, 10기 이후부터는 150~180%의 성장률을 나타낸다(표 3-3). 정

확한 사료공급량을 산정하기 위해서는 정기적으로 성장도를 조사해야 한다.

표 3-3. 꽃게 탈피에 따른 성장률 변화.

영기	체중(g)	성장률(%)	영기	체중(g)	성장률(%)
1	0.007		8	10.02	221.7
2	0.023	328.6	9	20.76	207.2
3	0.07	304.3	10	38.78	186.8
4	0.25	357.1	11	65.75	169.5
5	0.78	312.0	12	149.66	227.6
6	1.83	234.6	13	236.85	159.6
7	4.52	247.0	14	359.69	151.9

성장도를 조사하는 방법은 2주 간격으로 투망, 통발, 지인망 등을 이용하여 30마리 내외로 포획하여 전갑폭과 체중을 측정하여 평균치를 산정한다. 성장도를 측정할 때에는 생존량을 함께 추정하여 성장 단계에 따른 먹이 공급량을 산출하는 자료로 이용한다. 그물을 이용하여 포획할 때 포획면적과 포획량을 계산하여 전체적인 생존량을 추정할 수 있다.

마. 수 확

1. 수확시기

수확 시기는 시장의 수요, 판매가격, 꽃게의 크기, 건강상태, 수질 변화 등 상황에 의해 결정한다. 특히 가격 동향에 따라 수확시기를 결정하는 것이 바람직하다.

양성한 꽃게의 수확은 9월부터 150~200g 이상 되는 개체를 선별하여 수확이 가능하다. 수확은 1월초까지는 가능하겠으나 우리나라 기온여건상 11월 이후부터는 기온과 함께 사육지의 수온도 낮아지므로 이 점을 충분히 고려하여야 한다. 충남 이남지역에서는 수심을 깊게 만들어 관리하면 월동도 가능할 수 있으므로 11~12월의 집중 출하기를 피해 자연산 꽃게가 어획되지 않는 1~3월에 출하하여 수익을 얻는 방법도 있다.

2. 수확방법

1) 선별수확

꽃게는 수컷이 암컷보다는 성장이 다소 빠르고 9월부터 교미를 시작하기 때문에 8~9월에 수컷을 먼저 선별 수확하는 것이 바람직하다. 암컷은 양식기간을 연장하면서 살찌우기와 알(생식소)채우기를 한 후 수확하거나, 월동사육을 하여 출하시기를 조절하면 보다 높은 소득을 올릴 수 있다.

2) 지인망을 이용한 수확

지인망을 사육지 한쪽에서 넓게 펼친 다음 사육지 건너편으로 그물을 양쪽에서 서서히 당겨 끌어가면서 꽃게를 한쪽으로 몰아 포획하는 방법이다. 주로 크기가 작은 양식장, 양식장 형태가 직사각형 또는 긴 수로형의 양식장에서 활용이 가능하다.

지인망은 그물의 높이는 수심보다 1.5배 정도 높게 만들고 바닥 부분에는 무거운 추를 달아 충분히 갈아 앉도록 하고 상부에는 부자를 달아 수면위로 뜨도록 만들면 된다.

부분 수확이나 선별수확을 할 때 이용하며, 적은 인원으로도 작업이 가능하다.

3) 갈퀴를 이용한 수확

사육지의 사육수를 완전히 배수한 후 여러 사람이 일렬로 서서

앞으로 나가면서 갈퀴를 이용하여 바닥을 긁으면서 모래속에 잠입한 꽃게를 수확하는 방법이다.

물을 완전히 배수하고 수확할 때에는 계절에 따라 작업시간을 달리하여야 한다. 기온이 높은 9~10월에는 야간이나 새벽녘에 작업을 짧은 시간동안에 모두 마무리해야 한다. 기온이 높기 때문에 공기중에 노출된 꽃게는 많은 스트레스가 받을 뿐 만 아니라 폐사가 발생할 우려가 있기 때문이다. 이 방법은 알뜰하게 수확할 수 있는 장점은 있지만 한 번에 많은 인원과 시간이 소요되는 단점이 있다.

3) 이각망과 삼각망을 이용한 수확

양식한 새우를 수확할 때 많이 이용하고 있는 방법이다. 이각망이나 삼각망을 사육지내에 설치해 놓고 출하가 필요할 때 마다 그물을 내려 수확한다. 수확하는 양은 불안정하지만 꽃게에게 주는 스트레스가 적어 좋은 상품을 수확할 수가 있다.

4) 통발을 이용한 수확

스프링 통발 혹은 꽃게 통발에 미끼(잡어)를 넣고 사육지에 투망하였다가 건져내어 상품 가능한 크기만을 선별 수확하는 방법이 있다(그림 3-11). 이 방법은 출하량을 맞추는데 많은 시간이 소요되고 수확된 개체를 일시 보관할 수 있는 시설이 필요하지만 꽃게에 주는 스트레스를 최소화할 수 있고 적은 인원으로 작업이 가능하다.



그림 3-11. 수확에 이용하는 다단통발.

3. 수확후 상품관리

바닥이 니질이 많은 양식장에서 양식된 꽃게들은 갑각의 표면에 미세 부착규조, 미생물 또는 미세한 니질이 부착하여 시각적으로 상품가치를 떨어뜨릴 우려가 있다. 꽃게 표면에 부착된 부착성 규조는 인위적으로 제거하기 어렵다. 부착규조는 일반적으로 사육수의 투명도가 너무 높을 경우에 발생하며, 양성시 사육수의 투명도가 안정적으로 유지될 때에는 거의 발생하지 않는다. 진흙이 심하게 묻은 꽃게는 바구니에 수용하여 깨끗한 해수에 몇 일간 담가두어 니질을 제거한 후 출하하는 바람직하다.

4. 수확후 비육(살찌우기)

양성중인 꽃게는 9월부터 (체중 200g 내외)에 교미를 많이 하게 되는데, 암컷은 탈피직후의 연갑상태에서 교미가 이루어진다. 이때 부터는 수컷은 성장이 늦어지고 폐사가 많이 발생하기 때문에 교미 시작 전에 수확하여 판매하는 것이 바람직하다. 암컷은 수컷과는 달리 폐사는 많지 않지만 생식소(난소)의 발달과 수온 저하로 인하여 성장이 둔화되거나 중지한다. 따라서 암컷은 9월부터 생식소의 발달과 살을 찌워 체중을 충분히 증가시켜 판매함으로써 소비자의 선호도를 높이고 좋은 가격을 받을 수 있다.

월동을 통한 비육기간은 겨울철~봄철이기 때문에 사육수온의 관리에 각별한 주의를 요한다. 수온이 10℃ 이하로 내려가면 먹이를 먹지 않으므로 15℃ 이상의 수온유지가 요구되며, 먹이는 양성기간 동안 공급하는 먹이와는 달리 고단백의 먹이를 공급하여야 양호한 비육을 기대할 수 있다.

1) 축제식 양식장을 이용한 살찌우기

축제식 양식장에서 살찌우기를 할 경우에는 사육지의 수심을 2m 이상으로 깊이 파고 바닥에는 잠입이 가능하도록 사질, 사니질, 사락질을 조성해주는 것이 바람직하다. 지하해수가 개발되어 있는 지

역에서는 사육지의 저층으로 지하해수를 공급해주는 것이 수온유지에 좋다. 특히 사육지 표면이 공기중에 노출되어 있어 강한 바람을 동반한 한파시기에는 바람으로 인하여 표층수와 저층수의 혼합으로 인하여 사육수온에 급격히 하강함으로서 사육중인 꽃게가 폐사할 우려가 있으므로 사육지에서 북풍을 막을 수 있는 바람막이 시설도 고려해야 한다.

바. 월 동

1. 일반 월동

월동은 양식한 꽃게를 수확하여 가격이 고가일 때 판매하기 위해 저수온기인 겨울동안 일시적으로 사육, 관리하는 것이다. 월동은 출하시기를 조절하여 이익을 얻는데 목적이 있어 꽃게를 성장시키기 보다는 체중을 유지, 증가시키고 될 수 있으면 생존율은 높아야 한다.

2. 월동수온

꽃게의 생존 가능한 하한 수온은 8℃이며, 먹이섭취 가능 수온은 15℃이다. 꽃게의 생태적 습성을 충분히 고려하여 사육지의 바닥에 모래를 깔고 사육지를 전체적으로 어둡게 만들어 주는 것이 바람직하다. 원형 또는 사각 수조를 이용하여 바닥에 10~15cm 두께로 모래를 깔고 10~15마리/평의 밀도로 꽃게를 수용하여 산소를 공급하면서 월동사육을 한다. 사육기간 동안의 수온은 10℃ 이상을 유지하는 것이 바람직하며, 15℃ 내외면 먹이를 충분히 섭취할 수 있다.

3. 비닐하우스 시설을 이용한 월동

비닐하우스 시설 월동장은 지면에서 3m 깊이로 파고 지붕을 이

중으로 비닐하우스를 씌우면 추운 겨울철에도 수온을 10~12℃로 유지할 수 있다. 기존의 육상 시설 양식장처럼 지면위에 만든 수조 시설에 비닐하우스 씌운 경우에는 섭이 활동에 필요한 수온을 유지하기는 어려워 월동장으로서의 활용은 고려해야 할 것이다. 사육지의 바닥은 모래를 깔아주는 것이 바람직하다.

먹이는 1~2일에 한번씩 신선한 잡어류를 체중의 5~10% 정도 공급해주고 남은 먹이는 제거해 줌으로서 부패하여 수질을 악화시키지 않도록 해야 한다.

칼라도판 3-1. 꽃게양식장의 취수 및 주수 시설



취수용 수문(중국 유산)



취수용 수로(중국 위해)



주수용 수문(중국 위해)



사육수 주입 시설



사육수 주수 여과장치



취수시 해적생물 유입 방지시설

칼라도판 3-2. 성장도 조사 및 수확광경



투망을 이용한 샘플링



각망을 이용한 수확



성장도 측정(전갑폭)



지인망을 이용한 수확



성장도 측정(체중)



완전 배수후 갈퀴를 이용한 수확

칼라도판 3-3. 꽃게의 수확과 세척



펄속에 잠입한 꽃게



모래속에 잠입한 꽃게



수확한 꽃게(바구니에 수용)



펄이 묻어 있는 꽃게



펄을 세척중인 광경



세척이 완료된 꽃게

칼라도판 3-4. 게의 탈피 과정



갑가 뒷선이 갈라진다



갑각이 점차 벌어진다



몸체의 뒷부분부터 나오기 시작한다



새로운 몸체가 완전히 분리된다

부속지의 탈피과정



탈피 간기

탈피 전기

탈피과정에 따른 유영지 체색의 변화

제 4 장 수질관리

<순서>

- 가. 꽃게양식을 위한 수질관리
 - 1. 수질관리의 중요성
 - 2. 저질관리의 중요성
 - 3. 효율적인 수질관리를 위한 양식장 선택과 구조
 - 4. 양식장의 소독과 물만들기
- 나. 수질의 변화와 대책
 - 1. 수질측정과 방법
 - 2. 수온
 - 3. 염분농도
 - 4. 용존산소(DO)
 - 5. pH
 - 6. 알칼리도
 - 7. 암모니아
 - 8. 황화수소
 - 9. 투명도와 식물플랑크톤
 - 10. 석회살포
 - 11. 유익세균(Probiotics)

가. 꽃게양식을 위한 수질관리

1. 수질관리의 중요성

꽃게도 새우와 마찬가지로 수질관리에 의해 양식의 성패가 좌우된다고 해도 과언이 아니다. 꽃게의 탈피와 성장은 먹이에도 영향을 받지만 수질에 의해서도 크게 영향을 받는다. 특히 질병의 발생은 거의 전적으로 수질에 의해 좌우되기 때문에 양성기의 수질관리

는 가장 중요한 요소이다. 꽃게양식은 새우와는 달리 배합사료가 일반화되지 않았기 때문에 과량의 생사료를 투여하다 보면 수질악화가 보다 빨리 진행된다. 따라서 항상 수질항목들을 측정하여 수질변화에 따라 사육수 교환이나 약제를 살포하여 수질을 개선시켜 주는 것이 필요하다.

사육수의 수질악화나 급격한 수질변화는 꽃게에게 직접 혹은 간접적인 스트레스로 작용한다. 스트레스는 꽃게의 면역력을 저하시켜 잠복되어 있던 병원미생물이 갑자기 증식하여 탈피 및 성장지연 혹은 질병발생으로 이어진다. 꽃게는 새우에 비해 질병이 자세히 알려져 있지는 않지만 각종 세균성, 진균성, 기생충성 질병에 의해 피해를 입는다(5장 질병관리 참고). 새우만큼 심각하지는 않지만 꽃게도 흰반점바이러스에 의해 감염되며 피해를 입는다. 이러한 질병은 대부분 수질에 의해 크게 영향을 받게 된다.

2. 저질관리의 중요성

수질만큼이나 중요한 것이 저질의 상태이다. 꽃게는 거의 대부분의 시간을 저질에서 생활하며 휴식동안에는 바닥 속에 잠입하여 있기 때문에 양호한 저질환경을 유지하는 것은 매우 중요하다. 저질은 양식현장에서 직접 측정하기가 어렵기 때문에 수질을 측정하여 간접적으로 유추하고 자주 저질을 채취하여 관찰하여야 한다. 양식 후반기의 새우양식장 저질을 파헤쳐 보면 심하게 부패되어 황화수소 냄새가 나는 경우가 많이 있다. 생사료는 배합사료에 비해 8~10배나 많이 공급하기 때문에 잔량의 생사료는 양식장의 바닥에 축적되어 부패하게 된다. 꽃게는 오염된 저질을 피해서 잠입하는 경향이 있기 때문에 저질 전체가 심하게 오염될 경우 서식처가 사라져서 스트레스를 받게 된다. 뿐만 아니라 꽃게가 부패한 저질에 잠입할 경우 유독성의 황화수소와 암모니아로부터 직접 피해를 입거나 면역력 등이 저하되어 질병발병 가능성이 높아지게 된다. 따라서

양호한 저질환경을 유지하기 위해서는 사질 혹은 사질이 많이 함유된 양식장의 선택이 일차적으로 중요하며, 사육수 환수가 효율적인 양식장의 구조와 사육수 환수 및 일상 수질관리가 필수적이다.

3. 효율적인 수질관리를 위한 양식장 선택과 구조

1) 지형적 조건

저질은 양식장 선택의 가장 중요한 요소이다. 가장 적합한 저질은 사질이 많아야 하며 가급적 니질이 적어야 한다. 점착성이 높은 니질이나 바닥이 단단한 지역은 피하는 것이 바람직하다.

2) 지리적 조건

우선 양식장은 바닷물을 취수하는데 용이해야 한다. 꽃게는 새우에 비해 사육수 교환을 많이 하기 때문에 해안에서 멀리 떨어진 곳이나 지형적으로 높게 위치한 장소는 피해야 한다. 가급적이면 펌프 등에 의존하기 보다는 간만의 차에 의해서 사육수 교환이 가능한 곳이 좋다.

3) 사육지 구조

취배수가 용이한 구조로 시설해야 한다. 형태는 장방형으로 가로:세로의 비가 3:2 내지 5:3이 적합하다. 취수와 배수는 사육지의 반대방향에 위치함으로써 사육수 교환시 항상 한 방향으로 해수가 흐르도록 하는 것이 효율적이다. 꽃게는 주기적으로 전체 사육수의 1/2 내지 1/3을 환수시켜야 하므로 새우양식장과는 달리 대용량의 환수가 가능한 크기의 취배수 시설이 필요하다.

4. 양식장의 소독과 물만들기

1) 저질의 개선과 소독

새로 만든 사육지는 특별히 저질을 개선할 필요가 없으나 오래된

사육지의 경우는 바닥을 경운하고 건조시킴으로써 독성물질을 산화시키며 병원성 세균과 중간숙주 등을 박멸해야 한다. 바닥의 경운 후에는 생석회를 살포하여 토양을 중화시키고 소독을 한다.

생석회는 ha당 3,500~4,000kg을 기준으로 살포하며, 건조한 상태 혹은 바닥에 해수를 10~20cm 채운 상태에서도 살포할 수 있다. 생석회는 토양의 산성물질을 중화시키며, 알칼리도를 높여주고 세균, 기생충, 바이러스 중간숙주 등을 제거하는 역할을 한다. 그러나 석회를 과잉 사용하면 토양속의 인의 방출을 억제하여 식물플랑크톤의 번식(물만들기)이 어려워지며 시비와 함께 실시할 경우에도 동

염소 유효농도 계산법

<공식>

▲ 사용할 클로로칼키의 양(kg)

$$= \text{면적(m}^2\text{)} \times \text{수심(m)} \times \text{최종농도(ppm)} \div \text{제품의 염소유효농도/100} \div 1,000$$

▲ 수면적 1ha(약 3,000평), 수심 1.0m, 염소농도 20ppm(제품의 염소유효농도 70%)로 소독할 경우에는 다음과 같다.

- 염소농도 1ppm이란 수량 1m³에 염소 1g 함유된 농도임
- 해수 1m³를 염소농도 20ppm으로 하기 위해서 필요한 클로로칼키 양은 (제품의 유효농도가 70%일 경우)

$$1\text{m}^3 \times 20\text{g/m}^3 \div 0.7(\text{유효농도}) = 28.6\text{g 필요}$$
- 면적 1ha, 수심 1m, 염소농도 20ppm으로 처리할 경우 필요한 클로로칼키의 양은 $10,000\text{m}^2 \times 1.0\text{m}(\text{총수량}) \times 28.6\text{g} = 286\text{kg}$

【예 1】 면적 1ha(3,000평), 수심 0.8m, 염소농도 20ppm이면

$$10,000\text{m}^2 \times 0.8\text{m} \times 20 \div 0.7 = 228\text{kg}$$
의 클로로칼키가 필요하다.

【예 2】 면적 1ha, 수심 0.2m, 염소농도 100ppm이면

$$10,000\text{m}^2 \times 0.2\text{m} \times 100\text{g} \div 0.7 = 286\text{kg}$$

【예 3】 제품의 클로로칼키 유효농도가 60%일 경우이면, 0.7 대신 0.6으로 나누어주면 된다.

일한 문제가 발생한다. 생석회와 소석회의 약효는 10일 정도이며 그 이후 취수하는 것이 바람직하다.

석회 살포시에는 바닥 뿐 아니라 제방과 인근 취배수구도 함께 살포하여 주변의 바이러스 중간숙주와 병원균을 제거해주는 것이 바람직하다. 만약 전년도에 반복적으로 바이러스질병 등이 발생했던 새우양식장을 사용할 경우에는 별도의 저질 소독을 하는 것도 바람직하다. 이 경우에는 수심 20cm로 취수를 하고 염소 유효농도 100ppm으로 소독을 하고 일주일 후에 취수를 하면 된다.

2) 사육수의 소독

저질을 완전히 제거하거나 신규 시설로서 양식장의 저질오염이 없을 경우에는 별도의 저질개선이 필요 없으며 곧바로 사육수를 소독한다. 사육수는 초기에 수심 60~80cm를 채운후에 1개월 이후부터 점차 증수시켜 나간다. 염소 유효농도 20 ppm 이상으로 소독하고 일주일 이상 방치 후 사용한다. 염소냄새가 지속될 경우에는 간이 염소농도측정키트를 이용하여 잔류염소농도를 측정하는 것도 바람직하다(0.1 ppm 이하). 염소살포 후 수차를 가동하면 잔류염소를 빨리 제거할 수 있다. 소독제 종류로는 차아염소산나트륨(NaClO), 칼슘하이포클로라이드(Ca(OCl)_2) 등으로 염소 혹은 클로로칼키라 불리며 상표에는 염소 유효농도(50~70%)가 표시되어 있다. 액상으로 된 염소제는 제품에 따라 염소유효농도가 크게 차이가 있으므로 최종 농도 계산시 각별히 주의하여야 한다.

3) 물만들기

(1) 갈색수와 녹색수

사육수 소독 후에는 물만들기를 시작한다. 물만들기란 사육수에 식물플랑크톤을 충분히 번식시켜 수질을 안정시키는 역할을 한다. 수색은 식물플랑크톤의 우점종에 따라서 브라운해수(갈색수)와 그린해수(녹색수)로 구분되는데, 염분이 높을 경우에는 규조류가 우

점하여 갈색수로 발달하며 염분이 낮을 경우에는 녹조류가 우점하여 녹색수로 발달하는 경향이 있으나 양쪽 모두 사육수를 안정화시키는데 기여한다. 식물플랑크톤은 산소를 공급하며, 영양염류를 제

표 3 . 꽃게양식장의 소독과 시비를 위한 약제의 적정 사용량

약제명	사용량			비고
	m ² / m ³	평	ha(3,000평)	
생석회	350~400g	1.15~1.3kg	3,500~4,000kg	저질개선 및 소독
클로르칼키 (염소)	28.6g	100g	286kg	사육수 소독 (염소농도 20ppm, 수심 1m, 제품의 염소유효농도 70% 경우)
석회석	10~30g	30~100g	100~300kg	pH에 따라 사용량이 크게 차이
인산염	1.5~2.5g	5~8g	15~25kg	시비 (필요시 2차추가 살포)
질산염	4.5~7.5g	15~25g	45~75kg	시비 (필요시 2차 추가 살포)
차박	12~20g	40~60g	120~200kg	어류 구제

거하고, 유해한 세균의 증식을 억제하며 사육환경을 안정화시키고 입식 초기에는 사육생물의 먹이로 제공되는 등 양식기간 내내 매우 중요한 역할을 담당한다. 따라서 종묘 입식 전에는 충분히 식물플랑크톤을 번식시켜 안정된 사육수를 만들어 놓아야 초기 생존율을 높일 수 있다.

(2) 물만들기 순서와 시비

유기질 비료 혹은 화학비료를 사용하여 식물플랑크톤을 증식시킨다. 유기비료(계분 등)는 수면적 1ha 당 약 350kg 고루 살포하고 수차를 가동시킨다. 화학비료의 경우는 1ha 당 질산염 40~70kg, 인산염 15~25kg을 고루 살포하고 수차를 가동시킨다. 최초 시비한 1주일 후에 같은 양을 재차 살포하고 해수를 10~15cm 증수시킨다. 2차 시비한 다음 1주일 후에 시비 없이 약 20~25cm 해수만 증수시킨

다. 흐린 날이 지속되면 수색변화가 느리게 발달하지만 일반적으로 2주일이 경과하면 수색은 갈색 혹은 녹색으로 변화한다. 플랑크톤이 충분히 번식하여 투명도가 50cm 이하로 될 때 꽃게종묘를 입식하는 것이 바람직하다.

유기비료를 사용할 경우, 살충제가 함유되어 있는지를 확인하여 가능한 유기농법에 의해 생산된 계분 등을 사용해야 한다. 화학비료의 경우, 농업용 화학비료는 바람직하지 않으며, 공업용 질산염과 인산염을 별도로 구매하여 사용하는 것이 좋다. 질산염과 인산염의 사용비는 일반적으로 3:1이며, 시약용이 아닌 공업용은 화공약품회사에서 싼 값으로 구입할 수 있다(질산염 70원/kg, 인산염 60원/kg, 2004년 기준).



그림 4-1. 녹조류가 번식한 녹색수



그림 4-2. 규조류가 번식한 갈색수



그림 4-3. 게의 서식에 적합한 사질바닥



그림 4-4. 부패가 심한 니질바닥

나. 수질의 변화와 대책

1. 수질측정과 방법

표 4-1. 꽃게와 대하의 적정 수질환경 범위

수질항목	꽃 게	대 하	특 징
pH	7.8~8.6	7.5~8.5	일변화 0.5 이하 유지 필요
염분농도	18~32ppt	10~34ppt	꽃게는 저염도에서 탈피 지연
수온	15~33℃	15~33℃	25~32℃ 최적 성장
용존산소(DO)	3ppm 이상	4ppm 이상	꽃게는 새우에 비해 저산소에서 생존 가능
알칼리도	80ppm 이상	80ppm 이상	저하시 pH 변화 심해짐
투명도	30~40cm	20~50cm	20cm 이하시 환수 등 대처
황화수소 (H ₂ S)	0.03ppm 이하	0.03ppm 이하	고농도에서 치명적인 독성. pH 낮아짐에 따라 독성 강해짐
암모니아 (NH ₃) (비이온화암 모니아)	0.1ppm 이하	0.1ppm 이하	고농도에서 치명적인 독성. pH와 수온 상승에 따라 독성 강 해짐
아질산염 (NO ₂)	1.0ppm 이하	1.0ppm 이하	약간 유독성

1) 일일 측정항목

양식현장에서 규칙적으로 조사되어야 할 최소한의 수질항목은 수온, pH, 용존산소농도, 투명도이다. 강우시와 장마철에는 염분을 수시로 확인하여야 한다. 용존산소와 pH는 하루에 두 번(오전 6~7시 및 오후 3~4시 사이) 측정하며 투명도는 플랑크톤 농도가 가장 높은 오후 3~4시경이 바람직하다. pH와 용존산소는 표층이나 가장

자리보다는 사육지 중앙부의 중층에서 측정해야 한다. 측정은 모두 현장에서 이루어져야 하며 사육수를 채수하여 다른 곳으로 이동하여 측정하면 측정값이 변하게 된다. 투명도는 투명도판(Secchi 판)으로 측정하며 측정 시는 조류의 농도가 심하게 변하는 구석이나 바람의 영향을 크게 받는 곳은 피해야 한다.



그림 4-5. 축제식 양식장

2) 주간 측정항목

알칼리도, 암모니아, 아질산염의 농도 등은 매주 혹은 수질이 갑자기 변하거나 대량으로 사육수를 교환할 경우 측정해야 할 항목이다. 이들 항목은 시판되는 간이 수질측정키트로 현장에서 몇 분 이내에 간단히 측정할 수 있다.

2. 수온

1) 성장기 수온

수온은 꽃게의 성장에 가장 중요한 요소이다. 꽃게의 성장 가능한 수온은 15~33℃이며 성장 최적 수온은 25~32℃이다. 인천지역 축제식 양식장의 경우 15℃가 되는 시기는 5월 초순~10월 중순까지로 약 5.5개월이며, 성장이 가장 왕성한 25℃ 이상의 기간은 6월~8월의 3개월 정도이다. 25℃ 이하가 되면 탈피가 약간 지연되고 20℃ 이하로 떨어지면 섭식활동이 저하된다. 꽃게는 정기적인 탈피를 통하여 크기가 증가하기 때문에 고수온기인 8월말까지 상품크기까지 최대 크기를 증가시킨 후에 9월부터는 살찌우기를 하여 체

중을 증가시킨다. 33℃가 넘어가는 고수온기에는 사육수 교환을 통하여 수온을 떨어뜨려 주어야 한다. 꽃게는 15℃까지는 섭식을 하기 때문에 9월 이후에도 먹이공급량은 줄이되 공급은 계속해야만 체중을 증가시켜 상품가치를 높일 수 있다. 경기도 소재 축제식 새우 양식장의 경우(1997년), 6월초에 21~23℃, 7월초~8월초에 29~31℃, 9월초 26~27℃, 10월 중순에는 17~18℃로 조사되었다. 따라서, 이 지역에서도 25℃ 이상이 되는 꽃게의 최적 성장기간은 3개월이 넘으며 5월 입식할 경우 9월 초순에는 상품크기까지 성장하는 데는 큰 어려움이 없을 것으로 판단된다.

2) 종묘입식

종묘는 15~17℃이면 입식이 가능하다. 서해안 축제식 양식장은 5월 초순이 되면 15℃ 전후로 상승한다. 5월 동안에 초기성장 혹은 중간육성이 이루어져야 6월부터 본격적인 성장을 할 수 있기 때문에 이 시기에 입식을 하지 못하면 연내 상품크기까지 성장시킬 수 없어 월동을 해야 하는 부담을 안게 된다. 종묘 입식 초기에는 급격한 일간 수온변화는 어린꽃게에게 심한 스트레스로 작용한다. 이 시기에는 일간 수온변화가 8℃ 이하이어야 한다. 5월 중 경기, 인천지역의 일간 수온변화는 약 7℃ 정도이기 때문에 입식에는 문제가 없지만 수심이 너무 낮은 경우에는 이보다 커지기 때문에 주의할 요한다.

3) 월동기 수온

수익을 목적으로 할 경우에는 가급적 월동사육은 피하는 것이 바람직하다. 수온이 10℃ 이하로 떨어지면 섭식을 중단하며 폐사가 발생한다. 서해안 축제식 양식장에서 꽃게의 월동사육에 성공한 사례는 있지만 생존율은 확실히 알려져 있지 않다. 꽃게는 0℃에서도 단기간은 생존할 수는 있지만 장기간 유지되면 폐사하고 만다. 월동기 최저수온은 7℃ 전후로 알려져 있으며 중국의 경우 7~10℃ 전

후로 유지하도록 권장하고 있다. 다음해 어미계로 사용하기 위하여 월동을 시킬 경우에는 축제식 혹은 육상 수조에서 7℃ 이하로 내려가지 않도록 유지시켜야 한다. 축제식 양식장의 경우 양식장의 지리적 위치(풍향, 풍속 등의 영향), 수심에 따라 양식장 저층의 수온은 크게 달라진다. 축제식에서 월동을 시킬 경우에는 가급적 바람의 영향을 받지 않고 수심을 깊게 하는 것이 바람직하다.

3. 염분농도

1) 적정 염분

꽃게가 성장할 수 있는 최저 염분농도는 15~18ppt로 알려져 있지만 가급적 20ppt 이상을 유지하는 것이 좋다. 서해안의 경우 특별한 지역을 제외하고는 25ppt 이상이 되기 때문에 해수를 직접 사용하는 양식장에서는 별 문제가 되지 않는다. 그러나 육수가 유입되는 양식장의 경우는 염분저하로 인하여 성장이 크게 지연되므로 이 점에 각별히 유의해야 한다. 꽃게는 20ppt 이하로 떨어지면 섭식활동이 크게 떨어지고 탈피가 지연된다. 특히 최종 탈피를 앞둔 8월 말~9월초에 태풍이나 호우로 염분이 저하되면 크기성장이 되지 않아서 상품가치가 떨어지고 출하가 불가능해지는 문제가 발생하므로(최종 탈피후 체중은 50% 이상 증가함) 이 시기의 염분관리는 특별히 중요하다.

2) 염분 저하시 대처

장마철인 7월과 태풍이 자주 오는 8~9월에는 집중호우가 내릴 가능성이 매우 높다. 일단 염분이 심하게 떨어지면 대량의 사육수 교환을 하지 않고는 염분 상승이 매우 어렵다. 담수는 해수에 비해 비중이 낮기 때문에 사육지의 상층에 위치하게 된다. 따라서 장마철에는 상층수를 대량으로 배출할 수 있도록 독을 트거나 독에 대형의 배수관을 설치하여(망을 설치하여 계의 탈출을 방지하도록 유

의) 염분저하를 방지하는 것도 바람직하다. 폭우 후에는 pH와 알칼리도의 변화가 심하기 때문에 석회석을 ha당 100~300kg 정도 살포하여 사육수를 안정화시키는 것이 바람직하다.

4. 용존산소(DO)



그림 4-6. DO 메터. 용존 산소, 수온, 염분의 동시 측정이 가능하다.

용존산소는 양식장의 건강을 유지하는 가장 중요한 요인 중 하나이다. 산소는 식물플랑크톤의 광합성 활동과 수차에 의해서 발생하며 꽃게의 대사활동, 유기물의 산화와 미생물의 호흡에 의해서 소모된다. 실제로 양식장에서 양식생물이 소비하는 산소량은 그리 많지 않다. 새우양식장의 경우, 산소 소모율은 대부분 저질(50~55%)과 사육수 중의 미생물(40~45%)이며 새우는 5%만을 사용하는데 불과하다. 하지만 용존산소 농도가 3ppm 이하로 떨어지면 새우에게 스트레스로 작용하여 발병 가능성을 높여주며 저농도가 장시간 지속될 경우에는 폐사로 이어진다. 꽃게의 경우 최저 산소요구량은 3ppm이다. 새우보다는 약간 낮은 것으로 알려져 있지만 새우와는 달리 대부분의 시간을 저층에서 활동하기 때문에 용존산소 측정시에는 사육수의 저층에서 실시해야 한다.

용존산소 농도는 일주기적인 변화를 나타내는데 식물플랑크톤의 광합성이 가장 활발한 오후 3~4시경에 최고에 이르며, 동틀 녘에 최저로 떨어진다. 따라서 용존산소의 측정은 새벽 6~7시와 오후 2~3시경에 2회 실시하는 것이 바람직하다. 장기간 흐린날이 지속되면 광합성에 의한 산소 생산이 감소되어 동틀 녘에는 용존산소가 급격

히 떨어져서 3ppm 이하로 되는 예가 많다.

식물플랑크톤의 농도가 높을 경우에는(투명도가 낮은 경우) 광합성은 주로 표층 부분에서만 이루어지며 저층에서는 플랑크톤의 차광작용으로 저산소 상태가 발생한다. 따라서 주간 산소농도 측정시에는 1m 이하의 저층도 측정을 하는 것이 필요하다. 플랑크톤의 농도가 너무 높거나 표층과 저층의 산소농도가 크게 차이 날 경우에는 수차의 배치를 달리하거나 추가적인 수차를 설치하여 사육수 교반을 높여주고 사육수를 환수하여 플랑크톤의 농도를 낮추어주어야 한다.

산소는 사육수의 타가영양과정을 활성화시켜주는 가장 중요한 요인이다. 말하자면 산소가 충분하고 물의 교반이 잘 이루어지면 수많은 호기성 질화세균(유익세균)이 독성의 유기물을 비독성의 물질로 분해시킨다. 반면에 산소가 부족하고 물의 교반이 충분하지 않으면 혐기성 대사가 진행되어 꽃게에게 독성물질(황화수소, 메탄, 암모니아, 유기산 등)이 축적되어 질병을 야기 시킬 수 있다. 따라서 사료공급량이 증가함에 따라 충분한 산소공급과 사육수의 교반이 필수적이다. 꽃게는 배합사료를 공급하는 새우에 비해 유입되는 유기물의 양이 많기 때문에 사육지 바닥의 산소부족과 부패가 훨씬 심각하게 일어날 수 있으므로 산소부족이 발생하지 않도록 각별히 유의해야 한다.

5. pH

꽃게양식장의 pH는 8.0 전후(7.8~8.6)가 적합하다. pH는 물속에 녹아있는 수소이온농도의 로그값으로 표시된다. 담수는 7.0 정도인 반면 해수는 8.3을 유지하지만 꽃게와 새우양식장에서는 생물활동이 활발하기 때문에 pH 변화가 심하다. pH가 적정 범위를 넘어서거나 하루의 변화가 0.5 이상이 되면 사육생물에게 심한 스트레스로 작용하여 질병을 유발시킬 수 있다. 조류의 농도가 높은 사육지에

서는 pH 일변화가 크게 일어난다. 즉 조류가 광합성을 하는 낮에는 pH가 상승하며 호흡을 하는 밤에는 pH가 떨어진다. 따라서 조류의 농도(투명도)가 너무 높으면 환수 혹은 살조제를 처리하여 농도를 약간 낮추는 것이 바람직하다. pH는 암모니아 독성과 밀접한 상관 관계를 갖는다. pH가 높으면 암모니아 독성은 심하게 증가하므로 적정 pH 유지는 매우 중요하다(‘암모니아 환산표’ 참고). 사육수의 알칼리도를 높여주면 pH 변화는 작아진다(알칼리도 참고). 장마 후나 pH 변화가 심할 경우에는 사육지 1ha에 석회석 100kg을 살포하고 상태에 따라 추가적으로 살포한다.

6. 알칼리도

알칼리도(alkalinity)란 해수 중의 산을 중화시킬 수 있는 염기의 총량을 탄산칼슘의 양으로 표시한 것이다. 즉 물의 pH 변화를 완충시킬 수 있는 능력으로서 알칼리도가 높으면 사육수의 pH 변화가 감소되며, 낮으면 pH 변화가 증가한다. 따라서 사육수의 pH 일변화를 안정화시키기 위해서는 적정 알칼리도를 유지시킬 필요가 있다. 해수의 정상 알칼리도는 116ppm이며, 담수는 40ppm이다. 꽃게양식장의 적정 알칼리도는 80ppm 이상을 유지시켜 주어야 사육수의 심한 변화를 방지할 수 있다. 폭우 후에는 pH 저하시와 마찬가지로 석회석(탄산칼슘)을 살포하면 알칼리도가 높아진다.

7. 암모니아

1) 암모니아의 특성과 발생원인

꽃게와 새우양식장의 비이온화암모니아의 최대농도는 0.1ppm 이하이다. 총암모니아성 질소는 암모늄염 이온(NH_4^+)과 비이온화 암모니아(NH_3)로 구성되며 이중 꽃게에게 독성을 주는 것은 비이온화암모니아이다. 시중에 판매되는 간이키트는 대부분 총 암모니아 농도로 표시된다. 따라서 키트를 이용하여 암모니아(총암모니아성 질

소)를 측정한 후 이것을 환산표(‘암모니아 환산표’ 참고)에 근거하여(수온과 pH에 따라서 환산) 비이온화암모니아 농도를 환산해야 한다. 예를 들면 수온 28℃에서 pH 8.0일 경우에는 총암모니아 중 비이온화 암모니아의 비율은 6.6%(0.066)인 반면, pH 9.0일 경우에는 암모니아 비율은 41.5%(0.415)로 크게 높아진다. 즉 pH가 1이 높아지



그림 4-7. 수질 간이측정키트. 암모니아, 아질산염, 알칼리도, pH 등을 현장에서 측정 가능하다.

면 암모니아 농도(독성)는 6.3배나 높아지기 때문에 pH 변화에 매우 주의해야 한다. 양성기의 축제식 양식장의 경우, pH와 수온에 관련하여 비이온화암모니아 농도는 총암모니아 농도의 10~30% 정도에 해당하므로 암모니아키트로 측정된 총암모니아의 농도가 1~3ppm 정도까지는 무방하지만(비이온화암모니아 최대치는 0.1ppm임), 보다 정확한 측정값을 알기 위해서는 양식장의 pH 값에 근거하여 비이온화암모니아를 환산하는 것이 필요하다.

암모니아는 사료찌꺼기, 꽃게의 배설물, 조류 사체 등이 분해되면서 발생하는 것으로 이것은 다시 질화세균에 의해 독성이 약한 아질산염, 질산염으로 분해되어 진다. 따라서 사료 공급량이 과다하거나 이를 분해하는 세균활동이 상대적으로 적으면 암모니아 농도가 높아진다. 암모니아는 새우의 성장 및 섭식활동 등을 크게 떨어뜨리며 면역력을 저하시켜 각종 질병발생을 가져올 수 있다. 또한 질소농도는 세균성 질병 발병의 간접적인 지표가 될 수 있다(단백질, 암모니아, 아질산 등을 질소화합물이라 함). 즉 질소가 풍부한 환경은 어떤 특정 병원성 비브리오에 적합한 조건을 형성하여 양식생물에게 세균성질환을 발병시키는 가능성이 높다. 밀식하는

표 4-2. 수온과 pH에 따른 암모니아 농도 환산표

pH	수 온				
	24℃	26℃	28℃	30℃	32℃
7.0	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009
7.2	0.008	0.010	0.011	0.013	0.015
7.4	0.013	0.015	0.018	0.020	0.023
7.6	0.021	0.024	0.028	0.031	0.036
7.8	0.033	0.038	0.043	0.049	0.056
8.0	0.051	0.058	0.066	0.075	0.085
8.2	0.078	0.089	0.101	0.114	0.129
8.4	0.119	0.134	0.151	0.170	0.190
8.6	0.176	0.197	0.220	0.245	0.271
8.8	0.253	0.281	0.309	0.340	0.371
9.0	0.349	0.382	0.415	0.449	0.483
9.2	0.460	0.495	0.530	0.564	0.597
9.4	0.574	0.608	0.641	0.672	0.701
9.6	0.681	0.711	0.739	0.764	0.788
10.0	0.846	0.861	0.877	0.891	0.903

※ 암모니아 농도는 측정된 암모늄염의 값에 수온과 pH에 따른 비율을 곱한 값이다.

예) 사육수의 암모늄염 측정값이 2.0ppm이며, 수온 30℃, pH 7.8 일 경우 암모니아 함유량은 0.049이므로, 이때 사육수에 함유된 암모니아 농도는 $2.0 \times 0.049 = 0.098(\text{ppm})$

양식장에서는 양식생물의 성장률이 떨어지는 경우가 종종 발생하는데 이러한 이유 중의 하나는 과도한 사료공급으로 인한 고농도의 암모니아와 아질산염이 성장률을 억제하기 때문이다.

2) 암모니아의 제거

암모니아 농도를 바로 떨어뜨리기는 쉽지 않지만 다음과 같은 방법이 있다.

- ① 사육수를 교환한다.
- ② 양이온을 흡착할 수 있는 제올라이트(비석) 등 광물질을 살포한다.
- ③ 상품화된 저질개선제, 수질개선제를 살포한다.
- ④ 유익세균을 살포한다.
- ⑤ 당밀 혹은 미강(쌀겨)를 주기적으로 살포한다.
- ⑥ 폭기를 증가시킨다.

이들 중 가장 손쉬운 방법은 사육수의 교환과 폭기를 증가시키는 것이다. 새우와 달리 꽃게는 바이러스에 의한 대량폐사가 낮기 때문에 사료량이 증가하는 8월부터는 정기적으로 사육수를 교환하여 수질을 개선시켜 주는 것이 바람직하다. 사육수 교환량이 많아서 소독이 어려울 경우에는 충분한 면적의 여과망을 이용하여 잡새우와 해적생물의 유입을 최대한 방지해야만 한다.

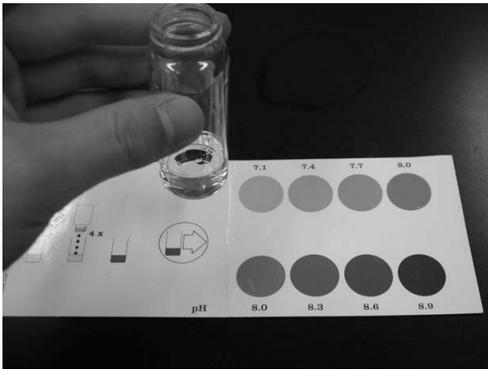


그림 4-8. 현장에서의 수질 간이측정 과정



그림 4-9. 실험실에서의 수질의 정밀측정 과정

8. 황화수소

황화수소(H_2S)는 사료찌꺼기가 바닥에 축적되고 바닥에 산소가 부족하면 발생하는 유독가스로서 암모니아와 마찬가지로 꽃게에게 치명적이다. 사육지 바닥이 뒤집어질 경우 황화수소는 곧 사육수로 방출되어 산소에 의해 산화됨으로써 황산으로 변하게 된다. 그러나

황화수소는 산소가 결핍된 바닥 속과 바닥의 몇 cm 에서도 독성의 농도로 방출되기 때문에 바닥 속으로 잠입하는 습성이 있는 꽃게의 경우에는 매우 나쁜 영향을 미친다. 꽃게의 황화수소 치사농도는 알려져 있지는 않지만 새우의 경우 0.03ppm의 농도에서도 치사시킬 수 있다. 꽃게가 황화수소에 의해 치사되지 않는다 하여도 약한 농도에서도 섭식활동이 저하되어 성장률이 떨어지며 면역력이 크게 떨어진다. 황화수소 농도는 pH에 크게 영향을 받는데 pH가 낮을수록 독성은 강해진다(표 참조). 황화수소는 일반 키트로로는 측정이 어렵지만 저질의 냄새(계란 썩는 냄새)로 짐작할 수 있다. 암모니아 대처법과 같은 방법으로 농도를 낮출 수 있다.

표 4-3. 황화수소 농도(%)와 수온-pH의 관계

pH	24℃	26℃	28℃	30℃
7.0	51	50	48	47
8.0	10	9.0	8.5	8.0
9.0	1	1	0.9	0.9

9. 투명도와 식물플랑크톤

투명도는 사육수에 함유된 미세입자의 농도에 의해 결정되지만 일반적으로 양식장의 투명도라 하면 식물플랑크톤 밀도의 간접적인 지표로 의미한다. 양식장 내 식물플랑크톤(주로 규조와 녹조)은 수중에 산소를 증가시키고 이산화탄소 및 질소화합물을 제거하며 많은 종류의 병원성 세균의 증식을 억제시키는 등 매우 유익한 작용을 수행하며 사육수를 안정화시킨다. 그러나 플랑크톤 농도가 너무 높으면(투명도가 20~30cm 이하로 떨어지는 경우) 용존산소, 이산화탄소, pH의 일변화가 심해져 사육수는 불안정해지고 새우는 크게 스트레스를 받아 질병발생 위험이 야기된다. 적절한 조치를 하지 않을 경우에는 플랑크톤 붕괴(물이 깨짐)가 일어나 용존산소가 떨

어지고 암모니아 농도의 증가 및 pH 저하가 일어난다.

- 식물플랑크톤 균형이 붕괴(물이 깨지는 과정)되는 단계는 다음과 같다.

- ① 수색이 짙어지고 투명도가 떨어진다.
- ② 표층수의 색깔이 짙게 변하면서 불균질의 덩어리를 형성한다. (이것은 죽은 플랑크톤에 의해 형성됨)
- ③ 우유빛의 구름 형상으로 변하며 용존산소 농도가 떨어진다.
- ④ 사육수가 투명해진다. 이 시기에는 죽은 플랑크톤이 사육지 바닥으로 침전되고 물이 썩게 된다.



그림 4-10. 투명판(Secchi disc)

바닥에 침적된 플랑크톤 사체는 결국 수질악화로 이어지며 이것이 자연적으로 회복되기까지는 상당한 시일이 소요된다. 따라서 플랑크톤이 너무 번식하여 물이 깨지기 전에 다음과 같은 조치를 취하는 것이 바람직하다.

- 플랑크톤 농도가 너무 높을 경우
 - ① 사육수를 교환하여 농도를 감소시킨다.
 - ② 살조제 혹은 염소를 약하게 살포하여 플랑크톤을 죽인다.
- 후속적인 조치로서 다음과 같은 방법으로 플랑크톤의 종조성을 변화시켜주는 것도 바람직하다.
 - ① 염도를 저하시켜 녹조류 성장을 자극한다.
 - ② 염도를 높여주어 규조류 성장을 자극한다.
 - ③ 플랑크톤이 잘 조성된 사육지의 사육수를 공급한다.

10. 석회살포

1) 석회의 효과

석회살포는 두 가지 경우가 있다. 양식 전에 사육지 바닥에 살포는 경우와 양성 중에 사육수에 살포하는 경우이다. 양식 전 사육지 바닥에는 주로 생석회와 소석회를 살포하는데 이 경우에는 저질개선과 소독의 두 가지 효과를 갖는다(‘양식장 소독’ 참고).

양성 중에는 주로 석회석(탄산칼슘)을 사용한다. 생석회는 꽃게에게 독성을 줄 수 있으므로 양성 중에 직접 사육수에 사용하면 안되며 필요시에는 정기적으로 제방 주위에 살포하면 바람직하다. 석회석은 폭우 후 혹은 pH가 저하될 경우, ha 당 100~300kg 정도 살포하고 pH의 변화에 따라 추가적으로 살포한다. 또한 알칼리도가 80~100ppm 이하로 떨어지거나 연갑증 증상이 나타나면 추가적으로 석회를 살포하여 알칼리도를 올려주어야 한다. 석회는 pH 상승 외에도 수질개선에 관련된 여러 가지 효과가 있다.

- ① 저질과 사육수의 산성을 중화시킨다(pH 7.8 이하에 사용)
- ② 알칼리도를 높여주어 pH 변화에 대한 완충작용을 한다.
(pH 일변화 0.5 이상, 폭우 후에 사용)
- ③ 칼슘의 첨가는 갑각류와 식물플랑크톤 성장에 도움을 준다.
- ④ 저질 퇴적물의 분해를 촉진시키는데 도움을 준다.
- ⑤ 유기산 및 무기산에 의한 해로운 영향을 중화시킨다.
- ⑥ 사육수의 과량의 토사를 침전시킨다.

일반적으로 산성토양의 사육지에 석회를 살포하면 pH 상승으로 인해 영양분 중에서 특히 인이 잘 방출되어진다. 다음으로 그 인이 플랑크톤의 성장을 양호하게 하여 먹이사슬의 일환으로서 어린 꽃게의 먹이를 생산하게 된다. 또 석회는 저질에 작용해서 양이온과 교환 가능한 산성이온을 알칼리성 이온으로 교환시켜 산도를 중화시킨다. 예를 들면, 시비를 미비하게 끝낸 경우 토양의 산성상태는

그대로인데 석회를 살포하면 시비하지 않았던 사육지라도 진흙 속에 섞여 있는 영양분이 방출되어 생산을 증대시킬 수 있다.

2) 석회의 종류

- 석회석 : 분자식은 CaCO_3 로 탄산칼슘이라고도 한다. 칼슘을 40% 함유하며, 물에 비교적 잘 녹지 않는 성질이 있고 pH의 상승도 완만하기 때문에 양성 중에 사용하는 것이 좋다. 약알칼리성 지속성이다. ha 당 100~300kg 사용하고 pH 변화에 따라 추가 사용한다.

- 생석회 : 분자식은 CaO 로서 산화칼슘, 강회, 생회라고도 불린다. 생석회는 71%의 칼슘을 함유하여 물에 녹기 쉽고 pH를 급격하게 변화시키며, 소독기능도 있으므로 양성 중에는 사용하지 않는다. 생석회는 주로 양식 전후에 양식장 바닥 소독 및 저질 개선을 위해 사용하며 ha 당 3,500~4,000kg 사용한다.

- 소석회 : 분자식은 Ca(OH)_2 로 수산화칼슘, 수산화석회, 가성석회, 분회 등으로 불린다. 소석회는 약 50%의 칼슘을 함유하고 용해성이 높으므로 pH를 급격하게 상승시킨다. 생석회와 유사하게 동식물에 대한 독성을 가지며 자극성이 있으므로 양성 중에는 사용하지 않고 양식 전후의 저질개선폰용으로 사용하며 생석회와 비슷한 양으로 살포한다.

11. 유익세균(Probiotics)

꽃게와 새우양식장에서 말하는 유익세균은 대부분 질화세균(*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Bacillus* 등) 등을 총칭하는 말로 모든 새우양식장에는 이들이 풍부하게 존재한다. 이들 세균들은 사육수내 유기물의 순환, 즉 가장 중요한 질소화합물(암모니아, 아질산, 질산염 등)을 제거시켜 주는 역할을 한다. 시판 유익세균은 값이 비싸기 때문에 대량 구입하여 살포하기가 어렵다. 유익세균은 양식장 자체 내에 항상 존재하기 때문에 이를 활성화시켜주는 것이

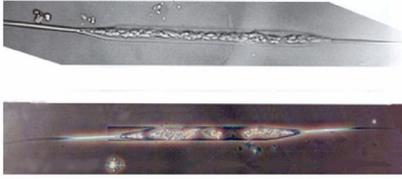
보다 바람직하다. 유익세균은 산소, 유기물, 탄소가 공급되면 기하급수적으로 번식하여 유기물을 제거한다. 유익세균을 활성화시키기 위해서는 충분한 산소를 공급하고, 에너지원인 탄소(미강, 당밀 등)을 지속적으로 공급하면 수질을 향상시킬 수 있다.

상품화된 유익세균을 인위적으로 공급하는 것도 도움이 된다. 제품에 따라서 사료에 섞어 먹이는 종류와 수질정화를 위하여 사육수에 살포하는 종류로 구분된다. 어떤 종류는 광합성세균도 포함되어 있어 수질 정화 및 물의 안정화에 도움을 준다. 유익세균은 액상, 분말 등 다양한 형태로 시판되고 있지만 함유된 세균의 농도가 제품에 따라 크게 차이가 있으므로 주의해서 선택해야 한다. 또한 세균의 보관방법과 기간에 따라서도 균의 활성도가 크게 다르기 때문에 유의해야 한다.

표 4-4. 수질 변화의 원인 및 대책

수질변화	원 인	대 책
용존산소 저하 (최적 3ppm 이상)	<ul style="list-style-type: none"> - 규조류의 대량번식에 의한 용존산소의 소비 증가 - 규조류의 붕괴 혹은 흐린 날에 산소생산의 저하 	<ul style="list-style-type: none"> - 충분한 수차가동, 과도한 조류의 제거 - 사육수 교환 및 저질의 노폐물 제거
pH 저하 (적정 pH 7.8~8.6)	<ul style="list-style-type: none"> - 사료찌꺼기와 대사노폐물에서의 혐기성 세균에 의한 유기산의 생산 - 조류의 번무에 의한 CO₂ 과잉생산 	<ul style="list-style-type: none"> - 석회석 살포 - 사육수의 교환/배출
성층화 형성 (염분, pH, 수온, DO)	<ul style="list-style-type: none"> - 저염분의 유입(집중 강우)으로 염분의 성층화 - 높은 플랑크톤 밀도에 의한 광선투과의 제한으로 DO, pH, 수온의 성층화 - 저질 노폐물 축적에 의한 산소소비 증가로 DO의 성층화 	<ul style="list-style-type: none"> - 사육수 교환, 폭기 - 화학 약품에 의한 조류 밀도의 저하(BKC, 염소 0.1~0.5ppm 처리)
수질악화 (암모니아, 아질산염, 황화수소 농도 증가)	<ul style="list-style-type: none"> - 사료찌꺼기와 대사노폐물의 축적 	<ul style="list-style-type: none"> - 사육수 교환/배출 - 폭기 증가 - 당밀이나 미강 살포 - 수질, 저질정화제 혹은 유익세균 투여

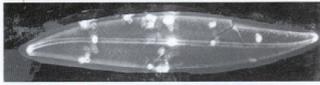
칼라도판 4-1. 양식장에서 발견되는 식물플랑크톤



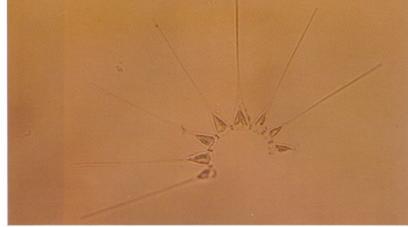
리조솔레니아 (*Rhizosolenia*)



탈라시오트리스 (*Thalassiothrix fraunfeldii*)



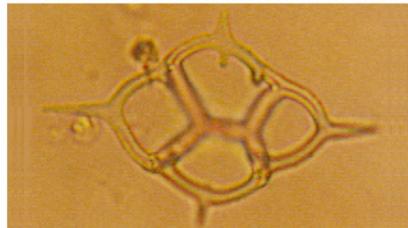
플레우로시그마 (*Pleurosigma* sp.)



아스테리오벨라 (*Astrionella glacialis*)



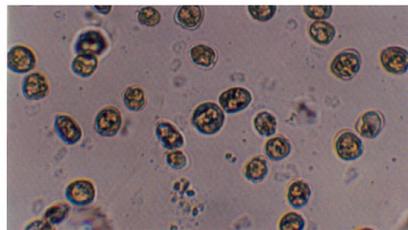
스켈레토네마 (*Skeletonema costatum*)



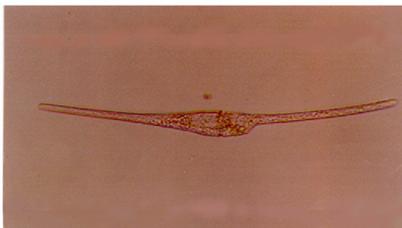
딕토차 (*dictyocha fibula*)



실린드로세카 (*Cylindrotheca closterium*)



프로로센트럼 (*Proocentrum minimum*)



세라티움 (*Ceratium fusus*)

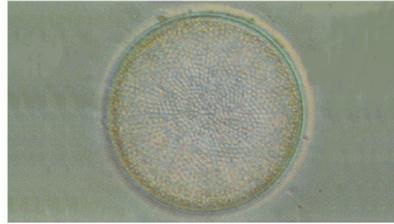


세라티움 (*Ceratium fuca*)

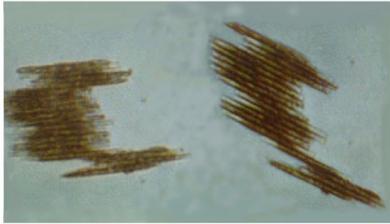
칼라도판 4-2. 양식장에서 발견되는 식물플랑크톤



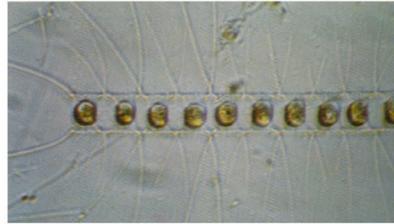
탈라시오시라 (*Thalassiosira nordenskioeldii*)



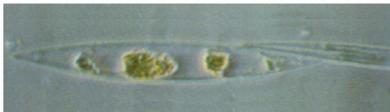
코스시노디스커스 (*Coscinoidiscus asteromphalus*)



바실라리아 (*Bacillaria paradoxa*)



케토세로스 (*Chetoceros decipiens*)



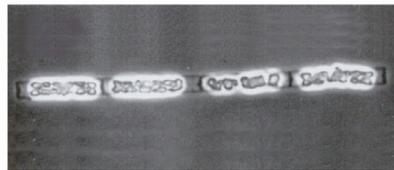
니즈시아 (*Nitzschia seriata*)



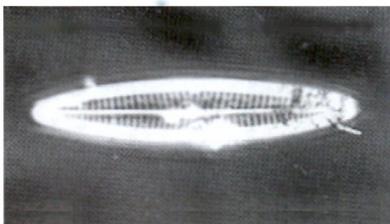
남조류 (*Nodularia*)



틴틴놉시스 (*Tintinnopsis kofoidi*)



렘토실린드러스 (*Leptocylindrus danicus*)



나비굴라 (*Navicula viridula*)



짐노디니움 (*Gymnodinium mikimotoi*)

제 5 장 질병과 대책

<순서>

- 가. 바이러스성 질병
 - 1. 포진상바이러스 감염증
 - 2. 레오바이러스 및 랍도바이러스 감염증
- 나. 세균성 질병
 - 1. 비브리오 감염증
 - 2. 각질병(갑각반점병)
 - 3. 부지병(腐肢病)
 - 4. 수포증
- 다. 진균성 질병
 - 1. 면모증
- 라. 원생동물성 질병
 - 1. 미포자충 감염증
 - 2. 파라노프리스충 감염증
- 마. 기타 질병
 - 1. 주머니벌레 감염증
 - 2. 연갑증
- 바. 중요생산시기의 질병
 - 1. 유생의 세균성 질병
 - 2. 유생기의 진균증
 - 3. 부착성 섬모충류
 - 4. 기포증
 - 5. 백탁증
 - 6. 기형의 발생

가. 바이러스성 질병

1. 포진상바이러스 감염증

1) 원인

포진상바이러스(HLV, Herpes-like Virus)에 의해 발생한다. 이

바이러스입자는 전자현미경상에서 20면체로 보이며 직경은 약 150nm이다. 이 바이러스입자는 감염된 게의 핵 내 혹은 혈림프에 유리되어 존재한다.

2) 병리적 증상

감염된 게의 혈림프는 정상보다 혼탁하고 백색을 띠며 수많은 미세한 과립이 관찰된다. 혈구세포를 조직절편으로 만들어 광학현미경하에서 관찰하면 핵은 비대하고 핵내 전자밀도가 높은 부분이 관찰된다. 감염게의 외골격과 탈피는 정상이지만, 행동이 느려지며 심할 경우에는 거의 움직임이 없고 결국에는 폐사하게 된다.

3) 발병 환경

이 병은 수조에서 사육된 미국 꽃게류(*Callinectes sapidus*)에서 처음 발견되었으며 감염된 치게는 거의 폐사된다. 최근 미국의 플로리다에서 발견된 HLV-PA(Herpes-like Virus-Panulirus argus)는 바다가재에서 발견되는 바이러스로 발병시 거의 전량이 폐사하는 치명적인 것으로 보고되어 있다. 게의 성체에서도 발병하지만 외부 증상이 뚜렷하게 나타나지 않는다. 주요 감염경로는 감염된 게의 조직을 먹거나 사육수를 통하여 이루어진다.

4) 진단방법

현미경을 이용하여 혈림프와 혈구세포를 관찰하여야 하며 정확한 진단을 위해서는 전자현미경으로 확인해야 한다.

5) 예방 및 치료

이 바이러스의 치료법은 없으며 예방이 최선이다. 사육지 혹은 수조 내에서 감염된 치게가 발견되면 모든 게를 제거하고 사육수와 사육지를 염소 등으로 완전소독한 후에 재입식해야 한다.

2. 레오바이러스 및 랍도바이러스 감염증

1) 원인

두 종류의 바이러스는 거의 비슷하게 작용하여 질병을 발병시킨다. 레오바이러스(Reovirus)는 전자현미경상 20면체이며 직경 55~60nm이다. 랍도바이러스(Rhabdovirus)는 긴 간상형의 구조로서 직경 20~30nm, 길이 110~600nm 정도이다.

2) 병리적 증상

감염된 개는 식욕이 크게 떨어지며, 탈피를 하지 못한다. 운동성이 현저히 저하되고 특히 다리운동이 마비되며 심할 경우에는 보행을 전혀 하지 못한다. 갑각 표면에는 갈색의 반점들이 나타나며 혈림프가 응고되지 않는다. 아가미의 색채는 흔히 붉은 갈색을 띤다. 혈구세포, 표피, 아가미 상피조직 등을 조직표본으로 만들어 염색 후 광학현미경하에서 관찰하면 바이러스의 봉입체(inclusion body)를 볼 수 있다.

3) 발병 환경

수조에서 사육 중인 미국꽃게의 경우에 의하면 사육 9일~2개월 정도에 감염증상이 뚜렷해지면서 발병되어 결국에는 폐사하는 것으로 알려져 있다. 사육지의 꽃게의 경우, 사육밀도가 높거나 수질환경이 나쁘면 폐사율이 높아진다. 이 병은 해수의 심한 염도변화에도 관계가 있는 것으로 알려져 있다.

4) 진단방법

초기진단은 일반 외부적 증상으로도 가능하지만 정확한 진단은 전자현미경으로 확인해야 한다.

5) 예방 및 치료

치료법은 개발되어 있지 않으며, 발병시에는 포진상바이러스의

경우와 같이 대처한다.

나. 세균성 질병

1. 비브리오 감염증

1) 원인

많은 종류의 그람음성균으로서 이중 비브리오가 주요 원인균이다. 이중에는 사람에게 패혈증을 유발시키는 비브리오 파라헤몰리티쿠스(*Vibrio parahaemolyticus*)가 포함된다.

2) 병리적 증상

감염된 게는 활력이 크게 떨어지며 움직이지 않고 심할 경우에는 폐사한다. 감염 게에서 혈림프를 채취하여 현미경하에서 관찰하면 다수의 세균을 관찰할 수 있다. 게의 조직, 특히 아가미조직은 혈구세포와 세균이 서로 응고되어 불투명한 백색 덩어리를 형성하며 아가미 조직이 정상보다 붓는 증상이 나타난다. 죽어가거나 혹은 막 죽은 게의 혈림프에서는 대형의 혈액응고 덩어리가 관찰된다.

3) 발병 환경

그람음성균은 모든 사육수와 양식장 저질, 병든 게뿐만 아니라 건강한 게의 표면 등 거의 모든 곳에 상존한다. 게를 포획할 때 상처가 나거나 사육밀도가 높아 게들이 서로 싸우게 되면 상처부위로 이들 세균이 침투함으로써 감염된다. 게를 수조나 사육지에 축양하거나 고밀도로 사육할 경우, 비브리오감염증으로 인하여 대량폐사할 수 있으므로 특별히 주의해야 한다. 고수온의 하절기에는 비브리오증 발병시 폐사율은 50%에 달하며 발병 후 1~2일이면 폐사된다.

4) 진단방법

혈림프를 채취하여 현미경하에서 관찰하면 감염계에서는 위에 설명한 백색의 응고덩어리를 발견할 수 있다.

5) 예방 및 치료

치료보다는 예방이 중요하다. 계를 포획할 때 혹은 운반할 때 서로 마찰이나 손상되지 않도록 함으로써 세균이 체내로 침투하지 못하도록 한다. 계를 사육하는 바구니나 수조는 충분히 소독을 하며 철저히 청결상태를 유지해야 한다. 모든 사육수도 소독하는 것이 가장 바람직하다. 발병시에는 항생제를 사료에 첨가하여 연속 3~5일간 공급한다.

2. 각질병(갑각반점병)

1) 원인

슈도모나스(*Pseudomonas*), 스피릴룸(*Spirillum*), 플라보박테리움(*Flavobacterium*) 속의 다양한 세균에 의해 발병한다. 이 세균들은 갑각 혹은 아래층의 외표피와 내표피의 각질을 분해하는 능력이 있다. 감염과정은 다음과 같다.

- ① 물리적 마찰이나 상처로 계의 갑각이 손상된다.
- ② 손상부위를 통하여 갑각분해세균류가 침투하여 갑각을 분해한다.
- ③ 다음에 표피의 각질을 분해하는 세균이 침투하여 각질을 파괴한다.
- ④ 영양부족이 야기되며 표피에는 반점이 형성된다.
- ⑤ 파괴된 부위를 통하여 사육수 중의 독성물질과 병원미생물이 침투해 들어가 2차 감염을 유발시킨다.

따라서, 2차 감염이 진행됨에 따라서 다양한 증상으로 발전될 수 있다.

2) 병리적 증상

증상은 대하의 경우와 유사하다. 감염된 계의 갑각 위에는 여러 개의 불규칙한 흑갈색의 부식성 반점들이 나타난다. 반점의 색채는 철이 산화된 붉은색이나 불에 탄 듯한 검정색의 형상을 나타내기 때문에 각질병 혹은 갈색반점병이라 불리기도 한다. 초기 증세는 갑각에 갈색의 반점들이 나타나며 반점의 중심부는 함몰된 형태를 보인다. 말기에 들어가면서 반점이 점차 커지고 반점들이 서로 합쳐져서 불규칙한 무늬를 이루게 된다. 무늬의 중심부위는 깊은 부식상태를 보이고 주위로는 흑색 테두리가 형성된다. 그러나 각질병은 갑각 아래의 조직까지는 도달하지 않으며 계가 탈피하면 갑각의 반점들은 사라질 수 있다. 그러나 보다 심각한 것은 상처부위를 통한 세균성 혹은 진균성 질병과 독성물질의 침입에 의한 2차 감염으로 인하여 폐사가 발생할 수 있다.

3) 발병 환경

이러한 병을 발생시키는 세균의 종류는 매우 많다. 이러한 세균류는 모든 해수나 사육수 중에도 존재할 수 있으며 계류에만 한정된 것은 아니다. 계류에서 발생하는 직접적인 원인의 하나는 계를 잡을 때, 운반 중, 혹은 양식과정 중에서 어떤 물리적인 원인으로 갑각에 손상이 손상될 경우 이들 세균에 감염될 수 있다. 이 병의 감염율과 발병율은 수온이 상승함에 따라서 증가한다.

4) 진단방법

위에 설명한 병리적 증상에 따라 외형상으로도 쉽게 진단이 가능하다. 보다 정확한 진단을 위해서는 부식된 부위에서 세균을 분리, 배양하여 정확한 종을 동정해야 한다.

5) 예방과 치료

기본적인 예방은 계의 포획, 운송, 양식 과정 중에서 갑각에 손상이 가지 않도록 주의해서 다루어야만 한다. 양식밀도가 너무 높으면 계들의 접촉 기회가 많아 상호간 상처를 입기 쉽다. 이러한

증상을 갖는 계를 발견하면 선별하여 제거하여야 한다. 치료를 위해서는 ① 사육지에 0.05~0.1ppm 농도의 말라카이트그린(malachite green) 혹은 20~25ppm 농도의 포르말린을 살포하고 환수한다. 필요 시에는 1~2일 후에 다시 살포한다. ② 사육수에 2.5~3.0ppm의 옥시테트라사이클린을 5~7일간 처리한다. ③ 이와 동시에 사료에 적합한 항생제를 혼합하여 연속 5~7일간 공급한다.

3. 부지병(腐肢病)

1) 원인

세균성이지만 병원균은 정확하게 알려져 있지 않다.

2) 병리적 증상

다리가 썩기 때문에 부지병이라 부른다. 감염된 계의 복부, 갑각과 다리가 썩어 들어가며 항문이 붉게 변한다. 식욕이 떨어지거나 전혀 먹지 않으며 행동이 매우 느려진다. 심해지면 폐사하게 된다. 발생하는 원인은 주로 계를 포획하거나 운송시, 양성 중에 갑각표면에 상처가 나면 원인균이 감염됨으로써 시작된다.

3) 예방 및 치료

옥시테트라싸이클린(Oxytetracyclin, OTC)를 2ppm의 농도로 사육수를 처리한다. 권장할만한 방법은 아니지만 다른 대책이 없을 경우에는 사육수에 생식회를 15ppm 농도로 매주 1회, 2~3회 살포할 수도 있다.

4. 수포증

1) 원인

세균성이지만 병원균은 정확히 밝혀지지 않았다.

2) 병리적 증상

병든 계의 복부와 등쪽의 갑각 아래층에 투명한 수포가 형성된다. 섭식율이 저하되고 활동이 저하되거나 전혀 움직이지 않는다. 심하면 수심이 얇은 가장자리에 와서 죽는다.

3) 예방 및 치료

- (1) 사육수에 퀴놀론계열 항생제를 0.5~1.0ppm의 농도로 살포한다.
- (2) 옥시테트라사이클린을 1~1.5ppm의 농도로 사육수에 살포한다.
- (3) 계의 체중 1kg 당 옥시테트라사이클린 0.2g 혹은 적합한 항생제를 사료에 섞어서 3~7일간 공급한다.

다. 진균성 질병

1. 면모증

1) 병원균

담수산 가재류의 체표면과 알의 표면에 기생하는 진균증의 일종으로서 대표적으로 물곰팡이류인 사프로레그니아(*Saprolegnia*)가 원인균이다. 해산계류에도 이와 유사한 종류가 많이 발생하는 것으로 알려져 있으나 정확한 증명은 밝혀지지 않았다.

2) 병리적 증상

감염된 계의 체표면과 부속지에 회백색의 솜털과 같은 면모상 증상이 발달하며 행동이 느려지고 식욕이 저하된다. 심할 경우에는 몸이 극도로 쇠약해지며 탈피를 못하고 사망한다.

3) 발병 환경

면모증은 종묘생산 및 양성의 어떤 단계에서도 발생이 가능하다. 병의 발생원인은 주로 운송 과정 중 갑각이 손상되고 진균의 포자가 침입하여 발생한다. 다른 원인으로서는 다른 질병으로 인하여 갑각이 손상된 후 2차적으로 진균이 침입함으로써 발생한다.

4) 진단방법

일반적으로 육안관찰로도 초기 진단이 가능하다. 확실한 진단을 위해서는 감염부위를 면모를 긁어서 슬라이드글라스에 도말한 후 광학현미경하에서 검경한다.

5) 예방 및 치료

예방을 위해서는 계의 갑각이 손상되지 않도록 해야만 한다. 치료를 위해서는 말라카이트그린을 0.25 ppm의 농도로 사육수에 살포하고 5~7일 후 다시 2차적으로 살포한다. 혹은 3~5%의 식염수에 감염된 계를 5분간 침지한 후 5%의 요오드용액으로 세척한다.

라. 원생동물성 질병

1. 미포자충 감염증

1) 원인(칼라도판 5-1)

꽃게의 근육 내에 기생하는 원생동물인 미포자충류이며 아메손류(*Ameson*)와 플레이스토포라류(*Pleistophora*)가 발병원이다. 미포자충류는 근육 내에서 포자를 형성하며 형태는 난원형이다. 포자의 크기는 종류에 따라 다양하여 *Ameson michaelis* 1.9 x 1.5 μ m, *A. sapidi* 3.6 x 2.1 μ m, *A. pulvis* 1.25 x 1.0 μ m, *Pleistophora cargo* 5.1 x 3.3 μ m이다.

2) 병리적 증상

주요 증상은 감염된 근육이 불투명하고 혼탁하며 백색으로 변하는 것이다. 감염된 대하의 복부에서도 이러한 증상이 동일하게 나타나는데 복부 근육에 백탁 현상이 현저히 나타나기 때문에 면포증(cotton shrimp disease)으로도 불린다. 그러나 거의 경우 껍질이 두꺼워 육안으로는 근육질의 색채를 볼 수 없기 때문에 갑각 두께가 얇은 다리 등의 관절 부분의 근육색채로 판별할 수 있다. 감염이 심할 경우 근육의 섬유질이 용해되며 정상과 다르게 운동한다. 상태가 악화되면 비교적 쉽게 폐사될 수 있다.

3) 발병 환경

감염된 거의 근육을 먹거나 사육수 중의 미포자충 포자를 섭취함으로써 일차적으로 감염된다. 몸속으로 들어간 미포자충의 영양체는 거의 소화관에 정착한 후 혈림프의 혈구세포 내에서 발육하고 증식한 다음 점차 전신으로 퍼져서 포자를 생산한다. 모든 계류에 감염된다.

4) 진단법

육안으로는 부속지 관절부위의 색채가 불투명한 백색으로 변하는 것으로 판단할 수 있으며 정밀한 검사를 위해서는 불투명한 근육질 부분을 분리하여 Giemsa 염색 후 광학현미경 하에서 관찰하면 수많은 미세한 포자들이 뭉쳐있는 모습을 발견할 수 있다.

5) 예방 및 치료

치료법이 개발되어 있지 않기 때문에 예방이 최우선이다. 사육지에서 운동성이 떨어지거나 감염이 의심되는 계는 발견 즉시 제거해야 한다. 실제로 사육 중에 병든 계를 발견하는 것은 쉽지 않다. 그러나 계들이 먹이를 먹을 때 상호 전염이 가능하기 때문에 감염 계를 신속하게 제거하여 사육지에서 멀리 떨어진 곳에 매립하거나

염소 등으로 소독해야 재감염을 방지할 수 있다. 종묘생산 및 양성용으로 사용되는 사육수를 철저히 소독하고 산란용 어미게는 면밀히 검사해야 한다.

2. 파라노프리스충 감염증

1) 원인

이병의 원인은 섬모충류의 일종인 파라노프리스 카르키니 (*Paranophrys carcini*)의 체내 기생에 의해서 발생한다.

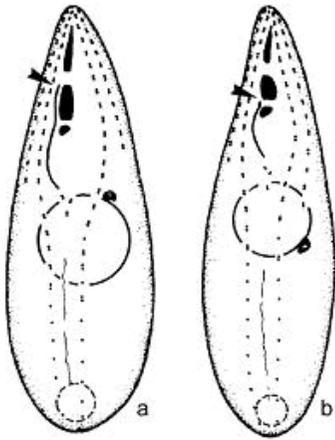


그림 5-1. 파라노프리스 속의 두종. (a) 파라노프리스 마그나; (b) 파라노프리스 카르키니. 화살포는 섬모구역이다.

의 싸움으로 갑각에 손상을 입게 되면 손상부위를 통해 체내로 침입한다. 체내에 들어온 이 충은 혈림프 내에서 대량으로 번식하여 숙주 세포조직을 파괴하고, 결국 숙주를 죽이게 된다. 파라노프리스충은 중국 뿐 아니라 미국, 이탈리아, 프랑스 등의 해산계류와 양식새우류에서 광범위하게 발견된다.

2) 병리적 증상

감염된 게는 눈이 멀고, 활동력이 떨어지면 심하면 심장에 백색의 죽은 세포조직 구역이 형성된다. 감염이 진행됨에 따라 혈림프 중 파라노프리스충이 많이 증식하며 혈구세포 수가 감소한다. 점차 섬모충은 전신의 각 조직으로 확산하는데 특히 심장과 아가미조직에 많이 분포하면서 혈구세포와 조직세포를 섭식한다.

3) 발병 환경

파라노프리스충은 기회성 기생충으로서 특히 고밀도 양식할 경우 게들간의

4) 진단방법

정확한 진단을 위해서는 혈림프 혹은 심장조직을 채취하여 현미경으로 검경한다. 충의 몸체는 긴 타원형으로 앞부분이 뾰족하고 뒤부분은 둥글며 입주위로 섬모구역이 발달되어 있다.

5) 예방 및 치료

게를 다룰 때 갑각에 손상이 가지 않도록 세심하게 주의하며, 양식밀도를 높지 않게 함으로써 게가 서로 부딪히거나 만나는 기회를 최소화하도록 한다. 치료법은 개발되지 않았다.

마. 기타 질병

1. 주머니벌레 감염증

1) 원인

주머니벌레(*Sacculina*)는 노란색의 주머니 형태를 하고 있으며 게의 복부(배딱지)에 붙어서 기생하는 기생충으로 분류학적으로는 갑각강(甲殼綱), 만각아강(蔓脚亞綱), 근두목(根頭目)에 속하며 따개비와 근연종이다. 주머니벌레는 기생생활을 위하여 형태적으로 극도로 퇴화된 구조로 변형되었다. 성체는 갑각류의 특성을 완전히 소실하고 일부분만 숙주 체외(게의 복부)로 주머니 형태로 노출되고 나머지 부분은 숙주의 체내로 깊숙이 들어가 전신에 퍼져있다. 게의 체내에는 주머니벌레의 암컷과 수컷의 생식기관으로 딱 차있으며 기타 부속지는 완전히 퇴화되었다. 체내에 들어간 부분은 나뭇가지 형태로 숙주의 전신 기관조직의 말단까지 뻗어 있으면서 숙주의 영양분을 흡수한다.

2) 병리적 증상



그림 5-2. 게의 복부에 노출된 주머니벌레의 사진. 한개 혹은 여러 개의 주머니가 외부로 노출된다.

신 조직으로 확산되어 숙주의 영양분을 섭취하고 간조직, 혈액, 결합조직 및 신경계통 등을 파괴한다. 또한 생식선의 발육과 성호르몬의 분비에 영향을 줌으로써 암수 게의 2차 성징이 불분명하게 된다. 수컷이 어릴 때 감염되면 성장하여서 암컷의 특징을 갖게 되는데 복부가 넓어지고 복부 분절이 뚜렷해지는 등 외형상 암컷과 비슷하게 된다. 감염된 암게의 경우에는 암컷의 성징이 떨어져 복부가 수컷처럼 좁게 되거나 혹은 보다 암컷의 성징이 발달하는 초자성으로 변하며 암수 모두 생식불능으로 된다.

3) 발병 환경

주머니벌레는 세계적으로 분포가 넓고 종류가 많으며 많은 종류

감염된 게는 복부가 완전히 덮이지 않고 약간 혹은 완전히 드러있으며 그 안에 밤톨만한 주머니 모양의 부착물이 있다. 감염된 게는 탈피가 지연되거나 하지 못하며 숙주의 발육과 성장이 억제되는데 게를 죽이지는 않지만 일반적으로 발육부진으로 상품크기로 성장하지 못한다.

체내의 흡수돌기는 숙주의 전

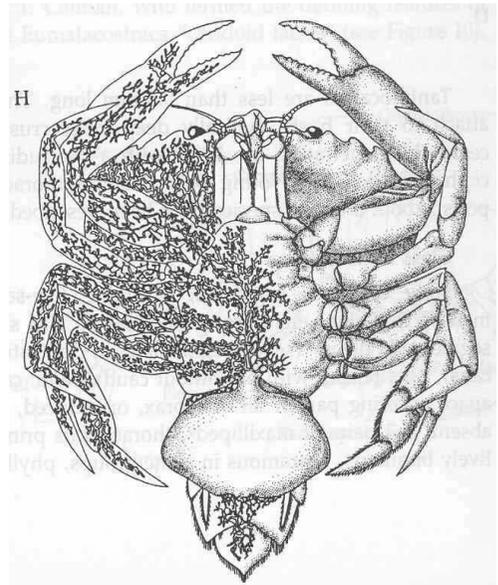


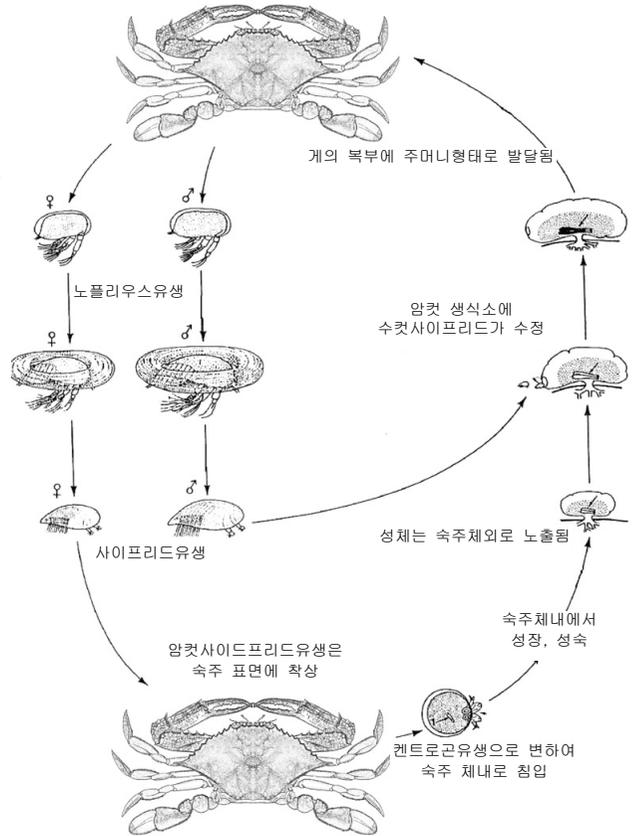
그림 5-3. 주머니벌레의 기생 모식도. 좌측부분은 주머니벌레가 게의 체내 분포 형태이다. 전신으로 뻗은 가지를 통하여 숙주의 영양분을 흡수한다.

의 게류와 집게류에 광범위하게 감염된다. 사육지 내에 감염된 게로부터 방출되는 주머니벌레의 유생에 의해서 다른 게에게 감염된다.

그림 5-4. 주머니벌레의 생활사

생활사는 기타 갑각류와 비슷하다. 알은 부화하여 노플리우스 유생으로 되며 4번 탈피 후 자유유영을 하는 타원형의 사이프리드 유생으로 변태한다. 사이프리드 유생은 적당한 숙주게를 만나면 제1축각으로 표면에 부착한다. 부착된 사이프리드 유생의 갑각과 부속지는 한덩어리의 미분화된 세포 덩어리와 분리되는데 이것을 켄트로곤(Kentrogon)유생이라 한다. 켄트로곤유생은 주사기와 같은 앞쪽의 뾰족한 침단부를 이용하여 숙주의 강모 기저부나 다른 취약한 부분을 뚫고 숙주내로 침투한다. 켄트로곤의 세포덩어리는 숙주의 복부로 이동하여 숙주의 영양분을 섭취하여 성장하면서 많은 나뭇가지 모양을 돌기를 발달시켜 숙주의 전신으로 뻗어나간다.

체내의 주머니벌레는 정자와 난자를 생산하면서 점차 성장하여 숙주의 각 질층을 파열하고 생식소 덩어리가 밖으로 나와 게의 복부에 주머니 모양으로 발달한다.



4) 진단방법

주머니벌레의 감염여부는 육안으로도 게의 복부에 부착한 주머니 형태의 구조로 쉽게 알 수 있다. 감염초기에는 주머니벌레가 작아 게의 복부가 많이 벌어져 있지 않기 때문에 주의하여 관찰해야 한다.

5) 예방 및 치료

게 종묘를 검사할 때 이것을 발견하면 즉시 제거한다. 양식장에서 발견할 경우 황산동(CuSO_4)과 황산철(FeSO_4)을 5:2의 비율로 혼합하여 0.7ppm의 농도로 사육수에 살포한다.

2. 연갑증

1) 원인과 증상

갑각병은 주로 체중 100g 전후로 성장한 게에서 많이 발생하며 칼슘의 부족이 병의 원인이다. 병든 게는 갑각 등껍질의 뒷가장자리와 복부와와의 경계선에 약간의 틈이 벌어진다. 등에 뚜렷한 자주색의 반점이 나타나며 심하면 탈피를 못하고 전신이 흑색으로 변하여 죽는다.

2) 예방 및 치료

- ① 매월 양식장에 석회석을 충분히 살포하여 알칼리도를 높여준다.
- ② 사육지에 과린산석회(過磷酸石灰 calcium superphosphate)를 1~2 ppm의 농도로 살포한다.
- ③ 사료에 패류의 분말 혹은 탈각소(脫殼素)를 첨가하거나 동물성 사료를 증가시켜 공급하면 며칠 내에 효과를 얻을 수 있다(탈각소는 중국에서 상품화하여 판매됨).

바. 종묘생산시기의 질병

1. 유생의 세균성 질병

1) 원인

이 병은 꽃게의 유생기에 많이 발생하며 어떤 경우에는 메갈로파 유생 및 치게에서도 발생한다. 주로 비브리오(*Vibrio parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*) 및 에로모나스류(*Aeromonas* spp.) 등 다양한 그람음성균에 의해 발생한다. 이 병은 모든 종류의 게류에서 발생할 수 있으며 주로 사육수의 오염이 심하고 사료를 과잉으로 공급하는 경우에 잘 발생된다.

2) 병리적 증상

병든 유생은 뚜렷한 외형적 증상 없이 활동이 저하되고 조에아시기에 수조의 바닥에서 유영하는 경향이 있다. 유생은 추광성(빛을 향하여 모이는 습성)이 떨어지며 섭식율이 저하되고, 심해지면 섭식이 완전히 중단된다. 유생의 성장이 늦어지고 심하면 몸이 백색으로 불투명하게 변한다. 후기에는 유생의 체표면에 오염물질이 많이 부착된다. 개체간 혹은 수조간 전염이 빠르게 진행되며 대량폐사가 유발될 수 있다.

3) 진단방법

육안진단은 위에 설명한 증상을 참조하면 가능하며 정확한 진단을 위해서는 혈림프를 슬라이드에 도말하여 광학현미경 하에서 관찰하면 대량의 세균을 관찰할 수 있다.

4) 예방 및 치료

(1) 예방법

- ① 사육수조와 모든 도구, 관 등을 염소 100~500ppm의 농도로

소독하고 몇 시간 경과 후에 해수로 세척하여 사용한다. 특히 한번 발병한 시설의 경우에는 소독을 보다 철저히 해야한다.

- ② 사육수는 여과하거나 자외선으로 멸균하며 인공배양된 구조류를 접종하여 물만들기를 하여 유생사육한다.
- ③ 유생사육 밀도를 너무 높지 않도록 주의 한다
- ④ 유생단계가 진행됨에 따라 사육수 환수율을 높여준다. 특히 바지락 등 생사료 공급량이 늘어나면 환수율을 높여주어 수질악화를 방지한다.
- ⑤ 먹이공급량을 최소화하고 공급회수를 최대로 늘리며(하루 8~12회), 먹이공급량은 유생의 중량에 알맞게 측정하여 과잉의 먹이가 공급되지 않도록 유의한다.
- ⑥ 매일 유생의 활력, 먹이섭취, 성장도 등을 주의 깊게 관찰하고 정상과 차이가 있을 경우에는 유생을 현미경으로 자세히 조사한다.

(2) 치료방법

- ① 사육수에 옥시테트라사이클린을 2~3 ppm의 농도로 하루 간격으로 3일 살포한다. 처리방법은 우선 사육수를 1/4~1/2 정도 환수한 후 항생제를 사육수에 넣고 충분히 사육수를 저은 후에 폭기를 한다. 항생제 공급후 약 1주일이면 세균증은 치료되지만 완치가 되지 않을 경우에는 1주일 후에 재발한다.
- ② 세균이 유생의 소화관에 심하게 감염된 것으로 의심되면 항생제를 사육수에 처리함과 동시에 사료에 섞어서 공급한다. 사료에 적합한 항생제를 적량 혼합하여 3~5일 공급한다. 삶은 계란노른자를 분쇄하여 항생제와 혼합하여 공급하는 것도 바람직하다.

2. 유생기의 진균증

1) 원인(칼라도판 5-1)

라게니디움(*Lagenidium scyllae*)이라는 곰팡이(진균류)에 의해 꽃게의 알이나 유생에 주로 발생한다. 이 진균의 형태는 굵고, 직경은 10~37.5 μ m로 매우 불규칙하며 과뿌리처럼 분지가 많은 균사(菌絲)로 구성되어 있다. 이것을 분리하여 배양하면 균사의 직경이 7.5~17 μ m로 균일하게 변한다. 계의 양성시기에는 균사체(菌絲體)의 모든 부분이 정낭(頂囊)을 형성할 수 있는데 정낭 내에는 편모가 있는 운동성의 유주자(zoospore)가 생산된다. 정낭의 크기는 직경 25~72.5 μ m이다. 유주자의 형태는 배나 콩팥 혹은 난형 혹은 막대형으로 다양하다. 유주자에는 한쌍의 편모가 있으며 편모의 길이는 8~17.5 μ m이다. 유주자는 정낭에서 방출된 후 물속에서 단시간 유영할 수 있는데 이때 계의 알이나 유생을 만나면 표면에 부착하여 편모를 상실하고 휴면포자(休眠孢子)로 변환된다. 휴면포자는 출아관을 형성함으로써 숙주(알 혹은 유생) 내로 침투하여 균실체로 발달하여 질병을 유발한다.

라게니디움균이 생존할 수 있는 온도, 염도, pH의 범위는 매우 광범위하다. 생존 가능한 수온은 18~42 $^{\circ}$ C이며 11~13 $^{\circ}$ C에서는 성장이 정지하지만 7일 이상 생존은 가능하다. 성장 적온은 22.5~31.8 $^{\circ}$ C이다. 생존가능 pH 범위는 5~11이며 최적 범위는 pH 7~8이다.

다른 종류의 진균류인 *Lagenidium callinectes*도 꽃게류의 알과 유생에서 유사한 질병을 유발시킨다. 단지 형태적으로 약간의 차이가 있어 방출관이 짧고 균사의 분지에 격막이 있다. 유주자는 정낭이 파열된 후 방출되고, 방출 후 수시간 정도 생존한다. 염분농도 5~30ppt에서도 유주자를 생성할 수 있으며 최적 염분농도는 20ppt이다.

2) 병리적 증상

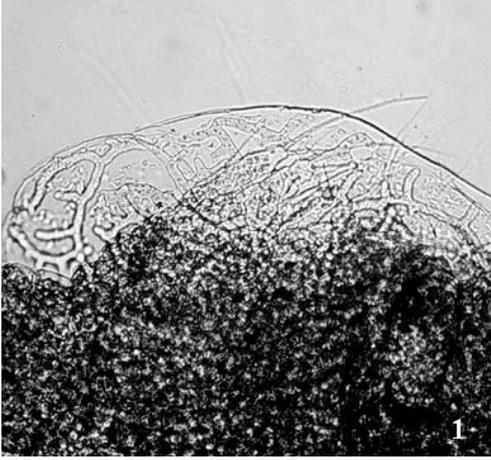


그림 5-5. 유생의 몸체에 기생하는 라게니디움 칼리네테스의 현미경사진(배율 x 70)

감염 초기의 알은 현미경 하에서 소량의 균사만 관찰할 수 있다. 심하게 감염된 경우에는 알은 균사로 가득 차서 불투명해진다. 건강한 알덩어리가 주황색인 외포란 초기에 알의 색채가 갈색이거나, 건강한 알덩어리의 색채가 갈색 혹은 흑색인 포란 후기에 알덩어리의 색채가 회색이며 알의 크기가 정상보다 작으면 진균의 감염을 의심하고 세밀하게 조사해야 한다. 진균은 일반적으로 알덩

어리의 표층란에 먼저 감염하고 내부층의 알에는 침입하지 못한다. 감염된 유생은 활력이 떨어지며 약해지고 결국에는 유영을 하지 못하고 죽게 된다. 죽어가는 유생의 몸체는 점차 백색으로 변하며 폐사체의 체표면은 실타래 같은 균사로 덮혀 있다.

3) 발병 환경

*Lagenidium scyllae*은 1979년 필리핀에 처음으로 꽃게류의 알과 유생에서 발견되었으며 *L. callinectes*는 1988년 미국 대서양 연안에 서식하는 미국산꽃게류(blue crab, *Callinectes sapidus*)에서 처음으로 보고되었다. 중국에서는 톱날꽃게의 종묘생산시 조에아유생 및 메갈로파유생에서 자주 발생되지만 병원균은 정확히 밝혀지지 않았다. 포란한 톱날꽃게의 감염율은 90%에 달하며 포란된 알 중 25%가 이 균에 감염되어 있었던 것으로 보고되어 있다.

4) 진단방법

육안진단은 위를 참고하면 되며 보다 정확한 감염여부를 확인하기 위해서는 현미경하에서 알과 유생을 관찰하여 군사의 유무와 특징을 조사해야 한다. 병원균의 종류를 확인하기 위해서는 군사 발달된 알과 유생을 배양기에 넣고 배양한 후에 종을 동정해야 한다.

5) 예방 및 치료

산란용 어미계를 주기적으로 검사해야 하며 복부의 알덩어리에서 진균이 발견될 경우에는 즉각 감염계를 수조로부터 제거해야 한다. 장기간 방치 시에는 다른 계들에게 신속하게 전염된다. 심하게 진행된 경우에는 염소 등으로 완전 살처리하는 것이 바람직하다.

진균증의 치료는 매우 어려우며 성공률이 낮기 때문에 치료보다는 예방이 최선이다. 예방 혹은 치료를 위해서는 사육수를 0.01ppm의 말라카이트그린(malachite green)이나 0.005ppm의 트리플란(trifluralin), 혹은 0.06ppm의 카프텐(Capten)을 처리한 후 5~6시간 후에 전체적으로 환수한다. 치료목적으로는 종묘를 말라카이트그린(malachite green) 0.25ppm 농도에 40~60분 약욕 후 환수하여 세척한다.

3. 부착성 섬모충류

1) 원인

부착성 섬모충은 유모충 아문(Ciliophora), 섬모충 강(Ciliata), 주모 아강(Peritrichia), 주모 목(Peritrichida)에 속하는 많은 종류가 포함된다. 이 섬모충류는 줄기 및 부착사에 의해 알, 조에아유생, 메갈로과유생, 치계의 표면에 부착한다. 섬모충은 유생에게 직접적인 독성을 주지는 않지만 유생의 부속지와 체표면에 대량 부착하게 되면 유생의 행동과 섭식활동을 크게 떨어뜨리고 성장과 탈피가 지연되며 심할 경우 폐사하게 된다. 이들 섬모충류

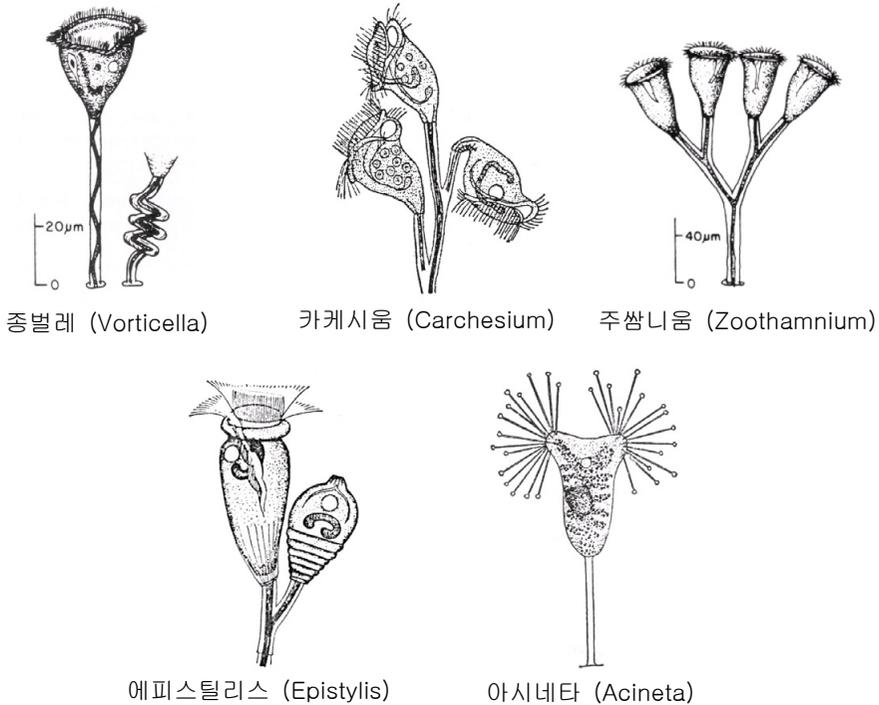


그림 5-6. 중요생산시기의 유생체표면에 기생하는 주요 부착성 섬모충류

는 모든 종류의 계 유생에 기생할 수 있으며 주쌘니움 (*Zoothamnium*), 에피스틸리스(*Epistylis*), 보티첼라(*Vorticella*), 카르케시움(*Carchesium*) 등 많은 종류가 있다. 섬모충류 뿐 아니라 유생의 활동이 저하되면 규조류도 부속지에 대량 부착되어 유생에게 피해를 준다.

2) 예방 및 치료

부착성 섬모충류를 방지하기 위해서는 기본적으로 산란용 어미계 혹은 포란한 계를 수조에 넣기 전에 수조와 사육수를 철저히 소독해야 한다. 유생의 몸에서 섬모충을 발견하게 되면 양질의 사료를 공급하고 환수량을 늘려주며 사육수온을 높여서 유생이 빨리 탈피할 수 있도록 유도해야 한다.

부착성 섬모충류를 치료하기 위해서는 사육수 수온을 23~25℃로 유지하고 포르말린원액을 125~500ppm의 농도로 희석하여 유생을 2시간 침지한 후 세척한다. 대형수조일 경우에는 전 사육수에 포르말린을 20ppm의 농도로 처리하고 24시간 내에 완전 환수시킨다.

4. 기포증

1) 증상(칼라도판 5-1)

유생의 체내 혹은 표면에 미세한 기포가 관찰된다. 이것은 질병이라기 보다는 용존산소농도가 너무 높기 때문에 발생하는 현상이며 신속하게 대처하지 않으면 대량 폐사할 수 있다.

2) 예방 및 치료

이것은 수조 내의 수온이 갑자기 상승하거나 태양광선이 강해짐으로써 사육수 식물플랑크톤의 광합성이 활발해지고 pH가 높아지는 상태에서 발생하는데 이때 사육수의 과포화된 산소가 미처 용해되지 못하고 유생의 체 내외에 미세한 기포를 형성함으로써 나타난다. 발견시 신속하게 환수를 하거나 광선을 차단, 수온을 저하시키면 해결이 가능하다.

5. 백탁증

1) 증상

유생의 간체장, 다리의 기저부 및 주변 근육이 백탁으로 변하고 조직세포가 사멸한다. 발병시 폐사율은 매우 높다.

2) 예방

발병원인은 아직 밝혀지지 않았으며 세균성 및 진균성 질병의 예

방 방법과 같이 사육수를 철저히 소독하여 예방한다.

6. 기형의 발생

1) 증상

유생의 외형이 정상과 다르게 나타난다. 주로 유생의 갑각에 있는 액각(이마가시), 배극(등가시) 등이 짧거나 기형을 형성하며 다리나 유영모가 불완전하게 발달하여 유영을 제대로 하지 못한다. 일반적으로 야간보다 주간에 부화하는 경우에 기형발생율이 높다. 기형은 유생사육시 수온변화가 너무 크거나 유생의 포획, 운송 과정시에 심한 스트레스를 주어도 발생할 수 있다. 사육수 수질이 악화되거나 중금속이 많이 함유되어도 기형이 발생할 수 있다.

2) 예방 및 치료

유생이나 종묘를 운반, 사육수 교환 등 관리시에 스트레스가 최소화되도록 하며 사육수 수질이 악화되지 않도록 노력한다. 사육수에 중금속이 의심될 경우에는 2~5ppm의 농도로 EDTA를 처리하여 중금속을 제거한다(사육수 성분이 불확실한 경우에는 처음부터 EDTA를 처리하여 사용한다).

항생제 투여량 계산 방법

예) 새우의 입식량이 100,000마리이고 현재의 평균체중은 100g이며 예상 생존율은 80%이며, 항생제의 포장지에 표시된 1일 투여량은 어체중 1kg당 250mg, 유효성분량은 전체 1kg 포장 중 200g일 경우.

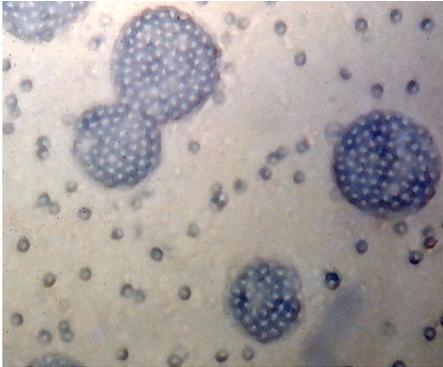
▲ 하루 약제투여량(mg)

$$= \text{꽃게 총중량(kg)} \times \text{어체중 1kg당 약제투여량(mg)} \\ \times [\text{약제포장중량(g)} \div \text{약제유효성분함량(g)}]$$

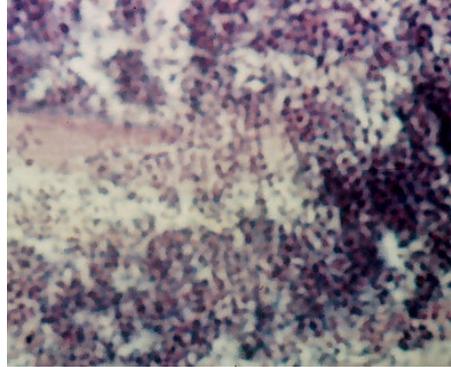
- 꽃게의 생존 개체수 : $100,000 \times (80/100) = 80,000$ 마리
꽃게의 총중량 : $80,000 \times 0.1\text{kg} = 8,000\text{kg}$

- 항생제 하루 투여량 : $8,000\text{kg} \times 250\text{mg/kg(어체중)} \times [1,000\text{g}/200\text{g}] = 10,000,000\text{mg} = 10\text{kg}$

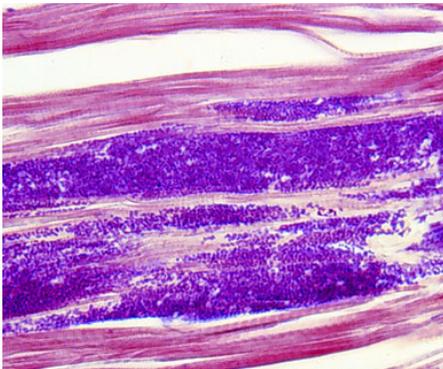
칼라도판 5-1. 계류 질병 원인균의 현미경 사진



미포자충류(*Pleistophora* sp.) 현미경 사진. Giemsa 염색. 1,300X.



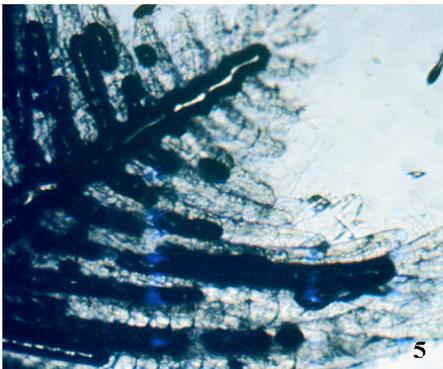
미포자충류(*Ameson*) 현미경 사진. 1,500X



미포자충류(*Ameson*) 현미경 사진. Giemsa 염색. 600X



유생의 진균증 원인균인 라게니디움(*Lagenidium* sp.) 현미경 사진. 450X



기포증에 감염된 아가미 현미경 사진. 200X



기포증 현미경 사진. 550X

제 6 장 영양과 사료

<순서>

- 가. 꽃게의 먹이 습성
- 나. 갑각류의 영양특성
 - 1. 인지질
 - 2. 콜레스테롤
- 다. 게류의 배합사료
 - 1. 사료원료의 조성과 배합방법
 - 2. 혼합물 조성

가. 꽃게의 먹이 습성

꽃게의 식성은 비교적 광범위해서 일종의 육식성이 강한 잡식성이라 할 수 있다. 연체동물의 이매패류(바지락, 대합류 등), 갑각류 중 단각류(옆새우류)와 십각류(새우, 게류) 및 다모류(갯지렁이류)같은 저서생물을 잘 먹으며 어류, 동물의 사체 및 해조류의 어린 싹도 먹는다. 꽃게의 위 내용물을 조사한 결과를 보면 이매패류의 비율이 제일 높고, 그 다음이 갑각류, 두족류, 어류, 복족류 순이며, 그 외에 거미불가사리류와 말미잘도 발견된다(표 6-1).

꽃게는 야행성 동물이라서 저녁과 밤에 주로 섭식하고, 낮에는 섭식량이 아주 적다. 섭식량은 수온과 밀접한 연관이 있어서 15°C 이상에서 섭식강도가 높고, 14°C 이하에서는 섭식량이 감소하기 시작하며, 8°C 이하에서는 거의 먹지 않는다.

꽃게는 식욕이 왕성하고 성질이 사나워 서로 공식을 하는데 특히 먹이 부족시에 공식현상이 심하다. 또한 먹이가 부족하거나 환경조

건이 좋지 않으면 탈피가 곤란해져서 탈피 전후에 폐사하는 경우가 발생한다. 따라서 꽃게를 양식할 때에는 먹이를 항상 충분히 주어 야만 생존율을 높일 수 있다.

표 6-1. 꽃게의 먹이 조성(谢忠明 등, 2002)

먹이 종류	먹이생물 개체수비(%)	먹이생물 출현빈도(%)
말미잘	1.11	0.94
다모류	0.74	2.83
복족류 치패	17.04	10.38
이매패류 치패	21.48	30.19
담치류	1.85	0.94
맛조개	0.74	0.94
기타 이매패류	27.04	27.36
복족류	2.59	0.94
민챙이	1.11	2.83
군소	0.37	0.94
오징어류	6.29	14.15
게류	1.85	3.77
새우류	1.48	1.88
기타 갑각류	1.11	2.83
거미불가사리류	1.11	0.94
어류	0.37	0.94

나. 갑각류의 영양특성

모든 동물과 마찬가지로 꽃게도 대사, 성장, 번식과 같은 생명현상을 유지하기 위해서는 체외로부터 영양소를 지속적으로 공급받아야 한다. 동물에 필요한 영양소는 크게 단백질, 지질, 탄수화물, 비타민, 미네랄(광물질 또는 무기물)로 나눌 수 있으며, 이를 세분하면 모두 40 가지가 넘는다. 이러한 40여 종의 영양소가 먹이에 고르게 충분히 들어있어야만 생물이 건강하게 살아갈 수 있기 때문에 영양연구를 하거나 인공사료를 개발하는 데에는 우선 각 영양소의 필수성 여부와 영양소별 요구량을 밝히는 것이 일차적인 관심이 된다. 그러나 인공 배합사료 개발시 대상종에 대한 영양 요구량이 충분히 밝혀져 있지 않은 경우에는 불가피하게 대상종과 식성이나 생리·생태적 습성이 유사한 근연종의 연구결과를 참고하여 실용사료를 제조하게 된다.

해산양식종 중에서는 그간 주로 어류를 중심으로 영양연구가 진행되어 왔다. 근년에 와서는 갑각류에 대한 연구도 활발하지만 새우류 위주이고 꽃게를 포함한 게류의 영양연구는 아주 소수에 불과하다. 따라서 꽃게사료 개발을 위해서는 우선 새우류를 중심으로 한 갑각류의 영양특성을 어류와 비교하는 것이 필요하다.

갑각류가 어류와 영양상 크게 다른 점은 지질영양에 있으며, 그 중에서도 인지질과 콜레스테롤이 필수적으로 요구된다는 점이다. 그 외의 다른 영양소에 있어서는 필수성 여부와 같은 질적인 차이 보다는 요구량의 양적인 차이가 관심이 된다.

1. 인지질

인지질은 세포막이나 세포내 각종 생물막의 주요 구성 성분으로서 막의 유동성과 유연성을 유지시키는 동시 지질의 소화, 흡수 및 운반에 중요한 역할을 한다. 인지질 중에서도 콜린이 결합되어 있는 것을 레시틴이라고 하는데, 레시틴은 특히 해양 갑각류의 성장

과 생존에 중요하다. 바지락에서 추출한 레시틴을 반정제 사료에 1% 첨가한 결과, 보리새우의 성장이 현저히 개선되었으며 (Kanazawa et al., 1979), 닭새우 사료에 레시틴이 결핍되면 탈피 부진으로 폐사율이 높아진다는 보고가 있다(Conklin et al., 1980).

갑각류는 어류와 달리 인지질의 합성능력이 매우 낮기 때문에 사료에는 레시틴 같은 인지질을 반드시 보충해 주어야 한다. 새우의 경우 총인지질의 권장량은 2%이며, 레시틴을 사용할 경우에는 1%, 또 EPA (20:5n3), DHA (22:6n3) 등의 고도불포화지방산이 함유된 인지질은 0.4%면 충분하다고 알려져 있다(Akiyama et al., 1991).

인지질은 주로 해산 무척추 동물의 기름에 많이 들어있으며, 오징어, 새우 및 이매패류의 기름에는 35~50%의 인지질이 함유되어 있다. 배합사료에는 값이 저렴한 대두인지질을 주로 첨가한다.

2. 콜레스테롤

갑각류의 영양소 중 또 하나 중요한 것은 콜레스테롤이다. 콜레스테롤 등의 스테롤류는 갑각류의 체내에서 합성이 안되므로 사료를 통해 반드시 보충해 주어야 하는 필수영양소이다. 탈피호르몬, 성호르몬, 담즙산, 비타민 D 등의 필수 생명물질이 콜레스테롤로부터 합성된다. 또한 콜레스테롤은 인지질처럼 세포막의 구성성분이 되며 지방산의 흡수와 운반에 관여한다.

갑각류 사료에 인지질이 결핍되면 단기간에 대량폐사가 일어나므로 갑각류 사료에는 반드시 스테롤류가 다량 함유된 지질을 사용하거나 정제 콜레스테롤을 별도로 첨가해야 한다. 새우사료의 경우 콜레스테롤의 첨가권장량은 0.25~0.4% 범위이다(Akiyama et al., 1991). 콜레스테롤은 오징어, 새우, 게 및 이매패류 등의 해양 무척추동물에 많이 함유되어 있다(표 6-2).

표 6-2. 사료원료중의 콜레스테롤 함량(Sidwell, 1981)

원 료	콜레스테롤함량 (지방중 %)
단백질사료원	
오징어 살	18.0
오징어 내장	3.0
새우(전체)	9.9
새우머리	10.0
게	7.8
대합류	5.2
담치류	1.7
어류	
명태	7.1
대구	6.2
참치	1.4
정어리	0.6
고등어	0.6
지방사료원	
오징어유	1.8
청어유	0.8
대구간유	0.6
연어유	0.5

다. 게류의 배합사료

갑각류 중 우리나라에서 양식이 활발한 새우의 경우에는 질 좋은 배합사료가 개발되어 사용이 보편화되어 있으나 참게나 꽃게 같은 게류는 양식의 역사가 일천한 관계로 영양에 관한 연구는 물론 실용배합사료 개발도 아직 시도되지 않고 있다. 그러나 일찍부터 참

게, 톱날꽃게, 꽃게, 민꽃게 등을 양식해온 중국이나 타이완에서는 초기에는 잡어 등의 생사료를 사용해 오다가 지금은 인공 배합사료가 개발되어 보급되고 있다. 계류 중에서도 양식의 역사가 비교적 오래된 참게와 톱날꽃게는 영양에 대한 연구결과도 어느 정도 축적되어 있고, 실용 배합사료에 관한 것도 일부 문헌에 소개되어 참고할 만하다. 반면, 꽃게 영양에 대한 연구는 아직 찾아볼 수 없으나 시판되는 사료가 있어 그 성분이나 원료 조성을 다소나마 짐작할 수가 있다.

여기서는 중국 자료(邱楚武, 2002)에 나타난 톱날꽃게와 참게의 배합사료 조성을 소개하고 내용을 분석하여 금후 꽃게 실용사료 개발에 참고하고자 한다. 표 6-3에는 중국에서 사용되는 톱날꽃게와 참게용 사료의 전형적인 배합사례를 실었으며 표 6-4, 6-5에는 보조영양제와 첨가제 등의 혼합물과 비타민, 미네랄 혼합물의 조성을 각각 표시하였다.

1. 사료원료의 조성 및 배합방법

표 6-3에서 보는 바와 같이 참게와 톱날꽃게 사료는 각 종의 먹이습성과 영양요구에 따라 사료원료 조성을 상당히 다르게 한 것을 알 수 있고, 크기에 따라서도 다르다.

먼저 배합사료 중에 함유된 조성분의 함량을 살펴보면, 조단백질 함량에 있어 톱날꽃게는 어린게 46.7%, 큰게 41.8%, 참게는 어린게 46.2%, 큰게 42.8%로서 두 종간에 큰 차이가 없다. 지방함량에 있어서도 톱날꽃게의 어린게와 큰게가 각각 7.1% 및 5.7%, 참게의 어린게와 큰게가 6.3% 및 5.4%로서 서로 비슷하다. 반면, 배합사료에 사용된 단백질원을 보면 어린 톱날꽃게의 사료 중에는 동물성 대 식물성 단백질원의 비율이 55% : 26%로서 동물성 단백질원의 비율이 월등히 높는데 비해 어린 참게 사료에는 35% : 40%로서 식물성 단백질원을 더 많이 사용하고 있다.

사료 중 단백질 함량이 참게와 톱날꽃게 간에 차이가 없음에도

표 6-3. 톱날꽃게와 참게 배합사료 조성의 예(%)

사 료 원 료	톱날꽃게		참게	
	어린게	큰게	어린게	큰게
페루어분	34	25		
칠레어분			22	18
국내어분	8	10	5	
새우육분	11	5	8	
새우껍질분				11
육골분		6		
탈지번데기분				10
대두박	20	16	19	15
땅콩박		6.5	10	12
소맥분		8.5	10.7	11.4
소맥글루텐	5.9			
옥수수글루텐		5.5		6
해조분	2.5		2	
초분		5	3	
대두인지질	7	5	8	5
식물유	1.5	1	1	1
이수소인산칼슘	2.7	2.1	2.8	2.2
유산칼슘	0.4	0.4	0.5	0.4
혼합물(Premixtures) ¹⁾	4	4	4	4
조단백질 함량	46.7	41.8	46.2	42.8
조지방 함량	7.1	5.7	6.3	5.4

¹⁾ 혼합물조성은 표 6-4, 6-5 참조

불구하고 단백질원에 있어서는 두 종간에 이렇게 차이를 보이는 것은 해수산의 톱날꽃게가 담수산의 참게보다 동물성 먹이를 더 선호하는 습성을 반영한 것으로 보인다. 이와 관련하여, 꽃게의 경우에는 톱날꽃게보다도 동물성 먹이를 선호하는 정도가 더 강할 것으로 짐작되므로 꽃게사료의 배합시에는 이 점을 감안하여 양질의 동물성 단백질원을 충분히 첨가할 필요가 있으리라 생각된다.

원료 중에서 특별히 눈에 띄는 것은 새우분의 첨가이다. 앞에서 언급한 바와 같이 갑각류는 인지질과 콜레스테롤을 필수영양소로 요구하므로 갑각류용 사료에는 이들 영양소는 물론 키틴질이 많이 함유된 새우분이나 게분을 첨가하는 것이 보통이다. 또한 인지질과 콜레스테롤을 충분히 공급하기 위해서는 표 6-3과 6-4에서 보는 바와 같이 새우·게분 외에도 대두인지질과 콜레스테롤을 별도로 첨가해야 한다.

한편, 큰게의 사료에는 작은 게에 비해 사용된 원료의 종류가 다양하고 식물성 원료의 비율이 높은 것을 알 수 있다. 이는 게가 커감에 따라 먹이습성과 영양요구량이 변화하는 것을 반영하는 동시에 값이 싼 원료를 사용하여 사료원가를 절감하기 위한 것이다. 꽃게 사료를 개발할 때에도 사료원료는 우리의 실정에 맞게 국내에서 저렴하게 확보할 수 있고 품질이 우수한 것들을 선정해 사용할 필요가 있다.

사료의 형상은 고휘 과립형이며, 사료제조시 각 원료의 분쇄입도는 200 mesh 이상의 체를 통과할 것을 요구하고 있다. 참게 사료 입자의 직경은 어린게 1mm, 큰게 1.5~2mm이고, 톱날꽃게는 어린게 1~1.5mm, 큰게 1.5~2.5mm로서 톱날꽃게 사료가 약간 크다.

2. 혼합물 조성

표 6-4에는 톱날꽃게와 참게의 사료에 전형적으로 사용되는 영양제, 섭식촉진제, 항산화제, 점결제 등의 각종 첨가제를, 표 6-5에는 비타민과 미네랄의 조성을 수록하였다.

첨가제에는 계류의 체내에서 합성할 수 없는 콜레스테롤을 공급하고 탈피를 돕기 위해 비교적 많은 양의 콜레스테롤과 탈피촉진제(상품명 脫壳素)가 함유되어 있다. β -글루칸은 어린계의 면역력을 높이며, 베타인은 사료섭취량을 증가시키는 작용을 한다. 테트라사이클린은 수생생물에 흔히 쓰이는 항생제로서 어린계의 세균성질병 예방을 위한 것이다. 마늘추출물도 어류나 갑각류에 자주 쓰이는 첨가제이며, 미생물의 번식을 억제하는 천연항균제의 역할을 하는 동시에 성장촉진 및 면역력을 높이는 효과가 있다고 알려져 있다.

계의 섭식습성상 계사료는 높은 수중 안정성을 필요로 하므로 0.5%의 화학점결제를 사용하여 사료의 용해를 방지하고 섭취에 적합하도록 하였다. 또한 사료의 부패방지를 위해 항산화제와 항곰팡이제가 첨가되었다.

큰계 사료용 첨가물에는 항생제, β -글루칸 등 큰계에는 꼭 필요하지 않을 뿐아니라 가격이 비싼 종류는 사용하지 않고 있다. 또한 비타민, 콜레스테롤, 베타인 및 탈피촉진제의 함량을 적당히 낮추는 대신 착색제와 L-Carnitine을 사용하였다. 착색제는 계의 색택을 좋게하여 출하시 상품성을 높이며, L-Carnitine은 지방 함량을 낮추고 육질 및 풍미를 개선하는 효과가 있다.

비타민 혼합물의 조성(표 6-5)을 살펴보면, 톱날꽃계가 참계에 비해 각종 비타민의 첨가량이 현저히 높은 것을 알 수 있으며, 특히 비타민C의 함량이 많다. 이것은 사육경험상 톱날꽃계가 참계보다 더 많은 비타민을 필요로 하기 때문인 것 같다. 톱날꽃계용 비타민 조성은 중국의 여러 양식장에서 현장실험을 통하여 얻어진 것으로서 실제로 좋은 효과를 나타내고 있다고 한다. 그러나 중국에서는 대부분의 양식방법이 사육밀도가 낮고 천연먹이에 많이 의존하는 조방양식임에 비해 우리나라에서는 여건상 아무래도 사육밀도를 높일 수밖에 없기 때문에 꽃계 사료의 비타민 함량을 결정할 때도 이 점을 고려할 필요가 있을 것으로 생각된다.

표 6-4. 톱날꽃게와 참게 배합사료의 혼합물 조성 예(g/40kg)¹⁾

원 료	톱날꽃게		참게	
	어린게	큰게	어린게	큰게
비타민혼합물 ²⁾	1,000	1,000	1,000	1,000
미네랄혼합물 ²⁾	3,000	3,000	3,000	3,000
염화콜린(50%)	5,800	5,000	5,200	3,800
비타민C	1,200	850	900	550
테트라사이클린(15%)	400		400	
콜레스테롤	3,800	2,800	3,200	2,500
베타인	4,000	2,500	4,000	3,000
마늘추출물(25%)	130	140	130	140
탈각소(탈피촉진제)	1,200	1,000	1,200	1,000
L-Carnitine(15%)		1,300		1,200
L-라이신			3,000	
안비(安肥)-1000	3,000		2,500	
수산용복합효소	1,000	1,000		
Carophyll Pink(착색제)		400		360
β-글루칸(25%)			2,000	
항산화제	130	120	130	120
이초산일나트륨(항곰팡이제)	800	600	800	600
HJ-1 점결제	5,000	4,000	5,000	5,000
소맥분(부형제)	9,540	16,290	7,540	17,730

¹⁾ 사료 1톤 중 혼합물 40kg 첨가

²⁾ 표 6-5 참고

표 6-5. 톱날꽃게와 참게 배합사료의 비타민, 미네랄혼합물 조성 예(g/kg)

	톱날꽃게		참게	
	어린게	큰게	어린게	큰게
비타민				
비타민 B ₁	28	22	24	20
비타민 B ₂	28	22	23	20
비타민 B ₆	105	85	75	65
비타민 B ₁₂	0.17	0.14	0.12	0.11
니코틴산	150	120	135	115
D-판토텐산	75	60	68	60
엽산	15.5	12	14.5	12.5
D-비오틴	0.35	0.25	0.2	0.15
이노시톨	295	255	250	210
비타민 A	7500IU	6000IU	6500IU	5200IU
비타민 D	2500IU	2100IU	2100IU	1900IU
비타민 E	115	85	95	80
비타민 K	14.5	10.5	10.5	7.5
미네랄				
구리	6	4	6	4
철	80	75	80	80
아연	42	36	42	42
망간	12	12	12	12
코발트	1.5	1.5	1.5	1.5
요드	1.2	1.2	1.2	1.2
셀렌	0.32	0.32	0.32	0.32
마그네슘	70	60	70	60
칼륨	600	550	600	550

제 7 장 중국 꽃게양식 사례

〈순 서〉

- 가. 중요생산
 - 1. 어미확보
 - 2. 어미관리 및 성숙유도
 - 3. 부화유도 및 유생사육
- 나. 꽃게 중요 대량 생산기술
 - 1. 시설
 - 2. 어미확보 및 관리
 - 3. 부화
 - 4. 유생사육관리
 - 5. 사육지 분조
 - 6. 부착물 투입
 - 7. 분석
- 다. 위해 꽃게양식
 - 1. 양성
 - 2. 수확
- 라. 유산 꽃게양식
 - 1. 양식장 조성
 - 2. 중요입식 및 중간육성
 - 3. 양성
 - 4. 수확
- 마. 꽃게의 가을 입식에 의한 봄철 수확
 - 1. 새우양식장의 개조
 - 2. 방양
 - 3. 먹이공급
 - 4. 월동관리
 - 5. 춘계사육 및 수확
- 바. 은폐물설치에 의한 생존율 향상
 - 1. 양식장 저질환경 개선
 - 2. 은폐물설치

중국의 꽃게양식은 우리나라 보다 먼저 시작되어 기술적으로 많이 앞서 있는 것은 틀림이 없는 사실이다. 다만 아직까지는 조방적인 양식방법으로 단위 면적당 생산량은 그리 높지는 않다. 우리도

중국의 꽃게양식 기술들을 빨리 습득하여 우리나라 현실에 맞는 양식 기술의 정립이 필요하다. 이를 위해서는 국가연구소만의 노력으로는 많은 시간과 노력이 소요되므로 민간양식업체가 함께 연구하고 개발하는 방향으로 진행되어야만 기술과 시간적 손실을 최소화하여 빠른 기간 내에 꽃게 축제식양식의 활성화와 양식 산업화 정착을 이룩할 수 있을 것이다.

우리나라에서 꽃게양식을 계획하고 준비하고 있는 어업인들께 조금이나마 도움이 되는 정보가 되었으면 하는 바람으로 2004년 중국 위해의 꽃게 양식장과 종묘장을 방문한 결과와 중국의 꽃게 관련 문헌 등의 정보를 수집하여 정리하였다.

가. 종묘 생산

1. 어미확보

일반적으로 중국 산둥지역에서는 종묘생산에 이용하는 어미는 2~3월경에 海洋(Haiyang)지역에서 자연산 어미를 확보하여 사용한다.

어미의 크기는 체중 300g 이상으로 건강한 개체만을 선별하는데 외부의 상처가 없고 체색이 선명하고 활력이 좋아야 한다. 어획시 집게발은 고무줄로 묶어 개체간의 서로 공격으로 인하여 상처를 입거나 부속지가 탈락되는 일이 없도록 조치한다.

2. 어미관리 및 성숙유도

어미관리는 콘크리트 사육조(4×6×1.2m)의 저면에 모래를 20~30cm 두께로 수조의 2/3 면적을 깔아주고 나머지 1/3에는 모래를 깔지 않고 여기에 먹이를 공급해 준다. 바닥에 깔아준 모래는 2~3일 간격으로 세척함 줌으로써 질병발생을 예방한다. 성숙유도를 위한 어미계의 수용 밀도는 4×8m 수조에 200~300마리 가량

넣어 관리 실내수조에서 18~20℃로 가온 사육하고 조도는 사육조의 상부에 차광막을 설치하여 어둡게 해준다. 광주기 조절과 안병 절제는 하지 않는다. 특히 가온사육 기간동안에는 하루 중의 수온차가 1℃ 이상 생기지 않도록 각별한 주의를 요할 것을 주문하고 있다. 사육수는 하루에 1번 정도 교환해주는 것이 적당하다.

3. 부화유도 및 유생사육

유생의 부화유도는 부화가 임박하여 외포란한 알의 색깔이 짙은 흑갈색인 어미만을 선별하여 4 × 8m 수조에 2~3마리씩 넣어 부화유도를 한다. 유생사육지의 수심은 80cm 내외로 하고 부화 직후부터 유생의 발달단계에 따라 클로렐라 및 로티퍼, 알테미아 공급하고 메갈로파 유생기 이후부터는 잡어와 새우를 갈아서 물과 함께 뿌려준다. 이때부터는 생사료를 공급하기 때문에 수질관리를 위해 자주 환수해주는 것이 좋다. 치계가 되면 서로 잡아 먹는 공식 현상이 심하게 나타나므로 공식을 방지하기 위해 사료를 2~3시간 간격(10~12회/일)으로 충분히 공급하고 특히 치계가 부착하여 생활할 수 있도록 수직으로 그물(50×50 cm)을 많이 넣어 주는 것이 좋다. 이곳 양식장에서는 꽃게 종묘를 연간 40~150 kg 을 생산하여 못 양식장에 판매하고 있다고 한다.



그림 7-1. 중국(위해) 꽃게 종묘장 시설 및 꽃게 어미 사육수조.

나. 꽃게종묘 대량 생산기술

(강소성 연운항시 해양과수산과학연구소)

1. 시설

참게나 새우 종묘생산 시설을 이용하여 콘크리트수조를 활용하면 된다. 수조크기는 25m²×1.1m로 어미 사육조 2개, 종묘 사육조 30개, 로티퍼 배양조 2개, 클로렐라 배양조 2개, 해수저수조(용량 4톤, 흙못), 환풍기, 보일러 등의 설비가 필요하다. 실외의 새끼게 사육지는 16톤 규모로 10개(흙못)를 만들어 치게 2기의 새끼게를 넣어 5기까지 중간 사육한다.

2. 어미확보 및 관리

종묘생산 시험연구를 위하여 138마리의 외포란 어미게를 3번(5월 10일~5월 28일)으로 나누어 바다에서 어획된 개체를 확보한다. 어미게는 크기가 크고 외란의 색깔이 선명하며 부속지가 완전하고 체색이 선명하여 광택이 나고 포란을 많이 한 개체를 선별한다. 체중은 420~630g이며 어미 사육조에 수용하는 밀도는 4마리/m²로서 일시적으로 보관, 관리한다.

사육조 내에는 어미가 숨을 수 있는 곳을 만들어 주어 서로 싸우는 것을 방지한다. 사육조 내에는 산소를 계속공급하며 사육수는 매일 1/2~1/3 정도 환수시켜 준다.

먹이는 매일 한번씩 체중의 2~5%를 공급하며, 다음날 먹이 섭취상태를 확인하여 잔량이 없도록 먹이 공급량을 매일 조절한다. 먹이는 조개류를 주로 공급한다. 10~12일 정도 사육, 관리하면 외포란한 알의 색깔이 흑색으로 변한다. 현미경으로 관찰시 심장이 분당 210~250회 박동하게 되면 부화에 임박한 것이다. 이때 어미게를 부화조로 옮기고 수온을 22~24℃로 상승시키고 염도 24~26ppt, 조도 800~5,000lux로 조절해 준다.

3. 부화

어미게를 부화시킬 때에는 외포란 어미게를 한 마리씩 그물망(채룽)에 수용한다. 사육수는 200目 net로 여과한 깨끗한 해수를 사용한다. 수온은 24℃, 염도 24~26ppt로 유지하고 유생 수용밀도는 10만~14만마리/톤으로 유지한다. 산란이 끝난 어미게는 매일 부화조에서 제거한다.

4. 유생사육 관리

흙못에서 치게 5기 (crab 5)까지 사육한다. 사육지의 바닥에 5cm 두께로 모래를 깔고 적당한 은폐물을 설치하여 서로 싸우거나 공식으로 인하여 폐사하는 것을 방지한다.

5. 사육지 분조

조에아 1기 (Z_1) 유생을 12~15일 사육하면 메갈로파 (megalopa) 유생으로 변태하며 변태 2~3일경 수질과 유생의 밀도에 따라 분조를 실시한다. 일반적으로 저녁에 전등을 켜 주어 유생이 한 곳으로 모이면 40目的 net로 떠서 옮긴다. 최종적으로 남은 소량의 유생은 배수하면서 잡는다. 메갈로파유생의 수용 밀도는 1만~1.5만마리/톤이 적당하다.

6. 부착물 투입

메갈로파유생의 체색이 검게 변하고 유생이 벽에 붙기 시작할 때 즉시 부착물을 넣어준다. 부착물을 넣어 줌으로써 부착면적과 공간을 증대시켜 서로 싸우는 것을 방지할 수 있다. 부착물은 망목 10~12目 짜리 그물망을 4~4.5m×1.0m의 크기로 만들어 사육조 내에 조밀하게 수직으로 넣어준다. 부착 그물망이 공기 중에 노출되면 유생이 폐사하므로 항상 수중에 잠겨있도록 한다.

7. 분석

1) 산란용 어미게의 선택

어미게의 활력이 좋고 껍질이 단단하며, 포란량이 많고, 알이 깨끗하고 색깔이 선명한 것을 선택한다. 체중은 400~500g 정도가 적당하다.

2) 어미게 관리

어미게 수용 밀도는 매우 중요하다. 어미게의 수용 밀도가 너무 높으면 서로 싸워 부속지나 외포란한 알이 탈락하기 쉽고 어미게가 폐사할 우려가 많다. 수용 밀도는 4마리/m²가 적당하다.

3) 부화조

어미게를 채롱이나 그물망에 개별적으로 넣어 부화조에 수용하며 밀도를 유지하여야 한다. 부화유생은 하루이상 차이가 나는 것은 바람직하지 않는데, 부화 날짜가 너무 차이가 날 경우에는 개체간에 차이가 발생하여 공식현상이 심해 질 수 있다. 한 수조에서 사육하는 유생은 최대 2일 이내가 바람직하다. 조에아 1기 (Z₁)유생의 수용밀도는 10만마리/톤이 적당하며, 수질여건에 따라 밀도를 조절한다.

4) 유생사육 밀도

Z₁기 유생은 톤당 15만마리를 초과하지 않는 것이 좋다. Z₄기 유생에 도달하면 로티퍼 및 알테미아의 섭식량 증가, 배설량 증가, 공급한 먹이생물의 사체 등으로 인하여 수질이 악화되므로 밀도를 적절히 유지하여야 한다. 수용 밀도는 8~10만마리/톤을 유지하면 되는데 5만마리/톤이 가장 적당하다. 메갈로파 단계에는 분조를 실시하고 부착물을 넣어 준다. 분조한 메갈로파 유생의 최종 수용밀도는 1만~1.5만마리/톤이 적당하다.

표 7-1. 꽃게 부화유생 관리개요

유생 단계	수온(°C)	폭기	기간(일)	환수	먹이종류	사육수 처리
Z ₁	24~25	약하게	4	매일 10cm 증수, 지수	동물플랑크톤, 계란노른자, 조류분말	모든 사육수는 염소소독 후 EDTA 3~5ppm 처리하여 사용
Z ₂	25~26	약하게	2~4	매일 1회 20~30%	동물플랑크톤, 계란노른자, 로티퍼, 알테미아유생	
Z ₃	26~27	증가	2~4	매일 1회 30~40%	로티퍼	
Z ₄	27~28	증가	4~5	매일 2회 30~40%	알테미아	
M~어린게	28~24	강하게	5~7(M→I); 3~4(I→II); 12~15(II~V)	매일 2회 40~50%	기각류, 알테미아성체, 잡어절편	

5) 치계 성장률

Z₄기에서 메갈로파기를 거쳐 치계(crab)기가 되면 반복해서 탈피를 하므로 공식이 심하게 발생하게 된다. 이 시기에는 큰 개체가 작은 개체를, 강한 개체가 약한 개체를 잡아 먹기 때문에 철저한 관리를 하지 않으면 폐사율이 급증한다. 생존율을 향상시키기 위해서는 부착물을 많이 넣어주고 차광막을 설치하여 어둡게 조절해 주며, 사육수의 투명도를 낮추고 알테미아 성체나 지각류 등의 먹이를 충분히 공급해 준다. 먹이가 부족하거나 충분한 부착물이 투입되지 않거나 수질 조건이 나쁘게 되면 치계들은 서로 접촉하여 공식함으로써 생존율이 낮아진다.

6) 질병 치료

질병은 치료보다 예방을 위해 노력하여야 한다. 질병예방을 위해서는 사용하는 모든 기구들, 사육수, 어미게 및 냉동 로티퍼, 알테미아 알과 유생, 알테미아 성체, 지각류 등의 먹이는 모두 소독하여야 한다. 사육수의 소독은 유효 염소함량 7~10ppm로 2~8시간동안 소독후 티오황상나트륨 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)으로 중화시켜 사용한다. 알테미아의 난은 부화전에 300ppm 포르말린 용액에 담그고 부화후 유생은 300ppm의 포르말린 용액에 5~10분간 침지후 세척하나. 양식장의 기구들은 100ppm의 염소에 1일간 침지후 깨끗한 물로 세척하여 사용한다. 로티퍼, 알테미아 성체, 요각류 등은 100ppm의 과망간산칼륨 (KMnO_4)에 침적처리 한다.

다. 위해 (威海, Weihai) 꽃게양식

1. 양성

산동지역인의 威海市 (Weihai) 인근과 乳山지역에 있는 꽃게 양식장을 방문하고 그 양식 기술을 정리하였다. 먼저 威海에 있는 꽃게양식장은 해수욕장과 근접하여 모두 모래로 이루어져 있었고 규모는 약 4천여평 정도로 일정한 형태가 갖추어지지 않은 장방형으로 수심은 가운데가 0.8m, 사육지 가장자리 부근이 1.5m로 중앙부가 가장자리에 비해 낮은 것이 특징이다. 사육수 취수는 양식장이 바다와는 곡선 거리로 약 1 km 가량 떨어져 있어 만조시에만 수로를 통해 유입되는 해수를 수문을 열어 취수하고 필요시 배수를 한다. 수문 취수구에는 그물망을 설치하여 외부로부터의 잡어 유입을 방지하고 사육중인 꽃게가 빠져나가지 않도록 하는 역할을 하였다. 이곳은 꽃게 양식장이지만 보리새우와 함께 복합양식을 행하고 있었다. 보리새우와 꽃게를 복합양식 할 경우, 보리새우 종묘는 수온 17~18℃ 내외, 꽃게 종묘는 수온이 20℃ 내외인 시기에 각각

입식을 하여 양식을 시작한다. 입식시의 사육지 바닥에는 다량의 그물조각(폐그물)을 넣어 줌으로써 못에 방양된 어린게들이 초기에는 이 그물에서 부착하도록 한다. 반면 새우는 사육지내의 일정구역에 가두리처럼 그물을 설치하여 1개월간 중간 육성후 그물을 제거하여 못 전체에 방양한다. 초기 방양시 그물조각이나 가두리망을 설치하는 장소는 수질상태가 가장 좋고 관리가 편리한 곳을 선정하여 설치한다.

꽃게 치계의 방양밀도는 5,000평에 2.5~3.5kg를 방양하는데 2.5kg을 적정 밀도로 권장하고 있으며, 3.5kg를 방양할 경우에는 생존율이 저하하고 질병이 많이 발생한다고 충고한다.

먹이 공급은 방양초기부터 약 1개월 동안은 삶은 계란노른자를 단독공급하거나 땅콩찌꺼기와 혼합하여 공급한다. 공급량은 어린게 500g당(약 10,000마리) 삶은 계란노른자 10개에 땅콩 찌꺼기를 섞어 저녁에만 1회 공급한다. 1개월 이후부터는 하루 2회씩 까나리나 잡어를 썰어주거나 1~2cm 크기의 활 홍합을 공급한다.

여름철 집중 강우로 인하여 사육수의 염도가 낮아질 우려가 있으므로 미리 사육지의 수위를 높여 주거나 염도가 높은 해수로 교환해 주며, 수온 28℃내외에서 활발한 먹이 섭취와 왕성한 성장을 보이는데 경험상 35℃까지도 생존이 가능한 것으로 알려져 있다.

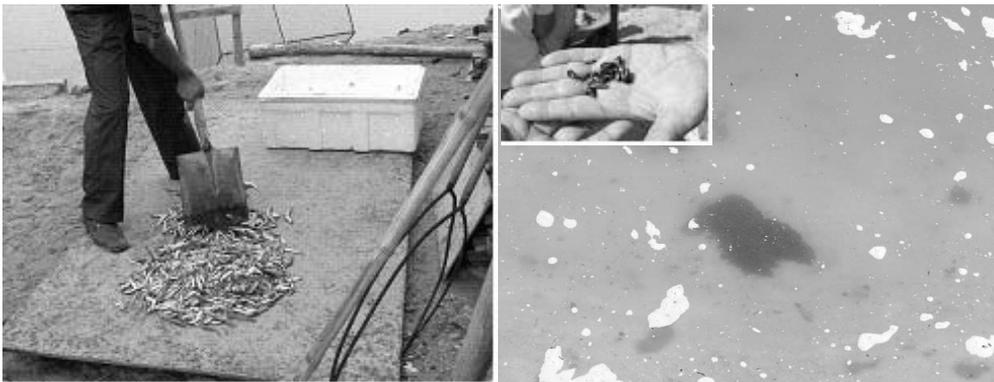


그림 7-2 . 양성용 꽃게먹이(까나리, 활 홍합).

2. 수확

5월에 체중 0.05g 크기의 종묘를 입식하여 체중이 150g정도에 이르는 8월부터 수확을 시작하는데, 이 시기에는 암수 구분 없이 여러번에 걸쳐 출하하고 한번 출하하는 양은 대략 300마리 내외 정도이다. 수확은 일반적으로 햇볕이 없는 야간에 실시하는데 사육수를 배수하면서 맨손으로 잡거나 족대(뜰채)를 이용하여 잡아낸다. 9월말이면 250g정도까지 성장한다. 판매가격은 1kg에 50위엔 내외(한화 7500원)정도이며, 판매에 따른 총수익은 약 15만위엔(한화 2,300만원)가량인데 이중 종묘구입 비용이 약 7,000위엔(한화 150만원), 그 외 사료와 약제구입비 등의 경비가 든다고 한다.

보리새우는 연중 2회에 걸쳐 수확하는데 1차는 3월에 입식하여 7월에 수확하고 2차는 6월말경에 입식하여 10월에 수확한다. 수확시의 크기는 kg당 80~120마리로 가격은 80마리/kg은 50위엔(한화 7,400원), 120마리/kg은 44위엔(한화 6,600원)으로 크기가 큰 것만 선호하는 우리나라와는 달리 중국에서는 작은 크기를 선호하기 때문에 연중 2모작에 의한 소득향상도 가능한 것으로 판단된다.

라. 유산(乳山) 꽃게 양식

중국 신동지역의 乳山에 위치한 대단위 꽃게 양식장을 방문하여 위해에서 다소 부족하였던 부분을 중심으로 정리하였다. 乳산의 축제식 양식장은 꽃게뿐만 아니라 해삼, 해산어류 등의 다양한 품종을 대상으로 양식하고 있었다.

1. 양식장 조성

꽃게 양식장의 형태는 직사각형으로 수심은 1~2m, 사육지의 바닥구조는 받이랑식으로 고랑의 깊이는 30~40cm이다. 각 사육지는 바깥수로 쪽으로 수문이 설치되어 있어 사육수를 쉽게 주·배수 할

수 있도록 되어 있었다. 특히 수로는 넓이가 20m 정도로 바다와 접해있는 곳에는 대형 수문이 설치되어 간만조시 일시에 많은 해수를 취·배수가 편리하도록 만들어져 있었다. 사육지의 바닥은 사니질로 되어 있고 제방은 돌로 쌓아 만들고 바닥이 니질로만 되어 질퍽질퍽한 곳은 양식장을 적당하지 못하고 한다. 사육지는 종묘 입식 전에 생석회로 소독함으로써 병원균이나 해적생물을 모두 구제하고 깨끗한 해수를 취수하여 약 10일간 지수상태로 유지하다가 배수하고 다시 취수하여 물만들기를 함으로써 안정된 수질 관리가 이루어질 수 있도록 한다.

2. 종묘입식 및 중간육성

양성을 위한 종묘입식 시기는 5월 20일~6월 20일 사이로 수온이 15~16℃인 시기에 입식한다. 특히 어린 종묘를 구입하여 본 양성을 시작하기 전에 반드시 중간육성을 하는데, 사육지의 일부를 그물로 구획하고 어린 꽃게를 입식하여 집중적으로 관리하는 방법이다. 크기 2cm 정도까지는 초기 먹이로 잡아나 새우를 자숙하여 잘게 부순 뒤 하루에 1회 저녁 4시경에 공급한다고 한다. 이곳 양식장에서도 보리새우와 꽃게를 복합양식하고 있었는데, 보리새우 입식 밀도는 평당 마리 정도로 한다. 양식중 질병이 발생하는 기미가 보이면 즉시 새우를 수확한다고 하며, 때로는 새우질병 발생으로 인하여 양식중인 보리새우는 물론 꽃게까지도 전량 폐사한 적도 있다고 한다. 양식중인 꽃게에게 기생충이 발생하거나 많은 강우로 인하여 사육수의 염도가 낮아지면 사육수를 즉시 대량으로 환수를 시켜 줌으로써 꽃게의 탈피를 유도하고 염도를 안정되게 유지하여야 한다.

3. 양성

본 양성시의 먹이는 주로 조개류와 잡어류를 많이 공급하는데 공급횟수는 하루에 1회로 치어기에 공급하였던 시간과 동일한 시간에

공급한다. 이것은 어린시기부터 먹이를 먹는 시간의 습관이 성장하면서도 계속 유지되기 때문이다. 조개류를 공급할 경우 어린게에게는 패각을 부셔서 공급지만 성장함에 따라 패각채로 공급하면 된다.

수온이 13~14℃로 낮아지면 먹이를 먹지 않고 탈피도 종료된다. 탈피 종료시의 갑각끝이 날카롭지 않고 둥근 모양으로 되기 때문에 구별이 가능하다고 한다. 9월 초순까지 탈피하여 성장하지만 그 후 는 탈피는 하지 않지만 살이 찌고 생식소가 발달한다.

4. 수확

수확은 체중이 150g 이상의 크기가 되면 선별하여 출하하기 시작한다. 이 시기의 작업은 주로 야간에 하는데 그 이유는 주간에는 높은 기온으로 인하여 양식중인 꽃게에게 많은 스트레스를 주어 남은 개체가 정상적인 먹이 활동과 성장에 악영향을 주기 때문이며, 또 다른 이유는 시장에 당일 새벽에 출하하여 판매하여야만 제대로 된 가격을 받을 수 있기 때문이다. 수확방법은 사육수를 전량 배수하고 갈퀴를 이용하여 포획 후 고무줄로 집게발을 묶은 후 그물망에 넣는다.

5. 판매

2004년 8월 중순경 위해수산시장의 꽃게 판매가격은 양식산 200g 내외 크기의 암컷은 1kg 당 70위엔(한화 11,000원), 수컷은 50위엔(한화 7,500원)이었고 자연산 150g 내외 크기가 20위엔(한화 3,000원)에 판매되고 있다.

마. 꽃게의 가을입식, 봄 수확양식 기술

(산동성문등시수산기술소)

새우양식장을 이용한 꽃게양식은 중국 북방 연해지구역에서 발달해 있다. 일반적으로 유효한 양식 기간은 최대 8개월 이지만 가장 적합한 기간은 우리나라와 비슷하게 3~4개월 밖엔 안된다. 양식꽃게는 여름과 가을에 집중적으로 시장에 나온다. 따라서 낮은 가격이 형성되어 어업인의 경제적 이익이 적다. 새우양식장을 이용하여 가을에 방양하여 봄에 수확하는 방법은 시장에 꽃게가 없는 시기를 조절함으로써 경제적 이익을 높이는 방법이다.

1. 새우 양식장의 개조

실외 월동을 위해서는 새우 양식장 2/3 면적의 수심을 1.5m 이상 유지해야 하는데 부분적으로는 1.8m 이상의 깊은 구덩이를 만들어 꽃게의 월동장으로 이용한다. 저질은 사니질인 곳이 좋다.

2. 방양

방양전에는 반드시 새우양식장 내에 있는 유해어류와 게류를 잡아내고 염소 등으로 이용하여 소독하여 꽃게 양식에 적합한 수질을 조성한다. 방양할 꽃게는 인공종묘나 바다에서 포획한 종묘를 이용하는데 방양 시기는 방양할 종묘의 크기에 따라 조절한다. 입추 전 후에는 70g/마리 내외의 종묘를, 입동 전후에는 당년도에 양식한 꽃게 중 상품크기에 미달한 크기 (150g/마리)의 꽃게를 방양한다. 방양밀도는 500~1,000마리/200평 (25~50마리/평) 이다.

3. 먹이공급

입추에서 입동에 이르러서는 수온이 일반적으로 14~30℃의 범위로 꽃게의 성장이 매우 빠른 시기이다. 또한 먹이를 충분히 공급하는데 가격이 싼 패류, 소형잡어, 작은 새우와 배합사료 등 매일 2회씩 공급한다. 공급비율은 일반적으로 3:7이다. 소형패류는 꽃게 체중의 50~100%를 공급하는데 먹이가 조금은 남도록 조절한다. 수온이 14℃ 이하로 낮아지면 먹이공급량을 줄이고 수온이 7~8℃로

떨어지면 먹이 공급을 중단한다.

4. 월동관리

입동후 사육지의 수위를 높이는 것을 중단해야함으로 미리 만수위를 채우고 수면적 1/3의 수심을 2.0m 내외로 한다. 월동기간동안 꽃게가 질병에 걸리거나 얼어 죽는 것을 예방하는 것은 중요하기 때문에 사육지의 수위를 높게 유지한다. 수표면이 결빙(어는 것)되면 수중에 용존되는 산소가 부족하기 때문에 에어블로와를 가동시켜 산소를 공급하여야 한다. 일반적으로 월동생존율은 70~80% 이상이며 체중은 150~200g이다.

5. 춘계사육 및 수확

3월초 수온이 7~8℃로 상승하면 꽃게의 활동이 활발해지기 시작한다. 이때부터는 사육지의 수심을 낮추고 일조량이 증가하여 수온이 상승하면 영양이 좋고 신선한 먹이를 공급하여 게의 살이 찌도록 한다.

수온이 상승하면 게의 활동 상황을 관찰하여 활력이나 상태가 좋지 않은 개체는 수확하거나 제거한다. 4~5월에는 월동한 게가 왕성한 성장을 하기 때문에 충분히 살을 찌운 다음 시장에 출하한다. 월동기간 동안에는 수질관리에 역점을 두어야 하며, 날씨가 좋은 날을 택하여 환수를 실시한다. 충분한 산소와 신선한 새우류, 소형 잡어류를 공급하면 5월초에 체중 250g 이상까지 성장시킬 수 있다.

바. 은폐물 설치에 의한 생존율 향상

(산동성문등시수산기술소)

1. 양식장 저질환경 개선

일반적으로 꽃게는 휴식시에는 모래속에 들어가(潛沙) 눈과 촉각

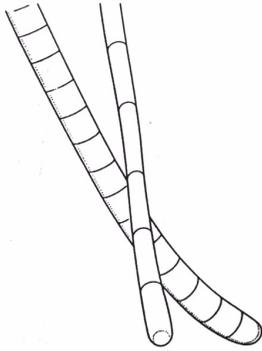
부분만 노출해 놓고 있으며, 탈피시에는 항상 돌밑이나 풀속에 숨어 있다가 새로운 단단한 껍질이 나올 때까지 머문다. 따라서 바닥에는 5~10cm 두께로 중모래를 깔아주는 것이 좋다.

2. 은폐물 설치

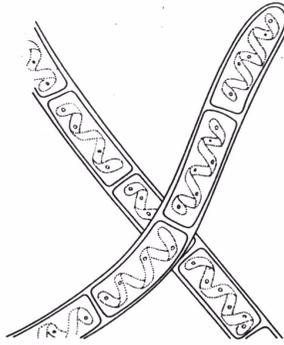
사육지내에 그물망 조각, 돌덩이, 기와조각, 마른나무가지 등을 묶어서 많이 넣어주면 숨을 곳이 제공되어 서로 싸우거나 공식을 방지할 수 있다. 은폐물을 넣지 않은 사육지는 생존율이 10% 내외이며, 은폐물을 넣은 사육지는 생존율이 30% 이상 된다. 은폐물의 설치 여부가 생존율에 있어 2배 이상 차이를 나타낸다.

부 록

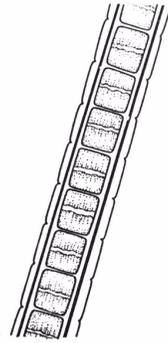
1. 양식장에서 발견되는 동식물플랑크톤
2. 현미경 사용법
3. 동식물플랑크톤 계수법
4. 꽃게양식장의 사육관리일지



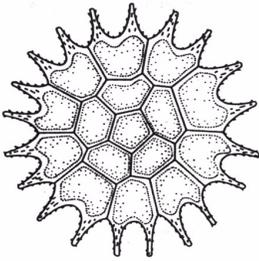
오실라토리아



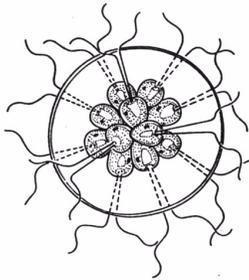
스피로가이라



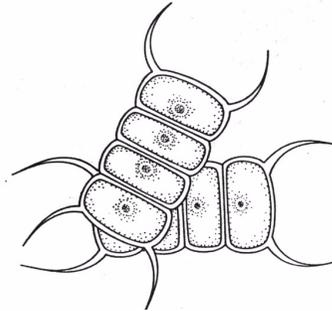
자이그네마



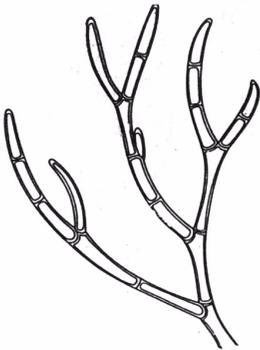
페리디아스트룸



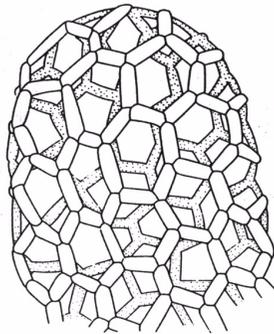
판도리아



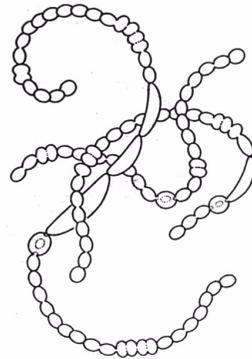
씨네데스무스



클라도포라

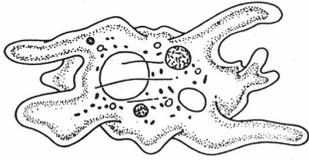


하이드로딕티온

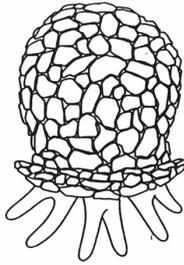


아나베나(염주말)

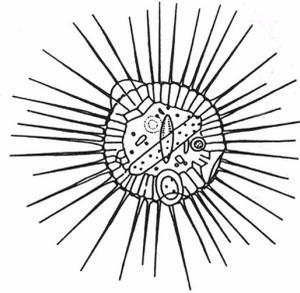
그림 1. 축제식양식장에서 자주 발견되는 다세포 조류와 남조류



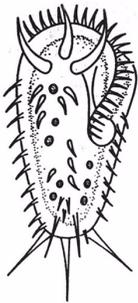
아메바



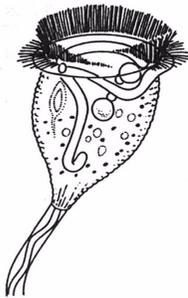
디플루지아



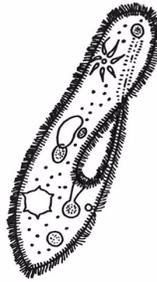
악티노스페리움



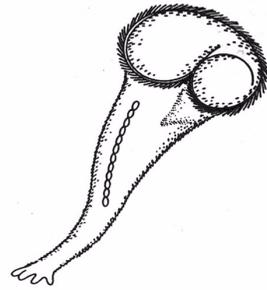
스틸로니치아



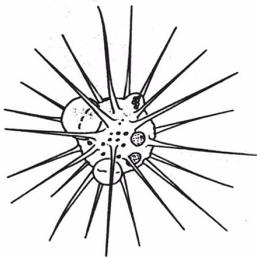
보티첼라



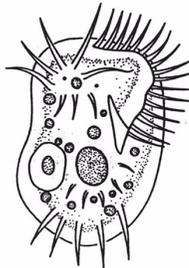
짚신벌레



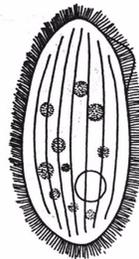
스텐토



악티노프리스



유프로테스



콜피디움



스피로스톰

그림 2. 축제식 양식장에서 자주 발견되는 원생동물

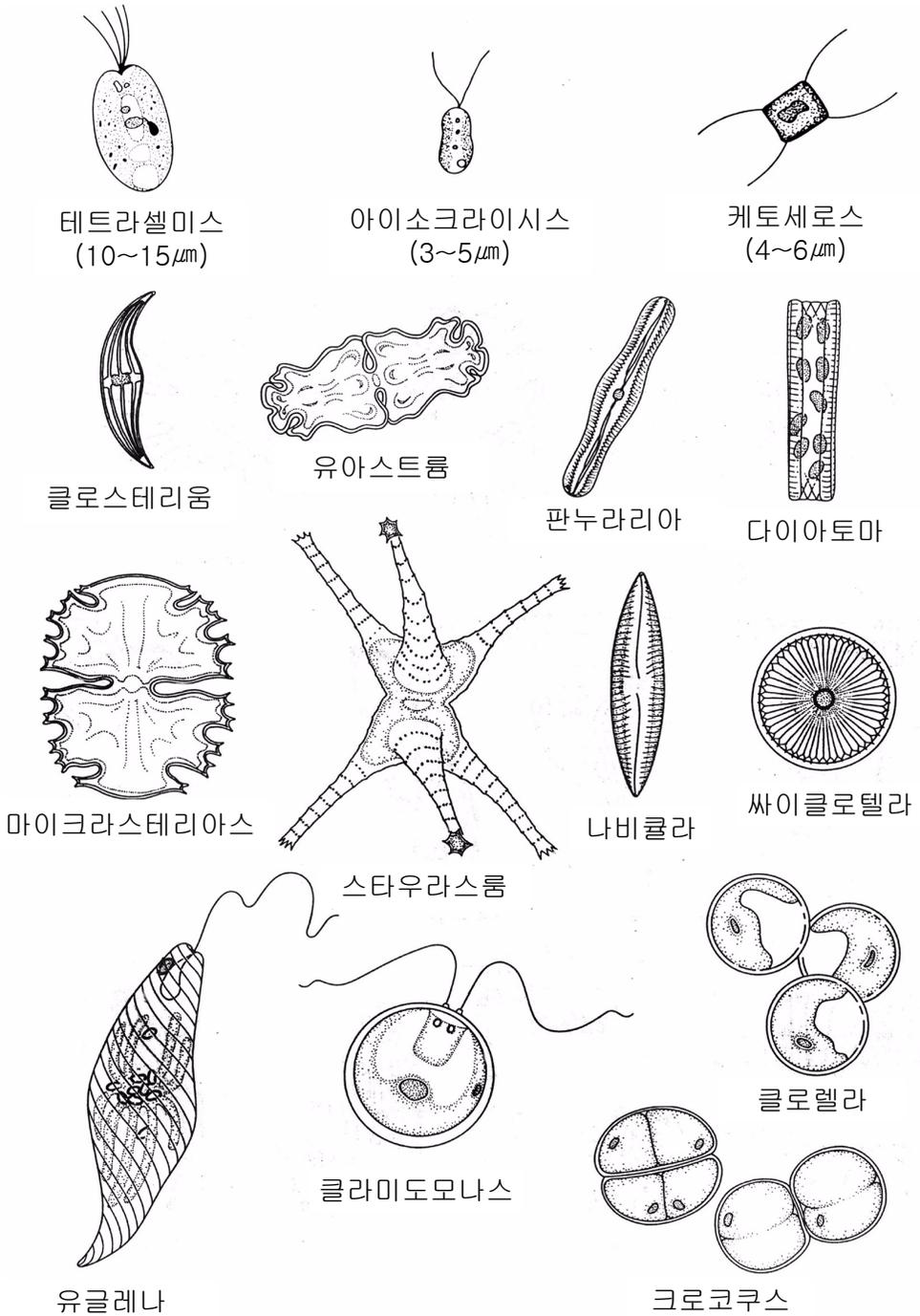


그림 3. 축제식양식장에서 자주 발견되는 단세포조류

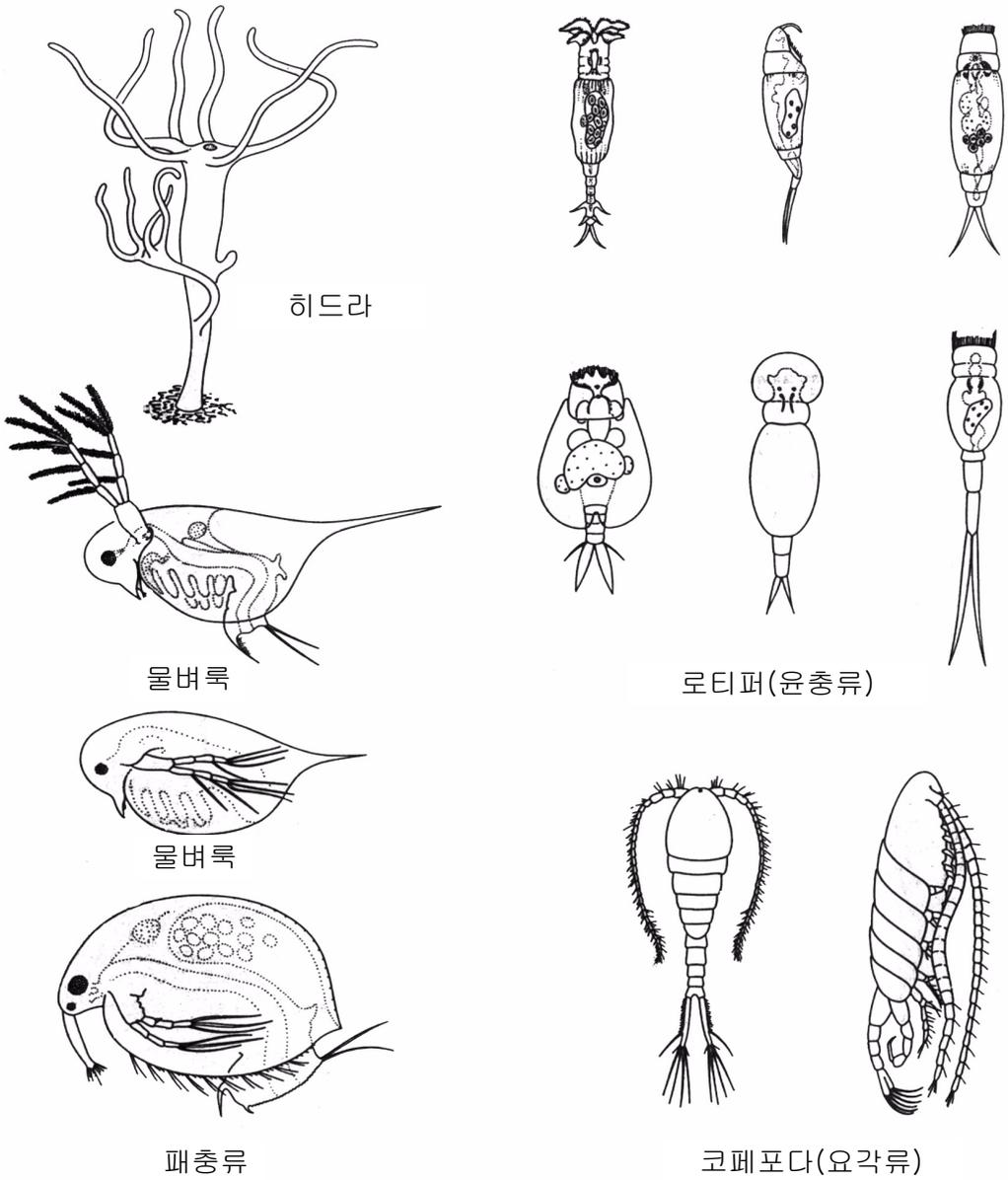
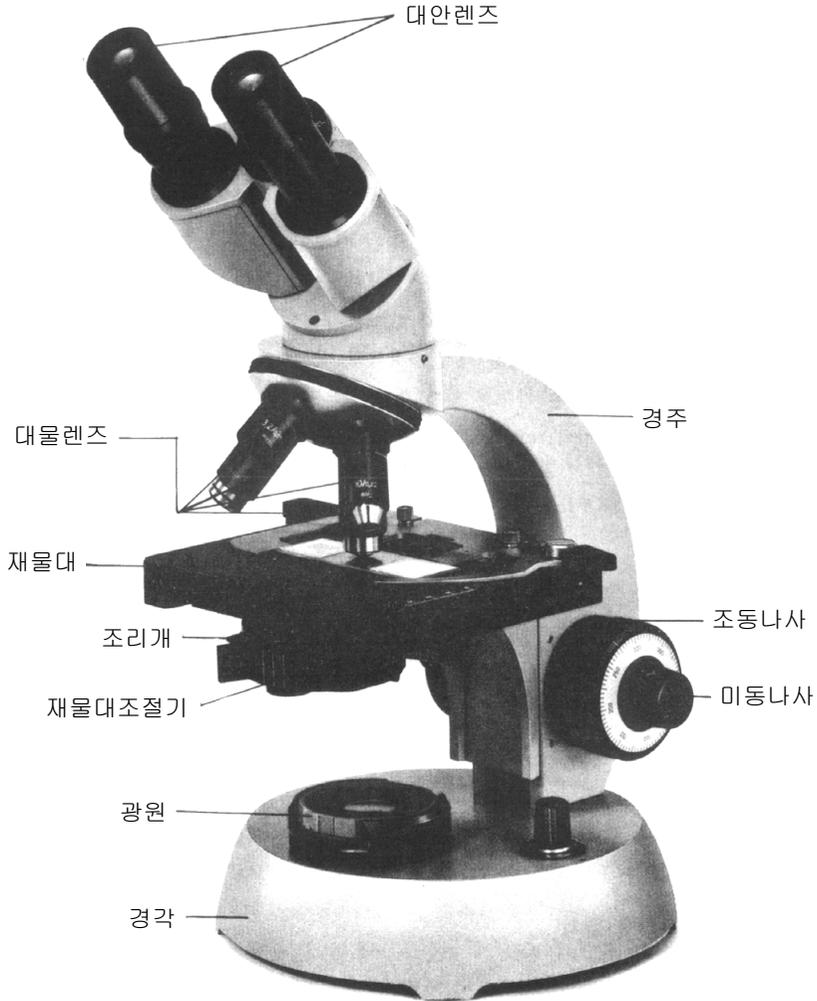


그림 4. 축제식 양식장에서 자주 발견되는 무척추동물

2. 현미경의 사용법



광학현미경의 구조

현미경은 광학렌즈를 이용하여 물체의 구조를 확대시켜 그 해상력을 증대시켜 주는 기구로 미생물의 구조를 밝히는데 가장 중요한 기구이다. 현미경은 사용목적에 따라서 여러 종류가 개발되어 있으므로 목적에 적합한 현미경을 선택하여 사용해야 하며 종류에 따른

현미경의 구조를 이해하고 사용법을 익혀야 한다. 현미경의 종류에는 여러 형이 있지만 크게 둘로 나누면 광학현미경과 전자현미경으로 나눌 수 있다. 광학현미경에는 단안현미경과 쌍안 현미경이 있고 그 사용목적에 따라 해부현미경, 일반현미경, 형광현미경 및 위상차 현미경 등이 있으나 이 장에서는 양식장에서 보통 사용되는 일반현미경에 관하여 다루어보도록 하겠다.

1. 현미경 설치

- ① 검경 장소는 청결하고 습기가 없는 곳을 택하여야 한다.
- ② 현미경을 이동할 때에는 양손을 쓰되 한 손으로는 경주를 또 한 손으로는 경각을 받쳐서 든다.
- ③ 현미경을 실험대 위에 놓을 때에는 충격을 주지 않도록 조심스럽게 놓되 실험대의 가장자리에서 충분히 안으로 들여놓는다.
- ④ 자연광을 쓰는 경우, 직사광선이 비추지 않는 곳이 좋다.
- ⑤ 의자를 높여 가능하면 현미경을 경사지지 않도록 수직으로 하여 보는 것이 바람직하다.

2. 예비조절

- ① 대물렌즈의 회전장치를 돌려서 가장 저배율($\times 4$)로 맞춘다.
- ② 조동나사를 사용하여 경통을 재물대에 최대한으로 가깝게 내린다 (대물렌즈에 눈을 대지 않은 상태에서 조절한다).
- ③ 조리개를 최대한으로 연다.
- ④ 반사경을 조절하여 광선이 렌즈에 들어오게 한다. 직사광선을 피한다. 광선이 강할 때에는 조리개로 조절한다.
- ⑤ 조동나사를 조절하여 경통을 위로 올리면서 초점을 맞춘다.

미세한 초점조절은 미동나사를 이용한다.

- ⑥ 회전장치를 이용하여 대물렌즈의 배율을 높여가면서 관찰한다. 대물렌즈나 대안렌즈가 흐리거나 먼지가 있을 때에는 렌즈 페이퍼로 가볍게 닦는다.

3. 검경 재료의 준비

- ① 렌즈 닦는 종이로 슬라이드글라스와 커버글라스를 깨끗이 닦는다.
- ② 관찰할 시료를 3 mm 이하로 잘라 슬라이드글라스 위에 놓고 물을 한 방울 떨어뜨린 후 기포가 들어가지 않게 커버글라스를 덮는다. 커버글라스를 덮을 때에는 비스듬히 세운 커버글라스의 한쪽 끝을 물방울 끝에 댄 후 서서히 높이면서 덮어야 기포가 생기지 않는다.

※새우 조직의 관찰 예

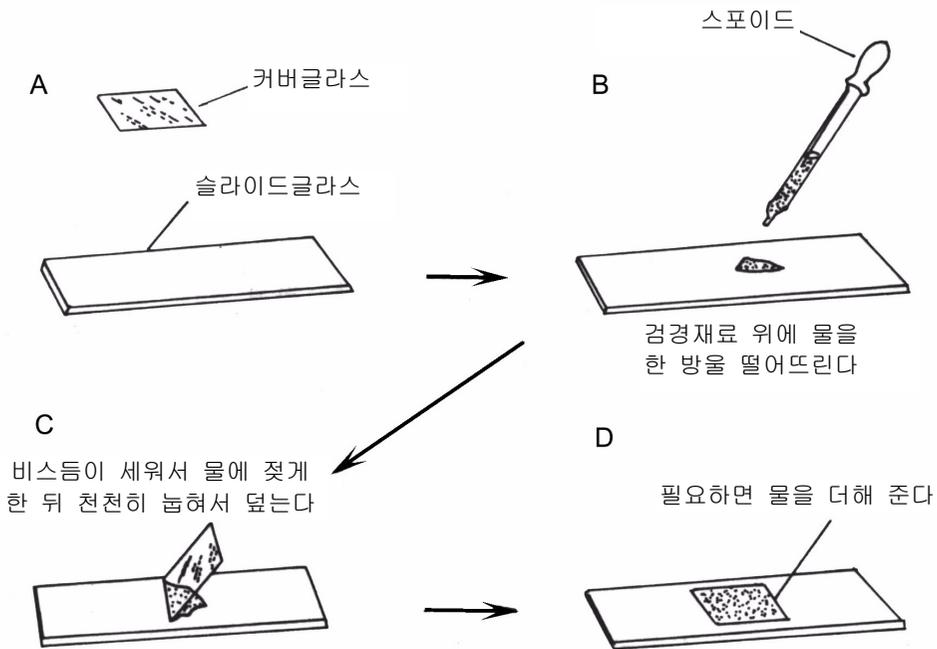
- ① 슬라이드글라스와 커버글라스를 깨끗이 닦는다.
- ② 준비된 새우의 아가미를 들어 갑각을 제거하고 아가미 세사를 핀셋으로 분리하여 슬라이드글라스에 얹고 물을 한 방울 떨어뜨린 후 기포가 들어가지 않게 커버글라스를 덮는다. 그 밖의 부위 (부속지 말단부 등)를 관찰할 때에도 가능한 한 조직을 얇게 분리하여 슬라이드글라스에 얹은 후 같은 방법으로 관찰한다.

4. 현미경의 초점 조절

- ① 준비한 프레파라트를 재물대 위의 구멍 한복판에 관찰할 시료가 오게 놓고 재물대의 클립으로 고정한다.
- ② 옆에서 보면서 조동나사로 경통을 서서히 내려 대물렌즈가 프

레파라트에 거의 닿게 내린다.

- ③ 대안렌즈로 들여다보면서 조동나사를 서서히 올려 상이 나타나게 한다 (경통이 위 아래로 오르고 내릴 때 나사의 방향을 잘 기억해야 한다).
- ④ 미동나사로 상이 더욱 똑똑하게 보이도록 초점을 조절한다.
- ⑤ 조리개를 조절하면 상이 더욱 명확해진다.
- ⑥ 다음에 대안렌즈를 들여다보면서 슬라이드글라스를 우측에서 좌측으로, 전후로 가만히 이동하며 그것이 시야 안에서 움직이는 것을 관찰한다.
- ⑦ 대안렌즈 회전장치를 돌려서 고배율로 관찰한다.



임시프레파라트 제작방법

5. 현미경 사용 후의 처리

- ① 검경이 끝나면 슬라이드글라스를 빼고 재물대에 묻은 먼지를 닦아낸다.
- ② 현미경이 기울어져 있으면 다시 원래의 위치대로 수직이 되게 한다.
- ③ 사용 후에는 대물렌즈 회전판을 돌려서 저 배율의 대물렌즈가 경통 바로 밑에 오게 한다.
- ④ 대물렌즈의 하단이 재물대에서 1cm이하의 높이까지 오도록 경통을 낮춘다.
- ⑤ 현미경을 저장장소로 옮긴다. 옮길 때는 양손을 쓴다.
- ⑥ 모든 슬라이드글라스와 커버글라스를 세척한다.

3. 동·식물플랑크톤의 계수

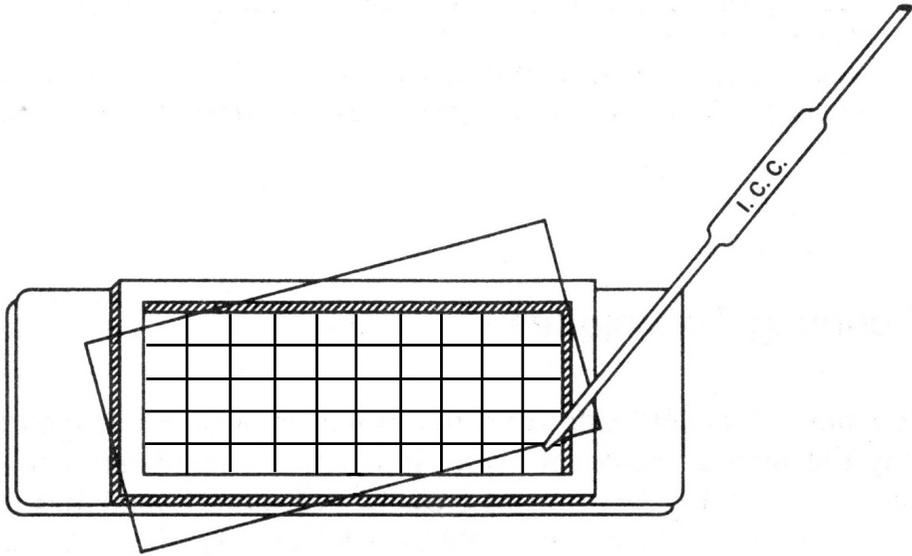
종묘생산시나 양식장에 출현하는 동·식물플랑크톤을 계수하기 위하여는 계수선이 그려진 계수판과 계수기가 필요하다. 계수판에는 Sedgwick-Rafter counting chamber, Palmer-Maloney chamber, Hemacytometer 및 Petroff-Hausser bacteria counter 등이 있다. 일반적으로 2~30 μm 크기의 시료를 검경하는 데에는 Hemacytometer (0.1 mm 깊이)를 사용하며 10~500 μm 크기의 시료를 검경하는 데에는 Sedgwick-Rafter chamber를 사용한다. 이 장에서는 $\times 100$ 배의 배율로 연안의 동·식물플랑크톤을 계수하는 데 일반적으로 사용하는 세드윅-레프터 챔버의 사용법에 대해 간략하게 설명하도록 하겠다.

1. 필요한 기구

- Sedgwick-Rafter chamber (세드윅-레프터 챔버)와 커버글라스
- 피펫 : 검경할 시료를 세드윅-레프터 챔버에 옮기기 위한 입구가 큰 1 ml 이상 용량의 피펫
- 증류수병 : 계수 후 계수판을 씻어낼 증류수를 저장
- 부드러운 형겔 : 계수판과 대물·대안렌즈 등을 닦기 위한 형겔
- 침전관 : 검경할 플랑크톤의 농도가 낮을 때 시료수를 넣은 후 1일간 정치시켜 놓았다가 상층액을 따라내고 농축된 시료를 검경하기 위한 편평한 바닥의 침전관(비이커 등을 대체)
- 고정액 : 현미경 관찰시 플랑크톤의 운동성을 없애기 위한 고정액으로 루골액 혹은 5 % 중성 포르말린을 사용

※ Lugol액 조성 : I_2 (요오드) 3 g, KI (요오드카리) 5 g, 0.7

% NaCl 용액 혹은 증류수 100 ml를 혼합하여 사용



Sedgwick-Rafter chamber : 세드릭-레프터 챔버

2. 현미경 관찰 및 계수 과정

- ① 관찰할 시료의 농도에 따라 농축 여부를 결정한다. 만일, 플랑크톤의 농도가 낮으면 침전관에 시료수를 넣은 후 1일간 정치시켜 놓았다가 가는 호스 등을 이용하여 침전된 플랑크톤이 다시 부유하지 않도록 주의하면서 상층액을 따라낸다.
- ② 세드릭-레프터 챔버에 그림과 같이 커버글라스를 올려놓고 검경하고자 하는 시료를 피펫으로 떠서 공기방울이 생기지 않도록 고르게 놓는다.
- ③ 챔버 내에서 관찰 가능한 시료의 용량은 1 ml이므로 그 이상의 시료수가 들어가면 커버글라스를 덮은 후 여분의 시료수

를 닦아낸다.

- ④ 만일, 계수판 전체를 계수하려면 계수판의 한쪽 끝 눈금을 대안렌즈에 맞춘다. 즉, 가장 윗쪽 왼쪽 끝 눈금을 현미경의 시야에 들어오게 한 후 재물대를 천천히 수평으로 움직이며 가장 위 오른쪽 눈금까지의 플랑크톤 종과 갯수를 확인한다.
- ⑤ 재물대를 수직으로 움직여 다음 눈금에 위치하는 플랑크톤을 계수한다.
- ⑥ 이런 과정을 반복하여 계수판 전체에 존재하는 플랑크톤의 종류와 개수를 파악한다.
- ⑦ 이렇게 하여 계수된 플랑크톤의 양은 1 ml내에 들어있는 개체수이므로 농축 배율을 환산하면 실제 시료수내의 플랑크톤 양을 파악할 수 있다.
- ⑧ 만일, 플랑크톤의 농도가 너무 높아 계수판 눈금의 일부만을 세어 플랑크톤을 정량하려면 계수판 눈금을 격간격으로 읽거나, 전체 눈금의 일정량을 세어 환산하도록 한다.

※ 양식장내 플랑크톤 정량의 실제 예

문) 양식장 호지의 물을 1ℓ 채취하여 이를 15ml로 농축한 후 세드릭-레프터 챔버의 눈금 중 1/2을 계수한 결과 500개의 플랑크톤이 존재하였다면?

답) 세드릭-레프터 챔버내 실제량 = $500 \times 2 = 1000$ 개체/ml

양식수 1ℓ 내 실제 플랑크톤량 = $1,000 \text{ 개체} \times 15 = 15,000$ 개체/
ℓ

참 고 문 헌

- Akiyama, D.M., W.G. Dominy, and A.L. Lawrence, 1991. Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry. *In* : D.M. Akiyama and R.K.H. Tan (editors). Proc. of Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. Thailand and Indonesia, 19-25 Sep. 1991.
- Aikawa, H., 1929. On larval forms of some Brachyura larvae. *Rec. Oceanogr. Works Jap.*, 9: 87~55.
- Conklin, D.E., L.R. D'Abramo, C.E. Bordner, and N.A. Baum. 1980. A successful purified diet for the culture of juvenile lobsters : the effect of lecithin. *Aquaculture* 21: 243-249.
- Dai, and S. Yang. 1991. Crabs of the China Seas. China Ocean Press Beijing, 682 pp.
- Kanazawa, A., S. Teshima, S. Tokiwa, M. Endo, and F.A.A. Razek. 1979. Effect of short-necked clam phospholipids on growth of prawn. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 45: 961-965.
- Kim, B. K. and S. K. Kim, 1974. Fishery biological Studies on the blue crab, *Portunus trituberculatus* (Miers), in the western sea of Korean. *Bull. Fish. Dev. Agency*, 13: 59~75 (in Korean).
- Lim, B. K. and K. Hirayama, 1990. Nitrogen and phosphorus budgets in larval rearing tanks for mass production of swimming crab *Portunus trituberculatus*. The second Asian Fisheries Forum. Proceedings of the second Asian Fisheries Forum. Tokyo, Japan. 177~180pp.
- Lim, B. K. and K. Hirayama, 1991. Growth and elemental

- composition (C, N, P) during larval developmental stages of mass-cultured swimming crab *Portunus trituberculatus*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 78(2): 131~137.
- Matsui, S. Y. Hagiwara, H. Tou and H. Tsukahara, 1986. Study on the feeding habit of the Japanese blue crab, *Portunus trituberculatus*(Miers). Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ. 40(2-3): 171~181.
- Morioka, Y., C. Kitajima and G. Hayashida, 1988. Oxygen consumption, growth and calculated food requirement of the swimming crab *Portunus trituberculatus* in its early development stage. Nippon Suisan Gakkaishi Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 5(7): 1137~1141.
- Oda, T. and Y. Bamba, 1982. Mass production of seedling of blue crab *Portunus trituberculatus*. Bull. fish. Exp. Stn. Okayama Prefect. 227~229.
- Oda, T. and A. Kamaki, 1988. Mass production of seedling of blue crab *Portunus trituberculatus*. Bull. fish. Exp. Stn. Okayama Prefect. 3: 214~217.
- Sidwell, V.D. 1981. Chemical and nutritional composition of finfishes, whales, crustaceans, mollusks, and their product. NOAA Technical Memorandum NMFS F/SEC-11, National Technical Information Service, U.S. Department of Commerce, Springfield, Virginia.
- Takeuchi T, N. Satoh, S. Sekiya, T. Shimiyu and T. Watanabe. 1999. The effect of dietary EPA and DHA on the molting rate of larval swimming crab *Portunus trituberculatus*. Nippon Suisan Gakkishi. 65: 841~998.
- Trinadha-Babu, B., K. Shyamasundari and K. Hanumantha-Rao,

1989. Cytological changes of Y-organ in *Portunus sanguinolentus* (Herbst) during moult cycle and in de-eyestalked crabs. Proc. Indian Natl. Sci. Aca. Biol. Sci. 55(1): 15~18.
- 국립수산진흥원, 1998. 해양조사연보, 제47권. 예문사, pp. 327.
- 김진호·이종화, 1994. 보리새우류양식. 아카데미서적, pp. 399.
- 김훈수, 1973. 한국동식물도감, 제 14권 동물편, 문교부, pp. 694.
- 농림수산부, 1987~1995. 농림수산통계연보. 동양문화인쇄.
- 노 섬, 1976. 꽃게 *Portunus trituberculatus* (Miers)의 增殖에 關한 研究 (II) 조에아 幼生の 餌料와 捕食. 국립수산진흥원 연구보고. 15, 57~72.
- 노 섬, 1977. 꽃게의 增殖에 關한 研究 (III) 메가로과 以後 幼生の 捕食. 국립수산진흥원 연구보고. 17, 19~33.
- 노 섬·박춘규, 1976. 꽃게 *Portunus trituberculatus* (Miers)의 增殖에 關한 研究 (I) 鹽分濃度에 따른 幼生の 生殘. 국립수산진흥원 연구보고. 15, 43~50.
- 변충규, 1970. 꽃게 *Portunus trituberculatus* (Miers)의 종묘 생산에 關한 研究. 한국수산학회지. 3(3), 187~198.
- 서형철, 김종화, 김수경, 김종식, 김봉래, 김대현 (2004). 꽃게 *Portunus trituberculatus*의 조기종묘생산. 한국양식학회.
- 연인자, 1998. 韓國西海 및 東中國海의 꽃게, *Portunus trituberculatus* (Miers)의 資源生物學的 研究. 부경대학교 대학원 박사학위논문, pp. 158.
- 이종화·김진호, 1991. 새우양殖入門. 東和技術, pp. 361.
- 조규태·고태승·김병균·이창규, 1993. 꽃게 *Portunus trituberculatus* 種苗生産時에 混合硅藻, *Chaetoceros* spp.의 適用에 關한 研究. 국립수산진흥원 연구보고. 48: 147~155.
- 차형기, 1997. 서해중부연안에 서식하는 중하 (*Metapenaeus joyneri* Miers)와 꽃새우 (*Trachypenaeus curvirostris*

- Stimpson) 의 생태. 부경대학교 대학원 박사 학위논문, pp. 150.
- 한창희·김대중, 1993. 징거미새우, *Macrobrachium nipponense* (De Haan)의 생식소성숙 제어에 미치는 광주기와 안병의 X-organ에 관한 연구. 한국수산학회지. 26(1): 76~90.
- 허종수·방극순·노용길, 1972. 꽃게 *Portunus trituberculatus* (Miers) 유생의 인공사육과 성장에 관한 연구. 국립수산진흥원 연구보고. 9: 55~70.
- 隆島史夫·羽生 功, 1989. 水族繁殖學 水産養殖學講座 第4卷. 綠書房, 291~324.
- 前川乗侑, 1961. 瀬戸内海 特に 山口縣 沿海における漁業の調整管理と資源培養に 關する研究. 山口縣内海水試調査 研究業績 11(1): 351~393.
- 周崩, 宮床礼, 1998. 海水魚蝦蟹貝病害防治技術. 青島海洋大學校出版社. 中國. p. 153.
- 張道波, 馬甞, 鬼建功, 2003. 海水蝦蟹類養殖技術. 青島海洋大學校出版社. 中國. p. 202.
- 谢忠明, 刘洪军, 冯蕾, 2002. 海水經濟蟹類 養殖技術. 中國農業出版社, 北京, 303 pp.
- 邱楚武 編著, 2002. 鱼虾蟹饲料的配制及配方精选. 金盾出版社, 北京, 246 pp.

목차별 담당자

제 목	담당자	연락처
제1장 꽃게의 생물학적 특성	국립수산과학원 서해수산연구소 이학박사 장인권	jangik@nfrdi.re.kr 032-745-0570
제2장 종묘생산	국립수산과학원 갑각류연구센터 이학박사 서형철	crabseo@nfrdi.re.kr 041-675-3773
제3장 양 성	국립수산과학원 서해수산연구소 수산학박사 전제천	jcj21@nfrdi.re.kr 032-745-0571
제4장 수질관리	국립수산과학원 서해수산연구소 이학박사 장인권	jangik@nfrdi.re.kr 032-745-0570
제5장 질병과 대책	국립수산과학원 서해수산연구소 이학박사 장인권	jangik@nfrdi.re.kr 032-745-0570
제6장 영양과 사료	국립수산과학원 서해수산연구소 수산학박사 이종윤	leejy@nfrdi.re.kr 032-745-0500
제7장 중국 꽃게양식 사례	국립수산과학원 서해수산연구소 수산학박사 전제천	jcj21@nfrdi.re.kr 032-745-0571

수산기술지 발간현황(해양수산부)

일련 번호	기 술 지 명	발간 년도	발간부수	집 필 자
1	○ 미역(쇠미역)양식	'97	2,500	류중장의외1
2	○ 톳 양식	'97	2,500	조용철외 1
3	○ 전복 종묘생산	'98	2,500	한석중
4	○ 황복 양식	'98	2,500	한형균외 1
5	○ 참돔 양식	'99	2,500	김철중
6	○ 내과성 가두리양식시설 및 개량부자	'99	2,500	김태호
7	○ 새우양식과 질병관리	2000	2,500	장인권의외 6
8	○ 비단가리비 양식	2000	2,500	박기열외 2
9	○ 돌돔 양식	2000	2,500	황형규
10	○ 새로운 해조류 양식(메생이 등)	2001	2,500	김도기·윤장택
11	○ 어류질병 진단 및 치료대책	2001	2,500	정승희외 6
12	○ 가두리식 전복양식	2001	2,500	이군승
13	○ 전복양식 시설과 종묘생산	2002	2,500	지영주
14	○ 감성돔 종묘생산	2002	2,500	변순규외 3
15	○ 해삼종묘생산	2004	2,500	구학동
16	○ 꽃게양식	2005	2,000	장인권의외 3

꽃게양식

2005년 6월 인쇄
2005년 6월 발행

발행인 : 해양수산부장관

편집인 : 수산경영과장

집필인 : 장인권, 전제천, 서형철, 이종윤

발행처 : 해양수산부

서울특별시 종로구 계동 140-2

인터넷 : www.badaro21.net 및 www.nfrda.re.kr
에서 다운받을 수 있습니다.

전 화 : (02) 3674-6864
