

최      중  
연구보고서

## 친환경 해상가두리양식장 관리방안

### The Plan of Eco-friendly Management of Net-cage Aquafarm

2007. 10

주관연구기관   마산지방해양수산청 통영해양수산사무소

협동연구기관   국립수산과학원 양식환경연구센터

해 양 수 산 부

# 제 출 문

해양수산부 장관 귀하

본 보고서를 “친환경 해상가두리양식장 관리방안”과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007년 10월

주관연구기관명 : 마산지방해양수산청  
통영해양수산사무소

주관연구책임자 : 신 우 철  
(김 금 조)

세부연구책임자 : 주 만 성

세부연구책임자 : 김 효 근

연 구 원 : 박 정 희  
장 외 숙  
조 건 섭  
고 영 신

협동연구기관명 : 국 립 수 산 과 학 원  
양식환경연구센터

협동연구책임자 : 박 정 흠  
(윤 호 동)

연 구 원 : 최 혜 승

# 요 약 문

## I. 제 목

친환경 해상가두리양식장 관리방안

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

지난 수십년간 국민의 먹거리 충족과 식량안보차원에서 어류양식산업은 꾸준히 장려되어 증산위주의 성장을 이루어왔다. 그러나 최근 각종 환경오염과 식품의 안전성 문제가 이슈화되면서 식품 오염문제가 빈번하게 사회 문제화 되고 있다.

뿐만 아니라, 수입수산물의 양이 매년 늘고 있어, 이제는 양적인 생산증대보다는 질적으로 우수하고 안전함은 물론 해양환경과 양식생물 그리고 인간에 이르기까지 모든 구성요소에 친환경적인 수산물을 생산하지 않고서는 경쟁력 있는 수산업으로 자리매김하기가 어려운 실정에 있다. 따라서 해상가두리 어류양식업에도 환경적으로 건전하고 지속가능한 이용과 개발(ESSD) 개념이 도입될 시기에 이르렀다.

현재 우리나라 해상가두리 양식장은 전국 약 1,211ha가 운영되고 있으며, 가두리에서의 작업 및 도난방지를 위한 관리사 및 냉동창고 등 부대시설 면적 또한 수십 ha에 이를 것으로 추정되고 있다. 그러나, 해상가두리양식장에서 배출되는 생활 쓰레기, 어류 폐사체 및 사료 찌꺼기 등 해양환경 오염원에 대한 정확한 배출 실태조사가 이루어지지 않고 있으며, 오염을 근원적으로 줄이기 위한 효율적인 관리방안 또한 마련되어 있지 못한 실정이다.

뿐만 아니라, 해상가두리 자가오염문제를 해결하기 위한 고효율 배합사료의 연구 개발은 현재 진행 중이나, 어업인의 호응도는 저조한 실정이며, 해상 도난방지 시설 개발, 배출 쓰레기 수거 및 처리 기술개발 대책은 전혀 없는 상황으로 친환경적 양식과 수산식품의 안전을 위해서도 친환경적 해상가두리양식장 관리방안이 우선적으로 해결되어야 할 사안이다.

이에 안전하고 깨끗한 양식수산물 생산 정책수립을 위한 기초 자료의 일환으로 해상가두리양식장 오염원 실태 조사를 실시하여 저감방안을 모색하고, 해상가두리

양식장의 사료별, 관리자 유무별, 어장 규모별로 저층 환경 및 어류 건강도를 평가함으로써 친환경 해상가두리양식장의 발전모델을 제시하고자 한다.

### Ⅲ. 연구개발의 내용 및 결과

#### 1. 해상가두리양식장 오염원 현황조사

##### 가. 해상가두리양식장 관리자 및 냉동창고 사용실태 조사

해상가두리양식장을 경영하고 있는 어업인을 대상으로 관리자 및 냉동창고의 사용실태 등을 조사하여 효율적이고 합리적인 해상가두리양식장의 관리방안을 모색하기 위해 경남 통영시 관내에서 해상가두리양식장을 경영하고 있는 전체 어업인 509명을 대상으로 전수조사를 실시하였다.

##### 나. 쓰레기 발생량 및 처리실태 조사

해상가두리양식의 각종 부산물, 쓰레기의 발생량과 처리방법을 조사하여 쓰레기의 적정처리 방안을 모색하기 위해 경남 통영시 관내에서 해상가두리양식장을 경영하고 있는 어업인 200명을 무작위로 선정하여 조사를 실시하였다.

##### 다. 해상가두리양식장 거주인원 및 가축량 조사

해상가두리양식장의 관리사에 거주하고 있는 거주인원과 가축량을 조사하여 거주로 인한 해양오염을 줄이기 위한 방안을 모색하고자 경남 통영시 관내에서 해상가두리양식장을 경영하고 있는 어업인 200명을 대상으로 일대일 면접조사를 실시하였다.

##### 라. 사료 및 항생제 사용량 조사

해상가두리양식장의 어종별로 사용하고 있는 사료의 종류와 양, 항생제 사용량과 사용 목적 등을 조사하여 사료로 인한 자가오염을 줄이고 항생제 사용량을 저감하는 방안을 모색하고자 경남 통영시 관내에서 해상가두리양식장을 경영하고 있는 어업인 200명을 대상으로 일대일 면접조사를 실시하였다.

##### 마. 어류 폐사체 발생현황 조사

해상가두리양식장 어류폐사의 주요 원인과 폐사체의 처리현황을 조사하여 폐사

체의 유기로 인한 오염을 줄이고 적정 처리 방안을 모색하고자 경남 통영시 관내에서 해상가두리양식장을 경영하고 있는 어업인 200명을 대상으로 일대일 면접조사를 실시하였다.

## 2. 해상가두리양식장 오염실태 및 경영분석

### 가. 사료종류별 잔이량 예측 및 가두리양식장 오염실태

#### 1) 해상가두리 수질조사

생사료 및 배합사료 투여어장에 따른 해상가두리 해역내 수질상태를 조사하기 위해 지점별 염분과 pH를 측정하고 표층과 저층의 영양염류를 조사하였다.

#### 2) 해상가두리 저질조사

생사료 및 배합사료 투여어장에 따른 해상가두리 해역내 저질상태를 조사하기 위해 스쿠버다이버를 활용하여 지점별로 저층 표면의 저질을 채취하여 함수율, 산화환원전위(ORP), 산취발성황화물(AVS), 화학적산소요구량(COD)을 분석하였다.

#### 3) 거리별 사료침강 잔이량 조사

생사료 및 배합사료 투여에 따른 사료 침강물의 확산범위, 사료 잔이량 예측 및 저질오염 가중치를 조사하기 위해 거리별 사료침강 잔이량을 조사하였다.

조사방법은 해상가두리양식장 사료투여지점으로부터 일정거리별로 트랩을 정치시켜 침강된 사료를 채취하여 함수율, 산취발성황화물(AVS), 화학적산소요구량(COD)을 조사하였다.

### 나. 친환경 해상가두리양식장 경영측면에서의 장단점 분석

#### 1) 관리자 유무 및 사료별 해상가두리양식장 규모별 경영분석 비교

관리사 유무별, 사료별(생사료 및 배합사료) 그리고 양식어장 규모별로 8개 조사구를 선정하고, 조사구별로 2개소를 선정하여 총 16개 양식어가에 대하여 경영비 분석을 실시하였다. 조사 항목은 종묘비, 사료비, 인건비, 시설비 등 생산비와 출하량, 판매금액 등 조수익과 순수익 그리고 경영측면에서의 문제점 등을 조사하였다.

## 2) 연구가설 설정

해상가두리양식어가의 경영비 분석에는 여러 가지 변수가 작용할 수 있고, 변용요인이 많아 다음과 같이 네 가지 가설을 설정해 두고 경영비 분석을 실시하였다.

연구가설 1, 사료여부에 따라 수익과 비용에 유의적이 차이가 존재한다.

연구가설 2, 관리사여부에 따라 수익과 비용에 유의적이 차이가 존재한다.

연구가설 3, 어장면적에 따라 수익과 비용에 유의적이 차이가 존재한다.

연구가설 4, 사료 종류, 관리사여부, 어장면적 등의 복합적 요인이 수익과 비용에 유의적인 영향을 미친다

### 다. 사료별, 어종별 어류성장도 분석

조피블락과 참돔 양식어가를 대상으로 생사료 및 배합사료 투여구에 따라 성장도를 비교 조사하였다. 조사구별로 각각 어가를 선정하여 총 12개 조사구에 대해 조사하였다.

## 3. 해상가두리양식장 사육환경평가

### 가. 사료 종류, 관리사 유무별 질병 발생 경향 조사

경남 통영 연안 해상가두리 양식장에서 투여하는 사료 종류와 관리사 유무에 따른 양식어류의 질병발생경향을 살펴보기 위해 통영연안 대표 양식어종인 조피블락과 참돔을 대상으로 시기별 질병 발생 경향을 조사, 비교하였다. 조사 시기는 저수온기(3월), 수온 상승기(6월), 고수온기(9월), 수온 하강기(12월)로 나누어 분기별 1회 총 4회에 걸쳐 세균성 질병, 기생충성 질병 및 바이러스성 질병을 조사하였다.

### 나. 수질 및 저질 환경조사

각 실험 어장별로 수질 및 저질 특성의 차이를 조사하기 위해서 양식장별 수온, 염분, 용존산소를 측정하고, 수질 영양염과 용존성유기물(SS), 화학적산소요구량(COD) 등을 측정하였으며, 저질의 산화환원전이(ORP), 산취발성황화물(AVS), 화학적산소요구량(COD)을 측정하였다.

#### 다. 어류 건강도 평가

어류의 건강도를 평가하기 위해서 혈액학적지표를 이용하여 혈액성분 2종, 혈장 생화학성분 11종을 조사 비교하였다.

### IV. 결과

#### 1. 해상가두리양식장 오염원 현황조사

##### 가. 해상가두리양식장 관리자 및 냉동창고 사용실태 조사

###### 1) 관리자 일반현황

해상가두리양식장 평균 경영규모는 0.36ha로 0.5ha 미만의 소규모 어장이 전체 어장의 77.6%를 차지하였으며 0.5ha 이상의 중·대규모 어장은 22.4%를 차지하여 해상가두리 어류양식어업이 소규모로 운영되는 경우가 많았다. 어업권 소유형태에 있어서는 어촌계 공동소유의 어업권이 68.4%로 조사되었다.

개인소유 해상가두리양식장의 경우, 0.5ha이상의 중·대규모 어장이 56.5%를 차지하여 어촌계 소유어장보다 규모면에서 큰 경향이 뚜렷하였고, 어촌계 소유 해상가두리양식장 대부분(93.4%)이 0.5ha 미만의 소규모 어장을 경영하고 있었다.

###### 2) 관리자 이용실태 및 용도

해상가두리양식장의 관리자 보유율은 53.4%로 나타났으며, 1어가당 관리자 평균면적은 31.1㎡로 해상가두리 평균 시설면적의 4.3%를 차지하고 있었다. 사육면적별로는 소규모 양식장이 중·대규모 양식장에 비해 관리자 평균면적이 유의적으로 작게 나타났으며 지역별로는 육지와 가까운 비도서지역이 35.6㎡로 도서지역보다 크게 나타났으나 통계적 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. 소유형태별로 보면 어촌계 소유어장(17.9㎡)이 개인 소유어장(59.2㎡)보다 유의적으로 작게 나타났다.

관리사의 용도 조사결과 42.7%가 창고용도로 이용하고 있었으며 28.3%가 주거용으로 21.3%가 휴게소 용도로 사용하고 있고 7.7%가 사무실 및 기타 용도로 사용하고 있었다.

### 3) 냉동창고 이용실태

사료보관용 냉동창고 보유율은 86.4%로 대부분 개별로 소유하고 있는 것으로 나타났으며 냉동창고를 가두리에 두는 경우가 59.3%로 반 이상을 차지하였으며 가두리 인근 육지에 두는 경우가 30.5%, 집이나 집근처에 두는 경우가 8.2%를 차지하였다. 1어가당 냉동창고 평균면적은 28.7㎡로 해상가두리 평균시설면적의 4.0%를 차지하며 사육면적별로는 1ha 이상 대규모 양식장의 냉동창고 평균면적(59.0㎡)이 유의적으로 가장 크게 조사되었다.

#### 나. 쓰레기 발생량 및 처리실태 조사

해상가두리에서 가장 많이 발생하는 쓰레기는 사료포대로서 72%를 차지하였고 그 다음은 어류폐사체로 29%를 차지하였으며 생활 쓰레기보다는 어업활동으로 인한 쓰레기가 더 많은 것으로 조사되었다. 해상가두리에서 발생하는 1일 쓰레기량은 한 어가당 평균 1.5~2kg이 배출되어 2005년 기준 우리나라 국민 1인당 1일 쓰레기 배출량 0.99kg보다 많은 것으로 조사되었다.

해상가두리양식장에서 발생하는 쓰레기의 처리방법은 육상수거가 55%로 가장 많았으며 가두리 자체소각은 39%로 나타났다. 그러나 응답자의 76.5%가 도서지역 주민으로 육상수거의 비실효성을 고려해 볼 때, 실제 소각처리비율은 더 높을 것으로 추정된다. 취사행위 등으로 발생하는 음식물 쓰레기는 48%가 육상수거장소에서 처리하고 일부는 해안가 또는 해상에 투기하고 있는 것으로 조사되었으며 기타 의견으로는 개, 고양이의 사료로 활용하는 것으로 조사되었다.

#### 다. 해상가두리양식장 거주인원 및 가축량 조사

해상가두리양식장 주거율 조사시 주야간 상시거주는 45.5%로 거주하지 않는 경우보다 많아 주거로 인한 각종 생활쓰레기 및 분변 등이 발생되고 있음을 알 수 있었고, 사육면적이 클수록 상시거주인원이 유의적으로 많게 조사되었다.

과반수이상인 59.3%가 연중 가두리에서 거주하고 있었으며, 상시거주의 가장 큰 이유는 도난 및 시설물 파손 방지였으며 두 번째는 가두리 관리의 효율성을 위한 것이었고 거주인원은 평균 2명 정도가 거주하는 것으로 파악되었다.



해상가두리에서 가축을 기르지 않는 어장이 62.5%로 조사되었으며 사육하는 경우 평균 마리수는 0.35마리로 개가 가장 많았고 고양이가 다음을 차지하였다. 가축을 사육하는 주 이유는 사육어류의 도난방지였으며, 이외에도 상시거주자의 안전과 새, 수달, 쥐 등으로부터 사육어류 보호 등이 있어 가축사육 이유가 상시거주 이유와 동일한 결과로 조사되었다.

#### 라. 사료 및 항생제 사용량 조사

치어기 배합사료 전량 사용어장은 46%이며 배합사료를 더 많이 쓰는 어장이 35%로 나타나 치어기에는 생사료보다 배합사료를 주로 선호하고 있었다. 그러나, 성어기에는 치어기와 반대로 생사료를 더 많이 쓴다는 응답이 42.5%로 가장 많았으며 전량 생사료를 사용한다는 응답도 33.5%로 조사되었다.

어종별로 살펴보면, 조피볼락을 주로 사육하는 어장은 생사료 선호 비율이 85.7%로 전체 생사료 선호 비율인 76%보다 높게 나타났으며, 돔류를 주로 양식하는 어가에서는 생사료의 선호도가 56.9%로 조피볼락보다 낮게 나타났으며 전량 배합사료를 사용하는 경우도 36.2%로 비교적 높게 조사되었다.

해상가두리양식장 한 어가당 연간 평균 288.7톤의 생사료와 57.1톤의 배합사료를 사용하는 것으로 나타났으며 급이형태 또한 MP(Moisture pellet) 사료 형태로 제작하여 급이하는 어장이 44.0%로 가장 많았으며 생사료를 가공없이 원형대로 공급하는 어장이 37.5%를 차지하였다.

정부에서 2004년부터 추진하고 있는 친환경 배합사료지원사업에 대하여 잘 알고 있는 경우가 44%, 조금 알고 있는 경우가 46%로 대부분 어업인들이 배합사료지원사업에 대해 인식하고 있는 것으로 조사되었다. 특히, 설문조사 대상자중 친환경 배합사료 지원사업에 참여하고 있는 어가는 17.5%였으며 일부 참여하고 있는 어가도 24%를 차지하였다. 그러나 배합사료의 품질이 향상될 시 향후 참여하겠다고 답한 경우가 21.5%였으며 배합사료에 대한 불신으로 참여의사가 없는 경우가 35.5%를 차지하는 것으로 보아 배합사료에 대한 어업인의 불신이 상당한 것으로 나타났다.

해상가두리 한 어장당 연간 항생제 사용량은 평균 139.8kg이었으며 통영시 전 해상가두리어장에 사용되는 항생제로 환산 추정하면 71,158kg으로 이는 2004년 기준 우리나라 전체 수산용 약품 판매량인 217,565kg(국립수의과학검역원, 2005)의 32.7%에 해당하는 수치이다.

#### 마. 어류 폐사체 발생현황 조사

최근 3년간 사육어류 폐사원인을 복수응답으로 조사하였다. 본 조사결과 질병에 의한 폐사가 42.3%로 가장 많았고 다음으로 자연폐사가 19.9%, 태풍 및 해황악화로 인한 폐사가 14.7%, 겨울철 저수온으로 인한 폐사가 11.7%를 차지하였다.

사육어류의 입식 후 판매까지 생존율을 조사한 결과 66.5%가 50~80%의 생존율을 보인다고 하였고 80%이상의 생존율을 보인다고 답한 경우도 18.5%로 평균 생존율은 약 70%내외인 것으로 추정된다.

어류 사육시 소량 폐사하는 경우 처리방법은 47%가 해상 투기하는 것으로 나타났다으며 모아서 육지에 매몰하는 경우가 42.5%로 나타났다. 이는 전체의 절반에 해당하는 어업인들이 어류 폐사체를 상시 바다에 그대로 버리고 있는 것으로 조사되었다.

## 2. 해상가두리양식장 오염실태 및 경영분석

### 가. 사료종류별 잔이량 예측 및 가두리양식장 오염실태

#### 1) 사료종류별 가두리오염실태

생사료 어장의 저질 퇴적물 조사결과 해상가두리 10m이내에서는 산취발성황화물(AVS)이 1.39~1.41mg/g이며, COD 44.34 ~62.58mg/ℓ 였으나, 해상가두리로부터 40m 떨어진 지점에서는 산취발성황화물(AVS) 0.27mg/g, COD 29.14mg/ℓ 로 조사되어 해상가두리양식장으로부터 거리별로 오염도가 낮아지는 것으로 조사되었다.

배합사료 어장의 경우 해상가두리 10m이내에서는 산취발성황화물(AVS) 0.45~0.55mg/g, COD 34.64~ 38.99mg/ℓ 였으나, 해상가두리로부터 40~60m 떨어진 지점에서는 산취발성황화물(AVS) 0.22~0.24mg/g, COD 21.02~ 22.02mg/ℓ 로 조사되어 해상가두리양식장으로부터 거리별로 오염도가 낮은 것으로 조사되었다.

생사료 어장과 배합사료 어장의 조사결과 비교시 생사료 어장에서 산취발성황화물(AVS) 0.22~1.41mg/g(평균 0.93mg/g), COD 21.20~62.58mg/ℓ(평균 41.33mg/ℓ), 산화환원전위(ORP) -204~-393mV(평균 -309mV)로 조사된 반면, 배합사료 어장에서는 산취발성황화물(AVS) 0.24~0.55mg/g(평균 0.42mg/g), COD 21.02~38.99mg/ℓ(평균 31.59mg/ℓ), 산화환원전위(ORP) -202~-369mV(평균 -314mV)로 조사되어 배합사료 어장이 생사료 사용어장보다 오염이 덜 된 것으로 조사되었다.

그러나, 해상가두리로부터 40m 떨어진 지점에서는 생사료 사용어장과 배합사료 사용어장의 조사수치에 별다른 차이가 없었으며, 60m 거리에서는 동일한 수치를 나타내는 것으로 조사되었다.

## 2) 사료잔이량 퇴적물 조사

통영시 산양읍 풍화리 생사료 사용어장의 사료 잔이량 퇴적물 조사결과는 산취발성황화물(AVS)이 0.35~0.62mg/g(평균 0.45mg/g)으로 통영시 도산면 수월리 배합사료 사용어장의 산취발성황화물(AVS) 0.00~0.34mg/g(평균 0.07mg/g)에 비해 높게 나타나 생사료 사용어장이 배합사료 사용어장보다 사료잔이량 및 오염도가 높은 것으로 조사되었다. 특히, 생사료 사용어장의 경우 20m 이상 거리지점에서도 비교적 높은 수치를 나타내어 사료허실로 인한 오염도가 높은 것을 알 수 있었다.

### 나. 친환경 해상가두리양식장 경영비 분석

관리사 유무별, 사료별(생사료 및 배합사료) 그리고 양식어장 규모별로 8개 조사구를 선정하여 총 16개 양식어가(조사구별 2개소 선정)에 대하여 경영비 분석을 하였으며, 각 항목별 분석결과는 다음과 같다.

#### 1) 사료비

어장 면적이 0.5ha미만이고, 관리사가 없으면서 배합사료를 사용할 경우 사료비가 가장 낮았다. 특히, 배합사료를 사용하거나 관리사가 없거나 어장면적이 0.5ha미만인 경우가 그 반대의 경우보다 사료비가 저렴하였으며 관리사가 없으며 어장면적이 0.5ha미만일 경우 그렇지 않은 경우보다 저렴한 것으로 조사되었다. 또한 배합사료 사용어장의 평균 사료비율은 0.46로 배합사료와 생사료를 혼합, 사용하는 어장의 평균 사료비율 0.56 보다 낮게 조사되었으며, 어장면적이 0.5ha미만이고, 관리사가 없으면서 배합사료를 사용할 경우 사료비율이 0.39로 가장 낮았다.

## 2) 총비용과 총수익

배합사료를 사용어장의 총비용 평균은 262,264,563원으로 배합사료와 생사료를 혼합 사용하는 어장의 388,058,031원 보다 낮게 조사되었다. 또한, 관리사가 있는 어장의 총비용 평균은 453,485,281원으로 조사되어 관리사가 없는 경우(196,837,313원)보다 높게 조사되었다. 어장면적이 0.5ha이상인 경우에는 449,464,000원으로 어장면적이 0.5ha미만의 경우(200,858,594원)보다 높게 조사되었다.

총수익의 경우, 배합사료와 생사료를 혼용하는 어장의 총수익 평균은 282,950,200원으로 배합사료를 사용하는 어장의 268,512,500원 보다 높게 조사되었다. 또한, 관리사가 있는 경우의 총수익 평균은 426,262,500원인 반면에 관리사가 없는 경우의 총수익 평균 25,200,200원 보다 높았다. 어장면적이 0.5ha이상인 경우 평균 사료비는 379,850,000원으로 어장면적이 0.5ha미만의 경우 171,612,700원 보다 높게 조사되어 어장면적이 0.5ha이상이고, 관리사가 있으면서 생사료를 사용할 경우 총수익이 가장 높았다.

## 3) 순이익

배합사료와 생사료를 혼용하는 어장의 순이익 평균은 -105,107,831원으로 배합사료를 사용하는 어장의 6,247,938원 보다 낮으며, 관리사가 있는 경우의 순이익 평균은 -27,222,781원인 반면에 관리사가 없는 경우의 -71,637,113원 보다 손실폭이 적었다. 또한 어장면적이 0.5ha이상인 경우 순이익 평균은 -69,614,000원으로 어장면적이 0.5ha미만의 경우 -29,245,894원 보다 손실폭이 높아 어장 면적이 0.5ha미만이고, 관리사가 있으면서 배합사료를 사용할 경우 순이익이 가장 높게 조사되었다.

## 4) 이익률

배합사료와 생사료를 혼용하는 어장의 이익률 평균은 -1.01로 배합사료를 사용하는 어장의 -0.17보다 낮게 조사되었으며, 관리사가 있는 경우의 이익률 평균은 -0.11로 관리사가 없는 경우의 -1.06보다 손실률이 적게 조사되었다.

특히, 어장면적이 0.5ha이상인 경우 이익률 평균은 -0.32로 어장면적이 0.5ha미만의 경우 -0.84보다 손실률이 적게 조사되었으며, 어장 면적이 0.5ha미만이고, 관리사가 있으면서 배합사료를 사용할 경우 이익률이 가장 높았다.

## 다. 사료별, 어종별 어류성장도 분석

### 1) 생사료 사용어장의 어체 성장도

생사료 사용어장의 조피볼락 성장도 조사결과 3년산(28개월 양식)은 전장 22.1~32.7cm(평균 28.65cm), 중량 220.0~620.0g(평균 384.1g)이었고, 2년산(16개월 양식)은 전장 18.5~27.5cm(평균 22.8cm), 중량 112.0~360.0g(평균 223.9g)였으며, 1년산(4개월 양식)은 9.1~14.0cm(평균 10.5cm), 중량 15.0~50.1g(평균 19.8g)으로 조사되었다. 참돔 생사료 사용어장의 성장도 조사에서는 3년산(28개월 양식)이 전장 33.0~42.0cm(평균 38.3cm), 중량 670.0~1,230.0g(평균 985.5g)이었고, 2년산(16개월 양식)은 전장 20.9~29.0cm(평균 24.6cm), 중량 200.0~430.0g(평균 277.9g)였으며, 1년산(4개월 양식)은 전장 14.0~20.5cm(평균 17.5cm), 중량 53.0~210.0g(평균 129.9g)로 조사되었다.

### 2) 배합사료 사용어장의 어체 성장도

배합사료 사용어장의 조피볼락 성장도 조사결과 3년산(28개월 양식)은 전장 24.5~32.7cm(평균 28.6cm), 중량 250.0~490.0g(평균 365.8g)이었고, 2년산(18개월 양식)은 전장 19.0~26.4cm(평균 21.9cm), 중량 115.0~370.0g(평균 194.9g)였으며, 1년산(4개월 양식)은 전장 7.5~14.2cm(평균 9.8cm), 중량 7.9~51.4g(평균 12.4g)으로 조사되었다. 참돔 성장도 조사결과 3년산(28개월 양식)은 전장 28.4~36.5cm(평균 32.5cm), 중량 620.0~950.0g(평균 760.5g)이었고, 2년산(16개월 양식)은 전장 23.3~28.5cm(평균 26.0cm), 중량 210.0~410.0g(평균 334.1g)였으며, 1년산(4개월 양식)은 전장 13.0~17.5cm(평균 16.0cm), 중량 40.0~103.0g(평균 79.4g)으로 조사되었다.

### 3) 어체성장도 분석

생사료와 배합사료 사용어가의 성장도 비교시 생사료 사용어가가 배합사료 사용어가에 비해 참돔 2년산을 제외한 전 개체에서 성장이 양호한 것으로 조사되었다. 특히, 조피볼락 2년산의 경우 생사료 사용어장의 평균체장이 22.8cm로 배합사료 사용어장 21.9cm와 비교하여 큰 차이를 보이지 않으나, 평균체중에서는 생사료 사용어장이 223.9g으로서 배합사료 사용어장 194.9g와 큰 성장도 차이를 보이고 있었다. 이러한 성장도 차이는 조피볼락 2년산 뿐만 아니라 1년산, 3년산에서도 공히 같은 현상을 보이고 있었다.

### 3. 해상가두리양식장 사육환경평가

#### 가. 사료 종류, 관리사 유무별 질병 발생 경향 조사

##### 1) 3월

저수온기의 사료종류 및 관리사 유무별 질병 발생 경향을 조사한 결과, 조피볼락에서는 림포시스티스, 아가미빈혈, 아가미의 이물질과다 증상을 나타내었으며 아가미흡충이 16.7~30%, 체표의 칼리구스충이 10% 감염되어 있었다. 생사료 투여구에서는 아가미흡충 감염율이 0~20%, 배합사료 투여구에서는 16.7~30%로 큰 차이는 없는 것으로 나타났으며 양 구간 모두 세균과 바이러스는 검출되지 않아 생사료와 배합사료 투여구간의 질병발생의 차이는 미약한 것으로 나타났다. 참돔은 전반적으로 녹간, 장충혈, 간울혈, 간빈혈, 복수 등의 증상을 나타내었으며 아가미흡충 감염율이 10~50%였다. 돔류는 온수성 어종으로 수온이 15℃이하의 저수온기에는 간녹변(녹간현상)을 나타내었으며, 아가미흡충율은 생사료구에서 33~50%, 배합사료구에서는 10%로 생사료 투여구에서 다소 높은 감염율을 보였으며 세균과 바이러스는 검출되지 않아, 관리사 유무에 따른 질병감염의 뚜렷한 차이는 확인할 수 없었다.

##### 2) 6월

조피볼락은 림포시스티스 증상 외에 특이한 외부증상은 없었으며, 클라벨라충, 베네데니아충, 아가미흡충에 감염되어 있었으며, 생사료구에서는 아가미흡충 20%, 클라벨라충 10%, 베네데니아충 20%, 배합사료구에서는 아가미흡충 10~33%, 베네데니아 10~33%로 배합사료구에서 다소 높은 기생충 감염율을 나타내었으나 개체에 따른 차이로 생각될 수 있었으며 양 실험구 모두 세균과 바이러스는 검출되지 않았다.

참돔은 전반적으로 약한 간녹변(녹간현상), 체표궤양, 간위축, 아가미빈혈 등의 증상을 나타내었으며 이러한 현상은 저수온기 생리기능저하에 의한 증상으로 판단되었으며, 생사료의 아가미흡충 감염율은 33%, 배합사료구는 50~66%로 배합사료구 아가미흡충 감염율이 다소 높은 것으로 나타났다. 이외 양 시험양식장 모두 세균과 바이러스성 질병은 검출되지 않아 관리사의 유무에 따른 질병감염의 뚜렷한 차이는 확인하기 어려웠다.

### 3) 9월

전반적으로 조피볼락에서 내장충혈, 간울혈, 복부함몰 증상을 나타내었으며 아가미흡충이 감염되어 있었다. 실험구별 조피볼락 질병발생 경향을 보면, 생사료 투여구에서는 아가미흡충 감염이 확인되지 않았으며, 배합사료 투여구에서는 50%의 아가미흡충 감염이 확인되어, 배합사료구가 생사료구에 비해 아가미흡충 감염율이 높은 것으로 나타났다. 돔류는 생사료구에서 아가미빈혈, 점액과다, 간충혈 등의 증상을 나타내었으나 병원체의 검출은 없었으며, 배합사료구에서 간울혈, 아가미빈혈, 간녹변, 아가미부식 등의 증상을 나타내었으며 아가미흡충이 50.0~66.6%의 감염율을 나타내었다.

### 4) 12월

전반적으로 조피볼락은 외부 질병증상은 없었으나 아가미흡충 33.3%, 칼리구스충 33.3~100% 감염되었다. 생사료구에서는 아가미흡충이 33.3%, 칼리구스충 33.3%였으며, 배합사료구에서는 칼리구스충이 66.6~100%로 감염되어 있어 배합사료구에서 기생충 감염율이 다소 높은 것으로 조사되었으나, 채집시 개체의 차이로 인한 결과로 추정할 수 있었으며, 각 시험구에서 모두 세균과 바이러스는 검출되지 않았다.

### 나. 어류 건강도 평가

적혈구 헤마토크리트 값은 조피볼락에서 저수온기인 3월과 수온하강기인 12월에 생사료 투여구가 배합사료 투여구에 비해 다소 높은 값을 나타내었다. 수온상승기인 6월에는 양구간의 차이가 없었으나, 고수온기인 9월에는 생사료 투여구가 배합사료구에 비해 낮은 헤마토크리트 값을 나타내어, 이러한 결과는 3월에 조피볼락 아가미흡충 감염율이 배합사료구가 생사료구에 비해 높아 아가미흡충 감염에 의해 헤마토크리트 값이 낮아진 것으로 추정되었다. 혈액 총단백은 저수온기인 3월에는 생사료 투여구에서 다소 높았으나, 6, 9, 12월에는 양식장별 특이한 차이가 없는 것으로 나타났다.

참돔의 조혈기능과 관련된 헤마토크리트값은 저수온기인 3월에 관리사가 없는 양식장이 관리사가 있는 양식장에 비해 높은 것으로 나타났으나, 6, 9, 12월에는 양식장별로 특이한 차이를 나타내지 않았다. 가두리 양식장 투여 사료별, 관리사 유무에 따른 참돔 혈장의 총단백은 시험구별로 시기별로 뚜렷한 차이가 없는 것으로 나타났다.

저수온기인 3월에 관리사가 없는 양식장의 참돔 헤마토크리트 값은 관리사가 있는 양식장에 비해 높은 것으로 나타났으며, 다른 기간에는 양식장별 특이한 차이를 확인할 수 없었다. 혈액 중 총단백질은 저수온기인 3월에 참돔은 관리사가 없는 양식장이 관리사가 있는 양식장에 비해 높게 나타났으며, 수온하강기인 12월에는 관리사가 있는 양식장이 관리사가 없는 양식장의 조피볼락에 비해 혈중 총단백값이 다소 높은 것으로 나타났으나 특이한 경향의 차이는 파악하기 어려웠다.



## V. 고찰 및 정책방향

우리나라는 그동안 기르는 어업육성책을 펼치면서 양적증산을 가져오는 결과를 초래하였고, 이로 인해 전국적으로 해상가두리양식장의 면적 확대는 물론 지역별로 무분별한 불법양식시설이 자행되고 있는 실정이다. 작금에 와서 국민들의 먹거리에 대한 안전의식이 높아짐에 따라 앞으로 해상가두리에서 생산되는 양식어류에 대한 비판의식은 더욱 높아질 것으로 생각되며, 양식정책방안도 이러한 시대흐름에 맞추어 시급하게 검토, 준비되어져야 할 것으로 사료되며, 본 연구를 통하여 문제점으로 도출된 사안에 대하여 몇 가지 정책방안을 제시하고자 한다.

### 1. 해상가두리양식장 무인카메라(CCTV) 설치 지원사업 조기도입

해상가두리내 관리사를 설치하는 주된 이유는 사육어류의 도난방지과 효율적인 관리가 목적이거나 관리사를 설치함으로써 어장에서 발생하는 생활 쓰레기, 음식물 찌꺼기, 가축사육 및 세제 등은 부수적으로 어장환경오염을 가속화 시키는 결과를 초래하고 있다. 현재 통영관내 일부 어장에서는 무인감시카메라를 설치, 운용함으로써 해상가두리 내에 사람이 거주하지 않고 집에서 컴퓨터를 통하여 어장관리를 하는 선진적인 사례를 볼 수 있다. 그러나, CCTV 설치시 부가되는 고비용(1ha당 20,000천원)을 고려해 볼 때, 개인어장별로 설치하기는 어려움이 있어, 어촌계별로 광역화하여 공동관리하는 방안과 몇 개 어장을 권역화하여 관리하는 두 가지 방법을 모색할 수 있을 것이다. 따라서 수산발전기금사업에 “해상가두리양식장 무인카메라 설치사업”을 신설하여 지원할 수 있는 방안이 강구되어야 할 것으로 사료된다.

### 2. 환경친화형 배합사료 지원사업확대

해상가두리양식장내 시설되어 있는 냉동창고는 대부분 어장에서 생사료를 사용하기 때문에 필요하나 향후 양식수산물 안전성과 어장환경오염을 줄이기 위해서 배합사료 정책을 활성화시킨다면 자연적으로 냉동창고 보유어가는 현저히 줄어들 것으로 사료된다. 그러나, 현재 국내에서 생산되는 배합사료의 질적 문제와

배합사료지원사업의 상대적인 낮은 지원비율로 인해 희망 어업인은 저조한 실정이며, 선진국 특히 유럽수준으로 배합사료 사료계수(1이하 유지)를 낮추고 소화능력(배합사료 80%이상)을 향상시킨다면 생사료를 사용하지 않고서도 배합사료만으로도 충분히 어류를 적정기간 내에 성육시키므로 어업경비절약에 의한 경영소득증가와 환경오염 저감이라는 두 가지 성과를 거둘 수 있을 것으로 판단된다.

### 3. 해상가두리 쓰레기 처리 및 어류 폐사체 적정처리 관리체계(법규) 정비

해상가두리양식장은 어업 특성상 도서지역에 많이 위치(72.2%)하고 있으나 도서지역은 대부분 폐기물관리법상 관리제외지역으로 분류되어 폐기물처리대책의 사각지대에 놓여 있다. 따라서 배합사료 및 어업용 자재를 생산하는 사료업체와 어구생산업체 등 생산자 책임을 강화함은 물론, 어업인들로 하여금 쓰레기 배출자로서의 책임과 의무를 강화하고 지자체는 이를 수거(청소운반선 운영), 관리, 감시하는 관리체계를 갖추어야 할 것이다.

사료포대는 그 재질이 다양할 뿐 아니라 재활용이 힘든 비닐코팅재질도 포함되어 있다. 특히 사료포대의 개당 무게로 전국 해상가두리에서 연간 배출되는 사료포대를 추정해보면 배합사료포대 1천여톤, 생사료 비닐포대 2천여톤으로 추산될 수 있다. 이는 연간 발생하는 폐 스티로폼의 양과 맞먹는 수치로 조속한 시일 내 배합사료 포대 및 생사료 포대 그리고 사용어구에도 포괄적 생산자책임재활용제도(EPR)의 하나인 제품판매업자 회수의무제도를 도입시켜야 할 것이다.

이에 앞서 현재 재활용이 어려운 내부 비닐코팅재질의 포대 생산을 금지시키고 LDPE 단일재질의 포장재나, 종이와 LDPE 만 있는 재질 포대만 생산 가능하도록 하여 재활용이 가능토록 하는 것이 무엇보다 중요하며, 농림부에서 시행하고 있는 농업용 폐비닐 수거보상비(농림부 2004, 농업용폐비닐수거보상비정책)나 빈농약병 수거사업(한국환경자원공사사업)과 유사한 수거사업도 적극적으로 검토해 볼만하다.

### 4. 백신지원 보조금사업 조기도입 및 확대

수산용 항생제는 대부분의 어류양식장에서 질병치료를 위해 사용하고 있으나 치료목적외의 사용되는 사례 또한 35%에 이르고 있어 어업인들의 자가진단에 의

한 약품 오남용이 빈번히 발생되고 있음을 알 수 있었다. 이러한 항생제의 사용량을 줄이기 위해서는 어종에 맞는 백신개발과 동시에 사용어가에 대한 백신보조금 지원사업을 확대, 시행함으로서 근원적인 항생제사용억제로 수산물 안전성 문제가 해결될 것으로 기대된다. 노르웨이에서는 1994년 연어 약 220,000톤을 생산하면서 최고 50,000kg의 항생제를 사용하였으나, 근년에 들어 항생제사용을 줄이기 위해 백신접종을 실시한 후 연간 항생제 사용량이 10,000kg이하로 감소한 사례를 볼 수 있다. 이에 반해 우리나라에서는 2004년 총 어류생산량 63,698톤을 생산하면서 항생제를 217,565kg을 사용함으로서 유럽에 비해 동일 생산량 대비 15배정도의 사용량을 사용한 바 있어 조속한 대책마련이 요구된다.

## 5. 사료사용량 쿼터제 도입 검토

우리나라 해상가두리양식장은 어장 특성상 대부분 만을 중심으로 시설되어 있어 양식생물의 배설물이나 사료 찌꺼기 등이 외양으로 확산되지 못하고 인근해역에 축적되는 지리적 여건을 가지고 있다. 이는 같은 장소에서 반복적으로 양식이 이루어 질 경우 퇴적물(침적물)에 의해 자정력을 상실하여 어류양식장 자가오염을 부추기는 결과를 초래할 수 있다. 특히 미섭이율을 줄일 경우 고형물 침강량 감소로 저질오염도는 극감할 것으로 추정하고 있다.

또한, 현재 수산업법에는 어업방법과 시설량에 대해서만 규정하고 있고, 사육기준에 대해서는 해양수산부 고시 해양수산분야 재난복구비용 산정기준중 해수면 어종의 표준사육기준(해상가두리 5×5m×깊이5m/대)으로 품종별 사육기준을 제시하고 있으나 법적인 의무사항이 아니므로 사실상 실효성은 없는 실정이다.

따라서, 현실적으로 사육어종에 대하여는 규제가 불가능하므로 금후 어장환경 수용량 측면에서 ha당 사료사용량 쿼터제를 시행하다면 사료허실에 의한 어장환경 오염방지 및 경쟁력 제고는 물론 적정생산량 간접적 조절에 따른 대량생산에 의한 어가하락이 개선될 것으로 사료된다.

# SUMMARY

## **I . Title**

The Plan of Eco-friendly Management of Net-cage Aquafarm

## **II . Objective and Necessity**

Since the last several decades, marine aquaculture has been encouraged and developed for the sake of provision, reservation and security from food shortage in nation. Recently, due to environmental pollution and lack of social sanitary program, the food contamination has become a frequent public concern. In addition the increase of the fisheries import has led the management strategy of Korean aquaculture from the production increase to the quality control of aquaculture products, which should be necessary in order to secure the global competitiveness.

The area of net-cage aquafarm is 1,211ha, however considering the additional area for the residence and refrigerator, the occupied area for farms should be increased reaching a number of ha. These additional facilities are the potential sources for contamination such as household garbage, remnants of feed and etc. Therefore, it is a necessity to estimate the total amount of the discharge and to prepare the effective management plan for reduction of net-cage aquafarm.

On the matter of eco-friendly management, water-bone pollution from excessive feed is one of the significant problems available for control. The current projects for more effective feed are shunned by cultural fishermen due to its low digestive efficiency and high price. Therefore, it is urgent to control the additional discharge from farms to secure the environment for consecutive farming and food sanitary for public health.

This research was designed to investigate the current status of pollutant discharge from net-cage aquafarm and to seek proper measuring plan for the reduction of pollutant discharge. For these, we conducted and evaluated the benthic environment for contamination and health status of cultured fishes depending on feeding types, presence of residential facilities and scale of farms. We developed a model for the eco-friendly management of net-cage aquafarm.

### **III. Contents**

#### 1. Pollution source in net-cage aquafarm

##### (1) Utilization of residence facilities and freezer storage facilities

For development of the most effective plan for management of additional discharge from aquafarm, the presence of residence facilities and storage facilities refrigeration were investigated on whole 509 fishermen of net-cage aquafarm in Tongyeong city.

##### (2) Discharge amount and disposal of waste

The current status of disposal method was randomly investigated on 200 fishermen of net-cage aquafarm in Tongyeong city.

##### (3) Residence and livestock

The current number of residents and livestock was, at random, investigated on 200 fishermen of net-cage aquafarm in Tongyeong city.

##### (4) The amount of feed and antibiotics

The current status of types and amount of antibiotics and feed were, at random, investigated on 200 fishermen of net-cage aquafarm in Tongyeong city.

##### (5) Fish mortality

For the reduction of potential source for contamination from malicious

abandonment of dead fishes, the presence processing way of dead fishes was, at random, investigated on 200 fishermen of net-cage aquafarm in Tongyeong city.

## 2. Environment pollution and business analysis

### (1) Estimation of residual feed and pollutional impact

#### 1) Water quality

In order to investigate the potential contamination depending of feed type, water quality around the net-cage aquafarm was investigated on variation of salinity, pH and nutrient at surface and bottom of the water-mass.

#### 2) Sediment quality

Scuba-diving investigation was also made for marine sediment beneath the farms on water content, ORP, AVS and COD to examine the potential pollution load depending on the feed type.

#### 3) Sedimentation rates of residual feed

In order to investigate the influence of residual feed on the sediment quality, the sedimentation rates of residual feed were measured at intervals of regular range, with sediment traps, for the prediction of diffusion range, residual amount of feed and weighted index of sediment contamination. The trapped sediments were analyzed for water content, AVS and COD, respectively.

### (2) Business analysis of eco-friendly net-cage aquafarm

#### 1) Comparison on management cost depending on residential facilities, feed types and farming scale

For 16 farms, management costs were comparatively analyzed, with 8 groups, depending on the presence of residential facilities, feeding types and scale of the farms. Analyzed items were cost of production (juvenile, feed, labor coast, equipment expenditure), total sale and profit etc.

## 2) Hypothesis of the research

The business analysis was performed under four premises like below:

1. Significant difference on profit and coast depending on feed type
2. Significant difference on profit and coast depending on presence of residential facility
3. Significant difference on profit and coast depending on the scale of farm
4. Significant difference on profit and coast depending on complex effect between, feed type, presence of residential facility and the scale of farm.

## (3) Analysis of growth rate depending on feed types and species

The growth rates of two species of cultured fish, rockfish and red sea bream, were comparatively investigated depending on feed types(n=12).

## 3. Evaluation of cultural condition of mariculture farm

### (1) Epidemic prevalence by feed type and presence of residential facility

Temporal outbreak of bacterial, parasitic and viral disease were investigated for the red sea bream and rock fish to investigate the correlation between the epidemic prevalence and presence of residential facility and feed types, the at the farms of Tongyeong coast.

### (2) Investigation for seawater and sediment quality

For the evaluation of farming condition, investigation was carried out on temperature, salinity, dissolved oxygen, nutrients ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$  and  $\text{PO}_4\text{-P}$ ), SS, COD in seawater and ORP, AVS and COD in sediment at each farm.

### (3) Investigation for cultural fish health

As an index for cultural fish's health, hematological indices were utilized.

## IV. Results

The average business scale of net-cage aquafarm was corresponded to 77.6% for small scale (0.36-0.5 ha) and 22.4% for larger scale aquafarm(>0.5 ha). The existence percentage of residence facilities was corresponded to 53.4% with 31.1 m<sup>2</sup> of unit area which accounted for 4.3% of total area. The purposes of the facilities were storage (42.7%), residence (21.3%), rest (7.7%). The average area of freezer storage facilities was corresponded to 28.7m<sup>2</sup> which accounted for 4.0% of total area. The average number of livestock were 0.35 animal per a farm. The annual amount of antibiotics was 139.8kg per a farm which was estimated to 71,158 kg in total amount of Tongyeong.

Bags for feed and fish mortality were 72 and 29% among rubbishes from the net-cage aquaculture grounds; the amount of fishery activities-originated rubbishes was larger than that of human life-originated ones. The residue of formula feed was smaller than that of raw feed, so net cage aquaculture grounds using formula feed was more polluted than grounds using raw feed. The pollution level within 20m of the grounds was almost the same, and the level was dropped by the distance from the grounds.

Depending on the feed type, the profit rate were significantly different. The mean profit rate of the farm feeding both fish meal and assorted meal (-1.01) was slightly lower than that of assorted only farm(-0.17). In case of farm area, the rate in >0.5 ha (-0.32) were significantly higher than that of <0.5 ha (-0.84).



# CONTENTS

<b>Chapter 1. Necessity of research</b>	29
Section 1. Necessity of research	29
1. Technical points	29
2. Economic and industrial points	29
3. Social and cultural points	30
Section 2. Status and problems on the research	31
Section 3. Future prospect	31
<b>Chapter 2. Objective and contents of research</b>	32
Section 1. Final objective	32
Section 2. Theme objective	32
1. Pollution source in net-cage aquafarm	32
2. Environment pollution and business analysis	32
3. Evaluation of cultural condition of mariculture farm	33
<b>Chapter 3. Material and Method</b>	34
Section 1. Pollution source in net-cage aquafarm	34
1. Utilization of residence facilities and freezer storage facilities	34
2. Discharge amount and disposal of waste	34
3. Residence and livestock	34
4. The amount of feed and antibiotics	35
5. Fish mortality	35
Section 2. Environment pollution and business analysis	36
1. Estimation of residual feed and pollutional impact	36
2. Business analysis of eco-friendly net-cage aquafarm	41
3. Analysis of growth rate depending on feed types and species	49

Section 3. Evaluation of cultural condition of mariculture farm	48
1. Epidemic prevalence by feed type and presence of residential facility	48
2. Investigation for seawater and sediment quality	48
3. Investigation for cultural fish health	49
<b>Chapter 4. Results</b>	<b>51</b>
Section 1. Pollution source in net-cage aquafarm	51
1. Utilization of residence facilities and freezer storage facilities	51
2. Discharge amount and disposal of waste	59
3. Residence and livestock	66
4. The amount of feed and antibiotics	74
5. Fish mortality	80
Section 2. Environment pollution and business analysis	84
1. Estimation of residual feed and polluttional impact	84
2. Business analysis of eco-friendly net-cage aquafarm	92
3. Analysis of growth rate depending on feed types and species	107
Section 3. Evaluation of cultural condition of mariculture farm	113
1. Epidemic prevalence by feed type and presence of residential facility	113
2. Investigation for seawater and sediment quality	117
3. Investigation for cultural fish health	121
<b>Chapter 5. Discussion</b>	<b>126</b>
<b>Chapter 6. policy proposal</b>	<b>157</b>
<b>Chapter 7. Reference</b>	<b>162</b>
Suplement Questionnaire	164

# 목 차

<b>제1장 연구개발의 필요성</b>	29
제1절 연구개발의 필요성	29
1. 기술적 측면	29
2. 경제·산업적 측면	29
3. 사회·문화적 측면	30
제2절 국내외 관련연구의 현황과 문제점	31
제3절 앞으로의 전망	31
<b>제2장 연구개발의 목표 및 내용</b>	32
제1절 최종목표	32
제2절 세부과제별 목표	32
1. 해상가두리양식장 오염원 현황조사	32
2. 해상가두리양식장 오염실태 및 경영분석	32
3. 해상가두리양식장 사육환경평가	33
<b>제3장 재료 및 방법</b>	34
제1절 해상가두리양식장 오염원 현황조사	34
1. 해상가두리양식장 관리자 및 냉동창고 사용실태조사	34
2. 쓰레기 발생량 및 처리실태조사	34
3. 해상가두리양식장 거주인원 및 가축량 조사	34
4. 사료 및 항생제 사용량 조사	35
5. 어류폐사체 발생현황 조사	35
제2절 해상가두리양식장 오염실태 및 경영분석	36
1. 사료종류별 잔이량 예측 및 가두리양식장 오염실태	36
2. 친환경 해상가두리양식장 경영비 분석	41
3. 사료별, 어종별 어류성장도 분석	49

제3절	해상가두리양식장 사육환경평가	48
1.	사료종류, 관리사 유무별 질병발생경향조사	48
2.	수질 및 저질환경조사	48
3.	어류 건강도 평가	49
<b>제4장</b>	<b>결과</b>	<b>51</b>
제1절	해상가두리양식장 오염원 현황조사	51
1.	해상가두리양식장 관리사 및 냉동창고 사용실태조사	51
2.	쓰레기 발생량 및 처리실태조사	59
3.	해상가두리양식장 거주인원 및 가축량 조사	66
4.	사료 및 항생제 사용량 조사	74
5.	어류폐사체 발생현황 조사	80
제2절	해상가두리양식장 오염실태 및 경영분석	84
1.	사료종류별 잔이량 예측 및 가두리양식장 오염실태	84
2.	친환경 해상가두리양식장 경영비 분석	92
3.	사료별, 어종별 어류성장도 분석	107
제3절	해상가두리양식장 사육환경평가	113
1.	사료종류, 관리사 유무별 질병발생경향조사	113
2.	수질 및 저질환경조사	117
3.	어류 건강도 평가	121
<b>제5장</b>	<b>고찰</b>	<b>126</b>
<b>제6장</b>	<b>정책제안</b>	<b>157</b>
<b>제7장</b>	<b>참고문헌</b>	<b>162</b>
부록	해상가두리양식장 관리사 및 냉동창고 사용실태 조사표	164
	친환경 해상가두리양식장 관리방안에 관한 설문서	165

# 제 1 장. 연구개발의 필요성

## 제 1 절. 연구개발의 필요성

### 1. 기술적 측면

지난 수십년간 국민의 먹거리 충족과 식량안보차원에서 어류양식산업은 꾸준히 장려되어 증산위주의 성장을 이루어왔다. 그러나 최근 우리나라에서도 각종 환경오염과 식품의 안전성 문제가 이슈화되면서 식품 오염문제가 빈번하게 사회 문제화되고 있다. 뿐만 아니라, 수입수산물의 양이 매년 늘고 있어, 이제는 양적인 생산증대보다는 질적으로 우수하고 안전함은 물론 해양환경과 양식생물 그리고 인간에 이르기까지 모든 구성요소에 친환경적인 수산물을 생산하지 않고서는 경쟁력 있는 수산업으로 자리매김하기가 어려운 실정에 있다. 따라서 해상가두리 어류양식업에도 환경적으로 건전하고 지속가능한 이용과 개발(ESSD) 개념이 도입될 시기에 이르렀다.

현재 우리나라 해상가두리 양식장은 전국 약 1,211ha가 운영되고 있으며, 가두리에서의 작업 및 도난방지를 위한 관리사, 냉동창고 등 부수시설 면적도 수십 ha에 이를 것으로 추정되고 있다. 그러나, 이들 부수시설로 인한 환경오염인자와 해상가두리양식장에서 배출되는 생활쓰레기, 어류 폐사체 및 사료 찌꺼기 등 해양환경 오염원에 대한 정확한 배출실태조사 조차 이루어지지 않고 있으며, 오염을 근원적으로 줄이기 위한 효율적인 관리방안 또한 마련되어 있지 못한 실정이다.

뿐만 아니라, 해상가두리 자가오염 문제를 해결하기 위한 고효율 배합사료의 연구 개발은 현재 진행 중이나, 어업인의 호응도는 저조한 실정이며, 해상 도난방지 시설 개발, 배출쓰레기 수거 및 처리 기술개발 대책은 전혀 없는 상황으로 친환경적 양식과 수산식품의 안전을 위해서도 우선적으로 해결되어야 할 사안이다.

### 2. 경제·산업적 측면

국내 양식산업은 물가 및 인건비 상승에 따른 대내적인 경영압박과 경기침체에 따른 판매둔화현상과 무역자유화에 따른 활어 수입량 증가와 같은 대외적인 가격

압박 등으로 총체적인 어려움을 겪고 있다. 세계 수산물 시장의 자유화로 활어 교역량이 크게 증가하고 있으나, 활어 수출액은 2001년 73,490천 달러에서 2004년 91,572천 달러로 18,082천 달러 증가한 반면 활어 수입액은 2001년 132,325천 달러에서 2004년 201,175천 달러로 68,850천 달러 증가하여 수입증가액이 수출증가액보다 약 4배에 가까운 수치를 보이고 있다. 특히 수입물량의 약 90%를 중국이 차지하고 있고 수입어종 또한 주로 민어, 농어, 뱀장어, 돔류 등으로 국내 어류양식 산업에 있어 가장 큰 영향을 미치고 있다.

앞으로 국내 수산물이 국제적으로 경쟁력을 가지기 위해서는 양적 생산증대보다는 질적으로 우수하고 안전한 어류생산에 주력하여야 하며 안전한 양식어류 생산의 기본은 자가오염의 가능성을 최우선적으로 방지하는 것이며 따라서, 자가오염의 종류와 양, 효율적 처리방법 제시는 양식산업 발전의 새로운 출발점이 될 것이다.

### 3. 사회·문화적 측면

세계 수산물 시장의 자유화에 따라 수산물 교역이 증가하고 있고, 각국은 수출 경쟁력 확보와 동시에 자국민에게 안전한 식생활을 제공하기 위하여 수산물의 안전성을 최우선시 하고 있어 보이지 않는 무역장벽으로 작용하고 있다.

국내적으로도 최근 도시화, 산업화, 과학기술의 발달로 과거 문제시 되지 못했던 내분비 교란물질, 항생제, 각종 발암물질 등 새로운 위해요소에 대한 소비자들의 인식이 높아지면서 수산물 위생관리의 개념은 바다에서부터 식탁에 이르기까지 모든 과정이 중요시되고 있다. 또한 남해안은 미 FDA 지정해역으로 수산물 수출의 전초기지 역할을 하고 있으나 최근 해상가두리로 인한 오염으로 2002년 수출중단 등의 어려움을 겪기도 하였으며, 2년마다 실시되는 미 FDA 실사시 매번 지적되는 사항이 관리사 설치와 이에 수반되는 쓰레기 및 오물 배출문제 등이 있으나, 근본적인 대책마련은 미흡한 실정이며, 체계적인 대응전략도 부족한 것이 사실이다. 안전한 수산물의 시발점인 바다에서부터 자가오염 완화와 친환경적 관리가 이루어져야만 소비자에게 안전한 수산물을 제공하고 국제적으로 경쟁력 있는 수산물 생산국으로서 자리매김할 수 있을 것이다.

## 제 2 절. 국내외 관련연구의 현황과 문제점

해상가두리 양식장이 운영되고 있는 국가는 우리나라를 비롯하여 중국, 일본, 노르웨이 등이 있으나 일본, 노르웨이는 배합사료의 개발 수준이 높고 가두리의 도난 사례가 거의 없어 해상 관리사가 없는 실정이며, 중국은 우리나라와 비슷한 관리방법을 사용하고 있는 것으로 파악된다.

중국의 경우 해상 관리사에 대한 연구가 현재까지 없는 실정이며 노르웨이, 일본 등에서는 어류분변 및 사료에 의한 자가오염 연구는 진행되어 왔으나 관리사에 의한 생활쓰레기 오염 연구는 전혀 없는 실정이다.

## 제 3 절. 앞으로의 전망

친환경적 해상가두리 관리방안이라 함은 “수산용의약품(항생제, 소독제)의 안전 사용기준을 준수하고 해상쓰레기의 적절한 처리는 물론 사료에 의한 환경오염을 최소화하는 등 환경을 보전하고 안전한 수산물을 생산하는 것을 말한다”로 정의할 수 있다.

이와 같이 해상가두리양식장의 자가오염 실태조사를 근간으로 오염저감을 위한 친환경적 해상가두리 관리시스템이 개발된다면 과학적이고 구체적인 해상가두리 관리방안이 제시될 수 있을 것이며, 인력축소 등을 통한 경영비 절감 또한 이루어질 수 있을 것으로 판단된다.

따라서, 친환경적 양식의 첫 단추를 끼움으로써 그동안 우려되어 왔던 수산식품의 안전성 제고와 HACCP 제도, 친환경 수산물 인증제도 마련에도 그 기준을 제시할 수 있을 것이며, 세계적인 수산물 수출 장벽인 수산물 안전문제도 해결할 수 있을 것으로 사료된다.

## 제 2 장. 연구개발의 목표 및 내용

### 제 1 절. 최종목표

안전하고 깨끗한 양식수산물 생산 정책수립을 위한 기초 자료의 일환으로 해상가두리양식장 오염원 실태 조사를 실시하여 저감방안을 모색하고, 해상가두리양식장의 사료별, 관리사 유무별, 어장 규모별로 자가 오염도(저층 환경), 경영성 분석 및 어류건강도 등을 평가함으로써 친환경 해상가두리양식장의 발전 모델을 제시하고자 한다.

### 제 2 절. 세부과제별 목표

#### 1. 해상가두리양식장 오염원 현황조사

현재 우리나라 연안에 산재해 있는 해상가두리양식장과 수십 ha에 달하고 있는 해상가두리 부대시설에 대한 환경오염도는 심각할 것으로 예상되나, 아직까지 정확한 실태조사가 이루어지지 않고 있으며 이에 대한 관리 또한 미비한 실정이다.

이에 해상가두리양식장에서 배출되는 생활쓰레기, 어류 폐사체 및 사료 찌꺼기 등의 해양환경오염원에 대한 실태조사를 실시하고 그 저감 방안을 마련함으로써, 안전하고 위생적인 어류양식생산을 위한 해상가두리양식장 관리방안의 정책방향을 제시하고자 한다.

#### 2. 해상가두리양식장 오염실태 및 경영분석

해상가두리양식의 시작된 이래 수십년간 연작에 의한 어장환경오염은 심각한 수준에 이르러 어류생산량 감소와 더불어 어류질병으로 인한 피해증가는 매년 늘고 있는 실정이다. 그러나, 해상가두리양식장의 자가 오염문제 해결을 위해 제시되고 있는 배합사료 개발(사용)은 성장지연과 같은 이유로 어업인으로 부터 크게 호응을 얻지 못하고 있는 실정이다.

이에 생사료와 배합사료 사용여가를 대상으로 해상가두리 해역 내 수·저질상



태 및 사료 잔이량 조사를 실시함으로써 사료별 환경오염 가중치를 평가함으로써 자가 어장의 효율적인 관리를 위한 인식전환의 기회를 제공하고, 사료별·어종별 성장도 및 경영비 분석을 통해 사료별 장단점을 분석함으로써 어업인들의 사료선택에 대한 정확한 비교 자료로서 새로운 경영모델마련을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

### 3. 해상가두리양식장 사육환경평가

최근 어류해상가두리 양식장 주변 환경은 점차적으로 양식장의 노후화와 양식장 밀집 등으로 인한 질병발생 빈도의 증가와 적조발생, 저수온현상, 고수온현상, 냉수대 출현, 빈산소 수괴형성 등의 이상 수온으로 인한 양식생물에 집단적인 대량폐사가 발생되고 있다. 이러한 이상수온은 자연현상으로 인위적으로 조절하기 매우 어려운 상황이다. 이러한 자연의 환경변화에 대처하기 위해서는 어류를 건강하게 키우면 폐사를 최소화할 수 있다고 판단하여 본 보고서에서는 양식장에 투입되고 있는 사료 종류, 투입량, 투입 방법들을 개선함으로써 인위적으로 양식장 주변의 오염을 최소화하기 위해 어류 성장을 위해 사용되는 생사료와 배합사료가 실질적으로 어류 해상가두리 양식장의 주변에 미치는 오염 부하량을 평가하고자 하였다. 양식장에서 사용하는 사료가 생사료인지 배합사료인지에 따른 사료종류, 관리사가 있는지 없는지의 관리사 유무별, 계절별 발생하는 질병 종류 및 발병 경향을 비교하고, 양식장의 수질 및 저질 환경을 조사하였으며, 각 사육환경별로 양식되고 있는 조피볼락, 참돔의 건강상태를 파악하기 위하여 계절별 혈액을 채취하여 생화학성분을 분석 비교하여 해상가두리 양식장의 사육환경을 평가하고자 하였다.

## 제 3 장. 재료 및 방법

### 제 1절. 해상가두리양식장 오염원 현황조사

#### 1. 해상가두리양식장 관리자 및 냉동창고 사용실태 조사

본 조사는 해상가두리양식장의 관리자 및 냉동창고의 사용실태 등을 조사하여 효율적이고 합리적인 해상가두리양식장의 관리방안을 모색하고자 경남 통영시 관내에서 해상가두리양식장을 경영하고 있는 전체 어업인 509명을 대상으로 10개 항목에 대하여 전수조사를 실시하였다. 실험결과에 대한 통계적인 유의성은 SPSS system을 이용하였고 Duncan's multiple range test로  $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

#### 2. 쓰레기 발생량 및 처리실태 조사

본 조사는 해상가두리양식을 하면서 발생하는 각종 부산물 및 쓰레기의 발생량과 처리방법을 조사하여 쓰레기의 적정처리 방안을 모색하는데 조사의 중점을 두었으며, 경남 통영시 관내에서 해상가두리양식장을 경영하고 있는 어업인 200명을 무작위로 선정하여 조사를 실시하였다. 실험결과에 대한 통계적인 유의성은 SPSS system을 이용하였고 Duncan's multiple range test로  $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

#### 3. 해상가두리양식장 거주인원 및 가축량 조사

본 조사는 해상가두리양식장을 경영하고 있는 어업인을 대상으로 가두리 관리사에 거주하고 있는 거주인원과 가축량을 조사하여 거주로 야기되는 해양오염 저감방안을 모색하는데 목적이 있으며, 경남 통영시 관내에서 해상가두리양식장을 경영하고 있는 어업인 200명을 대상으로 일대일 면접조사로 실시하였다. 실험결과에 대한 통계적인 유의성은 SPSS system을 이용하였고 Duncan's multiple range test로  $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

#### 4. 사료 및 항생제 사용량 조사

본 조사는 해상가두리양식장에서 어종별로 사용하고 있는 사료의 종류와 양, 항생제 사용량과 사용목적 등을 조사하여 사료로 인한 자가오염을 줄이고 항생제 사용량을 저감하는 방안을 모색하는데 목적이 있으며, 경남 통영시 관내에서 해상가두리양식장을 경영하고 있는 어업인 200명을 대상으로 일대일 면접조사를 실시하였다. 실험결과에 대한 통계적인 유의성은 SPSS system을 이용하였고 Duncan's multiple range test로  $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

#### 5. 어류 폐사체 발생현황 조사

본 조사는 해상가두리양식장을 경영하고 있는 어업인을 대상으로 어류폐사의 주요 원인과 폐사체의 처리현황을 조사하여 폐사체의 유기로 인한 오염을 줄이고 적정 처리방안을 모색하는데 목적이 있으며, 경남 통영시 관내에서 해상가두리양식장을 경영하고 있는 어업인 200명을 대상으로 일대일 면접조사를 실시하였다. 실험결과에 대한 통계적인 유의성은 SPSS system을 이용하였고 Duncan's multiple range test로  $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

## 제 2절. 해상가두리양식장 오염실태 및 경영분석

### 1. 사료종류별 잔이량 예측 및 가두리양식장 오염실태

#### 가. 해상가두리 수질조사

생사료 및 배합사료 투여어장에 따른 해상가두리 해역 내 수질상태를 조사하기 위해 다항목 수질측정기 (YSI, 600QS)를 이용하여 지점별 염분과 pH를 측정하였으며, 영양염류( $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$ )는 표층과 저층(수심 10m)에서 해수를 채취하여 유리섬유여과지(Whatman GF/C)로 여과한 후 분석용 시료로 사용하였다.

아질산질소( $\text{NO}_2\text{-N}$ )는 Sulfamilamide-NED법, 질산질소( $\text{NO}_3\text{-N}$ )는 Cadmium reduction법, 암모니아질소( $\text{NH}_4\text{-N}$ )는 Indophenol법에 따라 비색 정량하였으며, 인산인( $\text{PO}_4\text{-P}$ )은 Ascorbic acid법에 따라 비색 정량하여 용존무기질소(Dissolved Inorganic Nitrogen, DIN)를 mg/L로 표시하였다. 조사에 사용된 지점은 그림 1과 같다.

#### 나. 해상가두리 저질조사

생사료 및 배합사료 투여어장에 따른 해상가두리 해역내 저질상태를 조사하기 위해 스쿠버다이버를 활용하여 지점별로 저층 표면의 저질을 채취하여 함수율, 산화환원전위(ORP), 산취발성황화물(AVS), 화학적산소요구량(COD)을 분석하였다.

함수율은 해양환경공정시험방법(해양수산부, 2002)에 의해 조사하였으며, 산화환원전위는 ORPmeter(DKK-TOA, RM-20P)로 측정하였으며, 산취발성황화물은 요오드적정법(iodometry)으로 조사하였고, 화학적산소요구량은 과망간산칼륨법으로 조사하였다. 조사에 사용된 지점은 그림 1과 같다.

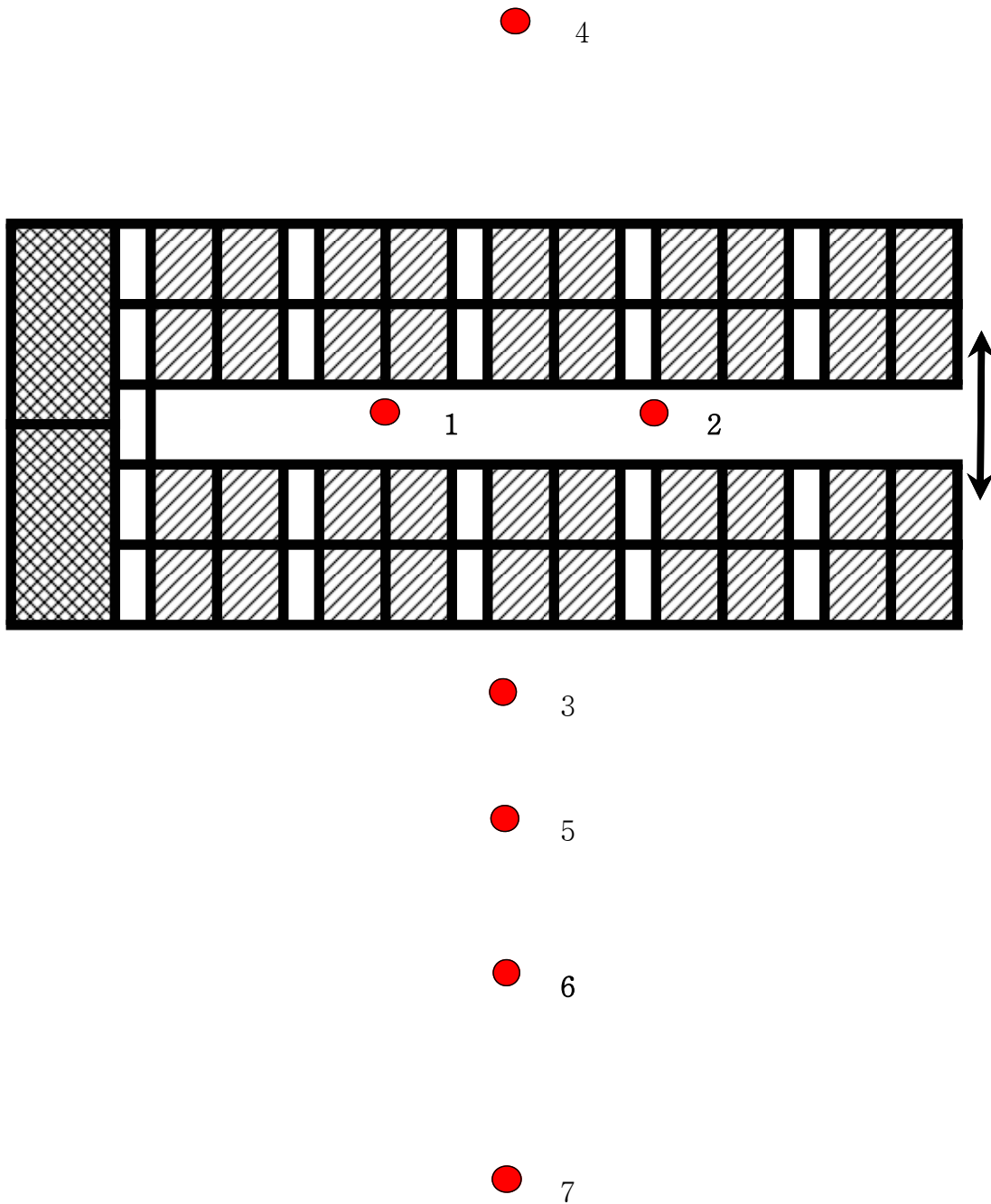


그림 1. 수질·저질조사지점

1, 2. 해상가두리로부터 2m 거리 ; 3. 해상가두리로부터 10m 거리 ;  
 4, 5. 해상가두리로부터 20m 거리 ; 6. 해상가두리로부터 40m 거리 ;  
 7. 해상가두리로부터 60m 거리 ;  $\longleftrightarrow$  조류의 흐름

#### 다. 거리별 사료침강 잔이량 조사

생사료 및 배합사료 투여에 따른 사료 침강물의 확산범위, 사료잔이량 예측 및 저질오염 가중치를 조사하기 위해 거리별 사료침강 잔이량을 조사하였다.

조사방법은 해상가두리양식장 사료투여지점으로부터 일정거리별로 트랩을 정치시켜(그림 2 & 3) 24시간 후 침강된 사료를 채취하여 합수율, 산화발성황화물(AVS), 화학적산소요구량(COD)을 조사하였다.

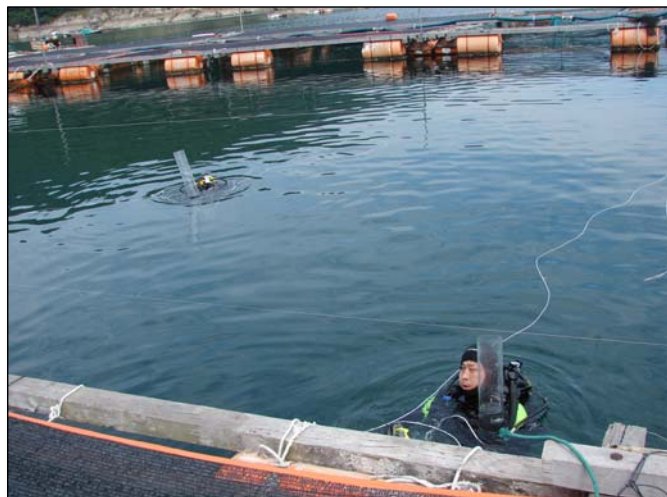


그림 2. 트랩설치광경

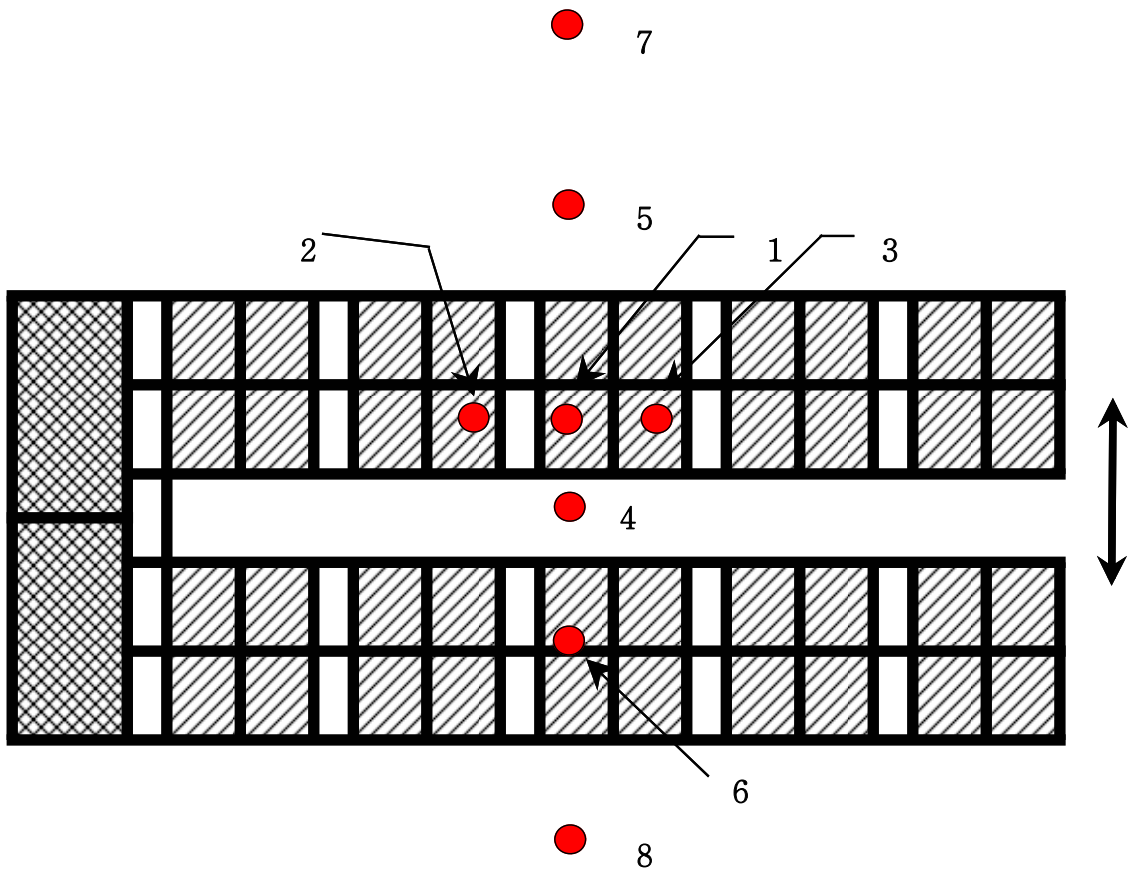


그림 3. 트랩 시설 설치도

1. 사료투이장소 ; 2, 3, 4. 사료투이지점으로부터 5m 거리 ;  
 5, 6. 사료투이지점으로부터 10m 거리 ; 7, 8. 사료투이지점으로부터 20m 거리  
 ↔ 조류의 흐름

라. 조사어장 선정

사료종류별 잔이량 예측 및 가두리양식장 오염실태를 조사하기 위해 생사료 및 배합사료 투여어장을 각각 1개소 선정하였으며, 배합사료 사용어장은 통영시 도산면 수월리 소재어장(그림 4, A)이며 생사료 사용어장은 통영시 산양읍 풍화리 오비지선 소재어장(그림 4, B)을 선정하였다.

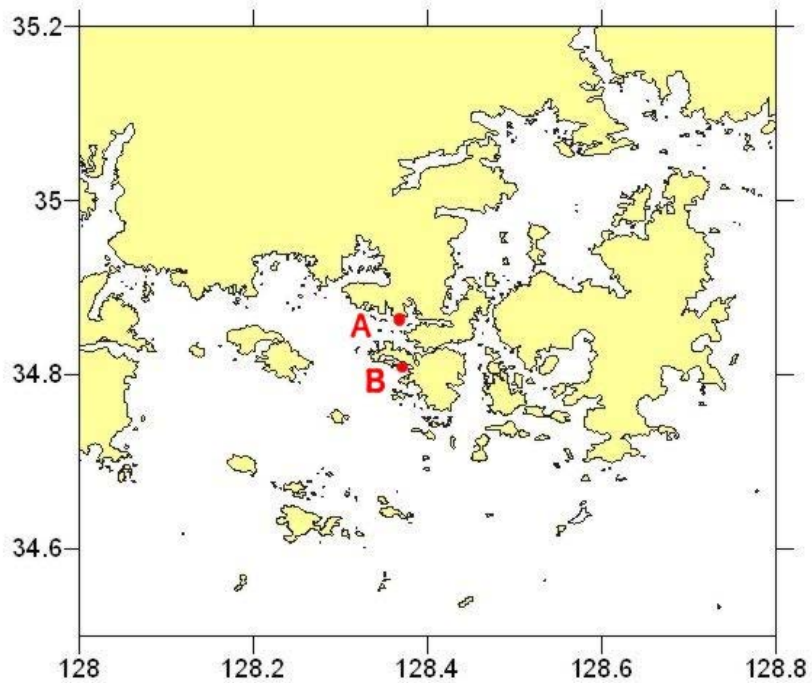


그림 4. 사료잔이량 조사지점 (A, 배합사료 ; B, 생사료)



## 2. 친환경 해상가두리양식장 경영비 분석

가. 관리자 유무 및 사료별 해상가두리양식장 규모별 경영분석 비교

관리사 유무별, 사료별(생사료 및 배합사료) 그리고 양식어장 규모별로 8개 조사구를 선정하고, 조사구별로 2개소를 선정하여 총 16개 양식어가에 대하여 경영비 분석을 실시하였다.

경영비 조사서식은 표 1과 같으며, 조사 항목은 종묘비, 사료비, 인건비, 시설비 등 생산비와 출하량, 판매금액 등 조수익과 순수익 그리고 경영측면에서의 문제점 등을 조사하였다. 조사 모식도는 그림 5와 같다.

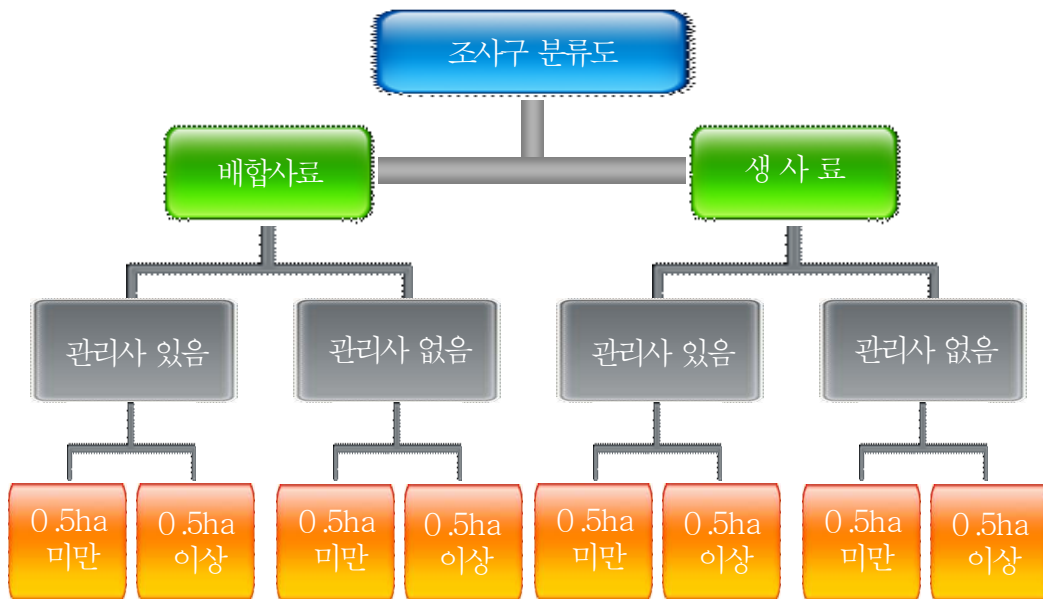


그림 5. 경영비분석을 위한 조사모식도

표 1. 어류양식 경영조사표 (예시)

## 어류양식 경영조사표

### 1. 일반현황

사 업 주			
성 명	주 소	사 업 장	연락처
홍길동			
어업권 및 시설현황			
면허번호		면허(행사)면적	0.35ha
시설조수		양식어종	

### 2. 시설투자현황 (최초 시설 2003년)

구분	규격	단위	수량	단가(원)	금액(원)	내구 년수	감가상각비 (원)
가두리	14×14m(12×12m)	조		4,300,000	17,200,000	10	1,720,000
어 망	치어망(14×7m)	개		500,000	5,000,000	10	500,000
	중간망(14×7m)	개		1,000,000	20,000,000	10	2,000,000
	성어망(14×7m)	개		1,200,000	24,000,000	10	2,400,000
	기타망	개					
고정시설	돛(80kg)	개		120,000	2,400,000	10	240,000
	로프(32m/m)	환		120,000	1,200,000	10	120,000
	시 설 비				3,000,000	10	300,000
전기시설	전기시설	식		3,000,000	3,000,000	10	300,000
사료시설	냉동창고	동		10,000,000	10,000,000	10	1,000,000
	사료,자재창고	동		8,000,000	8,000,000	10	800,000
	사료분쇄,제조기	개		6,000,000	6,000,000	10	600,000
해상시설	해상관리사	동		10,000,000	10,000,000	10	1,000,000
	작업대(7×12m)	개		6,000,000	6,000,000	10	600,000
관리선	관리선(FRP:1.98톤)	척		18,000,000	18,000,000	20	900,000
기타시설	어망세척기	대		2,000,000	2,000,000	10	200,000
	사료보관및운반상자	개					
	운반용 레일	세트					
합계					135,800,000		12,680,000
※ 양식순기 기준 :				×2년 =	원		

### 3. 양식수익 및 판매 (양식순기별)

구분 어종	입 식		양성 기간 (월)	판 매				판매방법	
	시기 (월)	수량 (미)		시기 (월)	규격	판매량(kg)/ 단가(원)	금액(원)	상인	위판
참돔	7	50,000	24	7	550~ 560g	11,000/ 6,200	68,200,000	○	
조피 볼락	6	200,000	22	4-5	450	49,500/ 6,200	306,900,000	○	
합계							<b>375,100,000</b>		

### 4. 당해연도 양식 경영 비용

구분	소요량		규격	단가(원)	금액(원)
1. 양식자재비					11,000,000
어장유지보수비	그물 방오제 등			10,000,000	10,000,000
선박보수	선박 수리 및 페인트			1,000,000	1,000,000
기타					
2. 양성관리비					11,108,000
약품비	영양제(100kg)			1,000,000	1,100,000
	항생제(10kg)			100,000	
유류비	24드럼			117,000	2,808,000
주부식비	12월			500,000	6,000,000
기타경비	12월			100,000	1,200,000
3. 인건비	인원	일수	월급(일당)	기타수당	금액(원)
상용인원					
일용직					
가족(본인)	2	12월			
4. 판매관리비	산정기준		단가	금액(원)	
판매수수료	-				
운반비	-				
기타경비	-				
5. 일반관리비	월소요금액		금액(원)		
세금					
공과금	150,000		1,800,000		
기 타					
6. 합계				23,908,000	

※ 양식순기기준 : 23,908,000×2년 = 47,816,000원

### 5. 종묘수급 현황

어 종	규 격	자가생산		국 내 산		수 입 산	
		수량	금액	수량/단가	금액	수량	금액
참돔	5-7cm			50,000/200	10,000,000원		
조피볼락	4-6cm			200,000/150	30,000,000원		
합계					<b>40,000,000</b>		

### 6. 사료수급 현황

구 분		자가생산		국 내 산		수 입 산	
		수량	금액	수 량	금 액	수 량	금 액
생사료	멸치, 까나리			10,000상자	80,000,000		
배합사료				2,500포 (20kg)	32,500,000 (1포당 13,000원)		
합 계					112,500,000		

※ 양식순기기준 : 112,500,000×2년 =225,000,000원

### 7. 경영분석 결과

항 목		금 액(원)	산 출 내 역
1. 조수익		375,100,000	
소 계		375,100,000	참돔 : 11,000×6,200 = 68,200천원 조피볼락 : 49,500×6,200=306,900천원
2. 생산비		428,176,000	
경 영 비	사 료 비	225,000,000	
	종 묘 비	40,000,000	
	인 건 비		
	감가상각비	25,360,000	시설투자비 ÷ 내구연수×년(양식순기)
	기타비용	47,816,000	당해연도 경영비용×년(양식순기)
	소 계	338,176,000	
○ 자가노력비		90,000,000	2명×1,500,000원×30개월
3. 총소득(조수입-경영비)		36,924,000	375,100,000 - 338,176,000
4. 소득율(총소득÷조수입)×100		9.8%	
5. 순소득(조수익-생산비)		-53,076,000	375,100,000 - 428,176,000
6. 이익률(순소득÷조수입)×100		-14.1%	

나. 연구가설 설정

해상가두리양식어가의 경영비 분석에는 여러 가지 변수가 작용할 수 있고, 변요인이 많아 다음과 같이 네가지 가설을 설정해 두고 경영비 분석을 실시하였다.

첫째, 배합사료를 100% 사용하는 어장과 생사료와 배합사료(일부)를 혼용하여 사용하는 어장에 있어 수익과 비용에 유의적인 차이가 있는지를 살펴보기 위해 아래와 같은 가설을 설정하였다.

연구가설 1 : 사료여부에 따라 수익과 비용에 유의적이 차이가 존재한다.

둘째, 사료를 전문적으로 관리할 관리사를 두는 경우 사료비 원가통제 및 원가 절감에 영향을 미칠 것으로 판단된다. 그래서 관리사 여부에 따라 수익과 비용에 유의적인 차이가 있는지를 살펴보기 위해 아래와 같은 가설을 설정하였다.

연구가설 2 : 관리사여부에 따라 수익과 비용에 유의적이 차이가 존재한다.

셋째, 어장 면적이 클수록 어장을 관리하는 총비용과 총수익이 증가할 것으로 예상되는 동시에 규모의 경제효과가 실현될 경우 총비용 대비 총수익이 증가할 것으로 예상되어 아래와 같은 가설을 설정하였다.

연구가설 3 : 어장면적에 따라 수익과 비용에 유의적인 차이가 존재한다.

넷째, 사료의 종류, 관리사여부, 어장면적 등의 복합적 요인들이 수익과 비용에 유의적인 영향을 미칠 것으로 예상되어 아래와 같은 가설을 설정하였다.

연구가설 4 : 사료 종류, 관리사여부, 어장면적 등의 복합적 요인이 수익과 비용에 유의적인 영향을 미친다

표 2. 친환경 해상가두리양식장 경영분석 조사지점

생사료	관리사 (有)	a	0.5ha미만	위치	통영시 산양읍 저림리 만지지선(100호)
				면적	14×14m → 4조(0.4ha)
		b	0.5ha미만	위치	통영시 산양읍 풍화리 상장지선(4762호)
				면적	12×12m → 5조(0.35ha)
	c	0.5ha이상	위치	통영시 산양읍 학림리지선(4762호)	
			면적	12×12m → 7조(0.5ha)	
	d	0.5ha이상	위치	통영시 한산면 염호리 관임지선(600호)	
			면적	12×12m → 7조(0.5ha)	
관리사 (無)	e	0.5ha 미만	위치	통영시 육지면 노대 하노대지선(235호)	
			면적	10×10m → 5조(0.25ha)	
	f	0.5ha 미만	위치	통영시 사랑면 양지지 백학지선(123호)	
			면적	10×10m → 5조(0.25ha)	
g	0.5ha 이상	위치	통영시 산양읍 저림리 학림지선(591호)		
		면적	12×12m → 4조(0.288ha)		
h	0.5ha 이상	위치	통영시 육지면 노대리 상노대지선(235호)		
		면적	10×10m, 14×14m → (0.59ha)		
배합 사료 (E.P)	관리사 (有)	i	0.5ha미만	위치	통영시 한산면 염호리 대고포지선(70호)
				면적	12×12m → 4조(0.3ha)
		j	0.5ha미만	위치	통영시 한산면 염호리 여차지선(5315호)
				면적	12×12m → 6조(0.43ha)
	k	0.5ha이상	위치	통영시 도산면 수월리 수월지선(452호)	
			면적	14×14m → 7조(0.7ha)	
	l	0.5ha이상	위치	통영시 도산면 수월리 수월지선(452호)	
			면적	14×14m → 6조(0.5ha)	
	관리사 (無)	m	0.5ha미만	위치	통영시 육지면 노대리 상노대지선(235호)
				면적	10×10m → 4조(0.2ha)
n		0.5ha미만	위치	통영시 사랑면 양지리 능양지선(123호)	
			면적	12×12m → 2조(0.288ha)	
o		0.5ha이상	위치	통영시 산양읍 연화리 달아지선(5140호)	
			면적	10×10m → 10조(0.5ha)	
p	0.5ha이상	위치	통영시 한산면 하소리 야암지선(170호)		
		면적	12×12m → 7조(0.5ha)		

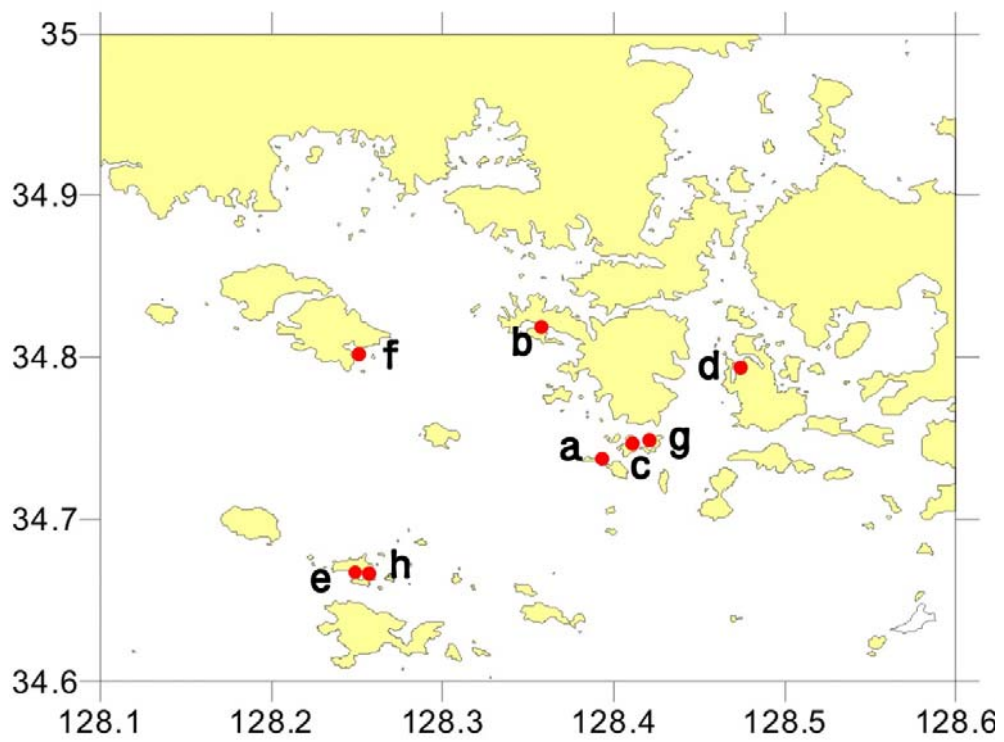


그림 6. 친환경 해상가두리양식장 경영분석 조사 지점(생사료)

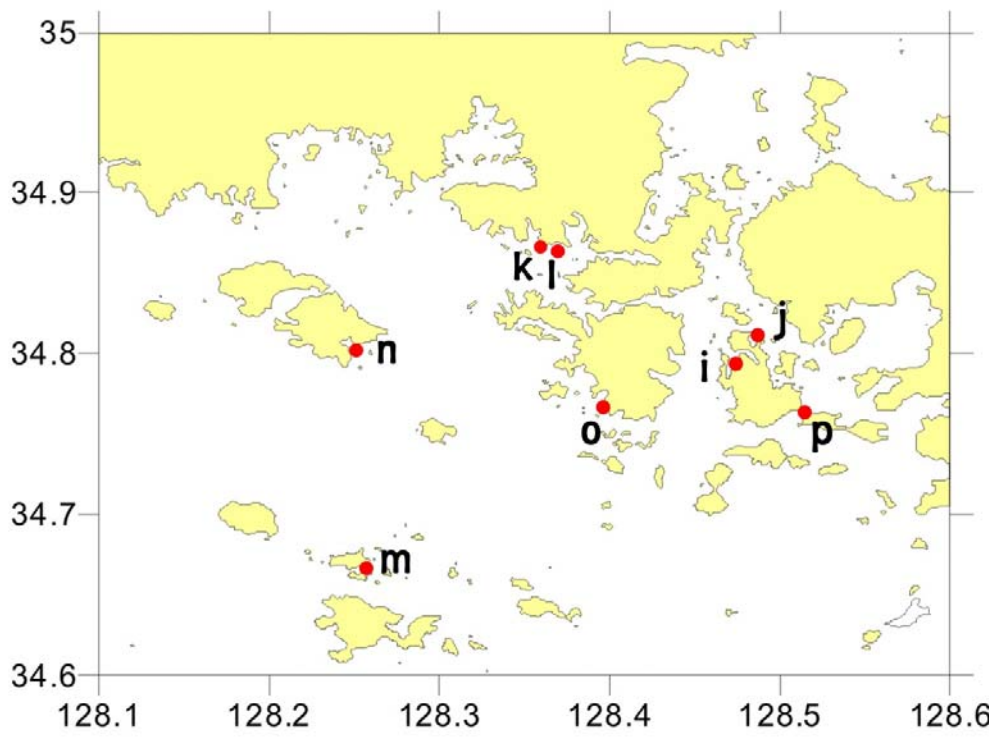


그림 7. 친환경 해상가두리양식장 경영분석 조사 지점(배합사료)



### 3. 사료별, 어종별 어류성장도 분석

조피볼락과 참돔 양식어가를 대상으로 생사료 및 배합사료 투여구에 따라 성장도를 비교 조사하였다. 조사구별로 각각 어가를 선정하여 총 12개 조사구에 대해 조사하였으며, 조사어가는 표 3과 같으며 조사결과는 t-test로 유의성을 검증하였다.

표 3. 어류성장도 조사어가

사료별	어종별	사육개월수	조사지점
생사료	조피볼락	1년산 (6개월)	통영시 한산면 창좌리 동좌지선외 2개소
		2년산 (16개월)	통영시 한산면 창좌리 동좌지선외 2개소
		3년산 (28개월)	통영시 한산면 창좌리 동좌지선외 2개소
	참돔	1년산 (4개월)	통영시 한산면 염호리 관암지선외 1개소
		2년산 (16개월)	통영시 한산면 염호리 관암지선외 1개소
		3년산 (28개월)	통영시 한산면 염호리 관암지선외 2개소
배합사료	조피볼락	1년산 (6개월)	통영지 옥지면 동항리 자부지선외 2개소
		2년산 (16개월)	통영지 옥지면 동항리 자부지선외 2개소
		3년산 (28개월)	통영지 옥지면 동항리 하노대지선외 1개소
	참돔	1년산 (4개월)	통영시 산양읍 삼덕리 궁항지선외 2개소
		2년산 (16개월)	통영시 산양읍 삼덕리 궁항지선외 2개소
		3년산 (28개월)	통영시 산양읍 삼덕리 궁항지선외 1개소

### 제 3절. 해상가두리양식장 사육환경평가

#### 1. 사료 종류, 관리자 유무별 질병 발생 경향 조사

경남 통영 연안 해상가두리 양식장에서 투여하는 사료 종류에 따른 양식어류 질병발생경향과 관리사가 있는 양식장과 없는 양식장별 질병발생경향 조사를 위해 표 4와 같이 사료별(생사료, 배합사료 사료), 관리자 유무별로 실험구를 설정하여, 통영 연안 대표 양식어종인 조피볼락과 참돔을 대상으로 시기별 질병발생 경향을 조사, 비교하였다. 조사 시기는 저수온기(3월), 수온 상승기(6월), 고수온기(9월), 수온 하강기(12월)로 분기 1회, 총 4회 조사하였으며, 질병조사는 실험구별로 세균성 질병, 기생충성 질병 및 바이러스성 질병을 조사하였다.

표 4. 조사 지점별 사육환경 특성

사료구분	관리사구분	어종	어장위치	어장규모
생사료	유	참 돔	통영시 산양읍 영운리 지선	0.5 ha
		조피볼락		
	무	참 돔	통영시 산양읍 저림리 학림어촌계	0.4 ha
		조피볼락		
배합사료 (EP사료)	유	참 돔	통영시 산양읍 풍화리 명지개 지선	1.0 ha
		조피볼락		
	무	참 돔	통영시 옥지면 동항리 옥동산내 지선	
		조피볼락	통영시 산양읍 삼덕리 궁항지선	

#### 2. 수질 및 저질 환경조사

##### 가. 조사항목

각 실험 어장별로 수질 및 저질 특성의 차이를 조사하기 위해서 양식장별 수온, 염분, 용존산소를 측정하고, 수질의 영양염류(인산염, 암모니아성질소, 아질산성질소, 질산성질소), 용존성유기물(SS), 화학적산소요구량(COD)와 클로로필-a를 측정하였으며, 저질의 산화환원전위(ORP), 산취발성황화물(AVS), 화학적산소요구량(COD)을 측정하였다.

## 나. 조사방법

수온, 염분 및 용존산소는 다항목 수질측정기(YSI, 600XL)로 현장에서 직접 측정하였다. 영양염류( $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$ ,  $\text{SiO}_2\text{-Si}$ )와 화학적산소요구량(COD)은 해양환경공정시험방법(해양수산부, 2002)에 따라 측정하였다.

엽록소 a (Chl. a)는 표층 해수 500mL를 Whatman membrane( $0.45\mu\text{m}$ ) 여과지로 여과한 후 냉암소에서 90% acetone으로 색소를 추출하여 Spectrophotometer로 측정하였다.

함수율(water content)은 퇴적물 습시료 일정량을 취하여  $60^\circ\text{C}$ 에서 2일 이상 건조시킨 다음 항량이 될 때까지 건조하여 중량법으로 측정하였다. 강열감량(Ignition loss, IL)은 함수율 측정시 사용했던 시료를 막자사발에 곱게 분쇄한 후 건조시료 약 10g을  $550^\circ\text{C}$ 에서 2시간 동안 회화시켜 회화 전후의 무게 차이로 계산하였다.

## 3. 어류 건강도 평가

### 가. 평가항목

각 실험구의 어류의 건강도를 평가하기 위해서 혈액학적 지표를 이용하였다. 분석항목은 혈액성분 2종, 즉, 헤마토크리트 값(Hematocrit), 헤모글로빈(Hemoglobin), 혈장생화학성분 11종 즉, 알부민(Albumin), 알칼리성포스파타제(ALP), 요소질소(BUN), 칼슘(CA), 젓산탈수소효소(LDH), 중성지방(TG), 트란스아미나제인 aspartate aminotrasferase(AST/GOT) 및 alanine aminotrasferase(ALT/GPT), 총콜레스테롤(TCHO), 총단백(TP), 포도당(glucose) 이었다. 각 시험 항목들 중 유효한 항목의 값을 비교하였다.

### 나. 채혈방법

현장에서 각 실험구별로 3~5마리씩, 마취를 하지 않고 미병부 혈관에서 헤파린 처리한 일회용 주사기로 약 1mL정도 채혈하여 주사기안에서 잘 혼합한 후 E-tube에 넣었다.

#### 다. 혈액분석

Hematocrit 값은 혈액샘플을 실험실로 옮겨와 즉시 capillary tube에 주입한 후 입구를 봉입하고 hematocrit centrifuge(ALC 4203, Italy)로 12,000rpm, 5분간 원심 분리 후 Hawksley reader(Catalogue No. 01502)로 측정하여 % 단위로 나타내었다. Hemoglobin은 건식혈액분석방법인 FUGI DRI-CHEM 3000(FUGI PHOTO FILM Co., Japan)을 사용하여 전혈을 이용하여 측정하였다.

#### 라. 혈장분석

Hematocrit를 측정 후 남은 혈액샘플을 8,000rpm, 5분간 냉장 원심분리한 후 상등액을 혈장분석에 이용하였다. 혈장 측정은 FUGI DRI-CHEM 3000(Fuji Photo Film Co., Japan)을 이용하여 각 분석항목을 측정하였다.

## 제 4 장. 결과

### 제 1절. 해상가두리양식장 오염원 현황조사

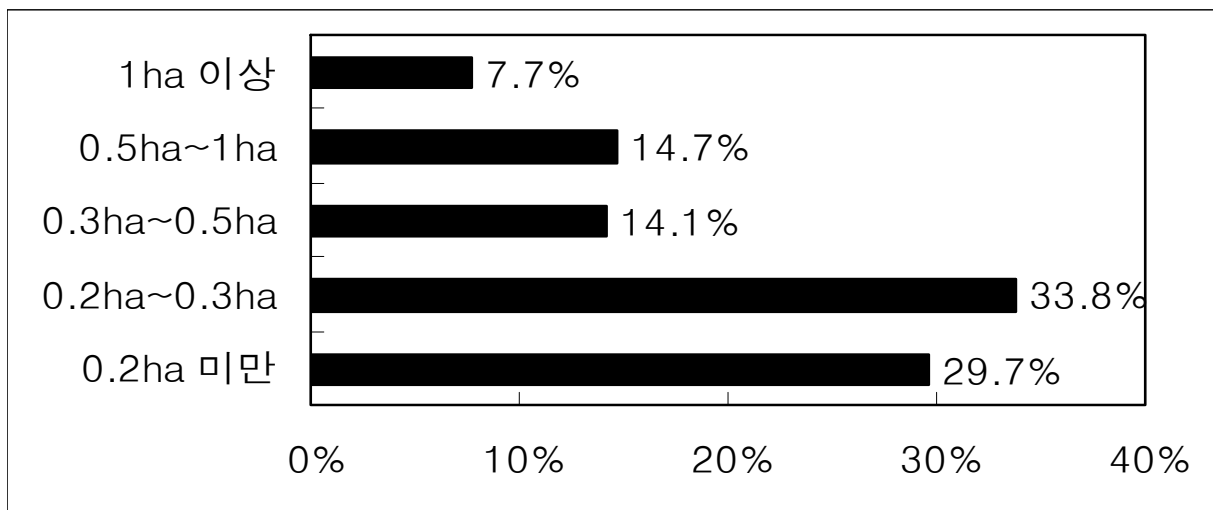
#### 1. 해상가두리양식장 관리자 및 냉동창고 사용실태 조사

가. 일반현황

1) 어장면적

구분	0.2ha미만	0.2ha~0.3ha	0.3ha~0.5ha	0.5ha~1ha	1ha이상	계
응답자수	151	172	72	75	39	509
백분율(%)	29.7	33.8	14.1	14.7	7.7	100

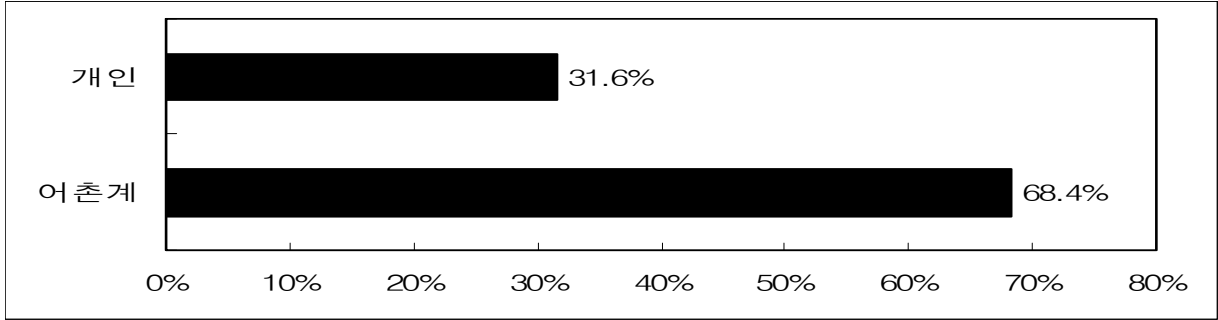
\* 어장면적은 어업인에게 면허된 면적임.



해상가두리양식장 평균 경영규모는 0.36ha로 0.5ha 미만의 소규모 어장이 전체 어장의 77.6%를 차지하였으며 0.5ha 이상의 중·대규모 어장은 22.4%를 차지함으로써 해상가두리 어류양식어업이 소규모로 운영되는 경우가 많았다.

## 2) 어업권 소유형태

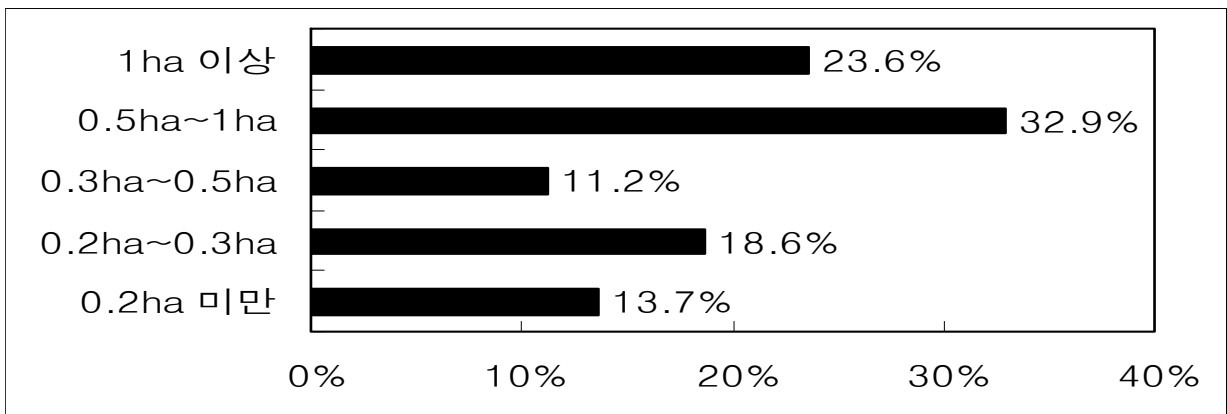
구분	개인어업권	어촌계어업권	계
응답자수	161	348	509
백분율(%)	31.6	68.4	100



어업권 소유형태를 보면 어촌계 공동소유의 어업권이 68.4%로 개인소유 어업권보다 2배 이상 많았다.

### 2-1) 개인 어업권의 어장면적

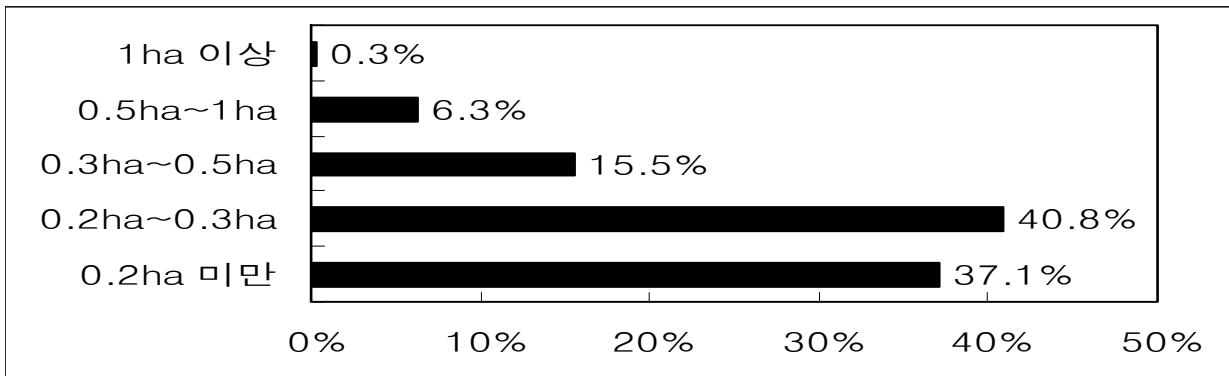
구분	0.2ha미만	0.2ha~0.3ha	0.3ha~0.5ha	0.5ha~1ha	1ha이상	계
응답자수	22	30	18	53	38	161
백분율(%)	13.7	18.6	11.2	32.9	23.6	100



개인 소유 해상가두리양식장은 0.5ha이상의 중·대규모의 어장이 56.5%를 차지하고 0.5ha 미만의 소규모 어장은 43.5%로 어촌계 소유 어장보다 규모면에서 큰 경향이 뚜렷하였다.

## 2-2) 어촌계 어업권의 어장면적

구분	0.2ha미만	0.2ha~0.3ha	0.3ha~0.5ha	0.5ha~1ha	1ha이상	계
응답자수	129	142	54	22	1	348
백분율(%)	37.1	40.8	15.5	6.3	0.3	100

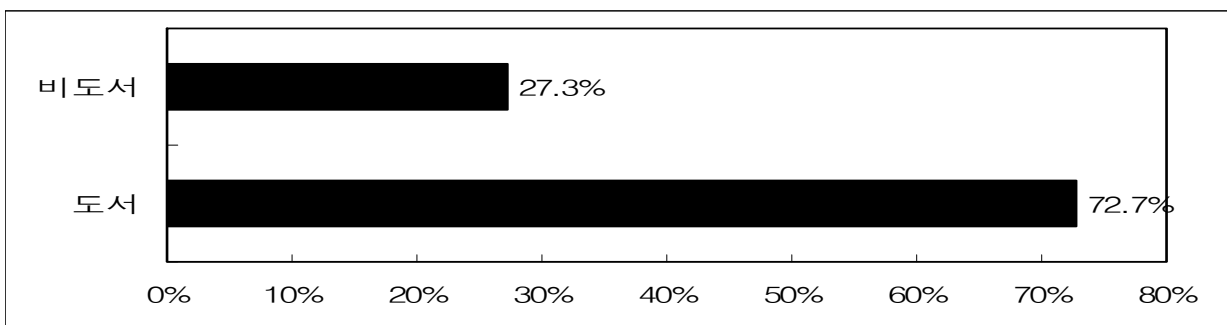


어촌계 소유 해상가두리양식장 대부분이 0.5ha 미만의 소규모 어장을 경영하고 있으며(93.4%) 0.5ha 이상의 중·대규모의 어장은 6.6%에 불과하여 개인 소유 어장보다 영세한 경영규모를 나타내었다.

## 3) 지역구분

구분	도서지역	비도서지역	계
응답자수	370	139	509
백분율(%)	72.7	27.3	100

\* 도서지역, 비도서지역 : 어장이 위치해 있는 행정구역에 따른 구분임.

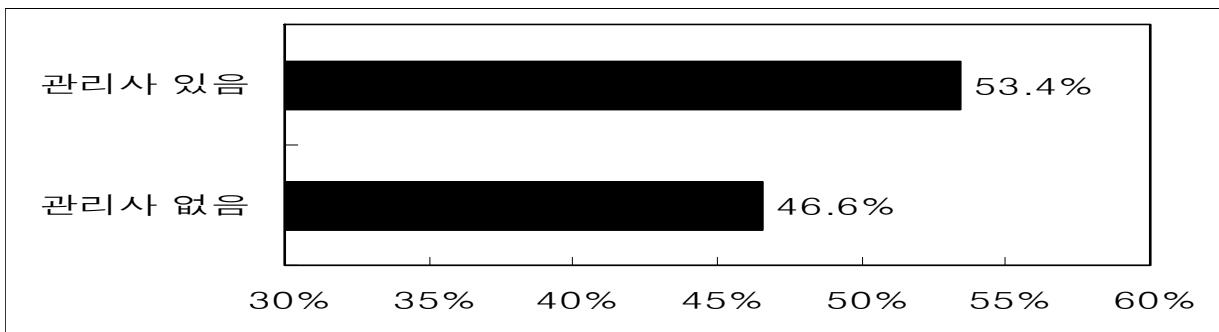


해상가두리양식의 특성상 도서지역에서 양식을 하는 경우가 72.2%로 비도서 지역보다 많았다.

나. 관리자 이용실태

1) 관리자 보유여부

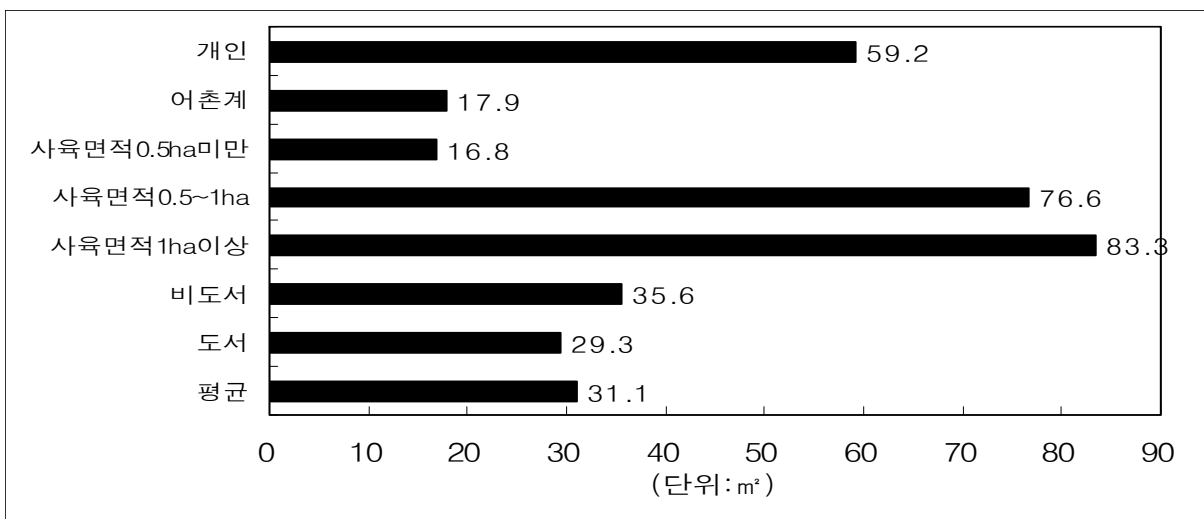
구분	관리사 있음	관리사 없음	계
응답자수	272	237	509
백분율(%)	53.4	46.6	100



해상가두리양식장에 관리사를 보유하고 있는 경우가 53.4%로 나타나 양식장의 절반 이상이 관리사를 보유하고 있는 것으로 나타났다.

2) 관리사의 크기

구분	지역별		면적별			소유형태별		전체평균
	도서	비도서	0.5ha 미만	0.5ha~1ha	1ha 이상	개인	어촌계	
관리사면적 (m <sup>2</sup> )	29.3	35.6	16.8	76.6	83.3	59.2	17.9	31.1





1어가당 관리사의 평균면적은 31.1㎡로 해상가두리양식 평균시설면적의 4.3%를 차지하고 있으며 사육면적별로는 0.5ha 미만의 소규모 양식장은 관리사 평균면적이 16.8㎡, 0.5ha~1ha의 중규모 양식장은 관리사 평균면적이 76.6㎡, 1ha 이상의 대규모 양식장은 관리사 평균면적이 83.3㎡로 소규모 양식장의 관리사 면적이 중·대규모의 양식장에 비해 유의적으로 작게 나타났으며 중규모와 대규모 양식장의 관리사 면적은 유의적 차이를 나타내지 않았다. 소규모 양식장은 어촌계 소유의 어장이 많았으며 관리사가 없는 경우가 많았다. 사육면적 중규모 이상은 개인소유의 어장이 많아 사육면적이 넓은 만큼 관리를 위한 면적도 넓은 것으로 나타났다.

지역별로는 육지와 가까운 비도서지역이 35.6㎡로 도서지역보다 관리사의 면적이 크게 나타났으나 통계적 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. 소유형태별로 보면 어촌계 소유 어장이 17.9㎡로 개인 소유 어장의 59.2㎡보다 유의적으로 작게 나타났다. 따라서 어촌계소유의 소규모어장이 비교적 관리사의 면적이 작고 개인소유의 중규모이상의 어장이 관리사가 상대적으로 큰 것으로 나타났다.

### 3) 관리사의 용도

구분	창고	휴게소	주거	사무실	기타	계
응답자수	116	58	77	13	8	272
백분율(%)	42.7	21.3	28.3	4.8	2.9	100

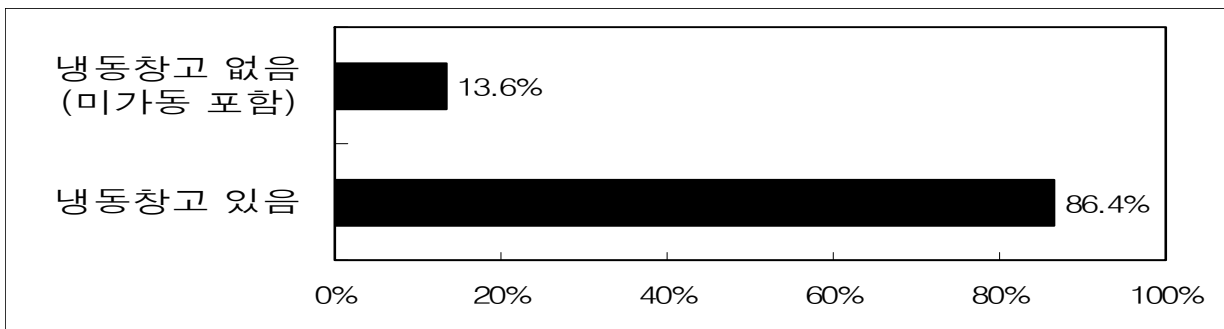


조사대상 어가 509명중 관리사를 소유하고 있는 272명의 어업인을 대상으로 관리사의 주사용 용도에 대한 조사를 한 결과 42.7%가 각종 어업용 자재보관을 위한 창고용도로 이용하고 있었으며 28.3%가 주거용으로 21.3%가 휴게소 용도로 사용하고 있고 7.7%가 사무실 및 기타 용도로 사용하고 있었다. 따라서 대다수가 각종 자재, 장비, 사료 등을 보관하거나 사람이 거주하는 공간으로 활용하고 있는 것으로 조사되었다.

다. 냉동창고 이용실태

1) 냉동창고 보유여부

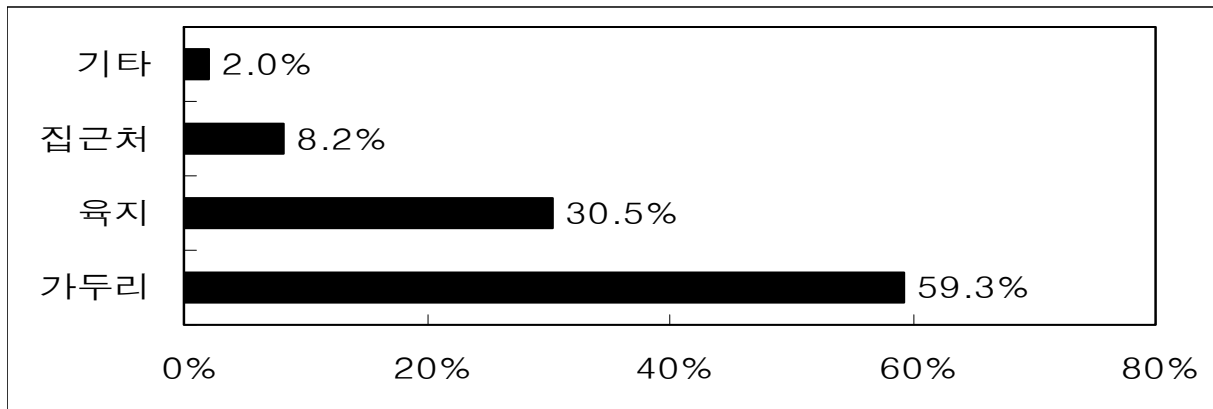
구분	냉동창고 없음 (미가동 포함)	냉동창고 있음	계
응답자수	69	440	509
백분율(%)	13.6	86.4	100



사료보관용 냉동창고를 보유하고 있는 어가가 86.4%로 대부분 개별로 소유하고 있는 것으로 나타났으며 냉동창고 없이 양식을 하는 경우는 13.6%에 그쳤다.

2) 냉동창고의 위치

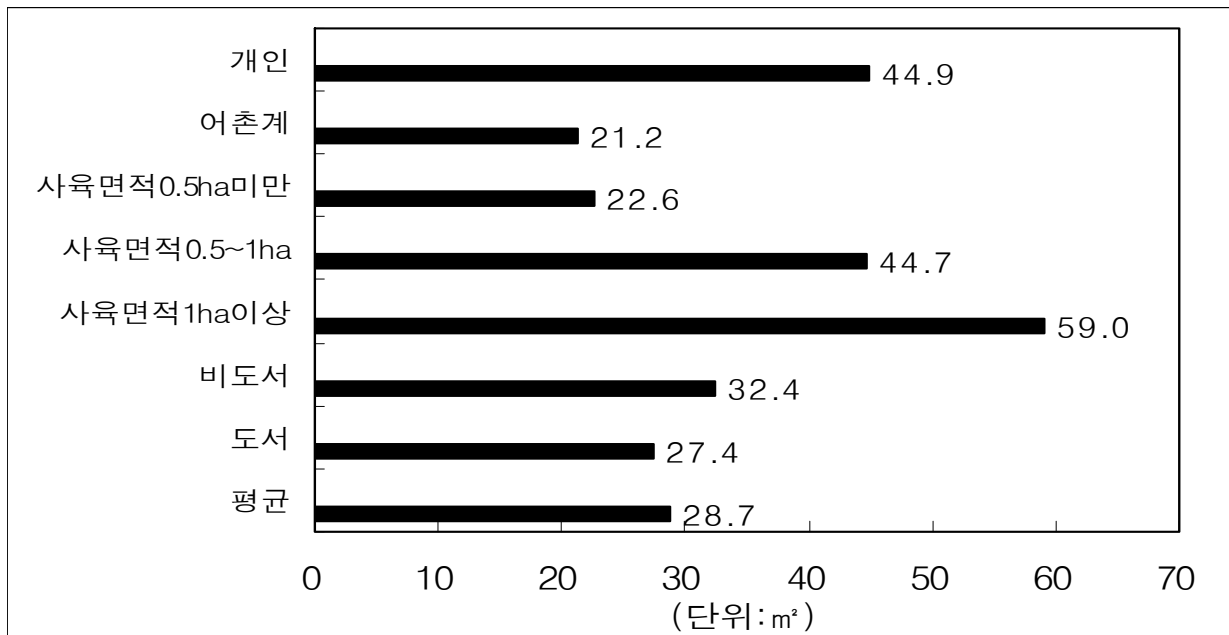
구분	가두리	가두리인근 육지	집근처	기타	계
응답자수	261	134	36	9	440
백분율(%)	59.3	30.5	8.2	2.0	100



냉동창고를 가두리에 두는 경우가 59.3%로 반 이상을 차지하였으며 가두리 인근 육지에 두는 경우가 30.5%, 집이나 집근처에 두는 경우가 8.2%, 기타가 2.0%를 차지하여 냉동창고가 해상가두리 관리사의 많은 부분을 차지하는 것으로 나타났다.

### 3) 냉동창고의 크기

구분	지역별		면적별			소유형태별		전체평균
	도서	비도서	0.5ha 미만	0.5ha~1ha	1ha 이상	개인	어촌계	
냉동창고 면적(m <sup>2</sup> )	27.4	32.4	22.6	44.7	59.0	44.9	21.2	28.7



1어가당 냉동창고의 평균면적은 28.7m<sup>2</sup>로 해상가두리양식 평균시설면적의 4.0%를 차지하고 있으며 사육면적별로는 0.5ha 미만의 소규모 양식장은 냉동창고의 평균면적이 22.6m<sup>2</sup>, 0.5ha~1ha의 중규모 양식장은 냉동창고 평균면적이 44.7m<sup>2</sup>, 1ha 이상의 대규모 양식장은 냉동창고 평균면적이 59.0m<sup>2</sup>로 소규모 양식장의 냉동창고 면적이 유의적으로 가장 작게 나타났으며 대규모 양식장의 냉동창고 면적이 유의적으로 가장 크게 나타났다. 도서지역과 비도서지역간의 냉동창고 면적은 유의적인 차이를 보이지 않았다.

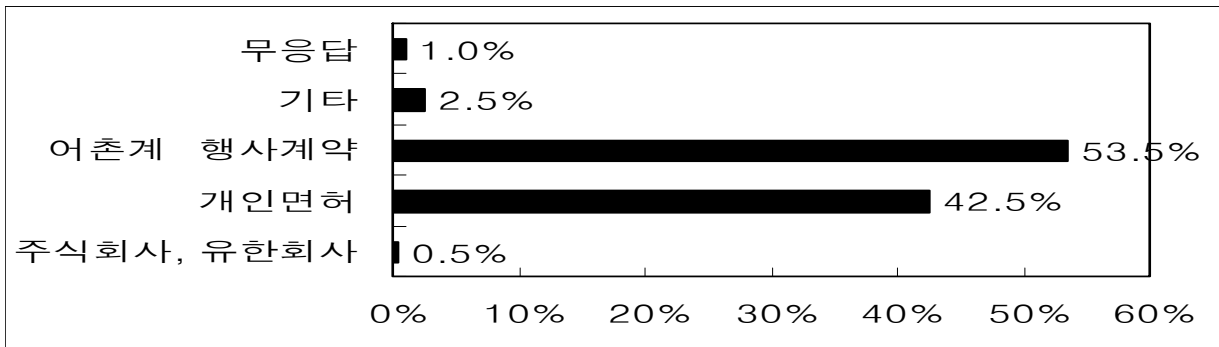
소유형태별로 보면 어촌계 소유 어장의 냉동창고 면적이 21.2m<sup>2</sup>로 개인 소유 어장의 44.9m<sup>2</sup>보다 유의적으로 작게 나타났다. 따라서 어촌계 소규모어장이 비교적 냉동창고의 면적이 작고 개인소유의 중규모이상의 어장이 냉동창고가 상대적으로 큰 것으로 나타났다.

## 2. 쓰레기 발생량 및 처리실태 조사

### 가. 일반현황

#### 1) 어업권 소유형태

구분	주식회사 유한회사	개인면허	어촌계 행사계약	기타	무응답	계
응답자수	1	85	107	5	2	200
백분율(%)	0.5	42.5	53.5	2.5	1.0	100

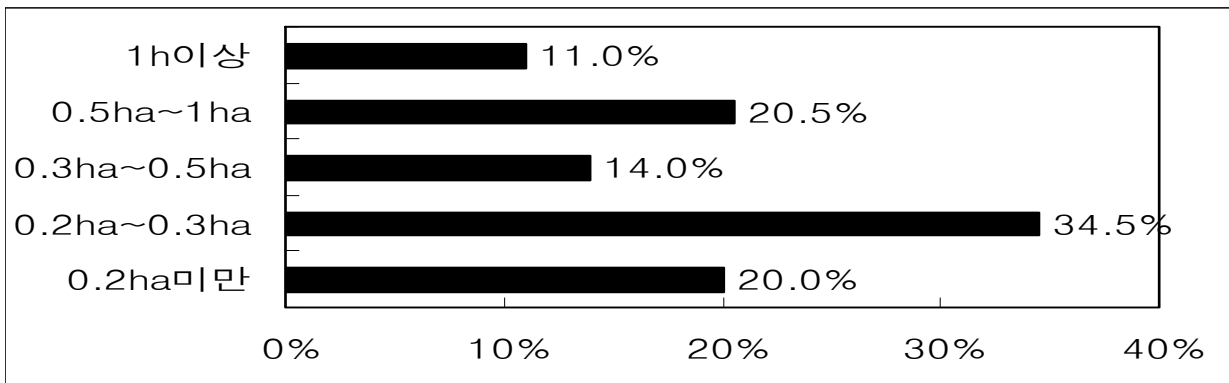


어촌계 소유의 행사계약 어업권이 53.5%로 가장 많았고 개인면허가 42.5%를 차지하였다.

#### 2) 어장면적

구분	0.2ha미만	0.2ha~0.3ha	0.3ha~0.5ha	0.5ha~1ha	1ha이상	계
응답자수	40	69	28	41	22	200
백분율(%)	20.0	34.5	14.0	20.5	11.0	100

\* 어장면적은 어업인에게 면허된 면적임.



응답자의 평균 어장면적은 0.44ha로 통영관내 전체 해상가두리양식장 1가구 평균어장면적인 0.36ha보다 0.08ha 작았다. 규모별로 보면 0.5ha미만의 소규모 어장이 68.5%로 나타났으며 0.5ha~1ha의 중규모어장이 20.5%, 1ha이상의 대규모 어장이 11%를 차지하였다.

### 3) 대상자의 연령 분포

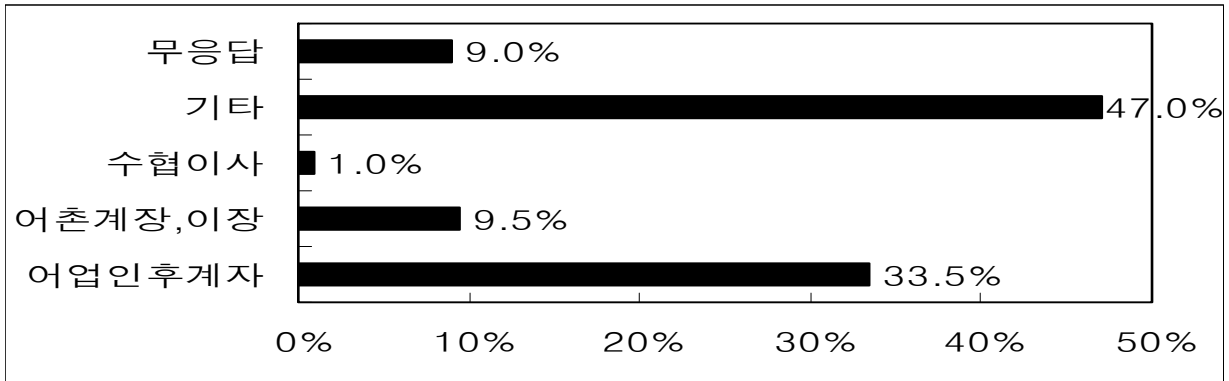
구분	30세미만	30~40세	40~50세	50~60세	60세이상	무응답	계
응답자수	6	33	65	73	22	1	200
백분율(%)	3.0	16.5	32.5	36.5	11.0	0.5	100



설문대상자의 연령 분포를 보면 50대가 36.5%로 가장 많이 차지하였으며, 40대가 32.5%, 30대가 16.5%, 60세가 11%를 차지하였다. 40~50대가 해상가두리 양식장 경영자의 주류를 이루고 있었으며 20~30대의 젊은 인력은 19.5%에 머물러 어촌 노동인력이 노령화 추세를 보이고 있었다.

### 4) 설문대상자의 지위

구분	어업인 후계자	어촌계장, 이장	수협이사	기타	무응답	계
응답자수	67	19	2	94	18	200
백분율(%)	33.5	9.5	1.0	47.0	9.0	100

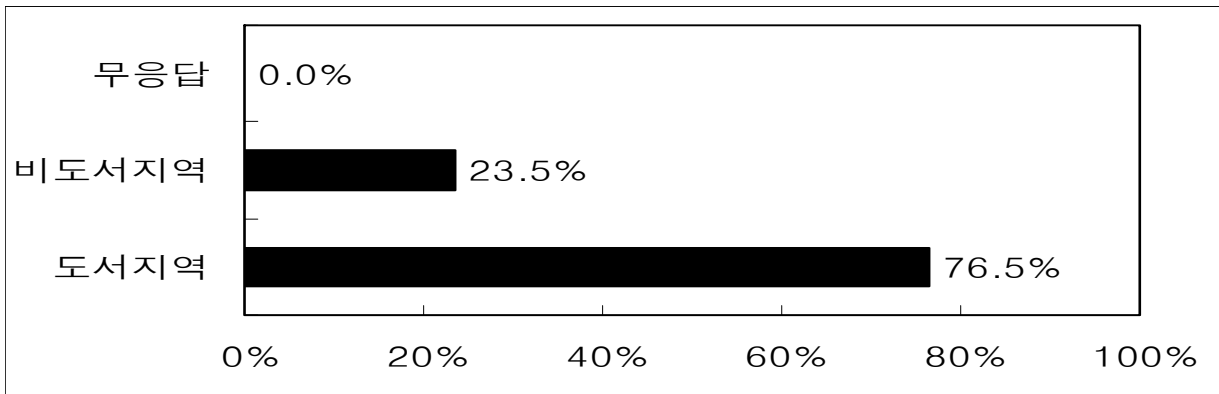


설문대상자의 44%가 어업인후계자, 어촌계장 등으로서 어촌에서 지도자 역할을 하는 등 적극적인 사회 활동을 하고 있는 것으로 나타났다.

#### 5) 어장 위치

구분	도서지역	비도서지역	무응답	계
응답자수	153	47	0	200
백분율(%)	76.5	23.5	0.0	100

\* 도서지역, 비도서지역 : 어장이 위치해 있는 행정구역에 따른 구분임.

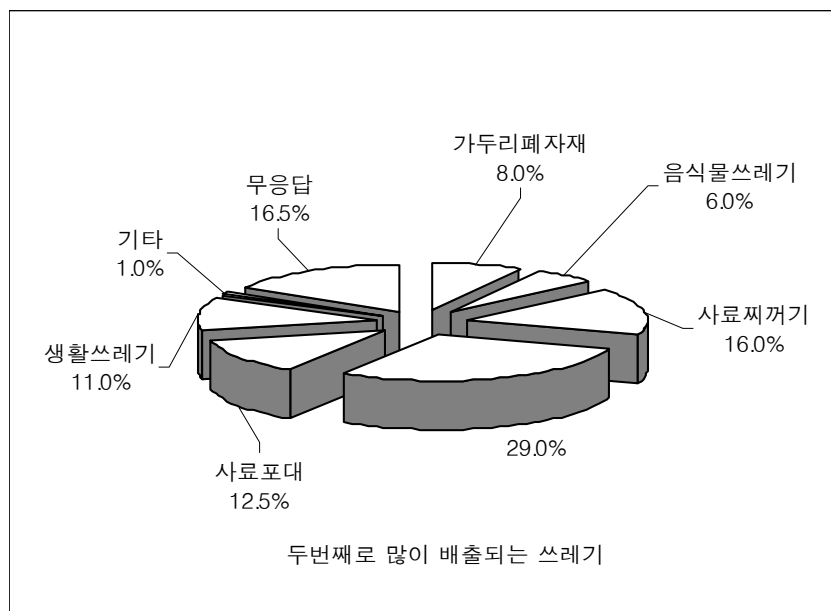
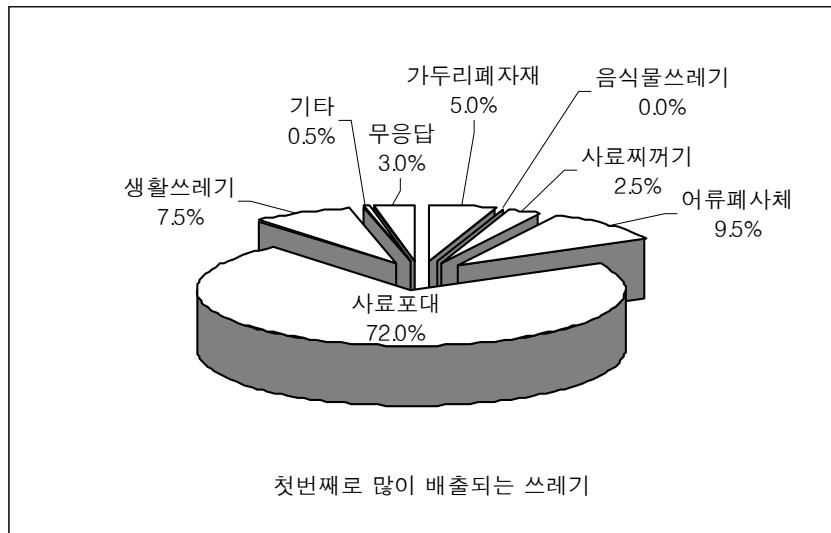


지역별로는 도서지역이 응답자의 76.5%로 비도서지역 23.5%보다 많았다. 이는 통영지역의 지리적 특성상 해상가두리양식장이 도서지역에 많이 위치하고 있는 것으로 판단된다.

2) 쓰레기 발생현황

가) 해상가두리에서 발생하는 쓰레기의 종류

구분		가두리 폐자재	음식물 쓰레기	사료 찌꺼기	어류 폐사체	사료 포대	생활 쓰레기	기타	무응답	계
1순위	응답자수	10	0	5	19	144	15	1	6	200
	백분율 (%)	5.0	0.0	2.5	9.5	72.0	7.5	0.5	3.0	100
2순위	응답자수	16	12	32	58	25	22	2	33	200
	백분율 (%)	8.0	6.0	16.0	29.0	12.5	11.0	1.0	16.5	100

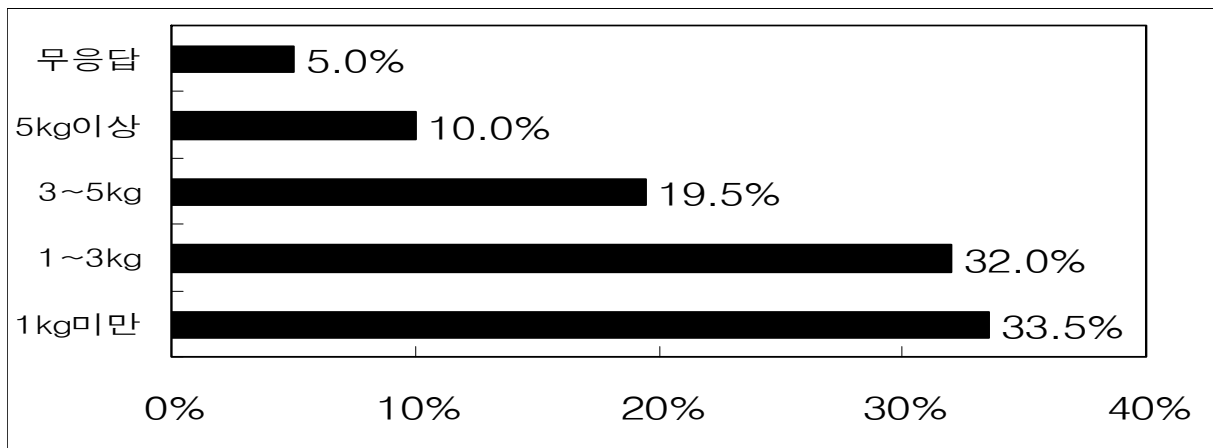




해상가두리에서 가장 많이 발생하는 쓰레기를 순위별로 조사하였다. 가장 많이 발생하는 쓰레기는 사료 포대로서 72%를 차지하였고 그 다음 많이 발생하는 쓰레기는 어류폐사체로 9.5%를 차지하였으며 생활쓰레기보다는 어업활동으로 인한 쓰레기가 더 많이 발생하는 것으로 나타났다. 특히 생사료 포장비닐은 사용 후 즉시 처리되지 못하고 어장 내에서 장기간 보관 시에는 악취, 벌레 등의 발생하고 자체 소각 시에는 환경오염 등의 문제를 일으킬 우려가 있으며, 해상 투기시 선박 운항 장애, 경관훼손 등의 문제를 발생시키고 있어 시급한 처리대책이 요구된다.

## 2) 해상가두리에서 발생하는 1일 쓰레기량

구분	1kg미만	1~3kg	3~5kg	5kg이상	무응답	계
응답자수	67	64	39	20	10	200
백분율(%)	33.5	32.0	19.5	10.0	5.0	100



해상가두리에서 발생하는 1일 쓰레기량은 1kg 미만이 33.5%였으며 1~3kg이 32%로 대부분 3kg미만을 배출하였고 한 어가당 평균 일일 1.5~2kg을 배출한다고 볼때 2005년 기준 우리나라 국민 1인당 쓰레기배출량 0.99kg보다 많음을 알 수 있다(표 5) 이를 토대로 통영관내 해상가두리양식장에서 배출되는 쓰레기를 추정하면 약 0.7톤~1톤내외가 될 것으로 파악되며 통영관내 전체 1일 배출쓰레기량인 145톤의 0.5%내외를 차지하는 수치이다. 이를 사육면적별로 보면 사육면적이 크면 클수록 쓰레기 발생량이 유의적으로 많은 것으로 나타났으며 도서지역과 비도서 지역간의 쓰레기 발생량의 유의적 차이는 나타나지 않았다.

표 5. 연도별 전국 생활쓰레기 발생량

연도	관리인구 (천명)	발생량		발생원단위	
		(톤/일)	증감률(%)	(kg/인/일)	증감률(%)
2000	47,307	46,438	-	0.98	-
2001	47,836	48,499	△4.4	1.01	△3.1
2002	48,133	49,902	△2.9	1.04	△2.9
2003	48,450	50,737	△1.7	1.05	△1.0
2004	48,730	50,007	▽1.4	1.03	▽1.9
2005	49,189	48,398	▽3.2	0.99	▽3.9

※ 자료 : 환경부 환경백서, 2006.

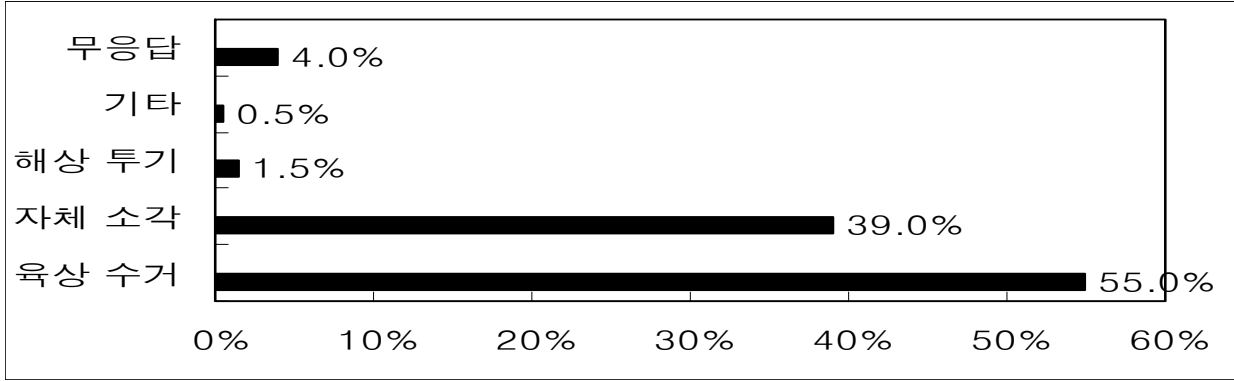
표 6. 연도별 통영시 생활쓰레기 발생량

연도	관리인구 (천명)	발생량		발생원단위	
		(톤/일)	증감률(%)	(kg/인/일)	증감률(%)
2000	134,864	133.1	-	0.99	-
2001	132,377	133.1	-	1.01	△2.0
2002	132,377	133	-	1.00	▽1.0
2003	131,548	132	▽0.75	1.00	-
2004	129,719	136	△3.03	1.05	△5.0
2005	129,872	145	△6.62	1.12	△6.7

※ 자료 : 통영시 통계연보(2005)

### 3) 해상가두리 발생 쓰레기 처리방법

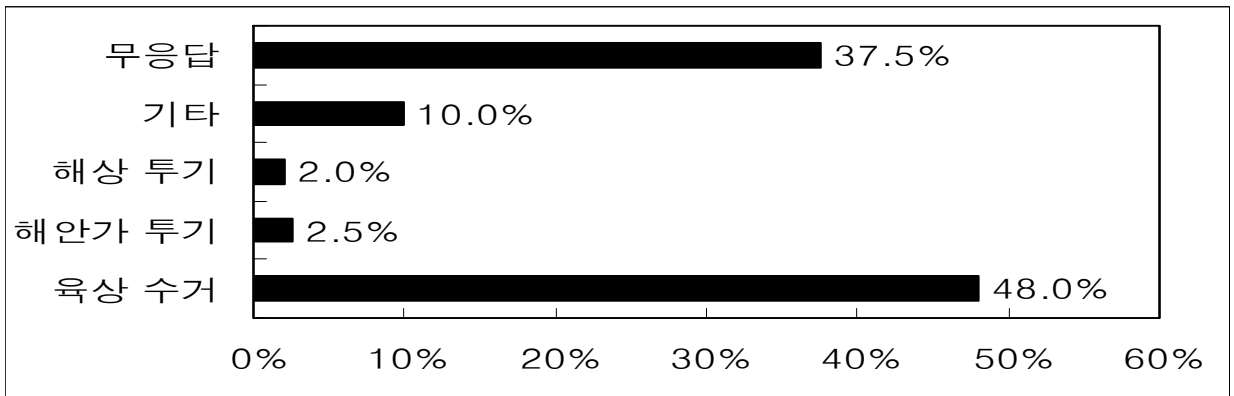
구분	육상 수거	자체 소각	해상 투기	기타	무응답	계
응답자수	110	78	3	1	8	200
백분율(%)	55.0	39.0	1.5	0.5	4.0	100



해상가두리양식장에서 발생하는 쓰레기를 육상으로 수거하는 경우는 55%로 가장 많았고 가두리에서 자체 소각하는 경우가 39%로 나타났다. 그러나 응답자의 76.5%가 도서지역에 거주하고 있으며 도서지역의 경우 면소재지가 있는 큰 섬을 제외한 도서지역은 현재 생활쓰레기 조차 수거되지 않는 현실을 감안해 보면 육상으로 수거하여도 자체 소각처리 되는 경우가 많아 실제 소각처리 되는 비율은 더 높을 것으로 추정된다.

### 4) 음식물쓰레기 처리 방법

구분	육상 수거	해안가 투기	해상 투기	기타	무응답	계
응답자수	96	5	4	20	75	200
백분율(%)	48.0	2.5	2.0	10.0	37.5	100



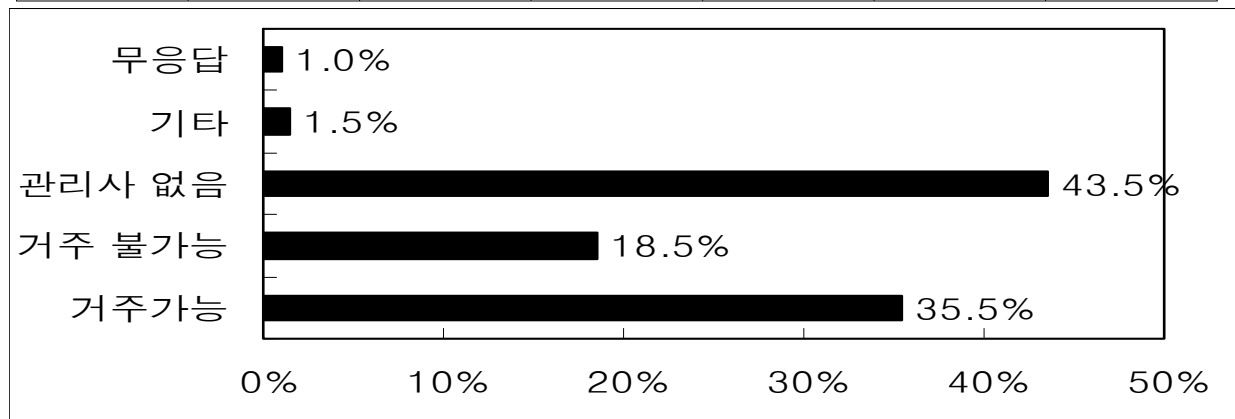
해상가두리양식장에서 취사행위 등으로 발생하는 음식물 쓰레기는 48%가 육상 수거장소에서 처리하고 일부는 해안가 또는 해상투기하고 있는 것으로 조사되었으며 기타 의견으로는 개, 고양이의 사료로 활용하는 경우가 많았다. 무응답자는 대부분은 해상가두리 내에서 취사행위를 하지 않아 발생하는 음식쓰레기가 없다고 응답하였다.

### 3. 해상가두리양식장 거주인원 및 가축량 조사

#### 가. 해상가두리관리사 거주현황

##### 1) 거주 가능한 관리사 현황

구분	거주가능 관리사 있음	관리사는 있으나 거주 불가능	관리사 없음	기타	무응답	계
응답자수	71	37	87	3	2	200
백분율(%)	35.5	18.5	43.5	1.5	1.0	100



관리사를 가지고 있는 어장이 54%로 관리사를 가지고 있지 않은 어장보다 많았으며 거주 가능한 관리사를 가진 경우도 35.5%로 나타나 전체 어장의 1/3이상 어장이 거주 가능한 것으로 나타나고 있어 관리사가 대부분 주거수단으로도 사용되고 있음을 알 수 있다.

## 2) 상시거주인원 현황

구분	3명이상	2명	1명	없음	무응답	계
응답자수	17	37	37	85	24	200
백분율(%)	8.5	18.5	18.5	42.5	12.0	100



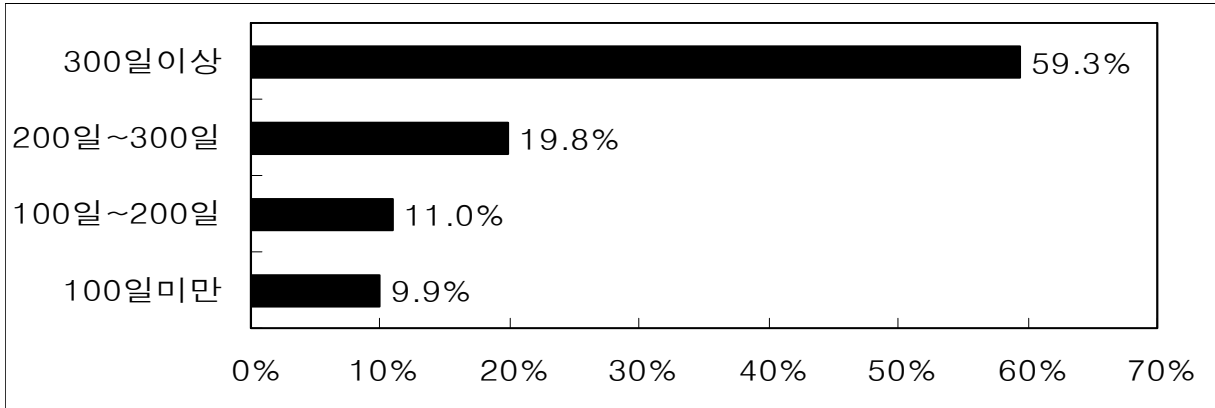
해상가두리양식장에 사람이 주야간 상시 거주하는 경우가 45.5%로 거주하지 않는 경우보다 많아 주거로 인한 각종 생활쓰레기 및 분변 등이 발생되고 있음을 알 수 있었다. 또한 사육면적이 클수록 상시 거주인원이 유의적으로 많았다.



그림 8. 사람이 상시거주하고 있는 해상가두리양식장 관리사

### 3) 상시거주 기간

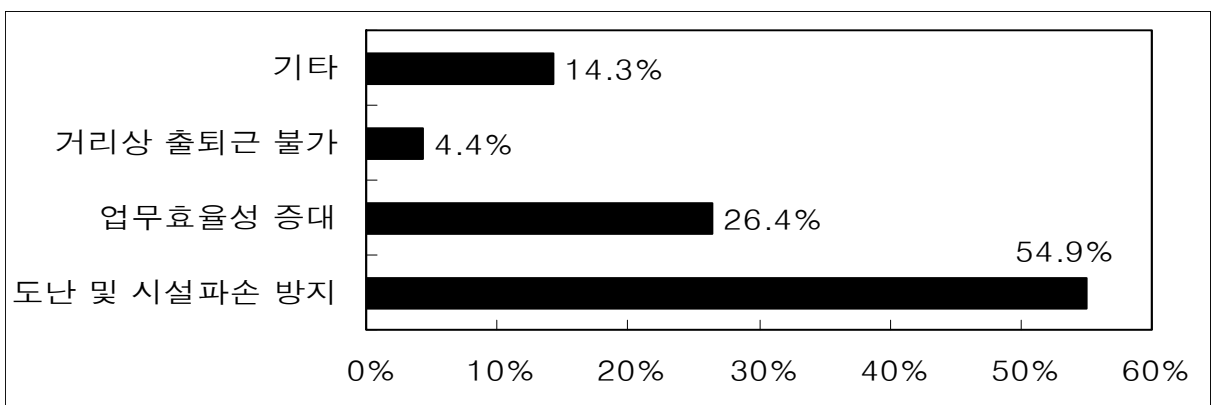
구분	100일미만	100일~200일	200일~300일	300일이상	계
응답자수	9	10	18	54	91
백분율(%)	9.9	11.0	19.8	59.3	100



해상가두리양식장에 상시거주기간을 조사한 결과 과반수이상인 59.3%가 연중가두리에서 거주하고 있으며 200일~300일 거주하는 경우도 19.8%로 해상가두리가 주거용도로 주로 사용되고 있었다.

### 4) 상시거주 목적

구분	도난 및 시설파손 방지	업무효율성 증대	거리상 출퇴근 불가	기타	계
응답자수	50	24	4	13	91
백분율(%)	54.9	26.4	4.4	14.3	100



어업인들이 해상가두리에 상시 거주하는 가장 큰 이유는 도난과 시설물 파손 방지였으며 두 번째는 가두리 관리의 효율성을 위한 것이었고 기타 의견으로는 종사자 숙소 또는 집이 없어서 등의 의견이 있었다. 가두리 거주이유는 도난우려가 가장 많은 부분을 차지하고 있으므로 도난예방을 위한 해상가두리 무인경비 시스템개발과 공동 경비방안 등의 대책이 시급히 강구되어야 할 것으로 판단된다.

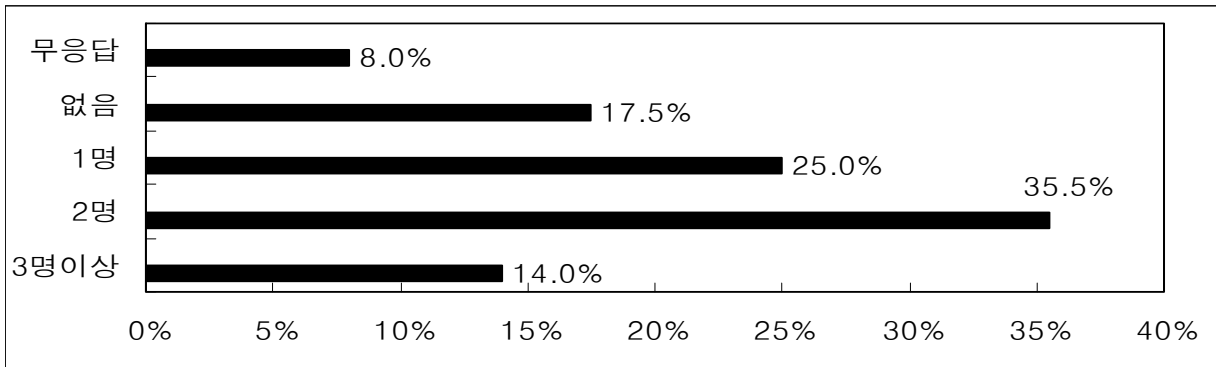
또한, 상시거주로 인해 발생되 있는 인체 및 가축의 분뇨 처리를 위하여 2006년부터 지방자치단체에서 FDA의 권고사항을 이행하기 위하여 일부 소각식화장실을 설치 지원하고 있으나 한정된 예산으로 인해 통영시에는 22개의 소각식화장실이 지원되었다. 그러나 이는 전체 관리사를 가진 해상가두리양식장의 272개소에 10%에도 미치지 못하는 수치다. 금후 지속적인 지원을 통해 분변으로 인한 오염을 줄여야 만이 수산식품이 국민건강에 안전하다는 인식을 바꿀 수 있을 것이다.



그림 9. 해상가두리양식장에 설치된 소각식 화장실

5) 주간거주 인원 현황

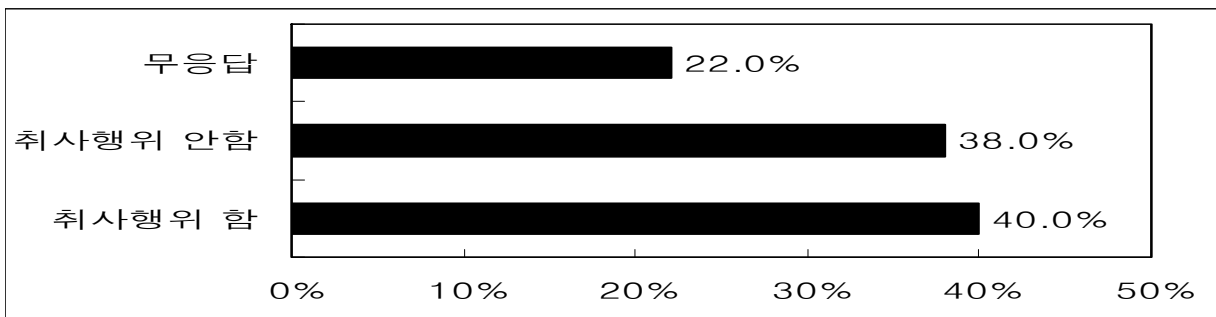
구분	3명이상	2명	1명	없음	무응답	계
응답자수	28	71	50	35	16	200
백분율(%)	14.0	35.5	25.0	17.5	8.0	100



해상가두리양식장에서 낮에 일을 하는 주간거주 인원을 보면 2명 이상이 49.5%를 차지하였으며 한 어장에 평균 약 2명 정도가 낮에 거주하는 것으로 파악되었다.

6) 취사행위 여부

구분	취사행위 함	취사행위 안함	무응답	계
응답자수	80	76	44	200
백분율(%)	40.0	38.0	22.0	100

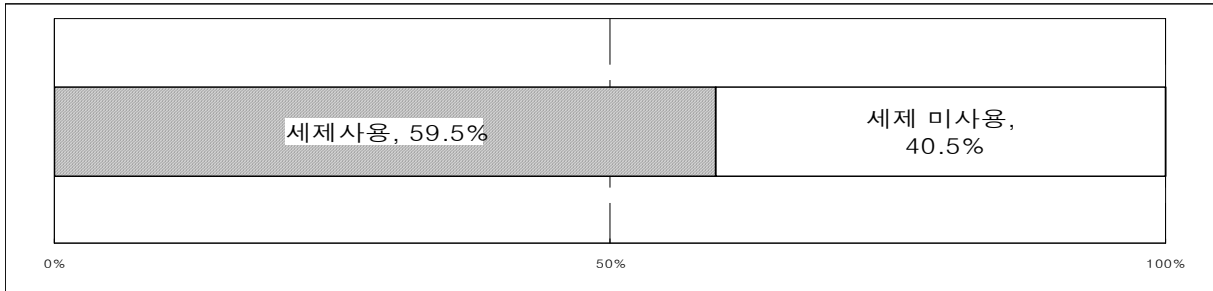


해상가두리양식장에서 취사행위를 하는 어장이 40%로 하지 않는 어장보다 많아 각종 음식물쓰레기 및 세제로 인한 수질오염이 많이 발생하는 것으로 나타났다.



### 7) 세제사용 여부

구분	세제사용	세제 미사용	무응답	계
응답자수	119	81	0	200
백분율(%)	59.5	40.5	0.0	100



세제사용 여부에 대한 설문조사 결과 세제를 사용하지 않는 어장이 전체의 59.5%를 차지하였고 세제를 사용하는 어장도 40.5%를 차지하였다.

### 8) 사용세제의 종류

구분	주방세제	세수비누	빨래비누	가루세제	샴푸, 린스	미사용	계
응답자수	59	56	37	15	22	119	308
백분율(%)	19.2	18.2	12.0	4.9	7.1	38.6	100

또한, 사용하는 모든 세제종류에 대한 조사(중복응답) 결과 주방세제, 세수비누, 빨래비누, 샴푸·린스, 가루세제 순으로 조사되어 일반 가정생활에 사용되는 세제의 종류와 사용패턴이 유사하였다.

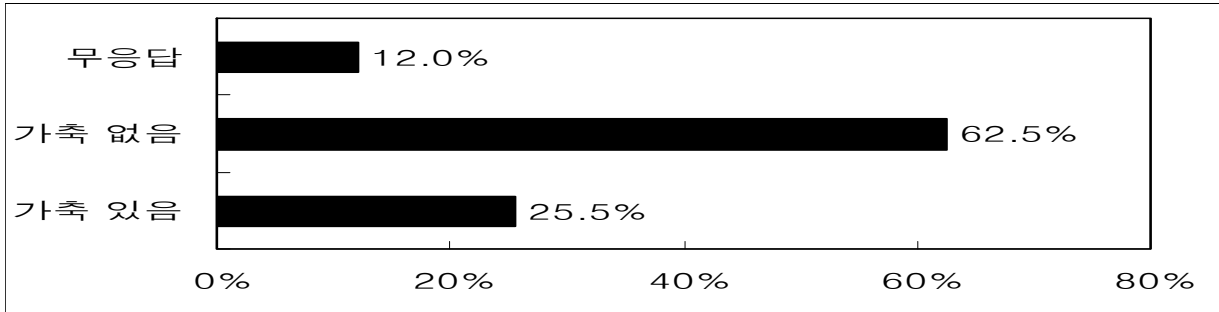


그림 10. 사람이 거주하는 해상가두리양식장 관리사 내부

나. 가축현황

1) 가축 사육 여부

구분	가축 있음	가축 없음	무응답	계
응답자수	51	125	24	200
백분율(%)	25.5	62.5	12.0	100



2) 상시거주 여부에 따른 가축 사육 현황

구분		가축 있음	가축 없음	무응답	계
상시거주자 있음	응답자수	42	55	19	116
	백분율(%)	36.2	47.4	16.4	100
상시거주자 없음	응답자수	9	70	5	84
	백분율(%)	10.7	83.3	6.0	100

해상가두리에 가축을 기르지 않는 어장이 62.5%로 가축을 기르는 어장보다 많았다. 이는 해상가두리 관리사에 상시거주자가 있는 경우 가축을 기르는 비율이 36.2% 인데 반해 상시거주자가 없는 경우는 10.7%에 불과해 사람이 상시 거주하는 어장이 가축사육을 많이 하는 것으로 나타났다.

3) 사육하는 가축의 종류

구분	개	고양이	개,고양이 동시 사육	무응답	계
응답자수	29	8	14	0	51
백분율(%)	56.9	15.7	27.5	0.0	100

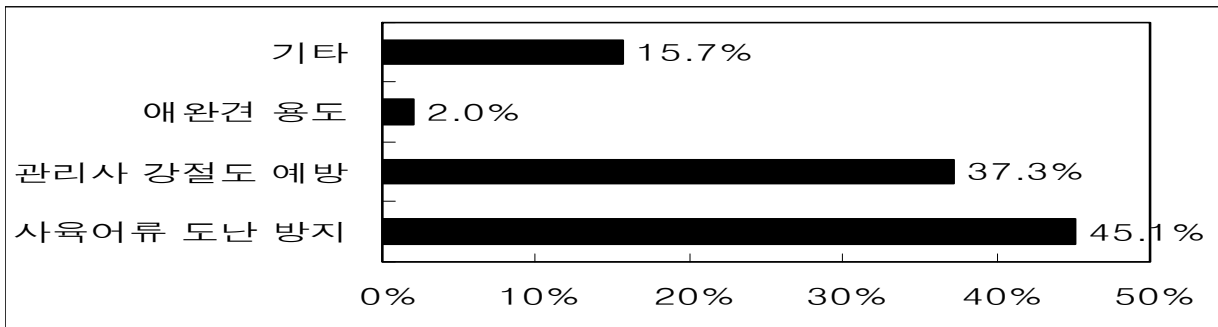
사육하는 가축의 평균 마리수는 0.35마리로 조사되었으며 가축의 종류는 개가 가장 많았고 고양이가 다음을 차지하였다. 가축을 기르는 어장 중에는 개와 고양이를 함께 키우는 경우도 27.5%에 달하였다.



그림 11. 해상가두리양식장에서 사육중인 가축

#### 4) 가축사육 목적

구분	사육어류 도난 방지	관리사 강절도 예방	애완견 용도	기타	계
응답자수	23	19	1	8	51
백분율(%)	45.1	37.3	2.0	15.7	100



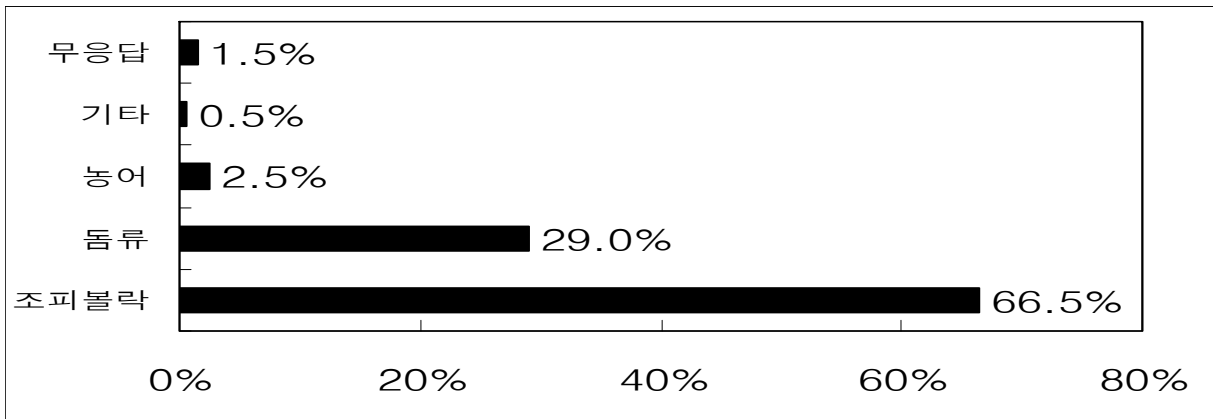
가축을 사육하는 주요 이유는 사육어류를 도난으로부터 보호하고 상시거주자의 안전을 위한 것이었고 기타 의견으로는 새, 수달, 쥐 등으로부터 사육어류 보호, 음식물쓰레기 처리 등이었다. 가축을 기르는 이유가 사람의 상시거주 이유와 동일한 결과를 나타내어 해상가두리양식장의 도난방지 대책이 절실히 필요한 것으로 생각된다.

#### 4. 사료 및 항생제 사용량 조사

##### 가. 사료 사용현황

##### 1) 사육어류 현황

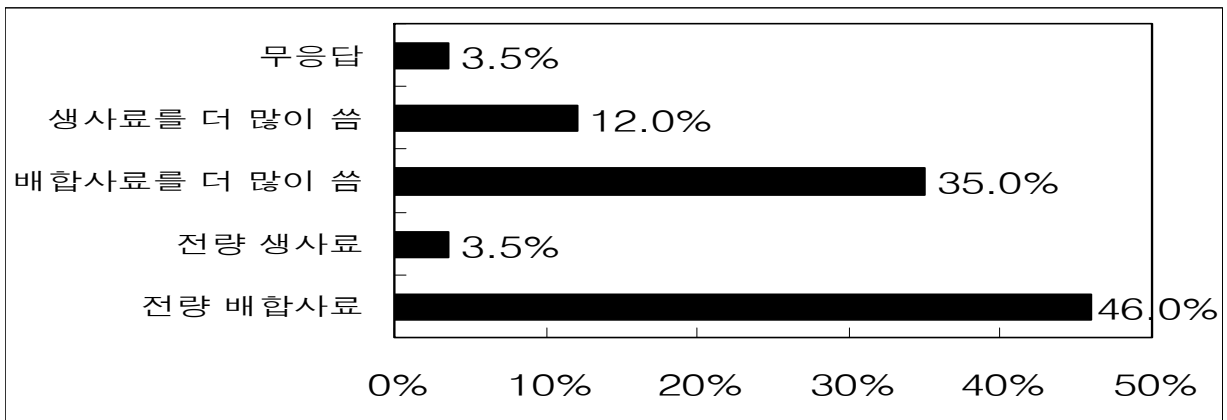
구분	조피블락	돔류	농어	기타	무응답	계
응답자수	133	58	5	1	3	200
백분율(%)	66.5	29.0	2.5	0.5	1.5	100



주요사육어종은 조피블락이 66.5%로 가장 많았고 돔류가 29%로 거의 대부분 조피블락이나 돔류를 사육하고 있는 것으로 조사되었다.

##### 2) 치어기 급이사료의 종류

구분	전량 배합사료	전량 생사료	배합사료를 더 많이 씀	생사료를 더 많이 씀	무응답	계
응답자수	92	7	70	24	7	200
백분율(%)	46.0	3.5	35.0	12.0	3.5	100



치어기에 사용하는 사료의 종류를 보면 전량 배합사료를 쓰는 어장이 46%로 가장 많았고 배합사료를 더 많이 쓰는 어장이 35%로 나타나 생사료보다 배합사료를 주로 선호하고 있었다.

### 3) 성어기 급이사료의 종류

구분	전량 배합사료	전량 생사료	배합사료를 더 많이 씀	생사료를 더 많이 씀	무응답	계
응답자수	34	67	11	85	3	200
백분율(%)	17.0	33.5	5.5	42.5	1.5	100

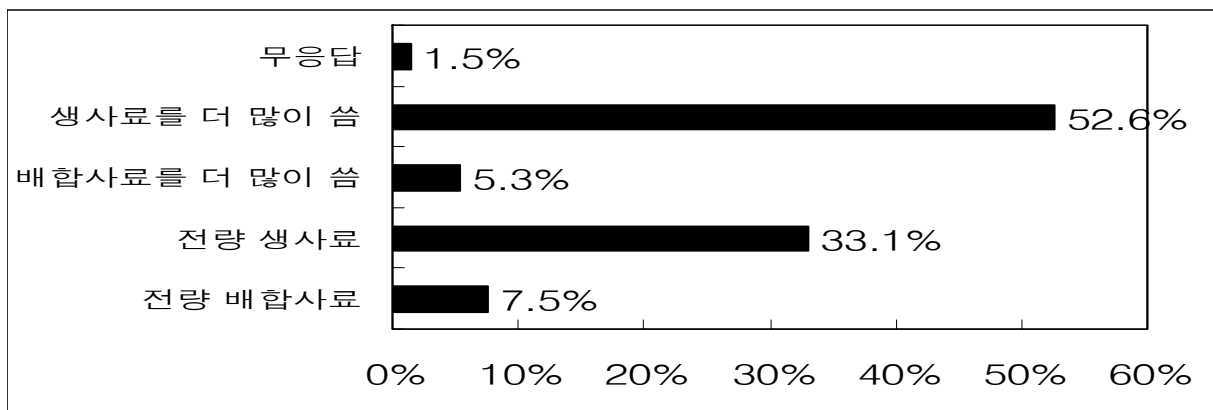


성어기에는 치어기와는 반대로 생사료를 더 많이 쓴다는 응답이 42.5%로 가장 많았으며 전량 생사료를 사용한다는 응답이 33.5%로 나타나 치어기와는 대조적으로 성어기에는 76%가 생사료를 선호하였다. 이러한 조사결과를 볼 때 배합사료의 사용을 확대하기 위해서는 양질의 성어 사료의 개발이 필요한 것으로 판단된다.

### 4) 어종별 성어기 급이사료의 종류

#### 가) 조피볼락을 주어종으로 양식하는 경우

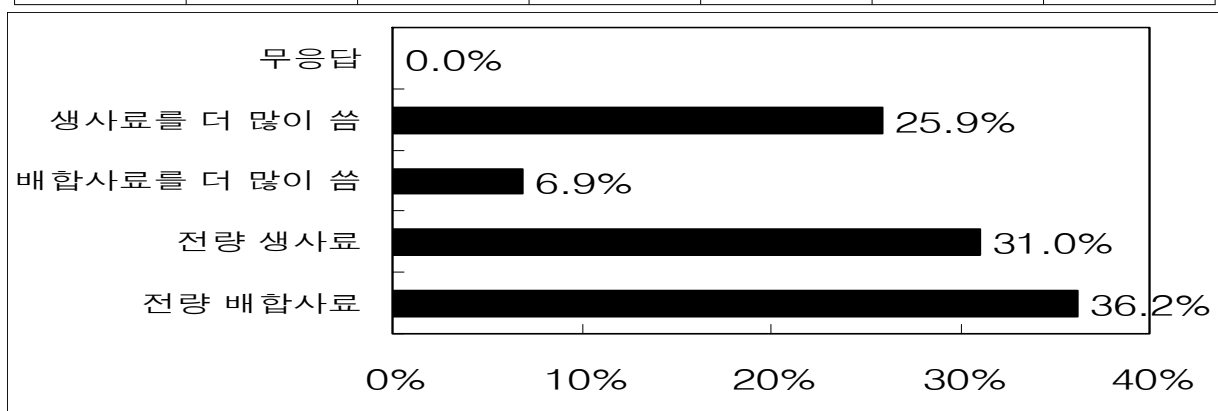
구분	전량 배합사료	전량 생사료	배합사료를 더 많이 씀	생사료를 더 많이 씀	무응답	계
응답자수	10	44	7	70	2	133
백분율(%)	7.5	33.1	5.3	52.6	1.5	100



성어기 급이사료의 종류를 어종별로 보면 조피볼락을 주로 사육하는 어장은 생사료 선호 비율이 85.7%로 전체 생사료 선호 비율인 76%보다 높음을 알 수 있다. 이는 조피볼락이 경우 배합사료 급이시 성장이 타어종에 비해 늦어 사용을 기피하고 있기 때문으로 생각된다. 해상가두리양식장의 66.5%가 조피볼락을 주사육 어종으로 선택하고 있는 것을 감안하면 조피볼락 전용 배합사료 개발이 시급히 이루어 져야 할 것으로 생각된다.

#### 나) 돔류를 주어종으로 양식하는 경우

구분	전량 배합사료	전량 생사료	배합사료를 더 많이 씀	생사료를 더 많이 씀	무응답	계
응답자수	21	18	4	15	0	58
백분율(%)	36.2	31.0	6.9	25.9	0.0	100



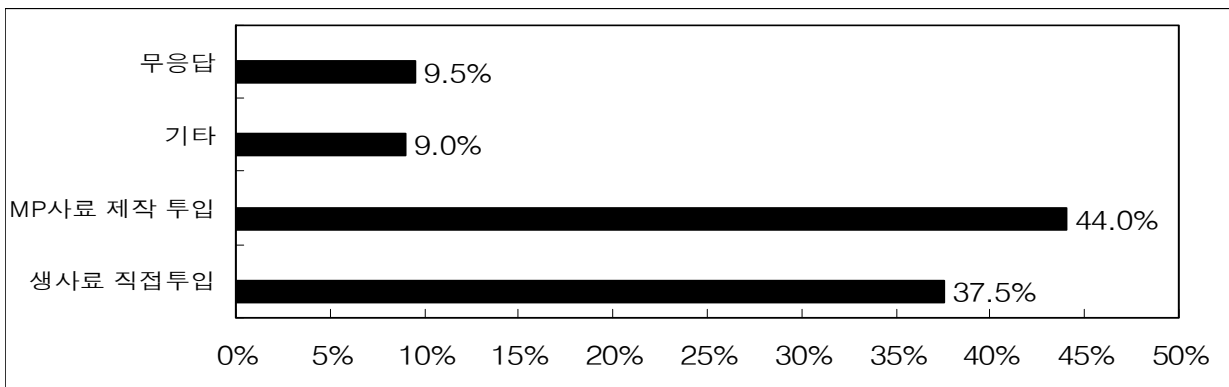
돔류를 주로 양식하는 어가에서는 생사료의 선호도가 56.9%로 조피볼락 85.7%보다 낮게 나타났으며 전량 배합사료를 사용하는 경우도 36.2%로 비교적 높게 나타났다.

5) 사료종류별 투여량

해상가두리양식장 한 어가당 연간 평균 288.7톤의 생사료와 57.1톤의 배합사료를 사용하는 것으로 나타났으며 통영관내 전체로 환산하여 추정할 경우 146천톤의 생사료와 29천톤의 배합사료를 사용하는 것으로 나타났다. 전체 사료사용량중 생사료의 비중은 84%, 배합사료의 비중은 16%인 것으로 나타나 생사료의 선호도가 높은 것으로 나타났다.

6) 생사료 급이형태

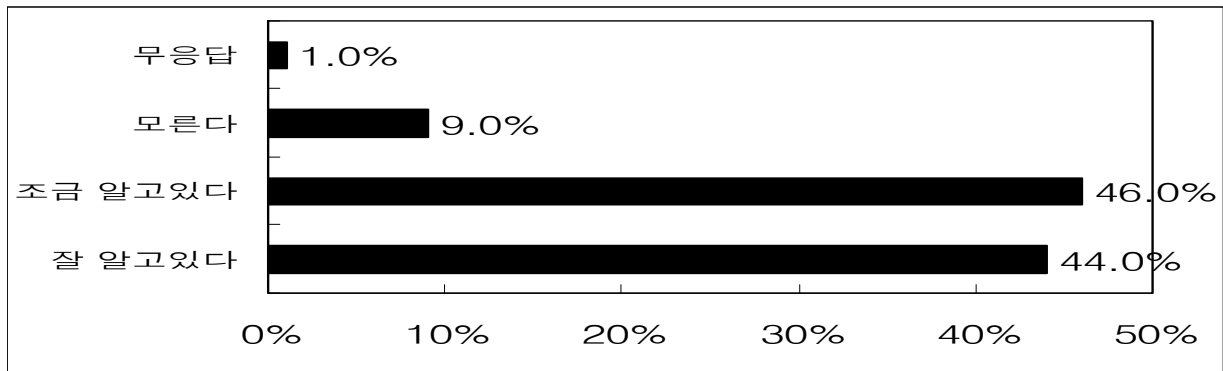
구분	생사료 직접투입	MP사료 제작 투입	기타	무응답	계
응답자수	75	88	18	19	200
백분율(%)	37.5	44.0	9.0	9.5	100



생사료는 MP(Moisture pellet) 사료 형태로 제작하여 급이하는 어장이 44.0%로 가장 많았으며 생사료를 가공없이 원형대로 공급하는 어장이 37.5%를 차지하였다. MP사료를 제작하기 위해서는 많은 인력과 장비, 시간이 소요되므로 생사료 MP사료 제작이 해상가두리어장의 거주인원과 관리사면적을 늘리는 한 요인으로 여겨진다.

7) 친환경 배합사료 지원사업에 대한 인식

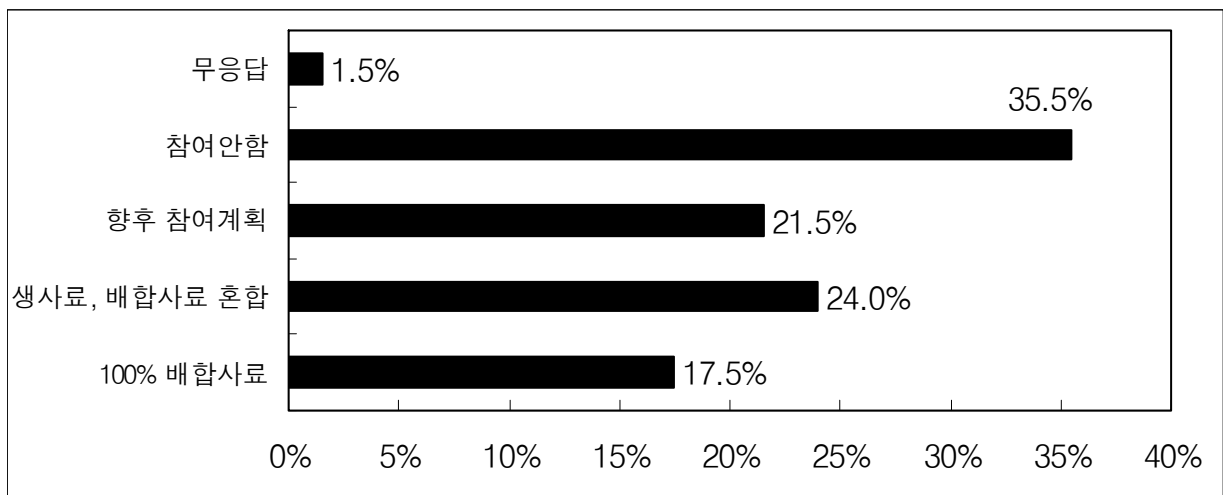
구분	잘 알고있다	조금 알고있다	모른다	무응답	계
응답자수	88	92	18	2	200
백분율(%)	44.0	46.0	9.0	1.0	100



정부에서 2004년부터 추진하고 있는 친환경 배합사료 지원사업에 대하여 잘 알고 있는 경우가 44%, 조금 알고 있는 경우가 46%로 대부분의 어업인인 배합사료 지원사업에 대해 인식하고 있는 것으로 조사되었다.

#### 8) 친환경 배합사료 지원사업 참여 의사

구분	100% 배합사료	생사료, 배합사료 혼합	향후 참여계획	참여안함	무응답	계
응답자수	35	48	43	71	3	200
백분율(%)	17.5	24.0	21.5	35.5	1.5	100



설문조사 대상자중 친환경배합사료 지원사업에 참여하고 있는 어가는 17.5%였으며 일부 참여하고 있는 어가도 24%를 차지하였다. 그러나 배합사료의 품질이 향상될 시 향후 참여하겠다고 답한 경우가 21.5%였으며 배합사료에 대한 불신으로 참여의사가 없는 경우가 35.5%를 차지하는 것으로 보아 배합사료에 대한 어업인의 불신이 상당한 것으로 나타났다.



나. 항생제 사용 현황

1) 항생제 사용량

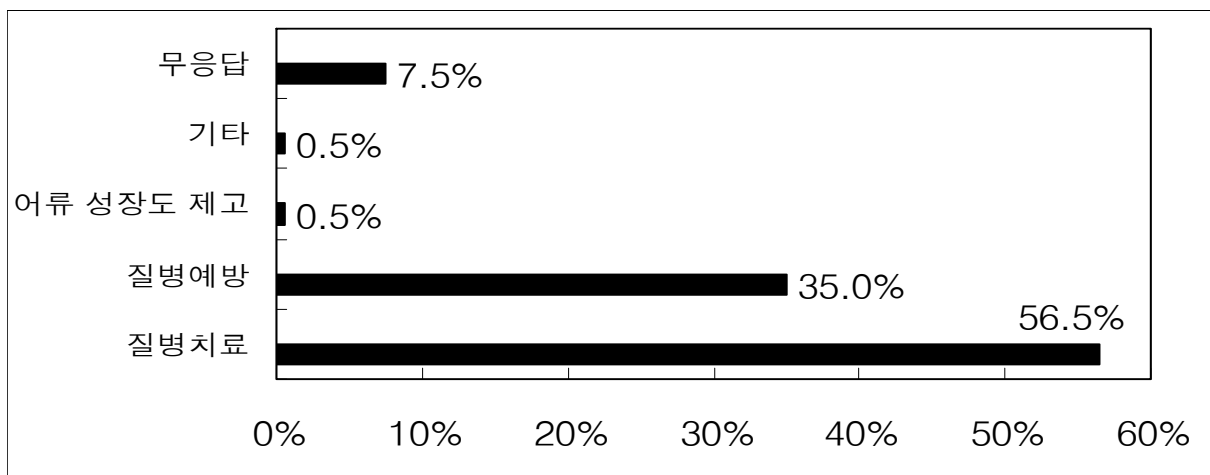
해상가두리 한 어장당 연간 항생제 사용량은 평균 139.8kg이었으며 통영시 전체 해상가두리어장에 사용되는 항생제로 환산 추정하면 71,158kg으로 이는 2004년 기준 우리나라 전체 수산용 약품판매량인 217,565kg(송 등, 2006)의 32.7%에 해당하는 것으로 나타났다.

2) 영양제 사용량

해상가두리 한 어장당 연간 영양제 사용량은 261.5kg이었으며 통영시 전체 해상가두리어장에 사용되는 영양제로 환산 추정하면 133,104kg으로 나타났다.

3) 항생제 사용 목적

구분	질병치료	질병예방	성장도제고	기타	무응답	계
응답자수	113	70	1	1	15	200
백분율(%)	56.5	35.0	0.5	0.5	7.5	100



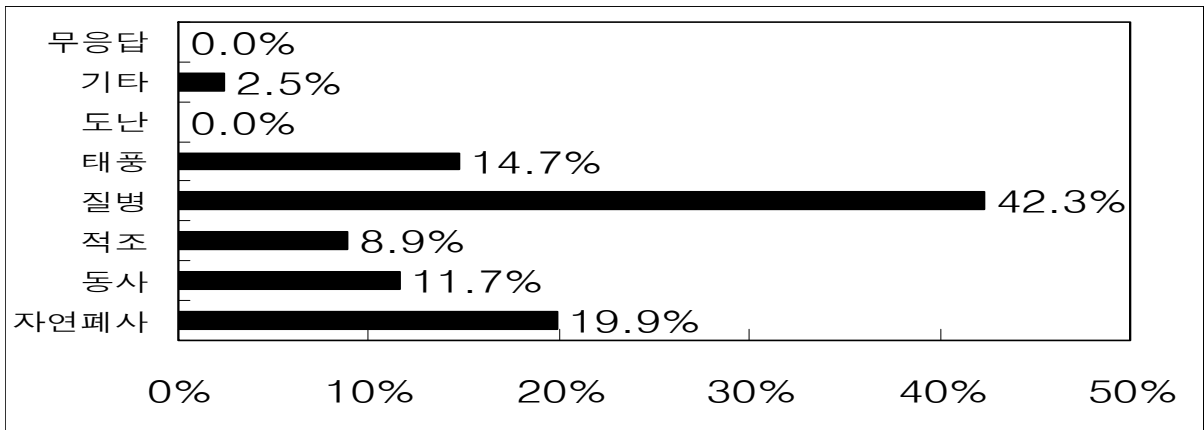
항생제의 사용목적은 질병발생에 따른 치료목적이 56.5%로 가장 높게 나타났으며 다음이 질병예방을 위해서가 35%로 나타내었다. 전체의 35%가 질병발생이 없는데도 불구하고 항생제를 사용하고 있어 항생제를 질병예방을 위한 백신의 기능과 혼동하거나 주위에서 사용하면 따라서 사용하는 등의 항생제 오남용 사례가 많은 것을 알 수 있다.

## 5. 어류 폐사체 발생현황 조사

### 가. 어류 폐사원인 및 폐사량

#### 1) 어류 폐사원인

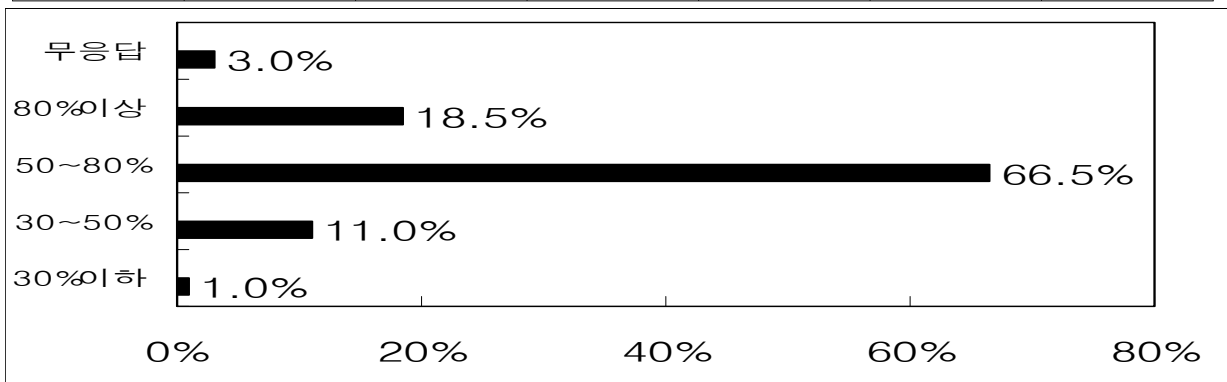
구분	자연폐사	동사	적조	질병	태풍	도난	기타	무응답	계
응답자수	65	38	29	138	48	0	8	0	326
백분율(%)	19.9	11.7	8.9	42.3	14.7	0.0	2.5	0.0	100



최근 3년간 사육어류 폐사원인을 복수응답으로 조사하였다. 본 조사결과 질병에 의한 폐사가 42.3%로 가장 많았고 다음으로 자연폐사가 19.9%, 태풍 및 해황악화로 인한 폐사가 14.7%, 겨울철 저수온으로 인한 폐사가 11.7%를 차지하였다.

#### 2) 사육어류의 생존율

구분	30%이하	30~50%	50~80%	80%이상	무응답	계
응답자수	2	22	133	37	6	200
백분율(%)	1.0	11.0	66.5	18.5	3.0	100



사육어류의 입식부터 최종 판매시까지의 생존율을 조사한 결과 66.5%가 50~80%의 생존율을 보인다고 하였고, 80%이상의 생존율을 보인다고 답한 경우도 18.5%로 평균 생존율은 약 70%내외인 것으로 추정된다.

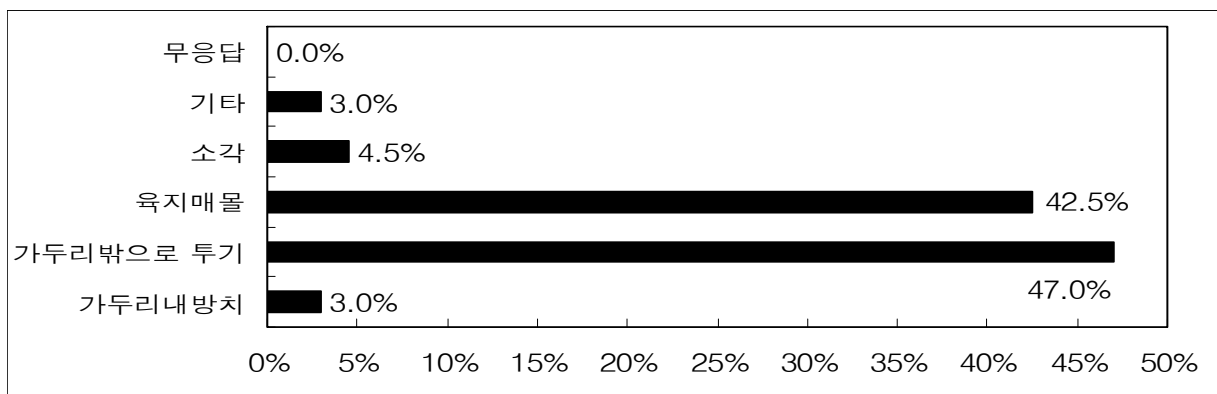
### 3) 연간 폐사 어류 현황

2005년 통영관내 어류 폐사량은 2005년 연간 17,537천마리였으며 물량으로 환산할 경우 약 1천톤 내외가 될 것으로 추정되며(어류양식현황조사, 해양수산부, 2005) 한 어장당 연간 평균 2톤 정도의 폐사체가 나올 것으로 예상된다. 전국적으로 환산할 경우 어류 폐사량은 155백마리로 약 9천톤 내외의 폐사체가 발생될 것으로 추정된다.

#### 나. 폐사어류 처리 현황

##### 1) 소량 폐사어류 처리 방법

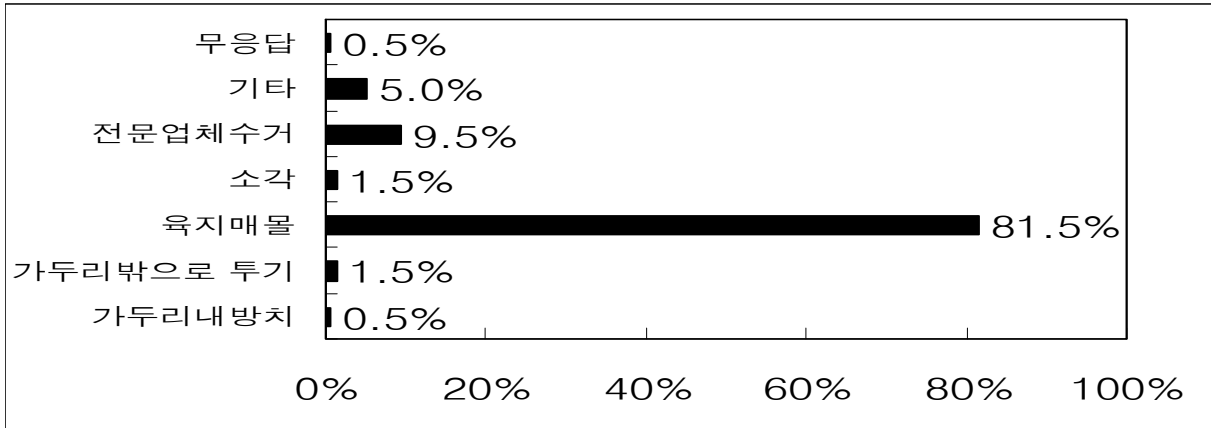
구분	가두리내 방치	가두리밖으로 투기	육지매물	소각	기타	무응답	계
응답자수	6	94	85	9	6	0	200
백분율(%)	3.0	47.0	42.5	4.5	3.0	0.0	100



어류 사육시 소량 폐사하는 경우 처리방법은 47%가 가두리 밖 해상으로 투기하는 것으로 나타났으며, 모아서 육지에 매물하는 경우가 42.5%로 나타났다. 이는 전체의 절반에 해당하는 어업인들이 어류 폐사체를 상시 바다에 그대로 버리고 있는 것으로 조사되었다.

## 2) 대량 폐사체 처리 방법

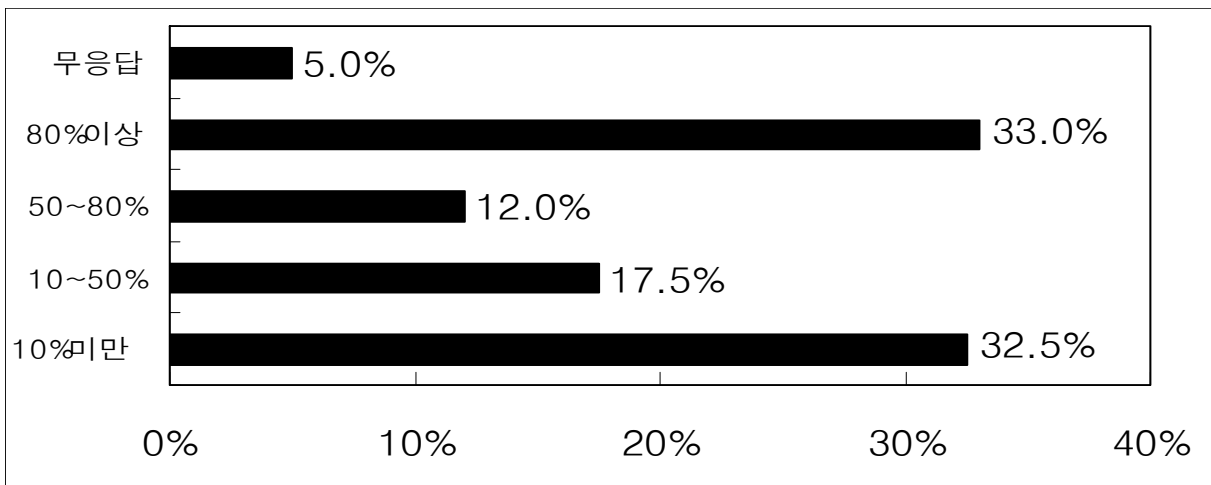
구분	가두리내 방치	가두리밖 투기	육지매몰	소각	전문업체 수거	기타	무응답	계
응답자수	1	3	163	3	19	10	1	200
백분율(%)	0.5	1.5	81.5	1.5	9.5	5.0	0.5	100



대량으로 어류가 폐사할 경우 육지로 가지고가 매몰하는 경우가 81.5%로 나타나 소량 폐사 시와는 다른 경향을 보였다.

## 3) 전체 폐사 어류 중 육지매몰 비율

구분	10%미만	10~50%	50~80%	80%이상	무응답	계
응답자수	65	35	24	66	10	200
백분율(%)	32.5	17.5	12.0	33.0	5.0	100



폐사어류를 육지에 매몰하는 비율을 보면 전체 해상가두리양식장의 33%가 폐사어류 80%이상을 매몰하고 있었고 32.5%가 10%미만만 매몰하는 것으로 나타났다. 이는 해상가두리양식장 인근에 어장주 소유의 땅이 있거나 퇴비로 사용 가능할 수 있는 여건이 되는 경우는 거의 육지 매몰하는 방법을 택하고 있었고 매몰여건이 되지 못하는 어가는 대부분 무단 해상투기로 이어지는 것으로 판단된다.

## 제 2절. 해상가두리양식장 오염실태 및 경영분석

### 1. 사료종류별 잔이량 예측 및 가두리양식장 오염실태

#### 가. 해상가두리 수질조사

통영시 산양읍 풍화리 생사료 사용어장의 조사당시 해양환경은 수온 19.1~30.3℃, 염분 31.1~32.6‰, 용존산소(DO) 6.91~7.55mg/ℓ, 수소이온농도(pH) 6.76~7.59 범위 였으며, 해상가두리 지점별 수질조사결과는 COD 1.25~1.58mg/ℓ, 영양염류 중 NH<sub>4</sub>-N 0.016~0.024mg/ℓ, NO<sub>2</sub>-N 0.003~0.006mg/ℓ, NO<sub>3</sub>-N 0.001~0.052mg/ℓ 로서, DIN 0.024~0.074mg/ℓ 로 나타났으며 PO<sub>4</sub>-P는 0.015~0.045mg/ℓ 로 조사되었다.

통영시 도산면 수월리 배합사료 사용어장의 조사당시 해양환경은 수온 19.2~28.0℃, 염분 31.8~33.1‰, 용존산소(DO) 5.67~8.09mg/ℓ, 수소이온농도(pH) 7.80~8.21범위였으며, 수질조사결과는 COD 1.20~1.84mg/ℓ, 영양염류중 NH<sub>4</sub>-N 0.008~0.088mg/ℓ, NO<sub>2</sub>-N 0.003~0.038mg/ℓ, NO<sub>3</sub>-N 0.003~0.069mg/ℓ 로 DIN 0.031~0.132mg/ℓ 로 나타났으며, PO<sub>4</sub>-P 0.027~0.092mg/ℓ 로 나타나 해역 I~II 등급으로 어류양식에 적합한 것으로 나타났음.

표 7. 생사료 사용어장의 해양환경조사결과(2006년 8월 8일 조사당일)

항 목	수온(℃)	염분(‰)	DO(mg/ℓ)	pH
표층	30.3	31.1	7.55	7.59
5m	22.0	32.3	7.79	6.99
10m	19.1	32.6	6.91	6.76

표 8. 배합사료 사용어장의 해양환경조사결과(2006년 8월 16일 조사당일)

항 목	수온(℃)	염분(‰)	DO(mg/ℓ)	pH
표층	28.0	31.8	5.67	8.21
5m	20.7	32.7	6.77	8.09
10m	19.2	33.1	8.09	7.80

표 9. 생사료 사용어장의 수질조사결과

지 점	구분	COD (mg/ℓ)	NH <sub>4</sub> -N (mg/ℓ)	NO <sub>2</sub> -N (mg/ℓ)	NO <sub>3</sub> -N (mg/ℓ)	DIN (mg/ℓ)	PO <sub>4</sub> -P (mg/ℓ)
No. 1 (가두리 중앙)	표층	1.52	0.021	0.003	0.003	0.028	0.022
	저층	1.25	0.021	0.004	0.035	0.060	0.029
No. 3 (어장 10m거리)	표층	1.38	0.017	0.005	0.052	0.074	0.038
	저층	1.58	0.016	0.003	0.005	0.024	0.015
No. 5 (어장 20m거리)	표층	1.52	0.020	0.004	0.001	0.025	0.021
	저층	1.58	0.024	0.006	0.041	0.071	0.045

표 10. 배합사료 사용어장의 수질조사결과

지 점	구분	COD (mg/ℓ)	NH <sub>4</sub> -N (mg/ℓ)	NO <sub>2</sub> -N (mg/ℓ)	NO <sub>3</sub> -N (mg/ℓ)	DIN (mg/ℓ)	PO <sub>4</sub> -P (mg/ℓ)
No. 1 (가두리 중앙)	표층	1.63	0.048	0.004	0.003	0.055	0.027
	저층	1.26	0.088	0.032	0.058	0.178	0.046
No. 3 (어장 10m거리)	표층	1.20	0.075	0.021	0.012	0.108	0.052
	저층	1.29	0.069	0.038	0.025	0.132	0.068
No. 5 (어장 20m거리)	표층	1.84	0.021	0.003	0.007	0.031	0.028
	저층	1.68	0.008	0.015	0.069	0.092	0.092

#### 나. 저질(퇴적물) 조사결과

통영시 산양읍 풍화리 생사료 어장의 저질 퇴적물 조사결과 해상가두리 10m이내(조사지점 1, 2, 3)에서는 산취발성황화물(AVS)이 1.39~1.41mg/g이며, COD 44.34~62.58mg/ℓ, 산화환원전위(ORP) -379~-393mV였으나, 해상가두리로부터 40m 떨어진 지점(조사지점 6)에서는 산취발성황화물(AVS) 0.27mg/g, COD 29.14mg/ℓ, 산화환원전위(ORP) -204mV로 조사되어 해상가두리양식장으로부터 거리별로 오염도가 낮아지는 것으로 조사되었다.

통영시 도산면 수월리 배합사료 어장의 저질 퇴적물 조사결과 해상가두리 10m이내(조사지점 1, 2, 3)에서는 산취발성황화물(AVS) 0.45~0.55mg/g, COD 34.64~38.99mg/ℓ, 산화환원전위(ORP) -357~-369mV였으나, 해상가두리로부터 40~60m 떨어진 지점(조사지점 6, 7)에서는 산취발성황화물(AVS) 0.22~0.24mg/g, COD 21.02~22.02mg/ℓ, 산화환원전위(ORP) -204~-206mV로 조사되어 해상가두리양식장으로부터 거리별로 오염도가 낮아지는 것으로 조사되었다.

생사료 어장과 배합사료 어장의 조사결과 비교시 생사료 어장에서 산취발성황화물(AVS) 0.22~1.41mg/g(평균 0.93mg/g), COD 21.20~62.58mg/ℓ(평균 41.33mg/ℓ), 산화환원전위(ORP) -204~-393mV(평균 -309mV)로 조사된 반면, 배합사료 어장에서는 산취발성황화물(AVS) 0.24~0.55mg/g(평균 0.42mg/g), COD 21.02~38.99mg/ℓ(평균 31.59mg/ℓ), 산화환원전위(ORP) -202~-369mV(평균 -314mV)로 조사되어 배합사료 어장이 생사료 사용어장보다 오염이 덜 된 것으로 조사되었다.

그러나, 해상가두리로부터 40m 떨어진 지점에서는 생사료 사용어장과 배합사료 사용어장의 조사수치에 별다른 차이가 없었으며, 60m 거리에서는 동일한 수치를 나타내는 것으로 조사되었다.



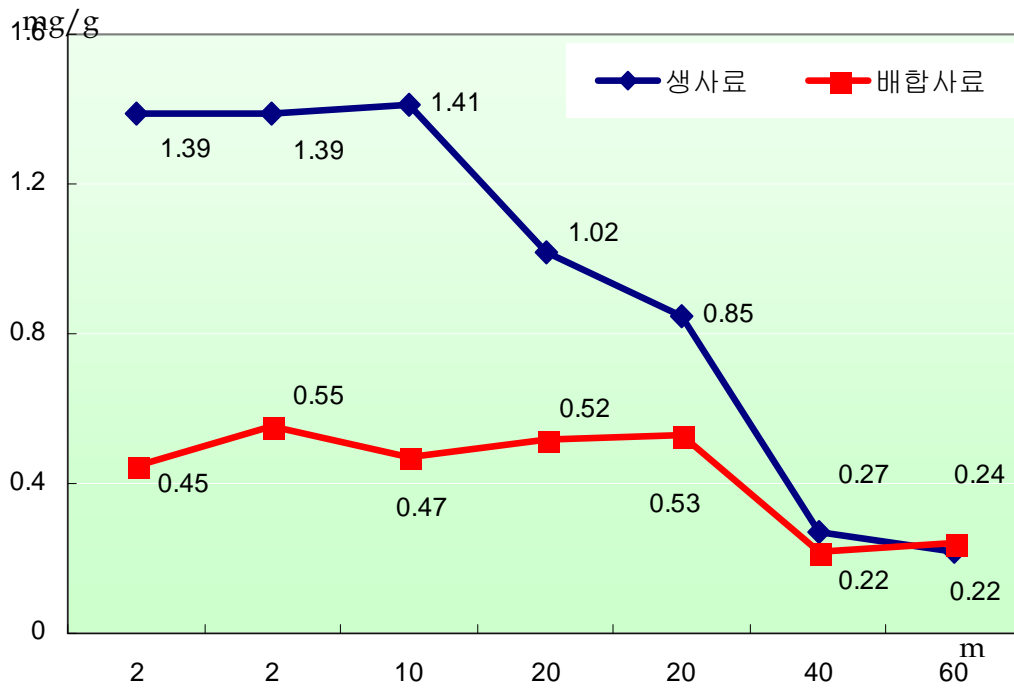


그림 10. 저질 퇴적물 조사결과 (AVS)

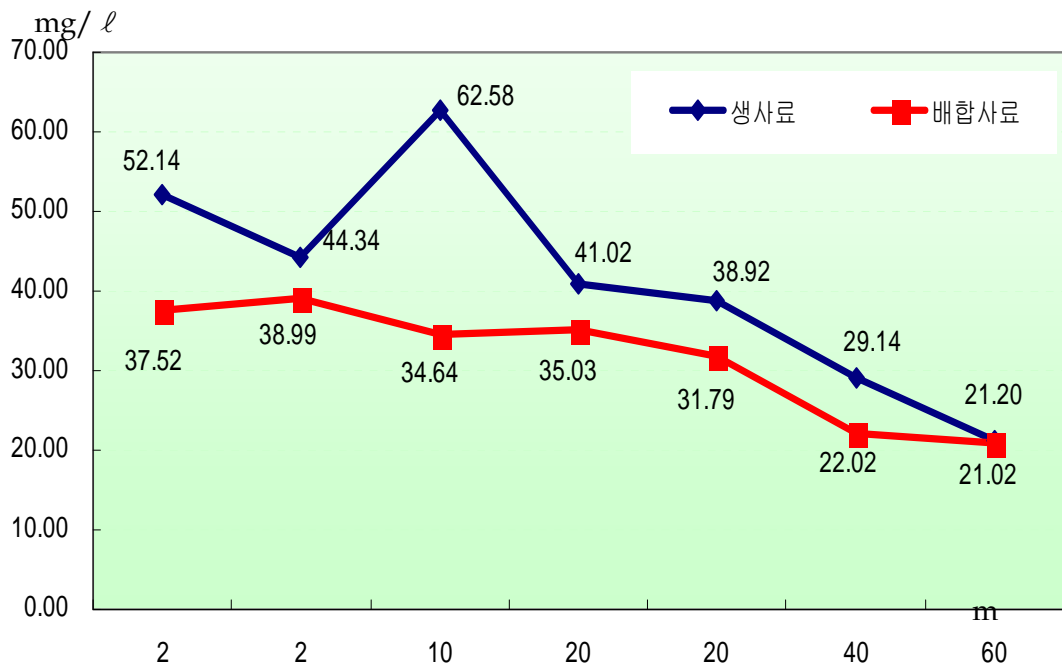


그림 11. 저질 퇴적물 조사결과 (COD)

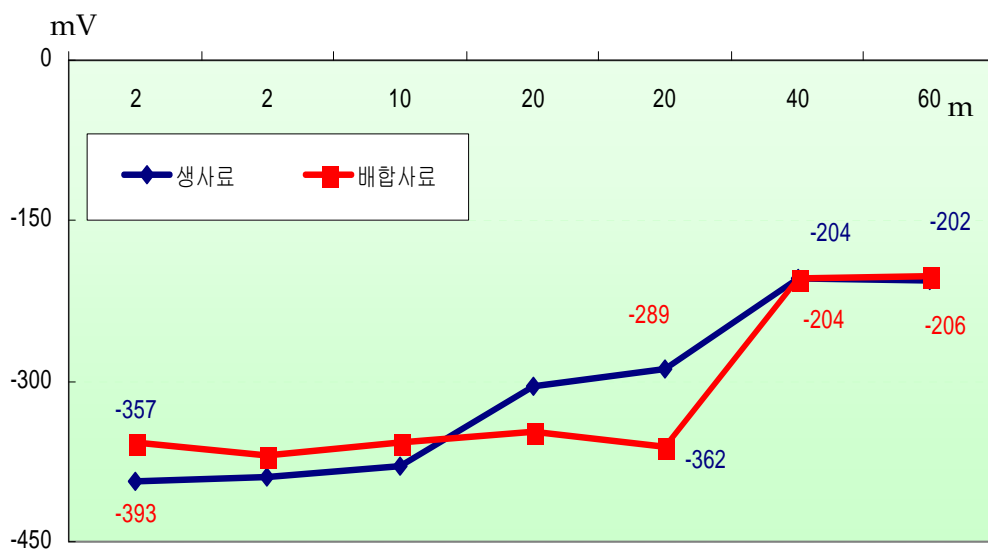


그림 12. 저질 퇴적물 조사결과 (ORP)

다. 사료 잔이량 퇴적물 조사 결과

통영시 산양읍 풍화리 생사료 사용어장의 사료 잔이량 퇴적물 조사결과는 산회발성황화물(AVS)이 0.35~0.62mg/g(평균 0.45mg/g)으로 통영시 도산면 수월리 배합사료 사용어장의 산회발성황화물(AVS) 0.00~0.34mg/g(평균 0.07mg/g)에 비해 높게 나타나 생사료 사용어장이 배합사료 사용어장보다 사료잔이량 및 오염도가 높은 것으로 조사되었다.

특히, 생사료 사용어장의 경우 20m 이상거리 지점에서도 비교적 높은 수치를 나타내고 있어 사료허실로 인한 오염도가 높은 것을 알 수 있었다.

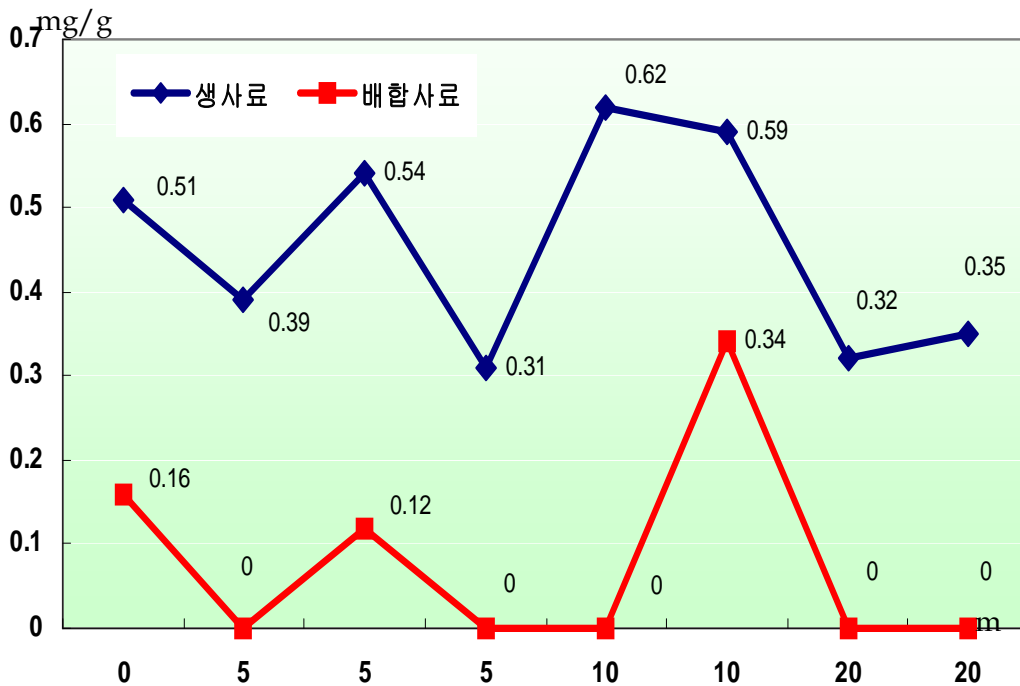


그림 13. 사료 잔이량 퇴적물 조사 결과(AVS)

표 11. 생사료 사료 잔이량 퇴적물 조사 결과

지점	사료투여장소로 부터의 거리	함수율(%)	AVS(mg/g. dry)	COD(mg/ ℓ)
No. 1	0	89.59	0.51	28.22
No. 2	5	91.35	0.39	21.28
No. 3	5	92.08	0.54	44.92
No. 4	5	92.01	0.31	26.07
No. 5	10	76.58	0.62	37.74
No. 6	10	91.80	0.59	27.38
No. 7	20	90.42	0.32	20.24
No. 8	20	86.85	0.35	22.02

표 12. 배합사료 사료 잔이량 퇴적물 조사 결과

지점	사료투여장소로 부터의 거리	함수율(%)	AVS(mg/g. dry)	COD(mg/ ℓ)
No. 1	0	93.90	0.16	21.85
No. 2	5	95.05	0.00	37.01
No. 3	5	95.13	0.12	79.26
No. 4	5	95.51	0.00	17.96
No. 5	10	93.98	0.00	18.48
No. 6	10	94.25	0.34	54.55
No. 7	20	94.00	0.00	33.67
No. 8	20	94.89	0.00	8.53

## 2. 친환경 해상가두리양식장 경영비 분석

관리사 유무별, 사료별(생사료 및 배합사료) 그리고 양식어장 규모별로 8개 조사구를 선정하여 총 16개 양식어가(조사구별 2개소 선정)에 대하여 경영비 분석을 하였으며, 각 항목별 분석결과는 다음과 같다.

### 가. 사료비

#### 1) 사료비의 발생현황

배합사료를 사용하는 어장의 평균 사료비는 142,835,313원으로 배합사료와 생사료를 혼합하여 사용하는 어장의 평균 사료비 222,101,250원 보다 낮게 조사되었으며, 관리사가 있는 경우의 평균 사료비는 279,624,375원인 반면 관리사가 없는 경우의 평균 사료비는 85,312,188원으로 조사되었다. 또한, 어장면적이 0.5ha이상인 경우 평균 사료비는 225,088,125원으로 어장면적이 0.5ha미만의 경우 평균 사료비 109,848,438원 보다 높게 조사되었다(표 13).

이를 요약하면, 관리사가 있는 경우보다 관리사가 없는 경우에 사료비가 낮게 조사되었고, 배합사료를 사용하면서 관리사가 없는 경우가 생사료를 사용하면서 관리사가 없는 경우보다 낮았고, 어장면적이 0.5ha미만이면서 관리사가 없는 경우가 어장면적이 0.5ha이상이면서 관리사가 없는 경우보다 사료비가 낮게 조사되어, 다음과 같은 소결을 결정지을 수 있었다.

**소결 : 어장 면적이 0.5ha미만이고, 관리사가 없으면서 배합사료를 사용할 경우 사료비가 가장 낮았다.**

표 13. 사료여부/관리사여부/어장면적에 따른 사료비 발생현황

사료여부	관리사여부	어장면적	평균(원)	표준편차(원)	사례수
배합사료	관리사 없음	0.5ha 미만	38,093,750	30,980,116	2
		0.5ha 이상	66,250,000	8,838,835	2
	소계	소계	52,171,875	24,702,679	4
	관리사 있음	0.5ha 미만	64,000,000	19,798,990	2
		0.5ha 이상	402,997,500	26,696,817	2
	소계	소계	233,498,750	196,658,778	4
	관리사 없음	0.5ha 미만	51,046,875	25,967,296	4
	관리사 있음	0.5ha 이상	234,623,750	195,098,030	4
합계	합계	142,835,313	161,958,356	8	
생사료	관리사 없음	0.5ha 미만	118,550,000	62,154,686	2
		0.5ha 이상	118,355,000	14,700,750	2
	소계	소계	118,452,500	36,875,263	4
	관리사 있음	0.5ha 미만	218,750,000	8,838,835	2
		0.5ha 이상	432,750,000	142,835,570	2
	소계	소계	325,750,000	148,633,918	4
	관리사 없음	0.5ha 미만	168,650,000	68,267,537	4
	관리사 있음	0.5ha 이상	275,552,500	199,551,437	4
합계	합계	222,101,250	149,427,473	8	
배합사료 및 생사료	관리사 없음	0.5ha 미만	78,321,875	61,362,803	4
		0.5ha 이상	92,302,500	31,671,060	4
		소계	85,312,188	45,819,934	8
	관리사 있음	0.5ha 미만	141,375,000	90,217,677	4
		0.5ha 이상	417,873,750	85,634,750	4
		소계	279,624,375	168,743,565	8
	합계	0.5ha 미만	109,848,438	78,980,342	8
		0.5ha 이상	255,088,125	184,004,028	8
합계		182,468,281	156,001,262	16	

2) 사료비에 영향을 미치는 요인

다변량분석(Multivariate Analysis of Variance : MANOVA)으로 분석한 결과 사료여부, 관리사여부, 어장면적 등에 따라 사료비에 유의적인 차이가 있음을 알 수 있다. 또한 관리사여부와 어장면적이 복합적 요인으로 사료비에 영향을 미침도 알 수 있었다.

소결 : 배합사료를 사용할 경우, 관리사가 없을 경우, 어장면적이 0.5ha미만 일 경우가 그 반대의 경우보다 사료비가 저렴하고, 관리사가 없는 동시에 어장면적이 0.5ha미만일 경우 그렇지 않은 경우보다 사료비가 저렴함을 알 수 있다. 즉, 사료비의 경우 가설 1, 2, 3, 4를 지지하고 있음을 알 수 있다.

표 14. 사료여부/관리사여부/어장면적 등이 사료비에 미치는 영향

소스	Type III 제곱합	자유도	평균제곱합	F값	유의확률
상수항	5.32715E+17	1	5.32715E+17	159.60	0.00*
사료여부	2.51324E+16	1	2.51324E+16	7.53	0.03**
관리사여부	1.51029E+17	1	1.51029E+17	45.25	0.00*
어장면적	8.43783E+16	1	8.43783E+16	25.28	0.00*
사료여부*관리사여부	6.74473E+14	1	6.74473E+14	0.20	0.66
사료여부*어장면적	5.87896E+15	1	5.87896E+15	1.76	0.22
관리사여부*어장면적	6.89158E+16	1	6.89158E+16	20.65	0.00*
사료여부*관리사여부*어장면적	2.33512E+15	1	2.33512E+15	0.70	0.43
오차	2.67021E+16	8	3.33776E+15		
합계	8.97761E+17	16			
$R^2 = 92.7\%$					

주) \* 1%유의수준에서 유의함, \*\* 5%유의수준에서 유의함, \*\*\*10%유의수준에서 유의함.



### 3) 사료비 비율 발생 현황

배합사료를 사용하는 어장의 평균 사료비율은 0.46로 배합사료와 생사료를 혼합하여 사용하는 어장의 평균 사료비율 0.56 보다 낮게 조사되었으며, 관리사가 있는 경우 평균 사료비율은 0.58인 반면에 관리사가 없는 경우의 평균 사료비율 0.44로 조사되었다. 또한, 어장면적이 0.5ha이상인 경우 평균 사료비율은 0.53으로 조사되었으며, 어장면적이 0.5ha미만의 평균 사료비율 0.49로 조사되었다.

이는 관리사가 있는 경우보다 관리사가 없는 경우가 사료비율이 낮고, 배합사료를 사용하면서 관리사가 없는 경우가 생사료를 사용하면서 관리사가 없는 경우보다 낮았고, 어장면적이 0.5ha미만이면서 관리사가 없는 경우가 어장면적이 0.5ha이상이면서 관리사가 없는 경우보다 사료비율이 낮게 조사되어 다음과 같은 소결을 결정지을 수 있었다.

**소결 : 어장 면적이 0.5ha미만이고, 관리사가 없으면서 배합사료를 사용할 경우 사료비율이 0.39로 가장 낮았다.**

표 15. 사료여부/관리사여부/어장면적에 따른 사료비 비중(사료비/총비용)의 발생현황

사료여부	관리사여부	어장면적	평균	표준편차	사례수
배합사료	관리사 없음	0.5ha 미만	0.39	0.28	2
		0.5ha 이상	0.42	0.20	2
	소계	소계	0.40	0.20	4
	관리사 있음	0.5ha 미만	0.40	0.05	2
		0.5ha 이상	0.65	0.08	2
	소계	소계	0.52	0.16	4
	관리사 없음	0.5ha 미만	0.39	0.17	4
	관리사 있음	0.5ha 이상	0.53	0.18	4
합계	합계	0.46	0.18	8	
생사료	관리사 없음	0.5ha 미만	0.53	0.07	2
		0.5ha 이상	0.44	0.18	2
	소계	소계	0.48	0.12	4
	관리사 있음	0.5ha 미만	0.66	0.01	2
		0.5ha 이상	0.61	0.04	2
	소계	소계	0.64	0.04	4
	관리사 없음	0.5ha 미만	0.59	0.09	4
	관리사 있음	0.5ha 이상	0.53	0.15	4
합계	합계	0.56	0.12	8	
배합사료 및 생사료	관리사 없음	0.5ha 미만	0.46	0.18	4
		0.5ha 이상	0.43	0.16	4
		소계	0.44	0.16	8
	관리사 있음	0.5ha 미만	0.53	0.15	4
		0.5ha 이상	0.63	0.06	4
		소계	0.58	0.12	8
	합계	0.5ha 미만	0.49	0.16	8
		0.5ha 이상	0.53	0.15	8
합계		0.51	0.15	16	

4) 사료비율에 영향을 미치는 요인

다변량분석(Multivariate Analysis of Variance : MANOVA)으로 분석한 결과 관리사여부만이 사료비율에 유의적인 차이가 있음을 알 수 있다.

소결 : 관리사가 없는 경우가 관리사가 있는 경우보다 사료비율이 상대적으로 낮음을 알 수 있다. 즉, 사료비의 경우 가설 2를 지지하고 있음을 알 수 있다.

표 16. 사료여부/관리사여부/어장면적 등이 사료비 비중(사료비/총비용)에 미치는 영향

소스	Type III 제곱합	자유도	평균제곱합	F값	유의확률
상수항	4.18	1	4.18	198.87	0.00*
사료여부	0.03	1	0.03	1.73	0.23
관리사여부	0.07	1	0.07	3.49	0.10***
어장면적	0.01	1	0.01	0.25	0.63
사료여부*관리사여부	0.00	1	0.00	0.06	0.82
사료여부*어장면적	0.04	1	0.04	2.03	0.19
관리사여부*어장면적	0.02	1	0.01	0.85	0.38
사료여부*관리사여부*어장면적	0.01	1	0.01	0.39	0.55
오차	0.17	8	0.02		
합계	4.54	16			
$R^2 = 52.4\%$					

주) \* 1%유의수준에서 유의함, \*\* 5%유의수준에서 유의함, \*\*\*10%유의수준에서 유의함.

## 나. 총 비용

### 1) 총비용의 발생현황

배합사료를 사용하는 어장의 총비용 평균은 262,264,563원으로 배합사료와 생사료를 혼합하여 사용하는 어장의 388,058,031원 보다 낮게 조사되었다. 또한, 관리사가 있는 경우의 총비용 평균은 453,485,281원인 반면에 관리사가 없는 경우의 총비용 평균 196,837,313원 보다 높게 조사되었다. 어장면적이 0.5ha이상인 경우, 총비용 평균은 449,464,000 원으로 어장면적이 0.5ha미만의 경우 200,858,594원보다 높게 조사되었다.

관리사가 있는 경우보다 관리사가 없는 경우에 총비용 평균이 낮고, 배합사료를 사용하면서 관리사가 없는 경우가 생사료를 사용하면서 관리사가 없는 경우 보다 낮고, 어장면적이 0.5ha미만이면서 관리사가 없는 경우가 어장면적이 0.5ha이상이면서 관리사가 없는 경우보다 낮아 다음과 같은 소결을 결정지을 수 있었다.

**소결 : 어장 면적이 0.5ha미만이고, 관리사가 없으면서 배합사료를 사용할 경우 총비용 평균이 가장 낮았다.**

### 2) 총비용에 영향을 미치는 요인

다변량분석(Multivariate Analysis of Variance : MANOVA)으로 분석한 결과 사료여부, 관리사여부, 어장면적 등에 따라 총비용에 유의적인 차이가 있음을 알 수 있다. 또한 관리사여부와 어장면적이 복합적 요인으로 총비용에 영향을 미침도 알 수 있었다.

**소결 : 배합사료를 사용할 경우, 관리사가 없을 경우, 어장면적이 0.5ha미만일 경우가 그 반대의 경우보다 총비용이 낮고, 관리사가 없는 동시에 어장면적이 0.5ha미만일 경우 그렇지 않은 경우보다 총비용이 낮음을 알 수 있다. 즉, 총비용의 경우 가설 1, 2, 3, 4를 지지하고 있음을 알 수 있다.**

표 17. 사료여부/관리사여부/어장면적에 따른 총비용의 발생현황

사료여부	관리사여부	어장면적	평균(원)	표준편차(원)	사례수
배합사료	관리사 없음	0.5ha 미만	93,002,000	12,219,512	2
		0.5ha 이상	173,995,000	64,049,732	2
	소계	소계	133,498,500	60,032,077	4
	관리사 있음	0.5ha 미만	159,226,250	28,229,470	2
		0.5ha 이상	622,835,000	36,253,365	2
	소계	소계	391,030,625	268,976,010	4
	관리사 없음	0.5ha 미만	126,114,125	42,157,920	4
	관리사 있음	0.5ha 이상	398,415,000	262,598,566	4
합계	합계	262,264,563	226,936,563	8	
생사료	관리사 없음	0.5ha 미만	219,033,750	900,44,745	2
		0.5ha 이상	301,318,500	155,431,263	2
	소계	소계	260,176,125	114,072,658	4
	관리사 있음	0.5ha 미만	332,172,375	8,490,408	2
		0.5ha 이상	699,707,500	185,710,989	2
	소계	소계	515,939,938	237,797,341	4
	관리사 없음	0.5ha 미만	275,603,063	83,627,132	4
	관리사 있음	0.5ha 이상	500,513,000	269,172,339	4
합계	합계	388,058,031	220,230,625	8	
배합사료 및 생사료	관리사 없음	0.5ha 미만	156,017,875	89,705,768	4
		0.5ha 이상	237,656,750	121,754,561	4
		소계	196,837,313	108,195,396	8
	관리사 있음	0.5ha 미만	245,699,313	101,290,592	4
		0.5ha 이상	661,271,250	117,915,590	4
		소계	453,485,281	244,333,403	8
	합계	0.5ha 미만	200,858,594	100,716,183	8
		0.5ha 이상	449,464,000	252,157,340	8
합계		325,161,297	225,581,930	16	

표 18. 사료여부/관리사여부/어장면적 등이 총비용에 미치는 영향

소스	Type III 제곱합	자유도	평균제곱합	F값	유의확률
상수항	1.69E+18	1	1.692E+18	184.91	0.00*
사료여부	6.33E+16	1	6.33E+16	6.92	0.03**
관리사여부	2.63E+17	1	2.635E+17	28.80	0.00*
어장면적	2.47E+17	1	2.472E+17	27.02	0.00*
사료여부*관리사여부	3.13E+12	1	3.127E+12	0.00	0.99
사료여부*어장면적	2.25E+15	1	2.246E+15	0.25	0.63
관리사여부*어장면적	1.12E+17	1	1.115E+17	12.19	0.01*
사료여부*관리사여부*어장면적	2.37E+15	1	2.37E+15	0.26	0.62
오차	7.32E+16	8	9.149E+15		
합계	2.45E+18	16			
$R^2 = 90.4\%$					

주) \* 1%유의수준에서 유의함, \*\* 5%유의수준에서 유의함, \*\*\*10%유의수준에서 유의함.

#### 다. 총 수익

##### 1) 총수익의 발생현황

배합사료와 생사료를 혼합하여 사용하는 어장 총수익 평균은 282,950,200원으로 배합사료를 사용하는 어장의 268,512,500원보다 높게 조사되었다. 또한, 관리사가 있는 경우의 총수익 평균은 426,262,500원인 반면에 관리사가 없는 경우의 총수익 평균 25,200,200원 보다 높다.

어장면적이 0.5ha이상인 경우 평균 사료비는 379,850,000원으로 어장면적이 0.5ha미만의 경우 171,612,700원보다 높다.

관리사가 없는 경우보다 관리사가 있는 경우에 총수익 평균이 높았다. 또한 배합사료를 사용하면서 관리사가 있는 경우가 생사료를 사용하면서 관리사가 있는 경우 보다 높았고, 어장면적이 0.5ha이상이면서 관리사가 있는 경우가 어장면적이 0.5ha미만이면서 관리사가 없는 경우보다 총수익 평균이 높았다.

**소결 : 어장 면적이 0.5ha이상이고, 관리사가 있으면서 생사료를 사용할 경우 총수익이 가장 높았다.**

표 19. 사료여부/관리사여부/어장면적에 따른 총수익의 발생현황

사료여부	관리사여부	어장면적	평균(원)	표준편차(원)	사례수
배합사료	관리사 없음	0.5ha 미만	100,400,000	57,134,228	2
		0.5ha 이상	126,650,000	47,37,615	2
	소계	소계	113,525,000	36,404,338	4
	관리사 있음	0.5ha 미만	157,500,000	84,852,814	2
		0.5ha 이상	689,500,000	327,390,440	2
	소계	소계	423,500,000	363,963,597	4
	관리사 없음	0.5ha 미만	128,950,000	67,638,081	4
	관리사 있음	0.5ha 이상	408,075,000	375,946,391	4
합계	합계	268,512,500	291,192,948	8	
생사료	관리사 없음	0.5ha 미만	53,000,800	26,444,662	2
		0.5ha 이상	220,750,000	47,022,601	2
	소계	소계	136,875,400	101,735,342	4
	관리사 있음	0.5ha 미만	375,550,000	636,396	2
		0.5ha 이상	482,500,000	63,639,610	2
	소계	소계	429,025,000	71,853,340	4
	관리사 없음	0.5ha 미만	214,275,400	186,849,058	4
	관리사 있음	0.5ha 이상	351,625,000	157,875,676	4
합계	합계	282,950,200	176,166,206	8	
배합사료 및 생사료	관리사 없음	0.5ha 미만	76,700,400	45,498,441	4
		0.5ha 이상	173,700,000	60,795,778	4
		소계	125,200,200	71,829,708	8
	관리사 있음	0.5ha 미만	266,525,000	135,087,882	4
		0.5ha 이상	586,000,000	226,630,022	4
		소계	426,262,500	242,886,881	8
	합계	0.5ha 미만	171,612,700	137,852,555	8
		0.5ha 이상	379,850,000	268,635,297	8
합계		275,731,350	232,612,531	16	

2) 총수익에 영향을 미치는 요인

다변량분석(Multivariate Analysis of Variance : MANOVA)으로 분석한 결과 관리사여부, 어장면적 등에 따라 총수익에 유의적인 차이가 있음을 알 수 있다. 또한 사료여부\* 관리사여부\* 어장면적 등과 같은 복합적 요인이 총수익에 영향을 미침도 알 수 있었다.

소결 : 관리사를 사용하는 경우, 어장면적이 0.5ha이상인 경우가 그 반대의 경우보다 총수익이 높고, 어장 면적이 0.5ha이상이고, 관리사가 있으면서 배합 사료를 사용할 경우 총수익이 가장 높았다. 즉, 총수익의 경우 가설 2, 3, 4를 지지하고 있음을 알 수 있다.

표 20. 사료여부/관리사여부/어장면적 등이 총수익에 미치는 영향

소스	Type III 제곱합	자유도	평균제곱합	F값	유의확률
상수항	1.22E+18	1	1.2164E+18	78.08	0.00*
사료여부	8.34E+14	1	8.3379E+14	0.05	0.82
관리사여부	3.63E+17	1	3.6255E+17	23.27	0.00*
어장면적	1.73E+17	1	1.7345E+17	11.13	0.01*
사료여부*관리사여부	3.18E+14	1	3.1774E+14	0.02	0.89
사료여부*어장면적	2.01E+16	1	2.01E+16	1.29	0.29
관리사여부*어장면적	4.95E+16	1	4.9495E+16	3.18	0.11
사료여부*관리사여부*어장면적	8.02E+16	1	8.0244E+16	5.15	0.05 **
오차	1.25E+17	8	1.5579E+16		
합계	2.03E+18	16			
$R^2 = 84.6\%$					

주) \* 1%유의수준에서 유의함, \*\* 5%유의수준에서 유의함, \*\*\*10%유의수준에서 유의함.

## 라. 순 이익

### 1) 순이익의 발생현황

가) 배합사료와 생사료를 혼합하여 사용하는 어장의 순이익 평균은 -105,107,831원으로 배합사료를 사용하는 어장의 6,247,938원 보다 낮다.

나) 관리사가 있는 경우의 순이익 평균은 -27,222,781원인 반면에 관리사가 없는 경우의 -71,637,113원 보다 손실폭이 적다.

다) 어장면적이 0.5ha이상인 경우 순이익 평균은 -69,614,000원으로 어장면적이 0.5ha미만의 경우 -29,245,894원보다 손실폭이 높다.

라) 배합사료의 경우 관리사가 있는 경우 이익폭이 높고, 생사료의 경우 관리사가 없는 경우 손실폭이 낮았다. 또한 생사료를 사용하면서 관리사가 있고 어장면적이 0.5ha이상인 경우 순이익의 손실폭이 가장 높았다. 이에 반해 배합사료를 사용하면서 관리사가 있고 어장면적이 0.5ha미만인 경우 순이익의 이익폭이 가장 높았다.

소결 : 어장 면적이 0.5ha미만이고, 관리사가 있으면서 배합사료를 사용할 경우 순이익이 가장 높았다.



표 21. 사료여부/관리사여부/어장면적에 따른 순이익 발생현황

사료여부	관리사여부	어장면적	평균	표준편차	사례수
배합사료	관리사 없음	0.5h 미만	7398000	69353740	2
		0.5h 이상	-47345000	68787348	2
	소계	소계	-19973500	64648889	4
	관리사 있음	0.5h 미만	-1726250	56623343	2
		0.5h 이상	66665000	291137075	2
	소계	소계	32469375	175731199	4
	관리사 없음	0.5h 미만	2835875	51959588	4
	관리사 있음	0.5h 이상	9660000	184833958	4
합계	합계	6247938	125745383	8	
생사료	관리사 없음	0.5h 미만	-166032950	63600083	2
		0.5h 이상	-80568500	202453864	2
	소계	소계	-123300725	132081679	4
	관리사 있음	0.5h 미만	43377625	9126804	2
		0.5h 이상	-217207500	122071379	2
	소계	소계	-86914938	166222068	4
	관리사 없음	0.5h 미만	-61327663	126466146	4
	관리사 있음	0.5h 이상	-148888000	157648559	4
합계	합계	-105107831	140343399	8	
배합사료 및 생사료	관리사 없음	0.5h 미만	-79317475	113919864	4
		0.5h 이상	-63956750	124930737	4
		소계	-71637113	110987887	8
	관리사 있음	0.5h 미만	20825688	42126243	4
		0.5h 이상	-75271250	245116173	4
		소계	-27222781	170729075	8
	합계	0.5h 미만	-29245894	95852844	8
		0.5h 이상	-69614000	180208180	8
합계		-49429947	140986436	16	

2) 순이익에 영향을 미치는 요인

다변량분석(Multivariate Analysis of Variance : MANOVA)으로 분석한 결과 사료여부, 관리사여부, 어장면적, 복합적 요인 등은 순이익에 유의적인 영향을 미치지 못하였다.

소결 : 사료여부, 관리사여부, 어장면적, 복합적 요인 등은 순이익에 유의적인 영향을 미치지 못하였다. 즉, 순이익의 경우 가설 1, 2, 3, 4들이 기각되고 있음을 알 수 있다.

표 22. 사료여부/관리사여부/어장면적 등이 순이익에 미치는 영향

소스	Type III 제곱합	자유도	평균제곱합	F값	유의확률
상수항	3.91E+16	1	3.90931E+16	1.99	0.20
사료여부	4.96E+16	1	4.96004E+16	2.52	0.15
관리사여부	7.89E+15	1	7.89053E+15	0.40	0.54
어장면적	6.52E+15	1	6.51834E+15	0.33	0.58
사료여부*관리사여부	2.58E+14	1	2.5783E+14	0.01	0.91
사료여부*어장면적	8.91E+15	1	8.90843E+15	0.45	0.52
관리사여부*어장면적	1.24E+16	1	1.24228E+16	0.63	0.45
사료여부*관리사여부*어장면적	5.5E+16	1	5.50334E+16	2.79	0.13
오차	1.58E+17	8	1.96907E+16		
합계	3.37E+17	16			
$R^2 = 47.2\%$					

주) \* 1%유의수준에서 유의함, \*\* 5%유의수준에서 유의함, \*\*\*10%유의수준에서 유의함.

마. 이익율

1) 이익률의 발생현황

가) 생사료를 사용하는 어장의 이익률 평균은 -1.01로 배합사료를 사용하는 어장의 -0.17 보다 이익률이 낮다.

나) 관리사가 있는 경우의 이익률 평균은 -0.11인 반면에 관리사가 없는 경우의 -1.06보다 손실률이 적다.

다) 어장면적이 0.5ha이상인 경우 이익률 평균은 -0.32 로 어장면적이 0.5ha미만의 경우 -0.85보다 손실률이 적다.

라) 배합사료의 경우 관리사가 있는 경우 손실률이 낮고, 생사료의 경우 관리사가 있는 경우 손실률이 낮았다. 또한 생사료를 사용하면서 관리사가 없고 어장면적이 0.5ha미만인 경우 순이익의 손실률이 가장 높았다. 이에 반해 배합사료를 사용하면서 관리사가 있고 어장면적이 0.5ha미만인 경우 이익률이 가장 높았다.

소결 : 어장 면적이 0.5ha미만이고, 관리사가 있으면서 배합사료를 사용할 경우 이익률이 가장 높았다.

표 23. 사료여부/관리사여부/어장면적에 따른 이익률 발생현황

사료여부	관리사여부	어장면적	평균	표준편차	사례수
배합사료	관리사 없음	0.5ha 미만	-0.15	0.77	2
		0.5ha 이상	-0.38	0.56	2
	소계	소계	-0.27	0.57	4
	관리사 있음	0.5ha 미만	-0.13	0.43	2
		0.5ha 이상	0.00	0.42	2
	소계	소계	-0.07	0.35	4
	관리사 없음	0.5ha 미만	-0.14	0.51	4
	관리사 있음	0.5ha 이상	-0.19	0.46	4
합계	합계	-0.17	0.45	8	
생사료	관리사 없음	0.5ha 미만	-3.24	0.41	2
		0.5ha 이상	-0.47	1.02	2
	소계	소계	-1.85	1.72	4
	관리사 있음	0.5ha 미만	0.12	0.02	2
		0.5ha 이상	-0.44	0.20	2
	소계	소계	-0.16	0.34	4
	관리사 없음	0.5ha 미만	-1.56	1.95	4
	관리사 있음	0.5ha 이상	-0.46	0.60	4
합계	합계	-1.01	1.46	8	
배합사료 및 생사료	관리사 없음	0.5ha 미만	-1.69	1.85	4
		0.5ha 이상	-0.43	0.67	4
		소계	-1.06	1.46	8
	관리사 있음	0.5ha 미만	-0.01	0.28	4
		0.5ha 이상	-0.22	0.37	4
		소계	-0.11	0.33	8
	합계	0.5ha 미만	-0.85	1.52	8
		0.5ha 이상	-0.32	0.51	8
합계		-0.59	1.13	16	

2) 이익률에 영향을 미치는 요인

다변량분석(Multivariate Analysis of Variance : MANOVA)을 분석한 결과 사료여부, 관리사여부, 어장면적 등에 따라 이익률에 유의적인 차이가 있음을 알 수 있다. 또한 사료여부\* 관리사여부, 사료여부\*어장면적, 관리사여부\* 어장면적, 사료여부\* 관리사여부\*어장면적 등이 이익률에 미침도 알 수 있었다.

소결 : 배합사료를 사용하고 관리사가 있으면서 어장면적이 0.5ha이상일 경우 이익률이 가장 높았다. 즉, 이익률의 경우 가설 1, 2, 3, 4를 지지하고 있음을

알 수 있다.

표 24. 사료여부/관리사여부/어장면적 등이 이익률에 미치는 영향

소스	Type III 제곱합	자유도	평균제곱합	F값	유의확률
상수항	5.50	1	5.50	17.48	0.00*
사료여부	2.84	1	2.84	9.02	0.02 **
관리사여부	3.59	1	3.59	11.39	0.01 *
어장면적	1.10	1	1.10	3.48	0.10 ***
사료여부*관리사여부	2.23	1	2.23	7.08	0.03 **
사료여부*어장면적	1.35	1	1.35	4.29	0.07 ***
관리사여부*어장면적	2.18	1	2.18	6.93	0.03 **
사료여부*관리사여부*어장면적	3.38	1	3.38	10.72	0.01 *
오차	2.52	8	0.31		
합계	24.69	16			
$R^2 = 86.9\%$					

주) \* 1%유의수준에서 유의함, \*\* 5%유의수준에서 유의함, \*\*\*10%유의수준에서 유의함.

### 3. 사료별, 어종별 어류성장도 분석

#### 가. 생사료 사용어장의 어체 성장도

생사료 사용어장의 조피볼락 성장도 조사결과 3년산(28개월 양식)은 전장 24.5~32.7cm(평균 28.6cm), 중량 270.0~620.0g(평균 384.0g)이었고, 2년산(16개월 양식)은 전장 16.0~27.5cm(평균 22.8cm), 중량 75.0~360.0g(평균 223.9g)였으며, 1년산(4개월 양식)은 9.1~12.7cm(평균 10.5cm), 중량 15.0~27.4g(평균 19.8g)으로 조사되었다.

참돔 생사료 사용어장의 성장도 조사에서는 3년산(28개월 양식)이 전장 33.0~42.0cm(평균 38.3cm), 중량 670.0~1,230.0g(평균 985.5g)이었고, 2년산(16개월 양식)은 전장 20.9~29.0cm(평균 24.6cm), 중량 200.0~430.0g(평균 277.9g)였으며, 1년산(4개월 양식)은 전장 14.0~20.5cm(평균 17.5cm), 중량 53.0~210.0g(평균 129.9g)로 조사되었다(표 25).

#### 나. 배합사료 사용어장의 어체 성장도

배합사료 사용어장의 조피볼락 성장도 조사결과는 3년산(28개월 양식)은 전장 24.5~32.7cm(평균 28.6cm), 중량 250.0~490.0g(평균 365.8g)이었고, 2년산(18개월 양식)은 전장 19.0~26.4cm(평균 21.9cm), 중량 115.0~370.0g(평균 194.9g)였으며, 1년산(4개월 양식)은 전장 7.5~12.4cm(평균 9.8cm), 중량 7.9~20.7g(평균 12.4g)으로 조사되었다.

참돔 성장도 조사결과 3년산(28개월 양식)은 전장 28.4~36.5cm(평균 32.5cm), 중량 620.0~950.0g(평균 760.5g)이었고, 2년산(16개월 양식)은 전장 23.3~28.5cm(평균 26.0cm), 중량 210.0~410.0g(평균 334.1g)였으며, 1년산(4개월 양식)은 전장 13.0~17.5cm(평균 16.0cm), 중량 40.0~103.0g(평균 79.4g)으로 조사되었다.

표 25. 생사료 사용어가 어체성장도

구분	어종별	사육개월수	개체수	전장(cm)	평균(cm)	표준편차
체장	조피볼락	3년산 (28개월)	60	24.5~32.7	28.6	2.11
		2년산 (16개월)	60	16.0~27.5	22.8	2.96
		1년산 (4개월)	40	9.1~12.7	10.5	0.87
	참돔	3년산 (28개월)	60	33.0~42.0	38.3	2.02
		2년산 (16개월)	40	20.9~29.0	24.6	1.95
		1년산 (4개월)	40	14.0~20.5	17.5	2.10

구분	어종별	사육개월수	개체수	체중(g)	평균(g)	표준편차
체중	조피볼락	3년산 (28개월)	60	270.0~620.0	384.0	76.43
		2년산 (16개월)	60	75.0~360.0	223.9	82.55
		1년산 (4개월)	40	15.0~27.4	19.8	2.37
	참돔	3년산 (28개월)	60	670.0~1,230.0	985.5	125.47
		2년산 (16개월)	40	200.0~430.0	277.9	58.10
		1년산 (4개월)	40	53.0~210.0	129.9	53.22

표 26. 배합사료 사용어가 어체성장도

구분	어종별	사육개월수	개체수	전장(cm)	평균(cm)	표준편차
체장	조피볼락	3년산 (28개월)	40	24.5~32.7	28.6	1.88
		2년산 (16개월)	60	19.0~26.4	21.9	1.76
		1년산 (4개월)	40	7.5~12.4	9.8	1.25
	참돔	3년산 (28개월)	40	28.4~36.5	32.5	2.32
		2년산 (16개월)	40	23.3~28.5	26.0	1.14
		1년산 (4개월)	60	13.0~17.5	16.0	1.09

구분	어종별	사육개월수	개체수	체중(g)	평균(g)	표준편차
체중	조피볼락	3년산 (28개월)	40	250.0~490.0	365.8	46.70
		2년산 (16개월)	60	115.0~370.0	194.9	56.06
		1년산 (4개월)	40	7.9~20.7	12.4	2.89
	참돔	3년산 (28개월)	40	620.0~950.0	760.5	103.27
		2년산 (16개월)	60	210.0~410.0	344.1	41.62
		1년산 (4개월)	60	40.0~103.0	79.4	16.88

#### 다. 어체성장도 분석

생사료와 배합사료 사용어의 성장도 비교시 생사료 사용어가 배합사료 사용어에 비해 참돔 2년산을 제외한 전 개체에서 성장이 양호한 것으로 조사되었다.

조피볼락 2년산의 경우 생사료 사용어장의 평균체장이 22.8cm로 배합사료 사용어장 21.9cm와 비교하여 큰 차이를 보이지 않으나, 평균체중에서는 생사료 사용어장이 223.9g으로서 배합사료 사용어장 194.9g와 큰 성장도 차이를 보이고 있었다. 이러한 성장도 차이는 조피볼락 2년산 뿐만 아니라 1년산, 3년산에서도 공히 같은 현상을 보이고 있었다.

참돔의 성장도 조사에서는 2년산에서 특이적으로 배합사료 사용어장이 성장도가 양호한 것으로 조사되었으나, 최대 값은 오히려 생사료 사용어장에서 높게 조사되었다. 이러한 현상은 그림 14에서 볼 수 있듯이 배합사료 사용어장에 비해 생사료 사용어장의 개체 값의 편차가 크게 나타나 개체간 성장도 차이가 큰 것으로 조사되었다.



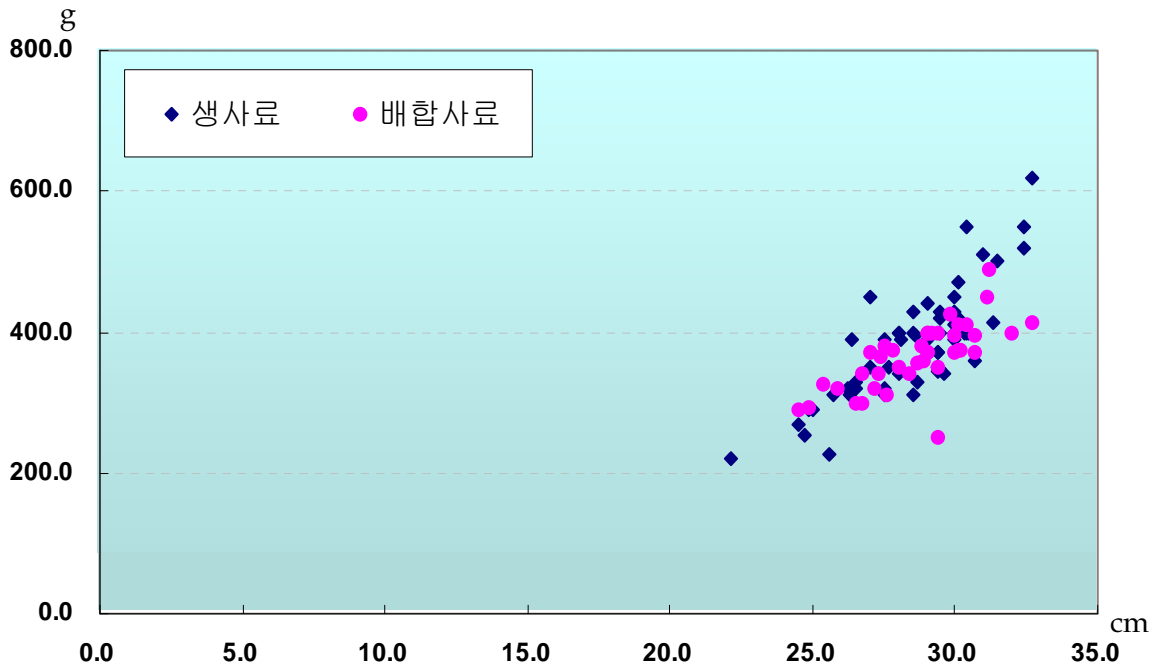
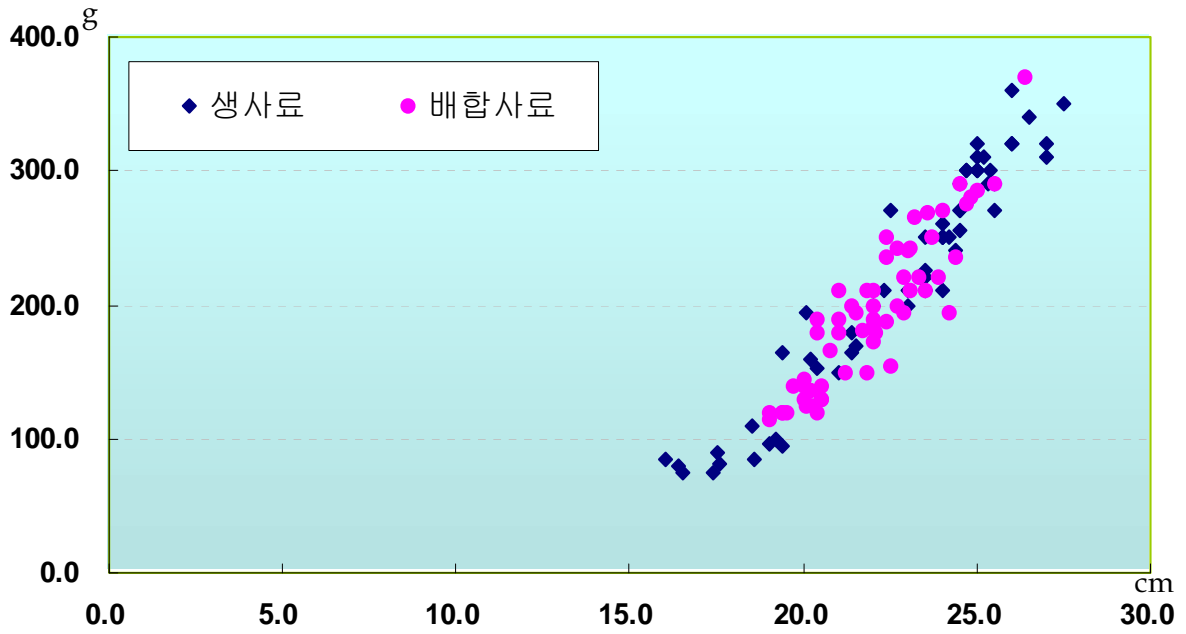


그림 14. 사료별 조피볼락 성장도 (상, 2년산; 하, 3년산)

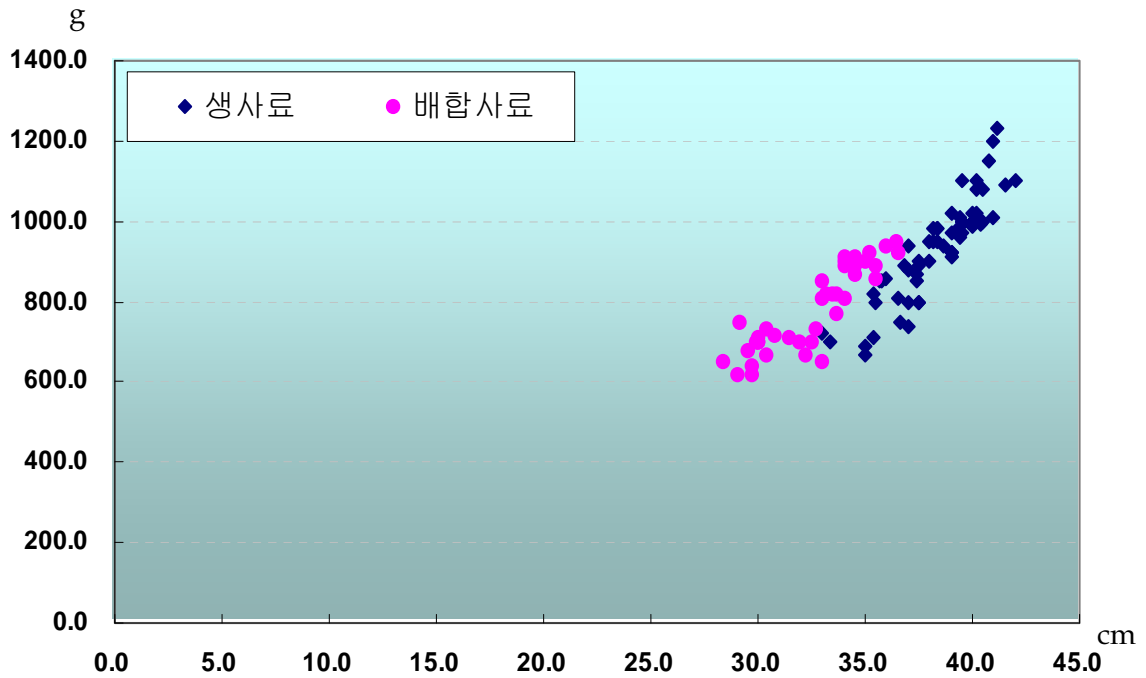
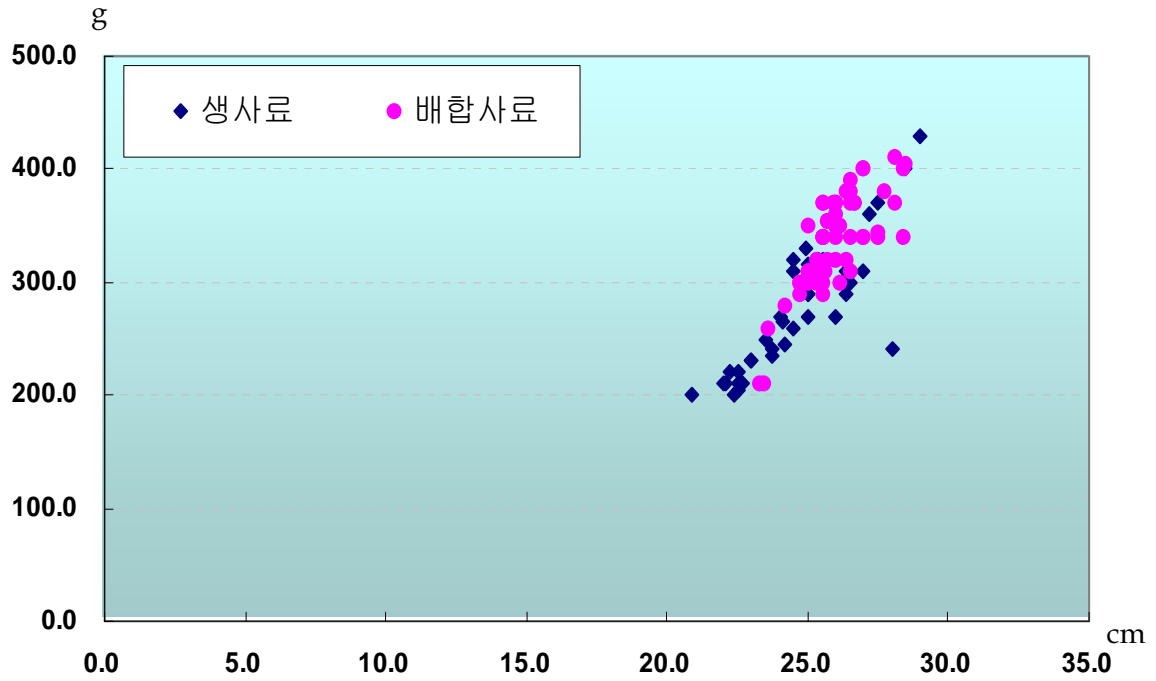


그림 15. 사료별 참돔 성장도 (상, 2년산; 하, 3년산)

### 제 3절. 해상가두리양식장 사육환경평가

#### 1. 사료 종류, 관리사 유무별 질병 발생 경향 조사

저수온기인 3월에 사료 종류, 관리사 유무별 질병발생경향을 조사한 결과, 전반적으로 조피볼락(17.4~29.2cm)은 림포시스티스, 아가미빈혈, 아가미의 이물질과다 증상을 나타내었으며 아가미에 아가미흡충이 16.7~30%, 체표에 칼리구스충이 10% 감염되어 있었다. 사료종류별 질병 발생율을 보면 생사료 투여구에서는 아가미흡충 감염율이 0~20%, 배합사료구에서는 16.7~30%로 큰 차이는 없는 것으로 나타났으며 양 구간 모두 세균과 바이러스는 검출되지 않아 생사료 투여구와 배합사료 투여구간의 질병발생 차이는 미약한 것으로 조사되었다.

참돔(27.3~31.1cm)은 전반적으로 녹간, 장충혈, 간울혈, 간빈혈, 복수 등의 증상을 나타내었으며, 아가미흡충 감염율이 10~50%였다. 돔류는 온수성 어종으로 수온이 15℃이하의 저수온기에는 간녹변(녹간현상)을 나타내어, 최 등(2002)과 유사한 경향을 보이고 있었다. 사료별 아가미흡충 감염율을 보면 생사료구에서 33~50%, 배합사료구에서는 10%로 생사료 투여구에서 다소 높은 감염율을 보였으며 세균과 바이러스는 검출되지 않았으며, 관리사 유무에 따른 질병감염의 뚜렷한 차이는 확인할 수 없었다.

수온상승기인 6월중 사료 종류, 관리사 유무에 따른 어류 질병조사 결과, 조피볼락(20~29cm)은 림포시스티스 증상 외에 특이한 외부 질병증상은 없었으며, 클라벨라충, 베네데니아충, 아가미흡충에 감염되어 있었으며, 생사료구에서는 아가미흡충 20%, 클라벨라충 10%, 베네데니아충 20%, 배합사료구에서는 아가미흡충 10~33%, 베네데니아 10~33%로 배합사료구에서 다소 높은 기생충 감염율을 나타내었으나 개체에 따른 차이로 생각될 수 있었으며 양 실험구 모두 세균과 바이러스는 검출되지 않았다. 참돔(20.4~28.8cm)은 전반적으로 약한 간녹변(녹간현상), 체표궤양, 간위축, 아가미빈혈 등의 증상을 나타내었으며 이러한 현상은 저수온기 스트레스로 인한 생리기능 저하로 인한 증상으로 판단되었었다. 실험구별 질병감염 현황은 아가미흡충 감염율이 생사료구가 33%, 배합사료구가 50~66%로 아가미흡충 감염율이 다소 높은 것으로 나타났으며 양 실험구 모두 세균과 바이러스성 질병은 검출되지 않아 관리사의 유무에 따른 질병감염의 뚜렷한 차이는 확인하기 어려웠다.

표 27. 사료 종류별, 관리사 유무별 어류질병조사결과(3월)

사료별	관리사	해역	어종	전장(cm)	전중(g)	증상	기생충	세균	바이러스
생사료	유	영운	참돔	31.1	421.5	간혹변 20%, 장충혈	아가미흡충 50%	미검출	미검출
			조피볼락	27.3	371.3	림포시스티스	클라벨라 10%	미검출	미검출
	무	학림	참돔	28.5	385	간울혈, 간혹변	아가미흡충 33%	미검출	미검출
			조피볼락	29.2	493.6	양호	아가미흡충 20%	미검출	미검출
배합사료	무	육지	참돔	27.3	366.7	간혹변 33%	미검출	미검출	미검출
			조피볼락	17.4	97.5	양호	아가미흡충 25%	미검출	미검출
		궁항	조피볼락	22.6	262	아가미빈혈 10%	아가미흡충 30% 칼리구스충 10%	미검출	미검출
			볼락	13.875	55	아가미,간빈혈 75%	아가미흡충100%	미검출	미검출
	유	명지	참돔	31	460	아가미빈혈, 간빈혈, 맑은복수	아가미흡충 10%	미검출	미검출
			조피볼락	23.2	241.5	이물질과다 16.7%	아가미흡충 16.7%	미검출	미검출

표 28. 사료 종류별, 관리사 유무별 어류질병조사결과(6월)

사료별	관리사	해역	어종	전장(cm)	전중(g)	증상	기생충	세균	바이러스
생사료	유	영운	참돔	31.3	524.3	양호	미검출	미검출	미검출
			조피볼락(대)	28.8	388.7	림포시스티스	클라벨라 10%	미검출	미검출
			조피볼락(소)	20.0	148.2	양호	베네데니아 20%, 아가미흡충 20%	미검출	미검출
	무	학림	참돔	29.0	443.3	간혹변 100%	아가미흡충 33%	미검출	미검출
조피볼락			21.5	182.0	양호	미검출	미검출	미검출	
배합사료	유	명지	조피볼락	23.7	208.7	양호	아가미흡충 10%, 베네데니아10%	미검출	미검출
			참돔(대)	31.2	530.0	약녹간33%	아가미흡충 66%	미검출	미검출
			참돔(소)	20.4	143.3	체표궤양 33%, 간혹변 66%	미검출	미검출	미검출
	무	육지	참돔	28.3	380.0	간위축25%, 아가미빈혈 25%	아가미흡충 50%	미검출	미검출
			조피볼락	29.0	480.0	양호	베네데니아충 33%, 아가미흡충33%	미검출	미검출
			볼락	14.5	66.7	아가미빈혈14.3%	아가미흡충 28.6%	미검출	미검출
			조피볼락	20.9	209.6	양호	아가미흡충 22.2%	미검출	미검출

고수온기인 9월 전반적으로 조피볼락(19.5~23.8cm)은 내장충혈, 간울혈, 복부함몰 증상을 나타내었으며 아가미흡충이 감염되어 있었으며, 고수온기 조피볼락의 생리 기능장애로 야기된 것으로 판단된다.

돔류(14.7~36cm)는 생사료구에서 아가미빈혈, 점액과다, 간충혈 증상을 나타내었으나 병원체의 검출은 없었으며, 배합사료구에서 참돔은 간울혈, 아가미빈혈, 간녹변, 아가미부식 등의 증상을 나타내었으며 아가미흡충이 50.0~66.6%의 감염율을 나타내었으며, 육지와 궁항해역의 참돔에서 이리도바이러스가 검출되었다.

감성돔(17.6cm)은 간위축 및 흑화, 비장비대, 비장, 신장의 세로이드 등의 증상을 나타내었고, 50%가 알레라충에 감염되어 있었다. 이러한 결과는 사료에 원인을 두기 보다는 내만성 어장의 어장지형특성과 조류소통장애 그리고 사육밀도와 밀접한 관계가 있을 것으로 판단되어 지속적인 조사가 필요하다.

수온이 하강하는 12월에는 전반적으로 조피볼락(22~26.5cm)의 경우 외부 질병증상은 없었으나 아가미흡충 33.3%, 칼리구스충 33.3~100% 감염되었다. 생사료구에서는 아가미흡충이 33.3%, 칼리구스충 33.3%였으며, 배합사료구에서는 칼리구스충이 66.6~100%로 감염되어 있어 배합사료구에서 기생충 감염율이 다소 높은 것으로 조사되었으나, 샘플시 개체의 차이로 인한 결과로 추정할 수 있었으며, 각 시험구에서 모두 세균과 바이러스는 검출되지 않았다.

이상의 사육환경에 따른 조피볼락과 참돔의 질병 발생을 비교한 결과, 관리사유무에 따른 질병발생의 뚜렷한 특징은 없었으나, 투여하는 사료 종류에 따라 생사료 투여양식장에 비해 배합사료 투여 양식장에서 조피볼락의 아가미흡충, 칼리구스충 등의 기생충 감염율, 참돔의 이리도바이러스 감염, 감성돔의 알레라충, 세로이드증 등의 바이러스감염의 기회가 많은 것으로 조사되었다. 그러나, 이러한 결과는 치어입식부터 출하까지의 양식 전기간이 포함되지 않아 시기가 짧았고, 내만에 위치한 양식장을 중심으로 조사하여 조류흐름장애는 물론 어장지형특성에 의한 와류형성이 본 연구결과와 연관이 있을 것으로 사료되어, 정확한 결과 도출을 위해서는 장기적인 조사와 조사해역을 확대하여야 할 것으로 판단된다.

표 29. 사료 종류별, 관리사 유무별 어류질병조사결과(9월)

사료별	관리사	해역	어종	전장(cm)	전중(g)	증상	기생충	세균	바이러스
생사료	유	영운	참돔(대)	36	880	아가미빈혈, 점액과다, 간충혈	미검출	미검출	미검출
			참돔(소)	19.7	145.7	간충혈, 아가미빈혈	미검출	미검출	미검출
	무	학림	참돔	36.5	896.5	안구탈락, 간충혈	미검출	미검출	미검출
			조피볼락	23.7	219.3	내장충혈, 간울혈	미검출	미검출	미검출
배합사료	유	명지	조피볼락	23.8	225	아가미빈혈, 간울혈	아가미흡충 50%	미검출	미검출
			참돔(대)	24.5	263	간울혈	아가미흡충 50%	미검출	미검출
	무	육지	참돔	24.5	274	아가미빈혈, 간혹변	미검출	미검출	이리도 바이러스
			조피볼락	19.5	134	간울혈	아가미흡충 50%	미검출	미검출
	무	공항	조피볼락	21.7	87.3	복부함몰, 간울혈	미검출	미검출	미검출
			참돔	26.7	379.3	체표비늘탈락, 간충혈	미검출	미검출	이리도 바이러스
			감성돔	17.6	104.3	비장, 신장 세로이드, 간위축, 흑화, 비장비대	알레라 50%	미검출	미검출
			참돔(소)	14.7	68	아가미부식 33%	아가미흡충 66.6%	미검출	미검출

표 30. 사료 종류별, 관리사 유무별 어류질병조사결과(12월)

사료별	관리사	해역	어종	전장(cm)	전중(g)	증상	기생충	세균	바이러스
생사료	유	영운	참돔	37.7	946.7	체색변화, 간충혈	아가미흡충 100%	미검출	미검출
			조피볼락	26.5	354.3	-	아가미흡충 33.3%, 칼리구스충 33.3%	미검출	미검출
	무	학림	참돔	33.5	712.0	간혹변 50%	미검출	미검출	미검출
			조피볼락	22	185.3	-	아가미흡충 33.3%	미검출	미검출
배합사료	유	명지	조피볼락	22	196.7	-	칼리구스충 66.6%	미검출	미검출
	무	육지	참돔	32.9	654.8	체표궤양, 충혈	아가미흡충 25%	미검출	미검출
			조피볼락	26	249.5	-	미검출	미검출	미검출
			공항	조피볼락	23.3	216.7	-	칼리구스충 100%	미검출

## 2. 수질 및 저질 환경조사

### 가. 수질조사 결과

생사료를 투여하는 영운과 학림양식장이 배합사료를 투여하는 양식장인 궁항 양식장에 비해 표층의 화학적산소요구량(COD)이 3월을 제외하고는 월등히 높은 것으로 나타났으나, 배합사료를 투여하는 옥지나 명지 양식장의 경우는 생사료를 투여하는 학림, 영운양식장과 비슷한 COD 값의 경향을 나타내어 사료 종류에 따른 수질변화의 차이는 뚜렷하게 확인하기 어려웠다. 저층 COD도 조사 기간중 배합사료투여 양식장에 비해 생사료 투여양식장이 높은 것으로 조사되었으나 12월의 경우, 배합사료 양식장의 COD값이 생사료 투여 양식장에 비해 높아서 사료별 COD 값의 뚜렷한 경향 차이는 보이지 않았다.

용존성무기질소(DIN)의 경우에는 그림 17에서 보는 바와 같이 생사료를 투여하는 양식장과 배합사료를 투여하는 양식장간에 뚜렷한 차이는 없는 것으로 나타났다.

용존성인(DIP)은 또한 그림 18에서 보는 바와 같이 생사료 투여하는 양식장과 배합사료를 투여하는 양식장간의 값의 뚜렷한 경향 차이는 없는 것으로 조사되었다.

표 31. 양식장별 수질 환경조사(3월)

구분	Station	Depth	수온	염분	DO	COD	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	DIN	DIP	SS
			℃	‰	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)			(mg/L)	(mg/L)	
생사료	영운	S	12.0	34.2	9.79	0.85	0.015	0.001	0.009	0.866	0.020	7.6
		B	11.4	34.1	10.48	1.52	0.017	0.001	0.008	1.538	0.020	9.8
	학림	S	12.2	34.3	9.65	0.98	0.028	0.001	0.013	1.009	0.023	6.8
		B	12.0	34.2	9.87	1.12	0.027	0.001	0.011	1.148	0.021	13.4
배합사료	육지	S	11.7	34.2	11.05	0.83	0.003	0.001	0.017	0.834	0.014	5.2
		B	11.4	34.2	9.94	0.99	0.022	0.001	0.019	1.013	0.014	8.8
	궁항	S	12.4	34.2	10.07	0.90	0.038	0.001	0.008	0.939	0.017	9.2
		B	11.9	34.2	9.73	0.74	0.041	0.001	0.010	0.782	0.018	6.8
	명지	S	11.8	34.3	10.90	0.86	0.021	0.002	0.007	0.883	0.018	5.6
		B	11.7	34.2	9.72	1.10	0.020	0.001	0.008	1.121	0.012	9.6

표 32. 양식장별 수질 환경조사(6월)

구분	Station	Depth	수온	염분	DO	COD	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	DIN	DIP	SS
			℃	‰	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)			(mg/L)	(mg/L)	
생사료	영운	S	21.3	33.17	8.60	1.41	0.048	0.010	0.055	1.468	0.013	3.8
		B	17.0	33.81	8.38	0.74	0.063	0.011	0.066	0.814	0.009	32.0
	학림	S	20.3	33.12	8.32	1.06	0.052	0.007	0.011	1.119	0.009	7.2
		B	18.3	33.21	8.51	0.99	0.061	0.004	0.009	1.055	0.003	9.4
배합사료	육지	S	19.1	31.99	7.83	0.96	0.069	0.008	0.127	1.037	0.008	7.6
		B	18.4	33.49	7.55	0.48	0.081	0.006	0.021	0.567	0.008	8.4
	궁항	S	19.2	33.33	7.59	2.08	0.087	0.008	0.032	2.175	0.011	9.6
		B	17.6	33.61	6.24	0.93	0.072	0.007	0.022	1.009	0.004	11.2
	명지	S	20.5	33.09	7.88	1.02	0.053	0.005	0.014	1.078	0.009	3.6
		B	17.7	33.43	7.29	0.88	0.076	0.009	0.032	0.965	0.001	2.2



표 33. 양식장별 수질 환경조사(9월)

구분	Station	Depth	수온	염분	DO	COD	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	DIN	DIP	SS
			℃	‰	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)			(mg/L)	(mg/L)	
생사료	영운	S	22.4	31.9	6.91	1.44	0.011	0.005	0.023	1.456	0.010	26.6
		B	22.2	31.9	6.32	1.17	0.012	0.004	0.025	1.186	0.007	30.2
	학림	S	22.9	32.29	6.39	0.94	0.019	0.010	0.036	0.969	0.011	27.8
		B	22.9	32.3	6.31	0.74	0.018	0.009	0.040	0.767	0.006	36.0
배합사료	육지	S	23.0	32.19	7.20	1.38	0.002	0.002	0.019	1.384	0.002	29.4
		B	23.0	32.21	6.98	0.56	0.006	0.003	0.018	0.569	0.000	34.8
	궁항	S	23.3	32.2	5.25	1.31	0.028	0.013	0.042	1.351	0.020	37.0
		B	22.9	32.2	4.71	1.31	0.047	0.011	0.046	1.368	0.014	36.0
	명지	S	23.0	32.01	6.70	1.10	0.023	0.009	0.040	1.132	0.014	34.6
		B	22.8	32.1	6.37	1.28	0.020	0.012	0.049	1.312	0.018	31.8

표 34. 양식장별 수질 환경조사(12월)

구분	Station	Depth	수온	염분	DO	COD	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	DIN	DIP	SS
			℃	‰	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)			(mg/L)	(mg/L)	
생사료	영운	S	13.6	32.3	7.73	1.12	0.009	0.018	0.237	1.147	0.056	5.8
		B	13.3	31.92	8.74	1.07	0.008	0.015	0.197	1.093	0.049	6.8
	학림	S	14.1	32.77	7.39	1.17	0.009	0.016	0.210	1.195	0.043	4.6
		B	14.0	32.81	7.74	0.90	0.008	0.015	0.195	0.923	0.044	5.8
배합사료	육지	S	14.1	32.65	7.21	1.10	0.008	0.017	0.186	1.125	0.036	4.2
		B	14.1	32.68	7.52	1.30	0.007	0.014	0.165	1.321	0.035	7.2
	궁항	S	13.7	32.79	7.04	1.30	0.009	0.018	0.212	1.327	0.049	6.2
		B	13.2	32.83	7.49	1.06	0.011	0.018	0.202	1.089	0.046	2.8
	명지	S	13.2	32.76	7.59	0.86	0.008	0.020	0.212	0.888	0.042	6.0
		B	13.2	32.8	7.83	0.96	0.009	0.018	0.193	0.987	0.048	6.4

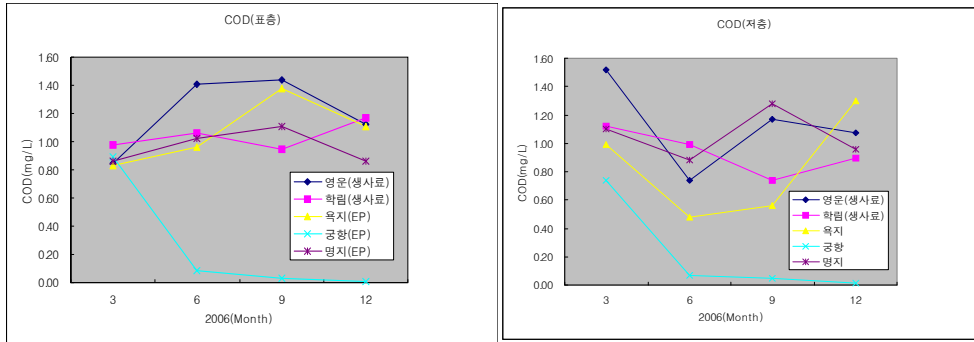


그림 16. 가두리 양식장별 수질 화학적산소요구량(COD).

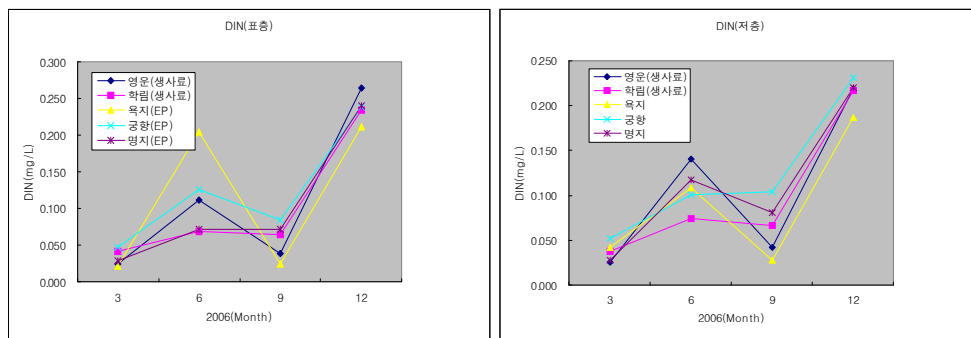


그림 17. 가두리 양식장별 수질 용존성무기질소(DIN).

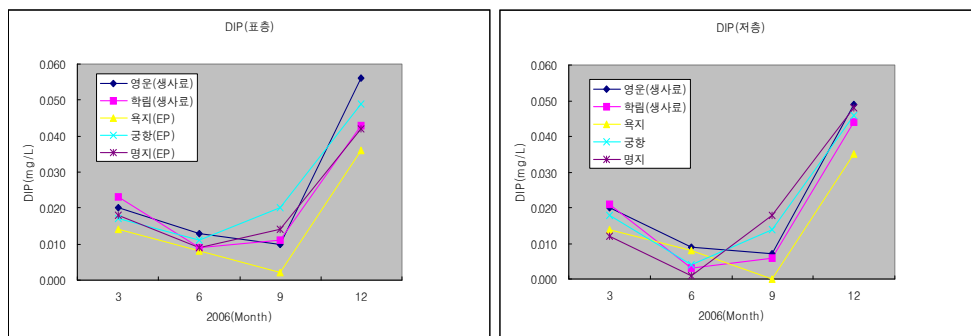


그림 18. 가두리 양식장별 수질 용존성무기인(DIP).

### 3. 어류 건강도 평가

어류 건강도 평가를 위해 생사료 투여구, 배합사료 시험구별로 혈액을 분석후, 조피볼락과 참돔의 적혈구 성분중 헤마토크리트 값, 혈장의 단백질 성분인 총단백 성분을 비교하였다.

#### 가. 사료별 관리사 유무별 어종별 혈액성상 비교

##### 1) 조피볼락

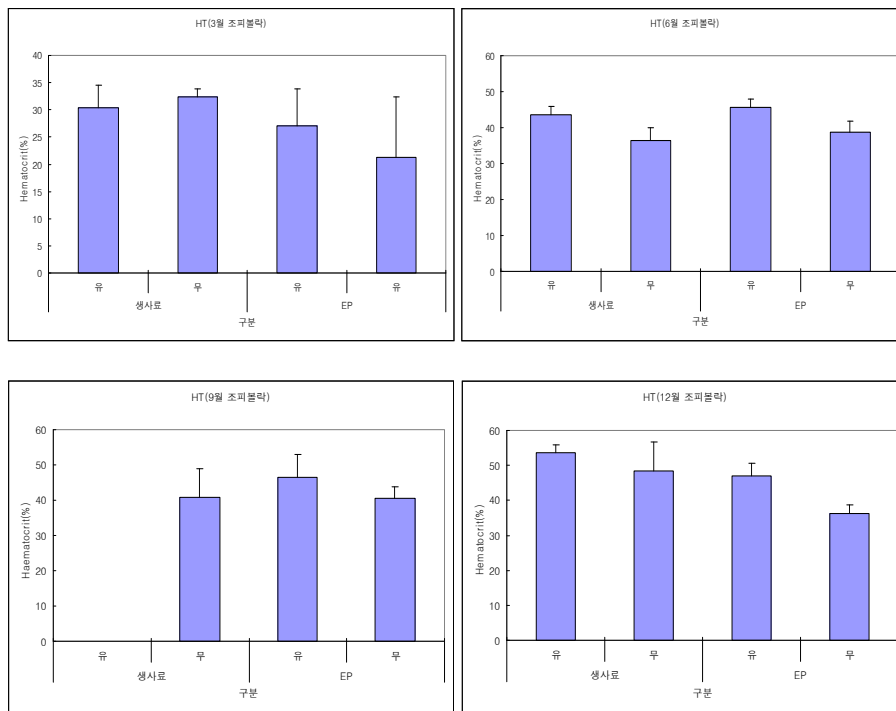


그림 19. 가두리양식장 투여 사료별, 관리사 유무별 조피볼락 혈액성상(헤마토크리트).

그림 19와 같이 적혈구 관련성분인 헤마토크리트 값은 조피볼락에서 저수온기인 3월과 수온하강기인 12월에 생사료 투여구가 배합사료 투여구에 비해 다소 높은 값을 나타내었으며, 수온상승기인 6월에는 양구간 차이가 없었다. 고수온기인 9월에는 생사료 투여구가 배합사료구에 비해 낮은 헤마토크리트 값을 나타내어, 이러한 결과는 3월에 조피볼락 아가미흡충 감염율이 배합사료구가 생사료구에 비해 높아 아가미흡충 감염에 의해 헤마토크리트 값이 낮아진 것으로 추정되었다.

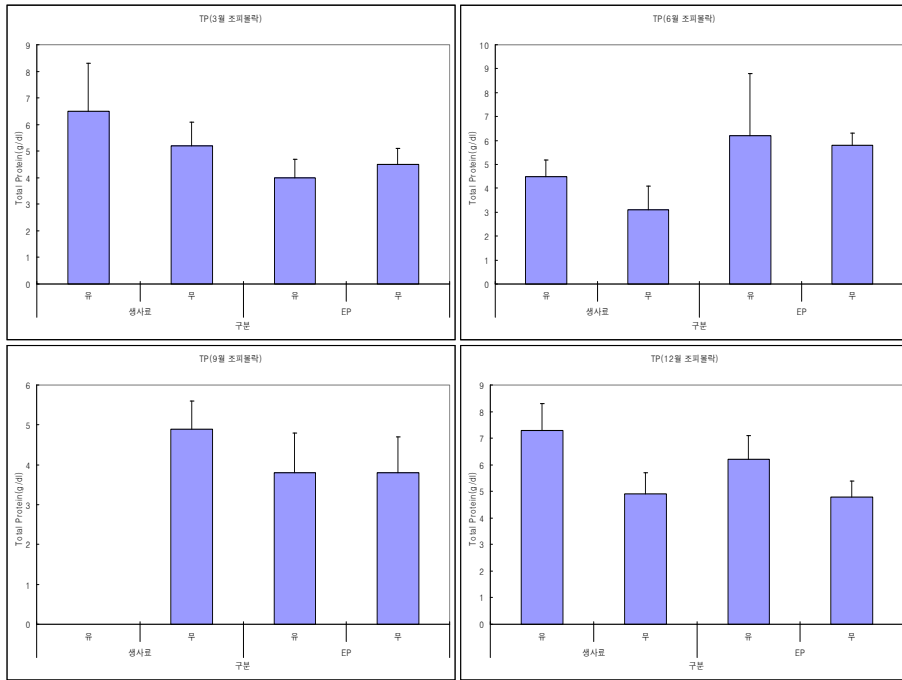


그림 20. 가두리양식장 투여 사료별, 관리사 유무별 조피볼락 혈액성상(총단백).

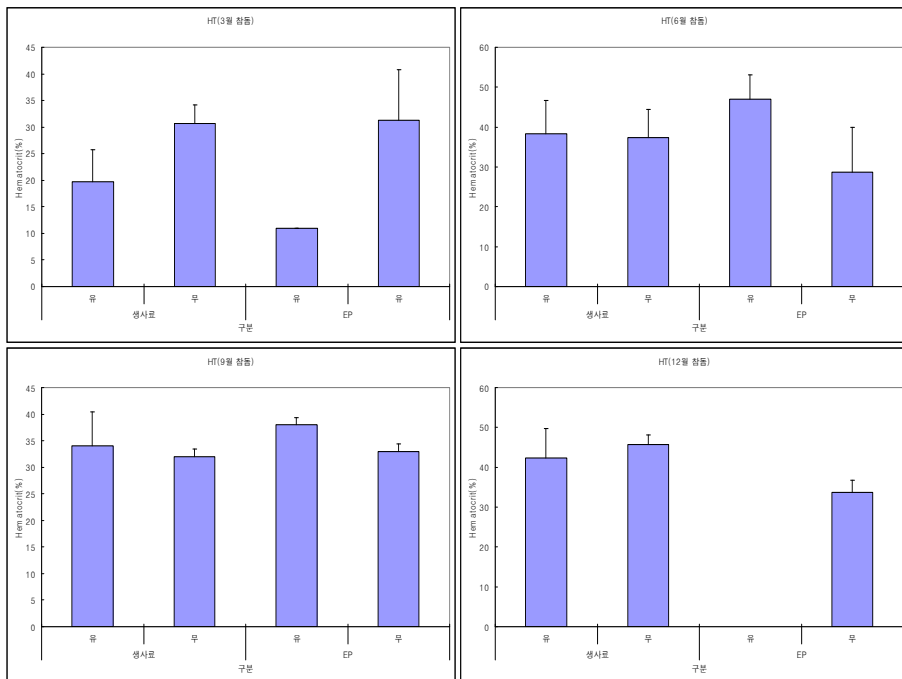


그림 21. 가두리양식장 투여 사료별, 관리사 유무별 참돔 혈액성상(헤마토크리트).

혈액 단백질 관련 성분인 총단백은 그림 20과 같이 저수온기인 3월에는 생사료 투여구에서 다소 높았으나, 6, 9, 12월에는 양식장별 특이한 차이가 없는 것으로 나타났다.

## 2) 참돔

참돔의 조혈기능과 관련된 헤마토크리트값은 그림 21과 같이 저수온기인 3월에 관리사가 없는 양식장이 관리사가 있는 양식장에 비해 높은 것으로 나타났으나, 6, 9, 12월에는 양식장별로 특이한 차이를 나타내지 않았다. 참돔의 혈장의 단백질 관련 성분인 총단백은 그림 22와 같이 가두리 양식장 투여 사료별, 관리사 유무에 따른 시험구별로 시기별로 뚜렷한 차이가 없는 것으로 나타났다.

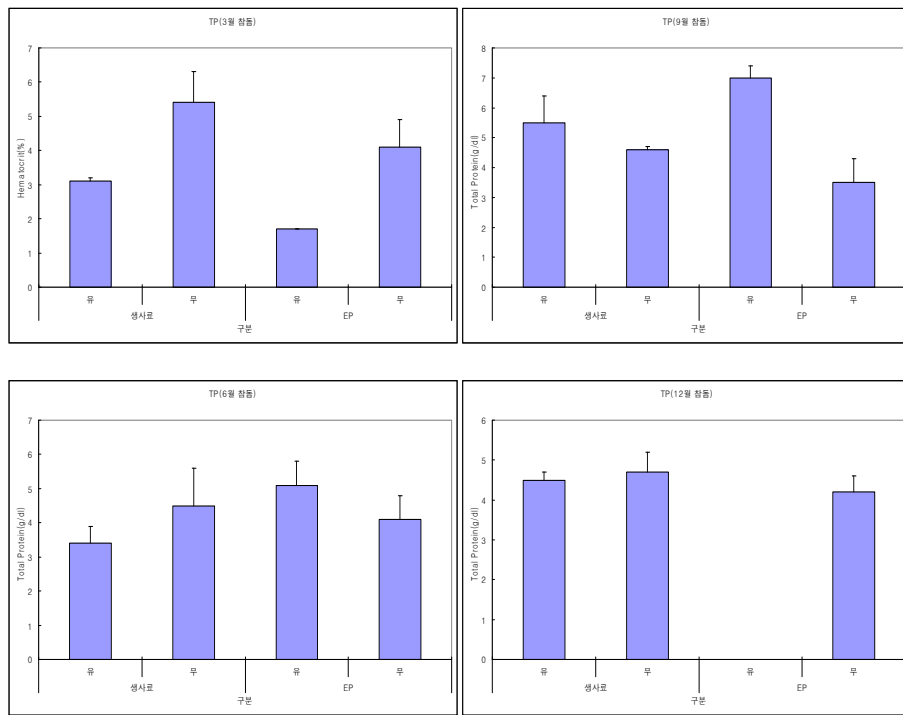


그림 22. 가두리양식장 투여 사료별, 관리사 유무별 참돔 혈액성상(총단백).

나. 어종별 관리사 유무별 혈액성상 비교

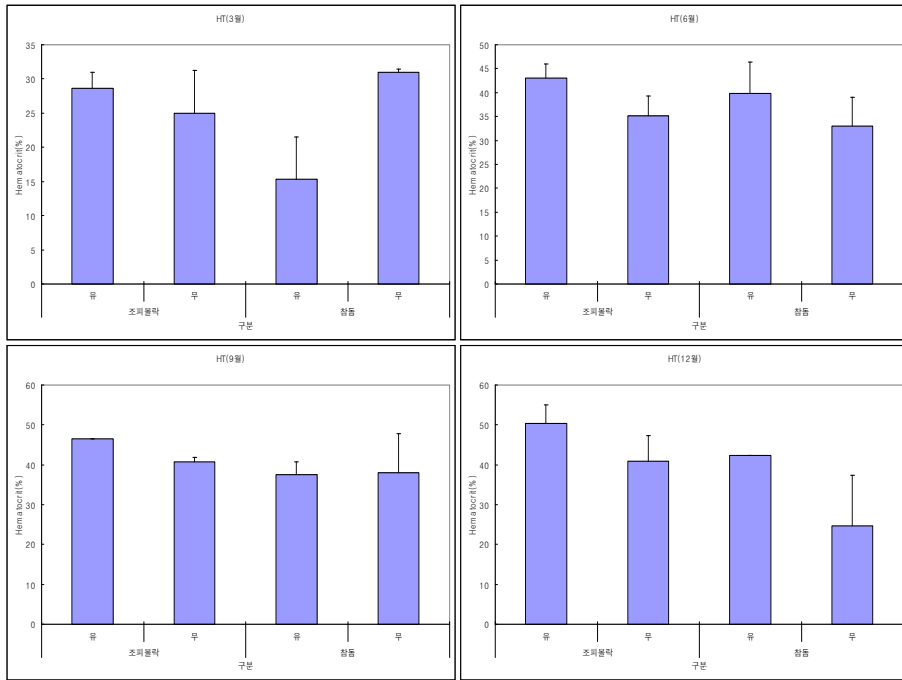


그림 23. 가두리양식장 어종별, 관리사 유무별 혈액성상(헤마토크리트).

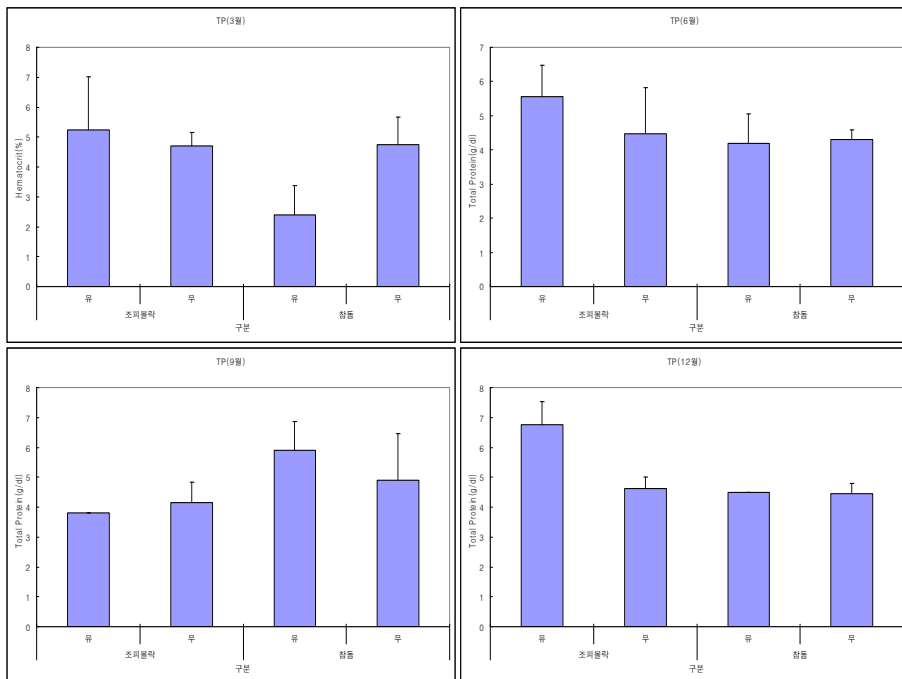


그림 24. 가두리양식장 어종별, 관리사 유무별 혈액성상(총단백).

그림 23과 같이 저수온기인 3월의 관리사가 없는 양식장의 참돔 헤마토크리트 값은 관리사가 있는 양식장에 비해 높은 것으로 나타났으며, 다른 기간에는 양식장별 특이한 차이를 확인할 수 없었다.

혈액중의 영양소중 단백질 관련성분인 총단백질은 저수온기인 3월에 참돔은 관리사가 없는 양식장이 관리사가 있는 양식장에 비해 높게 나타났으며, 수온하강기인 12월에는 관리사가 있는 양식장이 없는 양식장의 조피볼락에 비해 혈중 총단백질이 다소 높은 것으로 나타났으나 특이한 경향의 차이를 파악하기 어려웠다.

## 제 5 장. 고찰

### 제 1절. 해상가두리양식장 오염원 현황조사

#### 1. 어장관리에 따른 부대시설(관리사, 냉동창고) 개선 및 사육가축 처리방안

본 연구를 통해 파악된 통영지역 해상가두리 양식장의 부대시설과 사육가축실태를 간략하게 소개하면 다음과 같다.

첫째 해상가두리 양식어업이 우리나라에 도입된 초기에는 대부분의 어장이 육지와 인접한 지선에 위치함으로써 마을 육지부에 관리사 및 냉동창고가 설치되어 있었으나, 1980년대 후반부터 기르는 어업 활성화 추세에 따라 도난방지, 어장관리의 효율성 증대 등의 이유로 가두리 내에 사람이 주거공간으로 활용하는 관리사와 사료를 임시로 저장하기 위해 사료창고 등이 편법으로 설치되어 현재까지 이용되고 있으며 통영관내 전체 해상가두리를 경영하고 있는 경영주 509명중 관리사를 보유하고 있는 어업인이 272명(53.4%)으로 절반 이상이 관리사를 보유하고 있는 것으로 나타났다.

어가당 관리사 보유 평균면적은 31.1㎡로 해상가두리양식 평균시설면적의 4.3%를 차지하고 있고 양식장 규모가 클수록 관리사 평균면적이 넓은 것으로 나타났다. 지역별로는 육지부와 가까운 비도서 지역이 도서지역보다 관리사면적이 크게 나타났고, 소유형태별로 보면 어촌계 소유어장이 17.9㎡로 개인소유어장의 59.2㎡보다 작게 나타났다. 관리사의 주사용 용도는 어업자재보관용, 주거용, 휴게소, 사무실 순으로 나타났다.

둘째 전 조사대상 어가 509개소 중 440개소(86.4%)가 개별로 냉동창고를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 보유어가 중 절반이상이 261명이 냉동창고를 가두리 내에 두고 어업경영을 하고 있고 어가당 냉동창고 평균면적은 28.7㎡로 해상가두리 양식 평균 시설면적의 4.0%를 차지하고 있다. 사육면적별로 보면 0.5ha미만 소규모 양식장보다 규모가 크면 클수록 냉동창고 보유 평균면적이 상대적으로 큰 것으로 나타났다. 이는 어장규모와 비례되는 결과가 도출되고 있다.



셋째 통영관내 해상가두리 내에 가축을 기르는 어장이 62.5%로 가축을 기르지 않는 어장보다 많았으며 사육종류별로 보면 개가 가장 많았고, 그 다음 고양이가 순으로 나타났으며 가축을 사육하는 주된 이유는 어류도난방지, 관리사 강·절도 예방, 애완견 용으로 이용되고 있는 것으로 조사되었다.

## 2. 쓰레기 형태별 적정 처리방안

해상가두리양식이 시작된 70년대부터 우리나라의 수산업은 생산량의 증대에 힘을 기울여 왔고 수산물 생산을 위한 각종 시설과 관련 자재들도 늘어남에 따라 그 폐기물들도 동시에 늘어났다. 현재까지 해상에서 발생하는 쓰레기에 관한 정부 정책을 들여다보면 주로 해안가로 밀려오는 주인 없는 폐기물을 처리하는데 중점을 두어왔다. 국가지정항내 부유하는 쓰레기는 해양수산부 산하 해양오염방제조합과 어촌어항협회에서 수거선을 이용하여 처리하고 있으나, 그 외 해역에 대하여는 지방자치단체에서 수거처리하고 있다(통영시, 2006). 그러나 관리해역이 넓고 발생량이 워낙 많은데다 지속적으로 발생되고 있는 해안가 쓰레기를 감당하는 데는 역부족인 상태이다.

해안가 쓰레기를 처리하기 위해 현재 정부와 지자체에서는 다양한 해양폐기물 처리사업을 추진하고 있다. 그 예로 바다환경미화원 운영, 해안변 정화 공공근로 사업 추진, 해안변 대청소 운동, 어업폐기물 간이집하장 운영, 페스티로폼 감용장 운영, 굴패각 간이집하장 운영 및 굴패화석 비료 공급사업 등 다양한 사업을 추진함과 동시에 바다 속 폐기물을 인양하기 위한 광역단위 양식어장 정화사업 등도 추진하고 있다(표 35). 또한 해양수산부에서는 다기능 수거선, 전용 소각로, 부유 쓰레기차단막, 대수심 침체어망조사장비, 선상복합처리시스템 등을 이미 개발하였거나 개발 중에 있으나 아직 일선 양식현장에서 적용하는 예는 부족한 실정이다.

또한, 이러한 정책은 대부분 주인 없이 버려진 해양쓰레기를 수거, 처리하는데 중점을 두고 있어 폐기물의 근본적인 발생 원인을 제거하고 배출자를 중심으로 한 적정 배출과 수거처리 방안은 부족한 실정이다. 특히 양식어장에 대한 폐기물 처리사업 대부분은 패류양식이나 김양식 스티로폼이나 패각 그리고 바다 밑으로 가라앉은 폐어구와 로프를 수거하는데 중점을 두고 있어 해상가두리양식장 폐기물 처리 방안은 찾아보기 힘든 실정이다.

표 35. 해양오염 방지사업 현황(해양수산부, 2006)

사업구분	사업내용	관련법령	시행주체
해양폐기물 수거처리사업	국가지정항으로 밀려오는 폐기물 처리	해양오염방지법, 폐기물관리법	해양수산부 (한국어촌어항협회)
해양폐기물 정화사업	조업중 인양된 해양폐기물	해양오염방지법, 폐기물관리법	지방자치단체 (수협)
양식어장정화사업	양식어장 퇴적 폐기물 수거처리	어장관리법	지방자치단체
특별관리어장정화사업	지정된 만에 대한 퇴적물 수거처리	어장관리법	지방자치단체
어업폐기물 처리사업	연안어장에 방치된 폐기물 처리	해양오염방지법	지방자치단체
페스티로폼 감용장 운영	폐기된 페스티로폼 처리	폐기물처리법	지방자치단체
굴패각 간이집하장 운영	굴패각 비료화 사업 추진	폐기물처리법	지방자치단체

육상에 버려진 폐기물은 눈에 잘 띄고 심한 악취로 인해 함부로 버리기가 어렵고 배출자를 가려내기도 쉬우나 해상에 버려진 폐기물은 해류를 따라 이동하거나 바다 밑으로 가라앉아 눈에 잘 띄지도 않고 배출자 또한 찾아내기도 어렵다. 이러한 이유로 해상에서의 폐기물 투기는 육지보다 손쉽게 자행되고 있는 실정이다.

그러나 해상 폐기물 투기는 육상에서보다 더 많은 환경오염문제를 내포하고 있어 해상 부유쓰레기로 인한 자연 경관훼손은 물론이고 항해 선박 추진기에 쓰레기가 감겨 사고를 유발(전체 사고의 10%에 해당)하고 있고 수산물에 대한 친환경적 이미지 훼손과 더불어 관광산업 둔화, 해양생태계 파괴 등 많은 문제를 야기시키고 있다. 특히 해상가두리양식은 어업의 특성상 도서 지역에 많이 위치하고 있으나 도서 지역은 대부분 폐기물관리법상 관리제외지역으로 분류되어 폐기물처리 대책의 사각지대에 놓여 있는 실정이다(표 36).

폐기물과 관련하여 「환경정책 기본법(제7조)」에 따르면 “자기의 행위 또는 사업활동으로 인하여 환경오염 또는 환경훼손의 원인을 야기한 자는 그 오염·훼손의 방지와 오염·훼손된 환경을 회복·복원할 책임을 지며, 환경오염 또는 환경훼손으로 인한 피해의 구제에 소요되는 비용을 부담함을 원칙으로 한다”라고 규정하고 있어 오염원인자 책임원칙을 제시하고 있다.

표 36. 어업폐기물에 따른 수거 시스템

구 분	관리지역	관리 제외지역	비고
생활쓰레기	-쓰레기 종량제 실시, 매일 수거	-수거시스템 없음	
재활용품	-재활용 수거 시스템	-수거시스템 없음	
사료포대 (재활용)	-재활용 수거 시스템	-수거시스템 없음	
사료포대 (비재활용)	-수거시스템 없음	-수거시스템 없음	
어류폐사체	-수거시스템 없음 -대량 폐사시 시군에서 비료 업체 위탁 처리	-수거시스템 없음	
페스티로폼	-감용기로 처리	-감용기로 처리	
각종 어구	-일부 수거처리	-수거시스템 없음	

우리나라의 경우 예전에는 배출자 책임원칙이 중요시되어 오다 1990년대부터 생산단계부터 재활용을 강화하기 위해서 관리의 효율성이 높은 생산자 책임원칙이 강화되고 있다. OECD 국가들을 중심으로 확산되어 이제는 세계적인 추세가 된 포괄적인 생산자책임재활용제도(EPR, Extended Producer Responsibility)를 우리나라에서는 2003년 1월부터 도입하여 시행하고 있다(농림부, 2004).

표 37. 폐기물 처리의 책무관계 변화

연도	주요 정책	정책내용
1961~1977	배출자 책임원칙	-폐기물 배출자가 처리 책임을 짐
1978~1992	배출자 책임원칙(지속) 생산자 책임원칙(일부 도입)	-전통적인 폐기물 관리의 틀이 변화하기 시작하면서 생산자의 책임을 규정 -농어촌폐비닐이 사회적 문제로 대두되어 합성수지폐기물처리사업법(1979) 제정
1993년 이후	포괄적 생산자 책임 원칙	-폐기물부담금 및 예치금 제도 도입 : 생 산자 책임을 간접적으로 물은 것 -폐기물 생산자에게 물리적, 재정적 책임 을 모두 부과 시도

자료 : 환경부 환경백서, 2006.

표 38. 어업 폐기물의 수거 주체별 장단점

구분	생산자 책임	최종소비자 책임	공공의 책임
장점	-정부의 별도 재원 불필요 -효과적 수거 기대	-정부의 별도 재원 불필요	-안정적 수거 기대
단점	-생산제품의 가격 상승을 소비자에게 전가 우려	-불법적 소각, 해양투기 등 이 만연할 우려 높음 -정부의 규제 비용 증대	-인력, 장비 등 과도한 비용 소요

따라서 어업용 자재를 생산하는 사료업체, 어구생산업체의 생산자 책임을 강화할 뿐만 아니라, 어업인에게도 쓰레기 배출자로서의 책임과 의무를 강화하여야 하며, 공공기관은 이를 수거, 관리, 감시하는 체계를 마련하는 등 해상가두리양식장 폐기물의 종류별 처리방안을 아래와 같이 제시하고자 한다(표 38).

가. 해상가두리양식장 사료포대 처리 방안

해상가두리양식장 쓰레기 중 가장 많이 배출되고 있는 사료포대는 재질이 다양하며 재활용이 힘든 비닐코팅 재질도 포함되어 있다(표 39, 그림 19, 20). 개당 사료포대 무게를 토대로 연간 전국에서 배출되는 사료포대를 추정해 보면 배합사료포대 1천여톤, 생사료 비닐포대 2천여톤이었다. 이는 연간 발생하는 페스티로폼의 양과 맞먹는 수치이다.

표 39. 어류 사료 포대의 재질 및 중량

종류	재질	개당 무게	재활용 가능 여부
배합사료 포대(비닐)	저밀도폴리에틸렌(LDPE)	-LDPE:186g	전체 재활용 가능
배합사료 포대(비닐+코팅종이)	저밀도 폴리에틸렌(LDPE)+종이+폴리에틸렌(PE)	-LDPE:68g -종이+PE:157g -계:225g	내부 비닐은 재활용가능하나 외부 종이는 PE필름이 안에 싸여 있어 재활용 안됨
배합사료 포대(비닐+종이)	저밀도 폴리에틸렌(LDPE)+종이	-LDPE:62g -종이:165g -계:227g	비닐과 종이를 분리하여 재활용 가능
생사료 포대	폴리에틸렌(PE)	-PE:67.7g	생사료로 인한 불순물을 깨끗이 씻으면 재활용 가능



그림 25. 여러 종류의 배합사료 포대



그림 26. 생사료 포대

폐기물관리정책의 우선순위는 먼저 감량화 및 재사용이 이루어져야 하나 사료 포대는 사용성격상 감량화 및 재사용이 어려우므로 재활용이 가능하도록 하는 것이 최우선 처리방법이라 할 수 있다(표 40). 따라서 현재 재활용이 어려운 내부 비닐코팅재질의 포대 생산을 금지시키고 LDPE 단일재질의 포장재나, 종이와 LDPE 재질만의 포대가 생산되도록 하여 재활용이 가능토록 하는 것이 선결과제이다(농림부, 2002).

표 40. 폐기물관리정책의 우선순위

처리방법		내 용
3R's	감량화 (Reduction)	쓰레기종량제, 1회용품 규제, 포장재 규제, 폐기물부담금제도
	재사용 (Reuse)	공병보증금제도, 리필제품 사용, 알뜰시장(벼룩시장 등)
	재활용 (Recycle)	분리배출 및 수거, 폐기물예치금제도, 재활용제품의무 구매제, 재활용지정사업자 폐자원 이용목표를 부여, 재질분류표시, 재활용산업 지원제도
위생소각 (Incineration)		소각시설 확충, 소각기준 설정, 소각에너지 회수
위생처분 (Landfill)		매립시설 확충, 해양투기, 매립가스 자원화, 비위생매립지 정비

자료 : 생활폐기물 처리방법 및 시설의 다변화를 위한 조사연구, 수도권매립지관리공사, 2005.

현재 농업용 폐비닐의 경우 수거포상금 형태로 농림부와 지방자치단체에서 지원하고 있으며 농사에 사용되는 농약병도 농림부, 지방자치단체, 농약공업협회가 각각 30%, 30%, 40%로 보상금을 나누어 지급하고 있다. 한국환경자원공사에서 이를 전담 수거처리하고 있어 비교적 원활한 수거와 재활용체계가 갖추어져 있다.(표 41, 42).

표 41. 농업용 폐비닐 수거보상비

구분	지자체	농림부	수거자 총 수령액
A시군	30원/kg	30원/kg	60원/kg
B시군	50원/kg	30원/kg	80원/kg
C시군	100원/kg	30원/kg	130원/kg

자료 : 농림부, 2004.

표 42. 빈 농약병 수거 단가

구분		유리병	PET병	플라스틱병	항공방제용기
단가	1개	50원	50원	50원	50원
	1kg	150원	1,500원	800원	-

자료 : 한국환경자원공사 홈페이지.

특히, 해상가두리양식장의 사료포대는 재활용이 가능한 재질인 경우에도 폐기물 관리법상 관리제외지역인 도서지역이라는 이유로 수거체계가 마련되어 있지 못해 자체적으로 소각처리하거나 해상에 버리고 있는 경우가 많아 해양오염의 원인이 되고 있다(그림 27). 또한 도서지역의 특성상 사료포대를 모아 놓았다가 육지로 가지고 나와 버리려고 하여도 최근 실시된 문전 쓰레기 수거방식으로 인하여 육지에 버리기도 어려운 실정이다. 따라서 어업인이 직접 모아 배출하더라도 수거에는 많은 어려움이 따르므로 사료공급업체에서 사료를 공급할 때 다 쓴 사료포대를 회수하는 것이 가장 합리적인 수거방법으로 생각된다. 배합사료포대에도 포괄적 생산자책임재활용제도(EPR)의 하나인 제품판매업자 회수의무제도를 도입하여야 할 것이다.



그림 27. 해안가로 밀려든 폐사료포대

따라서, 현재 지방자치단체에서 실시하고 있는 도서지역 폐스티로폼 및 쓰레기 수거사업을 확대하여 재활용 가능한 도서지역 사료포대를 수거하는 방안을 검토해 볼 수 있다. 통영시에서는 2005년 1천 8백여만원의 예산을 들여 15회 내외 크레인 화물선을 이용 도서지역 어업폐기물 수거사업을 실시하고 있으나 현재 예산 부족으로 그 횟수나 처리물량을 늘리기 어려운 실정이다. 그러나 이와 같은 도서지역 어업폐기물 수거사업을 정기적으로 월 5회 정도만 실시하여도 그 효과는 매우 클 것으로 예상된다.

나. 관리사에서 발생하는 생활쓰레기 처리 방안

해상가두리양식장 관리사에 사람이 거주하는 양식장은 전체의 45.5%로서 이는 통영시 전체적으로 볼 때 3백여명 내외가 상시 거주하는 것 추정된다. 이들에게서 배출되는 생활쓰레기를 통영시민 1인당 배출 생활쓰레기로 환산하면 연간 123톤의 생활쓰레기가 배출될 것으로 추정되며 이러한 생활쓰레기는 관리제외지역의 특성상 대부분 자체 소각하거나 해상에 투기되고 있다(표 43). 관리제외지역 도서인 경우 면소재지가 있는 도서까지 청소차의 시간에 맞춰 쓰레기를 가지고 나와야 수거가 가능하나 쓰레기를 버리기 위하여 도서지역에서 일일이 배를 몰고 면소재지까지 나오기란 사실상 어려운 실정이다.

표 43. 전국 생활폐기물관리 제외지역 현황

구분 연도별	전체행정구역		생활폐기물 관리구역		생활폐기물관리 제외지역		생활폐기물 관리 제외지역 지정율(%)	
	면적 (km <sup>2</sup> )	인구 (천명)	면적 (km <sup>2</sup> )	인구 (천명)	면적 (km <sup>2</sup> )	인구 (천명)	면적비	인구비
2000	99,835	47,954	82,326	47,307	17,509	647	17.5	1.3
2001	99,990	48,262	83,221	47,836	16,769	426	16.8	0.9
2002	99,845	48,481	84,356	48,133	15,489	347	15.5	0.7
2003	99,742	48,805	85,220	48,450	14,522	355	14.6	0.7
2004	99,865	49,014	86,733	48,730	13,132	283	13.1	0.6
2005	99,954	49,189	86,859	48,927	13,095	262	13.1	0.5

자료 : 국립환경과학원, 2006.



또한 도서지역의 경우 청소차를 실은 배가 접안할 수 있는 접안시설이 없는 곳이 대부분이고 장비와 인력부족으로 정기적인 수거는 엄두도 내지 못하고 있으며 해양수산부나 지방자치단체에서 운영하고 있는 폐기물 수거선이나 청소선은 속도가 느리고 규모가 커서 소규모 도서지역에 접안 및 상시 출입이 어려운데다 특히, 생활 폐기물의 경우 악취와 해충 발생 등으로 이를 접안시설 인근으로 모아 놓을 경우, 인근지역 주민들과 미관상 좋지 않아 반대가 심할 것으로 보이며 접안시설 인근에 쓰레기 집하장이 생기면 파도나 바람에 의한 쓰레기의 해안 유실 우려도 높아 현실화되기가 어려울 것으로 보인다.

따라서 도서지역의 생활쓰레기를 처리하기 위한 첫 번째 대안은 자체 소형 소각로를 운영하는 방안이다. 현재 경기도 용진군의 경우 도서지역 쓰레기를 처리하기 위해 관내 도서지역에 5개소의 소각로를 운영하고 있으나 2005년부터 강화된 대기오염방지시설 및 다이옥신배출 기준을 맞추기 위하여 1개소는 폐쇄, 2개소는 2007년 폐쇄예정이며 2개소만 정상적으로 운영하고 있다. 최근 대기오염과 다이옥신 배출 문제로 소형소각로에 대해서 환경부에서 지원을 꺼리고 있으나 도서지역의 특성상 소형소각로를 통한 자체 소각처리가 합리적인 방법이라 판단된다.

대기오염방지시설과 다이옥신 배출기준에 맞는 소형소각로(시간당 500kg) 건설 비용은 대당 20억원 정도 예산이 소요될 것으로 예상되나 이는 도서지역 쓰레기를 육지로 이송할 경우 들어가는 비용보다 초기 투자비는 많이 들어가지만 운영 비용은 저렴하여 장기적인 운영이 유리하고 절차적으로 간단한 방법이라고 생각된다(표 44).

표 44. 도서지역 쓰레기 처리 방법별 장단점

구분	초기 시설투자비	운영비용	편리성	처리 효율성
소형소각로	많음	적음	편리함	높음
육지이송	적음	많음	불편함	낮음

두 번째 대안은 도서지역 쓰레기를 육지까지 이송시키는 방법이다. 관리제외 지역 도서지역의 쓰레기를 수거하기 위해서는 섬을 순회하는 청소차가 우선적으로 필요하며 청소차를 실어 나르는 소형 바지선(트럭 1대 선적 가능)을 이용하여 정기적으로 도서지역을 순회하면서 수거하는 시스템이 적정하리라 판단된다.

요약하면 해상가두리양식장에서 발생하는 생활쓰레기는 도서지역인 집으로 가져가 쓰레기봉투에 담아 집앞에 모아두고 이를 쓰레기차가 수거하여 소형바지선으로 인근 면소재지로 가서 처리하거나 직접 육지로 이송 처리하는 하는 방법이 될 것이다. 이러한 방법으로 생활쓰레기 처리가 이루어진다면 재활용가능한 사료포대나 항생제 등 약품통 등도 충분히 수거처리가 가능할 것이다. 그러나 도서지역 쓰레기를 육지로 이송하는 방법은 초기 투자비는 적으나 선박 및 차량운영 등 운영비용이 많이 소요되고 절차가 복잡한 단점을 가지고 있다(그림 28).

이러한 처리체계를 갖추기 위한 가장 큰 문제점은 바지선, 청소차의 구입이나 이에 따르는 예산과 인력확보일 것이다. 실제 도심과 같은 대단위의 주거공간이 밀집한 지역은 1인당 쓰레기 처리비용이 저렴하나 거주인구가 적은 도서지역은 이에 비해 수십배의 예산이 소요되어 정책의 우선순위에서 밀려나고 있다. 그러나 이러한 쓰레기가 해안으로 투기되어 해양오염, 선박사고, 수산식품의 안전성 문제, 연안경관훼손으로 인한 관광객 감소 등 2차적인 각종 문제들을 야기시키고 이를 수거처리 하는데 엄청난 예산을 소비하고 있는 것을 감안해 본다면 결코 무리한 투자는 아니라고 생각된다. 또한 쓰레기 관리의 우선적 정책은 해상에 투기된 쓰레기를 수거하기 보다는 해상쓰레기를 사전에 예방할 수 있는 정책일 것이다.

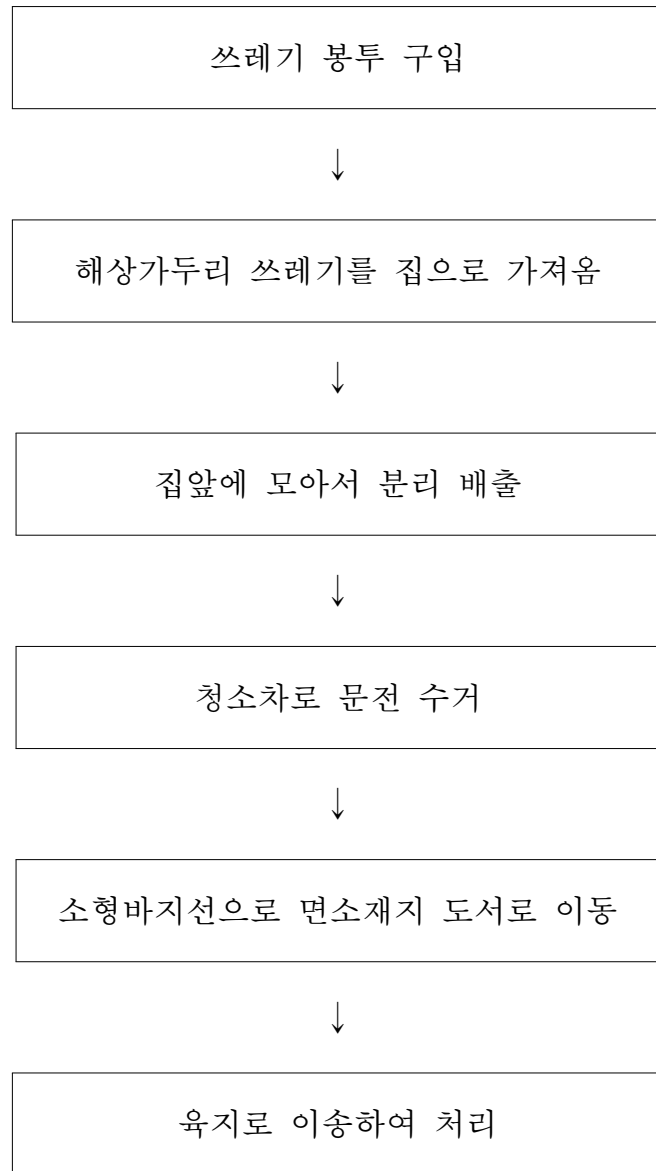


그림 28. 도서지역 생활쓰레기 처리 개념도

#### 다. 어류 폐사체의 적정 처리 방안

어류의 폐사체는 폐기물관리법상 음식물쓰레기로 분류되어 있어 음식물쓰레기와 같이 배출하는 것이 합법적인 방법이다. 그러나 통영관내 어류폐사량은 2005년 연간 17,537천마리였으며 물량으로 환산할 경우 약 1천톤내외가 될 것으로 추정되며 가두리 한어장당 연간 평균 2톤정도의 폐사체가 나올 것으로 예상된다. 전국적으로 어류 폐사량은 155백마리로 약 9천톤 내외의 폐사체가 발생될 것으로 추정된다. 이러한 양을 음식물쓰레기로 처리하기란 사실상 불가능하며 대부분 텃밭에 묻어 퇴비로 활용하거나 바다에 버려지고 있는 실정이다.

어류폐사체가 바다에 떠다니게 되면 인근 어장에 질병을 전파시킬 우려가 있어 반드시 매몰하거나 퇴비화 하는 과정이 필수적이다. 어류 폐사체는 한군데 모아둘 경우 악취가 심하고 부패가 빨리 진행되기 때문에 폐사 즉시 텃밭에 매몰하여 자가 퇴비화하는 것이 2차적 오염을 줄이는 방법으로 판단된다. 그러나 자가 소유의 토지가 없거나 대량 폐사하는 경우에는 자가 처리가 힘들므로 퇴비처리업체를 통한 처리가 필요하다.

현재 불가사리의 경우 각 수협위판장을 통해 수매사업을 진행하고 있고 여기에서 나오는 불가사리를 퇴비생산업체에서 수거처리하고 있어 이 처리시스템을 이용하여 어류폐사체를 같이 처리하는 방법을 검토해 볼 수 있다.

어류폐사는 주로 여름철에 많이 발생하고 있으므로 7~9월 하절기에는 어류폐사체 처리를 위해서 주요 항포구에 정기적인 수거일자를 정해 수거하고 기타 적조 및 겨울철 동사시기에도 일괄 수거 처리하는 것이 바람직할 것이다.

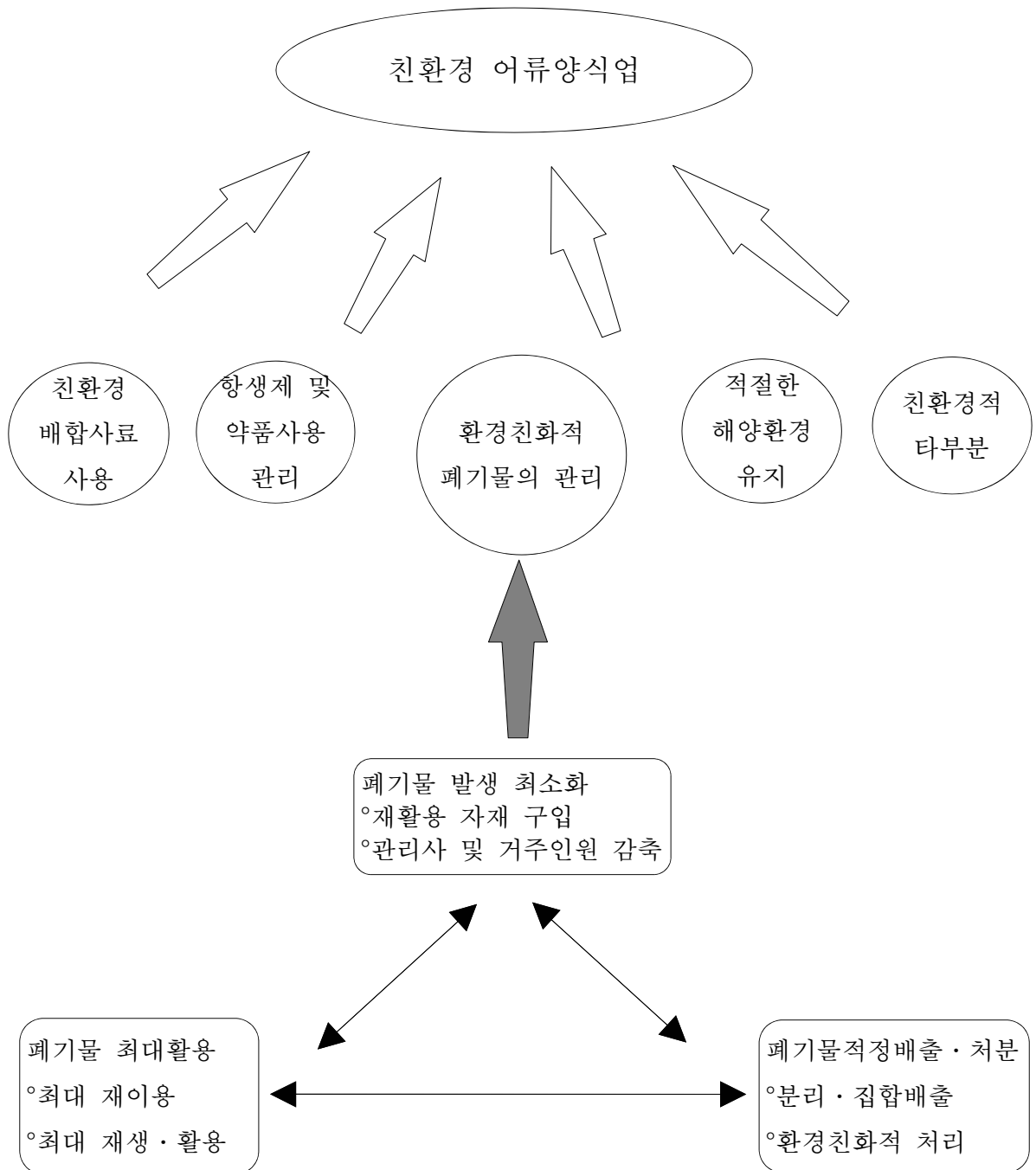


그림 29. 어류양식 어업의 폐기물 관리의 위상

### 3. 항생제 사용량 저감방안

얼마전 말라카이트그린으로 촉발된 수산물 안전성 문제는 각종 언론과 여론의 중심에 서면서 연일 식품안전성 문제가 방송매체의 머리기사로 다루어지고 있어 이제 더 이상 미룰 수 없는 모든 수산인의 가장 중요한 현안과제가 되고 있다.

항생제는 양식과정에서 질병을 예방, 치유하는 목적으로 사용되어 지고 있으며, 출하시까지 배출되지 못할 경우 어체에 잔류하여 인체에 흡수 될 수 있다. 또한 과도한 항생제 사용으로 인해 어병세균에 대한 내성을 증대시켜 어병치료를 어렵게 하고 더욱 많은 항생제 사용을 불러오게 되는 악순환이 나타나 다시 생산자의 부담을 가중시킬 수 있으며, 내성균이나 항생제가 수중에 유출되어 자연 생태계에도 영향을 미칠 수 있다. 이보다 더 큰 문제는 의약분업의 중요한 계기가 되기도 했던 각종 항생제에 고도의 내성을 나타내는 내성균의 출현율이 높아지고 있고, 페니실린에 대한 내성발생율은 OECD 국가중 1위를 차지하고 있으며, 슈퍼박테리아라 불리는 VRSA(*Vancomycin Resistant Staphylococcus aureus*, 반코마이신 내성 황색포도상구균)의 출현 등 내성균에 대한 전세계적인 우려가 높아지고 있다는 것이다. 최근 FAO/OIE/WHO에서도 인체용 항생제뿐만 아니라 축, 수산용 항생제로 인한 내성균의 출현이 사람은 물론 생태계에 까지 광범위한 피해줄 줄 수 있다는 우려에 따라 내성균의 발현을 억제할 수 있는 국제적 공동지침을 개발하기 위한 노력을 시도하고 있다(정, 2005). 따라서 우리나라에서도 수산용 항생제의 효율적 사용과 안전관리를 위한 대책수립이 필요하다.

#### 가. 수산용 항생제 판매 및 사용체계 개선

표 50에 나와 있는 수산용 항생제의 연도별 판매량을 보면 매년 감소해오다가 2004년부터 다시 증가하였다. 수산용 항생제의 판매경로를 보면 수산질병관리원이나 동물병원을 통한 판매가 21%, 기타(도매상 판매)가 79%를 차지해 축산용의 도매상 판매가 평균 39%인것과 비교해보면 많은 약품이 전문가의 처방 없이 도매상을 통하여 판매되는 것으로 추정된다.(수산 환경 중의 항생제 내성균 모니터링, 식품의약품안전청, 2004)

표 45. 연도별 수산용 항생제 판매 실적

(단위 : kg)

구분	2001년	2002년	2003년	2004년
수산용	226,375	186,672	165,049	217,565

자료 : 손 등(2004)

또한, 질병치료 목적이외 질병예방의 목적으로 사용되는 사례도 35%에 이르고 있어 어업인의 자가판단에 의한 약품 오남용이 발생하고 있음을 알 수 있다. 수산용 항생제는 원칙적으로 수산질병관리사나 수의사의 처방에 따라 사용되어야 한다. 항생제에 의한 내성균 출현 및 수산식품내의 잔류 예방을 위해서는 어류질병과 약품에 대한 전문지식을 갖춘 자에 의한 취급이 필수적이다.

이미 미국, 일본, EU국가에서는 “요주의 동물용의약품”을 지정하여 체계적으로 관리하고 있으며 스웨덴, 오스트리아 등 축산 선진국에서는 수의사의 관리 아래 항생제를 사용하도록 하고 있으나, 우리나라의 경우 기르는어업육성법에 양식업자가 자신이 사육하고 있는 어류에 대하여는 스스로 항생제를 투약할 수 있도록 규정하고 있다. 현재 어류양식 어업인에게 동물용의약품안전사용기준(국립수의과학검역원 고시)을 정하여 항생제 사용에 대한 교육 및 홍보를 실시하고 있으나 해상 가두리양식장에서 항생제 투여가 주로 이루어지므로 항생제 사용기준에 대한 준수 여부를 사실상 판단하기는 어렵다.

수산질병관리사 등 전문가에 의한 항생제 처방은 예전에도 여러 차례 논의되었으나 원칙에는 동의하면서도 치료 수가 상승 우려와 식품안전, 내성균 문제에 국민적 관심이 적어 결론을 내지 못하였다. 그러나 항생제의 오남용으로 인한 피해는 금전적으로 계산할 수 없는 환경변화와 강력한 내성균 발생으로 인한 국민건강 위협 등 더 큰 문제를 야기 시킬 수 있으므로(해양수산부, 2005) 적절한 규제는 필수적이라 판단된다.

해양수산부에서는 생산단계의 양식어류의 항생제 사용 및 잔류문제 해결을 위해 2006년부터 수산물안전성조사를 강화하여 월1회씩 수산물품질검사원을 통해 일부 항생제에 대하여 잔류검사를 실시하고 있으나 생산단계 수산물에 대한 잔류는 출하지연이외에 특별한 방법이 없는데다 항생제의 오남용을 사전에 막기에는 역부족이라고 판단된다.

현재 대량 폐사가 일어나는 어류질병 발생시에도 어류 폐사체에 대한 특별한 조치 없이 자체적으로 매몰하거나 해양으로 투기되어 질병확산을 부추기고 있다. 대량 폐사를 유발하는 질병에 대해서는 매몰이나 폐기를 의무화하는 제도가 필요하다. 다행히 최근 수산동물질병관리법(안)이 입법되고 있어 대량폐사 유발 질병에 대한 이동 및 통제가 강화될 것으로 예상된다.

항생제의 사용에 있어서는 우선 내성균 출현 및 약물사고 등을 유발시킬 수 있는 의약품에 대해서 “요주의 동물용의약품”이라도 빨리 지정하여 체계적으로 관리할 필요성이 있다. 장기적으로는 수산용 약물 사용에 대하여는 수산질병관리사나 수의사의 관리 하에 처방이 이루어 져야 할 것이며, 먼저 요주의 의약품이라도 지정하여 관리하는 것이 시급히 이루어 져야 할 것이다.

#### 나. 항생제의 내성균 관리 체계 마련

위에서도 언급한 바와 같이 농·수·축산의 항생제 사용으로 인한 내성균 출현이 사람은 물론 자연환경에까지 광범위한 피해를 줄 수 있다는 우려에 따라 결국 제 53차 CODEX 본회의에서 FAO, WHO, OIE 공동으로 전문가회의를 개최토록 요구하여 FAO, WHO, OIE 합동 동물용 항생물질의 안전사용 및 내성관리에 관한 과학적 평가 워크숍이 2003년, 2004년 2차례에 걸쳐 개최되었다.

제2차 회의가 2004년 3월 노르웨이 오슬로에서 개최되어 항생제의 오남용으로 인한 내성균 발현을 최대한 억제하기 위한 항생제 내성균 관리지침 작성과 조치 사항 개발을 위해 협의된 내용은 다음과 같다.

1) 비인체용 항생제 내용과 내성균 관련 위험 평가는 인체의 안전성 평가의 일부분으로 수행되어야 한다. 항생제 내성균 관리의 수단으로 “내성판정기준치 (Thresholds of resistance)”에 관한 개념이 정립되어야 하며, 이 기준치를 초과할 경우 위험관리조치가 취해져야 한다.

2) 사람용과 동물용의 필수 항생제 종류(Critically important classes of antibiotics)에 대한 개념이 WHO 및 OIE에서 각각 확립되어야 한다.



3) 항생물질의 근본적인 감축을 위하여 우수가축사양관리지침(Good animal husbandry practices)과 우수수의임상관리지침(Good Veterinary practices)을 포함한 우수농업관리지침(Good agricultural practices) 도입이 필요하다.

4) 식용동물에서의 항생제 내성관리를 위해 정부와 관련단체에서 WHO 및 OIE 지침의 조속한 이행이 필요하다.

5) 개발도상국을 포함한 여러 국가에서 항생제 내성 조사프로그램의 원활한 수행과 네트워크, 능력배양, 협조체계 구축이 필요하며, FAO, WHO 및 OIE의 주도적 역할이 있어야 한다.

6) CODEX/OIE 특별작업단은 비인체용 항생제와 관련한 내성관리의 위협조치 사항을 개발하여야 한다. 위험정보 전달 및 투명성은 효율적인 위험관리의 성공에 필수적이며, 식품위생에 관한 일반지침에 항생제 내성관리를 도입할 수 있도록 검토되어야 한다.

수산용 항생제 내성관리를 위해서는 먼저 과학적이고 체계적인 조사에 근거한 실태파악이 우선적으로 이루어져야한다. 이에 따라 식품의약품안전청에서는 2003년 수산용항생제관리시스템구축, 2004년 수산 환경 중의 항생제 내성균 모니터링에 대한 연구를 수행하여 내성균에 대한 조사를 실시하였다. 조사결과 그나마 다행인 것은 수산 환경에서 분리된 해양유래 세균의 내성균 출현이 육상유래 세균의 내성균 출현율보다 낮게 나타났고 VRE(반코마이신 내성 장구균, Vancomycin Resistant *Enterococci*), VRSA(반코마이신 내성 포도상구균, Vancomycin Resistant *Staphylococcus aureus*), MRSA(메티실린 내성 포도상구균, Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*) 등과 같은 슈퍼박테리아가 검출되지 않았다는 것이다.

따라서 우리나라에서도 이러한 조사결과를 토대로 내성판정기준치(Thresholds of Resistance)에 관한 개념을 정립하여 적용한다면 더 이상의 내성균 출현 확대를 조금이나마 늦출 수 있을 것이다. 또한 수산용 항생제에 대한 전반적인 안전성 재평가를 통해 내성율이 높은 항생제에 대하여는 사용 제한이나 주기적 순환 사용 등 항생제 관리를 지속적으로 추진하여야 한다. 안전한 수산물 생산을 위한 HACCP, 수산물 이력제, 친환경 수산물 인증제도의 도입을 통하여 항생제 사용에 대한 모니터링을 일반화하여 상시적 교육과 관리가 가능토록 하여야 할 것이다.

#### 다. 항생제 사용을 줄이기 위한 어장관리 및 약품사용 원칙

현재의 법령상 항생제 사용에 있어서 어업인의 자가 진료 가능성이 가능하므로 항생제 사용 및 질병예방에 대한 원칙을 어업인에게 확고히 인지시키는 것이 무엇보다도 중요하다. 또한 약품을 취급하는 수산질병관리사도 처방 시 내성균 발현을 최대한 줄이기 위한 원칙을 철저히 이행해야 할 것이다. 따라서 항생제 사용을 줄이기 위해 FAO, WHO, OIE가 공동으로 발표한 내용을 토대로 하여 수산용 항생제 사용에 적용하여 수산질병관리사와 어업인이 지켜야 할 어장관리와 약품사용의 원칙을 아래와 같이 제시하고자 한다.

##### 1) 수산질병관리사 등 전문가와 상담

질병관리 전반에 관해 전문적 지식을 갖추고 있는 수산질병관리사를 선정하여 수시로 상담하고 양식장을 방문하게 하여 약품투여에 대하여 지도를 받아야 한다.

##### 2) 적절한 어장관리

해상가두리양식장은 자연의 영향을 가장 많이 받는 양식방법이므로 항상 해황 변화와 수질변화에 관심을 가지고 빨리 대응하여야 한다. 환경이 악화되고 있음에도 계속적으로 사료를 투여하거나 선별, 출하 등의 작업을 진행할 경우 질병과 폐사 발생이 증가하게 된다.

##### 3) 면역증강을 위한 영양제의 사용

양식어류는 질병이 일단 발생하면 급속히 전염되고 치료가 어려우므로 발생전에 항상 영양제와 면역증강제를 투여하여 어체의 체력증강에 노력을 기울여야 한다.

##### 4) 항생제 감수성 검사를 통한 적정 약품 투여

항생제 감수성 검사를 실시하지 않고 투여하거나 자신의 경험에 의해서만 투여할 경우 내성균이 출현되고 질병은 치료되지 못하여 오남용이 나타나게 된다. 인근 수산질병관리원이나 연구, 지도기관에서 항생제 감수성 검사를 실시하고 있으므로 이들 기관에 의뢰하여 투여해야 질병을 효과적으로 치료할 수 있다. 수산질병관리사는 항생제 사용시 공중보건상의 위험을 염두해 두고 항생제 잔류와 내성 문제를 항상 고려하여야 한다.

## 5) 백신사용의 확대

현재 시판되고 있는 수산용 백신은 일부 품목(3종 7개 품목)에 한정되어 다양한 질병에 대한 백신의 개발과 보급이 시급한 실정이다. 또한, 해상가두리양식장에서 대량 폐사를 일으키는 돌돔의 이리도바이러스병에 대해서도 백신생산이 안정화되지 않아 계획적인 사용이 불가능한 실정으로 다양한 병원체에 대한 백신이 시급히 개발, 시판되어야만 이로 인한 약품사용을 최소화할 수 있을 것이다.

## 6) 질병확산의 방지를 위한 방역 강화

어류양식은 육상의 축산업과 달라서 철저한 방역이 어려워 질병이 발생하여도 특별한 방역을 하지 않고 있으나 질병의 차단은 예방의 기본이라 할 수 있다. 따라서 폐사한 어류는 해상투기를 해서는 절대 안되며 철저히 분리하여 매몰처리하고 입식시에는 질병검사를 실시하여 건강한 어류를 입식한다. 또한 질병이 발생한 어장의 도구는 반드시 소독하여 사용하고 인근어장과 함께 구충 및 질병치료에 참여한다. 이러한 질병방역을 체계적으로 실행하기 위해서는 전염성이 강하거나 폐사율이 높은 질병인 경우 폐사체 매몰, 이동 제한 등을 법적으로 규제할 수 있는 관련 법령이 필요하리라 판단된다.

## 7) 사용설명서에 따른 항생제 취급

항생제의 사용설명서에 기재되어 있는 어종, 질병명, 부작용, 용법, 휴약기간, 저장 방법 등은 지켜져야 하며 사용설명서 이외의 방법에 의한 사용은 반드시 수산질병 관리사의 관리 하에 취급되어야 한다.

## 8) 항생제 투여 기록 유지

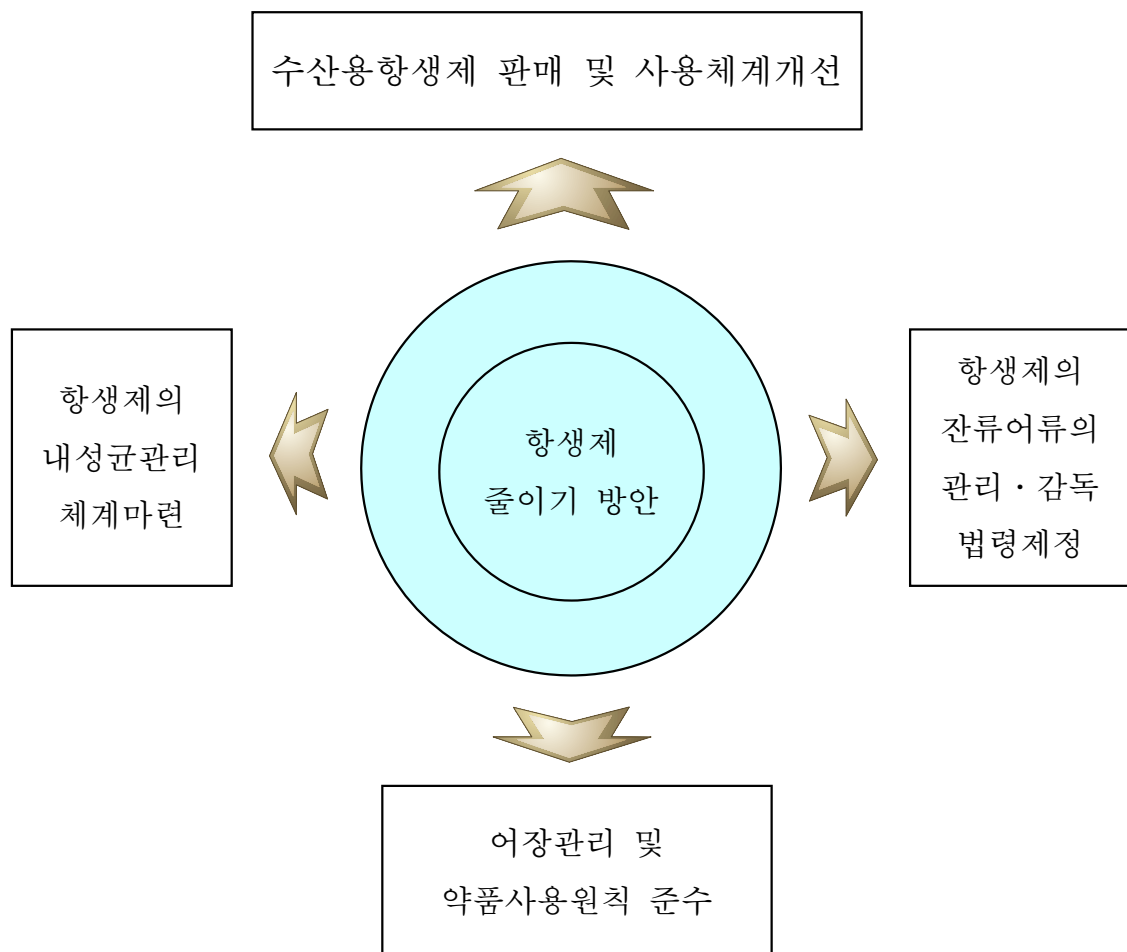
모든 항생제 투여에 대한 기록은 유지되어야 한다. 투여 항생제의 종류와 투여량에 대한 기록이 유지되지 못한다면 항생제 오남용을 모니터링 하기란 쉽지 않다. 이를 위해서는 수산질병관리사에 의한 처방이 이루어진다면 기록유지가 세부적으로 가능하나 현행법령상 도매상을 통한 판매량이 많으므로 어업인에 의한 기록유지가 필요하다. 또한 기록의 형식과 내용의 국가적 통일도 필요하리라고 생각된다.

9) 항생제 감수성 및 내성 조사 결과의 공유시스템 구축

항생제 감수성 및 내성 조사결과를 처방자인 수산질병관리사 및 관련 연구자들에게 제공되고 공유되어야 한다. 감수성 및 내성은 항상 변화되고 있으므로 이에 대한 지속적 공유를 통한 현장의 처방에 적용되어야 한다.

앞으로 어류양식업이 나아가야 할 방향은 안전하고 친환경적이 수산물생산일 것이며 수산물 생산에 있어 식품안전과 환경에 대한 외면은 국민으로부터 더 이상 신뢰받을 수 없고 식량산업으로서의 가치도 상실하게 될 것이다.

따라서 이제는 항생제 사용을 더 이상 어업인 개인의 문제로만 인식하여서는 안 되며 국제적인 원칙에 따라 철저하고 신중한 사용이 요구되고 있으며 이에 걸맞은 관련 법령과 제도가 뒷받침되어야 할 것이다.



## 제 2절. 해상가두리양식장 오염실태 및 사육환경평가

### 1. 환경용량을 고려한 양식어장 적정관리

해상가두리양식장 인근해역의 사료별 고형물 침강량과 저질오염도를 조사하고 다음과 같은 문제점을 도출하였다.

첫째, 해상가두리 인근해역의 거리별 저질오염도 조사결과, 배합사료 사용어장에 비해 생사료 사용어장의 저질 오염도 다소 높은 것으로 조사되었다. 특히, 해상가두리로부터 10m 이내에서는 배합사료에 비해 생사료의 오염 가중치가 최고 3배 가량에 이르렀으며, 이후 점차 감소하여 40m 이후 지점에 이르러서는 배합사료 사용어장과 생사료 사용어장의 오염도 차이가 경미한 것으로 조사되었다.

또한, 사료 잔이량 조사에서는 조사 전 지점에 대해 배합사료와 생사료의 잔이량 차이가 뚜렷히 나타나 생사료의 미섭이로 인한 허실량이 상당한 것으로 조사되었으며, 이는 자가 어장의 저질오염과 노후화로 이어져 어업인 당사자의 피해로 이어질 수 있음을 지적하고 있다.

냉동사료 중의 질소함량을 100으로 볼 때 2~31%가 바닥에 퇴적된다는 보고(恒星社厚生閣, 1977)와 함께 권 등(2005)은 수치모델을 이용한 해상어류가두리양식장의 환경관리방안에서 가두리양식장의 고형물 침강량의 주 요인이 높은 미섭이율이며, 수치모델에 따르면 미섭이율을 40%에서 10%로 줄일 경우 고형물 침강량이 1/2 수준으로 감소될 것으로 추정하며, 생사료 사용 대신 배합사료를 사용할 경우 57% 정도 사료 침강량이 감소한다고 추정하고 있다.

특히나 대부분의 양식장은 만을 중심으로 구성되어 있어 양식생물의 배설물이나 사료찌꺼기 등이 외양으로 확산되지 못하고 인근해역에 축적되는 지리적 여건을 가지고 있다. 이는 같은 장소에서 반복적으로 양식이 이루어질 경우 퇴적(침점)물에 의해 자정력을 상실할 수 있고 이는 양식어장의 자가오염으로 이어져 어업인 자신에게 악영향을 줄 수 있으며 어류양식장의 자가오염도를 부추기는 결과를 낳을 수 있다.

또한, 조피볼락양식의 경제성분석(2006) 자료를 살펴보면, 양식원가중 사료비가 차지하는 비율이 41.7~58.3%로 원가의 최대 비중을 차지하고 있어, 미섭이에 의한

사료허실로 야기되는 원가상승도 상당한 것으로 추정되고 있다.

따라서, 저질오염도 가중치 및 사료 허실량을 고려해 볼 때, 생사료의 사료급이 방법 개선 및 배합사료로의 전환이 불가피할 것으로 사료된다.

생사료의 사료급이방법 개선방안으로서는 최근 통영관내를 중심으로 이루어지고 있는 생사료 통급이방법을 들 수 있는데, 현재 통급이 방법에 의한 수질 및 저질 오염도에 대해서는 구체적인 조사 자료는 없으나, 분쇄형 생사료 급이에 비해 침강 속도가 늦어 사료허실이 적고, 노동력 감소에 의한 인건비 절감부분이 긍정적으로 평가되고 있다.

또한, 현재 통영을 중심으로 남해안에서 각광받고 있는 SEP(Soft Extrude Pellet)와 젤리형 분말배합사료가 그 대안이 제시될 수 있다. 최근 SEP와 젤리형 분말배합사료가 일반 배합사료회사에서 개발되어 판매되고 있으며, 성장속도가 생사료보다는 다소 떨어지나 배합사료보다 월등히 우수하여 어업인의 호응을 얻고 있으며 점차 활용어가가 늘고 있는 실정이다.

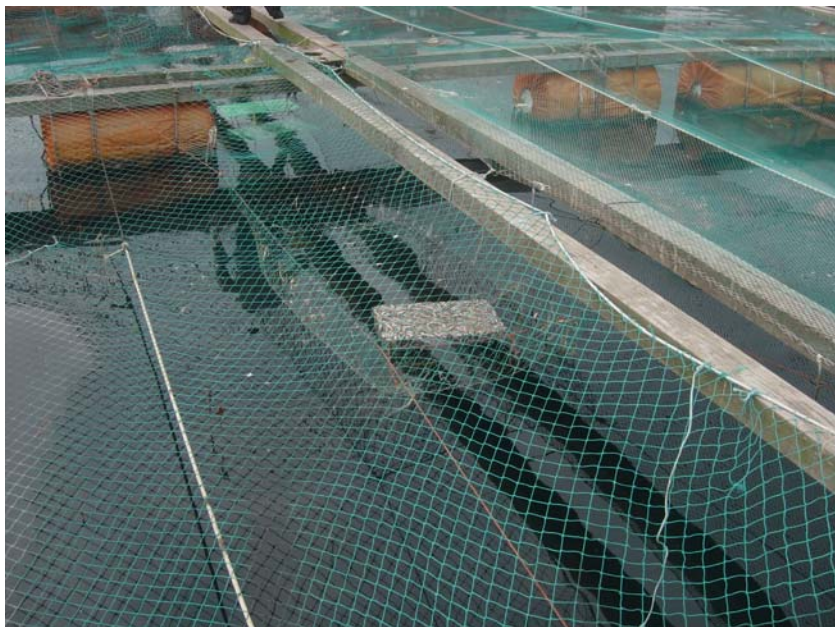


그림 30. 생사료 통급이방법

특히, SEP의 경우 주문형 생산체계가 가능하여 계절별 지방 첨가 프로그램을 다양화할 수 있어 동절기 전후 참돔 등의 영양 강화로 인한 어체관리가 용이한 장점이 있으며, 영양제를 포함한 약품혼합이 용이하여 양식현장의 불필요한 노동력을 절감시킬 수 있고, 계절별 프로그램화로 건강한 어류양식이 가능하는 장점을 지니고 있다.

아울러, 어장환경오염과 자원남획의 문제점이 일부 보완될 수 있고, 부대시설이 필요 없다는 큰 장점이 있어 완전배합사료가 개발되기 전까지 친환경적 양식장 관리방안의 대안이 될 수 있을 것으로 판단된다.

표 46. 사료별 항목별 비교표

사료별 평가항목	생사료	배합사료	젤리형 사료	SEP
가격(원/kg)	350~500	1,200~2,000	1,400	1,200~1,500
성 장	상	하	중	중
보관의 용이성	불편	용이	용이	불편
환경친화성	하	상	상	상
부대시설	필요	불필요	불필요	불필요
인력절감	하	상	중	상
영양제등 약품 혼합	용이	불편	용이	용이

최근 부산지방해양수산청에서는 브랜드 넙치산업육성의 일환으로 “다시마넙치”에 대한 연구교습어장을 실시하고 있다. 이 사업은 어체면역강화를 중점으로 추진되었으나, 다시마의 점착성을 고려해 볼 때 해상가두리에서의 사료 풀림을 지연시키는 효과가 있어 사료허실부분을 보완할 수 있는 좋은 첨가제가 될 수 있을 것이라 사료되며, 다시마와 같이 어체면역증강과 사료의 고점착성을 유도할 수 있는 성분개발방안 또한 적극적으로 개발되어져야 할 것이다.

둘째, 해상가두리 저질오염 조사결과 인근해역 40m 이내의 저질오염도는 생사료 및 배합사료 공히 일정 수준 이상으로 조사되었으며, 40~60m 지점에 이르러서야 오염도가 다소 낮아지는 것으로 조사되었다.

어장관리법 제13조와 동법 시행령 제9조 “어장의 관리의무등”에 의거 시행되는 어장청소는 어장을 효율적으로 보전·이용하고 관리함은 물론 어장의 환경을 보전·개선하여 지속 가능한 어업생산의 기반을 조성하는데 그 목적을 두고 있다.

앞서 언급했듯 해상가두리 저질오염도 조사시 최대 60m 지점에 이르기까지 저질 오염도가 높아(일본 수산환경수질 오염도 기준, COD 20mg/g·dry, AVS 0.2mg/g·dry이상), 면허면적 기준으로 시행되는 어장청소를 해상가두리로부터 최대 반경 60m까지의 면적으로 확대하여 오염을 저감시키는 방안이 마련되어야 할 것이며, 어장관리법 제6조에 “어장환경의 조사”에 의거 실시되는 해역별 어장 환경조사 또한 철저히 실시되어 어장환경용량을 충분히 고려한 평가가 이루어져야 할 것이며, 어장환경오염이 심할 경우 제9조 “어장휴식”에 의해 지속적 생산이 가능한 바다가 될 수 있도록 관리되어야 할 것이다.

어장청소 방법에 있어 국내에서는 형망틀에 의한 해저경운이 가장 보편적으로 이루어지는데 화학적산소량을 일부 저감시키는 효과는 있으나, 퇴적물의 재부유에 의한 탁도와 용존산소 저하로 저서생물 및 수중생물에 악영향을 줄 수 있는 문제점이 지적될 수 있다.

이외 황토살포와 준설 또한 한 방법이 될 수 있는데, 적조발생시에도 살포되는 황토는 현탁물 응집에 의한 침강으로 용존산소 부족은 일부 완화될 수 있으나 수중 부유가 장기간 될 때 어류에게 악영향을 줄 수 있으며, 준설 또한 준설토의 처리 및 비용 부분에 있어 어류양식어업인에게 부담스러운 것이 현실이다.

또한 외국에서 이루어지고 있는 다양한 오염 퇴적물 정화방법을 도입하여 화학적·생물학적 처리방안(해양수산부, 2003)과 같은 새로운 방법에 대해서도 지속적인 도입이 필요할 것이라 사료되며 효과적인 어장청소를 위한 국가보조금 지원 부분 또한 검토해 보아야 할 것이다.



## 2. 어류성장을 고려한 완전배합사료개발

생사료와 배합사료 사용어가의 어체 성장도 비교 조사시 생사료 사용어가가 평균 체장과 체중 모두 다소 우월하게 조사되었으나, 개체간 성장분포도를 고려해 볼때, 생사료 사용어가의 경우 표준편차가 심하게 형성하여 최대 82.55g(조피볼락 2년산) 까지 나타내는 등 배합사료 사용어가의 안정적이고 고른 성장에 비해 생사료 사용어가에서 개체간 성장도 차이가 심하게 형성되는 것을 알 수 있었다.

이는 생사료 사용어가의 선두그룹 형성과 아울러 성장지연 그룹을 형성할 수 있고 선두그룹형성은 자칫 생사료 사용이 배합사료에 비해 어체성장이 우월하다는 가시적인 착각을 유도할 수 있으며, 성장지연 그룹은 종국에 도태되거나 폐기됨으로서 그 동안의 생산단가를 올릴 수 있는 문제점으로 지적될 수 있다.

이에 반해, 배합사료 사용어가의 고른 성장은 잦은 선별이 필요 없어 불필요한 노동력을 절감시킬 수 있는 방안이라 사료된다. 조피볼락양식의 경제성분석(2006) 자료를 참고해 볼 때, 양식원가중 인건비 비율이 8~21%로 조사되어 인건비 절감에 의한 양식원가 감소방안을 모색해 보아야 할 때이며, 요즘과 같은 노동인력확보가 어려울 경우에는 그 대안이 될 수 있을 것이며, 참돔 2년산의 경우에는 오히려 배합사료 사용어가의 성장도가 양호한 것으로 조사되어 배합사료만으로도 양식가능성이 제시된다.

우리나라 해산어류양식의 경우 고밀도 사육에 의한 단기내 출하에 너무 치중한 나머지 어체 건강도 등을 충분히 고려하지 않은 양식이 일반화되었고, 이는 자칫 선구그룹에 편중된 양식경영으로 이어져 성장지연그룹을 가볍게 여겨 전 개체에 대한 고른 관리가 이루어지지 않아 생산비를 가중시킬 수 있는 병폐를 낳고 있는 실정이다.

따라서, 생사료 성장을 보전할 수 있는 질 높은 배합사료 개발이 시급한 때이다. 표 52는 어종별 배합사료와 생사료 사용시의 문제점과 예상소요기간을 요약한 것으로 통영관내 양식어업인들의 청취조사에 의해 조사된 것이다.

표 47. 어종별 배합사료 사용시 문제점과 예상소요기간

구분	생사료 급이시	배합사료 급이시	추가소요기간 비율	기타 주요 문제점
참돔	32월	36~42월	112~131%	색택 현저히 저하, 월동기 및 수온상승기 폐사율 상승
감성돔	28월	32~36월	114~129%	이동시 및 판매활어수조에서 폐사율 상승, 월동기 폐사율 상승
조피볼락	18월	22~34월	122~188%	200g부터 성장정체, 수온상승기 복수증 발생
점농어	24월	28~32월	116~133%	성장정체

일부 송어나 돌돔, 감성돔을 사육하는 어가는 배합사료에 대한 만족도가 비교적 높으나, 이를 제외한 어종은 어종별로 20~50%내외의 사육기간이 더 소요될 뿐만 아니라 어체중 성장 정체현상이 나타나고 색택저하 및 이동시 폐사량 증가 등 상품성이 떨어져 출하 자체가 힘들어진다는 의견이 지배적이였다.

따라서, 배합사료 개발시 어종 색태발현과 수온변동기의 어체강화를 위한 고지방 성분강화에 중점을 기울여야 할 것이다.

### 3. 경영측면에서의 새로운 어류양식패턴 제시

사료별 경영비 분석에서 총수익은 생사료 사용어가가 다소 높게 나타났으나, 경영비 또한 높게 형성되어 순수익 측면에서 배합사료어가가 월등하게 높은 것으로 조사되었다.

따라서, 금후 인건비 및 생사료 가격 상승시 생사료 사용어가는 총비용을 더 증가시킬 수 있는 문제점을 지니고 있어 안정적인 공급이 가능하고 인건비를 절감시킬 수 있는 배합사료 사용이 더 우수한 것으로 평가되었다.

특히, 우리나라 해상어류양식어가의 상당부분을 차지하는 어촌계 어가의 경우 (통영관내 어촌계 어가비중 68.4%), 자본력 부족을 고려한 경영패턴 전환이 불가피한 실정이며, 앞서 언급했듯 배합사료 사용어가의 성장도가 생사료에 비해 다소 떨어지는 것은 사실이나, 고른 성장과 경영비 절감을 고려해 볼 때, 소자본 어가의 양식패턴 전향이 불가피할 것으로 보인다.

## 제 3절. 해상가두리양식장 사육환경평가

통영해역의 어류 해상가두리양식장에서 생사료 투여양식장과 배합사료(EP) 투여양식장 간의 질병 발생 경향과 수질·저질 변화, 사육 어류의 건강도를 평가한 결과, 각 양식장 간의 뚜렷한 차이는 확인할 수 없었으며, 오히려 어장위치가 내만성일 경우 질병 발생율이 높게 발생하는 것으로 조사되었다.

### 1. 질병발생경향

사육환경에 따른 조피블락과 참돔의 질병 발생을 비교한 결과, 관리사 유무에 따른 질병발생의 뚜렷한 특징은 없었으나, 투여하는 사료 종류에 따라 생사료 투여양식장에 비해 배합사료 투여 양식장에서 조피블락의 아가미흡충, 칼리구스충 등의 기생충 감염율, 참돔의 이리도바이러스 감염, 감성돔의 알레라충, 세로이드증 등의 바이러스와 병원체의 감염 기회가 많은 것으로 조사되었다. 그러나, 이러한 결과는 치어 입식부터 출하까지의 양식 전기간이 포함되지 않아 조사시기가 짧았고, 내만에 위치한 양식장을 중심으로 조사하여 조류의 흐름이나 지형지세 등이 본 연구 결과에 영향을 주었을 것으로 사료되어, 정확한 결과 도출을 위해서는 장기적인 조사와 아울러 조사 해역을 확대하여야 할 것으로 판단된다.

### 2. 수질 및 저질 조사

사육환경에 따른 양식장의 수질 및 저질 조사를 위해 생사료를 투여하는 영운과 학림양식장이 배합사료를 투여하는 궁항양식장에 비해 저수온기인 3월을 제외하고는 표층의 화학적산소요구량(COD)이 월등히 높은 것으로 나타났으며, 저층 COD도 조사 기간중 배합사료 투여 양식장에 비해 생사료 투여양식장이 다소 높은 것으로 조사되었으나 장기적인 조사가 필요할 것으로 판단되었다.

### 3. 어류 건강도 조사

생사료와 배합사료 투여에 따른 조피블락과 참돔의 건강도를 평가하기 위해 혈중 헤마토크리트 값과 총단백 값을 비교하였다. 조피블락은 저수온기인 3월과 수온하강기인 12월에 생사료 투여구가 배합사료(EP) 투여구에 비해 혈중 헤마토

크리트 값이 다소 높은 값을 나타내었으며, 이러한 결과는 이 시기에 배합사료구에서 아가미흡충 감염이 높았던 것에 의한 것으로 추정되었다. 총단백은 저수온기인 3월에는 생사료 투여구에서 다소 높았으나, 다른 시기에는 양식장별로 차이가 없는 것으로 나타났다. 참돔은 투여 사료 종류별 헤마토크리트 값, 총단백 값의 차이가 없는 것으로 나타났다.

## 제 4절. 해외 친환경 양식기술사례

### 1. 노르웨이 어류양식업 관리제도

노르웨이 어류양식업은 양호한 자연환경과 고도의 양식기술이 결합된 효율적인 생산구조를 가지고 있다고 할 수 있다. 이러한 발전을 가져온 데는 그동안 양식업을 엄격하게 관리, 통제해 온 정부의 역할이 매우 크다고 할 수 있다. 현재 노르웨이 어류양식업의 관리와 관련한 법을 살펴보면 계획 및 건축법, 오염통제법, 동물보호법, 양식법, 어병법, 수산물 및 수산제품품질통제법, 동물시료검역법, 항구 및 연안수역법 등 관련법이 매우 복잡하고 엄격하게 갖추어져 있다.

이들 법은 양식산업의 효율성 제고, 생산물의 품질과 생산량 규제, 위생과 식품 안전성 및 어장환경보호 등을 규정하고 있는데, 이중 중요한 몇 가지 사항을 살펴보면 다음과 같다.

첫째 어장적지와 관련한 사항으로서 노르웨이도 우리나라와 같이 양식업을 하기 위해서는 면허를 받아야 하는데(1973년 어장법 제정으로 도입), 양식장의 경우 어류 질병 확산이나 오염우려가 있거나 항해 또는 지역개발에 지장을 줄 경우 면허가 금지된다. 어장간 거리는 통상 1km이며, 주변에 가공공장 등이 있는 경우 어장간 거리는 3~5km로 제한하고 있다. 또한 어류질병이 확산되는 것을 방지하기 위해 복합양식을 금지하고 있고, 수심이 깊은 곳(30~40m)에 양식시설을 설치하도록 하고 있다.

둘째, 면허대상자는 일정한 교육을 받거나 양식장에서 실무 경험이 있는 자로 제한하고 있는데, 최근에는 수산계 고등학교(3년)를 수료하고 2년간 실무경험을 한 자와 양식전문학교 졸업생들이 주 대상이 되고 있다. 아울러 면허 신청자에게

재무계획, 어장시설계획들을 포함한 경영계획서를 제출하도록 하고 있다.

셋째, 기존 어업권자도 어장운영을 위한 경영계획서를 제출해야 한다. 동 경영계획서는 향후 2년간 양식장의 운영에 관한 계획을 포함하여 작성하되 당해연도 12월 15일 이전까지 수산국의 지역본부에 제출해야 한다. 제출한 경영계획서는 국립동물보건당국과 지역수의사협회 사무국장간 협의를 거쳐 수산국의 지역본부에서 승인하는데 동 경영계획서에는 양식어류의 양식지역 및 양식시기, 휴식지역 및 휴식기간을 반드시 명시해야 한다.

넷째, 양식시설의 표준화와 시설규모의 제한 및 시설 내 어군밀도 제한을 실시하고 있다. 우선 양식시설의 표준화로서 양식업에 필요한 시설은 1991년에 수정된 바에 따라 표준시설 기준에 적합함은 물론 기술적, 생물학적 및 환경적으로 수용될 수 있는 방법에 의해 설치, 이용해야 한다. 양식시설규모는 통상 12만㎡를 한 단위로 하고 있는데 동일지역에서 4년 단위 이상의 면허를 받고자 할 경우 별도의 경영분석을 필요로 한다. 양식시설 내 생산 가능량은 1천㎡ 50톤으로서 단위 시설(가두리)당 600톤의 범위 내에서 생산해야 한다.

다섯째, 양식면허기간은 통상 영구적이나 어장법의 규정을 위반하거나 훼손할 때, 그리고 면허 이후 3년 이내에 허가생산량의 1/3을 생산하지 못할 때는 면허가 취소된다. 면허가 취소되면 어업권자는 즉각 그동안 사용하던 양식시설을 철거해야 한다.

여섯째, 양식어업자는 체계적으로 어장을 운영하고 있음을 공식적으로 확인 받기 위해 다음과 같은 자료를 월 단위로 조사하고 최소 5년간 보관하여야 하며, 수산당국의 요청시 제출하여야 한다. 즉 양식어류의 어종, 수량, 원산지, 양식기간 및 평균중량(산 동물기준)과 1평방미터당 마리수(산 동물기준), 그물 폭, 사료 소비사항, 양식어류의 탈출사항, 도살한 어류의 수량과 중량, 어류의 보건상태, 어류에 서식하고 있는 기생충수, 의약품 사용량, 화학제품의 사용량, 휴식기간 중의 어획물, 폐사어의 처리, 배합사료 및 어분구매 정보 등이 그것이다.

일곱째, 양식장 내의 보건검역을 정기적으로 시행하여야 한다. 동 검역은 자격요건을 갖춘 이에 의해 시행하되 검역사항, 검역횟수, 검역수행자의 자격요건 등과 관련한 상세내용은 국립동물보건당국의 중앙사무처에 의해 발효된 법규에 규정되어

있다. 또한 국립동물보건당국의 중앙사무처에서 발행한 보건 및 원산지증명서가 없는 양식 활어는 양도, 인수, 방류 혹은 이전을 금지하고 있다.

## 2. 덴마크 어류양식장 관리제도

유럽의 선진 수산국인 덴마크에서는 1989년에 어류양식장 관리에 대한 법률을 제정하여 환경친화적 양식을 실현하고 있는데, 그 내용은 다음과 같다. 첫째 생사료 사용금지, 어장면적당 사료 쿼터제 실시, 오염물질 배출기준량 의무화하고, 둘째 배합사료 사료계수가 1이하 되도록 의무화하고 있으며, 셋째 배합사료 소화능력은 82%이상 유지토록하고, 넷째 호르몬 및 항생물질 임의사용을 철저히 금지시키고 있는 실정이다.

이로 인해 사료계수가 0.9정도를 유지함으로써 사료효율이 향상되었고 질병이 감소됨으로서 항생제 사용이 급격히 줄어들어 환경친화적 생산과 동시에 소득향상을 가져오는 결과를 얻어 수산대국으로 자리매김을 하고 있는 실정이다.

## 제 6 장. 정책제안

우리나라는 그동안 기르는 어업육성책을 펼치면서 양적증산을 가져오는 결과를 초래하였고, 이로 인해 전국적으로 해상가두리양식장의 면적 확대는 물론 지역별로 무분별한 불법양식시설이 자행되고 있는 실정이다. 작금에 와서 국민들의 먹거리에 대한 안전의식이 높아짐에 따라 앞으로 해상가두리에서 생산되는 양식어류에 대한 비판의식은 더욱 높아질 것으로 생각되며, 양식정책방안도 이러한 시대흐름에 맞추어 시급하게 검토, 준비되어져야 할 것으로 사료되며, 본 연구를 통하여 문제점으로 도출된 사안에 대한 정책방안을 아래와 같이 제시하고자 한다.

### 1. 해상가두리양식장 무인카메라(CCTV) 설치 지원사업 조기도입

해상가두리 내 관리사를 설치하는 주된 이유는 사육어류의 도난방지와 효율적인 관리가 목적이거나 관리사를 설치함으로써 어장에서 발생하는 생활 쓰레기, 음식물 찌꺼기, 가축사육 및 세제 등은 부수적으로 어장환경오염을 가속화 시키는 결과를 초래하고 있다. 현재 통영관내 일부 어장에서는 무인감시카메라를 설치, 운용함으로써 해상가두리 내에 사람이 거주하지 않고 집에서 컴퓨터를 통하여 어장관리를 하는 선진적인 사례를 볼 수 있다. 그러나, CCTV 설치시 부가되는 고비용(1ha당 20,000천원)을 고려해 볼 때, 개인어장별로 설치하기는 어려움이 있어, 어촌계별로 광역화로 공동관리하는 방안과 몇 개 어장을 권역화시켜 관리하는 두 가지 방법을 모색할 수 있을 것이다. 따라서 수산발전기금사업에 “해상가두리양식장 무인카메라 설치사업”을 신설하여 지원할 수 있는 방안이 강구되어야 할 것으로 사료된다(그림 31).

### 2. 환경친화형 배합사료 지원사업확대

해상가두리양식장내 시설되어 있는 냉동창고는 대부분 어장에서 생사료를 사용하기 때문에 필요하나 향후 양식수산물의 안전성과 어장환경오염을 줄이기 위해서 배합사료 정책을 활성화시킨다면 자연적으로 냉동창고 보유어가는 현저히 줄어들

해상가두리양식장 감시카메라 설치



모뎀전송



가정내 컴퓨터 실시간 관찰



그림 31. CCTV 설치모식도



것으로 사료된다. 그러나, 현재 국내에서 생산되는 배합사료의 질적 문제와 배합사료지원사업의 상대적인 낮은 지원비율로 인해 희망 어업인은 저조한 실정이며, 선진국 특히 유럽수준으로 배합사료 사료계수(1이하 유지)를 낮추고 소화능력(배합사료 80%이상)을 향상시킨다면 생사료를 사용하지 않고서도 배합사료만으로도 충분히 어류를 적정기간 내에 성육시키므로 어업경비절약에 의한 경영소득증가와 환경오염저감이라는 두 가지 성과를 거둘 수 있을 것으로 판단된다.

### 3. 해상가두리 쓰레기 처리 및 어류 폐사체 적정처리 관리체계(법규) 정비

해상가두리양식장은 어업 특성상 도서지역에 많이 위치(72.2%)하고 있으나 도서지역은 대부분 폐기물관리법상 관리제외지역으로 분류되어 폐기물처리대책의 사각지대에 놓여 있다. 따라서 어업용 자재를 생산하는 사료업체와 어구 생산업체 등 생산자 책임을 강화함은 물론, 어업인들로 하여금 쓰레기 배출자로서의 책임과 의무를 강화하고 지자체는 이를 수거(청소운반선 운영), 관리, 감시하는 관리 체계를 갖추어야 할 것이다.

사료포대는 그 재질이 다양할 뿐 아니라 재활용이 힘든 비닐코팅재질도 포함되어 있다. 특히 사료포대의 개당 무게로 전국 해상가두리에서 연간 배출되는 사료포대를 추정해보면 배합사료포대 1천여톤, 생사료 비닐포대 2천여톤으로 추산될 수 있다. 이는 연간 발생하는 폐 스티로폼의 양과 맞먹는 수치로 조속한 시일 내 배합사료 포대 및 생사료 포대 그리고 사용어구에도 포괄적 생산자책임재활용제도(EPR)의 하나인 제품판매업자 회수의무제도를 도입시켜야 할 것이다.

이에 앞서 현재 재활용이 어려운 내부 비닐코팅재질의 포대 생산을 금지시키고 LDPE 단일재질의 포장재나, 종이와 LDPE 만 있는 재질 포대만 생산 가능하도록 하여 재활용이 가능토록 하는 것이 무엇보다 중요하며, 농림부에서 시행하고 있는 농업용 폐비닐 수거보상비(농림부 2004, 농업용폐비닐수거보상비정책)나 빈농약병 수거사업(한국환경자원공사사업)과 유사한 수거사업도 적극적으로 검토해 볼만하다

#### 4. 백신지원 보조금사업 조기도입 및 확대

수산물 항생제는 대부분의 어류양식장에서 질병치료를 위해 사용하고 있으나 치료목적외의 사용되는 사례 또한 35%에 이르고 있어 어업인들의 자가진단에 의한 약품 오남용이 빈번히 발생되고 있음을 알 수 있었다. 이러한 항생제의 사용량을 줄이기 위해서는 어종에 맞는 백신개발과 동시에 사용어가에 대한 백신보조금 지원사업을 확대, 시행함으로써 근원적인 항생제사용억제로 수산물 안전성 문제가 해결될 것으로 기대된다. 노르웨이에서는 1994년 연어 약 220,000톤을 생산하면서 최고 50,000kg의 항생제를 사용하였으나, 근년에 들어 항생제사용을 줄이기 위해 백신접종을 실시한 후 연간 항생제 사용량이 10,000kg이하로 감소한 사례를 볼 수 있다. 이에 반해 우리나라에서는 2004년 총 어류생산량 63,698톤을 생산하면서 항생제를 217,565kg을 사용함으로써 유럽에 비해 동일 생산량 대비 15배정도의 사용량을 사용한 바 있어 조속한 대책마련이 요구된다.

#### 5. 사료사용량 쿼터제 도입 검토

우리나라 해상가두리양식장은 어장 특성상 대부분 만을 중심으로 시설되어 있어 양식생물의 배설물이나 사료 찌꺼기 등이 외양으로 확산되지 못하고 인근해역에 축적되는 지리적 여건을 가지고 있다. 이는 같은 장소에서 반복적으로 양식이 이루어 질 경우 퇴적물(침적물)에 의해 자정력을 상실하여 어류양식장의 자가오염을 부추기는 결과를 초래할 수 있다. 특히 냉동사료중의 질소함량을 100으로 볼 때 2~31%가 바닥에 퇴적된다는 보고(恒星社 厚生閣, 1977)와 함께 권 등(2005)의 수치 모델에 따르면 미섭이율이 40%에서 10%로 줄일 경우 고형물 침강량이 1/2 수준으로 감소될 것으로 추정하고 있다.

현재 수산업법에는 어업방법과 시설량에 대해서만 규정하고 있고, 사육기준에 대해서는 해양수산부 고시 해양수산분야 재난복구비용 산정기준중 해수면어종의 표준사육기준(해상가두리 5×5m×깊이5m/대)에 품종별 사육기준을 제시하고 있으나 법적인 의무사항이 아니므로 사실상 실효성은 없는 실정이다. 현실적으로 사육어종에 대하여는 규제가 불가능하므로 금후 어장환경 수용량 측면에서 ha당 사료

사용량 쿼터제를 시행하면 적정생산량에 따른 어가하락방지와 어장환경은 현저히 개선될 것으로 사료된다.

## 제 7 장. 참고문헌

- 국립수의과학검역원, FAO/OIE/WHO 합동 동물용 항균물질 안전사용 및 내성관리 워크샵 자료집, 2004
- 권정노 등, 수치모델을 이용한 해상어류가두리양식장의 환경관리 방안, 한국해양학회지, 10(4), pp. 181-195, 2005.
- 김애선, 생산자책임재활용제도의 시행과 발전방향, 환경의날기념 국제세미나 자료집, 2004.
- 손성완, 안전한 축산물 생산을 위한 항생제의 효율적 이용방안, 월간양돈(2006.1월), 2006.
- 정석찬, 대한수의사회지, 축산용 항생제 사용 및 내성 관리시스템 구축, 2005.
- 최혜승, 박승열, 정춘구(2002), 저수온기 돔류의 녹간증 혈청성분, 한국어병학회지 15(1), 43~48.
- 국립환경과학원, 2005 전국폐기물 발생 및 처리현황, 2006.
- 농림부, 폐영농자재의 발생 및 수거실태와 효율적인 관리방안, 2002.
- 농림부, 시설농업용 폐영농자재의 농가처리실태와 효율적 관리제도, 2004.
- 수도권매립지관리공사, 생활폐기물 처리방법 및 시설의 다변화를 위한 조사연구, 2005.
- 식품의약품안전청, 수산용항생제관리시스템구축, 2003.
- 식품의약품안전청, 수산 환경 중의 항생제 내성균 모니터링, 2004.
- 해양수산부, 노후 양식어장의 효율적 저질개선방안 연구, 2003.
- 해양수산부, 2005 어류양식현황조사, 2005
- 해양수산부, 항생물질이 어류의 생리, 방어체계 및 내성유전자 발생에 미치는 영향 분석, 2005.
- 해양수산부, 어장관리 기본계획(어장환경 보전·개선), 2006.
- 해양수산부, 조피볼락양식 경제성 분석, 2006
- 해양수산부, 해양환경공정시험방법, 2006
- 환경부, 2005년 환경백서, 2006.

통영시, 어업폐기물처리대책, 2006년 어업인교육 교재, 2006.

통영시, 통영시 환경기본계획 2002~2006, 2002.

2005 통영통계연보, 2005.

恒星社厚生閣, 淺海養殖と自家汚染, 水産學誌-ズ, 1977

해상가두리양식장 관리자 및 냉동창고  
사용실태 조사표

본 조사는 친환경해상가두리 양식모델을 개발하기 위하여 통영해양수산사무소에서 국책사업의 일환으로 추진 중에 있으므로 다소 불편한 점이 있더라도 본 설문에 충실히 답변하여 주시면 감사하겠습니다.

1. 일반현황

- 어장주(성명) :
- 시설면적 :        ha (     m×     m,     조)
- 참여형태  
    ①개인    ②어촌계    ③수협    ④기타(            )

2. 관리자

- 관리자 보유 여부  
    ①있다    ②없다
- 관리자 크기 :        평 (     개),        평(     개)
- 주사용 용도  
    ①주거    ②휴게소    ②사무실    ③창고    ④기타(            )

3. 냉동창고

- 냉동창고 보유 여부  
    ①있다    ②없다
- 위치  
    ①가두리    ②가두리 인근육지    ③집근처    ④기타(            )
- 냉동창고 크기 :        평 (     개),        평(     개)
- 가동유무  
    ①가동하고 있다.    ②가동안하고 있다.

## 친환경 해상가두리 양식장 관리방안에 관한 설문서

조사일자 :    월    일

직    급 :

성    명 :

어업인 여러분 안녕하십니까?

통영해양수산사무소에서는 올해 한국해양수산개발원(KMI)주 관 수산정책과제 「친환경 해상가두리 양식장 관리방안」이란 연구 과제를 수행하게 되었습니다.

이와 관련하여 현재 해상가두리 어장별 생활쓰레기 발생 및 처리실태, 사료 · 항생제 사용량, 어류 폐사체 오염물 발생량 · 처리 실태 등에 관한 여러분의 의견을 수렴 친환경 해상가두리 양식장 관리에 적합한 방안을 모색하여 정책에 반영하고자 합니다.

본 설문조사는 동 과제수행을 위한 참고자료로 활용되며, 다른 용도로 사용되지 않을 것을 약속드리며, 개인에 관한 사항은 절대 비밀을 보장하겠습니다.

바쁘시더라도 친환경 해상가두리 모델 개발이 원활히 이루어 질수 있도록 적극 협조하여 주시면 대단히 감사하겠습니다.

통영해양수산사무소장  
(Tel. 055-649-0622~25)





③ 200일~300일

④ 300일 이상

9. 귀하의 해상가두리에 수시거주(주간 거주) 인원은 ?

① 수시거주 3인 이상

② 수시거주 2인

③ 수시거주 1인

④ 없음

10. 귀하의 해상가두리내에서 사육중인 동물이 있습니까?

① 있다

② 없다(다음 페이지로)

11. 사육중인 동물이 있다면 사육목적은?

① 사육어류 도난방지

② 관리자 강도, 절도 예방

③ 애완견 용도로 활용

④ 기타 ( )

12. 사육중인 동물은 ?

① 개( 마리) ② 고양이( 마리) ③ 기타 ( )

## 생활쓰레기 발생 등 처리 실태

1. 귀하의 어장에 사람이 상시거주하는 이유는?

① 도난 및 시설파손 방지

② 업무효율성 증대

③ 거리상 출퇴근 불가

④ 기타( )

2. 귀하의 어장에서 취사행위를 합니까?

① 한다

② 하지 않는다

3. 귀하의 어장에서 취사를 한다면 하루에 몇 번의 식사를 합니까?

① 1번

② 2번

③ 3번

④ 기타( )

4. 귀하의 어장에서 발생하는 음식물 쓰레기는 어디에 버립니까?

① 육상 음식물 쓰레기 수거장소

② 해안가 투기





③ 어류 성장도 제고

④ 기타 ( )

## 어류 폐사체 발생등 처리 실태

1. 귀하 어장에서 어류의 주요 폐사형태는(최근3년간 기준)?

① 자연폐사 (공식 등)

② 겨울철 한파로 인한 동사

③ 적조로 인한 폐사

④ 질병에 의한 폐사

⑤ 태풍 등 해황악화

⑥ 도난

⑦ 기타( )

2. 귀하의 어장에서 입식후 출하까지의 생존율은 얼마나 됩니까?

① 30% 미만

② 30~50%

③ 50~80%

④ 80%이상

3. 귀하의 어장에서 사육중인 어종 중 비중이 높은 순서로 작성하여 주시기 바랍니다. ( , , , )

① 우럭

② 돔류

③ 농어류

④ 기타

4. 귀하의 어장에서 양성중인 어류의 연간 폐사 (자연사포함) 미수는 얼마나 됩니까 ?

① 3만미 미만

② 3~5만미

③ 5~10만미

④ 10만미 이상

5. 귀하의 어장에서 사육중인 어류의 연간 폐사중량은 대략 얼마나 됩니까 ?

① 1톤 미만

② 1톤~2톤

③ 2톤~3톤

④ 3톤 이상

6. 귀하의 어장에서 어류의 소량 폐사시 폐사체 처리방법은 ?

① 가두리 내에 방치

② 가두리 밖으로 투기

- ③ 육지 매몰
- ④ 소각
- ⑤ 기타( )

7. 귀하의 어장에서 적조 등 대량 폐사시 폐사체 처리방법은?

- ① 가두리 내에 방치
- ② 가두리 밖으로 투기
- ③ 육지 매몰
- ④ 소각
- ⑤ 쓰레기 수거업체 수거
- ⑤ 기타( )

8. 귀하의 어장에서 폐사된 어류의 육상수거 처리 비율은 얼마나 됩니까?

- ① 10% 미만
- ② 10~50%
- ③ 50~80%
- ④ 80%이상