

해상 가두리전복양식 표준화 연구

Standardization Study for Ocean Cage Abalone Aquaculture

2004. 12.

주관연구기관 : 목포지방해양수산청

협동연구기관 : 여수대학교

참여기업 : 주식회사 윤송

해양수산부

제 출 문

해양수산부장관 귀하

본 보고서를 “해상가두리전복양식 표준화 연구” 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2004년 12월 일

주관연구기관명 : 목포지방해양수산청

주관연구책임자 : 오 몽 룡

연 구 원 : 이 군 승

연 구 원 : 김 호 진

연 구 보 조 원 : 박 홍 담

연 구 보 조 원 : 이 정 아

협동연구기관명 : 여수대학교

협동연구책임자 : 최 상 덕

참 여 기 업 : (주) 윤 송

대 표 이 사 : 윤 지 선

요 약 문

I. 제 목

해상가두리 전복양식 표준화연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 목 적

해상가두리를 이용한 전복양식에서 전복 크기별 적정 수용밀도 규명이 되지않아 어업인들은 경험과 짐작으로 전복을 입식하고 있는 실정에 따라 개체간의 성장차이가 다양하여 상품으로서 가치가 떨어짐으로 어업소득에 영향을 주고 있다. 따라서 전복의 크기별 적정 수용밀도를 규명하여 표준을 제시하고자 한다.

2. 중요성

가. 기술적 측면

전복양식 방법 중 현재 수조식육상양식과 채룡수하식양식은 일찍 시작되어 기술개발은 상당히 발전되었으나 시설관리 비용이 많이 소요되어 경쟁력이 떨어지고 있는데 반하여, 가두리 양식은 시설비가 적게 소요되고 성장 기간을 단축할 수 있기 때문에 상대적으로 경쟁력을 갖추고 있어 최근 많이 이용되고 있다.

「어업면허 및 어장관리에 관한 규칙」에 가두리식 전복양식이 범제화됨에 따라 행정지도 차원에서도 가두리양식기술 개발이 절대적으로 필요하며 일부 어류양식용 가두리를 이용하여 전복을 양식하고 있으나 기술부족으로 시설방법, 수용밀도, 먹이공급 등에 많은 시행착오를 겪고 있으므로 적은 비용으로 대량생산을 할 수 있고 누구든지 손쉽게 활용할 수 있는 정립된 기술개발이 요구된다.

나. 경제·산업적 측면

건강식품으로 각광을 받고 있는 자연산전복은 고가로 판매되고 있으나, 남획으로 인해 자원량이 급격히 감소하고 있는 실정이다.

국민 생활수준이 향상되면서 전복의 소비량은 매년 증가되는 추세이나, 공급부족 현상으로 국내의 전복 가격이 상승하는 실정이고, 부족한 양을 중국, 일본 등지에서 활전복으로 수입하고 있어, 해상가두리 전복양식 기술을 표준화하여 어업인들에게 기술 이전시 소득증대는 물론 외화절약 및 수입대체 효과가 클 것으로 기대된다.

다. 사회·문화적 측면

어류양식 어민들이 장기연작과 어장환경악화로 생산성이 저하되어 어려움에 처해있는 실정인데, 이들을 전복양식으로 전환을 유도한다면 상당한 부가가치를 창출 할 것으로 예측되어 어류 양식어민들의 고민을 해소시켜 줄 것으로 사료된다.

전복의 먹이공급을 위해 미역, 다시마 등과 같은 해조류 양식을 확대하게 됨으로 부영양화 된 바다를 정화할 뿐만 아니라 한정된 어장을 입체적으로 활용할 수 있다.

어류양식 가두리의 재활용과 노후화 된 어장을 재이용하는 측면에서 해상가두리 전복양식은 여러 가지 면에서 유익한 사업이라고 판단된다.

전복은 국민 대다수가 선호하는 식품으로 양식표준화를 통한 대량생산으로 유통가격을 낮추게 된다면, 쉽게 접할 수 있는 대중적 수산물이 될 것으로 기대된다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

1. 시험어장의 환경조사

어장환경 여건을 파악함으로써 환경에 따른 전복의 생태 변화를 관찰하고 성장도와 생존율과의 상관관계를 유출하였다. 조사항목으로는 수온, 염분, pH, DO, 투명도, 유속을 측정하였으며, 조사방법으로는 수질측정기, 투명도판, DO-Metter, 간이 유속계를 이용하여 측정하였고 조사횟수는 수온, 비중은 매일, 염분, pH, DO, 투명도, 유속은

주 1회 측정하였다. 시험어장의 환경조사는 2001년 9월부터 2004년 8월까지 수온, 염분, pH, DO, 투명도, 유속을 조사하였다.

2. 크기별 적정 수용밀도 규명

본 연구를 위해 전라남도 신안군 흑산면 해역에 시험어장 1ha를 연구교습어장으로 지정 확보하였다.

확보된 어장에 고밀도 PE과이프로 1조 (12 × 12m)를 제작, 16칸으로 구분하여 전복 크기별(15, 30, 50, 70mm) 수용밀도를 다르게 시험구를 설정하여 시설하였으며, 그물과 셀타를 조립하여 총 45,800미를 입식하였다.

전복의 먹이공급은 수용중량에 맞게 차등 공급하였으며 성장에 따라 먹이 공급량을 증가시켰다. 전복의 성장도 및 생존율 조사는 분기별 1회 시험구간별로 실시하여 적정 수용밀도를 파악하였고, 적정수용밀도 규명은 시험구별로 각각 다른 성장도와 생존율을 나타내어 사업순기와 사업투자비용을 고려하여 적정수용밀도를 규명할 수 있었다.

3. 수심별 성장도 규명

전복은 야행성이기 때문에 가두리 양식시 수심별 조도차의 영향이 클 것으로 판단되므로 수하 수심을 다르게 시험구를 설정하여 전복의 수심별 성장도 및 생존율 조사를 통해 적정 양식 수심을 규명하였다.

해상가두리를 이용한 전복양식에서 밀도별 적정수심을 규명하기 위해 수심 1, 2, 3, 4m로 구분하여 입식하였고 전복 크기별로 먹이의 공급량과 횡수는 1차년도와 동일한 조건으로 하였다.

성장도 및 생존율 조사는 분기별 1회 시험구별로 실시하는데 성장도는 각장, 각고, 전중량조사, 생존율은 폐사 개체 수를 전수 조사한 후 환산하여 조사하였다.

4 선별에 따른 성장도 규명

전복 해상가두리에서 선별에 따른 성장도 규명 시험은 2, 3차년도에 참여기업의 전

복양식 가두리를 활용하였고, 선별횟수 및 양성기간은 15, 30mm 크기 전복을 2차년도 10월 30일에 크기별 선별하여 수용하여 다음해 3월 30일까지 150일간 시험연구하였으며, 시험기간동안 먹이의 공급량과 횟수는 1차년도의 적정수용밀도 규명 시험과 동일하게 급이하고 전복의 성장도 및 생존을 조사는 분기별 1회 시험구간별로 실시하여 선별에 따른 성장도 및 경제성을 규명하였다.

5. 먹이종류 및 공급량 규명

육상배양장에서의 적정 먹이종류 및 공급량은 규명이 되어 있으나 가두리에서는 먹이에 관해 연구 보고된 바가 없어 다시마(*Laminaria japonica*), 미역(*Undaria pinnatifida*) 생산 시기인 2~6월까지 5개월간 먹이 종류와 먹이공급량을 시험구별로 다르게 설정하여 먹이종류 및 적정 공급량을 규명하였다.

6. 해적생물 및 질병조사

전복의 해적생물은 어류, 갑각류, 극피류, 연체류 등 다양하게 조사연구 보고되고 있으며, 특히 가두리 내에서의 해적생물은 환형동물, 갑각류, 해면동물, 기타 미더덕, 굴, 담치류 등이 예상되나 조사연구 보고된 바가 없어서 종류를 조사하고 전복에서 발생될 수 있는 각종 질병들의 종류와 치료방법을 조사하였다.

조사항목은 세균성, 기생충성 질병, 해적생물이며 조사방법은 질병 및 해적생물 종류 분석으로 원인균 분리, 생화학적 동정, 미생물자동분석에 의한 동정과 약제 및 화학적 구제 시험 등이며 조사 횟수는 월 1회로 하였다.

IV. 연구개발 결과

1. 시험어장의 환경

시험어장의 수온분포를 보면 7월에 최고 25.5℃, 2월에 최저 6.1℃를 나타내어 전복의 성장에 적합했다. 염분분포는 33.1~34.6‰의 범위를 나타내어 성장 적정 염분농도를 유지했다. pH 분포는 7.9~8.4의 범위를 나타내어 성장에 적합했다. 용존산소 분포는 8.0~8.6mg/L의 범위를 나타내어 성장에 적정했다. 투명도는 0.8~3.7m의 범위를 나타내어 여름철에 높고 겨울철에 낮았다. 유속은 시험어장의 일부가 육지부와 방파제에 인접해 있어서 유속은 완만한 편이며, 대조시 창조때 0.65m/sec, 소조시 낙조류 때 0.13m/sec의 범위였다

2. 적정 수용밀도 규명

각장15mm 시험구간에서는 6,000미(평균2.26g) 시험구가 가장 성장이 양호하였고 10,000미(평균1.67g) 시험구의 성장이 가장 저조하였다. 생존율은 각장30mm 시험구간에서는 1,000미(평균7.32g) 시험구가 가장 성장이 양호하였고 4,000미(평균6.42g) 시험구의 성장이 가장 저조하였다. 각장50mm 시험구간에서는 500미(평균26.34g) 시험구가 가장 성장이 양호하였고 2,000미(평균25.41g) 시험구의 성장이 가장 저조하였다. 각장70mm 시험구간에서는 400미(평균65.28g) 시험구가 가장 성장이 양호하였고 1,000미(평균62.88g) 시험구의 성장이 가장 저조하였다.

3. 수심별 성장도 규명

시험구간별 가두리 전복양식 경영을 분석해 보면 소득율이 전복입식 크기에 관계 없이 2m, 3m 구간이 성장도 및 생존율이 높아 소득율이 높게 나타났으며, 반면 1m, 4m 구간은 낮게 나타났다. 결과적으로 수심별 가두리 전복양식 시험은 성장도, 생존율, 경제성 측면에서 검토해 볼 때 적정 수심은 2~3m로 판단된다.

수심별 결과 차이의 원인은 광선에 의한 투명도 차이, 표층과 저층의 조류 차이 등에서 온 결과로 추정된다.

4. 선별에 따른 성장도 규명

2003년 10월 30일부터 2004년 3월 30일까지 150일간 사육한 결과 각장15mm 미선별 구간에서는 4,000미 시험구가 성장도 및 생존율이 가장 양호하였다. 각장15mm 선별구간에서는 2,000~4,000미 사이에서 21mm 로 성장하였으며 각장30mm 미선별구간에서는 1,000~2,000미 시험구가 성장도 및 생존율이 가장 양호하였다. 각장30mm 선별구간에서는 500~1,000미 사이에서 35mm 로 성장하였다.

5. 먹이종류 및 공급량 규명

먹이종류는 다시마(*Laminaria japonica*), 미역(*Undaria pinnatifida*)을 시험구간별로 비교 시험한 결과 각장15mm 6,000미, 4,000미, 각장30mm 1,000미, 50mm 1,000미, 800미, 각장70mm 1,000미, 700미에서 다시마가 1~2mm 우수한 성장을 나타냈으며, 30mm 2,000미는 성장차이가 없었다.

6. 해적생물 및 질병조사

가. 해적생물

조사 기간중 전복의 해적생물은 석회조류, 환형동물(흡충류)이 일부 부착하여 성장장애를 일으켰고, 전복과판(셸타)에 부착된 해적생물은 석회조류, 산호류, 해면류(물혹), 홍합 등이 부착하여 전복의 부착면적을 차지하며 공간경쟁을 하였다. 그리고 가두리 그물에 부착된 해적생물은 석회조류, 산호류, 비단가리비, 게류 등이 부착 서식하여 전복의 이동 및 조류소통에 좋지 않는 영향을 주었다. 가두리내에 출현한 해적생물중 어류는 조피볼락, 놀래미 등이 서식하였다.

나. 전복의 질병

1) 치패의 근육위축증

근육이 위축된 전복의 아가미를 현미경으로 관찰하면 활발히 움직이는 스퀴티카섬 모충이 다량 관찰되었다. 근육이 위축된 전복치패에서 검출된 기생충은 서양배 모양이

며 가장자리에 섬모가 있다. 또한 충체의 전장은 24~48 μ m이며, 2분법으로 분열하는 것이 관찰되었다. 따라서 전복양식장에서 사육중인 근육위축, 탈색 및 움직임이 둔화되면서 폐사되는 현상을 전복 근육위축증이라고 하였으며, 원인 생물을 스키테카섬모충으로 동정하였다.

2) 패각괴사증

해조류를 섭취한 전복의 패각은 일반적으로 녹색을 띤다. 그러나 남조류가 착생된 전복패각은 회백색으로 변색되어 패각괴사가 발생되었음을 알 수 있었다.

Mastigocoleus sp.에 의한 전복 패각괴사 현상이 가장 먼저 발생하는 부위는 패각 제4~6번째 호흡공이었고, 괴사된 패각은 얇아져 부서지기 쉬웠으며, 하나의 호흡공에서 발생한 패각 괴사증 부위는 점차 이웃 호흡공까지 확대되어 큰 구멍이 형성되었다.

V. 활용방안

1. 개발기대효과

가. 기술적 측면

해상가두리 전복양식에서 시설방법, 적정수용밀도, 최적성장조건 등이 규명될 경우 생산비 절감과 성장기간 단축 효과를 가져올 것으로 예상되며 손쉽게 활용할 수 있는 기술의 정립으로 인건비 절약 효과가 발생할 것이며 저서포복성 패류인 전복의 부착 기질을 이용해 수중에서 양식하는 해상가두리 전복양식의 성공으로 비슷한 습성의 다른 패류도 같은 방법의 양식이 가능해 파급효과가 매우 클 것으로 기대된다.

나. 경제·산업적 측면

해상가두리식 전복양식시설 표준화를 추진할 경우 시설자재의 표준화 및 대량생산으로 인하여 시설원가를 현재 시설비에서 50% 절감효과를 가져왔고, 육상배양장의 고비용 시설 투자에 비하여 저비용으로 시설할 수 있어 생산단가를 대폭 줄일 수 있으며 전복의 국내 자체 공급량의 부족으로 중국, 일본 등지에서 수입하고 있는 전복을 대량 생산할 수 있는 기반이 마련되어 국내공급은 물론 수출에도 이바지 할 것으로 예상된다.

어류양식의 생산성 저하에 따른 전복양식으로의 품종전환과 어류양식가두리의 재활용 측면에서 보면 해상가두리 전복양식은 현시점에서 엄청난 부가가치를 창출할 것이며 산업적 효과로는 전복양식용 가두리 제작 관련 산업체의 발생 및 활성화에 지대한 역할을 할 것이다.

Summary

I . Title

Standardization Study for Ocean Cage Abalone Aquaculture

II . Objective and Importance

1. Objective

We have lost international competitiveness in abalone aquaculture. Not only economical loss because it has not been studied for proper acceptance density by the size of abalone, difference of growth by depth, difference of growth by food types, but also an unstable experience of fisher men. Therefore, this study of ocean cage abalone aquaculture was done to meet the demands of regional fisher men, to promote the techniques of ocean cage abalone aquaculture, which has economic and industrial value, to make a variable profit for fisher men based on systematic breeding techniques, and to control harmful and fouling organisms.

2. Importance

- Technical aspects

Although the technique development of the ground tank and under cage aquaculture have been well developed, their competitiveness was low because of the cost of management of facilities, but the cage aquaculture have a higher competitiveness than those methods thanks to low budget facility and shortening timing period for growth.

By law cage abalone aquaculture became the legislative system by fishery license and fishing ground management. The development of cage aquaculture techniques is indispensable to give an increased income for fishery householders. Some fish aquaculture cage have been used for abalone aquaculture but it has

been suffering from methods of facility, acceptance density and food supply by short of techniques. Therefore, a standardized developmental techniques which anyone can easily use and can make mass production of abalone with a low budget, has been requested for several years.

- Economic • Industrial aspects

The abalone has been selling at a very high price (120,000won/kg) in the seafood market as a health food, but, over-fishing and recent industrial pollution have greatly reduced the wild stocks of abalone. Although the trend for the amount of abalone consumption is increasing because of the increase in the standard of living for people, the cost of production for domestic abalone is increasing because of lack of supply. To cover the lack of supply we rely on importing from Japan and China. If we develop techniques of standardization for ocean cage abalone culture then we can expect a foreign currency saving and importation substitution for the abalone aquaculture.

- Social • Cultural aspects

The fisher men involved in fish aquaculture are in a difficult situation because of a long term, repeated cultivation and an aggravated fishing ground environment. If they turn their business into abalone aquaculture, they will expect a lot of profit from this abalone aquaculture. This abalone aquaculture will also save a lot of economical troubles of the fisher men involved in fish aquaculture. This ocean cage abalone aquaculture must be a profitable business when we look at this plan in the aspects of recycle of old fish aquaculture cages reuse of old fishing ground, effective use of limited fishing ground and purification of eutrophicated ocean by feeding *Laminaria japonica* and *Undaria pinnatifida* as foods for abalone. Furthermore, this abalone will be a general and popular seafood. Although abalone is one of the expensive seafoods, people can get it easily by falling down the price and by using mass production.

III. Content and Scope of the Study

1. Oceanic Environmental Characteristics of Fishing Ground

We conducted this investigation to observe the physiological variation of abalone by changing the environment and draining the correlation growth rate and survival rate, by checking out the condition of these oceanic environmental characteristics of fishing ground(water temperature, salinity, DO, pH, transparency, current speed). We checked these following factors; Water Temperature, Salinity, pH, Dissolved Oxygen(DO), Transparency, Current Speed by Water Quality Measurer, Secchi Disc, DO-Meter, and Current Meter. These oceanic environmental characteristics of fishing ground were performed from Sep 2001 to August 2004. Water Temperature and Specific Gravity were checked everyday and Salinity, pH, DO, Transparency, and Current Speed were checked every week.

2. Examination of Proper Acceptance Density

We obtained a 1ha experimental place for this study and high density PE pipe(12×12) which is divided 16 rooms by size(15, 30, 50, 70mm). Total 45,800 organisms were inputted by different acceptance density with making control groups.

Food supply of abalone was supplied by weight of acceptance in the cage and was increased by growth. We found out the proper acceptance density by the investigation of growth rate and survival rate of abalone in each season. We could examine the examination of proper acceptance density for the abalone by considering the right time of business and business investment cost because it showed different growth rate and survival rate by experimental groups.

3. Examination of Growth Rate by Depth

Abalone is under influence of intensity of illumination because of it's nocturnal state and it is also under the influence of tide, rearing of abalone might be affected by hanging depth of the cage. Therefore we separated several

experimental groups by the hanging depth of the cage to figure out the growth and survival rate of abalone and it's a moderate depth.

We used the same cage as the first year and dropped the abalone to 1, 2, 3, 4m depths and the food amount and number was same as the first year experimental condition.

Growth rate and survival rates were investigated in each season by experimental groups and shell length, shell height, and total weight was measured for growth rate(first decimal), and counting the dead organisms per total organisms was investigated for survival rate.

4. Examination of Growth Rate by Sorting

We used the abalone aquaculture cage, participation company of the second and third year and the frequency of sorting and breeding period were 150days from Oct 2002 to Mar 2003 with 15, and 30mm size abalone. Supply amount and the number of times and food was the same as the first year of examination of proper acceptance density and growth rate and economic prospect by sorting was done by studying of the growth rate and survival rate of abalone in each season by experimental groups.

5. Examination of Food Types and Supply

We examined the food types and proper supply amount by feeding and setting different experimental conditions from January to July that is the period of production *Laminaria japonica* and *Undaria pinnatifida* on the abalone because the proper food types and supply amount was examined in the ground tank but there was no study in the cases of the cage.

We used the same cage the second year and put the abalone into it and *Laminaria japonica* and *Undaria pinnatifida* were supplied by separately depending on experimental groups and food supply amount was calculated with ingestion rate per total weight and then *Laminaria japonica* was supplied by experimental groups.

Growth rate and survival rate were investigated every month by experimental groups and shell length, shell height, total weight were measured for growth rate, and counting the dead organisms per total organisms was investigated for survival rate.

6. Examination of Harmful·Fouling Organisms and Disease

Fish, crustacea, echinoderm, mollusc have been reported as harmful·fouling organisms to abalone. Especially annelida, crustacea, porifera, *Styela clava*, oyster and mussel might be seriously harmful and fouling organisms in the cage but it has never been reported so we examined the variety of organisms and methods of treatment the variety of disease that cause a problem on abalone by harmful and fouling organisms.

Bacterial·parasitic disease and harmful·fouling organisms were conducted as examination items disease and harmful·fouling organisms were done by major cause bacteria, identification of biochemistry, identification of microorganisms auto analysis, and drugs and chemical extermination experiment. These experiments were done in a month.

IV. Result of the Study

1. Oceanic Environmental Characteristics of Fishing Ground

The water temperature change was 25.5°C(July)~6.1°C(Feb) and it was moderate change for abalone growth. The salinity The salinity change was 33.1~34.6‰ and it was moderate for growth. The dissolved oxygen change was 8.0~8.6 mg/L and it was moderate for growth. The transparency was high in summer and low in winter and the range was 0.8~3.7m. The current speed was moderate because some part of fishing ground was close to land and the current speed was 0.65m/sec in flood tide and 0.13m/sec in ebb tide.

2. Examination of Proper Acceptance Density

6,000(2.26g) experimental group organisms were observed to be the best growth and 10,000(1.67g) experimental group organisms were observed to be the worst growth in the 15mm experimental group. The highest and lowest survival rate were observed in 1,000(7.32g) and 4,000(6.42g) experimental group organisms respectively in 30mm experimental group. 500(26.34g) experimental group organisms were observed to be the best growth and 2,000(25.41g) experimental group organisms were observed to be the worst growth in 50mm experimental group. 400(65.28g) experimental group organisms were observed to be the best growth and 1,000(62.88g) experimental group organisms were observed to be the worst growth in 70mm experimental group.

3. Examination of Growth Rate by Depth

The higher income rate based on economical management analysis by abalone cage of experimental group was shown in 2m, 3m groups regardless of abalone size thanks to higher growth and survival rates but the 1m, 4m groups were low. Consequently the proper depth for abalone aquaculture was estimated 2~3m when we look at the growth rate, survival rate and economical aspects of the abalone in the cage.

The reason of consequence by depth might be stemmed from light intensity, difference of transparency and difference of tide between surface and bottom.

4. Examination of Growth Rate by Sorting

4,000 experimental group organisms were observed to be the highest growth and survival rate in 15mm unsorted group from Oct 2003 to Mar 2004 for 150 breeding days. 2,000~4,000 experimental group organisms grew to 21mm in 15mm sorted group and the highest growth and survival rate was observed in 1,000~2,000 experimental group organisms in 30mm unsorted group. 500~1,000 experimental group organisms grew to 35mm in 30mm sorted groups.

5. Examination of Food Types

The result of food types used *Laminaria japonica* and *Undaria pinnatifida* was 6,000 organisms in 15mm, 4,000 organisms in 30mm, 1,000 organisms in 50mm and 800 organisms in 70mm. The 1~2mm *Laminaria japonica* showed the highest growth in 800 and 1,000 organisms and there was no difference of growth in 2,000 organisms in 30mm.

6. Examination of Harmful·Fouling Organisms and Disease

- Harmful · Fouling Organisms

The attached organisms were calcareous algae and annelida. The organisms that were attached in the shelter were calcareous algae, coral, sponge, and mussel. These effected the growth of the abalone and there was a struggle for space. The organisms attached on the cage net showed calcareous algae, coral, and *Chlamys farreri*. They hinder the movement of abalone, the current flow, and caused aggravation in the breeding environment. Harmful and fouling organisms showed in the cage net were *Sebastes schlegeli*(rock fish), *Agrammus agrammus*(Spotty belly greenling) and Echinoidea.

- Disease of Abalone

Withering Syndrome of Abalone

When we observed the withered abalone's gill under a microscope, we found a lot of active scuticociliatids. The parasite detected in the withered abalone's juvenile looks like western pear, it has cilium on the edge. The total length of the detected parasite was 24~48 μ m. It was observed the binary fission. We called withering syndrome of abalone the "phenomena of dead" because of withering muscle, decolorization, the slowdown of movement, and the cause of organisms was detected as scuticociliatids.

Shell Necrosis

The abalone eaten sea vegetables generally shows green color shell pattern. However, the abalone shell attached blue green algae developed into shell necrosis by turning the shell into a light gray color. The first developed part of shell necrosis by *Mastigocoleus* sp., was the fourth to sixth breathing hole. The necrosised shell became fragile, and the first developed shell necrosis in one breathing hole spread out to neighbor breathing holes and finally made one big hole.

Scuticociliatids

Sucticociliatids was detected in abalone aquaculture tank and sea water and was distributed from 10°C to 25°C.

V. Application Plan

1. Effect of Ocean Cage Abalone Aquaculture Development

- Technical aspects

In the ocean cage abalone aquaculture method of facility, the proper acceptance density and the best growth condition were figured out. These developed techniques and management will give an increased income for fishery householders, such as cost of production reduced, decrease of growth period, and labor cost. Furthermore, we can expect the spreading effect by using these developed techniques for other shell fishes that have similar habits as abalone.

- Economic·Industrial aspects

If we use this standardization for ocean cage abalone aquaculture, we can reduce 50% of the cost of equipment thanks to standardization of facility materials and mass production. Furthermore, we can equip the ocean cage system with low a budget, unlike ground tank culture systems. Therefore, we can reduce the cost of

production and a base for a mass production system which will make up for our domestic abalone supply. Because of our domestic shortage of abalone supply, we have been importing the shortage of abalone from Japan and China. These developed techniques will give an increased income not only for domestic supply, but also for abalone export.

When we look at the aspect of the recycling of fish aquaculture and the change of species to abalone aquaculture, because of limit and retrogressive of fish aquaculture, this ocean cage abalone aquaculture will give a higher economical profit for fishery householders. It will also play an important role of industrial effect to produce and activate an aquaculture cage design industry related to abalone.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	1
Section 1. Necessity of the project	1
Section 2. Research goal	5
Chapter 2. Technical status of domestic status	6
Section 1. Technical status of domestic status	6
Section 2. Physiology · Ecology	14
Chapter 3. Contents and results of the projects	25
Section 1. Environmental characteristics	25
Section 2. Examination of proper acceptance Density	31
Section 3. Examination of growth by depth and sorting	44
Section 4. Examination of food types	55
Section 5. Examination of harmful · fouling organisms and disease	65
Chapter 4. Application plan of Research result	88
Chapter 5. References	95

목 차

제출문	I
요약문	II
제 1 장. 개발과제의 개요	1
제1절 연구개발의 필요성	1
1. 기술적 측면	1
2. 경제·기술적 측면	2
3. 사회·문화적 측면	3
제2절 연구개발의 목표	5
제 2 장. 국내 기술개발 현황	6
제1절 국내 기술개발 현황	6
1. 전복양식의 역사	6
2. 전복양식의 방법 및 현황	8
제2절 전복의 생리 생태	14
1. 분류학적 위치	14
2. 주요종과 분포	14
3. 성장과 비만	16
4. 이동 및 습성	18
5. 생식주기 및 산란	18
6. 환경조건과 산소 소비량	21
7. 공기 중 노출에 대한 활력	22

8. 화학성분의 계절적 변화	22
9. 심장 박동수와 수온	23
제 3 장. 연구개발수행 내용 및 결과	25
제1절 환경조사	25
1. 재료 및 방법	25
2. 결과 및 고찰	25
제2절 전복의 크기별 적정 수용밀도	31
1. 재료 및 방법	31
2. 결과 및 고찰	35
제3절 수심 및 선별에 따른 성장도 규명	44
1. 재료 및 방법	44
2. 결과 및 고찰	48
제4절 먹이종류 및 공급량 규명	55
1. 재료 및 방법	55
2. 결과 및 고찰	56
제5절 해적생물 및 질병규명	65
1. 재료 및 방법	65
2. 결과 및 고찰	70
제 4 장. 연구개발결과의 활용계획	88
제 5 장. 참고문헌	95

제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

전복의 사육기술 개발을 위한 연구로는 생리·생태연구(内田惠太郎, 山本孝治 1942; 猪野 俊, 1966; Tanaka et al, 1978; Uki, 1986; 김 등, 1988), 종묘생산에 관한 연구(Kikuchi, S. and N. Uki, 1974a, 1974b, 1974c, 1974d, 1974e, 1975, 1981, 1982; 菊地省悟, 1963; 노 섬, 1974, 1988), 먹이생물인 규조류에 관한 연구(Uki et al, 1979; Suzuti et al, 1987; Yamada et al, 1987; Ohgai et al, 1991, 1992; Lee et al, 1999; 髙見秀輝, 1996; 김용구, 1992; 배 등, 1995; 한 등, 2000a, 2000b), 사료연구(菊地省悟 等, 1967; 浮永久, 1981; 김 등, 1998; 김 등, 1998; 이 등, 1999)등 전복에 관한 연구는 많은 다양한 분야에서 이루어졌다. 그러나 경제적인 측면을 고려한 사육환경을 최적으로 유지하는 것이 매우 중요한 요인이다. 즉, 한정된 공간에 양식 대상종의 성장을 정상으로 유지하면서 사육밀도를 최대로 하는 것(김 등, 1997)은 단위 면적당 생산량이 높아지므로 경영면에서 매우 중요하다. 전복의 양성에 관해서는 지 등(1988)의 수하식 양성(채룽)에 의한 참전복 치패의 수용밀도와 성장, Jeong et al.(1994)의 참전복 치패의 성장에 미치는 수조형태 및 사육밀도, 박(1993)의 폐쇄 순환 여과 시스템에서의 전복 치패 사육밀도와 성장, 김 등(1998)의 시험 배합사료 및 미역 공급시 참전복 치패의 적정 사육밀도와 성장 등에 대한 많은 연구가 있었으나, 해상가두리를 이용한 전복양식은 초기 단계로서 생산성 향상을 위한 가두리 양식의 산업화에 대한 연구는 부족한 실정으로 전복의 성장과 생존 등에 대한 검토가 요구됨에 따라 본 연구에서는 해상가두리에서 사육한 전복의 적정 수용밀도, 선별과 비선별에 따른 성장도 비교분석, 수심별 성장도 분석, 먹이의 종류와 적정공급량의 규명, 해적생물 및 질병조사에 대하여 연구하였다.

수조식육상양식과 수하식채롱양식의 기술개발은 상당히 진전되었으나 시설관리 비용이 많이 소요되어 경쟁력이 떨어지고 있는데 반하여, 가두리 양식은 시설비가 적게 들고 성장 기간이 단축되어 상대적으로 경쟁력이 있다.

우리나라 전복양식은 해마다 꾸준히 증가함으로 질병 발생도 함께 매년 증가하고 있다. 질병도 세균성 질병, 근위축증, 패각괴사증, 마취실험이 최 등에 의하여 1997년부터 2000년 사이에 많이 연구를 하였지만 환경이 다른 곳에서의 시험과 해적생물 파악이 요구된다.

「어업면허 및 어장관리에 관한 규칙」에 가두리식 전복양식이 법제화됨에 따라 행정 지도의 차원에서 가두리양식기술 개발이 절대적으로 필요하며, 일부 어류양식용 가두리를 이용하여 전복을 양식하고 있으나, 기술부족으로 시설방법, 수용밀도, 먹이공급 등에 많은 시행착오를 겪고 있으므로, 적은 비용으로 대량생산을 할 수 있고 누구든지 손쉽게 활용할 수 있는 정립된 기술 개발이 필요하다.

2. 경제·산업적 측면

90년대에 들어와서 WTO체제의 출범과 수산물의 전면 수입개방, UN해양법협약의 발효 및 새로운 한·일 및 한·중 어업협정이 발효됨에 따라 우리나라의 수산물 교역 여건과 공해상에서의 조업 여건이 악화되고 연근해어장 축소가 불가피하게 되었다.

국내적으로는 매립 간척에 의한 연안어장의 축소와 산업화에 따른 연안어장 오염의 심화, 무분별한 수산자원의 남획 등으로 수산자원은 날로 감소 추세에 있으며, 어가소득은 도시근로자 가계소득의 70% 수준에 머물고 있고 정주환경의 취약과 3D 업종 기피현상 등으로 어촌인구는 계속 감소추세에 있는 실정이다.

그러나 우리나라의 수산업은 수산식량의 안정적 공급과 소득, 고용기회의 제공, 해양환경 보전, 어촌지역의 균형발전과 국가해양력 증대라는 국가적 역할을 지속적으로 추진 발전시켜야 하는 사명을 가지고 있다.

국·내외적으로 이런 어려운 여건을 극복하고 우리나라 수산업을 발전시키기 위한 일환으로 조개류 중에서도 황제의 위치에 있는 전복을 적은 비용으로 많이 생산하여 어가소득을 향상시키고, 세계 제일의 전복을 생산 수출하여 국가경제에 이바지함은 물

론, 국민건강에도 크게 기여할 수 있을 것이다(전 등, 1998).

건강식품으로 각광을 받고 있는 자연산전복은 고가(kg당 140,000원)로 판매되고 있으나, 남획으로 인해 전복자원이 급격히 감소하고 있는 실정이다.

국민 생활수준이 향상되면서 전복의 소비량은 매년 증가되는 추세이나 공급부족 현상으로 국내의 전복 판매가격은 높은 실정으로 부족한 양을 중국, 일본 등지에서 활전복으로 수입하고 있어 해상가두리 전복 양식 기술표준화 방법이 개발되면 외화절약 및 수입 대체 효과가 클것으로 기대된다.

3. 사회·문화적 측면

전복은 옛부터 우리 국민의 기호식품으로 취급되어 왔지만 최근에는 국민경제의 발달로 식생활 변화와 소비형태의 다양화에 따라 고급 수산물에 대한 수요가 날로 증가하는 반면, 자원남획으로 생산은 오히려 감소되고 있다. 그러나 1980년대부터 전복 종묘생산의 기술 향상으로 인공종묘의 대량생산이 가능하여 전복양식 및 방류량이 더욱 증가하고 있다.

양식 방법은 투석식에서 수하식채롱방법 및 수조식육상양식으로 발전되었으며, 양식에 필요한 자재 또한 다양하게 발달하였다. 그러나 투석식은 조방적 양식으로 채포율이 낮으며, 채롱수하식 양식은 적합한 양식장의 제한, 부착생물 구제에 따른 많은 노동력과 도난 위험 등 여러 가지 문제점들이 잠재되어 있어 최근에는 종묘생산과 양성에 이르기까지 육상수조에서 완전 양식이 이루어지는 추세이나 이 또한 시설비 및 유지관리비 등 많은 비용이 소요되고, 자금의 회전 기간이 길어 생산성과 대량생산에 주요 제한요인이 되고 있다.

또한, 1980년대부터 기르는 어업으로의 정책 변화에 따라 남해안 일원의 전 연안이 해상가두리식 어류양식장으로 개발되어 있으나 장기 연작에 의한 어장의 노화, 사료가격 상승과 조피볼락·농어와 같은 일부 어종이 주종을 이루고 있어 일시 대량생산 출하에 따른 어가하락 등 경영의 어려움이 가중되고 있어 환경 친화적인 다양한 양식품종의 개발 보급의 필요성이 대두되고 있다. 따라서 환경 친화적이고 부가 가치가 높은 품종인 전복을 기존의 해상가두리식 어류양식장을 이용함으로써 저비용으로 관리생산

이 용이하고, 어류와 복합적으로 양식 가능한 품종으로서 개발하기 위한 기술과 보급이 필요한 실정이다.

어류양식 어업인이 전복양식으로 전환 시 상당한 부가가치를 창출 할 것으로 예측되어 어류 양식어업인들의 고민을 해소시켜 줄 것으로 사료되며, 전복의 먹이로 미역, 다시마 양식을 확대하게 됨으로 부영양화 된 바다를 정화할 뿐만 아니라 한정된 어장을 입체적으로 활용할 수 있고, 어류양식 가두리의 재활용과 노후화 된 어장을 재이용하는 측면에서 보면 해상가두리 전복양식은 여러 가지 면에서 유익한 사업이라고 판단되며, 전복은 국민 대다수가 선호하는 식품으로 대량생산으로 유통가격이 하락하게 됨으로 쉽게 접할 수 있는 대중적 수산물이 될 것으로 판단된다.

제2절 연구개발의 목표

1. 최종 목표

- 가. 전복의 크기별 적정 수용밀도 표준 및 선별에 따른 성장도 제시
- 나. 수심별 성장도 및 먹이종류 규명
- 다. 해적생물 및 질병 규명

2. 연차별 연구개발목표와 내용

구 분	목 표	내용 및 범위
1차년도 (2001. 9 ~ 2002. 9)	○ 적정 수용밀도 규명 ○ 시기별 질병 및 해적생물 조사	- 크기별(15, 30, 50, 70mm)로 수용밀도를 다르게 설정하여 성장도와 생존율을 조사하여 적정수용밀도 규명 - 가두리, 웰타, 전복 등에 부착하는 해적생물 및 세균성, 기생충성 질병 조사
2차년도 (2002. 9 ~ 2003. 9)	○ 수심별 성장도 규명 ○ 세균성 질병 원인균 동정 및 약제 치료 시험	- 1차년도와 동일한 전복크기 및 수용밀도 구간에서, 수심을 1, 2, 3, 4m로 설정하여 성장도, 생존율을 비교 조사 - 15, 30mm 치패를 선별 실시하여 성장도 분석 - 원인균 분리 및 생화학적 동정 - 미생물자동분석에 의한 분석
3차년도 (2003. 9 ~ 2004. 9)	○ 먹이종류 및 공급량 규명 ○ 기생충성 질병 및 해적생물 동정 및 구제 시험 ○ 표준설계도 작성 ○ 수하식양식과 경제성분석 ○ 사업보고서 작성	- 전복 크기별(15, 30, 50, 70mm)로 먹이종류와 공급량을 다르게 대조구를 설정한 후 성장도, 생존율을 조사하여 먹이종류 규명 - 15, 30mm 치패를 선별 양성하여 성장도 분석 - 기생충 및 해적생물 동정 - 화학적 구제 시험 - 1, 2차년도 결과를 토대로 경제·산업적 가치가 있는 적정 가두리 표준설계도 작성 - 수하식양식과 사업 경제성 비교 분석 - 사업결과 보고서 작성

제 2 장 국내 기술개발 현황

제1절 국내 기술개발현황

1. 전복양식의 역사

전복에는 풍부한 단백질과 글루타민산, 로이신, 알긴산 등의 아미노산이 많이 함유되어 있어 독특한 단맛을 낸다. 전복을 날로 먹을 때 입안에서 나는 향미가 바로 그것이다. 특히 비타민 「B₁」 「B₁₂」가 많고 칼슘, 인 「미네랄」도 많아 옛날부터 산후 7일 안에 산모의 젖이 나오지 않을 때는 전복을 고아 먹여 큰 효과를 보기도 했다. 또한 체내 흡수율이 높아서 임산부와 비만증, 간경화증 환자에 좋은 건강식이 된다. 그래서 간 기능 회복과 폐결핵의 특효약으로 쓰이고 있을 뿐만 아니라 발암을 억제하는 「파오린」을 함유하고 있어 약용으로도 애용되고 있다.

외국의 경우 일본을 중심으로 11개국 정도가 전복양식에 대한 연구단체를 가지고 있고, 많은 연구를 수행하고 있으나 대부분 종묘생산 및 생리, 생태에 관한 연구이다. 일본의 경우 1970년東北區水産研究所에서 실시한 자외선 조사에 의한 산란효과 구명은 전복종묘생산에 비약적인 발전의 계기를 가져 왔던 것으로 보여지며 1980년대에는 Morse *et al.*,(1980)에 의해서 전복 종묘생산을 대량으로 생산할 수 있는 기틀을 마련하였을 뿐 아니라 여러 가지면에서 많은 영향을 주었다. 그러나 중간육성이나 양성단계의 연구는 거의 없는 실정이며 특히 해상가두리를 이용한 전복양식은 전무한 상태이다.

우리나라에서 전복에 관한 연구는 1964년 국립수산진흥원의 한국산 전복 증식에 관한 생태학적 연구에서 참전복의 종묘생산에 관한 연구, 1970년 전복증식에 관한 연구, 1971년에는 여수 근해산 참전복의 춘계채묘 시험을 실시하여 산란유발자극, 수정율, 유생발생, 부착재료 및 치패의 생존율에 대한 연구를 하여 전복종묘의 대량생산 길이 열렸다.

1981년에는 강원도산 참전복을 대상으로 춘계 채묘 및 추계 채묘시험을 실시하여

부화율, 체묘율 및 성장상황에 대한 연구를 실시하였으며, 1982년에는 인공 생산한 까막전복 치패 사육 중 사육시설별 조도차 및 색상에 따른 수조 내의 부착파관 위의 전복치패 분포양상과 성장 부착생물을 조사하였다.

1985년에는 갈파래를 먹이로 한 수하식 양식채롱에 의한 치패의 수용밀도와 성장에 대한 시험에서 m^2 당 1,000~3,000개체를 구분하여 시험한 결과 밀도가 낮을수록 성장은 빨랐으며, 일간섭이율은 밀도가 낮을수록 낮았으며, 증육계수는 크기가 작을수록 낮다는 사실이 규명되었다.

1987년에는 전복류의 우량형질 선발을 위하여 제주도산 까막전복과 여친산 참전복의 치패를 동일환경 조건하에서 사육하여 두 종간의 성장형질을 비교한 결과, 까막전복은 성장면에서 우량형질을 갖으며, 참전복은 비만도면에서 우량형질을 갖는 것으로 규명되었다.

1988년부터 1991년까지 여수어촌지도소와 울릉어촌지도소에서 전복 가두리양식 시험을 실시하였으며, 1990년부터 1994년까지 4년여에 걸쳐 해남어촌지도소에서 채롱수하식에 의한 참전복 양성시험을 실시하여 산업적으로 충분한 가치가 있는 미래지향적인 양식사업으로 가능성을 확인하였다.

1997년에는 전복치패의 중간육성시 광조건에 따른 성장효과를 연구하였는데 먹이섭이와 성장은 밀접한 관계로 야행성인 전복은 야간에 섭식활동이 활발하므로 주간에도 사육환경을 어둡게 해주면 먹이 섭식량이 많아 성장효과가 있을 것으로 예상되어 참전복, 까막전복 등에 대하여 자연광조건과 암흑상태에서 전복 치패의 중간 육성시 성장 및 먹이 섭식효과를 연구하였다.

2000년에는 목포지방해양수산청에서 신안군 흑산도에 연구교습어장을 확보하여 가두리를 이용한 전복양식의 기술을 체계적으로 개발하여 노후화된 어류양식장에서 많은 시설비 투자 없이 전복을 대량으로 생산할 수 있는 길을 열어 종묘 생산 어업인들에게는 종묘의 안정적인 수요처의 확보로 적정한 판매가격을 유지토록 하여 종묘생산 어업인이 급격히 늘어났으며, 전복을 양식하려는 어업인에게는 우량종묘를 저렴한 가격에 손쉽게 구입할 수 있도록 하여, 어가 소득향상에 새로운 장을 열었다.

2. 전복 양식의 방법 및 현황

1980년대 초까지는 자연산 전복을 해녀들이 채포하면서 상품가치가 없는 것(7cm이하)을 채롱에 일시 보관하여 축양하는 수준의 양식방법이 주류를 이루었으나, 그 후 종묘생산 기술의 발달과 더불어 정부 또는 지구별 수협이 지원으로 인공 생산된 종묘를 마을의 공동어장에 방류하는 바닥식 양식어업에 이어, 채롱과 뗏목을 이용한 수하식 양식 방법 및 육상수조식 양식방법과 수하식 시설을 할 수 없는 동해안 지역에서 침하식 양성기를 이용한 침하식 양식방법에 이어 가두리식 양식방법 등이 개발되었다.

가. 바닥식 양식

1980년대 주로 실시하였던 양식방법으로 수심이 10m 이내인 마을의 제1종 공동어장(마을어장)에 40~50kg의 돌덩이를 투석한 후에 1.0~1.5cm 크기의 전복 치패를 10월 하순~11월 중순경에 상자에 넣어서 살포하여 양식하는 방법이나 치패의 생존율이 10% 미만이며 재포율도 아주 낮은 편이다. 이 당시에는 국립수산진흥원에서 종묘를 무상으로 공급하였고, 일부 지역에서는 지구별 수협에서 지도사업비로 종묘대금의 일부를 어촌계에 보조하였으며, 어촌계에서는 노력부담으로 방류를 실시하였다.

그러나 방류량에 비하여 전복의 생산량은 증가하지 않았는데 그 원인은 방류 당시 종묘의 크기가 너무 작았으며, 불가사리 등 해적생물에 의한 피해가 심하여 생산량으로 연결되지 못했기 때문이다.

그 이후로 10월 하순~11월 중순에 종묘를 국립수산종묘배양장에서 무상분양 받은 어촌계에서 사각 플라스틱 채롱에 1,000~2,000미씩 분산 수용하여 수하식으로 중간육성한 후 5~6월경에 2.0~2.5cm일 때 공동어장에 방류하였다.

이렇게 방류한 이후, 해녀들이 패각의 끝 부분에 초록색을 띤 전복 성패를 채취하여 인공 방류한 전복 종묘가 성패 생산으로 연결된 것을 직접 확인할 수 있었다.

나. 수하식 양식

이 양식 방법은 1990년대 주로 이루어졌으며 친승 100m 1대에 채롱 20~25개를 매달아 양식하는 연승식과 뗏목을 설치하여 뗏목에 채롱을 매달아 양식하는 뗏목식 양식 방법이 있다.

1) 시설 적지

시설 적지는 지역에 따라 다소의 차이가 있으나, 전복양식장은 조류소통이 좋아야 하는데 일반적인 조건은 다음과 같다.

- ① 해수의 유통 및 조류 소통이 좋은 곳
- ② 담수의 유입이 적고, 적조의 위험성이 없는 지역
- ③ 풍파와 태풍에도 시설물의 유지가 가능한 지역
- ④ 도난의 우려가 적고 관리가 용이한 지역
- ⑤ 전복의 먹이생물인 해조류를 구하기 쉬운 지역
- ⑥ 수심이 5m 이상으로 저질이 시설물을 고정시킬 수 있는 지역
- ⑦ 겨울철 수온이 8℃ 이상, 여름철 최고수온이 28℃를 넘지 않는 곳

2) 양식 방법의 종류

① 연승식 양식

뗏목을 시설하기 어려운 지역에 연승시설을 한 후 채롱(통)에 전복을 넣어서 양식하는 방법이다. 친승줄은 18~21mm 굵기의 로프를 사용하며, 지승줄은 12~15mm 로프를 사용한다.

채롱은 지역에 따라서 약간씩 다르지만 먹이공급을 위해서 들어 올릴 때 너무 커서 무거우면 불편하기 때문에 직경 500mm, 길이 700mm 이내의 통을 사용하는 것이 관리하기에 용이하다. 특히 연승식양식에 있어서 주의할 점은 채롱의 밑바닥은 무결절 그물을 사용하여 각종 부나나 빨이 침적되지 않도록 하고 윗 부분은 먹이공급을 용이하게 해야하며 어떤 경우든 전복이 탈출하지 못하도록 견고하게 결박하여야 한다.

지승 사이의 간격을 5m 이내로 과밀하게 시설하면 채롱이 서로 엉키어 로프가 절단

되어 채룡이 탈락되는 경우가 발생하므로 주의해야 한다.

연승식양식의 장점은 생존율이 방류식 보다는 높으며, 단위면적당 고밀도 양식이 가능하다. 단점은 먹이공급을 위한 노력 비용이 많이 소요된다.

먹이공급을 위해서는 채룡을 전부 들어 올려서 먹이를 공급한 후에 다시 바다 속에 넣어야 하기 때문에 실제적으로 어업인들이 이 방법으로 양식하기는 어려우며 태풍과 도난에 의한 위험이 높은 실정이다.

최근에는 풍파가 심한 제주(추자)지역을 중심으로 캡슐을 이용한 수하식 양식방법이 개발되어 확산되고 있는데, 이 방법의 장점은 채룡을 들어 올릴 때 기존의 채룡보다 물의 저항을 적게 받아 먹이 공급이 용이하고 어류양식용 가두리에도 설치가 가능하다.

개량식 연승양식 방법은 채룡 대신 가두리 그물(1.2×1.2×1.5m)을 제작하여 그물의 윗 부분을 친승에 묶어 시설하는 방법이다. 이 방법의 장점은 채룡에 비하여 약 5배 이상의 고밀도 양식을 할 수 있으며, 먹이 공급을 위하여 들어 올리는 일이 없어 노동력을 절감할 수 있다.

② 뗏목식 양식

뗏목식 양식은 연승식 양식 방법의 친승줄 대신 목재로 뗏목을 제작한 후 뗏목에 채룡을 시설하여 양식하는 방법을 말한다.

연승식에 비하여 고밀도로 양식할 수 있는 장점이 있으나 뗏목의 설치지역이 태풍이나 풍파의 영향을 적게 받는 지역을 선택해야 하는 장소 선택의 어려움이 있다.

다. 수조식 육상양식

육상에 건물을 지어 콘크리트 또는 합성수지(FRP)로 수조를 만들어 전복을 양식하는 방법인데 방류식에 비하여 생존율이 60~70%로서 비교적 높은 편이며 육상에서 관리하기 때문에 관리가 용이하고 도난, 태풍 등에 의한 피해를 방지할 수 있는 장점이 있으나, 사육시설 및 장비 등의 시설 구입비가 많이 들고 전기요금과 관리비 등이 계속 발생하여, 해상양식에 비하여 양성기간이 길다.

전복 육상양식의 추세를 보면 2001년을 기점으로 시설량 증가가 둔화되고 있고, 기

존에 육상양식을 경영하고 있는 어가에서도 치패를 1년 정도 육상시설물에서 양성한 이후에 해상가두리로 옮겨서 출하시까지 양식하는 형태로 전환하는 추세에 있으며, 최근에는 육상양식장을 치패의 중간육성장으로 활용하고 있는 실정이다.

라. 침하식 양식

이 방법은 「동해수산연구소 포항분소」에서 개발하여 연승이나 뗏목을 시설할 수 없는 동해안 지역의 마을어장에 적합하며, 콘크리트로 3.2×3.2×2.6m의 크기로 침하식 양성기를 제작하여 수심이 7~15m 되는 곳에 설치한 후 양성기안에 전복을 넣고 양식한다(Fig. 1). 연승이나 뗏목을 설치할 수 없는 지역이나 저질이 암반인 지역에 적합한 방법이나 먹이를 잠수부가 직접 공급하기 때문에 먹이공급에 비용이 많이 드는 단점이 있다. 침하식 양성기의 양성기 A형에서는 전복 치패 3cm 크기는 7,700마리, B형에서는 2cm크기의 치패는 27,000마리를 넣어서 양성한 결과 폐사율은 10% 미만이었으며 성장상태는 양호한 것으로 나타났다.

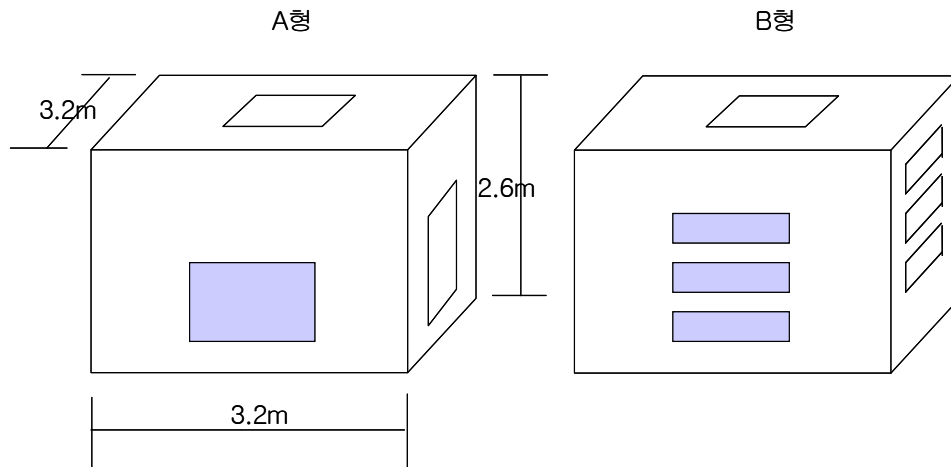


Fig. 1. The matrix of non-floating reared production.

마. 가두리 양식

건강식품으로 각광을 받고 있는 전복은 육상수조식이나 채롱에 의한 연승식이나 뗏목식 등으로 양식하기에는 과도한 노동력과 비용 그리고 양식기간이 장기간 소요되어, 국내 소요량을 충족하지 못하고 외국에서 활전복을 수입하고 있는 실정이다.

목포지방해양수산청에서는 서남해안의 어류양식장이 노후화 등으로 인하여 생산성이 떨어지고 있어 기존의 어류양식용 가두리를 보완하여 전복 치패를 가두리에서 양식하는 방법을 개발하여, 관련법규의 개정을 해양수산부에 건의한 결과 「수산업법시행령」 및 「어업면허및어장관리에관한규칙」이 개정되어 가두리식 전복양식 조항이 신설되어 가두리에서 전복양식을 할 수 있도록 제도적인 뒷받침을 하여 어촌의 노령인구를 활용, 적은 비용으로 고가의 전복을 대량으로 생산할 수 있는 기반을 조성하였다.

1) 어장의 여건

가두리를 이용한 전복양식장은 일반 어류양식장과 크게 다를 바 없으나 주로 다음과 같은 장소를 선정하는 것이 좋다.

① 자연산 해조류(미역, 다시마)가 무성한 곳

지역에 따라 다르겠지만 전복양식장 주변에 미역, 다시마 등이 무성하게 성장하는 곳이 좋다. 특히 다시마는 4월~11월까지, 미역은 12월~익년 4월까지 먹이로 공급이 가능한 지역이 좋다. 가두리 전복양식의 성패는 먹이의 안정적인 확보에 달려있다고 해도 과언이 아니다.

② 주변에 굴, 담치 양식장이 없는 곳

가두리를 이용한 전복양식에서 가장 큰 해적생물은 굴, 담치, 따개비, 쥐 등을 들 수 있는데 2cm미만의 어린 전복을 양식할 경우 굴 유생이 전복의 껍질에 부착하면 굴의 성장이 전복의 성장보다 빨라 결국은 전복이 폐사하게 되며, 담치가 전복의 셀타에 부착하여 죽사를 내리면 그 부근에 있는 전복은 움직이지 못하게 되어 폐사 한다. 그러므로 주변에 굴, 담치 양식장이 없는 곳이 좋다.

③ 풍파나 태풍으로부터 시설물의 유지가 가능한 곳

전복의 성장측면만 고려한다면 외양성으로 조류소통이 양호한 곳이 좋지만 시설물

의 유지를 위해서는 태풍이나 풍파의 영향으로부터 안전한 지역이 좋으며, 기존의 어류양식 시설이 되어 있는 곳도 무방하다.

④ 외양성 어장으로 담수의 영향을 적게 받는 곳

자연상태에서 전복의 서식처를 보면 외양성이고 파도의 영향이 많고 물이 맑은 지역에서 집중하여 모여 사는 경향이 있는데 가두리 시설장소도 전복의 이런 생태를 참작하여 외양성 어장이면서 조류소통이 빠르고 담수의 영향이 적은 지역이 좋다.

⑤ 시설물의 관리가 용이하고 도난 등으로부터 안전한 곳

거주지역과 가두리 시설물이 너무 멀리 떨어져 있으면 어장을 자주 돌아보기에 불편하고 특히 도난당할 염려가 있기 때문에 가급적이면 거주지역과 가까운 곳에 여러 사람이 집단으로 시설하여 상호 관리가 용이한 곳이 좋다.

⑥ 수심이 5m 이상이고, 가두리를 고정시킬 수 있는 곳

간조시 수심이 5m 이상인 곳으로써 가두리 시설물을 견고하게 고정시킬 수 있는 장소가 좋다. 전복 가두리 그물의 높이는 2~2.5m 이내이지만 그물 바닥이 저면에 닿게 되면 각종 오염물질의 유입과 조류 소통 부진 등으로 인하여 전복의 성장이 느리고 폐사할 수 있다.

⑦ 수온이 7~28℃의 범위인 곳으로서 20~25℃의 기간이 긴 곳

겨울철 수온이 7℃ 이상이며 여름철 수온이 28℃을 넘지 않은 곳이 좋다. 수온이 7℃ 이하로 내려가면 섭이 활동이 저하되고, 28℃ 이상 상승하면 먹이의 부패 등으로 인하여 대량 폐사가 발생할 수 있다. 수온이 25℃를 넘지 않으면 높을수록 성장이 빠르므로 20~25℃인 수온대가 긴 곳이 좋다.

제2절 전복의 생리·생태

1. 분류학적 위치

전복류는 세계적으로 약 100여종이 알려져 있으며, 그 분포 또한 아주 넓어 북반구에서 남반구에 걸쳐 서식하고 있다. 이중 우리나라 연안에 분포하는 전복류는 겨울철 12℃ 등온선을 경계로 제주도 근해에서 생산되는 말전복(*Haliotis gigantea*), 시볼트전복(*H. sieboldi*), 까막전복(*H. discus*), 오분자기(*Sulculus diversicolor aquatilis*), 마대오분자기(*Sulculus diversicolor diversicolor*)등과 우리나라 전연안에서 서식하는 참전복(*H. discus hannai*)이 있다(内田·山本, 1942; 柳 1979).

전복의 분류학적 위치는 다음과 같다

연체 동물문 Phylum Mollusca

복족강 Class Gastropoda

원시복족목 Order Archaeogastropoda

전복과 Family Haliotidae

전복속 Genus *Haliotis*

2. 주요 종과 분포

전복 종류는 전 세계적으로 현재 100여종이 알려져 있으며, 우리나라에 분포하고 있는 산업적으로 중요한 종은 참전복, 까막전복, 시볼트전복, 말전복, 오분자기, 마대오분자기 등 6종이다.

전복류(*Haliotis* spp.)는 속명을 *Notohaliotis*, *Euhaliotis*, *Sanhaliotis*로 분류되었으나 최근에는 모두 *Haliotis*로 분류하고 있다.

우리나라는 제주도와 육지 사이에 수심 20m 내외의 해역에서 겨울철 수온이 12℃가 되는 곳을 경계로 하여 난류계와 한류계 전복이 분포하고 있으며 종류는 다음과 같다.

가. 분포

1) 수평분포

전복은 살고 있는 수역에 따라서 한류계 전복과 난류계 전복으로 나눌 수 있다. 종류별 분포를 보면 한국해협과 제주도 북쪽을 동서로 연결하는 경계수역인 화도, 태랑도, 거문도, 일본 대마도와 우리나라 부산 사이를 연결하는 수역을 중심으로 한류계와 난류계가 섞여 살고 있다. 즉, 2월의 수심 25m층의 수온이 12℃ 되는 등온선을 경계로 하여 북쪽에는 한류계 전복이, 남쪽에는 난류계 전복이 분포하고 있다.

참전복은 한류계로서 이 경계수역 이북의 전 연안인 동, 서, 남해안에 걸쳐서 분포하고 난류계인 까막전복, 시볼트전복, 말전복, 오분자기 등은 이 경계수역의 이남에 분포하지만 특히 제주도에 많이 서식하고 있다.

분포수역을 지리적으로 보면 분포의 북쪽한계는 아시아 지역에서는 캄차카 근방까지이며, 미주 지방에서는 알류산 열도에서 알래스카 지방까지이다. 남쪽한계는 뉴질랜드 부근의 남극제도이며 아프리카 남단 케이프타운 부근에도 서식하고 있다. 일본의 북쪽한계는 북해도의 서해안 대마난류의 영향을 받는 구역이며, 북해도 동해안의 한류 구역에는 서식하지 않는다.

2) 수직분포

가장 깊은 곳에 서식하는 종은 대형종인 말전복으로서 수심 15~30m 깊이에서 볼 수 있으나 때때로 50m 되는 깊은 곳에서도 발견되고 있다. 시볼트전복은 지리적 분포가 말전복과 거의 비슷하며 수직분포는 말전복 보다 얕은 곳에 살고, 까막전복은 4~10m, 참전복은 수심 5m 이내에서 볼 수 있어 가장 얕은 수심에서 살고 있다.

① 서식장소

전복은 외양성이고 파도 영향이 많은 암초지대와 물이 맑고 해조류중 갈조류가 번무하는 곳에 많이 살고 있다. 전복이 살고 있는 장소를 보면 수중 암반의 균열, 굴속,

암벽, 암반 위에서 살며 대체로 해저의 특정한 곳에 집중하여 살고 있는 경향이 있는데 까막전복이나 참전복은 군집성이 강한 편이다. 전복이 대체적으로 많이 서식하는 곳은 대황, 감태가 번식하는 곳이다. 그러나 위와 같은 장소는 어두운 곳이며 암반구조도 전복이 서식하는데 알맞은 공간이 있고 먹이생물인 해조류가 풍부하고 조류소통이 좋은 곳이다.

② 식성

일반적으로 전복은 초식성으로 알려져 있다. 부화유생은 부착기 이전까지 먹이를 먹지 않고 해수 중에 유영하다가 4~5일 이후 저서 포복기에 들어가면 미세조류를 먹고 자라게 된다.

종묘생산 시기에는 부착성 규조류를 먹이로 하여 5~6mm까지 자라게 되고 그 이후부터는 미역, 파래 등의 해조류를 먹고 자란다.

전복은 해조류의 종류에 따라 기호도가 다른 선택성을 보이며 주 먹이로는 미역, 다시마, 모자반류 등의 갈조류를 많이 섭취하고 그 외에 파래 등의 녹조류, 진두발 등의 홍조류를 섭취한다.

전복 소화기 내에서 요각류, 만각류, 태선충류 등이 검출되기도 하지만 이러한 미세한 생물들은 먹이 섭취시 혼입물로 보고 있다.

해상에서 양식할 경우에는 인근에 부착 서식하는 미역, 다시마, 갈파래 등 생해조류를 공급하면 되고, 생해조류의 공급이 어려우면 다른 해조류나 염장 해조류를 공급해도 된다.

3. 성장과 비만

가. 수온에 따른 성장

전복의 성장은 먹이활동이나 수온과 밀접한 관계가 있어 보통 7℃ 이하에서는 먹이를 적게 먹으며, 활동도 매우 둔하게 된다. 미역을 먹이로 하여 사육할 경우 (표 5)에서 보는 바와 같이 일간 섭식율은 수온 10.9℃일 때는 체중의 7.5%, 16.5℃일 때는 14.7%, 20.3℃일 때는 17.6%를 먹게 되며 월간 증중율은 12.8~32.1%가 증가한다. 이와 같이 수온에 따라 성장 차이가 현저하게 나타나며, 이러한 결과로 볼 때 성장 적수온은 15~20℃전후라고 할 수 있다

나. 서식 지역에 따른 성장

전복의 성장은 지역에 따라 차이가 있으며, 산란기와 저수온기에는 패각 성장이 일시 정지되어 연륜이 형성되기도 한다. 이러한 연륜으로 조사한 참전복의 성장을 조사한 결과 고위도일수록 성장이 나빠 7.5cm까지 성장하는데 북쪽지방에서 5~7년이 걸리는데 비해 남쪽지역에서는 각장이 11cm로 성장하는데 4~6년이 걸린다.

다. 종류별 성장

전복의 성장은 수온, 생식주기, 기타 먹이조건에 따라 영향을 받는 것으로 알려져 있으나 종류에 따른 성장도 많은 차이가 있다.

난류계의 전복은 말전복의 성장이 가장 빠르고 시볼트전복, 까막전복, 오분자기 순이며, 한류계인 참전복은 까막전복 다음으로 성장이 느리다.

환경이 좋고 먹이가 많은 곳에 서식하는 전복은 패각이 얇고 성장이 빠르며 크게 자란다.

그러나 환경이 좋지 않는 곳에는 패각에 요철이 많고 두꺼울 뿐 아니라 성장이 늦어지게 된다.

라. 성장의 계절적 변화

전복의 성장은 계절적으로 변화가 있는데 이는 수온 및 섭이량과 밀접한 관계가 있다. 산란기에는 먹는 양이 많이 줄고 산란기가 끝나면 식욕이 증가되므로 먹는 양도 많아져 봄철에 최고에 달하고, 그 이후 다시 감소되어 여름을 지나 가을에 최저로 되며 성장도 이러한 경향을 나타낸다.

까막전복 성장률의 계절 변화는 12~5월에 성장이 빠르고 7~9월에는 거의 정지한다.

참전복의 비만기는 2월부터 7월까지이고 이후 산란기 때 비만도가 낮아져 9~10월 경에 최저로 된다. 따라서 비만도의 계절적 변화는 생식소의 성숙산란에 따른 생리적 요인이 크게 작용된다.

4. 이동 및 습성

가. 부유유생기의 이동

알에서 부화한 전복의 부유유생은 두부에 발달한 섬모의 회전운동으로 유영하므로 이동 능력이 적으며 유영기간과 이동거리도 짧다. 그러나 부유하기 때문에 조류에 따라 상당한 거리로 운반되는 경우도 있다. 장소에 따라서 치패의 분포밀도가 다른데 이는 어장의 지형에 따른 조류의 흐름이 다르기 때문이다.

나. 부착기 이후의 이동

1) 이동 습성 및 속도

저서기에 들어가면서 섬모가 퇴화되어 유영이 불가능하며 대신 발이 발달하고 포복운동에 의하여 이동하게 된다. 전복류의 이동은 종에 따라 다르고 크기에 따라서도 다르다.

개체의 크기와 포복 속도와의 관계를 보면 큰 개체일수록 느린 경향을 보이며 난류계의 전복류 중에서는 까막전복이 가장 활발하며 시볼트전복, 말전복의 순으로 나타난다. 지금까지 조사된 참전복은 10개월 동안 100~150m, 까막전복은 1년간 180m 이동했다는 보고가 있다.

5. 생식주기 및 산란

전복류는 일반적으로 연 1회의 산란기를 가지는데 조직학적 관찰에 따라 난소의 발달 단계를 구분하여 보면 다음과 같다.

가. 분열 증식기(Multiplication stage)

외측의 근섬유막으로부터 기원한 난소소엽이 내측으로 발달해오고, 이들 소엽상피에서 다수의 난원세포가 분열 증식하며 일부의 소형 난모세포가 함께 나타나는 시기로써, 이 시기의 난소 외관은 간장색과 동일하여 육안으로는 암·수 구별이 어렵다.

나. 성장기(Growing stage)

각 난소소엽은 신장되고 난모세포들은 난병으로 소엽상피에 부착하여 포도상으로 성장해 간다. 이때부터 난모세포는 더욱 빠르게 성장하며, 성장 후기에는 난모세포의 세포질에 지방질이 증가한다. 난소의 외관은 옅은 황녹색을 나타낸다.

다. 성숙기(Mature stage)

난병으로 난소소엽에 부착하여 성장하여 오던 난모세포들은 소엽 사이의 내강으로 유리되어 점차 구형으로 되며, 난모세포는 젤라틴 상의 피막으로 쌓이게 된다. 성숙 난모세포의 크기는 100~140 μm 내외이며 곧이어 방란기의 크기인 140~180 μm 로 성장한다. 난소는 급격히 비대해지며 색깔에 의해 육안적으로 암, 수 구별이 뚜렷해진다.

라. 방출기(Spent stage)

완숙한 난모세포가 증가하여 난소는 최대로 비대해지며 일부 개체에서는 체외로 방란하는 시기이다. 난소 외층의 근섬유막은 얇어지고 난소소엽의 색을 이루는 섬유도가늘어진다.

마. 회복기(Recovery stage)

방란을 마친 난소는 점차 위축되나 잔존하는 미방출란에 의해 외관상 여전히 녹색을 나타낸다. 미방출된 알은 퇴화 흡수됨과 동시에 외층의 근섬유막이 다시 비후되고 새로운 소엽의 발달과 더불어 이들 상피에서 난원세포가 새롭게 연속적으로 일어나는 시기이다. 이 시기는 방란후 1~2개월 이내에 끝나게 되며, 난소는 내부 잔여조직의 퇴화 흡수와 함께 새로운 난원세포가 계속 유사분열하는 분열증식기로 이행된다.

바. 산란기

자연어장에서 전복류의 산란기는 종류, 지역에 따라 다르며 해양 환경등에 의해서

약간의 변동이 있을 수 있다.

성숙연령에 달한 온대나 아열대 지방에 서식하는 복족류의 생활 활동은 일반적으로 연 주기성을 나타내는 것이 많고 산란시기가 특정한 계절에 한해서 이루어진다.

산란기는 배우자형성의 조직학적 관찰, 난소의 난경이나 생식소지수(생식소의 중량, 연체부 중량 등에 대한 비율), 생식소의 분리가 곤란한 경우는 생식소 단면의 면적비 등을 측정하는 방법, 유생의 출현시기 조사 등으로 파악할 수 있다.

우리나라에서 전복의 산란기는 한류계인 참전복이 5~6월, 9~10월의 수온 20~22℃ 내의 시기에 연 2회에 걸쳐 산란이 이루어진다.

참전복을 제외한 난류계인 전복은 까막전복이 10~11월, 말전복과 씨볼트 전복이 11~1월 사이로 수온 20~15℃ 되는 시기이며, 주산란기는 11월 중순에서 12월 중순 사이이다. 산란기가 지나면 암수 구별이 곤란할 정도로 생식소가 위축되지만 특수한 경우 성숙관리 여하에 따라 주년에 걸친 생식소 발달을 유도할 수 있다.

오분자기의 산란성기는 생식소 지수와 난모세포의 발달과정 및 정자의 출현 빈도를 기준으로 할 때 8~9월 사이에 나타난다.

사. 방란·방정 및 산란수

방란, 방정은 생식소에서 알이나 정충이 새실로 나와 뒤쪽에 열려있는 제 2, 3호수 공을 통하여 해수중으로 나오는 과정이다. 참전복의 경우 성숙한 난소 1g이면 알이 약 20만개 정도 된다.

전복어미 1마리가 가지고 있는 알의 수는 일반적으로 모패 각장이 8~9cm일 때 100만개 정도, 9~10cm일 경우 200만개정도, 10cm이상은 300만개 정도로 추정된다.

산란량도 크기와 성숙상태에 따라 많은 차이를 보이게 되는데, 참전복의 경우 각장 8cm일 경우 한 마리의 평균 산란량은 20~50만개, 까막전복 각장 12cm 정도의 크기에서는 평균 산란량이 200만개 내외가 된다.

현장 채란에서 까막전복의 경우 성숙 유효 적산수온 2,494℃에서 체중 100g당 산란량은 484~1,692천개(평균 1,017천개)로 보고한 바 있다.

아. 알의 형태 및 크기

해수 중에 방란된 알은 두터운 한천 질에 쌓여 구형으로 되어 있고, 서로 분리되어 가라앉는 분리침성란이다.

보통 난황의 크기는 0.18mm 정도이며 난막을 포함한 수정란의 크기는 종류에 따라 약간씩 다르다. 각 종류별 수정란의 크기는 참전복 0.22mm, 까막전복 0.23mm, 씨볼트전복 0.28mm, 말전복은 0.27mm, 오분자기는 난막이 0.18~0.2mm, 난황은 0.16mm이다. 이밖에 0.4~0.5mm되는 두터운 한천질로 둘러 쌓여있다.

자. 정충의 형태 및 크기

정충은 가늘고 긴 머리와 꼬리가 붙어 있는데 두부는 8 μ m 정도로서 해수 중에 방출되면 활발히 움직인다.

6. 환경 조건과 산소 소비량

전복류에 있어서 산소 소비량은 수온상승과 함께 많아지며 낮보다는 밤에 많아진다. 또한 산소 소비량은 에너지 대사 기준이 되며 실용적인 급수 기준으로 이용할 수 있다. 먹이를 주지 않는 경우에도 일몰 전후에서부터 새벽에 걸쳐서 약 20% 증가하는 일주변화를 나타낸다.

산소 소비량은 온도와의 관계에서 구해진 참전복의 대사기능의 굴곡점은 20~24 $^{\circ}$ C 범위로서 24~28 $^{\circ}$ C 범위에서는 증가하지 않는다.

말전복과 까막전복을 대상으로 조사한 초기 발생기의 산소 소비량을 보면 담류자기 유생은 발생초기의 약 4배 이상이었고, 피면자 초기에는 담류자 시기와 거의 비슷하나 포복기에 가까워지면서 증가하였으며, 같은 기간 중의 말전복과 까막전복의 종류에 따른 차이는 없었다.

오분자기(각장 7cm, 체중 40~60g)의 산소소비량은 수온 25 $^{\circ}$ C, 염소량 18‰에서 정상적인 27 이었고, 활동시에는 52 이상이었다.

1) 수온

수온 13~14℃에서 16.8 ~ 46.6ml, 22~23℃에서는 52.2 ~ 85.3ml로서 13~14℃보다 약 2배 정도의 산소를 소비한다. 또한 산소 소비량은 낮보다도 밤에 소비량이 많은데 이러한 것은 참전복의 활동성과 밀접한 관계가 있다는 것을 알 수 있다.

산소 소비량은 수온 24℃까지는 수온이 상승함에 따라 증가하지만 26℃ 이상에서는 오히려 감소하며 수온에 대해 지수 관계식으로 증가한다.

2) 염분

염소량(CI) 14‰ 이상의 해수에서는 산소 소비량의 변화가 보이지 않으나 13‰ 이하에서는 급격히 감소한다.

3) 암모니아

해수 중의 암모니아량이 많아짐에 따라 산소 소비량은 감소한다.

7. 공기 중 노출에 대한 활력

전복을 공기 중에 노출시킨 경우 생존기간은 공기 중 노출시까지의 생활조건, 기온, 온도 등의 환경 조건에 따라서 크게 차이가 있다.

생존기간은 온도가 높을수록 짧고, 0℃ 부근에서도 짧으며, 10℃ 정도에서는 3일 이상 생존이 가능하며, 그밖에 두부와 족부의 중앙부에 상처가 있는 것은 폐사율이 높다.

8. 화학성분의 계절적 변화

전복은 단백질이 특히 많고 「글리코젠」의 함유량도 굴에 비하여 손색이 없다. 참전복은 회분이나 전질소의 함유량은 계절적 변화가 적으나 「글리코젠」은 현저하여 8~10월에 최고로 되며 12~2월에 최저로 된다. 즉, 산란기에 가장 많고 산란 후에 감소하여 육질부의 비만기(4~6월)에 중간치를 보인다.

9. 심장 박동 수와 수온

1) 심장박동수

여러 가지 조건 하에서 동물의 생리적 변화를 양적으로 나타내는 방법의 하나로서 심장의 박동상태를 조사하여 사용하고 있다.

전복의 심장 박동수는 수온 10~20℃의 경우 20~30으로서 29℃까지는 온도 상승과 같이 증가하지만 30℃를 넘으면 급격히 감소한다.

저온에서는 시볼트전복, 말전복이 3~4℃에서 박동을 정지하지만, 까막전복은 이보다 강하며 -1.6℃까지 정지하지 않는다.

2) 수온

① 양식 생물과 수온

양식대상 동물의 주를 이루는 어패류 및 갑각류 등은 변온 동물에 속한다. 변온 동물은 스스로 체내의 온도를 조절할 수 있는 기능이 없으므로 외부의 온도 변화에 전적으로 의존한다.

대부분의 양식어류는 생리적 적온 범위를 가지며, 주변 환경의 온도가 적온 범위보다 낮거나 높을 경우 신진 대사의 감소, 성장 저하, 면역성 감퇴 등의 현상을 보이고, 심한 경우에는 치사하게 된다.

일반적으로, 어류는 그들이 속해 있는 지리적 환경 특성에 적응하여 서식하는데, 해양의 경우에는 이들 서식 환경의 수온 특성에 따라 난류성, 한류성으로 구분하며, 담수의 경우에는 열대성, 온수성, 냉수성 등으로 구분한다.

동물은 종의 특성에 따라 온도변화에 견디는 정도가 다르다. 즉, 어느 동물은 광범위한 온도 변화에 생리적으로 잘 견디는 반면, 어떤 동물은 온도에 대한 내성의 범위가 좁아 작은 온도 변화에도 민감하거나 견디지 못하는 경우가 있다. 온도의 변화 폭이 큰 환경에 잘 적응하는 동물을 광온성 동물이라 하며, 이와 상대적으로 비교적 좁은 적정 온도 범위를 가지는 동물을 협온성 동물이라고 한다.

이와 같이 적온 범위의 폭은 어종에 따라 대단히 좁은 것부터 넓은 것까지 다양하지만, 양식에서는 될 수 있는 한 적수온 범위 내에서는 온도가 높을수록 성장이 잘 되므로 특히 이점을 고려해야 한다.

② 생물의 생활 수온

생물이 적응하여 살수 있는 수온의 범위를 생활 수온이라 한다. 생활 수온 범위의 경계지역에는 생물이 견딜 수 있는 최저 수온과 최고 수온이 존재한다. 이를 각각 하한 수온과 상한 수온이라 하며, 이를 한계수온이라고도 한다. 한계수온에 가까워지면 동물은 먹이 활동을 중단하고 생리 기능의 조성이 어렵게 되어 휴면 상태에 들어간다. 이때에는 약간의 환경변화에 의한 스트레스의 영향도 견디기 어렵게 되어 휴면 상태에 들어간다. 이때에는 약간의 환경 변화에 의한 스트레스의 영향도 견디기 어렵게 되어 질병을 일으키기 쉽고, 심하면 죽게 된다. 반면에, 적온에 가까워지면 먹이 활동이 다시 시작되지만 체중의 증가는 보이지 않는다. 생활 적수온 범위에 들어가면서부터 먹이 활동이 활발해지기 시작하고 성장이 빨라지게 되는데, 가장 성장이 잘되는 수온 범위를 최적 수온이라고 한다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 범위

제 1 절 환경조사

1. 재료 및 방법

수산동물의 양식에 있어서 수계 환경은 절대적인 생존과 성장에 영향을 미치게 된다. 전복 가두리 양식을 할 때 해양환경 특성을 파악하기 위해 흑산도 항내에 설치하였으며 시험에 필요한 가두리 설치는 목포에서 서남쪽으로 92km 떨어진 동경 125°25" 북위 34°41"로 흑산도 항내에 설치하고(Fig. 2) 동 어장에서 2001. 9월부터 2004. 9월까지 환경조사를 실시하였다.

주변 환경은 방파제로 둘러싸여 있으며 부근에 우럭 가두리 양식장이 산재해 있다. 시험 어장 주변 해역에서는 자연산 미역, 다시마 등이 서식하고 있다.

어장환경 여건을 파악함으로써 환경에 따른 전복의 생태 변화를 관찰하고 성장도와 생존율과의 상관관계를 유출한다. 조사항목으로는 수온, 염분, pH, DO, 투명도, 유속을 측정하고 조사방법으로는 수질측정기, 투명도판, DO-Metter, 간이 유속계를 이용하였으며, 조사 횟수는 수온, 비중은 매일 염분, pH, DO, 투명도, 유속은 주 1회 관측하였다.

2. 결과 및 고찰

시험어장의 환경조사는 2001년 10월부터 2004년 8월까지 수온, 염분, pH, DO, 투명도, 유속을 조사하였다.

수온은 2001년 10월부터 2002년 9월까지 6.7~22.5℃, 2002년 10월부터 2003년 9월까지 6.1~25.5℃, 2003년 10월부터 2004년 8월까지 6.3~24.5℃로 나타나 전복이 스트레스를 받는 고수온이나 저수온은 측정되지 않았다(Fig. 3).

염분은 2001년 10월부터 2002년 9월까지 33.2~34.5‰, 2002년 10월부터 2003년 9월

까지 33.1~34.6‰, 2003년 10월부터 2004년 8월까지 33.3~34.5‰를 나타내어 육지와 가까운 곳에서는 여름철 강우시 염분의 영향을 직간접적으로 받으나, 본 시험이 이루어진 곳에서는 육지와 약 92km 떨어진 관계로 여름철에도 비교적 염분 변화가 적었고 겨울철에는 34‰ 전후로 안정적이었다.

pH는 2001년 10월부터 2002년 9월까지 7.9~8.4, 2002년 10월부터 2003년 9월까지 7.9~8.3, 2003년 10월부터 2004년 8월까지 7.8~8.2를 나타내어 전반적으로 일정한 값을 나타내었다(Fig. 4).

DO(용존산소)는 2001년 10월부터 2002년 9월까지 8.0~8.6ml/L, 2002년 10월부터 2003년 9월까지 8.0~8.6ml/L, 2003년 10월부터 2004년 8월까지 8.1~8.5ml/L를 나타내어 용존산소는 비교적 풍부하였다(Fig. 4).

투명도는 2001년 10월부터 2002년 9월까지 1.0~3.5m, 2002년 10월부터 2003년 9월까지 0.8~3.7m, 2003년 10월부터 2004년 8월까지 0.9~3.6m/L로 나타나서 여름철은 투명도가 높고, 겨울철에는 투명도가 낮았다(Fig. 5).

유속은 2001년 10월부터 2002년 9월까지 대조시 0.65m/sec, 소조시 0.13m/sec, 2002년 10월부터 2003년 9월까지 대조시 0.67m/sec, 소조시 0.12m/sec, 2003년 10월부터 2004년 8월까지 대조시 0.67m/sec, 소조시 0.13m/sec로 시험어장이 육지부에 인접해 있어서 유속은 완만한 편이었다(Fig. 5).

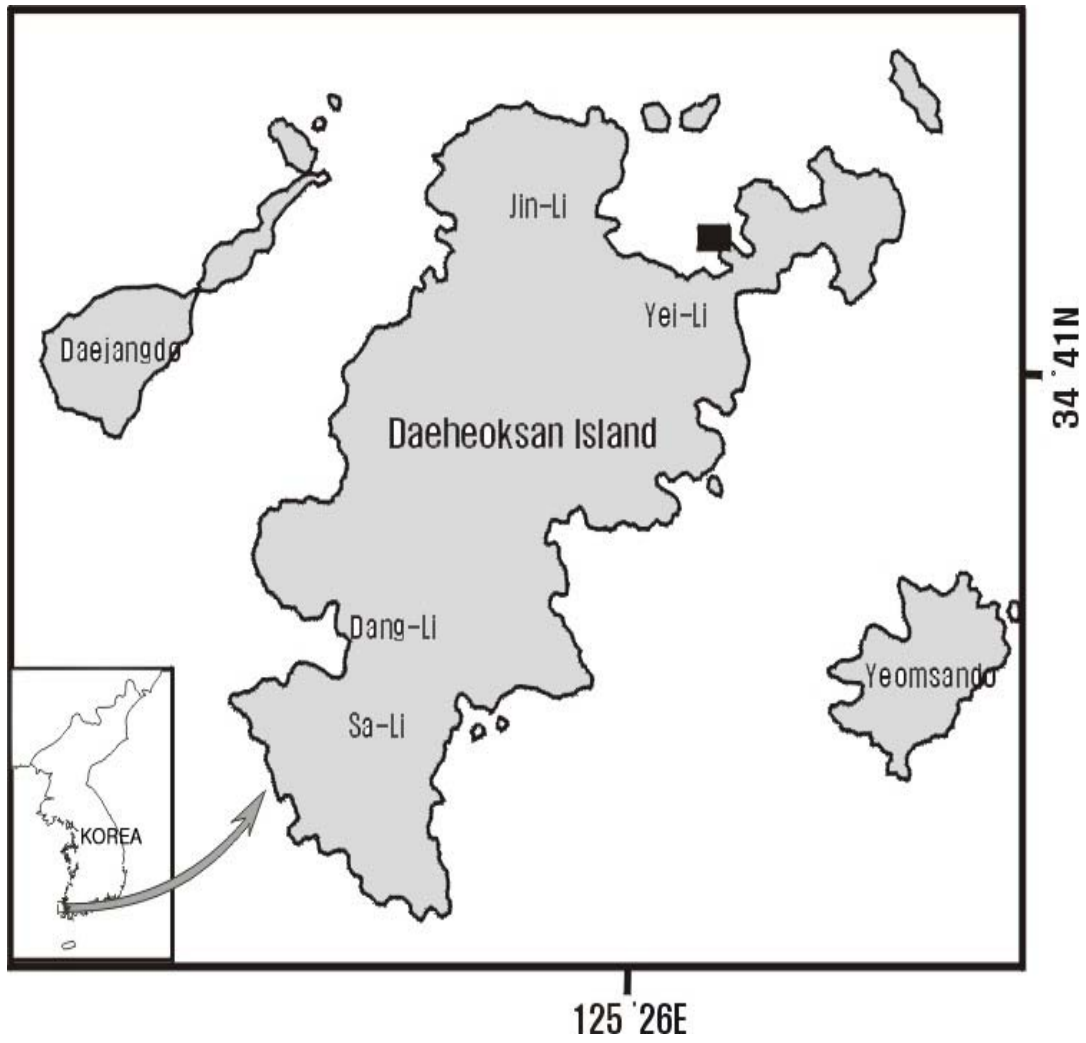


Fig. 2. Map of the rearing site of *Haliotis discus hannai*(■).

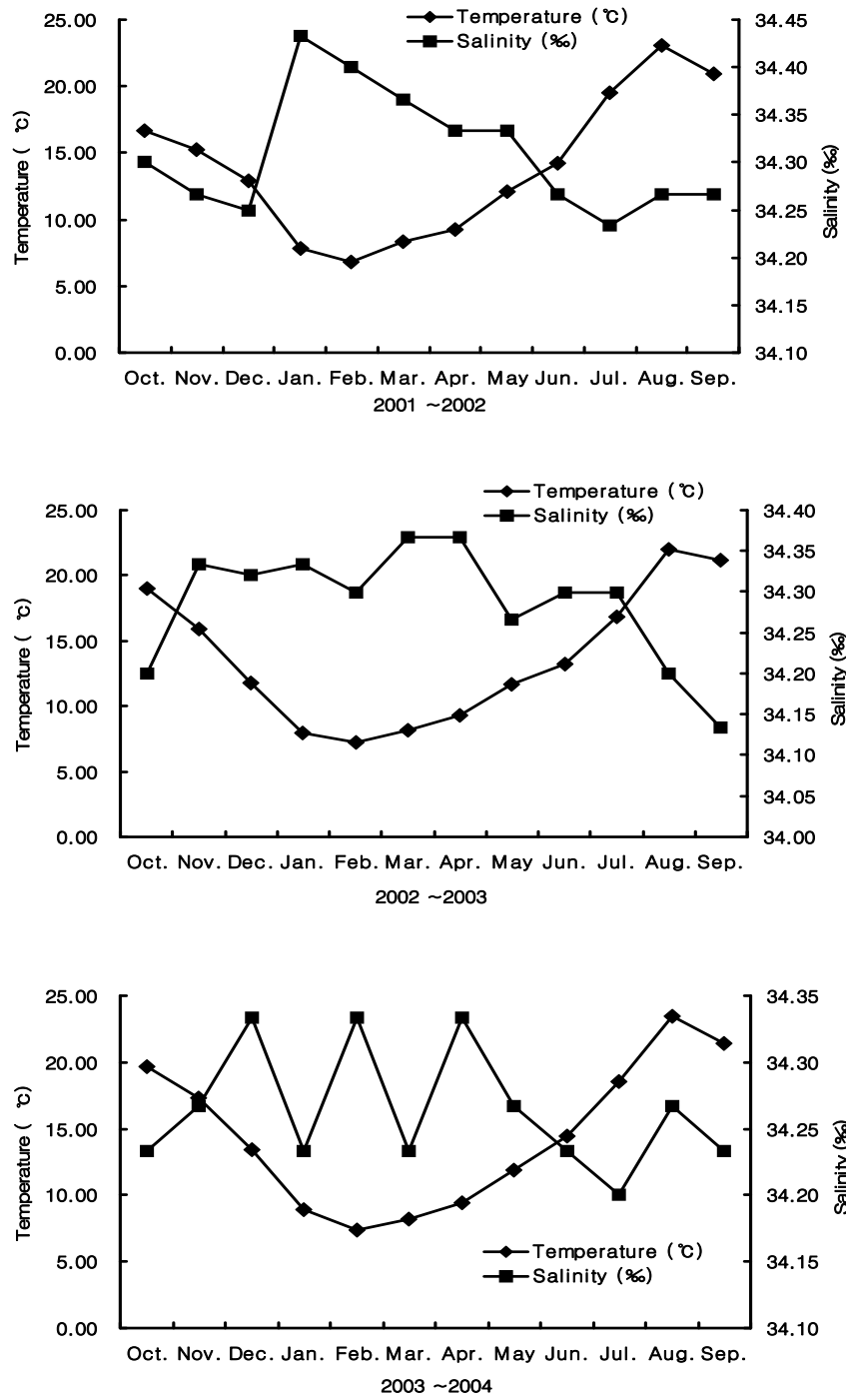


Fig. 3. Variations of water temperature and salinity during experimental periods.

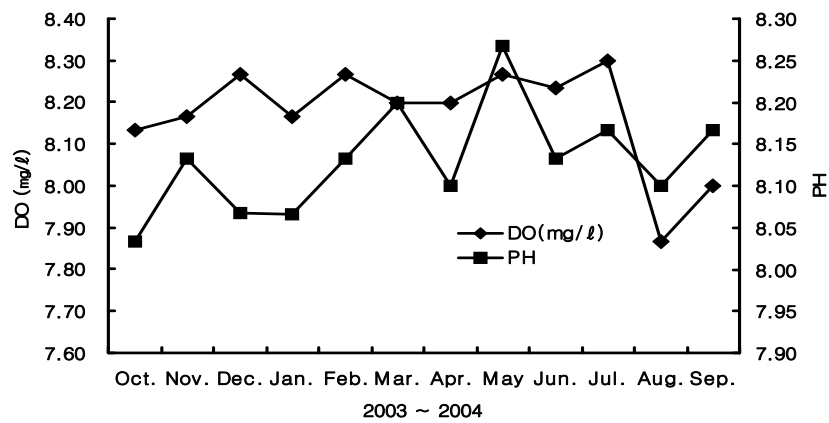
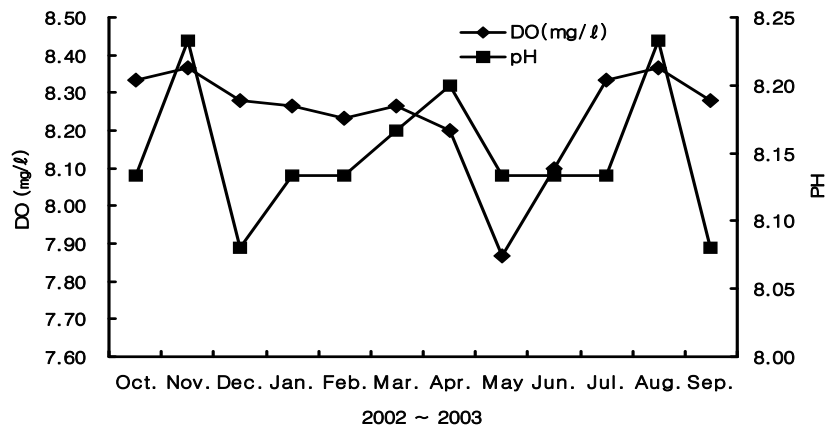
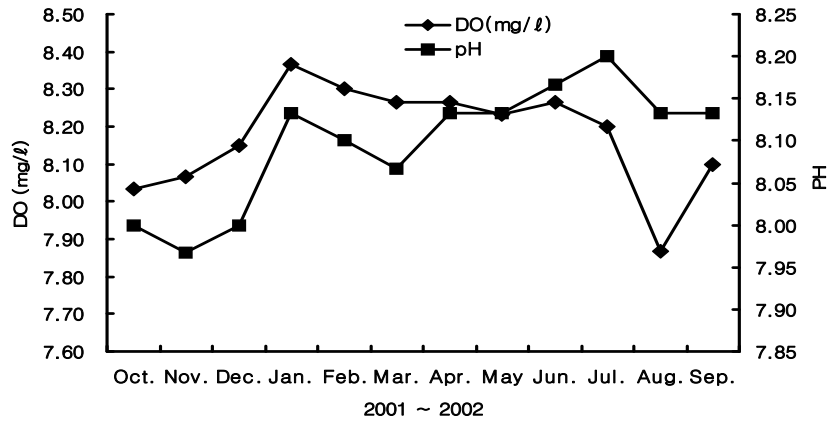


Fig. 4. Variations of DO and pH during experimental periods.

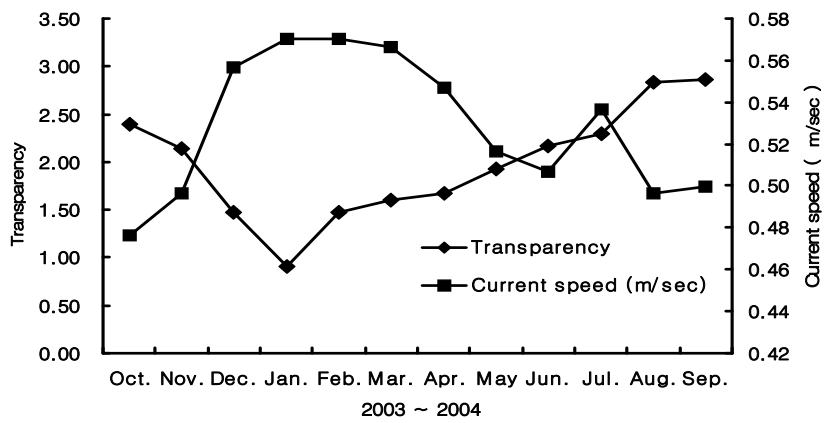
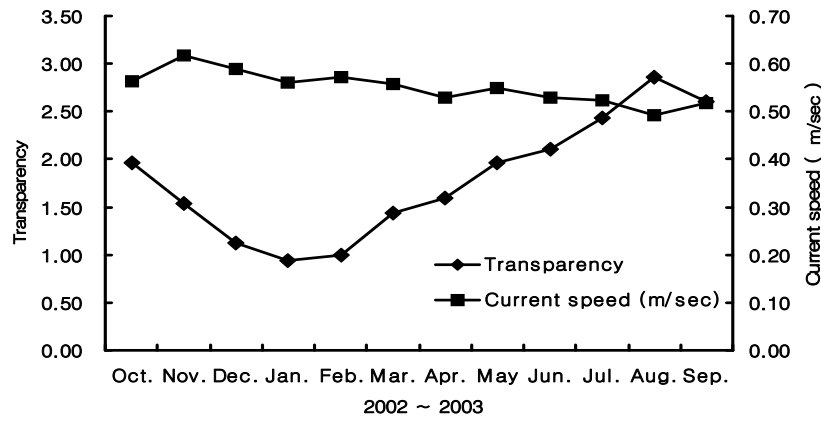
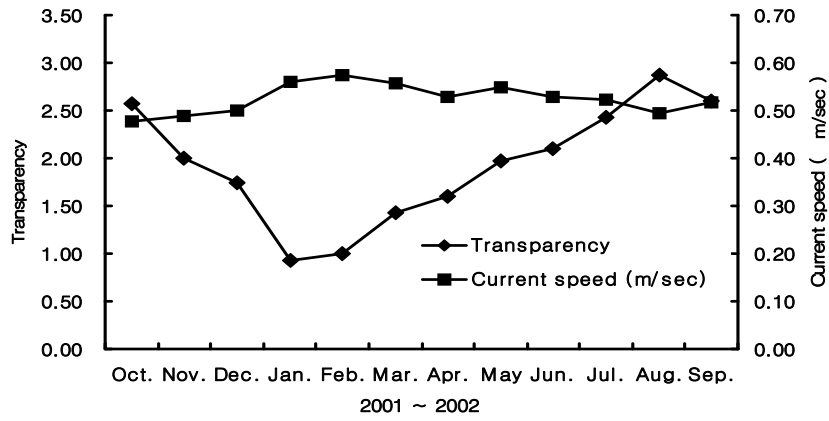


Fig. 5. Variations of transparency and current speed during experimental periods.

제 2 절 전복의 크기별 적정수용밀도 규명

1. 재료 및 방법

본 연구를 위해 신안군 흑산면 예리지선에 수산업법 제 42조 및 어업허가 및 신고 등에 관한 규칙 제25조의 규정에 의하여 가두리식 전복양식 1ha를 확보하여 어장에 고밀도 내파성 PE 파이프를 1조(12×12m)를 제작하여 2.5×2.5m 크기로 16칸으로 구분하여 시험구를 시설하고 그물과 셀타를 조립하여 시설하였다.

어장의 여건은 방파제로 둘러싸인 내만으로 수심은 8m, 저질은 니질이며, 조류소통이 완만하고 풍파 영향이 없으며 인근에 어류양식용 가두리가 시설되어 있다(Fig. 6).

그물은 나일론 재질로 그물코는 22절, 18절, 14절, 12절 크기로 구분하여 전복이 빠져나가지 않을 정도의 규격으로 최대한 조류소통을 원활히 하였고, 시험구는 2.2×2.2×2.0m의 규격으로 가두리 밑판은 직경 20mm 아연도금 파이프를 이용하여 제작하였으며, 셀타는 PVC 재질 다각형 셀타(폭30×높이40×길이200cm)를 1칸에 5개씩 시설하였다(Fig. 7).

전복 구입 및 입식은 30, 50, 70mm 전복은 참여기업에서 현물로 부담 받고 치패는 각장 15mm를 진도에서 구입하여 2001년 10월 30일 입식하였으며, 2002년 7월 31일까지 9개월간 사육시험을 실시하였다.

시험에 사용한 전복은 밀도를 달리하여 16칸으로 나누어 입식하였고, 먹이공급은 수용중량에 맞게 차등 공급하였으며 성장에 따라 먹이 공급량을 증가시켰다(Table. 2).

전복의 크기별, 밀도별 성장도 및 생존율 조사는 분기별 1회, 총 2회를 실시하고 성장도는 Vernier caliper를 이용하여 각장을 측정하였고, 전중량 조사는 전자저울로 측정하였고, 생존율은 폐사개체수를 전수 조사한 후 환산하여 조사하였다(Table. 1).

Table 1. Number of abalone at each experimental cage

size(mm)	15	30	50	70
Amount (Total weight)	① 10,000 (4,200g)	⑤ 4,000 (14,240g)	⑨ 2,000 (34,440g)	⑬ 1,000 (46,420g)
	② 8,000 (3,360g)	⑥ 3,000 (10,650g)	⑩ 1,500 (25,770g)	⑭ 800 (37,304g)
	③ 6,000 (2,520g)	⑦ 2,000 (7,080g)	⑪ 1,000 (17,310g)	⑮ 600 (27,996g)
	④ 4,000 (1,680g)	⑧ 1,000 (3,660g)	⑫ 500 (8,790g)	⑯ 400 (18,792g)



Fig. 6. Photograph of experimental cage culture.



Fig. 7. Photograph of abalone shelter.

Table 2. Supply on kind of feeds

Experimental rooms	Total amount(kg)	Dry <i>Laminaria japonica</i>	Preserve with salt <i>Laminaria japonica</i>	<i>Laminaria japonica</i>	<i>Undaria pinnatifida</i>
합계	26,600	1,400	980	16,380	7,840
①	1,640	80	60	1,020	480
②	1,260	60	40	840	320
③	1,020	60	30	690	240
④	780	40	20	540	160
⑤	1,900	100	70	1,170	560
⑥	1,520	80	50	990	400
⑦	1,280	80	40	840	320
⑧	1,260	60	50	750	400
⑨	2,160	120	80	1,320	640
⑩	1,900	100	70	1,170	560
⑪	1,640	80	60	1,020	480
⑫	1,400	80	50	870	400
⑬	2,800	160	120	1,560	960
⑭	2,400	120	100	1,380	800
⑮	2,020	100	80	1,200	640
⑯	1,640	80	60	1,020	480

2. 결과 및 고찰

가. 성장도 및 생존율

2001년 10월 30일부터 2002년 7월 31일까지 9개월간 시험하였으며 각장 15mm(10,000미, 8,000미, 6,000미, 4,000미)를 밀도별로 나누어 시험한 결과 10,000미 시험구가 23mm, 8,000미 시험구가 25mm, 6,000미 시험구가 25mm, 4,000미 시험구가 24mm로 성장하여 8,000미 시험구와 6,000미 시험구가 가장 우수하였다(Fig.8).

각장 30mm(4,000미, 3,000미, 2,000미, 1,000미)를 밀도별로 나누어 시험한 결과 4,000미 시험구가 36mm, 3,000미 시험구가 36mm, 2,000미 시험구가 37mm, 1,000미 시험구가 37mm로 성장하여 1,000~2,000미 시험구가 가장 우수하였다(Fig.9).

각장 50mm(2,000미, 1,500미, 1,000미, 500미)를 밀도별로 나누어 시험한 결과 2,000미 시험구가 56mm, 1,500미 시험구가 57mm, 1,000미 시험구가 57mm, 500미 시험구가 57mm로 성장하여 1,500~500미 시험구가 가장 우수하였다(Fig.10).

각장 70mm(1,000미, 800미, 600미, 400미)를 밀도별로 나누어 시험한 결과 1,000미 시험구가 76mm, 800미 시험구가 76mm, 600미 시험구가 77mm, 400미 시험구가 77mm로 성장하여 600~400미 시험구가 가장 우수하였다(Fig.11).

총 16개의 시험구에서 밀도가 낮을수록 성장이 좋았으며 각장이 같으면서 밀도가 다른 시험구간에서 성장이 좋았으므로 밀도가 높은 시험구간이 경제성이 있다고 생각된다.

생존율은 각장 15mm(10,000미, 8,000미, 6,000미, 4,000미)를 밀도별로 나누어 시험한 결과 10,000미 시험구가 93.86%, 8,000미 시험구가 96.32%, 6,000미 시험구가 96.27%, 4,000미 시험구가 97.28%가 생존하여 10,000미 시험구가 93.86%로 생존율이 가장 낮았으며 4,000미 시험구가 97.28%로 생존율이 가장 우수하였다(Fig.12).

각장 30mm(4,000미, 3,000미, 2,000미, 1,000미)를 밀도별로 나누어 시험한 결과 4,000미 시험구가 97.03%, 3,000미 시험구가 96.97%, 2,000미 시험구가 94.65%, 1,000미 시험구가 92.7%가 생존하여 1,000미 시험구가 92.7%로 생존율이 가장 낮았으며 4,000미 시험구가 97.03%로 생존율이 가장 우수하였다(Fig.13).

각장 50mm(2,000미, 1,500미, 1,000미, 500미)를 밀도별로 나누어 시험한 결과 2,000미 시험구가 93.75%, 1,500미 시험구가 95.4%, 1,000미 시험구가 90.4%, 500미 시험구가 90.0%가 생존하여 500미 시험구가 90.0%로 생존율이 가장 낮았으며 1,500미 시험구가 95.4%로 생존율이 가장 우수하였다(Fig.13).

각장 70mm(1,000미, 800미, 600미, 400미)를 밀도별로 나누어 시험한 결과 1,000미 시험구가 93.1%, 800미 시험구가 90.63%, 600미 시험구가 89.17%, 400미 시험구가 87.0%가 생존하여 400미 시험구가 87.0%로 생존율이 가장 낮았으며 1,000미 시험구가 93.1%로 생존율이 가장 우수하였다(Fig.14).

Table 3. The investigations of growth and survival rate at different density

E. r.	Oct. 30 (mm/g/indv.)		Dec. (mm/g/indv.)		T. D. (%)	Mar. (mm/g/indv.)		T. D. (%)	May (mm/g/indv.)		T. D. (%)	July (mm/g/indv.)		T. D. (%)
	Size (W.)	S. indv.	Size (W.)	S. indv.		Size (W.)	S. indv.		Size (W.)	S. indv.		Size (W.)	S. indv.	
①	15 (0.42)	10,000	16 (0.55)	9,632	3.68	18 (0.82)	9,505	4.95	20 (1.18)	9,438	5.62	23 (1.67)	9,386	6.14
②	15 (0.42)	8,000	16 (0.55)	7,832	2.10	18 (0.83)	7,775	2.81	21 (1.27)	7,737	3.28	25 (2.24)	7,705	3.68
③	15 (0.42)	6,000	16 (0.57)	5,871	2.15	19 (0.96)	5,826	2.90	21 (1.29)	5,799	3.35	25 (2.26)	5,776	3.73
④	15 (0.42)	4,000	16 (0.58)	3,948	1.30	20 (1.12)	3,924	1.90	22 (1.45)	3,906	2.35	24 (2.01)	3,891	2.72
⑤	30 (3.56)	4,000	31 (3.98)	3,942	1.45	32 (4.60)	3,915	2.12	34 (5.50)	3,897	2.57	36 (6.42)	3,881	2.97
⑥	30 (3.55)	3,000	31 (4.24)	2,956	1.47	33 (5.32)	2,937	2.10	34 (5.63)	2,922	2.60	36 (6.44)	2,909	3.03
⑦	30 (3.54)	2,000	31 (4.30)	1,934	3.30	34 (5.60)	1,916	4.20	35 (6.03)	1,903	4.85	37 (7.31)	1,893	5.35
⑧	30 (3.66)	1,000	31 (4.38)	963	3.70	34 (5.62)	947	5.30	36 (6.45)	936	6.40	37 (7.32)	927	7.30
⑨	50 (17.22)	2,000	51 (18.82)	1,926	3.70	52 (23.22)	1,903	4.85	54 (25.00)	1,887	5.65	56 (25.41)	1,875	6.25
⑩	50 (17.18)	1,500	51 (19.20)	1,468	2.13	53 (24.10)	1,453	3.13	54 (25.85)	1,440	4.00	57 (26.25)	1,431	4.60
⑪	50 (17.31)	1,000	51 (20.29)	943	5.70	54 (25.05)	921	7.90	55 (26.28)	911	8.90	57 (26.32)	904	9.60
⑫	50 (17.58)	500	51 (21.98)	476	4.80	54 (25.10)	464	7.20	55 (26.40)	456	8.80	57 (26.34)	450	10.0
⑬	70 (46.42)	1,000	71 (51.25)	966	3.40	72 (54.20)	949	5.10	74 (58.70)	937	6.30	76 (62.88)	931	6.90
⑭	70 (46.63)	800	71 (52.34)	752	6.0	72 (54.30)	738	7.75	74 (59.00)	730	8.75	76 (62.94)	725	9.37
⑮	70 (46.66)	600	71 (53.98)	558	7.0	73 (56.20)	546	9.00	75 (60.42)	539	10.16	77 (65.25)	535	10.83
⑯	70 (46.98)	400	71 (55.25)	367	8.25	74 (58.30)	357	10.75	75 (60.54)	352	12.0	77 (65.28)	348	13.00

E.r.: Experimental rooms

W.: Weight

indv.: individual

S.indv. : Survival individual

T. D.: Total death

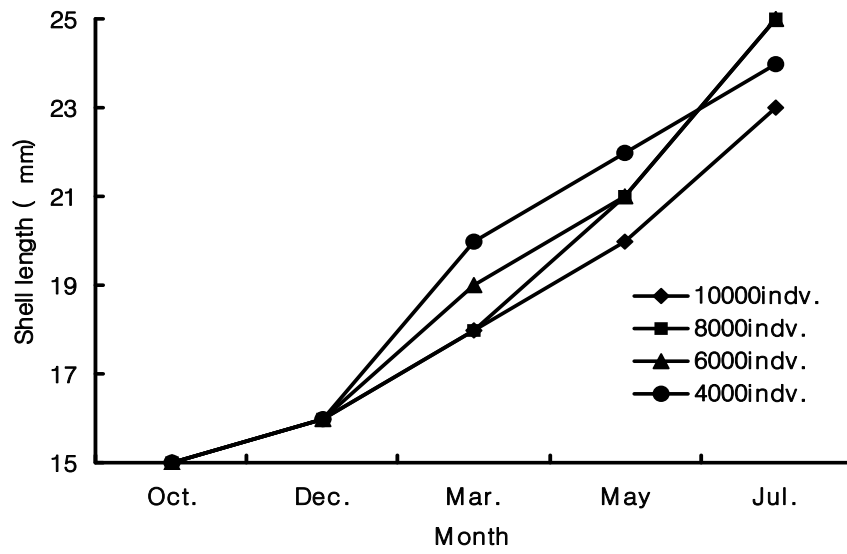


Fig. 8. Variations of growth in *Haliotis discus hannai* at different density in 15mm.

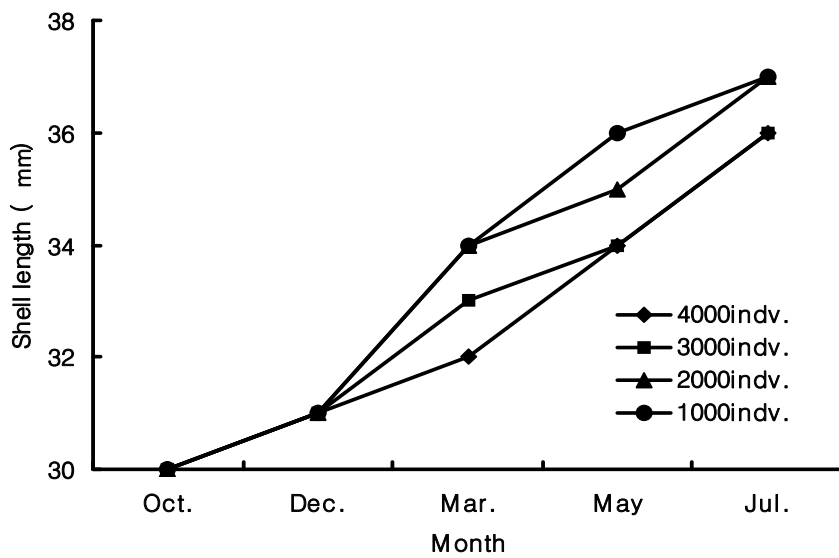


Fig. 9. Variations of growth in *Haliotis discus hannai* at different density in 30mm.

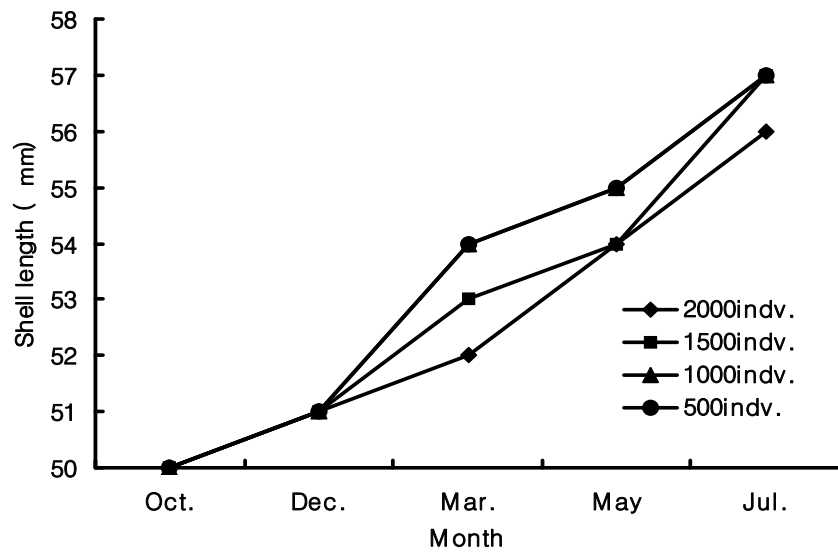


Fig. 10. Variations of growth in *Haliotis discus hannai* at different density in 50mm.

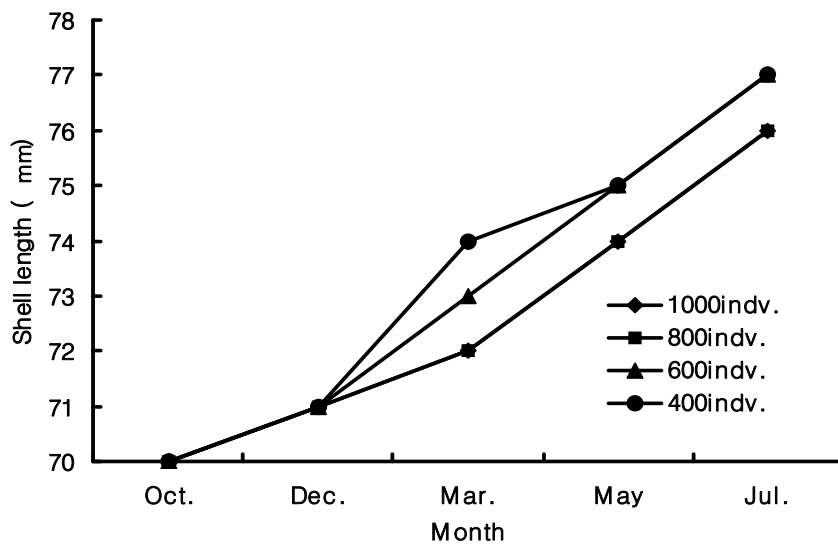


Fig. 11. Variations of growth in *Haliotis discus hannai* at different density in 70mm.

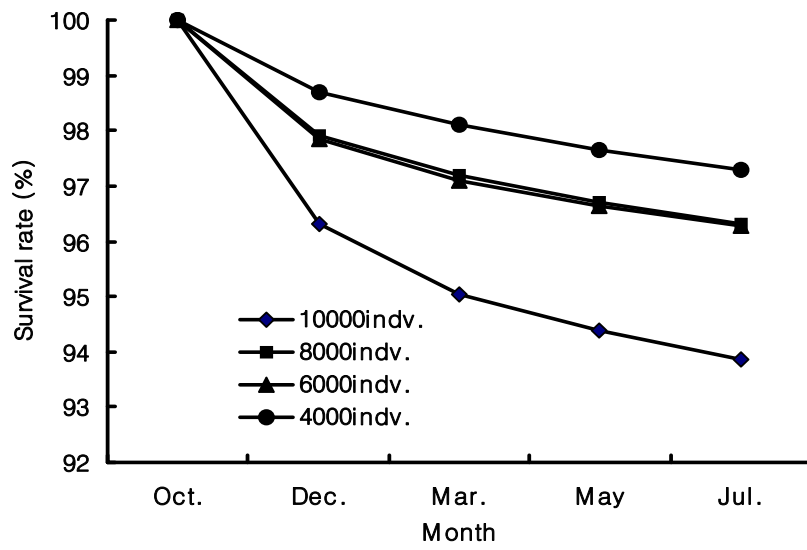


Fig. 12. Variations of survival rate in *Haliotis discus hannai* at different density in 15mm.

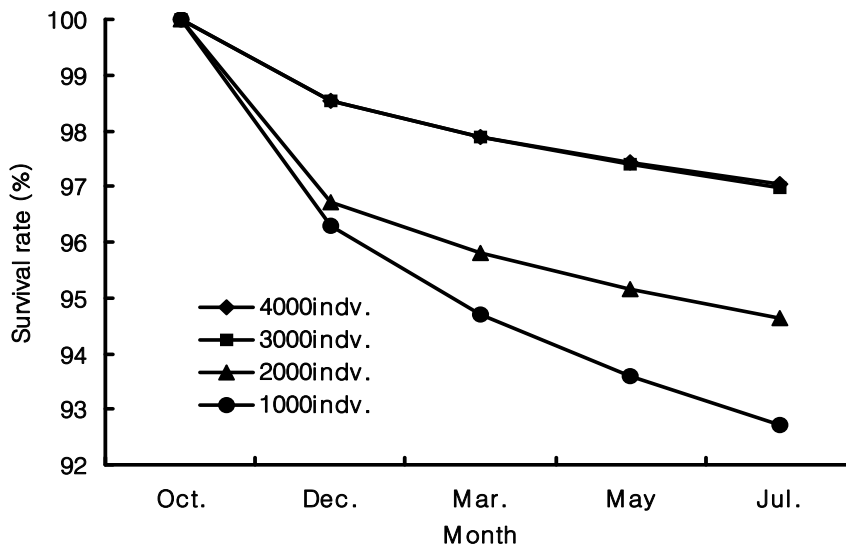


Fig. 13. Variations of survival rate in *Haliotis discus hannai* at different density in 30mm.

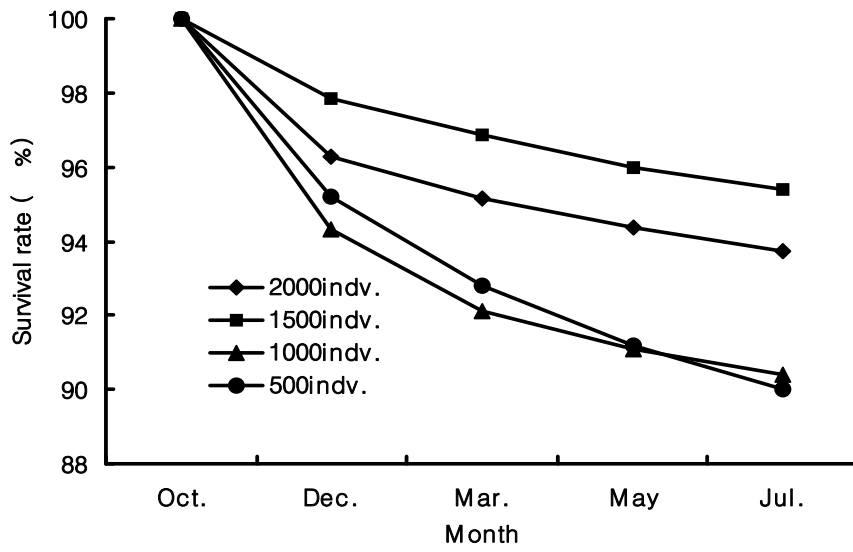


Fig. 14. Variations of survival rate in *Haliotis discus hannai* at different density in 50mm.

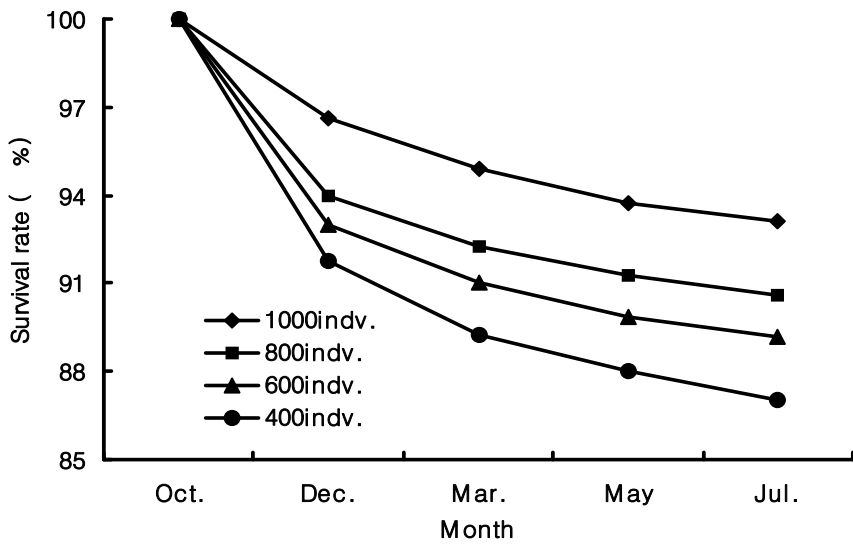


Fig. 15. Variations of survival rate in *Haliotis discus hannai* at different density in 70mm.

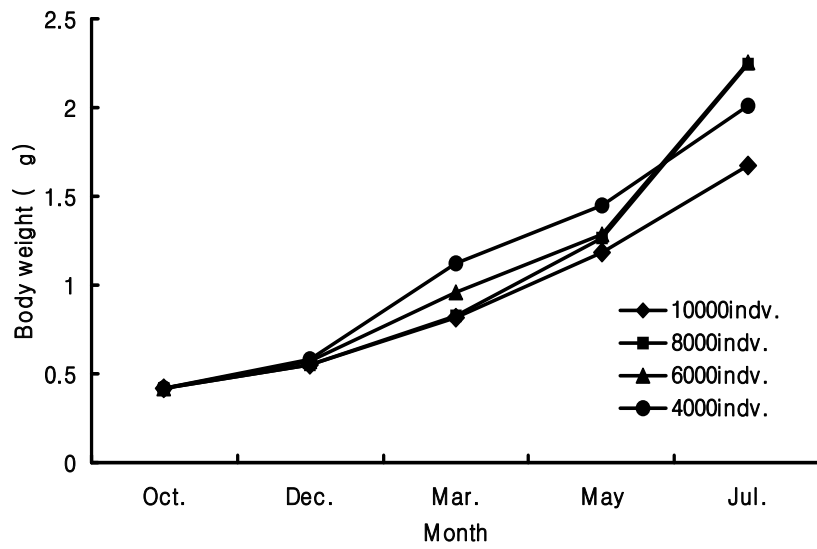


Fig. 16. Variations of body weight increase in *Haliotis discus hannai* at different density in 15mm.

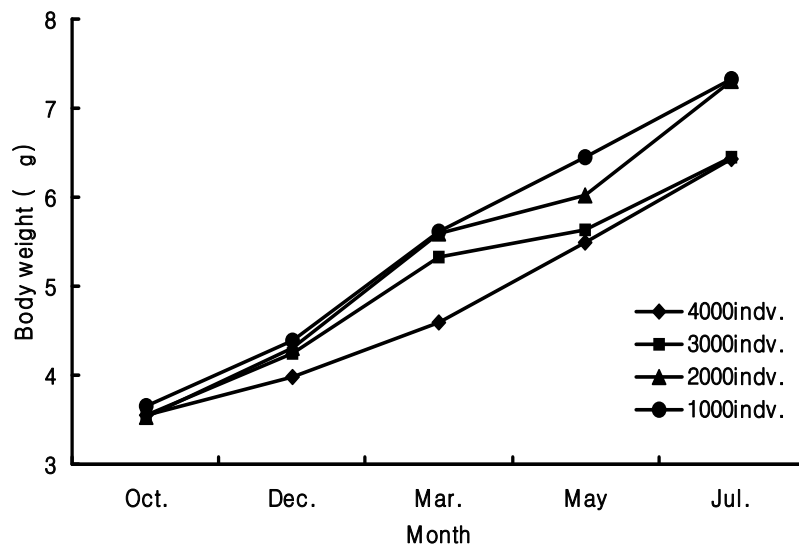


Fig. 17. Variations of body weight increase in *Haliotis discus hannai* at different density in 30mm.

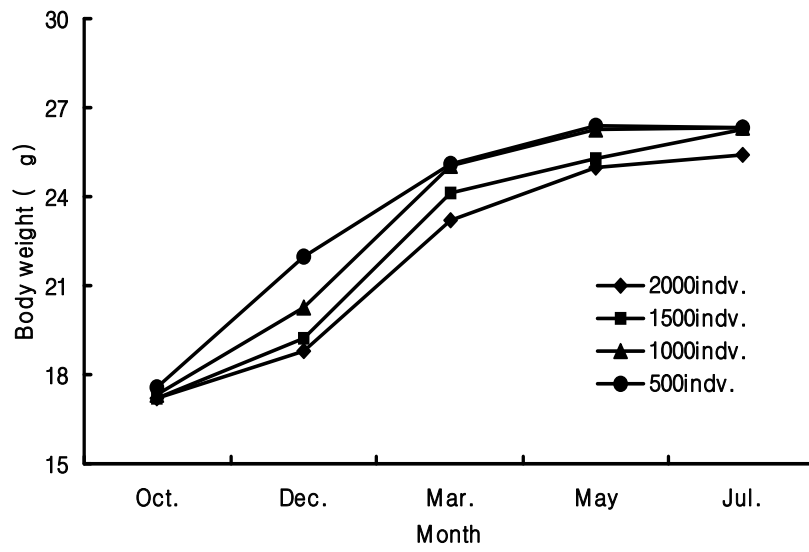


Fig. 18. Variations of body weight increase in *Haliotis discus hannai* at different density in 50mm.

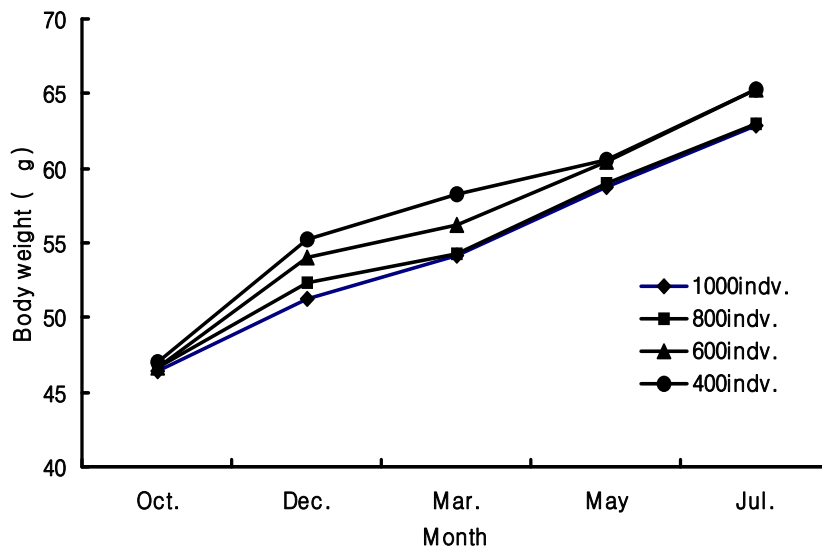


Fig. 19. Variations of body weight increase in *Haliotis discus hannai* at different density in 70mm.

제 3 절 수심 및 선별에 따른 성장도 규명

1. 재료 및 방법

전복은 야행성이므로 수심차이에 의한 조도의 영향을 받으므로 가두리 수하 수심을 다르게 설정하여 시험함으로써 전복의 수심별 성장도 및 생존율 조사를 통해 적정 수심을 규명하는데 목적이 있다.

수심별 시험은 2002년 10월 30일부터 2003년 7월 30일까지 9개월간 실시하였으며 시험에 사용한 치패는 1차년도와 동일한 크기로 수용밀도별로 각장 15mm(6,000미), 30mm(2,000미), 50mm(1,000미), 70mm(600미) 구간에서, 수심을 1, 2, 3, 4m로 시험구를 설정하여 성장도, 생존율을 비교 조사하였다(Table 4). 시험어장은 신안군 흑산면 예리 1구 지선에 전복양식어장 1ha를 연구교습어장으로 1차년도에 이어서 사용하고 그물 제작 및 가두리 시설도 1차년도에 이어서 그대로 사용하여 16칸의 시험구간을 사용하였다. 그물은 나일론 재질로 22절, 18절, 14절, 12절 크기로 구분하여 2.2×2.2×2.0m의 규격으로 하였고 수심은 1, 2, 3, 4m로 달리하여 제작 시설하고 셀타는 반원형인 형태로 PVC 재질 다각형셀타(폭30×높이40×길이200cm)를 1칸에 5개씩 시설하였다. 먹이 공급량은 총중량 대비 섭이율로 환산하여 먹이를 시험구간별 동일하게 공급하였고 공급횟수는 계절별 차등하여 공급하였다(Table. 6).

수심별 성장도 및 생존율 조사는 분기별 1회 전복의 수심별, 크기별로 실시하는데 성장도는 Vernier caliper를 이용하여 각장, 각고를 측정하였고, 전중량조사는 전자저울로 측정하였고, 생존율은 폐사개체수를 전수 조사한 후 환산하여 조사하였다(Table. 5).

선별에 따른 성장도 규명은 2, 3차년도 참여기업의 전복양식 가두리24칸(2.2×2.2m)을 사용하여 나일론 재질 그물 2.2×2.2×2.0m를 제작 설치하였고 셀터는 반원형의 형태로(높이0.3×길이2m) 1칸에 5개씩 설치하였다.

전복을 2차년도에 입식하여 2002년 10월 30일 크기별 선별 수용하여 2003년 3월 31일 그 결과값을 수치화하였다.

먹이 공급량은 총중량 대비 섭이율로 환산하여 먹이를 시험구간별 동일하게 공급하

였고 공급횟수는 계절별 차등하여 공급하였다. 성장도 및 생존율 조사는 1회 실시하고 성장도는 Vernier caliper를 이용하여 측정하였다(Table. 6).

Table 4. Each experimental for optimum depth

<input type="checkbox"/> 종패 : 15mm <input type="checkbox"/> 수량 : 6,000 <input type="checkbox"/> 수심 : 1m	<input type="checkbox"/> 종패 : 30mm <input type="checkbox"/> 수량 : 2,000 <input type="checkbox"/> 수심 : 1m	<input type="checkbox"/> 종패 : 50mm <input type="checkbox"/> 수량 : 1,000 <input type="checkbox"/> 수심 : 1m	<input type="checkbox"/> 종패 : 70mm <input type="checkbox"/> 수량 : 600 <input type="checkbox"/> 수심 : 1m
<input type="checkbox"/> 종패 : 15mm <input type="checkbox"/> 수량 : 6,000 <input type="checkbox"/> 수심 : 2m	<input type="checkbox"/> 종패 : 30mm <input type="checkbox"/> 수량 : 2,000 <input type="checkbox"/> 수심 : 2m	<input type="checkbox"/> 종패 : 50mm <input type="checkbox"/> 수량 : 1,000 <input type="checkbox"/> 수심 : 2m	<input type="checkbox"/> 종패 : 70mm <input type="checkbox"/> 수량 : 600 <input type="checkbox"/> 수심 : 2m
<input type="checkbox"/> 종패 : 15mm <input type="checkbox"/> 수량 : 6,000 <input type="checkbox"/> 수심 : 3m	<input type="checkbox"/> 종패 : 30mm <input type="checkbox"/> 수량 : 2,000 <input type="checkbox"/> 수심 : 3m	<input type="checkbox"/> 종패 : 50mm <input type="checkbox"/> 수량 : 1,000 <input type="checkbox"/> 수심 : 3m	<input type="checkbox"/> 종패 : 70mm <input type="checkbox"/> 수량 : 600 <input type="checkbox"/> 수심 : 3m
<input type="checkbox"/> 종패 : 15mm <input type="checkbox"/> 수량 : 6,000 <input type="checkbox"/> 수심 : 4m	<input type="checkbox"/> 종패 : 30mm <input type="checkbox"/> 수량 : 2,000 <input type="checkbox"/> 수심 : 4m	<input type="checkbox"/> 종패 : 50mm <input type="checkbox"/> 수량 : 1,000 <input type="checkbox"/> 수심 : 4m	<input type="checkbox"/> 종패 : 70mm <input type="checkbox"/> 수량 : 600 <input type="checkbox"/> 수심 : 4m

Table 5. Experiments of growth for sorting

Size 15mm			Size 30mm		
Non sort	Sort(six month late)		Sort	Sort(six month late)	
<input type="checkbox"/> 수량: 10,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 5,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 5,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 4,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 2,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 2,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m
<input type="checkbox"/> 수량: 8,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 4,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 4,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 3,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 1,500 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 1,500 <input type="checkbox"/> 수심: 2m
<input type="checkbox"/> 수량: 6,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 3,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 3,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 2,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 1,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 1,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m
<input type="checkbox"/> 수량: 4,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 2,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 2,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 1,000 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 500 <input type="checkbox"/> 수심: 2m	<input type="checkbox"/> 수량: 500 <input type="checkbox"/> 수심: 2m

Table 6. Supply on kind of feeds

Experimental rooms	Total amount(kg)	Dry <i>Laminaria japonica</i>	Preserve with salt <i>Laminaria japonica</i>	<i>Laminaria japonica</i>	<i>Undaria pinnatifida</i>	Note
Total	102,260	2,200	6,360	49,300	44,400	
①	4,100	50	250	2,000	1,800	1.5cm
②	4,100	50	250	2,000	1,800	
③	4,100	50	250	2,000	1,800	
④	4,100	50	250	2,000	1,800	
⑤	4,840	100	340	2,400	2,000	3.0cm
⑥	4,840	100	340	2,400	2,000	
⑦	4,840	100	340	2,400	2,000	
⑧	4,840	100	340	2,400	2,000	
⑨	6,980	180	400	3,400	3,000	5.0cm
⑩	6,980	180	400	3,400	3,000	
⑪	6,980	180	400	3,400	3,000	
⑫	6,980	180	400	3,400	3,000	
⑬	9,820	220	600	4,700	4,300	7.0cm
⑭	9,820	220	600	4,700	4,300	
⑮	9,820	220	600	4,700	4,300	
⑯	9,820	220	600	4,700	4,300	

2. 결과 및 고찰

가. 수심별 시험

2003년 10월 30일부터 2004년 7월 30일까지 9개월간 시험구간별 가두리 전복양식 시험결과를 보면 각장 15mm 시험구의 수심별 성장 및 생존율은 수심 3m에서 각장은 30mm, 생존율은 96.16%로 나타나 가장 우수하였다(Fig.20).

30mm 시험구는 수심 3m에서 각장은 42mm, 생존율은 94.75%로 나타나 가장 우수하였다(Fig.21).

50mm 시험구는 3m에서 각장은 60mm, 생존율은 91.8%로 나타나 가장 우수하였다(Fig.22).

70mm 시험구는 3m에서 각장은 79mm, 생존율은 89%로 나타나 가장 우수하였다(Fig.23). 이와 같이 수심 3m 구간에서 가장 우수한 결과를 나타내었고 다음으로 2m 구간에서 우수하였다.

중량 증가도 각장별 수심 3m 구간에서 가장 우수하였다. 전복입식 크기에 관계 없이 2m, 3m 구간이 성장도 및 생존율이 높게 나타났으며, 반면 1m, 4m, 구간은 낮게 나타났다. 결과적으로 수심별 가두리 전복양식 시험은 성장도, 생존율, 경제성 측면에서 검토해 볼 때 적정 수심은 2~3m로 판단된다.

수심별 시험결과 차이의 원인은 광선에 의한 투명도 차이, 표층과 저층의 조류 차이 등에서 온 결과로 판단된다.

나. 선별에 따른 성장시험

2003년 10월 30일부터 2004년 3월 30일까지 150일간 사육한 결과 15mm 미선별구간에서 10,000미 시험구는 18mm, 8,000미 시험구는 18mm, 6,000미 시험구는 20mm, 4,000미 시험구는 21mm로 측정되어 4,000미 시험구가 각장이 21mm 로 가장 양호하였다.

15mm 선별구간에서는 5,000미 시험구가 20mm, 2,000~4,000미 시험구 사이에서는 21mm로 성장하여 경제성을 고려하면 4,000미 시험구가 가장 양호하다고 할수 있었다.

30mm 미선별구간에서 4,000미 시험구는 32mm, 3,000미 시험구는 33mm, 2,000미 시험구는 34mm, 1,000미 시험구는 35mm로 측정되어 1,000미 시험구가 35mm로 가장 양호하였다.

30mm 선별구간에서 2,000미 시험구는 33mm, 1,500미 시험구는 34mm, 500미 및 1,000미 시험구에서 35mm 로 성장하여 각장이 가장 양호한 결과를 나타내어 사육밀도가 낮을 수록 성장이 양호하다는 것을 알 수 있다(Table 7).

Table 7. The schema for indentifying growth and survival rate at different depth.

E. r.	Oct. 2003 (mm/g/indv.)		Dec. (mm/g/indv.)		T. D. (%)	Mar. (mm/g/indv.)		T. D. (%)	May (mm/g/indv.)		T. D. (%)	July (mm/g/indv.)		T. D. (%)
	Size (W.)	S. indv.	Size (W.)	S. indv.		Size (W.)	S. indv.		Size (W.)	S. indv.		Size (W.)	S. indv.	
①	15 (0.43)	6,000	17 (0.71)	5,720	4.66	20 (1.18)	5,650	5.83	23 (1.67)	5,600	6.66	25 (2.30)	5,560	7.33
②	15 (0.43)	6,000	18 (0.82)	5,870	2.16	22 (1.45)	5,812	3.13	25 (2.26)	5,772	3.80	28 (2.82)	5,710	4.83
③	15 (0.43)	6,000	19 (0.94)	5,880	2.00	23 (1.67)	5,832	2.80	27 (2.56)	5,802	3.30	30 (3.50)	5,770	3.83
④	15 (0.43)	6,000	17 (0.70)	5,750	4.16	20 (1.12)	5,690	5.16	22 (1.45)	5,645	5.91	25 (2.25)	5,605	6.58
⑤	30 (3.55)	2,000	32 (4.60)	1,910	4.50	34 (5.60)	1,870	6.50	36 (6.45)	1,830	8.50	38 (8.42)	1,800	10.0
⑥	30 (3.55)	2,000	33 (5.32)	1,935	3.25	36 (6.44)	1,908	4.60	38 (8.40)	1,888	5.60	40 (10.22)	1,872	6.40
⑦	30 (3.54)	2,000	34 (5.60)	1,940	3.00	37 (7.35)	1,920	4.00	40 (10.20)	1,905	4.75	42 (12.02)	1,895	5.25
⑧	30 (3.66)	2,000	31 (4.38)	1,920	4.00	34 (5.62)	1,876	6.20	36 (6.45)	1,836	8.20	37 (7.32)	1,812	9.40
⑨	50 (17.21)	1,000	52 (23.22)	920	8.00	54 (25.00)	880	12.0	56 (25.41)	850	15.0	57 (26.20)	830	17.0
⑩	50 (17.19)	1,000	53 (24.12)	940	6.00	55 (26.20)	935	6.50	57 (26.30)	925	7.50	59 (29.50)	908	9.20
⑪	50 (17.30)	1,000	53 (24.10)	945	5.50	56 (25.45)	943	5.70	58 (28.10)	930	7.00	60 (31.80)	918	8.20
⑫	50 (17.48)	1,000	51 (21.98)	925	7.50	54 (25.10)	895	10.5	55 (26.40)	865	13.5	57 (26.34)	845	15.5
⑬	70 (46.40)	600	71 (51.25)	545	9.16	72 (54.20)	520	13.3	74 (58.70)	505	15.8	76 (62.88)	491	18.1
⑭	70 (46.61)	600	72 (54.30)	565	5.83	74 (59.00)	540	10.0	76 (62.95)	530	11.6	78 (69.20)	521	13.1
⑮	70 (46.65)	600	72 (54.20)	560	6.66	75 (60.50)	546	9.00	77 (65.25)	540	10.0	79 (74.10)	534	11.0
⑯	70 (46.78)	600	71 (55.25)	555	7.50	74 (58.30)	524	12.6	75 (60.54)	510	15.0	77 (65.28)	496	17.3

E.r.: Experimental rooms

W.: Weight

indv.: individual

S.indv. : Survival individual

T. D.: Total death

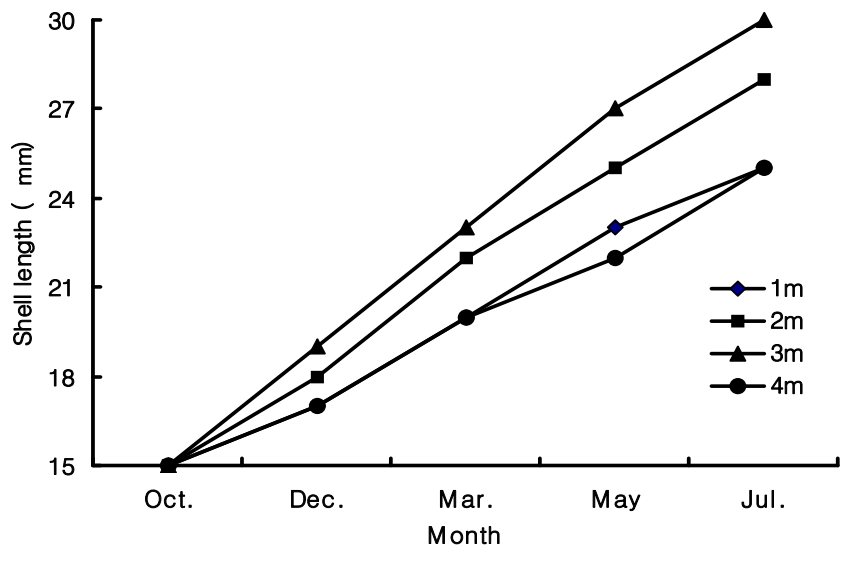


Fig. 20. Variations of growth in *Haliotis discus hannai* at different depth in 15mm.

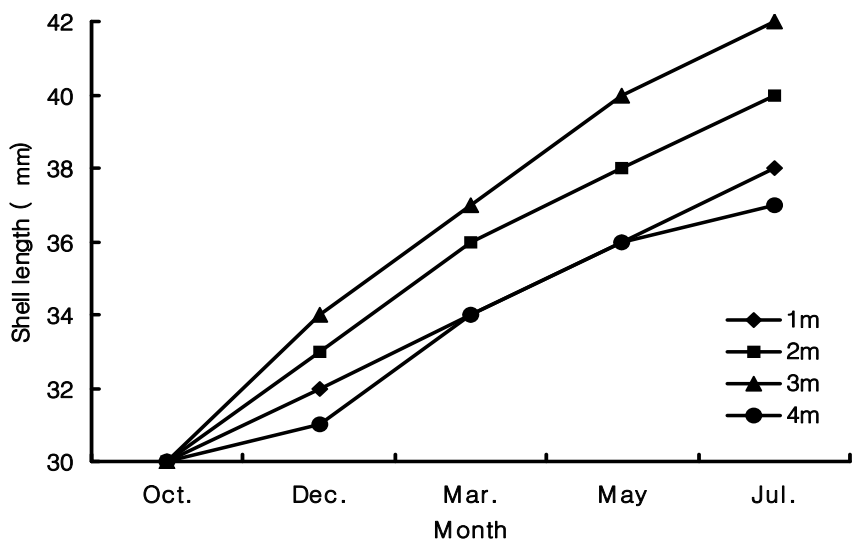


Fig. 21. Variations of growth in *Haliotis discus hannai* at different depth in 30mm.

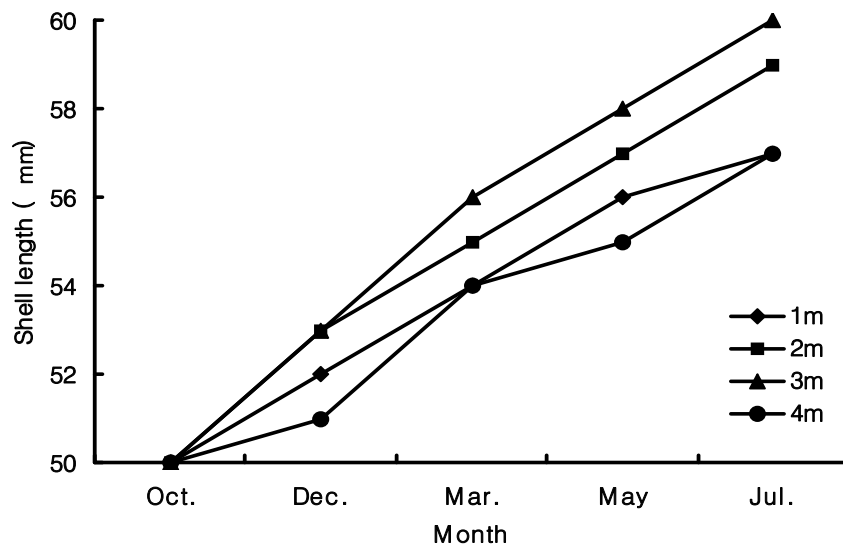


Fig. 22. Variations of growth in *Haliotis discus hannai* at different depth in 50mm.

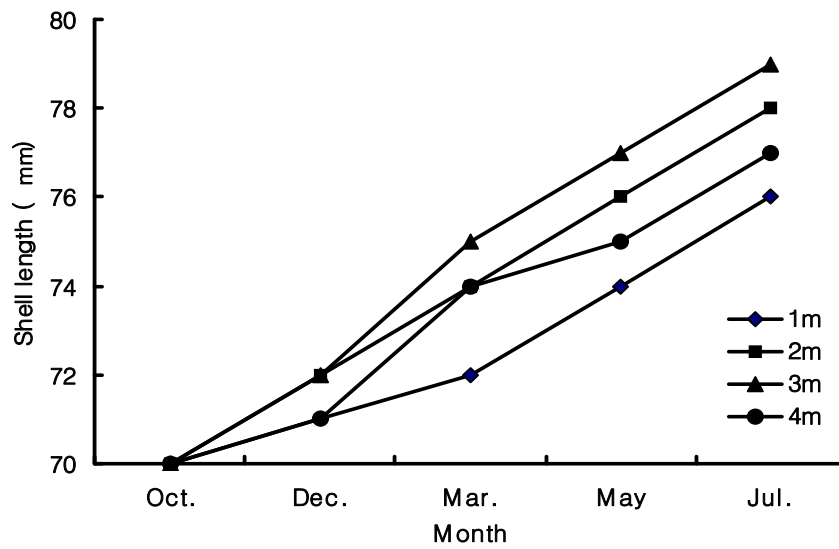


Fig. 23. Variations of growth in *Haliotis discus hannai* at different depth in 70mm.

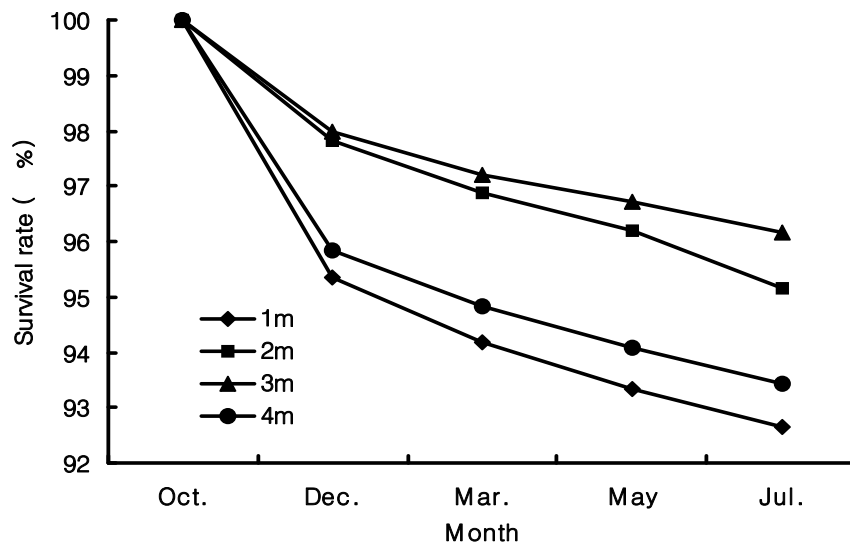


Fig. 24. Variations of survival rate in *Haliotis discus hannai* at different depth in 15mm.

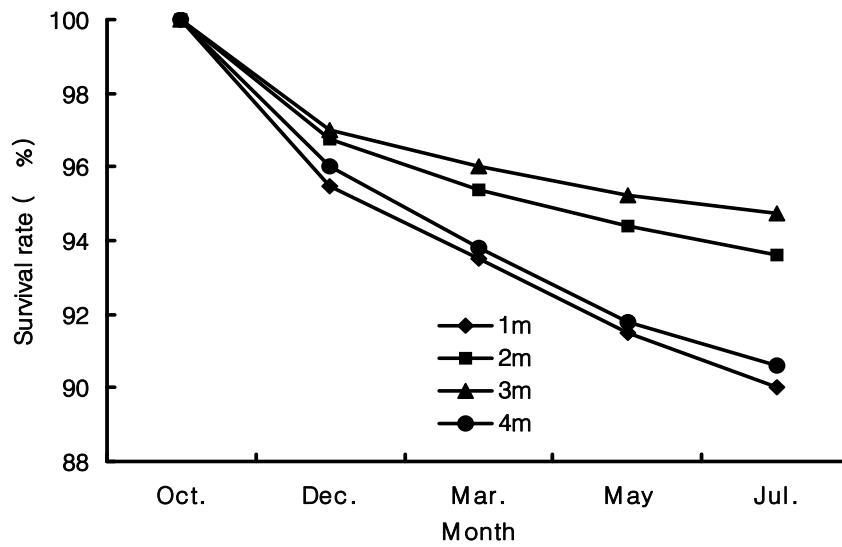


Fig. 25. Variations of survival rate in *Haliotis discus hannai* at different depth in 30mm.

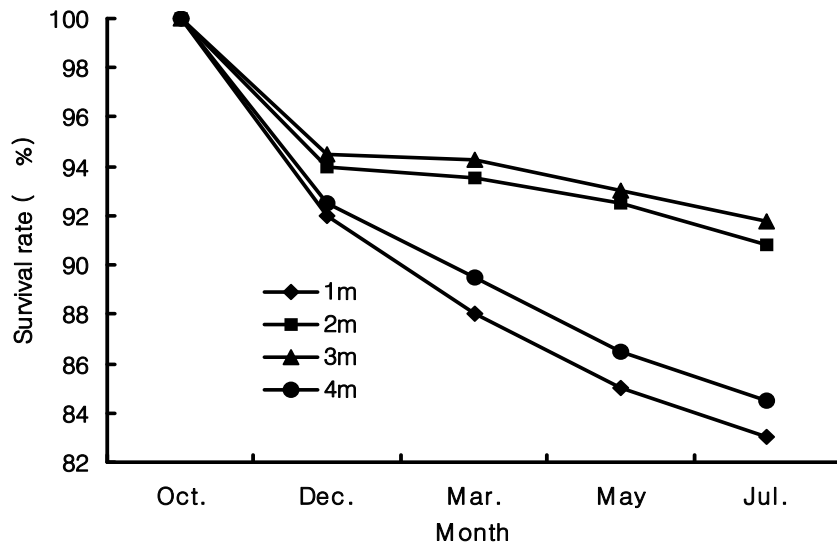


Fig. 26. Variations of survival rate in *Haliotis discus hannai* at different depth in 50mm.

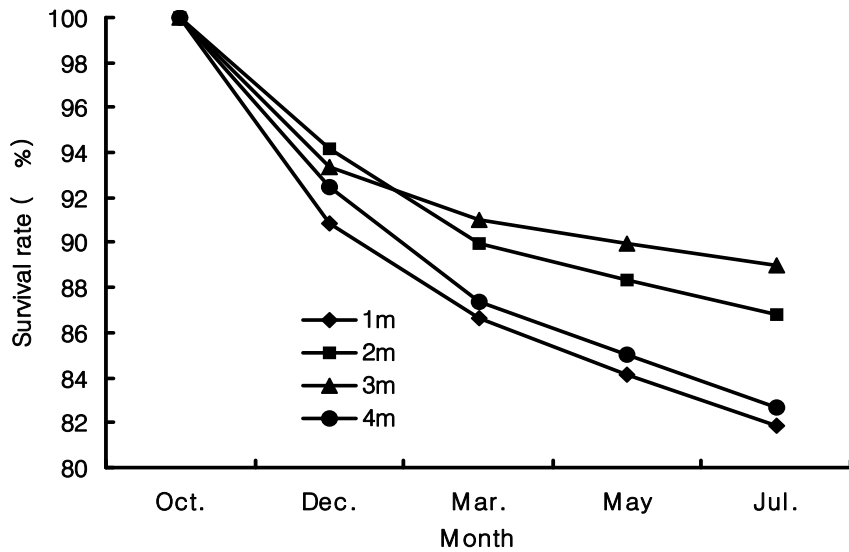


Fig. 27. Variations of survival rate in *Haliotis discus hannai* at different depth in 70mm.

제 4 절 먹이종류 및 공급량 규명

1. 재료 및 방법

육상배양장에서 적정 먹이종류 및 공급량은 규명이 되어 있으나 가두리에서는 먹이에 관해 연구 보고된 바가 없기 때문에 다시마, 미역 생산 시기인 2004년 2월 ~ 2004년 6월까지 5개월간 먹이 종류와 먹이공급량을 다르게 구간 설정하여 먹이종류 및 적정 공급량을 규명하는 시험으로 가두리는 2차년도와 1차년도의 가두리를 그대로 사용하여 전복을 입식하고 먹이종류는 주변에서 손쉽게 구할수 있고, 가격이 저렴한 다시마 (*Laminaria japonica*), 미역(*Undaria pinnatifida*) 2종을 시험구간별로 비교 시험하고 먹이공급량은 총중량 대비 섭이율로 환산하여 다시마, 미역을 시험구간별 차등 공급하였다.

1차년도와 2차년도 시험결과에서 가장 성장이 양호한 구간을 선택하여 다시마, 미역 및 혼합구역을 설정하여 수용밀도와 수심과 먹이종류별 상호작용에 의한 성장도와 생존율을 규명한다.

성장도 및 생존율 조사는 월 1회 시험구간별로 실시하는데 성장도는 각장, 전중량 조사, 생존율은 폐사 개체 수를 전수 조사한 후 환산하여 조사한다.

2. 결과 및 고찰

2004년 2월 1일부터 2004년 6월 30일까지 5개월간 시험하였으며 각장 15mm(6,000미, 4,000미)에서 미역을 급이한 시험구는 각장이 21mm, 21mm로 나타났고 다시마를 급이한 각장 15mm(6,000미, 4,000미) 시험구는 각장이 19mm, 20mm로 나타나 미역 급이구가 성장이 우수하였다(Fig. 28).

중량은 미역 급이구의 각장 15mm(6,000미, 4,000미) 시험구는 1.26g, 1.50g로 나타났고 다시마를 급이한 각장 15mm(6,000미, 4,000미) 시험구는 0.96g, 1.25g로 나타나 미역 급이구가 중량이 우수하였다(Fig. 36).

생존율은 미역 급이구의 각장 15mm(6,000미, 4,000미) 시험구는 94.25%, 95.63%로 나타났고 다시마를 급이한 각장 15mm(6,000미, 4,000미) 시험구는 92.5%, 95.75%로 나타나 미역 급이구가 생존율이 우수하였다(Fig. 32).

각장 30mm(2,000미, 1,000미)에서 미역을 급이한 시험구는 34mm, 35mm로 나타났고 다시마를 급이한 각장 30mm(2,000미, 1,000미) 시험구는 34mm, 34mm로 나타나 미역 급이구가 성장이 우수하였다(Fig. 29).

중량은 미역 급이구의 각장 30mm(2,000미, 1,000미) 시험구는 5.85g, 6.05g로 나타났고 다시마 급이구의 각장 30mm(2,000미, 1,000미) 시험구는 5.50g, 5.55g로 나타나 미역 급이구가 중량이 우수하였다(Fig. 37).

생존율은 미역 급이구의 각장 30mm(2,000미, 1,000미) 시험구는 94.0%, 96.0%로 나타났고 다시마 급이구의 각장 30mm(2,000미, 1,000미) 시험구는 92.75%, 95.5%로 나타나 미역 급이구가 생존율이 우수하였다(Fig. 33).

각장 50mm(1,000미, 800미)에서 미역을 급이한 시험구는 55mm, 54mm로 나타났고 다시마 급이 시험구의 각장 50mm(1,000미, 800미) 시험구는 54mm, 53mm로 나타나 미역 급이구가 성장이 우수하였다(Fig. 30).

중량은 미역 급이구의 각장 50mm(1,000미, 800미) 시험구는 27.20g, 24.55g로 나타났고 다시마 급이구의 각장 50mm(1,000미, 800미) 시험구는 25.60g, 25.27g로 나타나 미역 급이구가 중량이 우수하였다(Fig. 38).

생존율은 미역 급이구의 각장 50mm(1,000미, 800미) 시험구는 94.3%, 96.0%로 나타났

고 다시마 급이구의 각장 50mm(1,000미, 800미) 시험구는 95.1%, 96.5%로 나타나 미역 급이구가 생존율이 우수하였다(Fig. 34).

각장 70mm(1,000미, 700미)에서 미역을 급이한 시험구는 74mm, 73mm로 나타났고 다시마 급이 시험구의 각장 70mm(1,000미, 700미) 시험구는 72mm, 72mm로 나타나 미역 급이구가 성장이 우수하였다(Fig. 31).

중량은 미역 급이구의 각장 70mm(1,000미, 700미) 시험구는 60.78g, 57.33g로 나타났고 다시마 급이구의 각장 70mm(1,000미, 700미) 시험구는 57.54g, 56.48g로 나타나 미역 급이구가 중량이 우수하였다(Fig. 39).

생존율은 미역 급이구의 각장 70mm(1,000미, 700미) 시험구는 97.1%, 97.86%로 나타났고 다시마 급이구의 각장 50mm(1,000미, 800미) 시험구는 97.3%, 98.29%로 나타나 미역 급이구가 생존율이 우수하였다(Fig. 35).

전체적으로 미역을 급이한 시험구의 전복이 성장, 중량 및 생존율이 우수한 결과를 나타내었다.

Table 8. The investigations of growth on different feeds

E. r.	Feb. 2004 (mm/g/indv.)		Mar. (mm/g/indv.)		T. D. (%)	April (mm/g/indv.)		T. D. (%)	May (mm/g/indv.)		T. D. (%)	June (mm/g/indv.)		T. D. (%)
	Size (W.)	S. indv.	Size (W.)	S. indv.		Size (W.)	S. indv.		Size (W.)	S. indv.		Size (W.)	S. indv.	
① <i>U.</i>	15 (0.40)	6,000	15 (0.40)	5,880	2.0	16 (0.60)	5,865	2.25	18 (0.84)	5,815	3.08	21 (1.26)	5,655	5.75
② <i>L.</i>	15 (0.41)	6,000	15 (0.42)	5,770	2.16	16 (0.59)	5,812	3.13	17 (0.72)	5,772	3.80	19 (0.96)	5,550	7.5
③ <i>U.</i>	15 (0.40)	4,000	15 (0.41)	3,925	1.87	16 (0.67)	3,885	2.87	18 (0.95)	3,855	3.62	21 (1.50)	3,825	4.37
④ <i>L.</i>	15 (0.41)	4,000	15 (0.41)	3,950	1.25	16 (0.64)	3,905	2.37	17.5 (0.8)	3,875	3.12	20 (1.25)	3,830	4.25
⑤ <i>U.</i>	30 (3.50)	2,000	30 (3.55)	1,965	1.75	31 (4.40)	1,930	3.5	32 (4.85)	1,895	5.25	34 (5.85)	1,880	6.0
⑥ <i>L.</i>	30 (3.50)	2,000	30 (3.52)	1,950	2.5	31 (4.30)	1,925	3.75	32 (4.70)	1,875	6.25	34 (5.50)	1,855	7.25
⑦ <i>U.</i>	30 (3.38)	1,000	30 (3.60)	980	2.0	31 (4.50)	975	2.5	32 (4.85)	965	3.5	35 (6.05)	960	4.0
⑧ <i>L.</i>	30 (3.55)	1,000	30 (3.65)	990	1.0	31 (4.40)	980	2.0	32 (4.85)	965	3.5	34 (5.55)	955	4.5
⑨ <i>U.</i>	50 (17.10)	1,000	50 (17.25)	985	1.5	51 (22.10)	970	3.0	52.5 (24.10)	965	3.5	55 (27.20)	943	5.7
⑩ <i>L.</i>	50 (17.19)	1,000	50 (17.10)	986	2.4	51 (23.0)	973	2.7	52 (24.60)	963	3.7	54 (25.60)	951	4.9
⑪ <i>U.</i>	50 (17.30)	800	50 (17.88)	793	0.87	51.5 (22.75)	787	1.62	52 (24.86)	776	3.0	54 (24.55)	768	4.0
⑫ <i>L.</i>	50 (17.48)	800	50 (17.88)	791	1.12	50.5 (19.45)	785	1.87	51 (24.66)	780	2.5	53 (25.27)	772	3.5
⑬ <i>U.</i>	70 (46.40)	1,000	70 (47.48)	993	0.7	71 (52.20)	987	1.3	72 (55.25)	982	1.8	74 (60.78)	971	2.9
⑭ <i>L.</i>	70 (46.61)	1,000	70 (46.79)	996	0.4	70 (47.40)	985	1.5	71 (53.36)	983	1.7	72 (57.54)	973	2.7
⑮ <i>U.</i>	70 (46.65)	700	70 (47.20)	698	0.28	70 (48.10)	695	0.71	71 (54.83)	691	1.2	73 (57.33)	685	2.14
⑯ <i>L.</i>	70 (46.78)	700	70 (47.25)	697	0.42	71 (50.70)	696	0.57	71 (53.80)	693	1.0	72 (56.48)	688	1.71

E.r.: Experimental rooms

W.: Weight

indv.: individual

S.indv. : Survival individual

T. D.: Total death

L : *Laminaria japonica**U* : *Undaria pinnatifida*

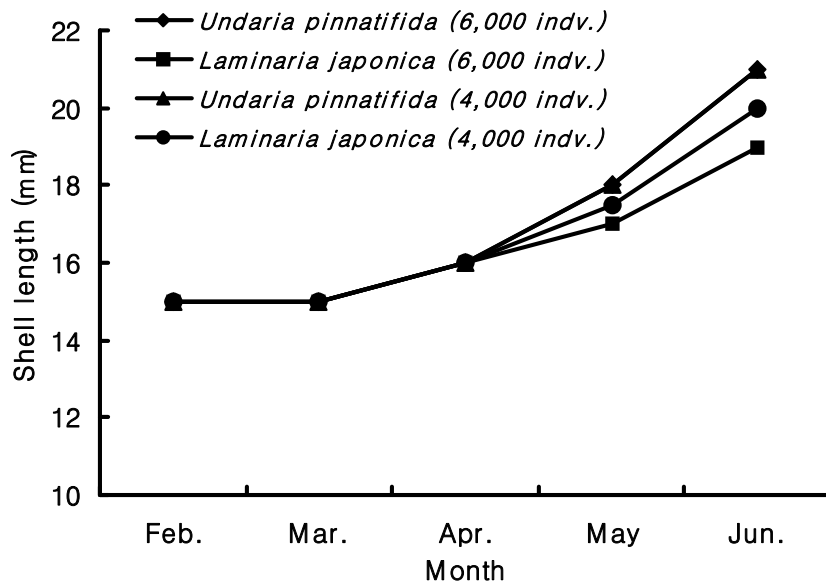


Fig. 28. Variations of growth in *Haliotis discus hannai* at different food 15mm.

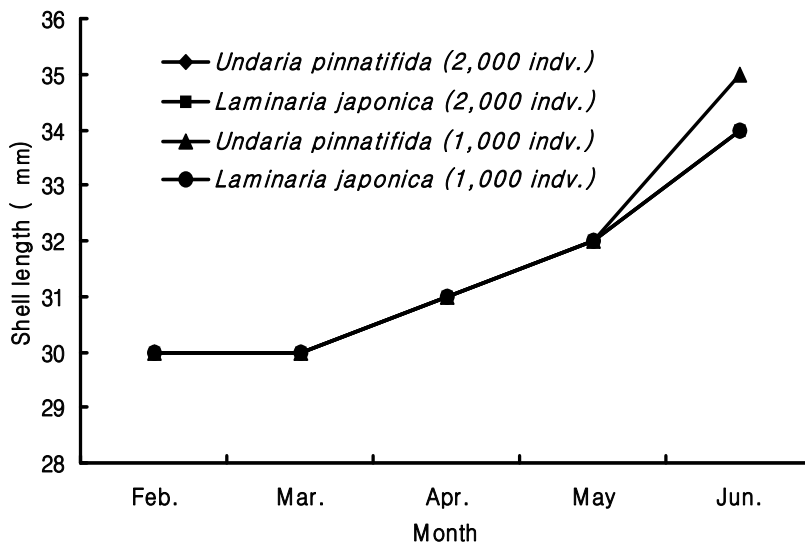


Fig. 29. Variations of growth in *Haliotis discus hannai* at different food 30mm.

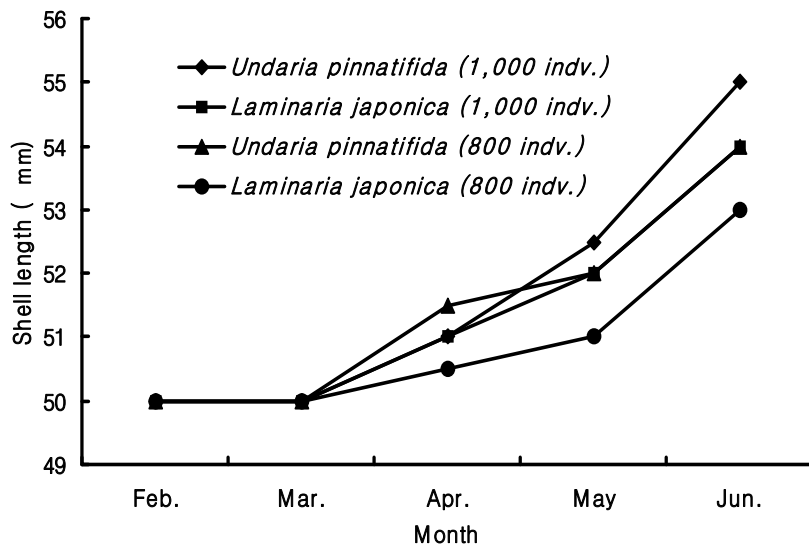


Fig. 30. Variations of growth in *Haliotis discus hannai* at different food 50mm.

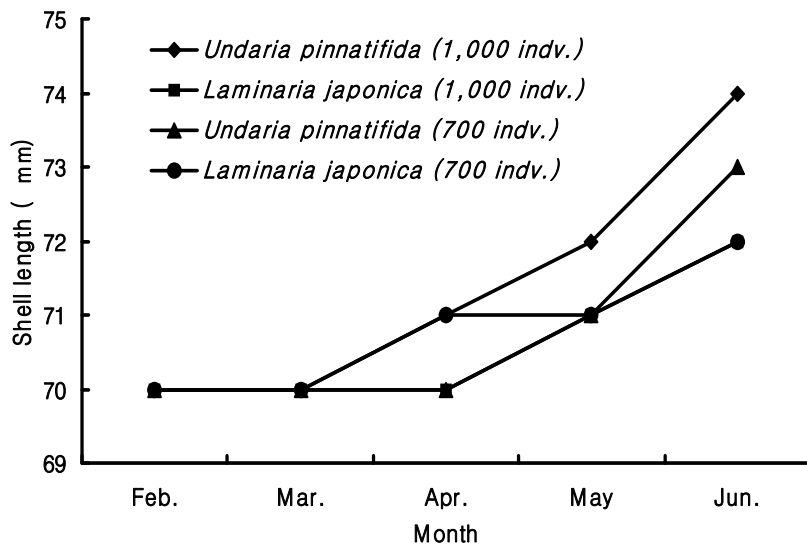


Fig. 31. Variations of growth in *Haliotis discus hannai* at different food 70mm.

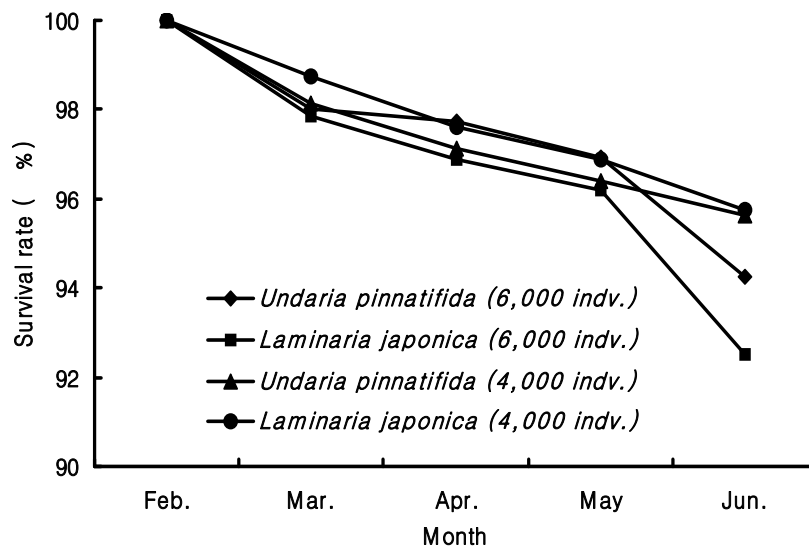


Fig. 32. Variations of survival rate in *Haliotis discus hannai* at different food 15mm.

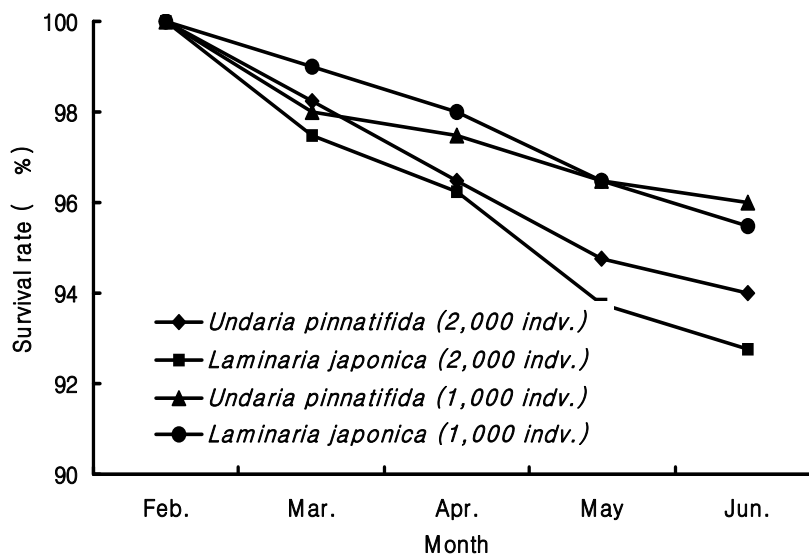


Fig. 33. Variations of survival rate in *Haliotis discus hannai* at different food 30mm.

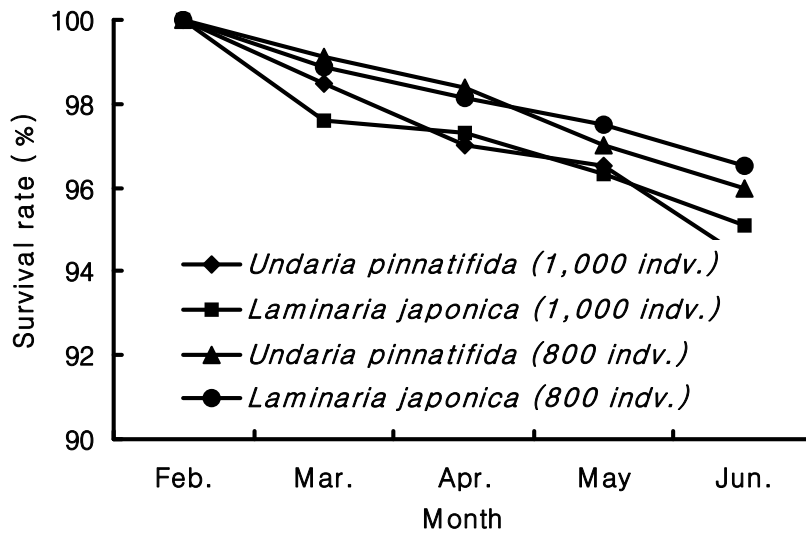


Fig. 34. Variations of survival rate in *Haliotis discus hannai* at different food 50mm.

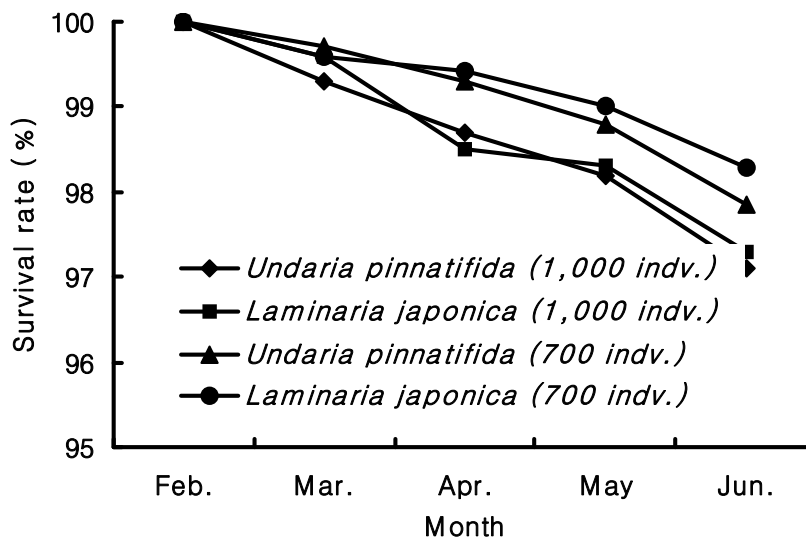


Fig. 35. Variations of survival rate in *Haliotis discus hannai* at different food 70mm.

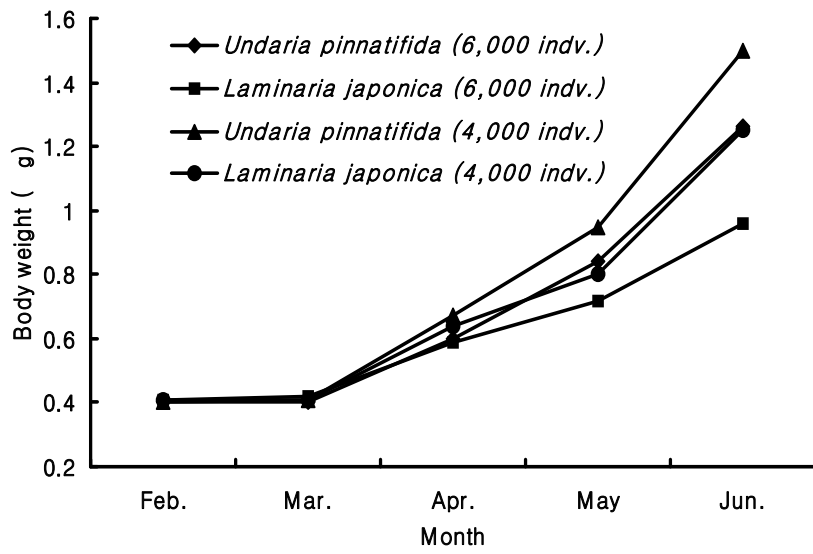


Fig. 36. Variations of body weight in *Haliotis discus hannai* at different food 15mm.

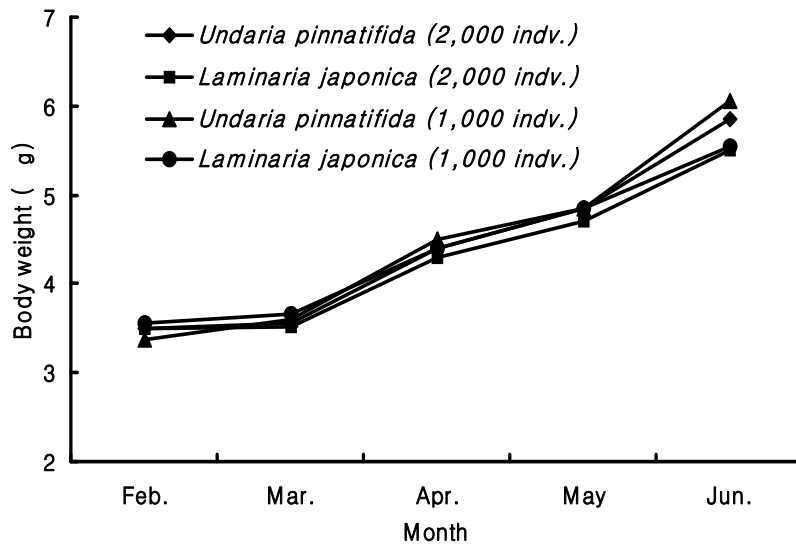


Fig. 37. Variations of body weight in *Haliotis discus hannai* at different food 30mm.

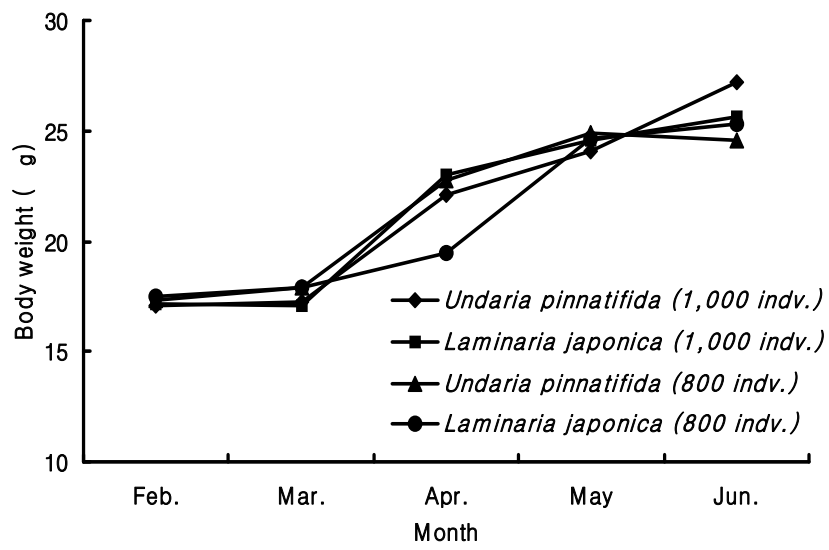


Fig. 38. Variations of body weight in *Haliotis discus hannai* at different food 50mm.

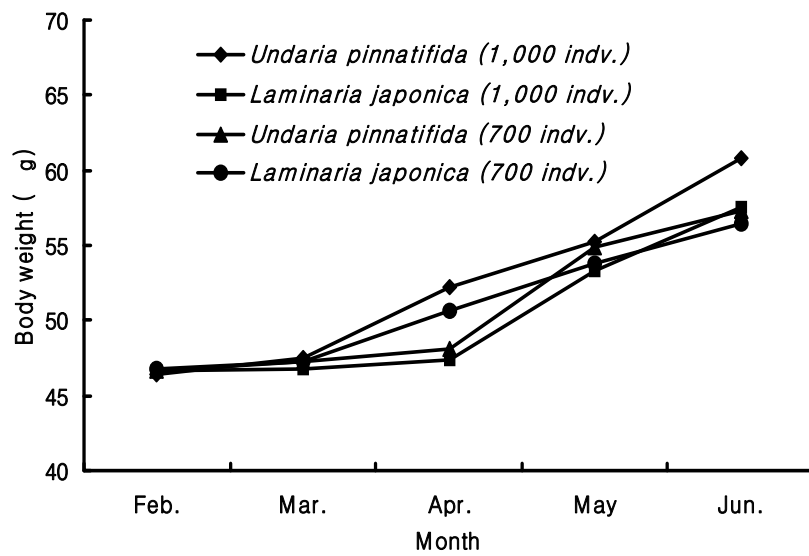


Fig. 39. Variations of body weight in *Haliotis discus hannai* at different food 50mm.

제 5 절 해적생물 및 질병 규명

1. 재료 및 방법

가. 세균성 질병

1) 원인생물조사

전복의 병소, 연체부의 시료를 2% 식염첨가 Nutrient agar(NA, Difco), Tryptic soy agar(TSA, Difco) 및 Brain heart infusion(BHIA, Difco) 등에 도말하여 25℃에 24~48시간 배양한 후, 우점종의 집락을 시험에 사용하였다. 분리균의 형태학적, 생물학적 및 생화학적 성상시험은 Manual of methods for general bacteriology (ASM, 1981), Biochemical tests for identification of medical bacteria (Macfaddin, 1980) 및 Fig.40에 따라 실시하였다.

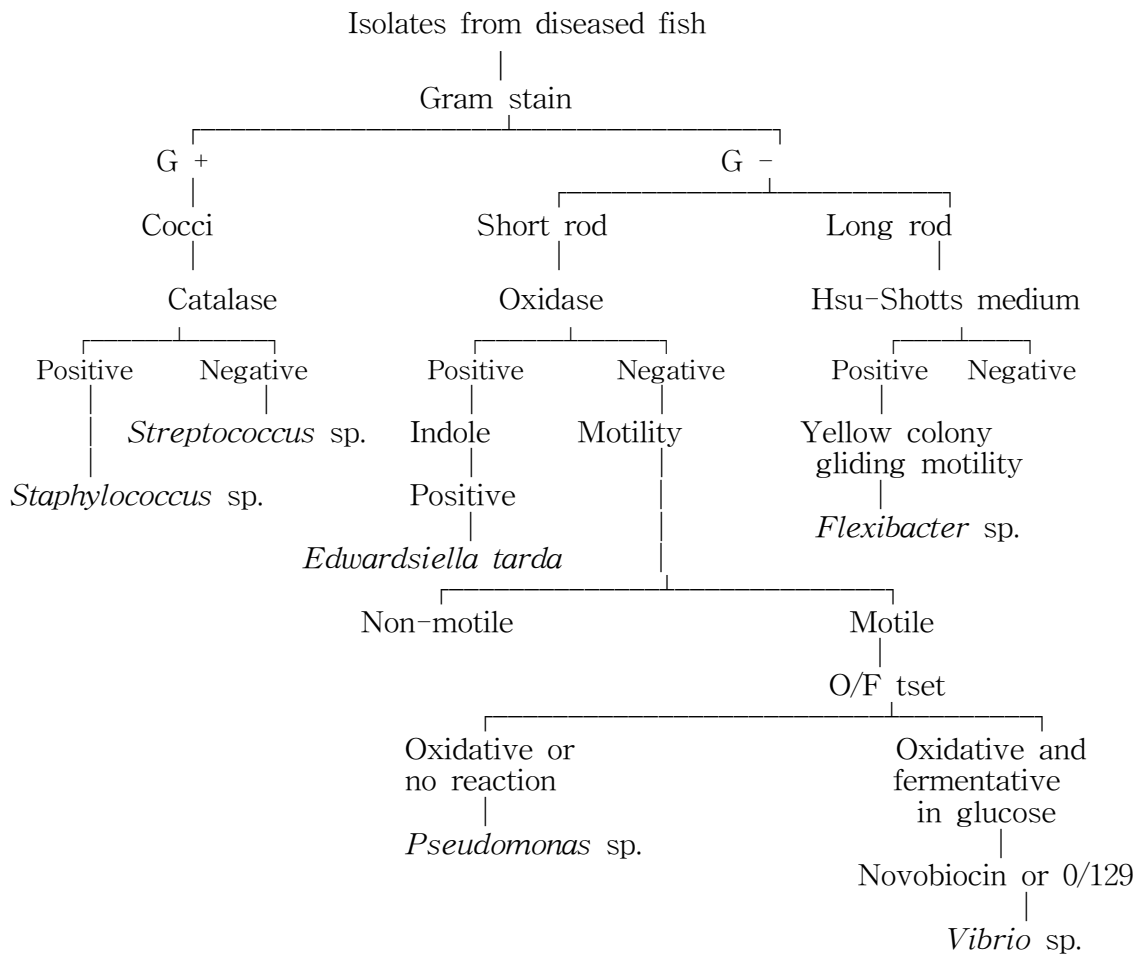


Fig. 40. Identification of pathogenic bacteria.

2) 세균성질병 치료시험

전복으로부터 분리한 대표균주를 BHI broth(Difco)에 25℃, 20시간 배양 후 집균하여 집균액 0.1ml를 약제감수성 배지에 평판 도말한 후, 각종 약제의 감수성 디스크(BBL)를 얹어 5℃에 4시간 방치 후, 25℃, 48시간 배양하여 발육 저지원의 직경을 측정하였다.

나. 기생충성 질병조사

1) 원인생물 조사

시험에 사용된 원인생물은 근육이 위축된 전복치패(각장은 28.3~31.2mm)에서 분리된 스쿠티카섬모충이었다. 검출된 기생충은 Hemacolor로 염색하여 乙竹·松里(1986), Yoshinaga and Nakazoe(1993), 최 등(1998) 방법에 준하여 분류하였다. 그리고 근육위축된 전복 아가미를 무균적으로 채취하여 0.45 μ m 필터에 여과된 해수로 세척한 후, Yoshinaga and Nakazoe (1993)의 방법에 준하여 기생충을 배양하였다.

2) 치료시험

배양된 스쿠티카섬모충(10^4 마리/ml)을 20ml 시험관에 수용한 후, 20℃에서 천연물질인 OCHT을 10, 50, 100, 200, 300, 400 및 500ppm으로 만들어 스쿠티카섬모충의 사멸시간을 조사하였다. 참전복치패의 근육위축증 원인생물을 상기의 방법에 따라 배양한 후, 기생충의 사멸효과를 조사하기 위하여 기생충이 배양된 시험관에 OCHT(200ppm)을 첨가하였다. OCHT에 처리된 기생충을 피펫으로 채취하여 홀슬라이드글라스에 옮겨 현미경하에서 기생충의 사멸과정을 조사하였다.

다. 기타 질병 조사

1) 전복 패각괴사증 조사

전복의 패각괴사가 발생한 시료를 채집하여 병냉장한 후, 시험실로 운반하여 패각괴사의 원인생물과 그 증상을 조사하였다. 그리고 일부 치패는 사육실에서 사육하면서 괴사증 진행상태와 성장도를 측정하였다. 괴사된 전복패각에 착생되어 있는 갈색 미소 집락을 희석하거나, 패각을 탈석회하여 원인생물을 동정하는데 Fitsch(1945), Fogg et

al.(1973) 및 Webb and Korrubel(1994) 방법에 준하여 분류하였다.

아울러, 주사전자현미경 (SEM)으로 사용하여 참전복 패각 괴사증 및 원인생물의 형태학적인 특징을 검경하였다. 주사전자현미경 관찰을 위하여 원인생물재료를 0.1M phosphate (pH 7.0)로 만든 5% glutaraldehyde로 4℃의 냉장고에서 12시간 고정하여 고정된 재료는 다음과 같이 에틸알콜 농도 상승순으로 탈수하였다. 즉, 30% alcohol에서 10분, 50% alcohol에서 10분, 70% alcohol에서 10분, 80% alcohol에서 10분, 90% alcohol에서 10분, 100% alcohol에서 15분, 그리고 100% alcohol에서 15분 탈수하고 탈수된 재료는 amylacetate로 치환한 다음 critical point dryer로 건조시킨 후 Polaron SC502 Sputter coater로 코팅하여 주사전자현미경(SEM)으로 관찰하였다.

한편, 전복양식장에서 남조류에 심하게 감염되어 패각의 변색, 갈색 미소집락 및 호흡공이 괴사된 1, 2년산 전복을 무작위로 20개체씩 채집하여 호흡공별 괴사부위를 각각 조사하였다.

2) 마취시험

마취에 사용된 참전복, *Haliotis discus hannai*(각장, 11~12mm)은 시험 1개월전에 불투명 파판(1×1m²)에 부착하여 가두리식으로 미역을 공급하여 18℃에서 사육하였다. 또한 시험 1주일전에 불투명 파판(5×10cm²)을 사용한 시험구에 전복치패 20마리씩을 부착하여 14℃, 18℃, 24℃에서 사육하였으며, 시험 전일에는 사료를 공급하지 않았다.

마취제는 시판용 파라아미노 안식향산 에틸과 담수를 사용하였다. 파라아미노 안식향산 에틸 100g을 에틸알콜 1,000ml에 용해한 후 해수에 희석하여 50, 75, 100, 150, 200, 300ppm으로 만들어 사용하였으며, 시험중 수온은 14℃, 18℃ 및 24℃이었다.

마취제에 의한 전복 박리율은 小畑·高橋(1981)의 방법에 준하여 소정의 마취액을 온도구간 시험구에 투입한 후, 공시패가 부착하고 있는 파판에서 탈락되는 누적 시간을 조사하였다. 회복상태는 박리된 공시패의 각을 저면으로 향하게 놓고 유수수조에 수용한 후, 자력으로 움직이는 상태를 매시간 조사하였다. 그리고 적정 마취농도는 河西等(1987)의 방법에 준하여 90%의 박리 및 회복되는 시간을 적정 박리시간 및 적정 회복시간으로 설정하였으며, 박리 및 회복시간이 각각 10분 이내, 30분 걸리는 최저 농도를 편의적으로 적정마취 농도라고 하였다. 아울러 마취제 독성에 의한 전복치패의

폐사유무를 파악하기 위하여 18℃시험구에서 각 농도별로 마취한 다음, 유수수조에 넣은 후 7주일 이내에 폐사체를 조사하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 세균성 질병

조사기간 중 세균성 질병발생으로 인한 전복의 대량 폐사는 없었으나, 일부 활력이 저하된 전복의 경우 *Vibrio* sp.와 *Pseudomonas* sp.가 감염되었다. 2002년 9월에 해상가두리 전복에서 분리한 *Vibrio* sp. MK-1은 그람양성, 운동성이 있었으며, 10℃와 45℃에서 발육하지 않았다. 옥시다제, 카탈라제, MR 및 시몬스 구연산 이용에 양성을 나타내었으나, ONPG와 인돌 생산에는 음성을 나타내었다. 탄수화물 분해능에서 글루코스, 트레할로스 및 수크로스는 분해하여 산을 생산하였으나, 키시로스, 솔비톨과 만니톨은 이용하지 않았다. 2003년 7월에 해상가두리 전복에서 분리한 *Pseudomonas* sp. MK-2는 OF반응에서 산화반응을 나타내었으며, 운동성과 옥시다제에 양성이었다. 탄수화물 분해능에서 글루코스를 이용하지 않았다. 이상의 결과를 MacFaddin(1980), ASM(1981) 및 Inglis *et al.*(1993)에 기재한 것과 비교하여 상기에 언급한 균으로 동정하였다.

나. 대표균주에 대한 약제감수성

조사기간중 활력이 저하된 전복에서 분리 동정된 대표균주에 대한 약제 감수성시험의 결과는(Table 9)에서 보는 바와 같다. *Vibrio* sp. MK-1은 옥사실린, 노보비오신, 미노사이클린의 순으로, *Pseudomonas* sp. MK-2는 카나마이신, 테트라사이클린 순으로 강한 감수성을 나타내었다.

Table 9. Drug sensitivities of strain

Antimicrobial agent	Disc content (μg)	<i>Vibrio sp.</i>	<i>Pseudomonas sp.</i>
		KHNU-54	KHNS-55
Ampicillin	10	—	—
Cephalothin	30	—	—
Doxycycline	30	—	+
Erythromycin	15	—	—
Kanamycin	30	+	++
Methicillin	5	+	+
Minocycline	30	++	+
Novobiocin	30	++	+
Oxacillin	1	+++	+
Oxolinic acid	2	—	—
Penicillin	100U	+	+
Tetracycline	30	++	+++

— : resistance, + : <5~15mm, ++ : 15~20mm, +++ : >20mm.

다. 전복치패 근육위축증

조사기간 중 기생충성 질병에 의한 대량 폐사는 없었으나, 근육이 위축된 전복치패의 각장은 28.3~31.2mm 이었으며, 질병발생 당시의 수온은 20℃ 전후였다. 파판위에 부착하고 있는 전복 치패는 매우 여위어 근육이 위축된 비정상적인 것이었으며, 탈색 및 움직임이 둔화되면서 폐사되었다(Fig. 41). 근육이 위축된 전복의 아가미를 현미경으로 관찰하면 활발히 움직이는 스쿠티카섬모충이 다량 관찰되었다. 근육이 위축된 전복치패에서 검출된 기생충은 서양배 모양이며 가장자리에 섬모가 있다. 또한 충체의 전장은 24~48 μm 이며, 2분법으로 분열하는 것이 관찰되었다. Hemacolor로 충체를 염색한 결과 가장자리에는 다량의 섬모가 관찰되었으며, 내부에는 다량의 전분성 과립과 커다란 핵이 관찰되었다(Fig. 42). 따라서 전복양식장에서 사육중인 근육위축, 탈색 및 움직임이 둔화되면서 폐사되는 현상을 전복 근육위축증이라고 하였으며, 원인 생물을 스쿠티카섬모충으로 동정하였다.

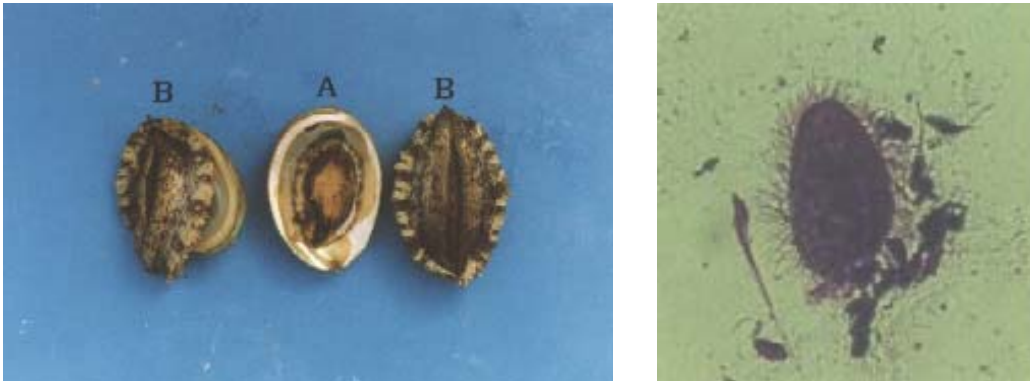


Fig. 41. Abnormal abalone(A), Normal abalone(B).

Fig. 42. Morphology of the isolated scuticociliatids(hemacolor strain).

라. 근육위축증 구제

천연물질인 올리고키토산 OCHT 10~500ppm 처리에 의한 in vitro에서 스쿠티카섬모충(10^4 마리/ml)의 사멸은 Table 10에서 보는 바와 같다. OCHT 10, 50, 100, 200, 300, 4000 및 500ppm시험구에서 스쿠티카섬모충의 사멸시간은 각각 80, 60, 50, 40, 20, 10 및 5분이 소요되었다.

OCHT(200ppm) 약육에 따른 기생충의 사멸과정은 다음과 같다. 스쿠티카섬모충은 가장자리에 많은 섬모가 관찰되었으나, OCHT 처리후 시간 경과에 따라 기생충의 섬모가 위축되거나 없어져 활동이 둔화되었으며, 타원형의 충체는 원형으로 변했다. 원형으로 변한 충체는 팽창되어 세포막이 파괴되어 죽거나, 한쪽 방향으로 세포막이 부풀었다. 충체의 세포질은 부풀어 오른 세포막 방향으로 이동된 후, 세포막이 파괴되어 사멸되었다.

Table 10. Experimentation concentration and time treated with oligo chitosan at water temperature of 20°C

Concentration (ppm)	Time (min.)						
	5	10	20	40	50	60	80
500	+						
400		+					
300			+				
200				+			
100					+		
50						+	
10							+
Control							-

+ : death time of scuticociliatids. - : live time of scuticociliatids.

마. 전복 패각괴사증

조사기간중 전복 패각괴사증에 의한 대량폐사는 없었다. 해조류를 섭취한 전복의 패각은 일반적으로 녹색을 띤다. 그러나 남조류가 착생된 전복 패각은 회백색으로 변색되어 패각괴사가 발생되었음을 알 수 있었다. 패각괴사 현상이 가장 먼저 발생하는 부위는 패각 제4~6번째 호흡공이었고, 괴사된 패각은 얇아져 부서지기 쉬웠으며, 하나의 호흡공에서 발생된 패각 괴사증 부위는 점차 이웃 호흡공까지 확대되어 큰 구멍이 형성되었다. 그 큰 구멍은 호흡공 뿐만 아니라 패각 전체로 확대되었으며 그로 인하여 전복 육질이 밖으로 드러났다. 또한 패각괴사가 일어나는 부위를 탈석회하여 고배율로 검경시 8 μ m 전후의 매우 작은 벌집모양의 구멍이 많이 관찰되었다. 벌집모양의 작은 구멍은 독립되어 있거나 서로 연결되었다.

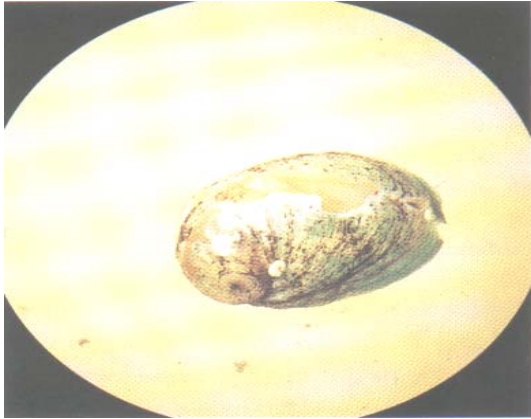


Fig. 43. Abnormal abalone,



Normal abalone.

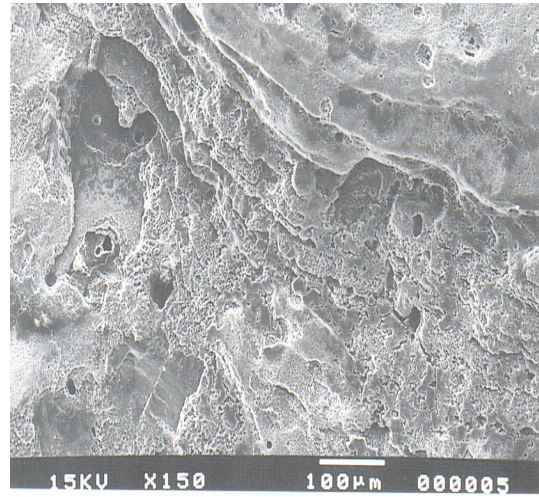


Fig. 44. Shell with necrotized breathing hole, showing many the brown tiny colony.

패각괴사 현상이 일어나는 부위는 갈색 미소 집락이 많이 산재되어 있었으며, 갈색 미소 집락을 멸균 식염수로 희석하여 관찰하거나 패각을 탈석회하여 고배율로 검경시 $0.3 \times 10 \mu\text{m}$ 크기의 남조류가 관찰되었다. 남조류는 가는 원주상 또는 사상체로 패각속에 수직으로 서식하고 있었다. 남조류는 패각 괴사증이 심하게 발생된 부위보다 표면이 거칠고 덜 파괴된 패각에서 많이 관찰되었다. 또한 남조류가 착생하는 주위에는 남조

류의 분비물로 추정되는 연한 갈색의 물질들이 쌓여있었다. 이들 남조류에 대하여 흡광도 및 흡수스펙트럼 분석결과 측정된 색소는 Chl-a와 carotenoid 색소가 나타났으며, phycocyanin는 감지되지 않았다

한편, 주사전자현미경을(SEM)을 사용하여 괴사된 패각을 관찰하면 패각이 덜 괴사된 곳에는 크고 작은 벌집모양의 구멍이 나있고 좀더 심화된 곳에는 석회질로된 표층이 파괴되어 깊게 패여있었다(Fig. 44). 패각괴사증이 가장 심한 곳은 표층부터 전복의 육질이 닿는 진주층까지 계단식으로 파괴되어 층서화를 이루고 있었다. 패각 괴사가 일어나는 과정을 관찰할 때 패각전체에 남조류가 착생하여 서식하지만 괴사현상은 주로 호흡공 제4~6번째부터 발생되었다. 이것은 호흡공 주변의 패각층이 다른 부위보다 얇고 연약하여 쉽게 파괴되는 것으로 판단되었다. 또한 참전복 호흡공 주변이 패각 분열 및 성장점이라는 것을 감안할 때 패각 괴사증은 전복의 성장에 심한 장애요인이 될 수 있을 것으로 판단된다.

갈색 미소 집락이 많이 산재되어 있는 패각층을 주사전자현미경으로 관찰하여 본 결과 표층에는 수 많은 가는 원주상 또는 사상체 형태의 남조류가 패각층에 수직으로 분포하고 있었다. 이들 남조류는 패각을 뚫고 구멍에 서식하고 있었다. 남조류의 서식 밀도가 높고 번식함에 따라 패각 표층이 파괴되고 점차 내부로 점진적인 침식이 있었다. 일부 8 μ m 이상되는 남조류는 중간부위에 이질세포(heterocyst)가 있어서 양쪽에 생장세포와 연결되어 있었다(Fig. 45). 이들 남조류는 패각을 침식하다가 패각이 파괴되거나 단단한 층을 만나면 주변의 다른 부위로 이동하는 것으로 보인다. 전복의 성체에서도 이들 남조류가 발견되었으나 패각층이 치패의 것보다 더 두껍고 단단하여 전혀 해가 없었다.

따라서 참전복 치패의 패각 괴사증을 일으키는 원인생물은 석회질 성분으로 구성된 패각에 구멍을 뚫는 특징, 세포의 형태와 분열방법, 이질세포(heterocyst), 엽록소 구성 등의 특징을 갖는 점으로 보아 남조류인 *Mastigocoleus* sp.(Nostochopsidacea; Stigonematles; Cyanophyta)로 동정된다.

한편, *Mastigocoleus* sp.에 심하게 감염된 전복양식장에서 채집된 1, 2년산 전복패각의 괴사(변색, 갈색 미소집락 및 호흡공괴사) 부위를 Fig. 45에 나타냈다.

Mastigocoleus sp.에 의한 전복 호흡공괴사는 제4~6번의 호흡공에서 90% 이상 발생하였으며, 패각괴사증이 진행함에 따라 호흡공은 서로 연결되어 하나의 구멍으로 크게 확장되었다(Fig. 45A). 확장된 구멍주위는 회백색으로 패각이 탈색되었으며, 패각의 두께는 얇아지고 현미경적인 미세구멍이 많이 발생되었다(Fig. 45B). 한편 호흡공이 괴사된 패각에는 거의 모든 곳에 갈색의 미소집락이 있었다(Fig. 45C).

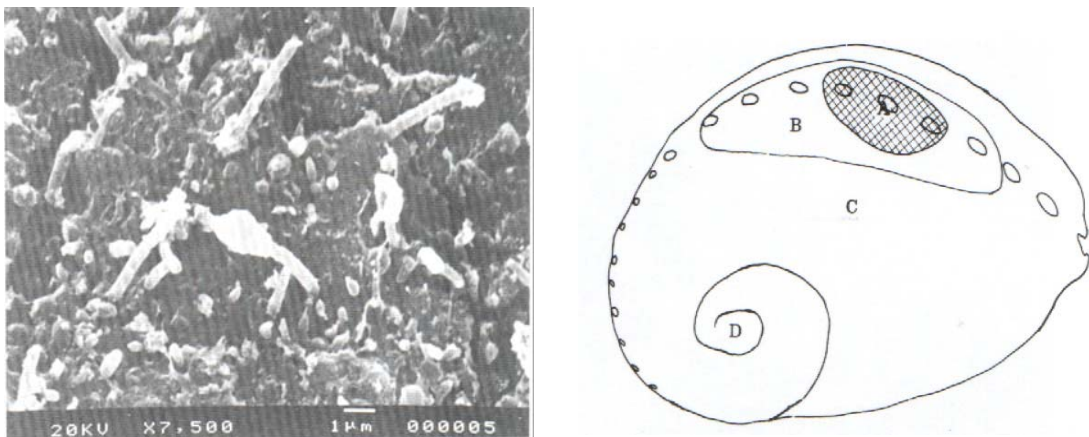


Fig. 45. *Mastigocoleus* sp. after being released from the shell by dilution or dicalcification.

바. 전복 마취

수온 14℃ 시험구에서 각 마취농도 (파라아미노 안식향산 에틸)별 공시패 전부를 박리하는 데 걸리는 시간은 파라아미노 안식향산 에틸 150ppm, 100ppm, 75ppm, 50ppm에서 각각 16분, 35분, 35분, 35분(80%박리)이었다. 그리고 마취 농도에 따른 누적 회복율은 Table. 11에 나타내었다. 공시패 전부를 회복하는데 걸리는 시간은 파라아미노 안식향산 에틸 150ppm, 100ppm, 75ppm, 50ppm에서 각각 100분, 60분, 30분, 30분이었으며, 시험종료 후 7일째까지 폐사유무를 조사한 결과 폐사체는 없었다.

Table 11. Recovery rate in young abalone, *Haliotis discus hannai* treated with ethyl-p-amino-benzoate(14°C)

Concentration (ppm)	Time (min.)				
	20	30	60	90	100
150					100
100			100		
75		100			
50		100			

수은 18°C 시험구에서 각 마취농도 (파라아미노 안식향산 에틸)별 공시패 전부를 박리하는 데 걸리는 시간은 파라아미노 안식향산 에틸 300ppm, 200ppm, 150ppm, 100ppm, 75ppm, 50ppm에서 각각 4분, 4분, 6분, 8분, 8분, 12분이었다. 그리고 마취 농도에 따른 누적 회복율은 Table 12에 나타내었다. 공시패 전부가 회복하는 데 걸리는 시간은 파라아미노 안식향산 에틸 300ppm, 200ppm, 150ppm, 100ppm, 75ppm, 50ppm에서 각각 210분(90%회복), 180분(95%), 90분, 60분, 30분, 20분이었다. 시험종료 후 7일째까지 폐사유무를 조사한 결과 파라아미노 안식향산 300ppm과 200ppm 시험구에서 각각 2마리, 1마리씩 폐사되었다.

Table 12. Recovery rate in young abalones, *Haliotis discus Hannai* treated with ethyl-p-amino-benzoate(18°C)

Concentration (ppm)	Time (min.)					
	20	30	60	90	180	210
300						90
200					95	
150				100		
100			100			
75		100				
50	100					

수온 24℃ 시험구에서 각 마취농도 (파라아미노 안식향산 에틸)별 공시패 전부를 박리하는 데 걸리는 시간은 파라아미노 안식향산 에틸 150ppm, 100ppm, 75ppm, 50ppm에서 각각 8분, 10분, 10분, 12분이었다. 그리고 마취 농도에 따른 누적 회복율은 Table 13에 나타내었다. 공시패 전부가 회복하는 데 걸리는 시간은 파라아미노 안식향산 에틸 150ppm, 100ppm, 75ppm, 50ppm에서 각각 70분, 50분, 30분, 20분이었으며, 시험종료 후 7일째까지 폐사유무를 조사한 결과 폐사체는 없었다.

Table 13. Recovery rate in young abalones, *Haliotis discus hannai* treated with ethyl-p-amino-benzoate(24℃)

Concentration (ppm)	Time (min.)			
	20	30	50	70
150				100
100			100	
75		100		
50	100			

사. 부착생물 조사

전북 해상가두리 양식에 최대 고민거리는 부착·해적생물로부터 양식생물에 안전을 도모할 수 있어야 한다. 전북 해상가두리양식은 어류양식에 비해 사육기간이 길어 부착·해적생물 구제에 가장 많은 노동력이 요구되고 있다. 부착생물이 그물망에 다량 부착할 경우, 조류소통에 방해가 되어 지장을 초래할 뿐만 아니라, 사육공간에 필이 침착하여 여름철 생존율을 낮추는 결과가 발생된다. 또한, 해적생물이 사육공간에 침입하였을 때, 연중 사육생물이 식해 되거나 성장에 지장을 주므로 정상적인 양식이 어려운 실정이다.

부착생물은 출현하는 종 및 발생량이 계절별로 다르게 나타났다. 또한, 부착기질에 따라 생물종류가 달라질 수 있으며, 생물량도 다르게 조사되었다. 가두리그물 부착생물은 해조류, 패류, 무척추동물 등 다양하게 출현하는 것으로 확인되었다. 계절별로 가두리 그물에 부착하는 생물을 살펴보면, 겨울철에는 해조류가 주로 우점을 하는데 파

래, 진두발, 김 등이 주로 부착하는 것으로 조사되었다. 해조류는 수심 1m 이하에서 가두리 망에 부착한다. 3월경에 번무 하다가 소멸되는 경향을 보이고, 파래의 경우는 종류에 따라 연중 부착하는 것으로 조사되었다. 겨울철 해조류의 경우 전복 가두리양식어장에 큰 지장을 주지 않는 것으로 판단되며, 대부분의 부착층은 수심 50cm이하의 수층에서 부착하므로 조류흐름에 방해될 크게 영향을 주지 않는 것으로 판단된다. 봄철에는 청각, 물우렁쟁이 진주담치, 비단가리비 등이 부착을 하였는데, 청각의 경우는 성장은 빠르나 쉽게 제거가 가능하였다. 물우렁쟁이류는 미더덕, 오만둥이로 크게 2종류가 부착하였다. 봄철에 주로 부착하고 계속 성장하면서 그물무게를 증가시켜 사육관리가 어려울 뿐만 아니라, 대량 부착하게 되면 물 흐름을 방해하여 사육공간에 펄을 침착시켜 사육환경을 악화시킨다. 부착초기에는 회전원판 고압청소기로 구제하면 쉽게 제거가 가능하였으나, 왕성하게 성장하는 여름철에는 부착기가 단단하게 그물을 감싸고 있어서 제거가 어렵다. 손 작업을 통해서 구제가 가능했으며, 일단 부착되면 다년간 서식하는 것으로 판단된다. 물우렁쟁이의 구제는 부착시기에 부착층을 피해 수심 3m 이하로 내려 양식을 하면 구제 효과가 있을 것으로 사료된다. 여름철에 부착하는 생물은 파래, 석묵, 바다대벌레류 등으로 조사되었다. 석묵과 바다대벌레류는 대량부착을 하며, 번식 또한 왕성하여 짧은 기간동안 그물코를 막아 조류흐름을 방해한다. 석묵은 부착초기 부착기가 약해 회전원판 고압청소기로 구제가 가능하였으나, 부착 후 성장하면 부착기가 단단해져 구제가 어려워진다. 바다대벌레류는 회전원판 고압청소기나 햇볕에 노출시키면 깨끗이 구제되었다. 가을철은 특별한 부착생물이 발생되지 않는 것으로 조사되어 그물망 교체작업을 실시하기에 좋을 것으로 판단된다.

수온이 하강하는 시기에는 부착생물량이 급격히 감소하는 결과를 보여, 가을철에 가장 많은 생물이 부착하는 것으로 조사되었다. 10월중에 망갈이를 하면 부착생물에 대한 피해가 적을 것으로 판단된다. 망갈이는 연중 1회 정도 교체작업을 실시하는 것이 좋을 것으로 사료되며, 월 1회 정도는 회전원판 청소기로 그물망 청소작업을 실시하는 것이 전복양식에 효과적일 것이라 판단된다. 전복집에 부착하는 생물은 주로 진주담치, 참굴, 물우렁쟁이류, 납작벌레 등이 부착하는 것으로 조사되었는데, 가장 피해를 많이 주는 생물은 진주담치이다. 진주담치는 봄철부터 부착하기 시작하는데 족사를 내어

부착하며, 어린 전복에게 많은 피해를 주기도 한다. 어린 전복 패각에 족사를 내어 활동을 제약하여 성장을 저해하거나, 전복집과 어린 전복을 족사로 연결하여 섭이활동을 못하게 하여 죽이는 경우가 대부분이다.

1) 가두리 그물의 부착생물

① 석목(*Campylaeophora hypnaeoides*)

홍조식물 비단풀과의 바닷말로 분포지역은 한국, 일본 등지에 서식한다. 식물체는 지름 1mm 이내의 가느다란 실 모양의 줄기가 여러 번 교차한 형태로 갈라지며 불규칙하게 그물에 엉켜서 길이 10~20cm로 자란다. 석목은 4월부터 11까지 빠른 속도로 자라 그물코를 막아 해수흐름을 방해한다. 어린 석목은 회전원판 고압청소기를 이용하여 그물청소를 실시하면 제거하기 쉽지만, 성체가 될 수록 제거하기가 어렵다. 많은 가지로 갈라져서 뭉쳐있기 때문에 수중의 현탁유기물(펄)이 쌓여 그물내 영향을 줄 수 있다. 석목은 수심 2m 이하에서는 부착율이 적었으며, 겨울·봄철에는 자생하지 않는 것으로 조사되었다.

② 진두발(*Chondrus ocellatus*)

몸의 형태는 각상근에서 모여 나고 다소 편압된 가느다란 췌기꼴의 줄기가 있고 상부는 수회 접근하여 차상으로 분기한 부채꼴 모양을 가진다. 망에 부착하여 물 흐름을 방해하였고, 주로 봄에 부착하는 것으로 조사되었다. 그물청소로 쉽게 제거가 가능하였다.

③ 파래류(*Monostroma* spp.)

그물에 부착하는 파래의 종류는 가시파래, 격자파래, 납작파래, 잎파래, 창자파래로서 연중 종류별로 부착하는 것으로 조사되었다. 파래는 햇볕에 영향을 받는 해수면에서 50cm정도 그물깊이에 주로 부착한다. 조류흐름에 영향을 크게 영향을 주지 않는 것으로 판단되며, 그물청소 시 제거가 쉽다. 또한, 계절에 따라서 쉽게 사라지는 특징을 가지고 있다. 파래류는 그물에 대량 군집을 이룬다.

④ 청각(*Codium fragile*)

청각의 유체는 초겨울부터 나타나기 시작하여 늦은 봄에서 초가을까지 왕성하게 자라고, 늦은 가을부터 차차 쇠퇴되고 한겨울에 가장 쇠퇴한다. 겨울부터 부착하기 시작

한 청각은 이른 봄에 촘촘하게 그물에 부착하여 자라는 것으로 조사되었다. 제거방법은 쉽게 떨어지므로 회전원판 고압청소기를 사용하여 쉽게 구제 할 수 있다.

⑤ 말미잘(*Actinia* spp.)

말미잘은 산호와 함께 자포동물에 속하고 구조상 중앙에 입이 있고 이를 둘러싼 왕관모양의 촉수들이 짧고 뭉툭하거나 길고 날씬하기도 하며 수십 가닥이 나와 있다.

전복생물에 직접적인 해를 끼치지 않는 것으로 조사되었으나, 그물에 부착밀도가 높아지면 수중의 용존산소를 소비하고 조류소통을 방해하여 사육칸에 펄이 쌓이게 되어 대량부착 시에 그물청소 등을 해주어야 한다.

⑥ 물우렁챙이류(*Styela* spp.)

미더덕, 오만둥이 등이 그물에 주로 부착한다. 부착시기는 겨울에 산란하여 유생기간으로 지나다가 봄철인 4·5월에 그물에 부착하는 것으로 조사되었다. 물우렁챙이가 그물에 부착하여 성장하면 가두리 그물이 무거워져 작업을 실시할 때 불편하다. 또한, 전복가두리 양식어장은 지역특성상 와류가 형성되는 지역으로 물우렁챙이류가 대량부착하기 때문에 물우렁챙이의 구제에 신경을 써야 한다. 물우렁챙이는 부착초기에 회전원판 고압청소기로 잘 떨어지지만, 성장하면 부착기가 단단해져 구제하기 어려워진다. 물우렁챙이는 한번 부착하면 계속 성장해 전복가두리양식에 지장을 줌으로, 그물같이 실시하여 구제하는 것이 효과적이다. 부착층은 그물 전 면적에서 서식하는 것으로 조사되었다.

⑦ 진주담치(*Mytilus* spp.)

진주담치는 패류 진주담치목 홍합과에 속하며, 주로 바위나 딱딱한 고착기질에 부착하는 습성을 가지고 있으며, 껍질은 검은 보라색이고 광택을 내며 매우 얇은 것이 특징이다. 한류성으로 조간대에서 수심 20m까지 족사를 내어 부착한다. 3월부터 육안으로 진주담치의 부착을 확인할 수 있었다. 진주담치로 인한 피해를 줄이려면 진주담치 부착량이 적어지는 6월말~7월 초순경에 망 청소를 실시해야 할 것으로 판단된다. 수산양식(1998)에 의하면, 진주담치는 부착층은 수면으로부터 1~2m 수심대에서 주로 부착한다고 하였다.

⑧ 바다대벌레류 (*Caprella* spp.)

조간대 중·하부의 조수웅덩이 또는 아래쪽의 물에 잠긴 해조류 엽체 표면 등에서 흔히 발견되는 단각류이다. 공기 중에 완전히 노출되면 죽는 특징을 갖고 있으며, 부속지의 끝 부분이 날카로운 갈고리로 변형되어 기질을 단단히 움켜쥘 수 있게 되어 있다, 몸의 마디마디가 마치 대나무 마디처럼 가늘고 잘록하다. 주로 소형의 무척추동물이나 그들의 유생 또는 부착성 돌말류들을 섭이하는 잡식성 포식자이다.

바다대벌레류는 주로 그물에 부착하여 생활한다. 5월부터 부착하기 시작하여 여름철까지 성장한다. 조류소통을 방해하고 수중 용존산소를 소비하는 것으로 조사되었으며, 그물에 부착하는 생물량도 높은 것으로 조사되었다.

2) 가두리안의 부착생물

① 진주담치(*Mytilus* spp.)

전복집의 진주담치 부착은 4월부터 육안으로 관찰되었다. 주로 부착하는 부위는 전복집의 하단부와 고정틀을 묶는 부위에 부착밀도가 높았다. 진주담치가 봄부터 부착하여 빠른 성장을 하였는데, 족사를 내어 전복집에 부착하면, 전복이 부착할 수 있는 공간을 침해하는 문제점이 발생된다. 특히, 5cm이하의 어린 전복종묘 패각에 족사를 내어 부착하면 활동성에 제약을 받아 먹이섭이에 가장 큰 영향을 미치고, 그물바닥이나 전복집에 부착되어 이동하지 못하고 폐사 하였다. 진주담치의 피해는 어린종묘 일수록 피해가 크다.

② 비단가리비(*Chlamys farreri*)

비단가리비는 8월 초순 이전에 산란을 끝내고 10월 말이면 5~7mm크기의 치패로 전복집과 전복의 패각에 부착하여 성장하는데 1년이 경과하면 7cm까지 성장하여 전복가두리내에 입식한 전복의 양보다 비단가리비 개체 수가 더 많아진다.

특히 쉘타 안쪽에 대량으로 부착하여 전복의 서식환경을 크게 해치는 실정이다. 비단가리비의 구제는 일일이 손으로 잡아내는 방법밖에 없는 실정이다.

③ 물우렁챙이류(*Styela* spp.)

물우렁챙이는 6월부터 전복집 안쪽에 대량 부착하였다. 전복에 직접적인 피해를 주지 않지만 전복집 부착면적을 차지하고 있어, 전복양성밀도에 영향을 줄뿐만 아니라,

원활한 이동을 저해하는 것으로 조사되었다. 물우렁쟁이의 부착을 억제 위해서는 수심을 3m정도 낮추어 관리하면 효과가 큰 것으로 조사되었다. 물우렁쟁이류는 전복집 청소로 구제가 가능하였다.

④ 따개비(*Chthalamus spp.*)

따개비는 절지동물 갑각강 환홍목 따개비 과에 속한다. 몸길이는 10~15mm 정도로 굴둥이라고도 불리운다. 모두 바다 산이며 난생이다. 몸은 산자 모양이며 딱딱한 석회질 껍데기로 덮여있다. 따개비가 주로 부착하는 곳은 전복집 윗 부분으로 햇볕이 투과하는 부분에 주로 부착한다. 따개비 부착은 주로 7월부터 부착하기 시작하여 11월까지 부착한다. 따개비는 가두리 그물 안에 펄을 쌓이게 할 뿐만 아니라, 전복의 이동 및 부착을 방해한다. 회전원판 고압청소기를 사용하여 떼어내면 쉽게 떨어진다.

⑤ 흰삿갓조개류(*Acmaea pallida*)

흰삿갓조개는 조간대에서 수심 20m까지 살고 있으며, 대부분이 타원형이다. 껍집은 큰 편이고 흰색으로 두껍다. 각정은 약간 앞쪽으로 기울고, 각정에서 20여개의 순백색을 띤다. 흰삿갓조개의 부착량은 적은 편이며, 도구를 이용하여 쉽게 구제할 수 있다.

⑥ 관뿔게꽃지렁이(*Hydroides norveiea*)

폴리도라(Polydora)류의 한 종류로서 석회질의 관을 만들어 그 속에서 생활한다. 머리에 유모상의 관을 덮어쓰고 있고 이것을 흔들며 먹이를 찾는다. 석회질의 관은 처음 층의 목부분에 분비된 점질성인 관이 차차 굳어져 층체가 성장함에 따라 석회질의 관으로 변해진다. 주로 전복집 전면에 걸쳐 부착하여 생활하고 있다. 관뿔게꽃지렁이는 유기오염이 심한 해에 이상 발생하는 일종의 내만성 오염지표생물로 부착량은 많지 않다. 관뿔게꽃지렁이는 연중 부착하는 것으로 조사되었으며, 전복집 청소 시 석회관을 제거하기 어려워, 전복집을 교체하여 사용하였다.

⑦보라성게(*Anthocidaris crassispina*)

매우강하고 날카로운 가시가 몸전체에 있어 전복의 부착서식환경을 크게 악화시키는데 8, 9월에는 가두리 1칸(2.5×2.5m)에 보라성게가 30~50개체가 출현하여 전복이 셀타나 바닥에 붙어있지 못하고 그물망에 부착하는 실정이다.

3) 전복패각의 부착생물

① 참굴(*Crassostrea gigas*)

참굴은 7월부터 육안으로 관찰이 가능했으며, 여름철 8·9·10월에 부착량이 많았다. 참굴은 9월경에 각장 30mm정도 크기로 성장하였으며, 부착 면이 좁고 약해 손으로 쉽게 제거가 가능하였다. 그러나, 10월경에는 참굴이 각장 40~70mm정도 성장하였고, 부착면적이 넓고 강해서 칼 등의 도구를 사용하여 제거할 수 있었다. 참굴은 전복의 호흡수공을 막아 전복의 호흡을 곤란하게 하였고, 전복의 이동에 지장을 줄뿐만 아니라, 전복의 체력을 소모하는 것으로 조사되었다.

② 따개비(*Chthalamus spp.*)

따개비의 부착은 육안으로 관찰되는 7월부터 전복 10마리당 패각에 3~4개체가 부착하기 시작하였고, 8월에는 10~19개체, 9월에는 20~25개체, 10월에는 25~32개체가 부착하여 가장 많은 개체가 10월에 부착하는 것으로 조사되었다.

③ 관뿔게꽃지렁이(*Hydroides norveiea*)

관뿔게꽃지렁이는 연중 출현하는 것으로 조사되었다. 부착은 여름철 고수온기에 주로 부착하였으며, 사육전복의 50%정도 부착하는 것으로 조사되었다. 관뿔게꽃지렁이가 부착하면 호흡수공을 막아 생리기능을 저해하고 전복패각을 용해하거나 천공되어 상품가치를 하락시키는 영향을 준 것으로 조사되었다.

④ 해면동물(porifera)

해면동물은 후생동물 중 가장 하등한 동물로 갯솥동물이라고 한다. 대부분이 조간대의 바위, 자갈과 내만의 모래, 진흙바닥에 착생해서 서식한다. 부착시기는 여름철로 전복집에 주로 부착하여 생활한다. 전복의 부착면적을 차지하고 있어 해면동물이 다량 부착하면 전복의 부착면적이 좁아지기 때문에 적정수용밀도양식이 곤란하게 된다. 전복집 교체작업으로 구제가 가능하였다(Fig. 46).



Fig. 46. Fouling organism in abalone cage culture.

아. 해적생물

1) 어류

① 감성돔(*Acanthopagrus schlegeli*)

감성돔의 형태적인 특징은 몸 빛깔이 금속 광택을 띤 회백색이며, 육식을 하는 내만성 어종으로 큰 이동이 없고 겨울철 깊은 곳으로 이동하여 월동을 한다. 감성돔 치어는 가두리 그물코 사이로 들어와 가두리 한 칸당 3~5마리가 서식하는 것으로 조사되었다. 감성돔은 전복을 식해하며, 많은 마릿수의 감성돔이 서식할 경우 피해가 클 것으로 판단된다. 여름철에 자주 제거하여 피해를 줄였다.

② 조피볼락(*Sebastes pachycephalus*)

몸 빛깔은 짙은 회갈색으로 몸옆에 흑갈색의 가로띠가 있으며 아래턱이 윗턱보다 약간 돌출되어 있으며 양턱에는 융털모양의 이빨띠가 있는데, 어류양식장에 주변에 서식하면서 자어기에 가두리안에 들어와서 쉘타부분에 은신하나 포식율은 높지 않는 것으로 판단 된다.

2) 갑각류

① 빨게(*Hyastenus diacanthus*)

빨게는 절지동물 십각목 물맷이게 과의 갑각류로서, 형태적인 특징은 갑각 및 다리는 짧고 연한 털로 덮혀 있다. 이마에 난 2개의 긴 돌기는 서로 벌어져 있다. 빨게는 육식성으로 가두리 한 칸에 2~5마리가 서식하여, 전복을 식해하는 것으로 조사되었다.

② 민꽃게(*Charybdis japonica*)

민꽃게는 절지동물 십각목 꽃게과의 갑각류로 얕은 바다의 진흙이나 모래 또는 돌바닥에서 서식하며, 육식을 한다. 전복가두리 양식에 가장 피해를 많이 주는 생물이라고 판단되며, 전복의 활동성이 없는 여름철 고수온기와 겨울철 저수온기에 가장 많이 식해하는 것으로 조사되었다.

3) 기타 생물

① 납작벌레(*Styluchus ijimai*)

납작벌레는 강장동물보다 한층 진보된 동물군으로 와충류, 흡충류, 촌충류의 3강에 포함된다. 굴양식에 심각한 피해를 주는 생물이다. 이동성 부착생물로서 납작벌레는 참굴이 출현하는 7월부터 나타나기 시작하였고, 가을철(10월)에 선별 및 망교체 시기까지 출현하는 것으로 조사되었다. 납작벌레는 폐사된 전복의 내부장기에서 발견되는 것으로 나타나, 납작벌레는 직접적인 해를 끼치는 해적생물로 판단되며, 피해를 줄이기 위해서는 가두리 어망 및 전복집에 쌓인 펄을 자주 제거해야 한다.

② 쥐(*A. agrarius*)

쥐과에 속하는 동물은 대부분 지상 또는 수상생활을 하는데, 가두리에 서식하는 쥐는 육지의 들쥐로 관리선을 통해 옮겨와서 스티로폼 부자 속에서 살면서 야간에 그물 윗부분으로 올라오는 전복을 식해하는데 쥐에 의한 피해가 매우 심하기 때문에 쥐약이나 끈끈이 쥐덫을 설치하여 잡아야 한다.

③ 수달류(*Lutra lutra*)

일부 어업인들의 목격과 배설물을 확인한 결과 초저녁 등 야간에 20~30마리의 전복을 먹어치우는 등 직접적인 피해를 주고 있으나 이에 대한 피해예방 대책은 전무한 실정이다.

제 4 장 연구결과활용계획서

사업구분	<input checked="" type="checkbox"/> 현장애로 <input type="checkbox"/> 첨단기술 <input type="checkbox"/> 정책연구		기술(연구)분야	
연구과제명	해상가두리 전복양식 표준화 연구			
주관연구기관	목포지방해양수산청	기관유형	<input type="checkbox"/> 대학 <input checked="" type="checkbox"/> 국공립연구기관 <input type="checkbox"/> 정부출연기관 <input type="checkbox"/> 민간연구소 <input type="checkbox"/> 기타()	
연구책임자	소 속	직 위	성 명	책임과제명
총괄연구책임자	목포지방해양수산청	수산물관리과장	오몽룡	
세부연구책임자	목포지방해양수산청	어촌지도사	이군승	크기별 수용밀도규명
"	목포지방해양수산청	어촌지도사	김호진	수심별 성장도규명
협동연구책임자	여수대학교	교수	최상덕	해적생물 및 질병조사
위탁연구책임자				
참 여 기 업	(주)윤송			
연구개발비 (천원)	계	정부출연금	기업부담금	기타부담금
	250,000	150,000	100,000	
총연구기간	2001년 9월 ~ 2004년 9월(3년)			
<p>수산특정연구개발사업관리규정 제24조제2항 규정에 의거 위 수산특정연구개발과제에 대한 연구결과활용계획서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: center;">2004년 9월 1일</p> <p style="text-align: center;">총괄연구책임자 : 오몽룡(인)</p> <p style="text-align: center;">주관연구기관장 : 정진관(직인)</p>				

1. 기술(연구)개발 현황

가. 연구목표 및 대비 결과(요약)

당초 연구 목표	당초 목표 대비 연구결과
<ul style="list-style-type: none"> ○ 적정 수용밀도 규명 ○ 시기별 질병 및 해적생물 조사 	<ul style="list-style-type: none"> - 15mm 시험구간에서는 6,000미, 30mm 시험구간에서는 1,000미, 50mm 시험구간에서는 500미, 70mm 시험구간에서는 400미 시험구가 가장 양호하였다. - 해적생물은 석회조류, 환형동물(흡충류)가 일부 부착하여 성장장애를 일으켰고, 전북 쉘타에 부착된 해적생물은 석회조류, 산호류, 해면류(물혹), 홍합, 석회조류, 산호류, 비단가리비 등이 부착 서식하고 가두리내에 출현한 해적생물은 조피불락, 놀래미, 성게, 게 등이 서식
<ul style="list-style-type: none"> ○ 수심별 성장도 규명 ○ 세균성 질병 원인균 동정 및 약제 치료 시험 	<ul style="list-style-type: none"> - 전북입식 크기에 관계 없이 2m, 3m 구간이 성장도 및 생존율이 높아 결국 소득율이 높게 나타났다 - 근육위축증은 전북의 아가미를 현미경으로 관찰하면 활발히 움직이는 스쿠티카섬모충이 다량 관찰되었다. 패각괴사증은 <i>Mastigocoleus sp.</i>에 의한 전북 패각괴사 현상이 가장 먼저 발생하는 부위는 패각 제4~6번째 호흡공이었고, 괴사된 패각은 얇아져 부서지기 쉬웠다.
<ul style="list-style-type: none"> ○ 먹이종류 및 공급량 규명 ○ 선별실시 후 성장도 규명 	<ul style="list-style-type: none"> - 다시마, 미역 2종을 시험구간별로 비교 실험한 결과 15mm 6,000미, 4,000미, 30mm 1,000미, 50mm 1,000미, 800미, 70mm 1,000미, 700미에서 다시마가 1~2mm 우수한 성장을 나타냈으며 30mm 2,000미는 성장차이가 없었다. -15mm 미선별구간에서는 4,000미, 15mm 선별구간에서는 2,000~4,000미 사이에서 21mm 로 성장하였으며 30mm 미선별구간에서는 1,000~2,000미가, 30mm 선별구간에서는 500~1,000미 사이에서 35mm 로 성장하였다

나. 기술(연구)개발 목적(1개만 선택하여 v표시하여 주십시오)

- 산업화(기술이전) 기술보급 정책활용(제도개선 등)
 타연구활용(기초연구) 기타()
 미활용(사유 :)

다. 기술개발수준(기술개발과제에 한하여 1개만 선택하여 v표시하여 주십시오)

- 기초연구단계(특정 용도를 위한 신기술을 얻거나 기술적 가능성을 탐색하는 단계)
 응용연구단계(기술적 가능성의 실증, 잠재적 실용화 가능성의 입증 등 실험적 확인단계)
 개발연구단계(Prototype 제작, Pilot Plant Test 등을 행하는 단계)
 실시준비단계(기업화, 기술이전을 위한 기술확보단계)
 실시완료단계(상품화 완료단계)

2. 연구수행결과 현황(연구종료시점까지)

가. 핵심 기술(노하우) 또는 연구결과

- 1) 시설비가 적게들고 성장기간이 단축되어 경쟁력 제고
 2) 「어업면허 및 어장관리에 관한 규칙」에 가두리식 전복양식이 법제화
 3) 시설방법, 수용밀도, 먹이공급등에 많은 기술 노하우 어업인 전수
 • 외화절약 및 수입대체 효과가 큼

※ 간략히 요약하여 기술

나. 산업재산권(특허, 실용신안, 의장, 프로그램 등)

구 분	기 술 명 칭	출원(공고, 등록) 번호	출원(공고, 등록) 일자	발명자 (출원인)	출원국	비 고

다. 논문게재 실적

제 목	발표자	학술지명	통권, 호	년, 월	발행기관
해상가두리에서 사육한 전복치패의 성장과 생존율	최하나	석사논문		2004	여수대학교

라. 학술회의 발표실적

제 목	발표자	학술회의명	호	발표년월일	발행기관

마. 발생품 및 시작품 내역

- 해상가두리 1조(16칸)
- 전복 45,000미

바. 정책활용실적

- 어업면허 및 어장관리에 관한 규칙 개정건의하여 가두리식 전복양식 규정 개정
- 어업면허의 관리등에 관한 규칙 개정건의하여 어류, 패류 복합양식건의

사. 기타 활용실적

- 어업인 기술교육에 활용
- 가두리식 전복양식 경영어가 760어가로 증가

3. 핵심기술(연구내용) 수준 및 활용유형

핵심기술 (연구내용)	핵심기술(연구내용) 수준					기술(연구결과) 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기 술복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장에로 해 결	정책 자료	기타
가두리내에서 적정수용밀고 규명	○							○	○	
가두리내에서 수심별 성장도 규명	○							○		
가두리내에서 떡이종류와 공급량규명	○							○		

※ 해당 내용에 대해서만 표기

4. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술(연구내용)	활 용 계 획(활용시기, 활용방법 등을 요약하여 기재)
적정수용밀도 규명	- 연구가 끝난 시점부터 어업인 현지지도 및 교육자료로 활용
수심별 성장도 규명	"
떡이종류 및 공급량 규명	"
시기별 발생하는 질병 및 해적생물	"

- ※ 1) 향후 활용에 따른 파급효과를 전문가 입장에서 구체적으로 기재
- 2) 정량적 기대효과는 예상매출액(백만원), 수입대체효과(백만원), 수출증대효과(백만원), 원가절감효과(백만원), 고용창출효과(명)등 분석하여 계량화하여 기재

7. 문제점 및 건의사항

제 5 장 참고문헌

- Choi, S. D., and J. Kim, 1999. Discovery of withering syndrome among abalone, *Haliotis discus hannai* from the south coast of Korea. J. Ins. Basic Sci.(Yosu Nat. Univ.), 1:45-55.
- Choi, S. D. and W. K. Lee, 1998. Antiparasitical effect of chitosan to scuticociliatids causing withering syndrome among abalone, *Haliotis discus hannai* at Dolsan Island, Korea. Bull. Yosu. Nat'l. Univ. 13:997-1008.
- Choi S. D., J. T. Youn and Y. C. Jo, 1998. Shell weakening in cultured abalone, *Haliotis discus hannai* by aboring alga *Mastigocoleus* sp.(Cyanophyte), J. Aquacult., 11:465-474.
- Kikuchi, s. and N. Uki, 1974a. Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* -1. Relation between water temperature and advancing sexual maturity of *Haliotis discus hannai* Ino. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 33: 69-78.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1974b. Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis*-2. Effect of irradiated sea water with ultraviolet rays on inducing to spawn. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 33: 79-86.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1974c. Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* -3. Reasonable sperm density for fertilization. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 34: 67-71.

- Kikuchi, S. and N. Uki, 1974d. Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* -4. Duration of fertility related to temperature. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 34: 73-75.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1974e. technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* -5. Relation between water temperature and advancing sexual maturity of *Haliotis discus* Reeve. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 34: 77-85.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1975. Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* -6. On sexual maturation of *Halotis gigantea* Gmelin under artificial conditions. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 35: 85-90.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1981. Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis*-7. Comparative examinations of rearing apparatus for conditioning adult of abalone. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 43: 47-51.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1982. technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* -8. Characteristics of spawning behavior of *Haliotis discus hannai* induced by ultraviolet irradiation stimulus. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 44: 83-90.
- Kim, B. H., S. M. Lee, C. S. Go, J. W. Kim and J. I. Myeong, 1998. Optimum stocking density of juvenile abalone(*Haliotis discus hannai*) fed formulated diet or macroalgae(*Undaria*). J. Korean Fish. Soc., 31: 869-874.

- K Nakamura & M Vazquez Archdale. 2001. Activity patterns of abalone under experimental conditions. *Aquaculture Research* 32: 169~179
- Lee, S. M., C. S. Park and T. S. Go. 1999. Effects of formulated diet and macroalgae(Undaria) on growth and body composition of juvenile abalone(*Haliotis discus hannai*) cultured in different shelter type and water temperature. *J. Korean Fish. Soc.*, 32: 284-289(in Korean).
- Ohgai, M., M. Wakano and S. Nagai, 1991. Effect of attached microalgae on the settlement of larve and growth of juvenile in abalone *Haliotis discus hannai* Ino. *Suisanzoshoku*, 39(3): 263-266.
- Ohgai, M., T. Matsui and H. Takagi, 1992. The effect of the environmental factors on the growth of attached diatom, *Cocconeis* sp. *Suisanzoshoku*, 40(2): 241-246
- Suzuti, H., T. Ioriya, T. Seki and Y. Aruga, 1987. Changing of algal community on the plastic plates used for rearing the abalone *Haliot is discus hannai*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53(2): 2163-2167.
- Tanaka, Y., 1978. Spawning induction of the abalone, *Nordotis gigantea* by chemical control with hydro-gen peroxide, *Bull. Tokai, Fish. Res. lab.*, 96: 93 - 101.
- Tong, L. J., G. A. Moss, P. Redfeam and J. Oingworth. 1992. Amanual of techniques for culturing type, *Haliotis iris*, through to the early juvenile stage. *N. Z. Fisheries Technical Repot*, 32: 5-21.

- Uki, N. 1986. Feeding behavior of experimental populations of the abalone, *Haliotis discus hannai*. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 43, 53-29.
- Uki, N. and S. Kikuchi, 1979. Food value of six benthic micro-algae on growth of juvenile abalone *Haliotis discus hannai* ino. Bull. Tohoku. Reg. Fish. Res. Lab., 40: 47-52.
- Uki, N., J. F. Grant, S. Kikuki, 1981. Juvenile growth of the abalone, *Haliotis discus hannai* fed certain benthic microalgae related to temperature Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 43: 59-63.
- Yamada, O. and H. Takano, 1987. Acceleration of the growth of benthic diatoms by using gelled agar. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 121: 29-34.
- 高見秀輝, 1996. エビアワビ 1年歳貝に對する 付着硅藻の 餌料價値.
- 菊地省吾, 1963. エジアワビのタンク採苗について. 水産増殖臨時號, 2.
- 内田惠太郎, 山本孝治, 1942. 朝鮮近海於にはるアウビの分布.ウ()ナス, 11(4).
- 西川信良, 1974. 貝類種描技術開發試驗 (エジタンク) 北海島裁漁總合事業正告書.
- 猪野 俊, 1966. アワビ増養殖,水産増養殖叢書, No.11. 水産資源保護協會.
- 内田惠太郎・山本孝治. 1942. 朝鮮近海に於けアクビの分布. Venus, 11: 119~124.

- 浮永久. 1981. エゾアクビ 對する コソブ目 海藻の 飼料價値. 東北水研究報告 42: 1
9~29
- 菊地省吾・樓井保雄・佐佐木實. 1967. 海藻20種のアクビ種貝に對する飼料效果. 東北水
研究報告 27: 93~100.
- 石田 修, 1993. クロアワビの成長に及ぼす飼育密度の影響. 水産養殖, 41(4):431-433.
- 김봉래·김재우·원승환·위중환·박홍양, 1997. 전복 치패의 중간육성시 광조건에 따
른 성장 효과. 수진연구보고 53 : 103~110
- 김병학·이상민·고창순·김재우·명정인, 1998. 시험 배합사료 및 미역 공급시 참전
복 치패의 적정 사육밀도. 한국수산학회지 31(6) : 869~874
- 김양섭·최중연·김지환. 1995. 참전복 채롱수하식양식 시험. 수진원사업보고, 34pp.
- 김재우·이상민·한석중·김병학·박승렬, 1998. 시험 배합사료, 관행사료 및 미역 공
급이 까막전복, 시볼트전복 및 참전복 치패의 성장과 체성분에 미치는 영향. 한국
양식학회지 11(4) : 505~512
- 금용구, 1992. 참전복(*Haliotis discus hannai* Ino)의 종묘생산을 위한부착성 규조류의
배양 및 먹이생물 효과. 부산수산대학 석사학위논문, 70 pp
- 김양섭·최중연·김지환, 1995. 참전복 채롱수하식 양식. 사업보고 30~32
- 김 윤·지영주·김승현·백재민·양상근, 1988. 한국산 주요 전복류의 중간형 태학적
특성. 수진연구보고 42 : 71~80

- 김 윤 · 지영주 · 김승현, 1990. 동일사육환경조건에서의 참전복과 까막전복의 성장. 수진연구보고 44 : 87~93
- 노 섭, 1988. 참전복, *Haliotis discus hannai* Ino의 종묘생산에 관한 연구. 부산수산대학 박사학위논문, 139 pp.
- 노 섭, 박춘규, 변충규, 1974. 전복의 증식에 관한 연구-1. 여수 근해산 전복 *Haliotis discus hannai* Ino의 준계채란에 관하여. 수진연보, 13: 77-92.
- 노홍길 · 박길순 · 이기완 · 임기봉 · 정기옥, 1982. 제주도산 전복치패 방류 어장의 환경 조건에 관한 연구. 수진연구보고 29 : 41~58
- 박무역. 1993. 폐쇄순환여과시스템에서 전복류 치패의 사육밀도와 성장. 제주대학교 석사학위논문, 44pp.
- 방극순 · 한석중, 1993. (오분자기 *Sulculus diversicolor aquatilis*)의 산란 및 발생에 미치는 수온의 영향. 수진연구보고 47 : 103~115
- 변충규, 1970. 전복의 증식에 관한 연구. 한수지, 3(3): 177-186.
- 배진희, 허성범, 1995. 해산 규조류 7종의 먹이효과 비교. 한국양식학회지, 8(4): 355 - 366.
- 이상민, 박찬선, 고태승. 1999. 수온과 shelter 형태를 달리한 참전복 사육에서 배합사료 및 미역 공급 효과. 한국수산학회지, 32(3):284-289.

- 이정의 · 손송정 · 한석중 · 김병균, 1989. 참전복(*Haliotis discus hannai* Ino)과 까막전복 (*H. discus* Reeve) 초기치패의 성장비교. 수진연구보고 43 : 157~163
- 위종환 · 김재우 · 김봉래 · 장영진, 1995. 추계산 전복치패의 월동시 가온사육 의 효과. 수진연구보고 49 : 113~126
- 위종환 · 장영진 · 이병철 · 이승주, 2000. 참전복(*Haliotis discus hannai*) 치패의 월동을 위한 가온사육시성장 및 생존율에 미치는 온도별 효과. 수진연구보고 58 : 50~55
- 전임기, 한석중, 이해영, 최상덕, 양길호, 1998. 경제난 극복을 위한 전략양식 육성. 전복양식워크숍. 국립수산진흥원, 127 pp.
- 지영주 · 유성규 · 노섭 · 김승현. 1988. 수하식채롱에 의한 참전복 *Haliotis discus hannai* Ino 치패의 수용밀도와 성장. 국립수산진흥원 연구보고, 42: 59~69.
- 정성채 · 지영주 · 손팔원. 1994. 참전복 *Haliotis discus hannai* Ino의 육상수조사육에 관한 연구. II. 먹이별사육시험. 한국양식학회지. 7(2): 77~87.
- 정성채 · 지영주 · 손팔원, 1994. 참전복(*Haliotis discus hannai*)의 육상수조 사육에 관한 연구 I. 치패성장에 미치는 수조형태 및 사육밀도의 영향. 한국양식학회지 7(1) : 9~20
- 최상덕, 김정, 라성주, 김호진, 김영중, 차용백, 추연동, 한동남, 2000. 전복질병발생원인과 예방대책에 관한 연구. 전라남도, 94 pp.

- 최상덕, 김호진, 서해립, 서호영, 양문호, 황성일, 1998. 양식산, 참전복(*Haliotis discus hannai*)에 대한 리도카인 및 MS-222의 박리효과. 한국어병학회지, 11(1): 35 - 41.
- 최상덕, 최규정, 김충만, 이원교, 신종암, 김 정, 고현정, 김용구, 서태호, 곽은주, 한종석, 김응용, 윤호섭, 2002. 전복의 품종개량을 위한 유전자원 확보, 여수대학교 수산증양식연구센터, 122 pp.
- 최상덕, 정성채, 김호진, 공용근, 백재민, 최규정, 1997. 온도구간별 파라아미노산식향산에틸과 담수에 의한 양식산 참전복(*Haliotis discus hannai*)치패의 박리 및 마취회복에 관한 연구. 한국양식학회지, 10(3): 281 - 288.
- 한석중 · 이정의 · 김병균 · 백종환, 1989. 가온사육에 의한 까막전복(*Haliotis discus Reeve*)의 산란효과. 수진연구보고 43 : 173~180
- 한형균 · 문영봉, 1996. 실내수조에서 참전복(*Haliotis discus hannai* Ino) 치패의 중간육성에 관한 연구. 수진연구보고 52 : 56~61
- 한형균, 허성범, 2000a. 참전복 치패에 대한 부착성 구조류의 먹이효율. 한국양식학회지, 13(2):153-161.
- 한형균, 허성범. 2000b. 성장이 늦은 소형 참전복 치패의 성장회복을 위한 부착성 구조류의 먹이효율. 한국양식학회지. 13(2): 163-168.
- 국립수산진흥원, 1994. 전복육상양식. 수산기술지 36 : 5~10
- 유성규. 1979. 천해양식. 새로출판사, 부산, 309~368.

수협중앙회, 2001. 우리바다 3 : 31~34

해양수산부, 1998. 전복 종묘생산 및 양성. 수산기술지 3 : 40~43

해양수산부, 1999. 내과성 가두리 양식시설 및 개량부자. 수산기술지 6

해양수산부, 2001. 가두리식 전복양식. 수산기술지 11

한석중. 1998. 전복양식. 구덕출판사, 부산, 260pp.

부 록

경 영 분 석

1. 경영분석을 통한 수심별 성장도 규명

경영분석의 기준은 본 시험양식 기간인 9개월을 적용하였으며 양성규모는 10×10m 가두리 1조(2.2 × 2.2m 16칸) 기준이며, 기존 가두리를 사용하는 것으로 시설비는 제외하였고 조수익 산출은 시험종료시 구간별 평균 최종생산량을 적용하였다.

경 영 분 석 기 준

- 양성기간 : 9개월 (전복 입식 후 2003. 7월까지)
- 양성규모 : 시험구간별 1조 10×10m(16칸)
- 칸당 규격 : 가로 2.2 × 세로 2.2m
- 가두리 시설 : 기존 가두리 사용
- 전복집(셸타) : 칸당 5개(L180×B30×H30cm)
- 조수익 산출 : 2003. 7월말 기준 시험구간별 크기 및 생산량 적용
- 조수익 단가 : 흑산도 전복 판매 단가 적용
- 경영비 : 자가 인건비 및 어장관리선 운영비 제외
- 사료 전환 효율 : 5% 적용

성공적인 양식 경영은 생산만 많이 한다고 해서 순수익을 많이 올리는 것은 아니다. 결국 사업의 성패는 지출과 수입의 차이에서 나타남으로 시설비와 경영비를 줄이고 상품화 될 수 있는 생산량을 늘이는 것이 최대의 목표라 하겠다.

본 사업의 경제성에 영향을 주는 핵심은 고단가의 전복 생산으로 조수익을 창출하고 경영비를 줄여 최대의 총소득(순소득)을 창출하는데 있다.

시험구간별 가두리 전복양식 경영을 아래 표 1~4에 의해 분석해 보면 소득율이 전복입식 크기에 관계 없이 2m, 3m 구간이 성장도 및 생존율이 높아 결국 소득율이 높게 나타났으며, 반면 1m, 4m, 구간은 낮게 나타났다.

결과적으로 수심별 가두리 전복양식 시험은 성장도, 생존율, 경제성 측면에서 검토해 볼 때 적정 수심은 2~3m로 판단된다.

수심별 결과 차이의 원인은 광선에 의한 투명도 차이, 표층과 저층의 조류 차이 등에서 온 결과로 판단된다.

2. 경 영 분 석

표 1. 전복 1.5cm 입식구간의 수심별 양식 경영분석

(단위 : 천원)

구분	규격	단위	단가 (원)	수 심 별								
				1m		2m		3m		4m		
				수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액	
조 수 익	전복(25mm·2.30g)	434마리/kg	kg	217,000	205	44,485						
	전복(28mm·2.82g)	354마리/kg	kg	212,400			258	54,799				
	전복(30mm·3.50g)	285마리/kg	kg	185,250					324	60,021		
	전복(25mm·2.25g)	444마리/kg	kg	217,000							202	43,834
시 설 비 및 경 영 비	종패구입	각장 1.5cm	마리	250	6,000	1,500	6,000	1,500	6,000	1,500	6,000	1,500
	사육망 및 고정틀	L2.2×B2.2m	칸	155,000	16	2,480	16	2,480	16	2,480	16	2,480
	전복집(PVC 쉘타)	L100*B28*H25	개	9,500	80	760	80	760	80	760	80	760
	고무밴드의 기타		칸	10,000	16	160	16	160	16	160	16	160
	사료구입비	(계)	kg		4,100	1,310	4,100	1,310	4,100	1,310	4,100	1,310
	미역(12~3월)	생미역	kg	250	1,800	450	1,800	450	1,800	450	1,800	450
	다시마(4~8월)	생다시마	kg	250	2,000	500	2,000	500	2,000	500	2,000	500
	다시마(9~11월)	염장다시마	kg	580	250	145	250	145	250	145	250	145
	다시마(9~11월)	수율8%건다시마	kg	4,300	50	215	50	215	50	215	50	215
	땃	시멘트 2톤	본	150,000	4	600	4	600	4	600	4	600
	친승 및 땃줄	PP Ø 40mm	환	280,000	2	560	2	560	2	560	2	560
	결속줄	PP Ø 12mm	환	48,000	4	192	4	192	4	192	4	192
	부자	200ℓ	개	7,500	60	450	60	450	60	450	60	450
	인건비(시설)	남자	명	50,000	4	200	4	200	4	200	4	200
계					9,522		9,522		9,522		9,522	
총소득(조수익-시설 및 경영비)						34,963		45,277		50,499		34,312
소득율(총수익/조수익*100)						78.6		82.6		84.1		78.3

표 2. 전복 3.0cm 입식구간의 수심별 양식 경영분석

(단위 : 천원)

구분	규격	단위	단가 (원)	수 심 별								
				1m		2m		3m		4m		
				수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액	
조 수 익	전 복 (3 8 m m · 8.42g)	119마리/kg	kg	95,200	242	23,038						
	전복(40mm · 10.2g)	98마리/kg	kg	83,300			306	25,490				
	전복(42mm · 12.0g)	83마리/kg	kg	74,700					365	27,265		
	전복(37mm · 7.32g)	137마리/kg	kg	106,860							212	22,654
시 설 비 및 경 영 비	종패구입	각장 3.0cm	마리	650	2,000	1,300	2,000	1,300	2,000	1,300	2,000	1,300
	사육망 및 고정틀	L2.2×B2.2m	칸	155,000	16	2,480	16	2,480	16	2,480	16	2,480
	전복집(PVC 셀타)	L100*B28*H25	개	9,500	80	760	80	760	80	760	80	760
	고무밴드외 기타		칸	10,000	16	160	16	160	16	160	16	160
	사료구입비	(계)	kg		4,840	1,727	4,840	1,727	4,840	1,727	4,840	1,727
	미역(12~3월)	생미역	kg	250	2,000	500	2,000	500	2,000	500	2,000	500
	다시마(4~8월)	생다시마	kg	250	2,400	600	2,400	600	2,400	600	2,400	600
	다시마(9~11월)	염장다시마	kg	580	340	197	340	197	340	197	340	197
	다시마(9~11월)	수율8%건다시 마	kg	4,300	100	430	100	430	100	430	100	430
	땃	시멘트 2톤	본	150,000	4	600	4	600	4	600	4	600
	친승 및 땃줄	PP Ø 40mm	환	280,000	2	560	2	560	2	560	2	560
	결속줄	PP Ø 12mm	환	48,000	4	192	4	192	4	192	4	192
	부자	200 ℓ	개	7,500	60	450	60	450	60	450	60	450
	인건비(시설)	남자	명	50,000	4	200	4	200	4	200	4	200
	계					10,156		10,156		10,156		10,156
총소득(조수익-시설 및 경영비)						12,882		15,334		17,109		12,498
소득율(총수익/조수익*100)						55.9		60.1		62.7		55.2

표 3. 전복 5.0cm 입식구간의 수심별 양식 경영분석

(단위 : 천원)

구분	규격	단위	단가 (원)	수 심 별								
				1m		2m		3m		4m		
				수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액	
조 수 익	전복(57mm·26.2g)	38마리/kg	kg	45,600	349	15,914						
	전복(59mm·29.5g)	34마리/kg	kg	44,200			427	18,873				
	전복(60mm·31.8g)	31마리/kg	kg	40,300					473	19,061		
	전복(57mm·26.3g)	38마리/kg	kg	45,600							356	16,234
시 설 비 및 경 영 비	종패구입	각장 5.0cm	마리	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	사육망 및 고정틀	L2.2×B2.2m	칸	155,000	16	2,480	16	2,480	16	2,480	16	2,480
	전복집(PVC 셀타)	L100*B28*H25	개	9,500	80	760	80	760	80	760	80	760
	고무밴드의 기타		칸	10,000	16	160	16	160	16	160	16	160
	사료구입비	(계)	kg		6,980	2,606	6,980	2,606	6,980	2,606	6,980	2,606
	미역(12~3월)	생미역	kg	250	3,000	750	3,000	750	3,000	750	3,000	750
	다시마(4~8월)	생다시마	kg	250	3,400	850	3,400	850	3,400	850	3,400	850
	다시마(9~11월)	염장다시마	kg	580	400	232	400	232	400	232	400	232
	다시마(9~11월)	수율8%건다시 마	kg	4,300	180	774	180	774	180	774	180	774
	땃	시멘트 2톤	본	150,000	4	600	4	600	4	600	4	600
	친승 및 땃줄	PP Ø 40mm	환	280,000	2	560	2	560	2	560	2	560
	결속줄	PP Ø 12mm	환	48,000	4	192	4	192	4	192	4	192
	부자	200ℓ	개	7,500	60	450	60	450	60	450	60	450
	인건비(시설)	남자	명	50,000	4	200	4	200	4	200	4	200
계					11,614		11,614		11,614		11,614	
총소득(조수익-시설 및 경영비)						4,300		7,259		7,447		4,620
소득율(총수익/조수익*100)						27.0		38.4		39.0		28.4

표 4. 전복 7.0cm 입식구간의 수심별 양식 경영분석

(단위 : 천원)

구분	규격	단위	단가 (원)	수 심 별								
				1m		2m		3m		4m		
				수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액	
조 수 익	전복(76mm·62.8g)	16마리/kg	kg	45,000	491	22,095						
	전복(78mm·69.2g)	14마리/kg	kg	47,000			595	27,965				
	전복(79mm·74.1g)	13마리/kg	kg	48,000					657	31,536		
	전복(77mm·65.2g)	15마리/kg	kg	46,000							529	24,334
시 설 비 및 경 영 비	종패구입	각장 7.0cm	마리	2,300	600	1,380	600	1,380	600	1,380	600	1,380
	사육망 및 고정틀	L2.2×B2.2m	칸	155,000	16	2,480	16	2,480	16	2,480	16	2,480
	전복집(PVC 셀타)	L100*B28*H25	개	9,500	80	760	80	760	80	760	80	760
	고무밴드의 기타		칸	10,000	16	160	16	160	16	160	16	160
	사료구입비	(계)	kg		9,820	3,544	9,820	3,544	9,820	3,544	9,820	3,544
	미역(12~3월)	생미역	kg	250	4,300	1,075	4,300	1,075	4,300	1,075	4,300	1,075
	다시마(4~8월)	생다시마	kg	250	4,700	1,175	4,700	1,175	4,700	1,175	4,700	1,175
	다시마(9~11월)	염장다시마	kg	580	600	348	600	348	600	348	600	348
	다시마(9~11월)	수율8%건다시마	kg	4,300	220	946	220	946	220	946	220	946
	땃	시멘트 2톤	본	150,000	4	600	4	600	4	600	4	600
	친승 및 땃줄	PP Ø 40mm	환	280,000	2	560	2	560	2	560	2	560
	결속줄	PP Ø 12mm	환	48,000	4	192	4	192	4	192	4	192
	부자	200 ℓ	개	7,500	60	450	60	450	60	450	60	450
	인건비(시설)	남자	명	50,000	4	200	4	200	4	200	4	200
계					13,870		13,870		13,870		13,870	
총소득(조수익-시설 및 경영비)						8,225		14,095		17,666		10,464
소득율(총수익/조수익*100)						37.2		50.4		56.0		43.0

【전복양식 소득 분석】

▷ 양성방법 : 중간육성+ 양성

▷ 시설규모 : 수면적 666m² (200 평)

▷ 사육기간 : 3 년

	항 목	금 액(천원)	산 출 내 역	
조 수 익	계	440,000	○ 중간패 매년 : 80,000미 ×1,000원×3년 ○ 성패 : 25,000미×평균100g = 2.5톤×80,000원/kg * 3년후 매년 조수익 : 280,000천원	
	판매소득	440,000		
생 산 비	경 영 비	☞재료비	120,400	
		-종패구입비	96,000	당년: 12만미, 2년째부터 매년 : 10만미 = 320,000미 × 300원 (각장 1.5cm)
		-사료구입비	13,000	미역,다시마 130톤 , kg당 100원
		-약품구입비	1,200	OTC: 40kg×10,000원× 3년
		-기 타	10,200	셀타 중간패용 500개×10,000원 성패용 800개×4,000원, 그물망 = 2,000천원
		☞인건비	18,000	
		-보조인건비	14,400	먹이구입,채취,운반 월평균 40만원 ×36개월
		-기타인건비	3,600	선별작업 년 2회 ×여자 20명× 30,000원×3년
		☞양식간접비	83,880	
		-전기요금	32,400	월평균 90만원×36개월
		-연료비	5,580	먹이운반차량, 발전기 등 년평균 경유 30드럼 ×3년 (면세유 1드럼 : 62,000원)
		-시설유지비	7,500	시설보수 교체,년평균 2,500천원 ×3년
		-주,부식비	25,200	월평균 70만원 ×36개월
		-제세공과금	7,200	전화,공제료, 기타 월평균 20만원×36개월
		-차량유지비	6,000	자동차세,보험료, 수리비 년평균 200만원×3년
	☞감가상각비	54,000	시설비:180,000천원 ÷10년 × 3년	
	계	276,280		
		자가노력비	46,800	남자1명: 월80만원,여자1명 50만원 × 36개월
	자본용역비	136,884	시설비 180,000천원 +경영비 276,280×년리10%×3년	
	총 계	459,964		
	총소득 (조수익-경영비)	163,720		
	소득율 (총소득/조수익)	37%		
	순소득 (조수익-생산비)	-19,964		

【전복양식 소득 분석】

▷ 양성방법 : 중간육성+ 양성

▷ 시설규모 : 수면적 666m² (200 평)

▷ 사육기간 : 4 년째부터 매년

항 목		금 액(천원)	산 출 내 역
조 수 익	계	280,000	○ 중간패 생산 : 80,000미 ×1,000원
	판매소득	280,000	○ 성패생산 : 25,000미×평균100g = 2.5톤×80,000원/kg (생존율80%)
경 영 비 비	☞재료비	46,900	
	-종패구입비	36,000	120,000미 × 300원 (각장 1.5cm)
	-사료구입비	10,500	미역,다시마 105톤 , kg당 100원
	-약품구입비	400	OTC: 40kg×10,000원
	- 기 타	-	기존셀타 이용
	☞인건비	6,000	
	-보조인건비	4,800	먹이구입,채취,운반 월평균 40만원 ×12개월
	-기타인건비	1,200	선별작업 년 2회 ×여자 20명× 30,000원
	☞양식간접비	27,960	
	-전기요금	10,800	월평균 90만원×12개월
	-연료비	1,860	먹이운반차량, 발전기 등 년평균 경유 30드럼 ×1년 (먼세유 1드럼 : 62,000원)
	-시설유지비	2,500	시설보수 교체,년평균 2,500천원 ×1년
	-주,부식비	8,400	월평균 70만원 ×12개월
	-제세공과금	2,400	전화,공제료, 기타 월평균 20만원×12개월
	-차량유지비	2,000	자동차세,보험료, 수리비 년평균 200만원×1년
	☞감가상각비	18,000	시설비:180,000천원 ÷10년 × 1년
계	98,860		
자가노력비	15,600	남자1명: 월80만원,여자1명 50만원 × 12개월	
자본용역비	27,886	시설비 180,000천원 +경영비98,860×년리10% ×1년	
총 계	142,346		
총소득 (조수익-경영비)		181,140	
소득율 (총소득/조수익)		64.7%	
순소득 (조수익-생산비)		137,654	

【전복양식 소득 분석】

▷ 양성방법 : 채롱수하식

▷ 시설규모 : 0.5 ha (10 줄)

▷ 사육기간 : 3 년

항 목		금 액(천원)	산 출 내 역	
조 수 익	계	200,000	30,000미 생산 미당평균 83.3g(12마리/kg) 2,500kg× 80,000원/kg (생산율 75%)	
	판매소득	200,000		
생 산 비	경 영 비	☞재료비	25,100	
		-종패구입비	12,000	40,000미×300원(각장 1.5cm)
		-사료구입비	7,000	미역,다시마 70톤(2,500kg x 25kg) x 100원
		-약품구입비	600	OTC:20kg ×10,000원×년1회×3년
		-기 타	5,500	1줄당 채롱 50개×10줄× 개당 11,000원
		☞인건비	4,800	
		-상용인건비	-	
		-보조인건비	3,000	시설 선별작업, 남자 20명×3회×50,000원
		-기타인건비	1,800	양식시설,보수 년평균 60만원×3년
		☞양식간접비	42,060	
		-선박유류비	3,060	월평균 휘발유 1드럼 ×36개월 = 36드럼 (1드럼당 면세단가 : 85,000원)
		-시설유지비	3,000	시설,보수 교체 년평균 100만원× 3년
		-주,부식비	25,200	월 70만원 ×36개월
		-제세공과금	7,200	전화료, 공제,보험, 기타 년평균 240만원×3
	-선박유지비	3,600	월평균 10만원 × 36개월	
	-기타경비			
	☞감가상각비	1,500	양식시설비 1,500천원(10줄x15만원)÷대구 년수 3년×3년	
	계	73,460		
		자가노력비	46,800	남자1명 80만원,여자 50만원 ×36개월
		자본용역비	22,488	시설비: 1,500천원+경영비: 73,460천원×년리 10% × 3년
	총 계	142,748		
	총소득 (조수익-경영비)	126,540		
	소득율 (총소득/조수익)	63.3%		
	순소득 (조수익-생산비)	57,252		

【전복양식 소득 분석】

▷ 양성방법 : 해상가두리식

▷ 시설규모 : 2조 (20칸)

▷ 사육기간 : 3 년

항 목		금 액(천원)	산 출 내 역	
조 수 익	계	240,000	30,000미 생산 미당평균 100g(10마리/kg) 3,000kg×80,000원/kg (생산율 75%)	
	판매소득	240,000		
생 산 비	경 영 비	☞재료비	23,840	
		-종패구입비	12,000	40,000미 × 300원 (각장 1.5cm)
		-사료구입비	8,000	미역,다시마 80톤(3,000kg x 25kg)x100원
		-약품구입비	600	OTC: 20kg ×10,000원 × 년1회 × 3
		-기 타	3,240	그물망갈이 810천원×2셀트× 2회
		☞인건비	9,270	
		-상용인건비	-	
		-보조인건비	9,000	월평균 5회 ×남자 1명(50,000원)× 36개월
		-기타인건비	270	선별작업 년 1회 ×여자3명 ×30,000원×3년
		☞양식간접비	42,060	
		-선박유류비	3,060	양식관리선 휘발유 월평균 1드림 ×36개월 (1드림당 면세유 85,000원) = 36드림
		-시설유지비	3,000	년평균 1,000 천원 ×3년
		-주,부식비	25,200	월평균 70만원 × 36개월
		-제세공과금	7,200	전화료,공제, 기타 년평균 240만원×3년
		-선박유지비	3,600	월평균 10만원 × 36개월
		-기타경비		
			☞감가상각비	9,600
	계	84,770		
	자가노력비	46,800	남1명,여자1명 (남자:월80만원,여자:50만원) × 36개월	
	자본용역비	30,231	시설비 16,000천원+경영비 84,770×년10% × 3년	
	총 계	161,800		
총소득 (조수익-경영비)		155,230		
소득율 (총소득/조수익)		64.6%		
순소득 (조수익-생산비)		78,200		

주 의

1. 이 보고서는 해양수산부에서 시행한 수산특정연구개발사업의 연구보서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 해양수산부에서 시행한 수산특정연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안됩니다.