

수생무척추동물의 사육과 질병(상)

허강준 교수

충북대학교 수의과대학 수생동물질병학 연구실

I. 수생무척추동물의 해부와 생리

1. 연체동물 (Mollusca)

연체동물에는 단판류(Monoplacophora), 다판류(Polyplacophora), 무판류(Aplacophora), 복족류(Gastropoda), 부족류(Pelecypoda), 굴족류(Scaphopoda), 두족류(Cephalopoda)가 있다. 몸은 앞 부위에 위치하는 머리, 먹이의 포획, 이동 수단으로 사용되는 발, 뚜렷한 구분은 이루어지지 않으나 단순한 소화관과 부속선을 포함하고 있는 내장낭, 내장낭의 일부가 퇴화하여 몸을 둘러싸고 있는 외투막, 4부분으로 구분된다. 소화관은 입, 식도, 소장, 직장, 항문 등으로 구분되며, 다른 동물의 간장과 비교할 수 있는 중장선(mid-gut gland)이 있어 이곳에서 소화효소의 분비, 음식물의 흡수, 세포내 소화 등이 이루어진다. 입에는 치설(radula)과 악판(jaw plate)과 같은 저작기관이 있는데 이것들은 키틴질로 되어 있고 먹이를 훑거나 절단하는데 사용된다.

2심방 1심실의 심장을 가지며, 평형, 후각, 미각, 촉각을 맡는 감각기관을 가지고 있으며, 시각은 두족류에서 발달되어 있다. 패각(shell)을 이루는 물질인 conchiolin과 탄산칼슘은 외투막의 상피에서 분비된다.

패각의 기본구조는 3층이며, 각 피층(periostracum), 각주층(prismatic layer), 진주층(macreous layer)으로 구분된다.

1) 단판류 (Monoplacophora)

- (1) 단 1개의 넓적한 방패모양의 판과 같은 대칭적 껍데기를 갖고 있어 붙여진 이름이다.
- (2) 복족류와 다판류가 혼합된 형태를 가지고 있다.

2) 다판류 (Polyplacophora)

- (1) 8개의 서로 겹치는 각판(shell plate)으로 된 패각을 가진다.
- (2) 대부분 치설(radula)을 가지고 훑어낸 조류나 다른 생물을 먹으며, 입속의 부치설(subradula)은 바닥에 붙은 먹이를 확인하고 치설의 작용을 돕는다.

3) 무판류(Aplacophora)

이들은 연체동물의 전형적인 특징인 패각, 외투막, 발 등이 없다.

4) 복족류(Gastropoda)

- (1) 연체동물 중 가장 많은 종이 있다. 서식지의 분포도 굉장히 넓다.
- (2) 공기호흡에 알맞게 외투막(mantle)이 폐로 변화된 종류도 있다.
- (3) 잘 발달된 두부와 1장의 패각과 넓고 편평한 포복형 발을 가지고 있다.
- (4) 특징적인 것은 발과 머리는 좌우대칭이나 몸전체가 180° 비틀린 상태로 된 것이다.
- (5) 껍데기 속의 내장낭이 꼬여 아가미, 신관, 심방 등의 한쪽이 퇴화되었다.
- (6) 패각을 가진 많은 복족류에서는 발의 등쪽 표면에 각질로 된 덮개판(operculum)을 가지는데, 이것은 패각의 구멍에 꼭 맞게 만들어져 보호판을 형성한다.
- (7) 대부분이 해산이며, 가장 원시적인 아가미 구조를 갖는 원시복족류와 중복족류, 그리고 대부분이 육식성이며 치설 속에 3개의 커다란 이빨을 가진 신복족류가 있다.

5) 굴족류(Scaphopoda)

- (1) 굴착성인 연체동물로 패각은 뿔이나 상아 모양을 하며, 대부분 모래 속에 서식한다.

6) 부족류(Pelecypoda)

- (1) 굴, 백합과 같이 2장의 패각(shell)을 가진 종류로서 이매패류(Bivalvia)라고도 한다.

- (2) 아가미는 호흡 외에 먹이를 모으는 구실도 한다.
- (3) 좌우의 패각은 보통 비슷한 모양인데 등쪽에서 관절로 서로 맞물리고 탄성이 있는 인대로써 서로 부착되어 있다.
- (4) 패각의 등 쪽엔 약간 볼록한 부분이 있는데 패각이 형성되는 최초의 시기에 가장 먼저 형성이 되는 부분으로 이 부분을 각정(umbo)이라 한다.
- (5) 패각의 안쪽에는 전폐각근(anterior adductor muscle)과 후폐각근이 있어 인대와 반대되는 작용을 함으로써 패각을 열고 닫는 작용을 한다.
- (6) 외투막은 몸통에 달려 있으며 근섬유에 의하여 패각에 부착된다. 패각 안쪽에는 외투막의 부착지점을 표시하는 외투선이 나타난다.
- (7) 외투막과 패각 사이에 모래나 이물질이 들어가면, 이것을 핵으로 하여 외투막에서 분비한 물질에 의해 진주를 형성하기도 한다.
- (8) 또한 입수관(inhalant siphon)과 출수관(exhalant siphon)을 갖는데, 두 수관은 물을 외투강 속으로 출입시켜 호흡과 먹이의 섭식활동을 돕는다.

7) 두족류(Cephalopoda)

- (1) 연체동물 중 가장 구조가 잘 발달한 무리로, 대표적인 종으로는 낙지, 문어, 오징어, 앵무조개 등이 있다.
- (2) 두부는 비교적 잘 발달하였으며, 몸은 좌우대칭이다.
- (3) 패각은 대부분 퇴화하거나 없으며 외투막 속에 파묻혀 흔적만 남기고 있다.

- (4) 이들은 외투강 속에 들어온 물을 누두를 통해 분사함으로써 재빨리 움직인다.
- (5) 대부분이 한 쌍의 아가미를 가진다.
- (6) 치설을 가지고 있으며, 잘 발달된 상하의 악판으로 먹이를 물고 잘게 찢는다.
- (7) 두족류는 척추동물의 눈 구조와 비슷한 잘 발달된 눈을 가진다.
- (8) 체색변화는 피부에 있는 색소포가 세포 주위에 붙은 조그마한 근육의 수축, 팽창 작용에 의해 일어나게 된다.
- (9) 대부분 자웅이체이고 생식소는 몸의 뒤쪽에 위치한다. 정소에서 만들어진 정자는 저장낭 속에 인도되면 한데 모여 정포낭에 싸이게 된다. 정포낭은 저장낭에서 나와 외투강의 왼쪽에 열리는 Needham 주머니 속에 보관된다. 수컷의 발 중의 하나는 변형되어 삽입기(intromittent organ) 기능을 가지는데 교미 시에 이 삽입기로 정포낭을 암컷의 외투강 속에 넣어 정자를 옮긴다.

2. 극피동물(Echinodermata)

- 1) 불가사리나 성게와 같은 극피동물(Echinodermata)은 척추동물과 크게 다른 것처럼 보이지만 이들은 같은 조상에서 진화되었다고 생각된다.
- 2) 극피동물에 속하는 동물들은 바다나리류(Crinoidea), 불가사리류(Asteroidea), 거미불가사리류(Ophiuroidea), 성게류(Echinoidea), 그리고 해삼류(Holothuroidea)의 다섯 개 동물군으로 나뉘는데, 모두 바다에서 생활하며, 현존하는 종은 6000여 종이 있고, 멸종한 종은 20,000여 종에 이른다.
- 3) 극피동물은 좌우상칭이고 섬모가 있는 유생이 유영생활을 한다.
- 4) 진화과정에서 이들은 고착성으로 되었고, 수관계(water vascular system)를 가지며, 오방사상칭으로 적응을 하였다.
- 5) 탄산칼슘을 포함하는 작은 석회질판으로 된 내골격을 갖고 있고, 얇고 섬모가 있는 표피로 덮여 있으며, 밖으로 돌출된 가시를 갖고 있다.
- 6) 바닷물이 순환하는 관의 망상조직인 극피동물의 수관계에는 많은 관족이 있는데 물이 팽창할 때는 펼쳐지며 먹이포획 및 가스교환의 역할을 한다. 수관계는 관족의 골격 역할을 한다.
- 7) 극피동물은 체강이 발달하였고, 그 안에 여러 가지 내부기관을 갖고 있다.
 - (1) 완전한 소화계를 가진다.
 - (2) 호흡기는 동물군에 따라 다양하여, 불가사리류의 피부아가미(dermal gill)와 해삼류의 호흡수(respirator) 등이 있다.
 - (3) 기본적인 순환계를 가지며 특별한 배설기관은 없다.
 - (4) 신경계는 단순한데 보통 입 주위에 신경환(nerve ring)을 가지며 뇌는 없다.
 - (5) 자웅이체로 물속에서 수정한다.

3. 절지동물 (Arthropoda)

- 1) 좌우대칭(bilateral symmetry)이고, 체절적 구조(segmented body)를 가지며, 몸(body)은 머리(head), 가슴(thorax), 배(abdomen)로 나누어진다.
- 2) 원칙적으로 체절(segment)마다 관절이 있는 부속지(jointed appendage)를 가지는데, 이는 특수한 기능적 분화가 일어난다. 입(mouth parts), 더듬이(antennae), 다리(legs)등으로 분화하여, 유영, 교접, 포획, 난의 부착 등 다양한 기능을 한다.
- 3) 키틴(chitin)이나 탄산칼슘으로 된 외골격(exoskeleton)을 가지며, 탈피(molting)를 한다.
- 4) 개방혈관계(open circulatory system)로 심장은 관상구조를 하고, 등쪽(dorsal)에 위치하며, 혈관은 짧다. 혈액에 헤모글로빈이나 헤모시아닌이 있어 산소를 운반한다.
- 5) 신경계는 배쪽(ventral)에 존재하며, 두부에 뇌(brain)를 가지고 있다.
- 6) 보통 자웅이체로 쌍을 이루는 생식기관을 갖는다. 보통 체내수정을 하고 난생 또는 난태생을 한다.
- 7) 소화기관은 전장, 중장, 후장으로 나뉘어진다.
- 8) 수생 절지동물의 종류는 무수히 많지만, 이중 육안으로 쉽게 관찰할 수 있는 종류로는 만각류(따개비, 거북손 등), 등각류, 십각류(집게, 게, 새우, 가재 등)이 있다.

II. 수생무척추동물의 사육관리

1. 연체동물

1) 진주조개(Pinctada fucata)

(1) 서식환경 및 생태

- ① 이매패각, 익형목, 진주조개과
- ② 온대성 종으로, 깨끗한 내만의 모래, 자갈 또는 암반 바닥에 서식하며, 성장 적정수온은 20~25°이다.
- ③ 자웅이체로 그 산란 시기는 늦봄에서 초여름까지의 수온이 25° 정도에서 나타난다. 부화 후 플랑크톤 생활을 하는 유생에서 각정기 유생을 거쳐 착저 직전의 완숙 유생으로 성장하여 일생 동안 고착 생활을 하게 된다.

(2) 진주조개의 양식

- ① 양식 진주는 조개 패각으로 만든 원형의 핵을 수술을 통하여 모패에 삽입한 뒤, 핵주변이 일정한두께를 형성할 때까지 2~3년간 모패를 수하식으로 양식하는 방법으로 생산된다.
- ② 모패의 양식

가. 채 모 : 자연산 진주조개의 유생은 종묘로서 수확된다. 합성수지나 패각 등의 부착 기질을 이용한 일련의 채모기는 대나무로 만든 뗏목에 매달려 채모에 이용된다. 채모기를 바다에 넣는 시기는 유생 밀도가 최고가 되는 시기를 선택하여 넣어야 한다.

나. 양 성 : 채모 후 3주가 지나면 종묘

는 채묘기로부터 철사 채롱에 옮겨져 수하식으로 양성하게 된다. 모패로 이용되기 위하여 진주조개는 30g정도의 크기로 될 때까지 2년 정도 양성하여 진주 양식업자에게 판매된다.

③ 핵삽입 수술

가. 모패의 준비 : 시술 직전에 모패는 특별히 고안된 바구니에 고 밀도로 놓여져 보다 수심이 깊은 곳에 내려 보내 난소나 정소와 같은 생식세포를 인위적으로 반드시 제거 시켜 주어야 한다.

나. 시술 준비 : 모패 들을 상자에 각정이 바닥에 가도록 수직으로 상자에 뽕뽕이 채워 해수가 채워진 상자에 수용한다. 이때 모패들은 패각을 벌리므로 나무로 만든 썰기를 준비하였다가 열린 패각 사이에 끼워 넣는다.

다. 외투막 조각의 준비 : 2~4년생 진주조개로부터 오래된 외투막 조각을 항생제 용액으로 멸균하여 이식 수술을 통하여 세균에 감염되는 것을 막는다.

라. 핵 삽입 : 썰기를 박아 패각이 열린 진주조개 모패에 직경 3~7mm의 핵을 삽입기를 이용하여 폐각근 및 소화맹낭 주변에 위치한 진주조개의 생식소 부근에 삽입하게 된다. 한편, 준비된 외투막 조각은 핵이 삽입된 직후 핵 주변 조직부위에 삽입한다.

④ 양성

가. 수술 후 회복 : 수술을 거친 진주조개는 양성에 들어가기 이전에 2~3주간 바구니에 담아 맑고 고요한 바다의 깊은 수

심에 수하시켜, 회복기를 가진 후 현미경 검사를 실시하여 핵 삽입이 제대로 이루어졌는지 검사를 실시한다.

나. 양성 : 선별된 진주조개 개체들은 철사로 만들어진 진주조개 양성용 채롱에 넣어져 뗏목에 수직으로 매달려 양성되어진다. 또는 조개의 인대 부근에 구멍을 뚫어 로프를 뗏목에 수직으로 매달아 양성한다.

다. 진주의 형성 : 외부에서 침입한 물질(핵, 패각)로부터 자신을 방어하기 위하여 탄산칼슘 등의 물질을 분비하는데, 이것이 겹겹이 쌓여 표면에 얇은 진주층이 형성된다. 진주의 품질과 색깔은 해수 내의 먹이생물, 수온, 조류 등의 조건에 영향을 받는다.

라. 주의사항 : 밀식을 할 경우 진주조개의 성장에 영향을 미쳐 진주의 질이 떨어지며, 진주 층 형성이 더디게 된다. 또한 질병이나 기생충이 번질 경우 전체 집단에 막대한 피해를 줄 수 있다. 또한, 해저생물이나 부니 등이 채롱에 퇴적되지 않게 한다.

⑤ 수확 및 가공

가. 수확 : 진주조개는 폐각근을 절단하여 개각한 후, 직접 손으로 또는 기계를 이용하여 수확한다.

나. 가공 : 수확한 진주는 물로 여러 번 씻은 후 정제된 소금으로 광택을 내며 크기, 색깔, 광택 및 기타 특징에 따라 선별하여 경매를 통하여 판매된다.

2) 가리비(Patinopecten yessoensis)

(1) 서식환경 및 생태

- ① 20~40m 정도의 수심의 자갈이나 패각질이 많은 곳에서 서식하며, 적정 서식수온은 5~23°이다.
- ② 자웅이체로 수컷은 유백색, 암컷은 분홍색 또는 적갈색을 띠며, 산란기는 3~6월이며 2~3년 후 상품 크기로 성장한다.
- ③ 수심이 얇은 난류해역에서 외해의 깊은 곳으로 이동하며, 미세한 부유생물(특히 규조류)과 유기물질을 먹이로 한다.

(2) 채묘

① 자연채묘

가. 채묘장 : 자연산 모패가 많고 유생밀도가 높으며 채묘시설이 가능한 곳

나. 채묘기 자재 : 삼나무잎, 중고망, 나일론망(경심망), 가리비 패각 등

다. 채묘시설

- 채묘기 투입시기 : 산란 30~40일 후(4월 하순~5월 상순)

- 채묘투하 수심 : 5~20m 수층

② 인공채묘

가. 모패 관리 : 산란임계 온도보다 3~4°C (사육수온 5°C) 낮은 순환 해수에 암수를 각각 분리 수용

나. 채란 : 산란임계 수온보다 1~7°C 높여 9~15°C인 해수에 옮겨 채란 (2~3시간 후 방란, 방정)

다. 수정 : 채란 30분 후

라. 부화 : 채란 1~3시간 후 수정란을 깨끗이 씻은 후 부화 탱크로 옮겨 지수상태

에서 부화(수정 약 4일 후 부화)

마. 유생 사육먹이 : Chaetoceros, Cyclotella, Monochrysis

③ 채묘

가. 발생 과정을 고수온으로 유지시켜 자연에서의 30~40일의 부유생활을 25~30일로 단축, 부착시킬 수 있으므로 발생 과정을 검경 후 채묘시기 조정

나. 부착기는 PVC로서 피복(coating)한 철사로 만든 각망 두장 사이에 부착 기질을 넣어 고정시킨 후 사용(부착기질의 독성분 제거 후 사용)

(3) 치패관리

① 채묘 후 부착치패가 안정되면 그물눈이 2mm인 보호망으로 부착기를 싼 후 일반 해수 중에 수하시켜 치패 성장에 따라 그물눈이 큰 채롱으로 교체

② 치패 크기가 7~8mm시 그물눈 5mm채롱, 1.5cm시 그물눈 1cm채롱에 수용 3cm정도 까지 관리(채묘 후 6개월경과 (11월경)후에는 각장 약 3cm크기의 종묘로 성장)

(4) 중간육성

① 자연채묘 2~3개월 후(7월~8월경) 각장 8~12mm로 성장하면 죽사가 중고망이나 경심중의 채묘기질에서 탈락하여 저서치패로 이행(산란 후 약 100일 정도 기준)하게 되는데 치패를 채취, 사각채롱에 옮겨 수용

② 치패 크기에 따라 그물눈 크기가 다른 채롱을 2~3회 바꾸어 주면서 보통 3cm 이상의 크기까지 육성

(5) 수하양식

① 수하양식 적지

가. 파도의 영향이 적으며 수심 20~60m 되는 곳

나. 여름철 고수온(23℃) 기간이 2개월 이하로 가능한 짧은 곳

다. 저질은 평탄하여 시설물 설치가 쉬운 모래 또는 사니질인 곳

라. 담수 유입이 적고 오염 우려가 없는 곳

마. 부착생물이 적고 영양염류가 풍부한 곳

② 수하양식 시설 및 용기

원통형 채롱, 하우스식, 귀매달기, 포켓식이 있다.

원통형 채롱, 하우스식, 귀매달기, 포켓식이 있다.

③ 양성관리

가. 칸막이 원형채롱(직경 50cm, 높이 200cm)은 10칸으로 되어 1단에 보통 10~15미만 수용 양성

나. 양성 중 성장도에 따라 그물눈이 큰 채롱으로 교체

다. 수심 30m 이하로 오염의 우려가 없는 곳

④ 어장관리 요령

가. 불가사리 등 해적생물을 적극 구제

나. 어망 및 폐기물 등의 침지 금지

다. 살포 후 3년째부터 윤채 및 종패 지속살포
라. 자원 증식을 위한 산란기(3~6월) 채취 금지

③ 종패살포

3cm이상 되는 종패를 1m²당 10개체 이하로 봄, 가을에 살포

3) 굴 (*Crassostrea gigas*)

(1) 서식환경 및 생태

① 간조선 및 천해의 고형물에 부착 서식하며, 서식 적정수온은 23~25℃

② 산란기는 5~9월이며, 식물성 플랑크톤을 먹이로 함.

(2) 채묘

① 채묘시기

가. 전기채묘 : 6~7월(전남 고흥, 여천, 경남 남해, 하동 등)

나. 후기채묘 : 8~9월(전남 여수, 여천, 경남 고성, 거제, 통영, 창원 등)

② 채묘방법

가. 고정식(항목식): 2~3시간 노출 간조선상에 설치

나. 이동식(연승, 뗏목식) : 간조 시 수심 5m이상인 곳

다. 조류가 완만하고 유속이 5~7m/sec정도 되는 곳

③ 채묘기 수하 및 관리

가. 수하시기: 따개비 유생수가 줄어들고 굴 유생수가 많아지는 시기

나. 부착 밀도: 굴 껍질 30개체, 가리비 껍질 40~50개체 이상

다. 관리 요령: 치패 부착 후 10일 이후부터 운반하도록 하고, 특히, 노출 부족으로 폐사하기 쉬운 수중 채묘는 약 10여일 후부

터 고정식 또는 단련상으로 옮겨 노출

④ 종굴 단련 (hardening)

가. 2년생 굴에서 채묘 후 양성장으로 옮기기 전 가을과 겨울에 걸쳐 실시한다.

나. 조건대 중간에 설치한 단련상에 채묘연을 올려놓아 주기적으로 파도와 대기 중에 노출시킨다.

다. 단련을 거친 종굴(종묘)은 발육이 위축되어(각장 1.5cm미만), 환경변화와 장거리 운송에 잘 견딘다.

라. 단련을 거치지 않은 1년생 굴보다 양성장에서 성장속도가 훨씬 빠르다.

(3) 양성

① 양성 방법

가. 바닥식 : 간조선 수심 수m 되는 천해의 바닥으로 지반의 변동이 없고 종패 살포, 양성시 매몰되지 않는 곳

나. 투석식 : 간, 만조선 사이 지반이 연약한 곳에 부착기물인 돌을 사용, 치패를 부착 양성하는 방법으로 이때 사용되는 돌로는 자연석이 좋으나 시멘트 블록을 제작하여 사용하는 것도 가능(수확 후에는 돌의 상하 위치 바꾸기 실시)

다. 나뭇가지식 : 간, 만조선 사이에 나뭇가지를 세워 치패를 부착 양성하는 방법으로 이때 사용되는 나뭇가지는 조류 방향과 병행하여 세움(길이 1.2~1.8m의 소나무, 참나무, 대나무 등을 사용)

라. 밧줄 수하식 : 천해의 수심 5m 이상 해면에 뜬을 띄우고 밧줄을 연결 양성하는 방법(뜸은 스티로폼이나 PVC 등을 사용)

마. 밧목 투하식 : 밧목에 뜬을 달아 수면에 뜨게 한 후 수하연을 매달아 양성하는 방법(밧목자체는 부력과 유연성이 있어서 내파성이 있는 대나무인 맹종죽 사용)

바. 말목 수하식 : 간석지에 말목을 설치한 후 수하연을 매달아 양성하는 간이수하식이 여기에 속함(중앙에 말목을 박고 원형으로 수하연을 매달아 양성하는 우산식과 경남 사천 등 남해안 일부지역의 간이수하식을 변형한 걸대식 등이 있음.)

② 굴의 성장

가. 참굴의 성장은 종굴의 단련 여부, 수하시기, 양성장의 조건 등에 따라 상이

나. 나쁜 환경에서 살아남은 단련 종굴은 일반적으로 내병성이 강하고 폐사율도 낮으며 부착생물과의 경쟁에도 잘 견디어 비단련 종굴에 비하여 성장 양호

다. 밀식은 먹이부족, 노폐물에 의한 저질악변 등으로 성장 둔화 및 생산량 감소 초래

(4) 국내 양식산 굴의 생산 현황

세계 10대 수산물로 꼽히는 굴은 열대에서 한대에 이르기까지 전 세계적으로 1백20여종 정도가 분포, 서식하고 있다고 알려져 있다. 국내에서 서식하는 굴은 참굴(*Crassostrea gigas*), 강굴(갈굴 ; *Crassostrea ariakensis*), 밧굴(토굴 ; *Ostrea denselamellosa*), 바윗굴(*Crassostrea nipponica*), 털굴(*Ostrea echinata*) 등 5가지이나, 우리나라에서 양식되고 있는 종류는 참굴 한 종으로 열성화가 초래되어 생산성이 저하되고 있다.

우리나라 굴 생산량은 2006년에 31만 4천톤을 기록하였으나, 최근에 중국산 굴(연간 3백 50만톤 생산)이 세계 시장으로 대량 수출되어 국내 수출량이 절반으로 감소하고 있는 실정이다. 현재 우리나라는 미국, 캐나다, 일본, 그리고 동남아시아 등으로 주로 수출하고 있다.

또한 세계 대부분의 나라들이 수산물을 익히거나 가공하여 섭취하지만 굴만은 예외로 날로 섭취하는 건강식품으로 많은 나라에서 널리 소비되고 있다.

굴은 수하식과 투석식으로 양식되는데, 국내의 굴 수하식 양식 방법은 지난 1930년대 최초로 보급되어 1960년대에 남해안 일대에서 양식의 대량생산이 체계화되었다. 국내에서 가장 많이 소비하고 있는 참굴은 대부분 수하식 양식으로 주로 통영, 거제, 고성, 남해, 여수 등 남해안 청정해역 일대에서 생산된다.

2005년부터 그 동안 굴양식의 불모지였던 동해안(경북 영덕 일대)에서 최초로 참굴의 채종식 양식이 성공하여, 남해안에서 생산되지 않는 여름철에도 수확이 가능하여 동해안의 우렁쟁이 양식 대체품으로 각광받고 있다.

4) 전복 (*Haliotis discus hannai*)

(1) 서식환경 및 생태

- ① 2월 수심 25m 층의 12℃되는 등온선을 경계로 북쪽은 한류계(참전복), 남쪽은 난류계(말전복, 까막전복, 시볼트전복, 오분자기) 분포
- ② 서식 적정수온은 15~20℃, 암컷의 생식소는 짙은 녹색 또는 초록색이며, 수컷은

담황색 또는 황백색

- ③ 성장 비만기는 5~7월이고, 산란기(9~10월) 전후에 가장 여위며, 수명은 12년

(2) 인공 종묘 생산

① 모패 선별과 사육

가. 환경변화에 적응성이 강한 까막전복이나 참전복으로 각장 12cm이상의 성숙한 모패

나. 암수의 성비는 암컷의 개체수가 70~80% 정도

다. 좋은 먹이를 충분히 공급하여 사육방법은 수온 17~20℃내외로 유지하고 통기 및 충분한 유수

② 채란

가. 산란유발은 수온자극, 간출자극, 자외선 조사 해수자극, 정충의 해수 첨가법, pH상승, 과산화수소 첨가 및 오존통기 해수 방법 사용

나. 산란된 알은 가급적 빠른 시간 내에 수정(수온이 높을수록 수정능력 조기 상실)

③ 유생 사육

가. 부유기간동안 약하게 통기 시켜주고 어둡게 조절하여 유생밀집 방지

나. 매일 1/2내지 전량 환수로 수질변화 방지

④ 채묘

가. 채묘기는 경질 PVC, 염화 비닐으로 파상 또는 요철 모양인 것(1set : 10~15정도씩 조립)사용

나. 채묘 전에 초기 치패가 부착하여 먹을 수 있는 부착구조 미리 배양(1,000~3,000Lux 정도의 낮은 조도에서 천천히 번식)

다. 영양염류가 부족할 때는 해수 1톤당 질산칼륨 100g, 제2인산나트륨 10g, 규산나트륨 5g, 비타민 B1 0.2g을 녹여 시비

⑤ 치패사육

가. 저서초기 사육

- a. 치패는 성패보다 산소 소비량을 훨씬 많음
- b. 먹이는 부착성규조류(*Navicula* sp., *Cocconeis* sp., *Platymana* sp.)와 갑태, 미역 등의 포자 및 배우체 사용
- c. 성장은 참전복 10~25℃, 까막전복 16~23℃의 범위에서 수온이 높을수록 빠름

나. 저서후기 사육

- a. 치패가 4~5mm 이상으로 성장하면 부착기에 한 규조류만으로는 충분한 먹이 공급 곤란
- b. 부착기로부터 치패를 박리하여 채롱에 수용한 후 갈파래, 쇠미역, 미역 등의 부드러운 엽체를 공급하면서 사육
- c. 치패 박리는 고수온 자극(30℃) 또는 마취제(우레탄 0.5~1.0%용액) 사용
- d. 치패의 수용 밀도는 50마리/m²(각장 1.5~2.0cm)

다. 양성

A. 수하식 채롱 양성

- a. 양성 시설 : 펴목식은 1대(8X6)당 채롱(0.6X0.5X1m)40개 시설, 연승 수하식은 1대(길이 100m)당 채롱 50개 정도를 수심 4~5m층에 수하한다.
- b. 수용 밀도 : 양성초기 치패는 7mm일 때 4,000 마리/m², 수확 시는 10~40kg/m²정도를 수용한다.

c. 먹이 공급 : 먹이는 미역, 다시마, 대황, 갑태, 갈파래, 구멍갈파래 등이 좋으며 여름철은 3~4일에 겨울철은 7~10일에 1회 공급(공급량은 섭취량의 2~3배)한다.

d. 성장 : 1cm 크기 종묘사육 시 각장 7cm까지 성장하는데 2년 반, 각장 9cm까지는 약 3년이 소요된다.

e. 양성 관리 : 채롱 보호망 교체, 부착생물 방지 및 제거, 부력 보강

B. 방류 양성

a. 전복초 조성 : 어린 치패의 보호, 육성을 위하여 수심 1~3m내외의 전복초 설치

b. 종묘 수송 : 봄, 가을 직사광선을 피하고 때때로 해수를 뿌려주면서 수송하되 먹이 투여는 금지

c. 종묘 방류 : 생존율 향상을 위하여 각장 3cm이상 되는 종묘를 수심 2~3m정도의 다소 깊은 곳에 방류함이 바람직(방류용 상자로 침하 또는 잠수부에 의한 직접방류 방법 이용)

d. 성장 : 1~5월에 성장 양호, 6월(수온 20℃ 이상)부터 산란기가 끝나는 12월 까지의 기간은 성장이 늦음

e. 어장 관리 : 금어기 설정, 체포크기(각장)제한, 어구어법 제한, 어획량 제한, 먹이해초 채취 금지, 해적생물 구제

2. 원사동물

1) 우렁쟁이 (*Halocynthia roretzi*)

(1) 서식환경 및 생태

1) 서식 : 우리나라 동·남해연안의 외해에 면한 암초지대나 자갈질인 곳으로 수심 6~20m내외이며, 서식수온은 5~24℃이다.

2) 종류 : 우렁쟁이(멍게), 미더덕, 오만둥이 등 세계적으로 1,500종이 분포하고 있으며, 산업적인 이용은 우렁쟁이 1종뿐이다.

3) 산란 및 발생 : 자웅동체이며 알과 정자는 위새강을 통해 수중에서 수정하며, 산란 후 40~48시간 만에 부화하여 유영하다 수일 후 고형물체에 부착한 후 고착생활

4) 식성 : 규조류, 원생동물, 갑각류 중 요각류, 연체류의 유생 등을 먹이로 한다.

(2) 종묘 생산

1) 배양장 적지 선정

- ① 부지확보 및 시설한계조건에 저축을 받지 않는 곳
- ② 조류의 소통이 양호하고 담수의 유입이나 오염원이 없는 곳
- ③ 지형, 지세와 양수 및 배수시설이 용이한 곳
- ④ 수산종묘 생산업의 허가 요건을 충족할 것(허가 규모, 시설 기준 등)

2) 모패 준비와 관리

- ① 모패 준비 : 12월 중·하순 경, 수온 8~12℃내외(남해안)일 때, 3년생 이상

으로 체고 10~13cm 정도로 색깔이 좋은 것으로, 종묘 100만미(10,000m)생산 시 모패 100미를 기준(총사 100m당 모패 1미 기준)으로 준비

② 운반 : 모패는 부착물을 제거하고 저온 상태에서 습기를 유지하면서 가급적 단 시간에 운반

3) 산란 유발

① 시기 : 수조 수용 후 2~3일 경과 후 활력이 좋아지고 맑게 갠 날 오전 9~10시경

② 방법

가. 간출자극(음건법, 양건법) : 모패를 수조박에 들어내어 2~4시간 노출 자극 후 여과 해수 채란수조에 수용

나. 수온자극(가온, 저온법) : 자연해수보다 2~3℃ 높거나 낮은 해수를 주수하여 4~10시간 경과 후 10℃ 내외의 여과해수

다. 채란수조에 수용

4) 산란 및 수정란 관리

- ① 산란 시기 : 오전 중이 가장 양호
- ② 산란량 : 모패(체고 10~13cm) 1미 당 30만립 내외(1회 4~5만립, 수회 반복)
- ③ 산란 후 모패를 다른 수조에 옮기고 수정란은 수차례 세란작업 실시
- ④ 여과 해수의 환수는 1일에 수조의 1/3씩 교환

5) 유생 사육 관리

- ① 유생 변태 과정
- ② 환경 조건 : 수온 10℃, 비중 1.025내외, 조도 5,000Lux 이하

- ③ 부유 유생의 총수량 파악 : 수조 상, 중, 하층의 해수를 각각 100cc 떠서 유생수를 조사 평균하여 전체수량 환산 환수 실시 및 공기를 공급하며, 먹이는 주지 않음

(3) 채묘

- 1) 채묘기 자재 : 팜사, PP 또는 PE사, 구라론사, 헌 그물 등으로 내구성이 강하며, 독성이 없는 재료

2) 채묘방법 및 관리

- ① 채묘 방법 : 수직 또는 수평 수하
 ② 채묘기 투입시기 : 수정란이 올챙이 형으로 부화된 직후(수온 10℃ 전후에서 수정 후 약 2일)
 ③ 유생의 부착미수 : 종사 10cm당 20~40미 정도이며, 5톤 수조일 경우 5,000~10,000미 채묘
 ④ 채묘기 투입 후 3~4일간 움직이지 않도록 하고 수온 및 수질변화에 유의
 ⑤ 5일 이후 부유유생이 완전 부착 후 환수량 증가
 ⑥ 직사광선을 피하고 조도 5,000Lux이하 유지

(4) 양성

① 종묘 관리

- 가. 시기 : 최종채묘일로부터 1개월 정도 경과 후 육안으로 종묘를 식별할 수 있는 상태

나. 장소

- a. 조류 소통이 좋은 곳으로 가급적 풍파가 적은 곳
 b. 인근에 하천수의 유입으로 비중이 급격히 저하되거나 도시하수 등 폐수오염의 우려가 없는 곳

- c. 수심 10~40m 내외로서 어장시설물 설치 가능한 사질 혹은 사니질인 곳
 d. 산호류 등의 해적 혹은 경쟁생물의 부착이 많았던 장소는 피하는 것이 좋다.

다. 어장관리

- a. 어장환경(수층별 수온, 비중 투명도, 기타 특이사항) 조사 및 관리일지 기록 유지
 b. 종묘의 부착상태 수시파악
 c. 부착생물 제거
 d. 시설물 상태 확인 점검
 e. 수하수심은 7~15m가 적당

② 본 양성

가. 적지조건

- a. 비중 1.025 전후의 외해성 어장이면서 풍파에 의한 피해가 적은 곳
 b. 수심 10~30m, 수온은 동계에 5℃이상, 하계에 24℃이하인 곳
 c. 조류소통이 양호하고 담수의 영향이 없는 곳
 d. 자연산 우렁쟁이가 많이 서식하고 성육이 잘되는 곳
 e. 어장관리가 편리한 곳

나. 시설

- a. 종묘 부착 밀도 : 채묘연 1m당 100개체 전후
 b. 종묘크기 : 1.5~4mm 정도
 c. 종묘 결착시기 : 5~6월경

③ 수확

- 가. 양성기간 : 2~3년 후 상품가치
 나. 크기 : 체고 10cm전후, 폭 7cm전후
 다. 채취시기 : 3~6월  