BSPN 00247-706-3

참게 중간 育成 및 商品 生産 技術 開發

Studies on the development of intermediate rearing techniques and the mass production of its commercial goods of Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*

1994. 4.

研 究 機 關

韓 國 海 洋 研 究 所
協 同 農 水 產 株 式 會 社

科 學 技 術 處

提 出 文

科學技術處 長官 貴下

本 報告書를 "참게 中間 育成 및 商品 生産 技術 開發"의 最終報告書로 提出합니다.

1994 年 4 月

主管研究機關名 : 韓國海洋研究所

協同研究機關名 : 協同農水産(株)

總括研究責任者 : 김형선

研 究 員

韓國海洋研究所 : 허형택 김종만
이순길 박철원
손진기 전중균
김형배 명정구
김병기 박인석
홍경표 윤덕현
김용구 박용주
김민석 배진희

協同農水産(株) : 이건우 김홍길
김대식 이상민
김서화 김영민
이상억 박상철
전중식

研 究 助 員 : 노봉호 최희정
신 민 김연실

要 約 文

Ⅰ. 題目

참게 중간 육성 및 상품 생산 기술 개발(中間育成 및 商品生産技術開發)

Ⅱ. 研究開發의 目的 및 重要性

오래 전부터 농촌의 기호식품(嗜好食品)으로 내려오던 참게장(醬)은 최근 참게 자원의 고갈로 인하여 거의 자취를 감추었다. 자원의 감소와 더불어 참게 가격도 상승하여 성체의 경우 1 마리당 10,000~20,000 원을 호가(呼價)하고 있다. 이에 따라 많은 독농가(獨農家)들이 참게 양식을 시도(試圖)하였지만, 전문적인 양식 기술 미비(未備)로 말미암아 소기의 성과를 거두고 있지 못한 실정이다.

현재의 실정으로 연간 100 억원 정도의 시장 확보는 무난할 것으로 보이며, 일본에서도 한국산 참게에 대한 선호도(選好度)가 높다. 또한, 참게는 유기 농법(有機農法)을 채택할 경우 벼농사와 함께 양식(養殖)할 수 있으며 판매(販賣)가 보장되기 때문에 소규모 자영농(自營農)이라도 농민의 소득(所得)을 확실하게 보장할 수 있는 사업이 될 것으로 기대되고 있다.

현재 한국 해양연구소에서 개발된 인공 종묘 생산 기술로 참게 종묘의 인위적인 생산은 가능하게 되었으며, 민간으로의 기술 이전을 통하여 몇몇 종묘 생산업자에 의해 참게 종묘가 생산 분양되고 있어 현재는 많은 농가에서 참게를 양성하게 되었다. 그러나, 종묘로 부터 상품크기 까지 생산하는 양성기술은 확립되어 있지 못한 실정이며 많은 문제점들이 산재해 있어 조속한 양성기술의 확립이 요구된다.

이러한 관점에서 볼 때 농어민들이 참게 종묘 업자에게서 양질(良質)의 참게 종묘(種苗)를 공급받아 일정 기간 동안 중간 육성 시킨후 본격적 양성장에서 상품 크기까지 참게를 대량 생산하기 위한 기술의 개발은 농어촌에 새로운 양식품종으로 정착시키기 위하여 반드시 해결 해야할 과제(課題)이며, 이 연구를 통하여 농민의 소득 증대가 이루어 진다면 우루과이 라운드에 따른 외국산 농산물의 범람(汎濫)으로 고충을 겪는 농어민들에게 큰 힘이 될 수 있을 것이다.

Ⅲ. 研究開發의 內容 및 範圍

주 연구 내용은 참게의 생물학적 분류, 생태, 적정 먹이 탐색, 종묘 확보 및 수송, 참게의 이동 및 성장, 중간육성 시설연구, 월동 및 고밀도 사육연구, 어린게 육성등 중간 육성에 필요한 전반적인 기술이 포함되어 있다.

Ⅳ. 研究開發結果 및 活用에 대한 健議

研究開發結果

1. 참게의 생태 및 분류

참게는 갑각류강 십각목 바위게과 참게속에 속하는 잡식성 동물이다. 늦은 가을 번식을 위하여 강어귀를 거쳐 바다 쪽으로 이동하는데, 염분은 참게의 성성숙(性成熟) 및 교미(交尾)를 유발하는 가장 중요한 환경 요인이다. 생물학적 최소형은 부화후 20 개월 째로 생각되며, 염분 5‰ 에서부터 교미를 시작하나 염분 5~25‰ 의 범위에서 가장 많이 교미한다.

산업적으로 중요한 참게와 동남참게의 가장 큰 차이는 참게의 경우 동남참게에 비하여 이마에 있는 이가 매우 뾰족하고, 아울러 갑각이 볼록하고 갑각에 있는 홈이 뚜렷하다. 참게의 입은 복잡한 악각으로 싸여 있고 인후에 연결된 관상의 짧은 식도와 피라미드형 위가 중앙의 이를 중심으로 위치해 있다. 위의 아래쪽 양옆에서 갑각의 위가장자리 쪽으로 활같이 휘어진 주황색 주름잡힌 덩어리가 생식소이다.

참게 및 동남 참게 근육 추출물의 동위 효소 유전자 pattern을 분석하여 이들의 유전학적 기술자료를 축적하고 이들의 증식을 위한 genetic marker 로 활용하고자 유전 생화학적 연구를 실시하였다.

2. 적정 먹이 탐색

참게는 잡식성으로 식물성, 동물성 먹이를 즐겨 먹으나 일반 양어용 어류와는 다른 다양한 영양을 요구하므로 대량 생산을 위해서는 인공 배합사료가 반드시 개발되어야 할 필요가 있다. 자연산과 같은 성장율을 나타내고 상품성 있는 참게를 만들기 위해서는 동, 식물성 먹이를 다양하게 번갈아 가면서 먹이도록 해

야 한다.

3. 종묘 확보 및 수송(輸送)

자연산 종묘는 구하기가 어려우므로 양식장에서 생산한 인공종묘를 구해야한다. 종묘는 중간 육성장을 갖춘 양식장이라면 담수 순치된 어린게 1기 종묘도 가능하나, 일반 양성지에 바로 방양할 경우는 1㎝ 내외의 어린게 5기 이후의 것이 생존율을 높이는데 유리하며 추후 수확시도 고려하여 건강한 암컷이 좋을 것이다.

어린게의 수송은 용기 바닥에 젖은 가제 또는 플라스틱 망(차광망)과 함께 모래를 깔아 주어 계속 습기를 유지하면서 운반할 경우 24 시간 정도의 수송은 무난하다.

4. 참게 중간 육성 시설 연구

가. 바닥 저질의 재질에 따른 성장

비닐 하우스내 1 ㎡ 노지에 설치한 참게 양성 실험에서는 바닥이 논지이면서 그위에 자갈을 뿌려준 실험구가 논흙, 모래등의 실험구보다 높은 생존율을 나타내었다. 비닐 하우스의 탱크내에 설치한 모판구, 볏짚구, 모래구, 굴껍질구 실험에서는 초기 생존은 모판구가 높았고 최종 성장 및 생존은 다른 구에 비해 볏짚구가 높고 성장도 균일하였으며 수확시에도 간편하였다.

나. 순환 여과식 실내 수조에서의 바닥 재질별 고밀도 사육 시설

1 ton급 순환 여과식 FRP 수조에서의 초기 성장과 생존율을 알아보기 위해서 가공 모판구, PVC 구, 자갈구, 반지락 껍질구를 설치하고 3개월간 사육한 결과는 모판구에서 가장 높은 생존율을 나타내었다.

다. 사육 시설 연구

현재까지 추천되어지고 있는 노지에서의 양식 시설과 일본에서의 동남 참게 순환 여과식 사육 시설을 소개하였다.

5. 참게의 월동 연구

겨울철 노지에서의 자연 월동여부를 조사하기 위하여 실시한 실험에서는 계속적인 유수 또는 비닐 덮개에 의한 보온성을 유지한 실험구에서 높은 생존율을 나타내었다. 3월 꽃샘 추위에 동사를 방지하기 위해서는 차후 온도 변화에 따른 폐사를 관찰하여 참게 관리에 유의해야 하겠다.

6. 중간 육성(育成) 및 성장

참게 종묘의 중간 육성은 어린게 2기 정도부터 시작하는 것이 바람직하다. 가능하면 도피(逃避) 방지(防止) 시설과 쥐, 개구리 등 천적(天敵) 방지 시설을 갖추고 있으며 가온 가능한 비닐 하우스에서 하는 것이 바람직하며, 육성장의 바

닥은 논흙으로 깔고, 어린게에게 은신처를 제공할 수 있도록 적당한 크기의 자갈과 볏짚, 솔가지등을 많이 깔아 주는 것이 좋다.

초기 어린게의 수용 밀도는 1 평당 300 마리 정도로 하고 담수 양어용 배합사료, 수수, 조개나 물고기의 살을 다져서 섭이량(攝餌量)을 관찰하면서 급이 한다. 외기(外氣)의 온도가 올라가고 어린게 6기가 되면 도피 방지 시설과 천적 방지 시설을 갖춘 육성장으로 옮겨 참게가 성장함에 따라 밀도를 낮추어 가면서 사육한다.

綜合建議

1. 본 연구는 연구 기간의 제약(制約)으로 연구 도중 중단된 과제이며 보고서 내용은 중간 과정에서 얻어진 자료를 바탕으로 하였다. 그러므로, 농어촌에 보급 또는 완전 기업화하기에 앞서 종묘 중간 양성 연구 특히, 조기(早期) 포란을 위한 참게의 성성숙 및 성비 조절 연구, 적정 먹이 종류 및 전용 인공 사료 개발에 관한 연구, 참게 완전 양식화를 위한 양식 system 개발 연구, 인위적 관리 방법에 의한 참게의 생존율 향상을 위한 연구, 어미게의 식품화 및 해적 생물 구제에 관한 연구가 3년 정도 추가로 수행되어야 하겠다.

2. 본 연구 내용을 농어촌에 보급 또는 기업화하기 위하여서는 농어민 또는 기업인력에 대하여 기초 수산학적(水産學的) 교육이 필요하며 아울러 현장 기술 지도(技術指導)가 필요하다.

3. 기업화는 소규모 자영농 보다 조합 단위의 협업(協業)으로 하여 분업(分業)이

가능하도록 유도하고, 유기 농법을 이용한 복합 영농(複合築農) 형태의 양식으로 유도함이 바람직하다.

SUMMARY

I. Title

Studies on the development of intermediate rearing techniques and the mass production of its commercial goods of Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*

II. Objectives and Significance

Chinese mitten crab has been one of the most favorite food organisms among farmers since old time. This crab has been caught in large quantities from most of fresh water habitats until the 1960's. Recently, however, the catch of Chinese mitten crab has been diminished significantly and the population appears to be nearly exterminated.

As a consequence, the price of the Chinese mitten crab has been increasing continuously and thus become a most valuable fisheries product in the domestic market since the 1980's. For this reason, there has been a growing interest in the artificial culture of Chinese mitten crab over the past several years. However, owing to technical deficiency on the artificial seed production, there has been no production of the Chinese

mitten crab on a commercial scale yet.

The size of the present Korean market for the Chinese mitten crab is estimated to be about 10 billion won. In addition, the Japanese market is in even greater demand as Japanese are very fond of the mitten crab.

Recently, KORDI has developed the artificial techniques for the seed production of Chinese mitten crab and this technique handed over to the commercially based hatcheries. Even though many farmers are engaged in the crab culture as small scale enterprises no guidelines were built up so far. With this point, production of qualified seed has to be stable and improving the applied technics for management of young crab to market size should be achieved through research work. In this report we emphasized the importance of research for intermediate rearing techniques and tried to make the guidelines for field application so as to increase the mass production of Chinese mitten crab. Since the increasing of crab production will be contributing to the local farmer as an another incoming source it could be expected to overcome the waves of UR.

III. Scope of study

Since classification, ecology and exploring the optimal live food of Chinese mitten crab have been studied in previous report, high production of seed and its transportation, behavior and growth of crab, study for the facilities of intermediate rearing as well as high density rearing

system was mainly investigated on this report with general idea of crab culture.

IV. Result of the study and suggestion

Result of the study

1. Classification and ecology of Chinese mitten crab.

The significant difference between *Eriocheir sinensis* and *E. japonicus* is the teeth on the frontal region. *E. sinensis* has sharp teeth and convex carapace with very clear groove on it. The mouth part of E. sinensis is surrounded with complicated mandible and connected with a short, tubular alimentary tract and a pyramid like stomach is located in the center beyond the teeth.

Muscular extracts from *E. sinensis* and *E. japonicus* was analyzed for the genetic pattern of iso-enzyme so that it could be used as available genetic marker after all technical data ahs been accumulated.

2. Exploitation of the formulated diets

Chinese mitten crab prefers to feed on both herbal and animal feeds

as omnivorous animals do. therefore development of the artificial diets was required for mass production under controlled condition. In order to produce this crab intensively or to cultivate as much as natural growth, it was recommended that studies for nutritional requirement of crab should be carried out for making well balanced diet.

3. Seed production and Transportation

Since the seeds of Chinese mitten crab are not easy to be collected from natural habitat, artificial seedling was used to be produced at the hatcheries. The second crab stage which was adapted at the intermediate rearing farm also be released as the seed. In this case, putting the crab into the farm at the stage of fifth young crab with 1 cm of its carapace length seems to be a profitable at the survival rate. Additionally the heathy female crab is going to be considerable since it has an advantage during harvesting.

The transportation of young crab using the styrofoam box (fish carrying box) is available for 24 hours maintenance of live crab on the sand or screen bottom with enough moisture.

4. Intermediate rearing facilities

A. Growth on the various ground substrates

The experimental group using a 1 m^3 pond scattering the gravel onto the paddy soil showed the higher survival rate than the that of paddy soil and sand. The survival rate of rice seedbed, rice straw and oyster shell group was higher than that of sand group at the beginning of rearing, however, the highest growth rate and survival rate was obtained at the rice straw group and the crab was easily harvested in this experimental group.

B. Intensive rearing with various ground substrate at the Indoor recirculating system

In order to investigate the early growth of Chinese mitten crab and its survival rate, experiment was carried on for 3 months at the 1 ton FRP pond on the variou groud substrates ; rice seedbed, gravel and shell from short neck calm, combined with recirculating system. The highest survival rate was reported at the seedbed group

C. Rearing facilities

Most of culturing system done for open space and recirculating systems for *E. japonicus* was introduced in this report.

5. Study for survives during winter season

Natural survival rate of the crab on the ground was investigated during the winter. Continuous water supply and/or vinyl cover on the pond supported high survival rate due to conservation of the heat, on the other hand, the spring cold caused a rise in the high mortality of Chinese mitten crab. Taking this matters into consideration, more attention should be focused on the management of crab during spring cold to prevent the high mortility.

6. Intermediate rearing and its growth

The second young crab stage of Chinese mitten crab seemed to be suitable for intermediate rearing. The rearing ground should be equiped with anti-escape and anti-predator net or barrier against attacks of mice, frog and birds, even a vinyl house with heat control is also highly recommended.

In order to prevent canibalism, making a hiding place ; spreading over rice straw and braches of pine tree, scattering with rice seedbed and filling up the paddy soil in each tank, was advisable to increase the survival rate of rearing crab.

The optimal density of young crab appeared to be 100 inds./m^2. Surveying the feeding behavior, artificial diets for freshwater fish, indian millet, minced shellfish and fish was provided. The density could be reduced according to the growth of the crab.

Suggestion

1. Based on results of this report, studies on inducing the early sexual maturation of the adult female crab, regulation of sex ratio, on improvement of appropriate feeds, especialy artificial diets and on increase of the survival rate of young crab combined with a rearing system would be carried on through coming year so that all the processes could be ongoing under controlled management. Technics of food processing of cultured crab should be solved finally in order to exploit the market.

2. In order to extend crab culture as small scale enterprises in the rural area, the short course of education for rearing techniques would be done forward local farmer. This might consist of basic conceptions of aquaculture and rearing management including field work.

3. Commercialized farm would be not only be conducted through Farmers Cooperation Union as the central operating body for hatchery running and crab rearing but also would be led by the specialization of its marketing. Inducing the poly-culture using organic farming method would be desirable.

목 차

요 약 문 ---------- 3

표 목 차 ---------- 19

그림목차 ---------- 20

화보목차 ---------- 22

제 1 장 서 론 ---------- 24

제 2 장 참게의 생물학 ---------- 27

가. 참게의 분류 및 형태 ---------- 27

1. 참게류의 분류 ---------- 27

2. 참게의 형태 ---------- 28

3. 참게의 유전 생화학적 연구 ---------- 38

나. 참게의 생태 ---------- 39

다. 참게의 이동 및 성장 ---------- 44

제 3 장 적정 먹이 탐색 ---------- 46

가. 식성 ---------- 46

나. 식물성 먹이 ---------- 46

다. 동물성 먹이 ---------- 47

라. 인공 배합 사료 ---------- 48

마. 먹이 공급 ---------- 49

제 4 장 중간 육성 ---------- 53

가. 참게 종묘의 관리 ---------- 53

1. 참게 종묘의 확보 ---------- 53

2. 종묘 수송 및 관리 ---------- 55
3. 참게의 성숙 ---------- 58
4. 참게의 성분화 ---------- 61
나. 참게 종묘 중간 육성용 시설 연구 ---------- 62
1. 사육 시설 및 저질에 따른 성장 실험 ---------- 63
2. 순환 여과식 실내 수조에서의 바닥 재질별 고밀도 참게 종묘 사육 75
다. 참게의 월동 연구 ---------- 78
라. 종묘 성장 ---------- 82
1. 어린게 성장 ---------- 82
2. 참게 해적 생물 및 질병 ---------- 90
마. 사육 시설 및 관리 연구 ---------- 94
1. 노지 양식장에서의 관리 및 시설 ---------- 94
2. 육상 수조식 양식 시설 ---------- 101
제 5 장 참게 내성 연구 ---------- 106
제 6 장 참게 수확 및 양식 전망 ---------- 110
가. 참게의 수확 ---------- 110
나. 참게 양식 전망 ---------- 110
참고문헌 ---------- 115

표 목 차

표 1. 수송 방법에 따른 참게 종묘의 생존율 ---------- 56
표 2. 중간 육성용 저질에 따른 참게의 성장 ---------- 68
표 3. 수조 바닥의 종류별 어린 참게의 생존율 ---------- 69
표 4. 비닐 하우스내 수조 바닥 재료에 따른 참게의 성장 및 생존 ------- 72
표 5. 고밀도 순환 여과식 수조내 바닥 재료에 따른 참게 종묘의 생존율 - 75
표 6. 고밀도 순환 여과식 수조내 바닥 재료에 따른 참게 종묘의 성장 --- 77
표 7. 노지에서 월동한 참게의 성장 및 생존 ---------- 79
표 8. 성장에 따른 사육 면적 및 먹이 공급량 ---------- 97

그 림 목 차

그림 1. 참게 갑각의 모식도 ---------- 31
그림 2. 참게와 동남참게 수컷 복부의 모식도 ---------- 32
그림 3. 참게 암컷 복부의 모식도 ---------- 32
그림 4. 참게 복부의 모식도 ---------- 34
그림 5. 참게와 동남참게 턱다리의 모식도 ---------- 34
그림 6. 참게 암컷과 수컷 배다리의 모식도 ---------- 35
그림 7. 참게와 동남참게 수컷 교미기의 모식도 ---------- 35
그림 8. 참게의 내부 모식도 ---------- 37
그림 9. 비닐 하우스 수조 바닥 재료에 따른 참게의 성장 및 생존 ------- 73
그림 10. 고밀도 순환 여과식 수조내 바닥 재료에 따른 참게 종묘의 생존율 및 성장 ---------- 76
그림 11. 노지에서 월동한 참게의 성장 및 생존 ---------- 81
그림 12. 참게 어린게 1 기의 모식도 ---------- 84
그림 13. 참게 어린게 2 기의 모식도 ---------- 84
그림 14. 참게 어린게 3 기의 모식도 ---------- 84
그림 15. 참게 어린게 4 기의 모식도 ---------- 85
그림 16. 참게 어린게 5 기의 모식도 ---------- 85
그림 17. 참게의 탈피와 성장 ---------- 87
그림 18. 참게 노지 양식장 개략도 ---------- 100
그림 19. 참게 육상 축양용 콘크리트 수조 ---------- 102

그림 20. 참게 축양용 연결관 시공도 ---------- 104
그림 21. 참게 육상 축양용 수조 바닥 세부도 ---------- 106

화 보 목 차

화보 1. 참게의 갑각 ---------- 30

화보 2. 동남참게의 갑각 ---------- 30

화보 3. 참게의 내부 형태 ---------- 37

화보 4. 봄철 소상기 하구역에서 통발에 의해 채집된 동남참게 --------- 41

화보 5. 참게 서식지 굴(93년 6월) ---------- 41

화보 6. 성숙한 참게의 교미(우측 수컷, 좌측앞 암컷) ---------- 43

화보 7. 교미후 포란한 참게 암컷 ---------- 43

화보 8. 현재 사용되는 참게 급이용 각종 먹이 ---------- 51

화보 9. 참게 노지 중간 육성장 및 양식장 ---------- 64

화보 10. 각종 중간 육성 시설(바닥은 노지로 구성) ---------- 65

화보 11. 각종 중간 육성 시설(바닥에 자갈을 깔아 줌) ---------- 65

화보 12. 참게 노지 저질에 따른 성장 실험구 ---------- 67

화보 13. 중간 육성장에서의 참게 탈피각 ---------- 67

화보 14. 비닐 하우스내 각종 참게 실험구 ---------- 70

화보 15. 수조 바닥 저질 종류에 따른 성장 및 생존율 조사 실험구 ------ 70

화보 16. 순환 여과식 FRP 수조에서의 성장 실험 시설 ---------- 78

화보 17. 종묘 생산 시설에서 어린게 1기로 변태한 참게 ---------- 83

화보 18. 참게 어린게 사육용 가공 모판 ---------- 83

화보 19. 참게 탈피각(위그림)과 탈피 개체의 크기 비교 ---------- 89

화보 20. 탈피 성장에 의해 재생된 제 3 걷는 다리 ---------- 89

화보 21. 개구리에게 잡아 먹힌 참게 어린게 ---------- 91
화보 22. 갑각증에 걸린 참게 어미게 ---------- 91
화보 23. 가을 월동전 노지에서의 참게의 수확 ---------- 112
화보 24. 참게를 이용한 매운탕 요리 ---------- 112
화보 25. 참게의 성장 ---------- 114

제 1 장 서 론(序論)

참게는 옛날부터 우리 나라 농촌의 대표적인 기호식품(嗜好食品)으로 주로 장(醬)을 담그거나 매운탕으로 조리하여 식용으로 애용하였으며, 품질이 좋은 것들은 별도로 선별하여 소고기 또는 약재를 먹여 일정 기간 기른 후 장을 담가 나라에 진상하기도 하였고, 중국에서는 약용 동물로 소개하고 있는 갑각류이다.

우리 나라에 서식(棲息)하는 참게류는 4 종류이나, 이 중 산업적으로 중요한 종은 참게(일명:거치레)와 동남참게이다. 참게류는 늦은 가을에 번식을 위하여 바닷물과 민물이 섞이는 강어귀로 내려가 포란(抱卵) 및 부화(孵化) 한다. 이 곳에서 부화된 부유유생(浮遊幼生)은 변태(變態)하여 어린게가 되어 다음 해 봄이 되면 다시 강을 거슬러 올라와 논이나 작은 하천에 서식한다.

최근 들어 과도한 농약 살포와 오염 물질(汚染物質) 증가로 참게의 서식지(棲息地)인 논, 하천 및 구릉지(沼澤池)의 환경이 악화되었을 뿐만 아니라, 강어귀 지역의 준설(浚渫), 매립(埋立), 댐 건설 등으로 번식(繁殖)을 위한 회유 경로(回遊經路)가 차단 된데 더하여 무분별한 채포로 그 자원이 극도로 감소되어 참게는 임진강 부근에서, 동남참게는 섬진강 부근에서 소량이 잡히고 있는 실정이다.

자원의 감소와 아울러 참게의 가격도 상승하여, 종묘(種苗)로 사용 가능한 갑장(甲長) 1 ㎝ 급의 어린게는 200~500 원, 6 ㎝ 급은 마리당 10,000~15,000 원을 호가하고 있다. 현재 참게 시장은 미약하나 연간 500 톤 (100 억원) 규모의 시장 확보는 무난할 것으로 보이며, 일본에서도 한국산 참게장에 대한 기호도(嗜好度)가 높아 수출 시장 확보도 용이할 것으로 판단된다. 또한, 참게는 유기농법(有機農法)을 채택 할 경우 벼농사와 함께 복합적인 양식(養殖)이 가능하며,

소규모 사업으로도 수익성이 보장된다. 따라서 참게 양식은 농어민 소득을 확실하게 보장해 줌과 아울러 국민 건강에도 기여할 수 있는 사업이라 하겠다.

현재까지의 우리 나라 참게류 양식(養殖)은 동남참게를 주 대상으로 자연산 종묘를 수집하여 논이나 못에 가두어 기르는 조방적(粗放的) 양식이나 축양(蓄養) 단계의 소규모 자영농 형태로 명맥을 이어왔으나, 그나마 자연산 종묘의 수급(需給)이 불안정하여 이를 축양 또는 양식 기술 발전을 위한 실험용으로 사용할 엄두를 내지 못하였었다. 따라서 기업형 양식에 반드시 필요한 인공적 방법에 의한 종묘 생산이 불가피하였다. 참게장을 좋아하는 일본에서는 동남참게의 경우 종묘 생산(種苗生産)에 성공하여 자원 첨가용(資源添加用) 종묘로 방류 사업(放流事業)을 실시하고 있으나 아직 참게에 대한 연구는 미약한 실정이다. 중국에서도 약간의 연구가 시도되었으나 모두 단순 축양 또는 기초적 연구 수준에 머물고 있다. 참게는 자연 상태에서도 상품크기까지 성장하는데 1~2년이상 소요되는 것으로 추정되고 있으므로 기업 양식 품종으로 정착하기 위하여서는 성장기간의 단축 방법과 인위적인 관리 방법의 개선이 필수적으로 요구되었다.

주 연구 내용은 참게류의 생물학적 분류, 생태, 종묘 확보 및 수송, 어린게의 이동 및 성장, 적정 먹이 탐색(探索), 중간 육성 시설 연구, 월동(越冬) 및 고밀도 사육 연구, 어린게 육성등 중간 육성에 필요한 전반적 기술이 포함되었다. 그러나 본 연구는 연구 기간의 제한으로 말미암아 연구 결과를 기업 규모의 양식 사업에 직접 적용하기는 다소 무리가 있다고 생각된다.

따라서 본 보고서는 양식 농어민의 이해를 돕기 위하여 전문적인 연구 보고서의 형태를 피하고 참게 중간 육성을 위한 중간 보고서 형태로 작성하였으며 추후 계속되는 연구 결과가 기대되는 바이다. 누구나 알아보기 쉽게 하기 위하여 가능한 한 전문용어(專門用語)의 사용을 억제하였으나, 부득이한 경우 ( ) 안에

한문을 명기하였다.

끝으로 본 연구의 수행중 헌신적으로 협조하여 주신 반월 신용협동조합 및 협동농수산주식회사 관계자 여러분, 참게 분양 업자 및 관련 농어민들께 심심한 감사를 드리는 바이다.

제 2 장 참게의 생물학(生物學)

가. 참게의 분류(分類) 및 형태(形態)

1. 참게류의 분류(分類)

참게류는 분류학적으로 갑각강(甲殼綱, Class Crustacea), 십각목(十脚目, Order Decapoda), 게아목(Suborder Brachyura), 바위게과(Family Grapsidae), 참게아과(Subfamily Varuninae), 참게속(Genus *Eriocheir*)에 속하는 종류이다. 참게아과에는 강어귀 기수 지역(汽水地域), 민물 또는 해변 가까운 육상에 서식하는 종류로 참게속을 포함하여 애기비단게속, 납작게속 및 풀게속의 4 속이 있다. 참게속은 갑각의 옆 가장자리에 이가 있는 것으로 애기비단게속과 구분되며, 제 3 턱다리의 자리마디와 긴마디의 경계가 수평인 점으로 그 경계가 비스듬한 납작게속과 구별된다. 또한 참게속은 이마의 나비가 갑각 나비의 1/3 정도로 그 비율이 1/2 정도의 유사 속인 풀게속과 구별된다. 참게속에는 전술한 바와 같이 4 개 종이 우리 나라에 서식하는데 외부 형태에 의한 종(種) 검색 방법(檢索方法)은 다음과 같다(金 1973).

참게속의 종 검색 방법

A ° 갑각(甲殼)의 옆 가장자리에 4 개의 이 (눈뒷니 포함)가 있고, 집게

다리 손바닥에는 안팎 양면 또는 바깥 면에만 털다발이 있다. 제 1, 2 걷는다리 앞마디 등면에는 세로로 달리는 털 줄이 없다. ------ B

° 갑각의 옆 가장자리에는 3 개의 이가 있고, 집게다리 손바닥에는 안면에만 털다발이 있다. 제 1, 2 걷는다리의 앞마디 등면에는 세로로 달리는 긴 털 줄이 있다. -------- 애기참게(*Eriocheir leptognathus*)

B ° 이마에 4 개의 뾰족한 이가 있으며, 갑각 등면은 볼록하고 울퉁불퉁하다. ---------- 참게(*E. sinensis*)

° 이마는 4 개의 뾰족하지 않은 잎으로 나뉘거나, 파상이다. 갑각의 등면은 낮다. ---------- C

C ° 이마는 4 개의 잎으로 나뉘고, 집게다리 손바닥에는 안팎 양면에 털다발이 있다. ---------- 동남참게(*E. japonicus*)

° 이마는 파상형이거나 곧으며, 집게다리 손바닥 바깥 면에만 털다발이 있다. ---------- 남방참게 (*E. rectus*)

2. 참게의 형태 (形態)

가) 외부 형태

산업적으로 중요한 참게와 동남참게의 가장 큰 차이는 참게의 경우 동남참게

에 비하여 이마에 있는 이가 매우 뾰족하고, 아울러 갑각이 볼록하고 울퉁불퉁하여 갑각에 있는 흠이 뚜렷하다는 점이다(화보 1, 2).

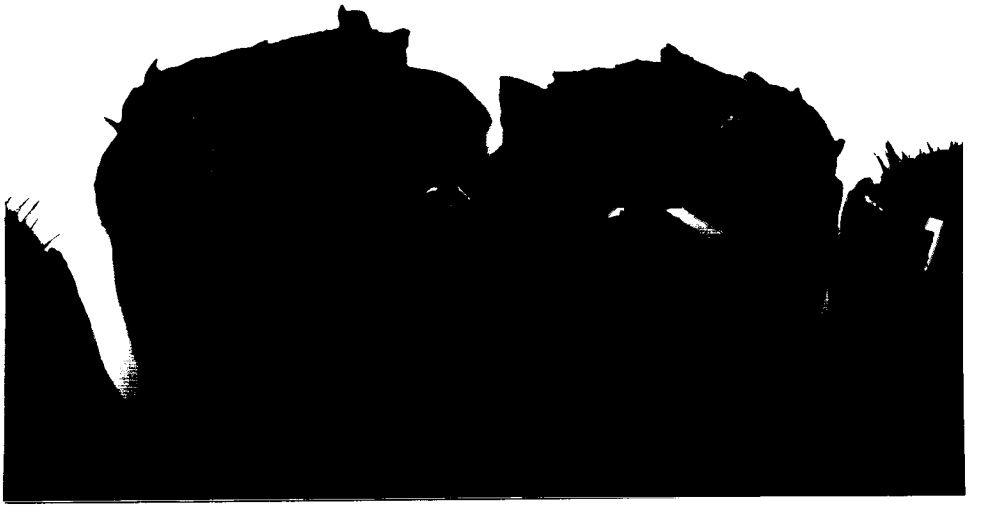
일반적으로 게의 몸은 머리가슴(頭胸部) 과 배(腹部)로 나뉘어 지는데 배는 아주 퇴화(退化)되어 있으며, 암컷의 경우 생식공을 덮고 있어 포란(抱卵)을 위한 장소로 이용된다.

참게를 위에서 보았을 때, 등쪽은 갑각으로 덮여 있다. 갑각은 나비가 길이보다 약간 더 길고 윤곽은 둥그스름한 사각형이다(그림 1). 갑각의 모든 모서리에는 과립(顆粒)들이 촘촘히 나 있는데, 맨 앞쪽 좌우 눈의 사이가 이마구역이다. 이마구역에는 납작하고 삼각형인 가시가 4 개 있는데, 동남참게와는 달리 뾰족하다. 갑각의 옆 가장자리에는 눈구멍 뒤끝에 있는 눈뒷가시를 포함하여 4개의 뾰족한 가시가 있는데 뒤로 갈수록 점점 작아진다. 동남참게의 제 4 가시는 흔적적이다. 뒤 가장자리는 곧고 갑각 나비의 1/2 보다 약간 작다. 갑각의 등면은 볼록하고 H 자 모양이 뚜렷하다. 염통구역은 양옆 아가미 구역보다 낮다. 옆 가장자리의 제 3 가시의 기부에서 부터 안쪽을 향하여 가로로 달리는 과립선(顆粒線)과 제 4 가시에서부터 뒤 가장자리로 달리는 과립선이 있다. 이들 과립선은 참게에서는 비교적 뚜렷하지만 동남참게의 경우는 덜 뚜렷하다.

참게 수컷의 배는 7 마디이며, 제 1, 2 마디는 길이가 짧다. 제 3 마디가 제일 길고, 제 3 마디에서 제 5 마디에 이르는 가장자리 선이 안쪽으로 많이 휘어져 제 5 마디의 나비는 제 3 마디 나비의 1/2 정도이다. 그러나 동남참게는 제 3 마디에서 제 5 마디에 이르는 선이 비교적 곧아 제 5 마디는 제 3 마디 나비의 2/3 정도이다(그림 2).

참게 암컷의 배는 7 마디이며, 양옆이 볼록한 사각형이고 그 나비는 길이보다 약간 길다. 제 7 마디는 제 6 마디에 박혀 있는 모양으로 그 경계는 볼록하

화보 1. 참게의 갑각.



화보 2. 동남참게의 갑각.

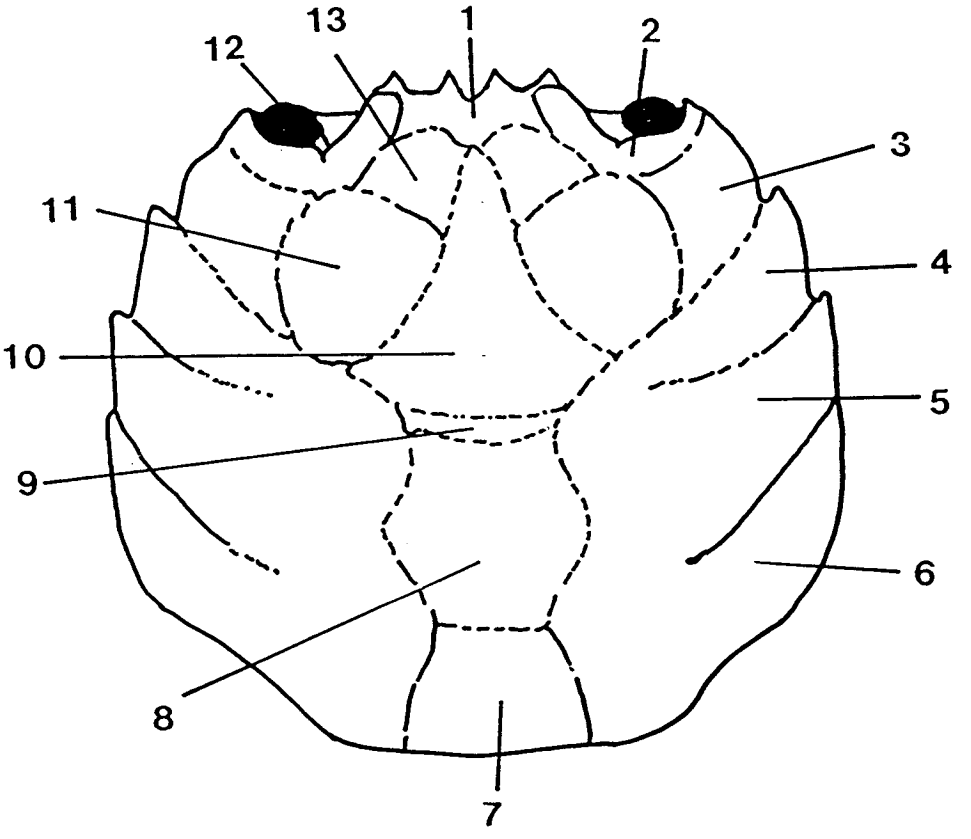


그림 1. 참게 갑각의 모식도.

1:이마구역(frontal region) 2:눈구역(orbital region) 3:간구역(hepatic region) 4:앞아가미구역(epibranchial region) 5:가운데아가미구역(mesobranchial region) 6:뒷아가미구역(metabranchial region) 7:장구역(intestinal region) 8:염통구역(cardiac region) 9:뒷위구역(metagastric region) 10:가운데위구역(mesogastric region) 11:원위구역(protogastric region) 12:눈(eye) 13:앞위구역(epigastric region).

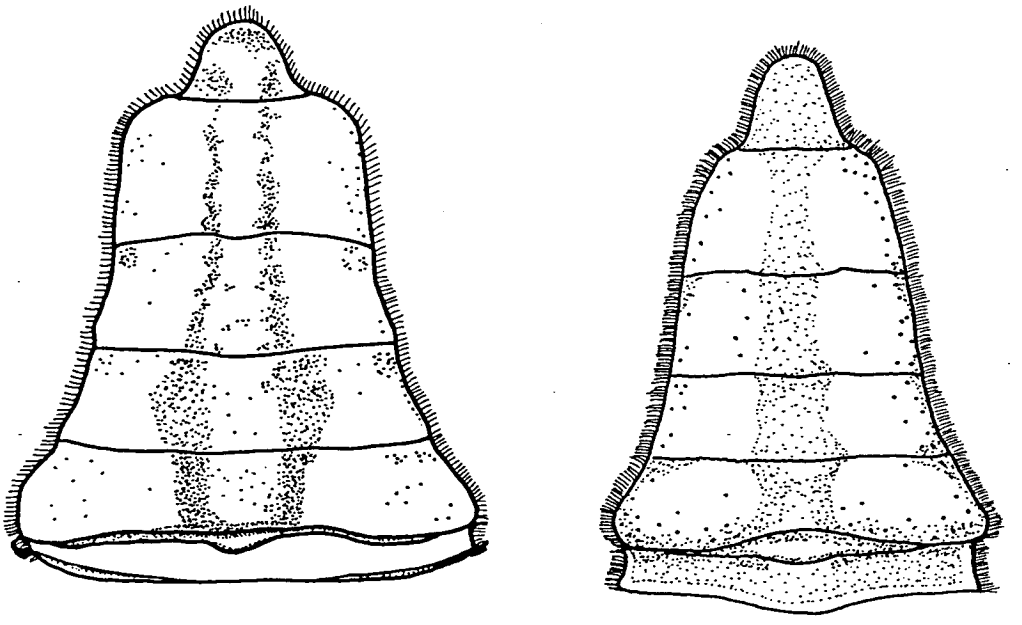


그림 2. 참게와 동남참게의 수컷 복부의 모식도.

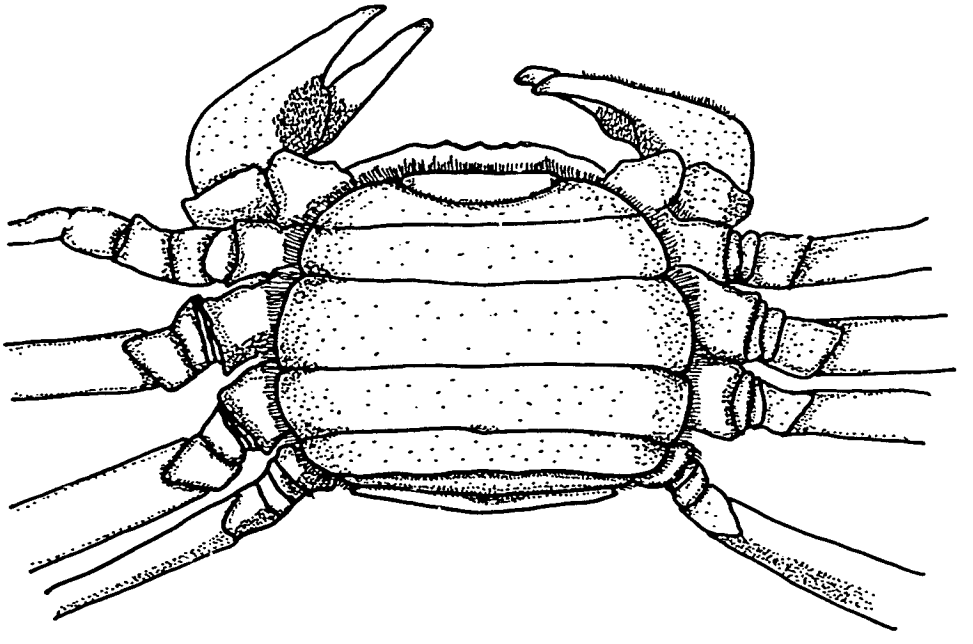


그림 3. 참게 암컷 복부의 모식도.

다. 동남참게 암컷의 배는 3~5 마디 위 가장자리 가운데가 참게보다 많이 만곡되어 있어 이 두 종의 구별이 용이하다(그림 3).

참게와 동남참게의 다리의 형태는 비슷하지만 참게가 동남참게보다 더 길고 강건하게 보인다. 양 집게다리는 대칭이며, 긴마디는 삼각 기둥 모양으로 3 개의 모서리와 앞끝 모서리에 각 각 뾰족한 가시가 있으며, 바깥쪽에는 가로로 달리는 수개의 과립선이 있다. 4쌍의 걷는다리 중 제 1 걷는다리가 가장 짧으며, 제 4 걷는다리는 제 1 다리보다 약간 길다. 제 2, 3 걷는다리는 길고, 두개의 길이가 비슷하다.

각 다리는 7 개의 마디로 되어 있는데 몸에 붙어 있는 제 1 마디가 바닥마디이다. 제 2 마디는 밑마디인데 길이가 짧고 제 3 마디인 자리마디로 이어진다. 제 4 마디는 긴마디로 제일 길고 제 5 마디인 발목마디, 제 6 마디인 앞마디 그리고 제 7 마디인 발가락마디로 이어진다. 참게의 걷는다리에는 굵은 털이 많이 나 있으며, 제 7 마디는 갈구리와 같이 약간 휘어져 있다.

집게다리는 운동이 가능한 발가락마디와 그 뒤의 부동지인 앞마디가 합하여 집게를 이룬 것이다. 집게의 손바닥은 짧고 넓으며 아래와 위 모서리에 과립이 있고 손가락 기부에 털다발이 있다. 그 뒤의 발목마디는 사각형이며, 안쪽 모퉁이에 큰 가시가 1 개 있다.

참게를 배쪽으로 놓고 볼 때 입을 덮고 있는 4 각형의 단단한 덮게 같은 것이 있는데, 이것이 제 3 턱다리이며 먹이를 잘게 부수는데 사용한다. 좌우 제 3 턱다리의 사이에는 마름모꼴의 틈이 있다(그림 4).

제 3 턱다리는 바닥마디와 밑마디가 합쳐져 원마디를 이루어 제 3 가슴마디에 붙어 있다. 자리마디는 나비가 길이보다 좁고 4각형이다. 긴마디는 앞으로 갈수록 약간 옆으로 퍼졌고 앞모서리 가운데 나비가 급격히 줄어든 발목마디가 이어

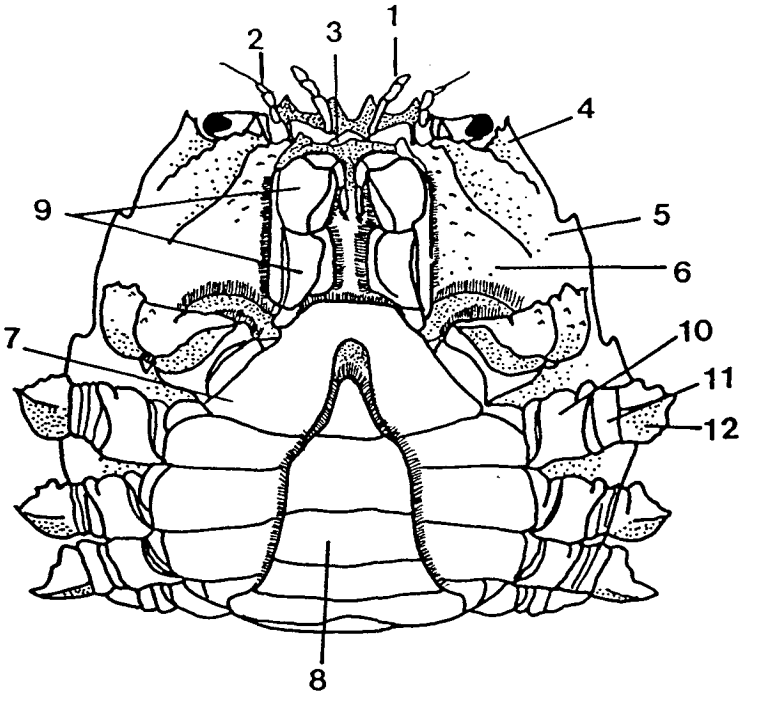


그림 4. 참게 복부의 모식도.

1:작은더듬이(antennule) 2:더듬이(antenna) 3:입앞부분(epistome) 4:밑간부분(subhepatic) 5:밑눈구역 6:뺨구역(pterygostomian region) 7:배갑(sternum) 8:배(abdomen) 9:제3턱다리(3rd maxilliped) 10:바닥마디(coxa) 11:밑마디(basis) 12:자리마디(ischium).

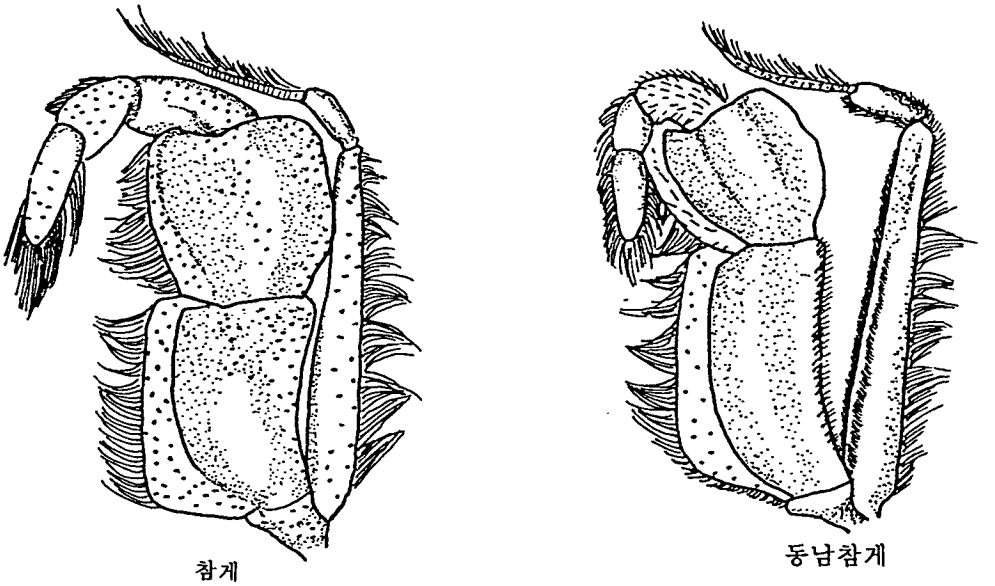


그림 5. 참게와 동남참게 턱다리의 모식도.

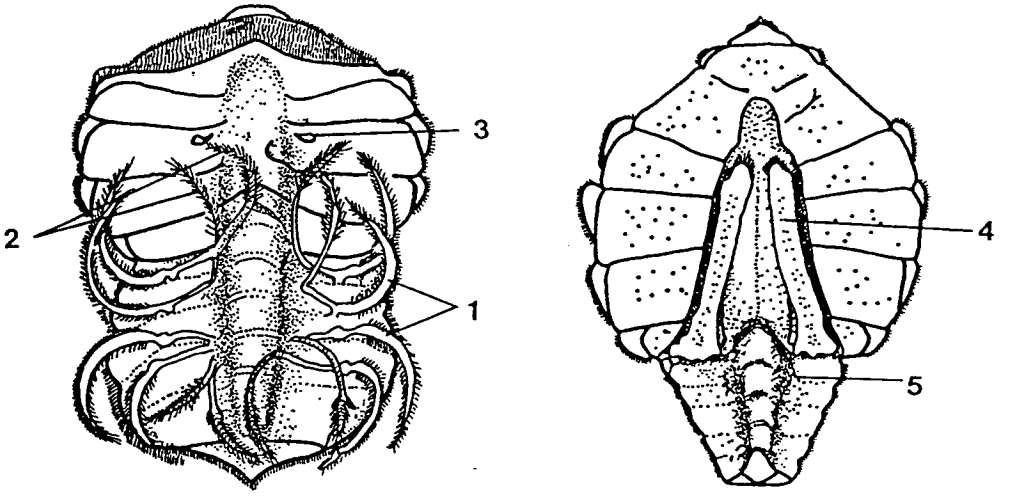


그림 6. 참게 암컷과 수컷 배다리의 모식도.

1:배다리의 바깥다리(exopodite of pleopod) 2:배다리의 안다리 (endopodite of pleopod) 3:생식공(genital pore) 4:제1배다리(1st leopod) 5:제2배다리(2nd pleopod).

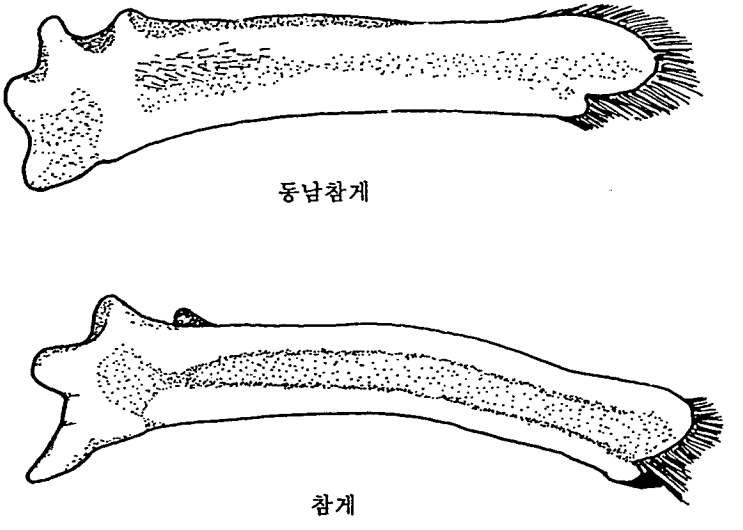


그림 7. 참게와 동남참게 수컷 교미기의 모식도.

진다. 자리마디와 긴마디의 모서리에는 수염이 나 있으며, 앞마디의 윗가장자리와 발가락마디의 끝쪽에 수염이 많이 나 있다(그림 5). 안다리의 앞마디는 가늘고 길어 제 3 턱다리의 자리마디와 긴마디의 합보다 약간 짧다. 안다리의 앞마디 바깥쪽 가장자리에는 수염이 나 있으며, 발가락마디는 짧다. 발가락마디에는 여러 마디로 구성되었으며, 수염이 나 있는 채찍이 있다. 제 3 턱다리의 안쪽에는 바닥마디와 밑마디로 이루어진 제 2 턱다리가 있고, 그 안쪽에는 제 1 턱다리가 있다.

수컷의 배다리(교미기: 交尾器, 그림 6)는 굵고 안쪽 가장자리가 약간 볼록하게 휘어졌으며, 끝이 둥그스럼하고 털이 많이 나 있다. 암컷의 배다리는 가지가 많이 나 있어 알을 포란하는데 쓰인다(그림 7).

나) 참게의 내부 형태

참게의 갑각을 쥐고 배부분에 손을 대고 벌리면 갑각과 몸체가 쉽게 분리된다. 이 때 몸체의 양쪽 가장자리에 있는 나뭇잎 같은 형체를 한 것들이 보이는데, 이것이 아가미이다. 다시 참게를 등 쪽이 하늘을 향하게 놓고 몸통을 열어보면 화보 2, 그림 8과 같다. 입은 복잡한 악각(顎脚, maxilliped)으로 싸여 있고 인후에 연결된 관상의 짧은 식도와 파라미드형 위가 중앙의 이(齒)를 중심으로 위치해 있으며 양쪽에는 측치(lateral tooth)가 있다.

더듬이 바로 아래쪽 입이 있던 부위에서부터 2/5 정도 길이까지 둥그스럼한 주머니가 있는데 이것이 참게의 위(胃)이다. 외부 형태는 모서리가 없는 피리미드형이며 백색의 질긴 유리질로 덮여 있다. 식도(食道)는 짧아서 잘 구별하기 힘들며, 바로 위와 연결되는데 위는 두 부분으로 구성되어 있다. 앞에서 관찰한 것

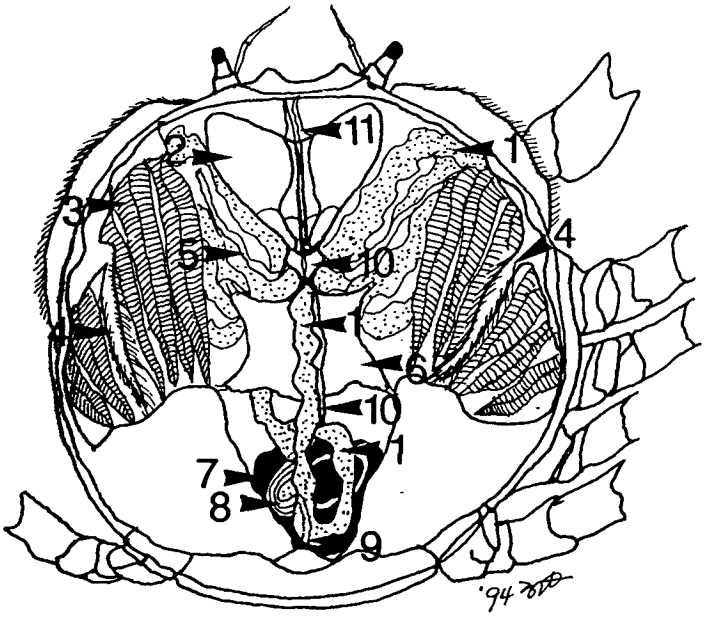


그림 8. 참게의 내부 모식도.

1:난소(Ovary) 2:위(Stomach) 3:아가미(Gill) 4:아가미세척기(Gill cleaner) 5:유문수(Pyloric caecum) 6:심장(Heart) 7:간췌장(Hepatopancreas) 8:장맹낭(Intestinal caecum) 9:장말단부(Intestine, posterior) 10:장(Intestine) 11:식도(Esophagus).

화보 3. 참게의 내부 형태.

이 전위(前胃)이고 그 아래쪽의 작은 주머니가 유문위(幽門胃)이다. 유문위는 곧바로 길게 꼬인 창자를 통하여 항문(肛門)까지 이어진다.

위의 아래쪽 양옆에서 갑각의 위 가장자리 쪽으로 활같이 휘어진 주황색(또는 갈색)으로 주름이 잡힌 덩어리가 있는데, 이것은 생식소이다. 수컷의 경우는 생식소의 크기가 매우 작으며, 연노랑 또는 유백색이다. 위 바로 밑에는 불투명한 연회색의 심장(心腸,염통)이 있으며, 살아 있는 참게를 열어 보면 염통이 뛰는 것을 볼 수 있다. 갑각의 양옆을 따라 나뭇잎같이 배열되어 있는 연한 갈색의 덩어리들은 앞에서 이야기 한 아가미이다. 아가미의 끝 부분에는 위쪽에서부터 털이 나 있고, 흰색의 딱딱한 생선 가시 같은 것이 세로로 나 있는데, 이 것은 턱다리의 일부가 변한 것으로 아가미를 청소하는데 쓰이는 아가미 세척기 (gill cleaner)이다(한국 해양 연구소 1992).

3. 참게의 유전(遺傳) 생화학(生化學)적 연구

지금까지 수산자원에 대한 유전 생화학적 연구는 거의 어류를 대상으로만 이루어져 왔으며, 우리 나라의 경우 무척추동물 특히 갑각류에 대한 이 방면의 연구는 거의 전무한 실정이다. 우리 나라의 주요 수산 자원인 참게 및 동남참게에 대한 유전 생화학적 연구는 유전적 특징을 파악함은 물론 유용유전자(有用遺傳子)의 검색(檢索) 및 이의 활용을 위해 중요하다. 지금까지 어류의 유전학적 연구는 대부분 세포 및 염색체(染色體) 수준에서 이루어져 왔으며 근래에 와서 동위효소 유전자(同位酵素遺傳子) 및 미토콘드리아 디엔에이(mitochondrial DNA) 연구가 활발하게 진행되고 있다 (Wilson *et al.*, 1985; Lansman *et al.*, 1981; Birt *et al.*, 1986; Palva *et al.*, 1989).

따라서, 본 연구는 우리 나라의 하천에 분포하는 참게 및 동남참게 근육 추출물의 동위효소 유전자(同位酵素遺傳子)의 형(pattern)을 분석하여 이들의 유전학적 기초자료를 축적하고, 이들 종의 식별을 위한 유전적 표식(genetic marker) 으로 활용하고자 하는데 있다.

참게와 동남참게의 생화학적 유전분석을 위하여 1994년 5월에 협동농수산(주) 및 해양연구소 사육실에서 사육중인 참게 및 동남참게 1 년생을 각각 30 마리씩 다리를 절단하여 드라이 아이스(dry ice)에 급속 동결한 후 근육만을 적출하여 동량의 증류수를 첨가하고 균질한 다음, 저온 원심분리기를 이용하여 4℃에서 3,000 rpm으로 원심분리하고 상등액을 전기영동의 시료(試料)로 취하였다.

전기영동은 Lactate dehydrogenase(LDH), malate dehydrogenase(MDH), isocitrate dehydrogenase(IDH), α-gylycerophosphate dehydrogenase(α-GPDH), malic enzyme(ME), 6-phosphogluconate dehydrogenase(6-PGD), phosphoglucose isomerase(PGI)와 phosphoglucomutase (PGM) 등 8 개의 동위효소(同位酵素)에 대하여 실시하였다.

전기영동은 13% 전분겔을 사용하였으며 전기영동용 완충제(buffer)는 Shaw and Prasad (1970) 및 Clayton and Tretiak (1972) 등의 방법을 사용하였다. 각 효소(酵素)의 염색은 전개를 마친 겔을 2㎜ 두께로 수평 절단하여 해당 염색 용액으로 15~60 분간 실온에서 실시하였으며, 실험분석은 계속 진행중이며 그 결과는 다음 보고서에 기재될 예정이다.

나. 참게의 생태(生態)

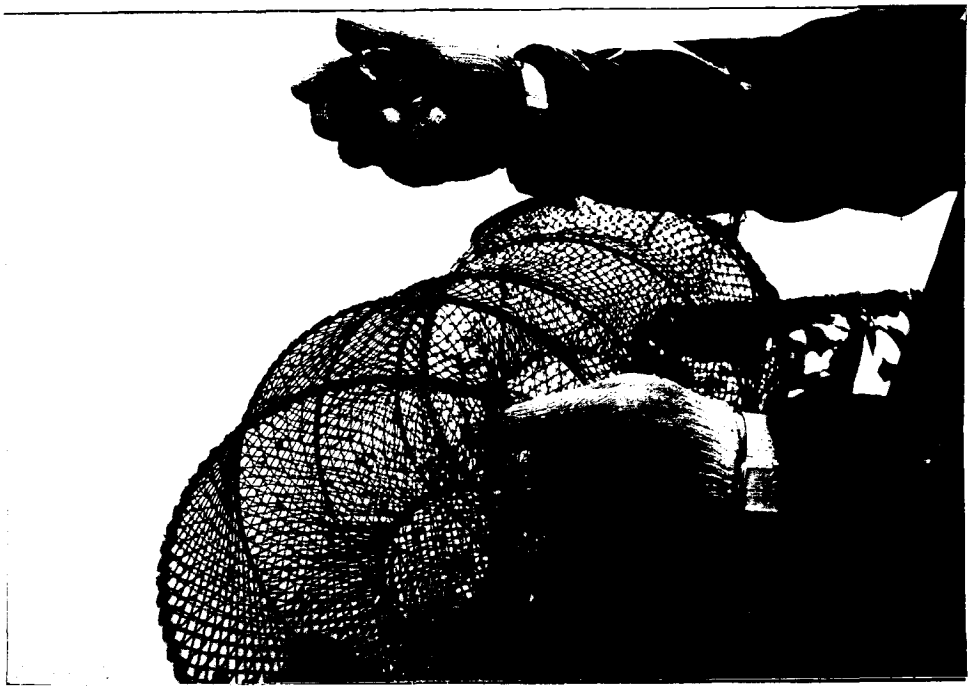
아직까지 참게류의 생태에 관한 연구보고는 극히 제한되어 있다. 따라서 본

항에서는 현재까지 발표된 연구 보고를 중심으로 하여 본 연구 사업 중 밝혀진 일부 내용을 간략히 기술하기로 한다.

대체적으로 볼 때 참게류는 우리 나라 전 하천에 분포하고 있다고 판단되며, 특히 참게는 전북 만경강 이북의 서해안으로 흐르는 하천에 많이 분포하며, 전북 만경강 이남으로부터 남해, 동해안으로 흐르는 하천 및 제주도에서는 동남참게가 주로 분포하고 있다고 보여진다(화보 4). 자원량은 1970 년대까지 연간 1,500 M/T 정도로 추정되고(劉 1970) 그 이후의 명확한 자료는 없지만, 1993년말 임진강 유역에서 채집된 참게 수집량은 약 2 ton 정도로 추정된다.

참게는 야행성(夜行性) 동물로 낮에는 굴속에 숨어 있다가 밤에 나와서 먹이를 먹는데, 잡식성으로 풀씨, 작은 동물, 큰 동물의 사체 등을 가리지 않고 먹는다. 수조내에 적응(適應)된 참게는 낮에도 먹이를 먹는 경우가 있지만 인기척이 나면 즉시 숨어 버린다. 참게의 굴은 게의 크기에 따라서 다소 차이가 나지만 몸체의 크기보다는 입구가 큰 편이고, 땅을 향하여 약간 비스듬히 뚫려 있는데 그 길이는 30~100 cm 정도이다(화보 5). 늦은 가을 번식(繁殖)을 위하여 강어귀로 내려가지 않는 개체들은 원래의 서식처(棲息處)에 굴을 뚫고 월동(越冬)을 하는데, 이 경우 굴은 통상적인 서식처보다 깊고 길다. 실제로 논에 방류한 참게는 땅이 어는 깊이 이하로 굴을 파고 월동(越冬)하는데 갑장 2 cm 크기의 참게가 1 m 이상 굴을 파내려 간 경우도 있다.

참게는 번식을 위하여 가을철에 강어귀 쪽으로 이동하는데, 만경강산 참게는 8 월 중순에서 11 월까지 서식처(棲息處)에서 민물과 바닷물이 만나는 기수역(汽水域)으로 이동한 후 12 월에는 다소 깊은 만내로 이동한다(劉 1979). 임진강산 참게는 10 월에서 11 월 사이에 강 하구로 이동한다고 알려져 있다. 임진강산 참게의 경우, 기수역과 해안가에서 포란된 참게의 출현은 10월 하순부터이며,



화보 4. 봄철 소상기 하구역에서 통발에 의해 채집된 동남참게.

화보 5. 참게 서식지 굴(93년 6월).

12월에 출현 빈도가 가장 높다. 참게의 교미 지역은 강어귀 부근으로 생각되었으나, 서식지에서 채포된 참게 암컷이 적합한 염분 환경(鹽分環境)이 주어지면 포란하고 또한 포란된 알이 발생 과정(發生過程) 중에 있는 것으로 보아 교미 지역은 서식지에서 강어귀로의 이동 중 교미하고(화보 6), 암컷의 체내에 정자(精子)를 일시 보관하였다가 난성숙(卵成熟)이 이루어지고 적합한 환경이 되면 수정(受精) 후 포란하는 것으로 생각된다(화보 7). 참게의 수명은 2~3년으로 추정되며 크기는 작지만 암컷과 교미를 마친 수컷은 대부분 사망하는 것으로 판단되며 종묘 생산시 한번 사용된 어미게는 모두 폐사하였거나, 자연산인 경우 하구에서 다수의 사체가 발견되었다고 한다. 담수에서 교미하는 경우는 확인하기 어렵웠고, 일반적으로 교미는 염분이 5‰ 이상 되고 수온이 7℃ 이상 되는 하구역에서 이루어지며 교미지속시간은 15~30분이다(한국 해양 연구소 1992).

자연 상태에서 참게 유생 출현은 다소 늦어 부유 유생(浮遊幼生)은 만경강일 경우 5 월 중순에서 8 월 중순까지 출현하며, 최고 성기는 5 월말에서 7 월초까지로 보고되고 있는데(劉 와 金 1969), 금강에서는 3~4월이 어린게의 역상성기(逆上盛期)로 보고하였고, 金 등(1988)은 파주 부근의 임진강에서 3 월에서 6 월 중순까지 갑장 1 ㎝ 내외의 참게를 채포하였다고 보고하였다. 이와 같은 자료를 종합하여 보면, 자연 상태에서의 포란(抱卵), 부화(孵化), 성장(成長)은 지역 및 개체에 따라서 그 차이가 매우 큰 것으로 보여지며, 특히, 북부 지방에 위치한 하천에 서식하는 종류들이 부화후 성장이 빠른 것으로 보여진다. 그러나, 이러한 분석은 수온이 높을수록 성장이 빠른 실험실에서의 성장 결과와 다르기 때문에 정확한 서식 생태를 파악하기 위하여서는 보다 면밀한 조사가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

화보 6. 성숙한 참게의 교미(우측 수컷, 좌측앞 암컷).

화보 7. 교미후 포란한 참게 암컷.

다. 참게의 이동(移動) 및 성장(成長)

劉 등(1969)에 의하면 만경강에서 산란 부화된 유생은 산란장에서 기수구를 거쳐 담수구로 회유분포(回遊分布)하여 3월~8월 중순(평균 5개월)까지 탈피 성장하며, 산란전 시기에는 담수구에서 성장한 생물학적 최소형의 개체들이 하천의 물줄기를 따라 만경강 연안(만경강 상류의 담수구에서는 중류로)의 기수역으로 이동하며, 그 시기는 8월 중순부터 11월 중순까지 약 3개월간이나, 극소수의 참게가 2월까지 이동하고 있는 것이 보고되었다. 참게의 이동은 산란위주의 이동이며 서식장소의 환경변화(수온하강; 水溫下降) 특히, 월동을 위하여 이동되고 있다고 추정할 수 있다.

만경강 참게는 이동성이 강하여 이동의 장소에 따라 대체적으로 개체의 차이가 심한 것으로 나타났다. 산란장의 평균 갑각장의 크기별 분포는 35~65 ㎜로 10월부터 다음해 봄철(3월~4월)까지 유생인 메갈로파와 함께 나타나는 것은 늦게 이동된 어미게와 산란중인 어미게가 2차, 3차의 산란으로 머물고 있기 때문이고 성장과는 무관하다고 생각되며, 10~20 ㎜ 의 어린게도 다소 나타나고 있는데 이것 역시 어미게의 산란회유기(産卵回遊期)에 월동의 목적으로 이동되었거나 육수의 배수구쪽에 서식하던 게등이 강한 유속에 밀려 어미게와 함께 이동된 것으로서 성장추정(成長推定)과는 무관한 것으로 추측할 수 있다.

산란장에서 부화 변태(孵化變態)된 Megalopa와 Megalopa에서 변태 성장된 어린게가 약 3 ㎜이하의 크기로 기수 구역으로 이동되면서 적극적인 섭이기(먹이를 찾아 먹는 시기)로 접어들고 각수면, 하천으로 분포되면서 정상적인 성장을 한다.

기수구역에서 점차 담수구역의 논이나 각 하천등의 물줄기를 타고 어린게가 이동하면서 5, 6월에는 약 20~30 ㎜ 정도로 성장한다. 7월부터 10월까지는 평균

40~50 ㎜의 어미게가 되어 상류의 논이나 하천에 분포하였던 것이 논의 배수와 함께 하류로 이동되어 산란전 하구 접안기를 맞으면 평균 47~55 ㎝로 된다. 그 이후 산란장으로 이동되어 어획된 어미게는 접안기의 어미게와 큰 차이가 없는 것으로 보아 이때부터 탈피 성장은 중지되고 난성숙에 이르게 되는 것으로 생각된다.

제 3 장 적정 먹이 탐색(探索)

가. 식성(食性)

참게 소화관의 변화에 따른 식성 조사는 많이 없는 편이나, 일반적으로 잡식성으로 알려져 있으며 동물성 먹이뿐만 아니라 식물성 먹이도 고루 섭취하는 것이 확인되었다. 劉 등(1969) 에 의하면 참게 크기별 먹이 구성은 갑장 20~30 ㎜의 게일 경우 섭이량의 70%이상을 미세한 plankton을 섭이하는 것으로 보고하였고 이중 규조류가 60%정도를 차지하고 있으며, 갑장 40~60 ㎜ 크기의 산란기 게는 대부분 동물성 먹이를 섭취하지만, 규조류(20%)나 식물성 먹이(7%)등도 섭취한다고 보고하였다.

참게의 자연 서식지에서의 식성을 알아보고자 관찰하였으나, 뚜렷한 성상을 발견하기 못했다. 그러나, 각종 사료 및 이료를 투여하는 실험구간에서 몇 종류의 먹이를 공급하고 선호도를 조사하였다. 대형 양성 실험장에 입식된 참게 종묘는 월 1회 씩 표본하여 위 내용물 조사를 할 계획이며 성별 및 계절에 따른 섭이량의 변동 관계를 조사할 계획이다.

나. 식물성 먹이

참게는 잡식성인 점으로 미루어 볼 때 식물성 사료원의 이용성 즉, 탄수화물원에 대한 소화율도 우수한 것으로 짐작할 수 있다. 따라서, 먹이로는 쉽게 구할 수 있는 육상의 식물성 사료원을 이용할 수 있다. 현재 양식 현장에서 많이 이용하고 있는 삶은 수수는 그 기호성이 높은 것으로 알려져 있으며, 그 밖에 여러 가

지 곡류 즉, 쌀, 보리 밀 등의 농산물을 삶아서 공급할 수도 있다. 또한 식물성 먹이원 중에서 배추 및 무우잎 등이 활용될 수 있겠다.

그러나, 이들 원료들은 대부분 단백질 함량이 비교적 낮고 탄수화물 및 섬유질의 비율이 높아 성장을 기대하기는 한계가 있다. 한편, 대부분 식물성이나 잡식성의 수산생물들은 보통 당분해효소의 활성이 높아 이들 원료를 삶거나 가열해서 공급할 경우는 소화 흡수율이 높아 그 이용성을 높일 수 있다. 위에서 언급한 대부분의 식물성 먹이류는 단백질 함량이 크게 낮고, 참게의 영양 요구에 적합하지 않은 아미노산 프로필을 가지고 있어 참게의 주요 에너지원으로 활용되며, 집약적 양식에서 식물성 먹이를 전적으로 이용한다면 성장은 크게 기대할 수 없다. 그러나, 이들 먹이는 논에서와 같이 저밀도로 사육할 경우 공급하는 먹이외에 자연 발생한 먹이의 섭취가 어느 정도 가능하기 때문에 식물성 먹이만을 공급하는 경우보다 그이용 효율은 한층 높아질 수 있다. 이와 같이 식물성 먹이는 필수적이며 보조적인 먹이로는 활용이 가능하지만 이들 먹이가 참게 사육을 위한 주 사료로 이용될 수는 없다고 보여진다.

다. 동물성 먹이

동물성 먹이는 먹이의 보존, 가격, 먹이의 제조 등에 필요한 노동력을 고려한다면 공급에 다소 어려운 점이 있으나, 참게의 빠른 성장을 위한 자연 먹이로는 우수하다. 그 이유는 참게의 아미노산 요구량을 가장 잘 맞추어 줄 수 있고, 필요한 양의 단백질이 충분히 들어 있으며, 또한 가열 처리하지 않은 상태의 것은 아미노산의 결합구조가 변형되지 않은 상태 그대로 참게가 소화, 흡수 시킬 수 있기 때문이다.

따라서, 냉동 잡어, 어류 가공 부산물, 패류, 돼지 및 쇠고기 마쇄육, 축산 처리 부산물등이 활용될 수 있다고 생각되나, 이들은 식물성 먹이보다 영양이 우수한 반면 보관 및 가공을 위한 별도의 시설과 비용이 추가적으로 들어 가는 단점이 있다. 또한 이들 원료 중 부산물은 먹이에 대한 기호도가 낮아 섭취량에 문제가 있을 뿐만 아니라, 먹이의 보관 상태가 나쁠 경우 먹이 속에 다량 포함된 지질의 변패가 문제가 될 수 있으며 변질된 먹이는 참게의 질병 유발은 물론 성장 제한 요소가 될 수 있다.

전술한 바와 같이 참게는 잡식성이므로 단백질 뿐만 아니라 탄수화물원의 요구 수준이 상당히 높아 이들 동물성 먹이만을 단독 공급할 경우 단백질원이 에너지원으로 전용되어 단백질의 이용 효율이 떨어져 경제적인 손실이 커지고, 에너지의 부족분을 아미노산의 분해 산물로 보충하므로 단백질로부터 많은 양의 대사 에너지가 손실되며, 최종 대사산물로 많은 양의 암모니아를 배출하여 수질 오염을 유발하는 등 이중적인 손실을 초래할 수 있으므로 식물성 먹이와 혼합하여 공급하는 것이 바람직하다 하겠다.

라. 인공 배합사료

앞에서 지적한 먹이에 대한 문제점을 적극적으로 해결하고, 참게의 영양 요구량에 접근 시킬 수 있는 방법이 인공 배합사료의 개발이다. 인공 배합사료에는 여러 가지 단백질원과 에너지원을 적절히 배합시킬 수 있으며, 요구되는 미량원소도 쉽게 배합할 수 있다. 또한 가격, 노동력 절감, 보관상의 이 점들이 많아 참게의 대량 생산을 위해서는 반드시 개발될 필요가 있다.

갑각류의 경우 단백질 요구량이 보통 24~64% 범위인데 이렇게 요구 수준이

다양한 이유는 대상종의 영양 특성 뿐만 아니라 먹이 습성, 대상 생물의 크기, 사육 조건 등에 따라 크게 달라질 수 있기 때문이다. 주요 단백질원으로는 어분, crab meal, shrimp meal 등이 갑각류의 단백질원으로 우수한 것으로 알려져 있으며, 참게의 먹이 섭취 특성상 물속에서 오랫동안 지속적으로 사료의 안정성을 유지해야 하므로, 점결제의 이용이 필수적일 것이다. 에너지원으로는 탄수화물원인 감자 및 옥수수 전분, 밀가루 등이 활용될 수 있고, 어유나 우지 등도 에너지원으로 사료중에 포함시킬 수 있다. 갑각류의 경우 사료중의 단백질 및 에너지의 균형이 매우 중요하며, 가능하면 에너지의 비율을 높이고 단백질의 함량을 낮추는 것이 경제적이다. 갑각류의 경우 사료내 가소화(可消化) 에너지 함량이 최소한 3.5 ~3.7 Kcal/g 이상 함유되어야 하며 , 이들 에너지의 비율이 높아 질수록 어느 정도 까지는 단백질의 함량을 낮출 수 있다.

참게의 영양요구량에 관한 연구는 거의 없는 실정이며, 단지 여러 가지 먹이에 대한 참게의 이용성 연구 및 이들에 의한 성장도 검색의 수준에 머물고 있다. 그러므로, 우선 단백질의 요구 수준, 에너지의 요구 수준, 탈피 등을 고려한 미량원소 및 키틴질 공급량 결정이 이루어져야만 참게의 배합사료 제조가 가능하다. 참게의 경우 다른 갑각류보다 먹이에 대한 선호가 까다롭지 않은 것으로 알려져 있으나 빠른 성장을 유도하고 일일 사료섭취량(日日飼料攝取量)을 늘리기 위해서는 기호성 증진을 위한 유인물질에 관한 연구의 중요성이 제기될 수 있다. 특히 참게 양식장이 넓어 광범위한 수역이 먹이 공급 대상이 될 경우 이들 유인 물질에 관한 연구의 필요성은 더욱 높아질 것이다.

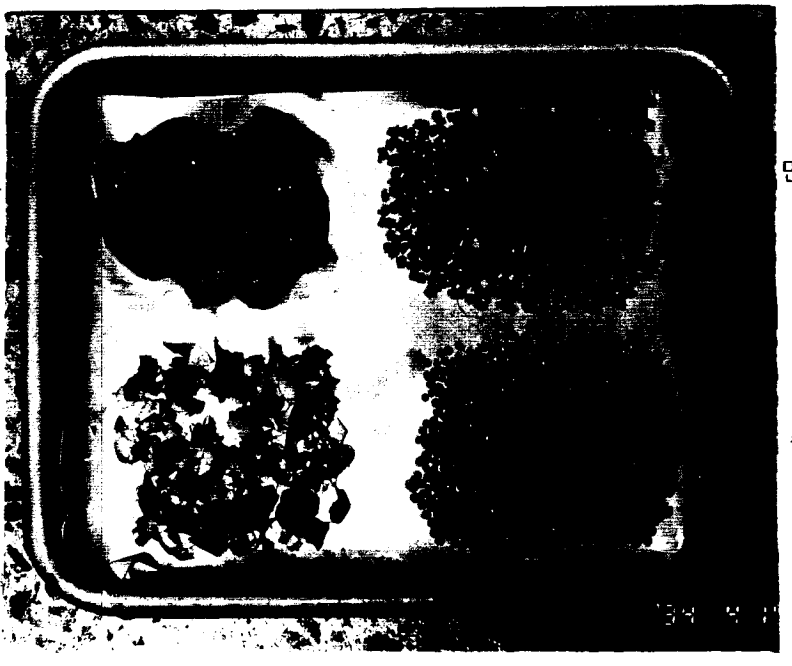
마. 먹이 공급

참게는 잡식성이어서, 동물성 먹이를 즐겨 먹고 식물성 먹이도 잘 먹기 때문에 먹이의 종류에는 그다지 신경 쓰지 않아도 괜찮다고 여기겠지만 실상은 그렇지 않다. 어린게의 시기에는 어육, 젓새우, 곤쟁이(*Neomysis*)등 동물성 먹이를 주면 두번, 세번 탈피를 계속하면서 잘 자라나, 50 g 이상이 되면 동물성 먹이만으로 사육하기는 어려운 것으로 되어 있다.

동물성 먹이만으로 사육한 게는 폐사가 많아, 설사 탈피하여 성장하였다고 하더라도 껍질의 색이 흰빛이 돌며 껴도 빨갛게 되지 않고 핑크색을 띤다. 더욱이 가장 맛있는 부분(간췌장)도 두부처럼 희고 먹어도 맛이 없어 상품가치가 없다고 할 수 있다. 건강한 게의 간췌장이라면 대개는 오렌지색을 하는데 보통 흰빛이 도는 것은 영양부족으로 인한 간췌장의 장해 때문이므로 식물성 먹이도 필요하다고 하겠다.

자연계에서 섭이하는 규조나 남조는 양질의 먹이로 여겨지지만 자연 상태에서 그대로 채취하기가 불가능하므로 그 대신 녹조나 물이끼를 공급할 수 있다면 규조나 남조의 대용으로 사용할 수가 있을 것이다. 한편, 식물성 플랑크톤을 자가 배양할 수 있는 경우라면 담수 규조 또는 남조등을 고밀도로 배양하여 사료에 흡착시켜 공급하거나, 시판되는건조 스피룰리나 등을 섞어서 공급하면 매우 좋을 것으로 판단된다.

현재 참게 양식장에서 쓰는 먹이로는 조개류, 잡어류, 번데기, 계란 껍질, 곡물, 배합사료(配合飼料), 잔밥등을 사용하는데 선도를 유지하는 것이 바람직하다(화보 8). 하루 동안 공급하는 먹이 급이량은 수온 25℃일 경우 방양 습중량의 5~20%를 공급하는데 수온에 따라 섭식량이 다르므로 먹다 남은 찌꺼기의 양을 살펴 적절히 공급량을 가감하고 조절하여 급이 한다. 탈피 주기는 사육 중인 참게의 영양 상태 또는 환경 조건에 따라 상당히 차이나며 탈피 시기가 가까워질수



화보 8. 현재 사용되는 참게 급이용 각종 먹이.

록 식욕이 왕성해지고 칼슘 성분이 많은 먹이를 주로 포식하는 것으로 알려져 있다. 한편, 수온이 18~20℃ 에서는 체중의 4%(습중량), 10~12℃에서는 2 %, 6~7℃일 때는 1% 전후가 좋으며 이 양을 기준으로 하여 1일 1회~2회, 저녁에 주는 것이 좋다.

(화보 6) 동남참게의 경우 급이량은 탈피주기와 관계가 있으며 큰 폭으로 변화한다고 한다. 탈피후에는 섭이 활동을 하지 않으며, 탈피 후 3일정도 지(화보 7) 나면 식욕이 왕성한 시기가 일정기간 계속되고, 그 이후에는 다소 불안정한 날이 이어지다가 섭식하지 않는 절식기간이 3일정도 계속된 후 탈피를 하게 된다.

문제는 각 개체의 탈피주기를 경계로 하여 섭이량이 크게 변동되므로, 무리를 지어 대량 사육할 때는 급이량을 간단히 계산해 낼 수가 없다는 점이다. 같은 양을 투이했어도 식욕 왕성기의 개체가 많으면 먹이부족 현상이 생기고 중반기나 탈피 전기의 개체가 많으면 찌꺼기가 생기게 된다. 따라서, 일률적으로 계산하여 포

식량을 산출해서는 안되며 매일 포식 현황이나 찌꺼기의 유무를 보고나서, 다음날의 포식량을 조절해야하며 참게와 같은 갑각류를 사육할 때는 이 점이 매우 중요하다.

포식량과 사료 효과에 대해서는 어류처럼 섭이량이 증가함에 따라 서서히 증가하는 것과 같이 간단히 나타낼 수 없으므로, 신선하고 다양한 종류의 먹이를 번갈아 가면서 공급하도록 하여야 한다.

제 4 장 중간 육성(中間育成)

참게 종묘 배양장에서 사육 시설로 운반해 온 종묘를 본격적으로 방양하기 전에 어느 정도 환경 조절이 가능한 육상 시설(비닐 하우스 또는 수조 사육 등)에서 일정 기간 집약적으로 키우는 것을 중간 육성(中間育成)이라 한다.

참게 양식장에서 사육할 수 있는 적당한 종묘(種苗)의 크기는 방양 이후의 생존 능력 및 포식 가능성 등을 고려하여 갑장 1 cm이상(어린게 5기 이상)으로 판단되는데, 어린게 1기로 변태(變態)한 참게는 유생 사육 탱크내에서 계속 사육할 경우 바닥의 공간만을 이용하기때문에 공식에 의한 높은 폐사를 유발함으로 생존율을 높이기 위한 별도의 시설물을(차광망 및 가공 모판) 넣어 주거나 중간 육성 시설로 옮겨 갑장 1 cm 까지 30~60일정도 사육하는 것이 필요하다. 이는 종묘 생산 시설에서 유생을 계속적으로 대량생산 사육하면서 양성용 종묘(種苗)로 출하하기 위한 중간 시설이기도 하다.

가. 참게 종묘의 관리

1. 참게 종묘의 확보

가) 자연산 채집

7~8년 전만 하더라도 참게 종묘(갑장 2~4 cm)를 임진강, 금강, 만경강등에서 일부 업자들에 의해서 채집된 것을 종묘상(種苗商)이 수집하고 축양 형식의 양식장에 공급하는 중계 상권이 전국적으로 조직되어 유지되었으나, 환경의 악화와 자연 서식장의 회유 경로(回遊經路) 차단으로 참게 채집장이 감소함에 따라

계통 출하되는 양은 거의 없게 되었다.

동남참게는 현재 일부 장소에서 수량은 적으나 아직도 채집이 가능하여 명맥을 유지하고 있다. 한편, 참게 유통시장이 거의 형성되지 못하고 있는 실정하에서 어떤 곳에서는 동남참게가 참게로 둔갑하여 부정 거래되고 있기도 하고, 동남참게의 포란된 암컷으로부터 난을 제거하여 판매하는등 동남참게의 유통질서는 문란한 편이다. 간혹 자연산이 분포하던 강 하구역 부근에서 4월 이후 6월까지 상류로 소상하는 40 g 정도(6 cm)의 참게들이 일부 포획(捕獲)되는 것이 현장조사에 의해 확인되므로, 이것을 수집하여 가을까지 축양한 후 상품으로 출하할 수 있으나 그 양이 극히 적고 종묘의 수급이 일정치 않기 때문에 사업적으로 키우기에는 어려움이 많다. 따라서, 참게 양식을 본격적으로 하기 위해서는 인공적으로 생산한 종묘에 의존할 수 밖에 없다.

나) 인공 종묘 입수

차차 감소하여 멸종(滅種)의 일로에 있던 참게에 대한 인공 산란 부화 종묘 생산 기술이 본 연구소를 비롯한 관심 있는 양식업자들에 의하여 개발되어, 현재는 비산란기인 11월부터 종묘를 인위적으로 생산할 수 있고, 자연 산란기에도 자연산 포란(抱卵) 암컷을 채집하여 종묘를 생산할 수 있는 등 종묘의 대량 생산 기술은 확립되었다고 할 수 있다.

참게는 식품화된 게장의 경우 암컷의 생식소를 이용하므로, 수컷에 비하여 암컷의 상품 가격이 비교적 높다. 따라서, 참게를 인공적으로 양식하였을 경우라 하더라도 전체 생존 미수(全體生存尾數) 중 암컷이 많았을 경우가 양식장 경영에 유리할 것이므로 종묘 구입시부터 전체 분양 종묘 중 암컷 비율이 높은 것을 선택하도록 한다. 외형상 배마디에 의한 암수의 판정은 어린게 6~7기부터 가능하

므로 갑장 1 ㎝ 이상의 종묘 상태에서 성비(性比)를 확인하고 구입하는 것이 좋을 것이다. 또한, 참게를 사육하다 보면 같은 시기에 부화되어 어린게가 되었다 하더라도 개체간의 크기차가 많이 나게 된다. 이에 대한 원인은 아직 규명되지 않았으나, 다른 어종에 있어서는 초기 먹이 종류 및 관리 방법에 기인할 수 있다고 하는 보고가 많다. 따라서, 건실한 종묘를 확보하기 위해서는 초기 유생 관리시 투여한 먹이 종류, 양, 어미, 수질관리방법 등을 조사한 후, 건강한 종묘를 확보하는 것이 양식의 경제성 측면에서 보다 유리할 것으로 판단된다.

2. 종묘 수송 및 관리

메갈로파에서 어린게가 된 후 1~2 번 탈피하여 3~4 ㎜ 내외로 커지면, 더 이상 종묘 생산 시설에서 관리가 어렵다. 따라서 생산된 참게 종묘를 사육 시설이 갖추어진 중간 육성지(中間育成池) 또는 중간 육성용 탱크로 이동 수용하거나, 참게 양식 업자에게 판매하여야 하며 이때 종묘 수송이 필수적이므로 수송에 대한 적절한 대책과 연구가 필요할 것이다.

가) 참게 종묘의 건조(乾燥)에 대한 내성(耐性)

참게 종묘의 건조에 대한 내성을 알아보기 위하여 기온 20.8℃, 습도 80%에서 어린게 4~5 기의 종묘 20 마리를 40×25×16 ㎝ 크기의 플라스틱 통에 수용하였더니, 수용 30 분 경과 후 참게 종묘는 습기를 찾아 헤매며 구석으로 몰리기 시작하였고, 1 시간 경과 후에는 모두 구석으로 몰려서 움직이지 않았다. 5 시간 경과 후부터 폐사 개체가 출현하기 시작하여 5 시간 30 분 후에는 5 마리가 폐사하였으며, 6 시간 후에는 전 개체가 폐사하였다. 이러한 결과를 볼 때 종묘

단계의 어린 참게는 건조에 대한 내성이 무척 약한 것을 알 수 있으며, 참게 수송에는 반드시 수분이 일정량 이상 유지되어야 한다는 것을 알 수 있다.

나) 참게 종묘 수송(輸送) 방법

앞에서의 결과를 토대로 다시 같은 용기를 사용하고, 젖은 가제, 젖은 모래, 젖은 왕겨, 씻어서 넣어 준 왕겨를 용기 바닥에 깔아 준 후, 물만 채운 용기를 대조구로 하여 참게 종묘를 각 각 20 마리씩 수용한 후 포장 방법에 따른 생존율을 조사하였다. 왕겨를 씻어서 넣어 준 것은 왕겨에 묻어 있을 가능성이 있는 농약 성분을 제거하기 위함이었다. 그 결과 왕겨를 깔아 준 경우 특히 씻지 않고 적시기만 한 왕겨를 넣어 준 실험구에서 생존율이 15 % 로 가장 저조하였으며, 그 다음은 씻어 준 왕겨를 깔아 준 실험구가 45 % 의 생존율을 기록하였다 (표 1). 그 외의 실험구에서는 48시간 동안 모든 개체가 생존하였다.

표 1. 수송 방법에 따른 참게 종묘의 생존율

수 송 방법	1 일 후 사망 수	2 일 후 사망 수	생존율 (%)	참게 행동
물	0	0	100	고루 분산
젖은 가제	0	0	100	고루 분산
젖은 모래	0	0	100	고루 분산
젖은 왕겨	3	14	15	잠입
씻은 왕겨	7	4	45	잠입

톱밥은 꽃게의 수송에 많이 이용되고 있으나, 일반 왕겨에는 잔류(殘留) 농약이 남아 있을 가능성이 높아 사용을 피하여야 할 것이다. 모래는 생존율에는 큰 문제가 없으나, 과도한 무게로 수송에 따른 불편함이 있고 또한 수송 도중 한쪽으로 쏠리는 경우가 많아 참게 종묘에 물리적 피해를 줄 가능성이 있다. 따라서 물을 완전히 채운 활어차를 이용하여 산소를 공급하면서 수송하는 방법이 효과적일 것으로 생각되나, 이는 대형 축양(畜養) 종묘에 해당될 수 있는 방법이고 2~3 ㎜의 중간 육성용 종묘의 경우에는 젖은 모래를 수송 용기(뚜껑이 있는 프라스틱 운반용 상자)에 얇게 깔고 차광망, 가제등을 여러겹 넣은 뒤 수분(水分)을 유지시키면서 운반하는 것이 가장 좋은 방법일 것으로 판단된다. 젖은 가제도 약간의 쏠림 현상이 있지만, 이는 가제를 수조 바닥에 고정할 경우 큰 문제가 없으리라 보여 진다.

적은 수의 종묘를 수송하는데는 비닐 주머니를 만들어 물을 1/4 정도 채우고 산소를 넣어 수송하는 방법이 많이 쓰인다. 비닐 주머니를 이용하여 물을 채운 후 산소 포장을 한 경우와 공기 포장을 하여, 자동차로 운반하는 것을 가정(假定)하여 진탕기(震蕩機: shaker)로 흔들어 주면서 22 시간 동안 관찰한 결과 모두 살아 있었으나, 물을 가득 채운 상태에서 마개를 한 경우와 수송 용기 뚜껑에 방충망을 덮고 수분없이 공기 중에 노출(露出) 시킨 경우는 5 시간째부터 사망 개체가 출현하거나, 살아 있더라도 빈사(瀕死) 상태에 빠진 개체들이 많았다. 수송 용기에 물을 완전히 채우지 않고 산소 또는 공기를 주입(注入)한 운반법의 경우, 운반 중 물의 요동에 따른 자극으로 참게의 기력이 저하될 가능성이 있으므로 봉지의 내부에 부착 기질(附着基質) 등을 넣고 운반하는 것도 한 방법이 될 수 있을 것이다. 또는, 적은 수의 개체를 운반할 경우에는 운반상자의 바닥에 젖은 가제나 오염되지 않은 수초 등을 깔고 습기를 유지시키면서 운반하는 것도 좋은 방법으로 생각된다.

3. 참게의 성숙(成熟)

가) 생식선 숙도 지수(生殖腺 熟度 指數, Gonadosomatic index: GSI)

암, 수의 성숙 판정은 매달 채집된 참게의 생식소(生殖巢)를 절취하여 다음 계산식의 방법으로 생식선 숙도 지수를 구하였다.

$$GSI = \frac{\text{생식소 중량}}{\text{체중}} \times 100$$

생식도 숙도 지수(生殖腺熟度指數)는 산란기 직전에 최대로 증가하였다가 산란기부터 감소하기 시작하여 산란이 끝난 시기에 최저 값을 나타낸다. 현재 양성중인 참게에서 생식소 숙도 지수(生殖腺熟度指數)를 측정중이나, 참게 개체군이 어미게까지 성장후 GSI의 연간 변화를 측정하면 산란 주기의 경향을 판단할 수 있으리라 생각된다.

나) 생식소(生殖巢) 변화

참게의 생식소를 절취하여 조직학적으로 조사하거나 난소나 정소의 조직 압착법(壓搾法)에 의한 현미경 관찰로 판단할 수 있다. 참게의 수컷은 하천을 내려간 후 산란기 전인 가을과 초겨울에 풍부한 정자를 가진 정소낭을 가진다.

교미후에 담수로 돌아오는 수컷은 정소에서 잔존하는 정자의 식세포성(食細胞性) 소화 즉, 퇴화 흡수(退化吸收)가 일어난다. 따라서, 참게 정소는 교미가 끝난 겨울에 위축된 조직내에서 정자 형성 과정이 다시 시작되고 여름에 정세포의 증가가 일어나 정소가 비대(肥大)해 간다.

암컷의 경우도 배란(排卵)되어서 외란을 가지는 즉시 난소강에서부터 난모

세포(卵母細胞)가 발달한다. 난모세포(卵母細胞)는 흰색이고 핵(核)내 인의 활력이 높아 호염기성을 띠고 여러 가지 RNA 양성과립이 많다. 이후 난황질(卵黃質)에 난황 단백질(卵黃蛋白質)의 전구체(前驅體)가 출현한 후 난황 단백은 보다 큰 공모양으로 발달한다. 난모세포(卵母細胞)가 연노란색이 되면 구형의 난황 단백이 수단(sudan) 시약에 양성 반응을 보이고 난세포질 주변부에 구형이 많이 출현한다. 이러한 지질 형성이 시작된 후 난모세포는 오렌지색을 띠고 난황 단백구들이 PAS 시약에 양성 반응을 보인다.

다) 효소(酵素) 면역학적(免疫學的) 방법을 포함한 생화학적 변화

참게 양식의 첫째 관문은 참게를 해수 순치하여 산란을 유도하고 이를 부화(孵化) 시키는 것이므로 성성숙 과정을 객관적으로 확인할 수 있는 평가 방법을 확립하여야 한다. 참게의 성성숙 판정은 생식소(生殖巢)를 검사하여 난 형성 과정(形成過程)과 생식소 숙도를 조사하여야 한다. 현재 가장 널리 사용되는 성성숙 판정은 생식소를 현미경으로 검사하는 방법과 성숙할수록 비대해지는 난소와 몸 전체 무게의 비(比) 즉, 위에서 언급한 생식선 숙도 지수(生殖腺熟度指數: GSI)라는 개념의 성성숙 평가법이 현재 널리 사용되고 있다.

그러나, 각 각의 개체들이 각기 다른 성숙도를 가지고 있기 때문에 실제로 생식소 검정(檢定)에는 1 회에 최소한 20 마리 정도의 참게가 필요하다. 따라서, 어미 참게의 확보가 어려운 현재로는 생식소 검사에 의하여 난 형성 과정을 알아볼 수 없다. 이러한 문제를 극복하기 위한 한 방법으로 효소 면역학적(酵素免疫學的) 방법이 있다. 이 방법은 난 형성 과정에서 생기는 특별한 물질 즉, 난황단백 전구체(卵黃蛋白前驅體)에 대한 항체(抗體)를 만들어 이 항체와 반응(反應)하는 물질의 양으로 난 형성 과정을 밝혀 내는 것이다. 이 방법은 아직 실

용화는 되지못하고 있지만, 현재의 개발 정도로 보아 어류를 대상으로 하였을 경우 3~4년내로 실용화가 가능할 것으로 보인다.

효소 면역학적 방법의 가장 기초적인 사항은 난황 단백질 및 난황 단백 전구체를 분리, 정제(精劑) 하여 이에 대한 항혈청(抗血淸)을 제작하고 면역학적(免疫學的) 특성을 밝혀 내는 것과 이 항혈청을 이용하여 체액 중의 난황단백 전구체의 양적 변동을 측정할 수 있는 지표(指標)로 사용하는 것이다. 본 보고서에서는 효소 면역학적 방법에 대한 개념을 설명하고 현재까지의 개발 결과를 언급하면 다음과 같다.

1) 난황 단백질

수산 동물의 난소(卵巢) 내에는 많은 난세포(卵細胞)가 존재하고 있으며, 성숙함에 따라 난세포 내에 다량의 난황 물질(卵黃物質)이 축적되어 완숙기(完熟期)에 이르게 된다.

성숙된 난소의 성분 조성을 보면 수분이 50~75 %, 단백질 20~35 %, 지방 5~25 %, 회분이 0.5~2.5 %를 나타낸다. 그러므로 이들 중에 단백질은 수분을 제외한 나머지 성분 중 가장 많은 양을 차지하고 있으며, 수정 후 배체(胚體) 형성 과정에 매우 중요한 물질이다. 성숙한 난은 대부분 난황구(卵黃球) 상태의 난황 단백질로 구성되어 있다. 난황 단백질은 척추동물(脊椎動物) 의 경우 에스트라디올(estradiol) 이라는 호르몬(hormone) 자극에 의하여 간(肝) 세포에서 난황단백 전구체의 상태로 만들어진다(Pickering and Dockray 1972, Aida *et al.* 1973, Campbell and Jalabert 1979). 따라서 혈액 중 난황단백 전구체의 양은 난소 내에서 난황 형성이 시작됨과 동시에 증가하게 되고, 성숙이 완료되어 산란한 후부터는 감소한다.

갑각류에서는 여러 가지 조직학적(組織學的) 방법에 의하여 난황단백 전구체의 합성 위치가 난소(Fyhn and Costlow 1977), 간, 췌장(膵臟 : Wolin 1973), 또는 혈구(Kerr 1968) 등으로 밝혀졌으며, 최근 면역 조직 화학적(組織化學的) 방법에 의하여 등각류(等脚類: Souty and Picaud 1981) 와 단각류(端脚類: Meusy *et al.* 1983)는 합성 부위가 지방체(脂肪體)로 밝혀졌고, 참게가 속하는 십각류(十脚類)인 민물 새우류는 간, 췌장이 합성 부위로 되어 있다 (Han 1988).

2) 효소 면역 측정법의 적용

성성숙 중인 참게 암컷과 수컷의 혈청으로 만들어진 항체와 조난황단백(粗卵黃蛋白) 추출액, 암, 수 혈청과 항체(抗體) - 항원(抗原) 반응에 의한 전기 영동(電氣影動) 결과를 보면 성숙된 난소난(卵巢卵)에서 추출된 조난황단백과 암컷 혈청에 대한 항체와의 반응 및 수컷 혈청으로 만들어진 항체에 대한 침강(沈降) 반응에서, 성성숙 중에 있는 참게 암컷은 수컷이 갖고 있지 않는 특이(特異)의 혈청 단백질(FSPP)이 있음을 확인할 수 있다. 또한, 암컷의 혈청 단백질은 난황단백질과 공통의 항원성(抗原性)을 갖는 물질로 난황단백 전구체 형태로 혈액 중에 존재한다고 믿어진다. 따라서, 이 결과들을 토대로 난황단백 전구체와 동일한 항원성을 나타내는 난황 단백질을 분리하고, 분리된 난황 단백질에 대한 폴리크론 항체(polyclonal antibody)를 제작하여 성 성숙도를 효소 면역학적으로 측정할 수 있다.

4. 참게의 성분화

가) 성분화(性分化)

조에아기에서 메갈로파기로 발달하는 단계에는 부화되기 전 출현하였던 생식원(生殖原) 세포가 앞쪽으로 늘어나기 시작하여 메갈로파기 단계에서는 전장부의 연결 근육과 심장 앞쪽에서 생식원기가 나타난다. 이 생식원기는 어린게 3기에 이르러 암컷에서는 6째 흉복판(胸腹板) 방향, 수컷에서는 8째 흉복판(마지막 흉복판) 으로 발달하는 한 쌍의 생식소가 된다.

생식소는 암컷의 경우 최초로 생식소 중앙에 난소강이 나타나서 난소로 판정할 수 있으며 수컷의 경우 수정관의 출현으로 정소를 판정한다. 이러한 생식소의 분화는 어린게 2기에 복지(腹肢)의 외부 형태에 의해 암컷 식별이 가능하고, 제 3기의 복지의 이형화와 3, 4, 5 복지의 퇴화에 의해서 수컷으로의 구분이 가능하다.

나) 성분화(性分化)의 인위적인 조절

참게의 경우 우리 나라에서 주로 소비되는 형태는 게장이며 난소(卵巢)를 가진 암컷이 특히 선호되고 있고 가격 또한 큰 차이가 있다. 사육환경 변화로 동일배(胚)에서 발생되는 유생들을 암컷으로 분화시켜 암컷 성비를 높이는 방법이 연구되고 있고, 화학 물질이나 성호르몬 등을 이용한 성분화의 인위적 조절이 알려져 있으나 정확한 성분화의 인위적 조절 방법은 연구된 바가 적으므로 앞으로 더욱더 연구되어 양식된 참게의 상품 가치를 높이는 관련 연구가 활성화 되도록 하여야 하겠다.

나. 참게의 종묘 중간 육성용 시설 시험

1. 사육 시설 및 저질에 따른 성장실험

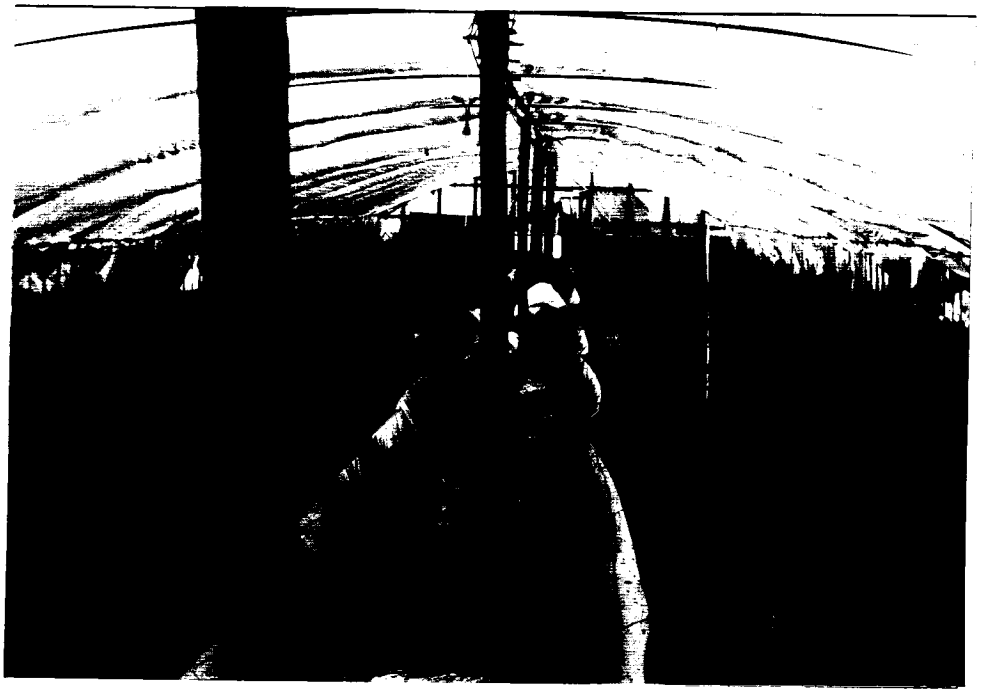
우리 나라 참게의 양성용(養成用) 양식장은 지금까지 자연산(自然産) 종묘를 수집하고 논에 수용하여 사육하는 도전(韜田) 양식법과 둑을 쌓고 수문을 통하여 물을 공급하는 간만 조차식(干滿潮差式) 양성법에 의하여 양식되어 왔고, 일본에서는 동남참게를 이용한 탱크내 순환 여과 또는 반여과 장치로 사육하는 탱크내 사육법에 의하여 양식되어 왔다. 현재 우리 나라의 자연산 종묘는 채취(採取)가 불가능한 상태이고, 대부분 인공적으로 생산된 종묘를 사용하여 논의 주위에 미끄러운 함석, PP판넬, 판라이트 등의 도피 방지 시설을 설치한 다음 내부에 수로를 만들고 은신처가 될 수 있는 벼 등을 심거나 돌 등의 은폐물(隱蔽物)을 넣어 준 다음 방양하는 방식이 일반적이다(화보 9).

사용되는 물은 농약 등에 오염되지 않은 하천수나 저수지 물을 이용할 수 있으며, 농업용 지하수를 사용하는 곳은 5 만마리를 사육할 경우 분당 150 리터 정도의 용수(用手)가 계속 흘러 들어가는 것이 좋다.

참게는 초기 종묘의 사육 관리 및 먹이 종류에 따라 개체간의 성장 차이가 크기 때문에 크기에 있어서 2배~10배정도 차이가 난다. 처음부터 상품크기 까지 한 양식장에서 계속 사육할 경우, 참게의 사육밀도가 낮은 조방적(粗放的) 방법에 의한 경우에는 적절한 은신처(隱身處) 등을 확보하여 성장이 가능할지 모르나, 좁은 장소에서 집약적 관리에 의한 양식의 경우 개체 차이에 의한 공식 또는 환경 경쟁이 유발되어 성장이 둔화(鈍化)되거나 생존율이 낮아지게 된다.

따라서, 본격적인 노지 양성장에서 양식하기 전인 2월부터 5월까지 고밀도의 사육장소에서 일정기간 사육 시킨 후 개체의 크기별로 1~2 차례 선별하여 본 양성장에 투입(投入)하는 것이 좋을 것이다(화보 10, 11).

화보 9. 참게 노지 중간 육성장 및 양식장.



화보 10. 각종 중간 육성 시설(바닥은 노지로 구성).

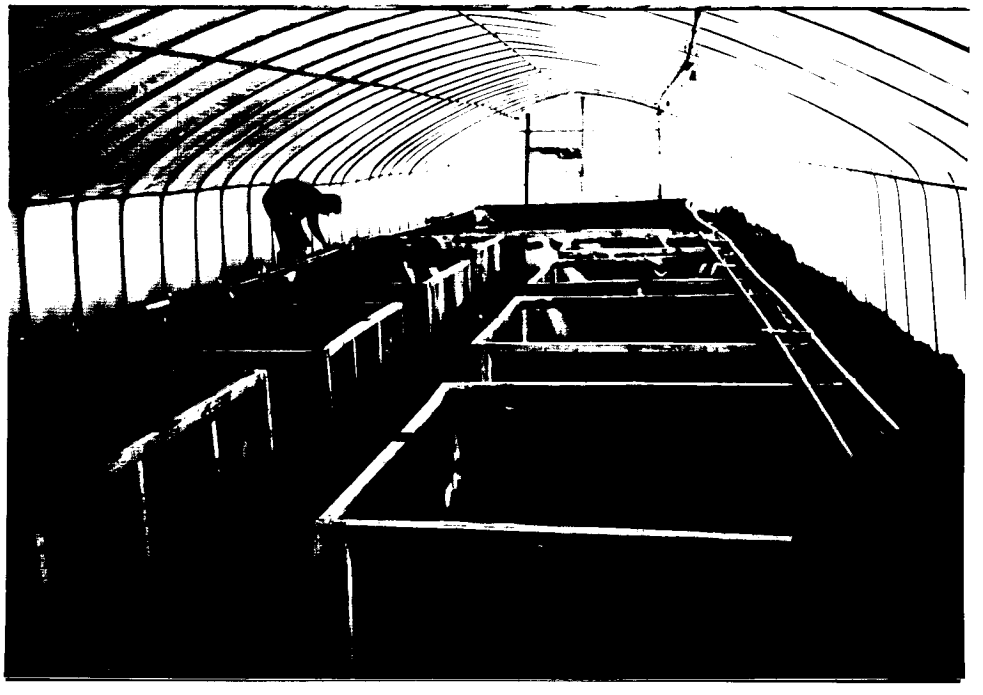
화보 11. 각종 중간육성 시설(바닥에 자갈을 깔아 줌).

이 기간동안 사육한 후 본 양성장에서 투입하기 위해서는 수확하는 작업이 필요하나, 일반 논을 개조 구획하여 사용할 경우 생존율은 어느 정도 유지할 수 있겠으나, 바닥 저질의 상태에서 회수 작업이 힘들고 많은 노동력과 시간을 필요로 한다. 따라서 이러한 관리상의 문제가 많으므로 이를 해결하고자 바닥 및 저질의 종류에 대한 각종 실험을 행하였다.

가) 노지 사육시 저질의 종류에 따른 참게의 성장

중간 육성시 육성장의 저질 종류가 참게 종묘의 성장에 미치는 영향을 알아보기 위하여 비닐 하우스 내에 자갈 (Ø 5 ㎜), 모래, 모래 + 논흙 및 논흙을 각 각 깔아 준 1 평 규모의 도피 방지 시설을 설치한 실험구를 제작하였다(화보 12). 각 실험구는 논과 같은 특성을 가지게 하기 위하여 30 ㎝ 간격으로 골을 파 주었으며, 이 골을 따라 물이 흐르게 장치하였다. 각 실험구마다 5~6 기의 어린게 300 마리를 수용하여 125 일간 사육하였다. 사육시 먹이는 바지락과 어육 절편을 충분하게 공급하였다.

생존율은 자갈을 깔아 준 경우가 86.7 %, 모래를 깔아 준 경우가 76. 7 % 로 비교적 좋았던 반면, 성장율은 논흙을 깔아 준 경우가 195.6 % 로 가장 높았다(표 2). 이러한 사실은 어린게의 저질 선호도 조사와 같은 결과로 자갈 사이의 공간이 참게 종묘에게 은식처를 제공하여 주었기 때문으로 판단된다. 비닐 하우스 육성장 밖에 설치한 논흙을 깔아 준 노지에서는 199.2 % 의 높은 성장율을 나타냈는데 생존율은 40.3 % 로 약간 저조하였다. 육성장 밖의 노지와 논흙을 깔아 준 실험구에서 낮은 생존율을 나타낸 이유는 보호망(상망)을 뚫고 들어간 개구리가 많은 수의 참게를 잡아먹었기 때문으로 생각되며, 이에 따라 참게의 밀도가 감소하여 나머지 참게의 성장이 상대적으로 빨랐던 것으로 판단된다. 따라서, 실



화보 12. 참게 노지 저질에 따른 성장 실험구.

화보 13. 중간 육성장에서의 참게 탈피각.

제 참게의 성장에 가장 좋은 저질은 굴을 파기가 용이하고 충분한 수분이 보장되는 논흙에 여러 가지 크기의 자갈을 넣어 준 상태의 저질이라 생각된다(한국 해양 연구소 1992).

표 2. 중간 육성 중 저질에 따른 참게의 성장

저질 종류	실험 개시시		실험 종료시		생존율 (%)	성장율 (%)
	수용 마리수	평균갑장 (cm)	체포 마리수	평균갑장 (cm)		
자갈(5㎜)	300	6.19	260	11.60	86.7	187.4
모래	300	6.19	230	11.60	76.8	178.7
모래 + 논흙	300	6.19	90	11.00	30.0	177.7
논흙	300	6.19	136	12.11	45.3	195.6
논흙, 야외설치	300	6.19	122	12.33	40.1	199.2

나) 수조 바닥에 설치한 재질의 종류에 따른 참게 성장

참게는 낮에는 굴을 파고 들어가 숨어 있다가 주로 밤에 나돌아다니는 동물이기 때문에 특정 저질에 대한 선호도(選好度)가 크다. 따라서 어린게를 효과적으로 육성하기 위하여서는 참게가 선호하는 저질(底質)을 선택하여 육성 시설에 깔아 주어야 한다. 저질 선택성을 알아보기 위하여 원형 용기에 저질을 논흙, 모래, 자갈 및 평면 유리의 네 종류를 택하여 각각 같은 면적으로 설치하고, 어린게 (1 기)를 풀어 준 후 이들의 저질 종류에 따른 생존율을 조사하였다. 조사 중

사육수는 매일 50 % 씩 환수하여 주었고, 폭기는 승기식(昇氣式: air lift)으로

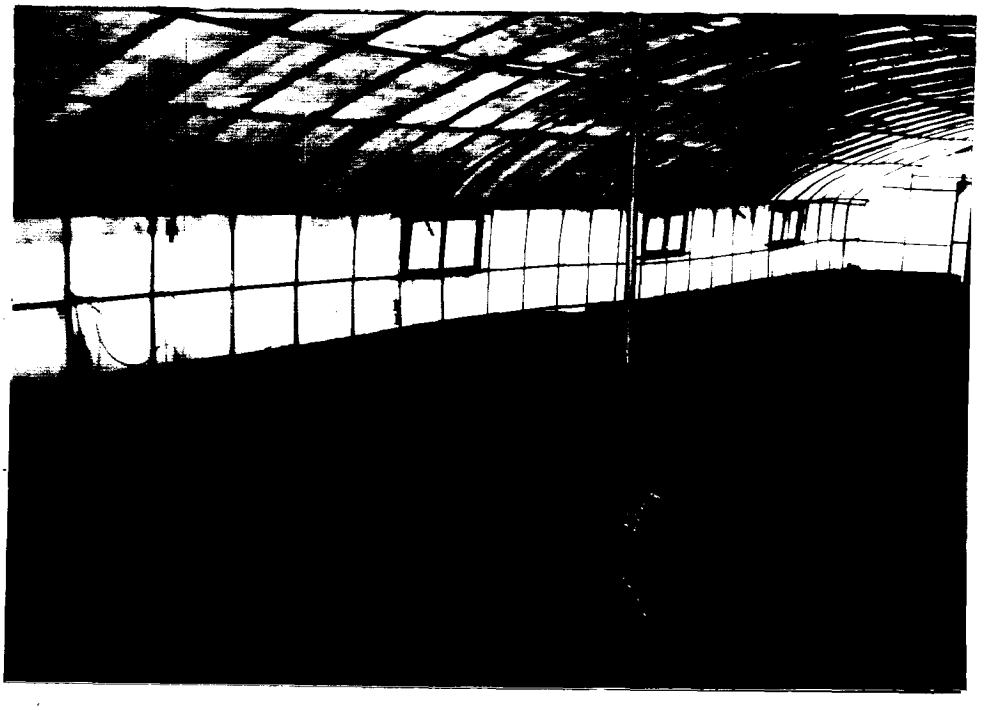
표 3. 수조 바닥의 종류별 어린 참게의 생존율

저질 종류	수 용 마리수 (미)	생 존 마리수 (미)	생존율 (%)	어린게 상태(마리)		
				2기	3기	4기
논흙	30	25	83.3	4	18	3
가는모래	30	28	93.3	1	25	2
자갈(3 ㎜)	30	30	100.0	2	27	1
유리판	30	24	80.0	3	20	1

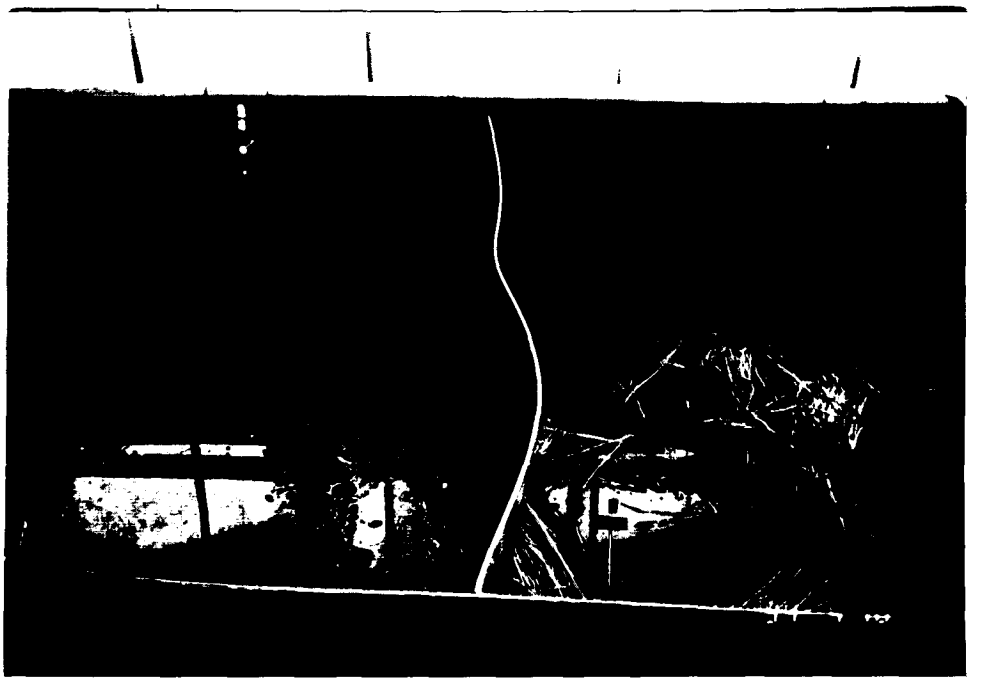
하였으며, 먹이는 배합 사료와 바지락 절편을 혼합하여 충분하게 주었다. 바닥에 모기망과 공기 호스 자른 토막을 넣어 주어 은신처(隱身處)를 제공하였다.

각 실험구마다 어린게 5~6기를 30 마리씩 수용하고 14 일 간 관찰한 결과, 자갈구간이 100 % 의 생존율을 보인 반면 모래구간은 93.3 %, 논흙 구간이 83.3 %, 유리 구간이 80 % 로 가장 저조하였다(표 3). 이는 참게가 자갈구간을 선호하기보다는 자갈과 자갈 사이의 공간이 참게의 은신처로 이용되어 공식 방지 효과가 있었기 때문으로 생각된다. 짧은 기간의 결과이지만 모래 또는 자갈을 깔아 준 경우가 약간 높았다(한국 해양 연구소 1992).

수조 바닥에 설치한 기질에 따른 참게의 성장을 알아 보기 위하여 비닐 하우스내에 설치한 PP 수조에, 사육수는 지하수를 유수식으로 공급하면서 바닥 공간에 여러 가지 은폐물을 설치하고 생존 및 성장을 조사하였다(화보 14, 15).



화보 14. 비닐 하우스내 각종 참게 실험구.



화보 15. 수조 바닥 저질 종류에 따른 성장 및 생존율 조사 실험구.

실험 기간은 1993 년 11 월 30 일부터 1994 년 3 월 16 일까지 115 일간 수행하였으며 실험구는 모래구, 모판구, 굴껍데기구 그리고 볏짚구로 나누었으며 모든 실험구는 두배수로 만들어 평균한 값을 결과치로 사용하였다. 이때 모래구는 저층에서 5 cm 깊이로 깔아 주었고, 모판구에는 차광막을 덮어 씌운 30 cm× 60 cm 크기의 가공 모판 25 개를 3 겹으로 쌓아 벽돌로 눌러 놓았다. 또한 굴껍데기구에는 굴껍질의 잔류 패각근을 제거하고, 세척한 다음 깊이 5~7 cm 로 쌓았다. 마지막의 볏짚구는 농약 투여를 하지 않은 논에서 자란 볏짚을 구하여 20 cm 정도 깊이로 깐 다음 벽돌 8 개로 눌러 주었으며 이때, 물을 2 일간 유수시켜 짚에서 나온 액을 제거한 후 실험에 사용하였다.

실험용 어린 참게는 해양 연구소 서신 현장에서 93년 3월 부화시킨 종묘를 사용하였고, 어린게의 초기 평균 무게는 0.42 g 이며 갑장, 갑폭은 각각 0.9, 0.8 cm 였으며, 각 구간에 200 마리를 엘바쥬 30 ppm 으로 10 시간 약욕한 후 실험을 시작하였다. 실험은 지하수를 이용한 유수식으로 하였으며 수온은 20℃로 가온한 후 공급하였으며, air blower로 공기도 공급하였다. 먹이는 바지락 10 개씩을 저녁 시간에 공급하되 다음날 남은 바지락 갯수를 확인한 후 가감 하면서 최적 상태로 유지되도록 하였다.

한편, 수조에 서식하는 미생물의 역할을 보기위해 각 실험구내의 총 균수와 장내 세균의 균수를 측정하였다. 총 균수는 NA(Nutrient Agar) 배지 위에, 채집한 중층수를 1000 배로 희석한 1 ㎖ 를 도말(塗抹)하여 나타난 집락수(集落數)로 측정하였고, 장내 세균은 TCBS(Thiosulphate Citrate Bile Sucrose) 에 100 배로 희석하여 1 ㎖ 를 도말한 후 나타난 집락수(集落數)를 관찰하였다.

중간 양성시 공식(共食)을 방지하기 위한 은폐물 조성은 저질 형태에 따라 밀접한 영향을 받을 것으로 사료되어 본 실험에서는 잠입이 용이하고 수질 관리

가 좋은 모래구와 기존 모판에 차광막을 씌워 은폐 공간의 비율을 높게 한 모판구, 그리고 탈피시 요구되는 탄산칼슘이 용출되며 많은 은폐 공간을 제공하는

표 4. 비닐 하우스내 수조 바닥 재료에 따른 참게의 성장 및 생존

	생 존 율(%)		총 중 량(g)	
실험구	61일째	115 일째	61일째	115일째
모래	88.5	64.5	0.78	1.71
모판	87.5	66.5	1.04	2.34
굴껍질	84.8	66.3	1.20	2.54
볏짚	80.8	75.3	1.99	3.63

굴껍질구, 마지막으로 농가의 부산물로서 쉽게 구할 수 있고 참게에게 숨을 공간을 줄 수 있는 볏짚으로 저질 실험을 수행한 결과는 표 4와 같다.

전 실험구간 중 수온은 20±4℃ 로 유지되었으며 초기 생존율은 볏짚구간이 다른 구간에 비해 낮았으나 성장율은 가장 양호하였다. 생존율은 61 일까지는 모래구가 88.5 %, 모판구가 87.5 %, 굴껍질구가 84.75 %, 볏짚구가 80.75 % 로 비교적 높은 편이었지만 115 일째는 각각 64.5%, 66.5%, 66.25%, 75,25% 로 감소되었다. 특히, 최종 생존율은 모래, 모판, 굴껍데기구에서 보다는 볏짚구에서 평균 10% 정도 높았으며 무게 증가량도 볏짚 실험구에서 평균 100% 이상의 높은 성장율을 보여 주었다(그림 9). 수조 관찰을 통한 어린 참게의 행동 습성에는

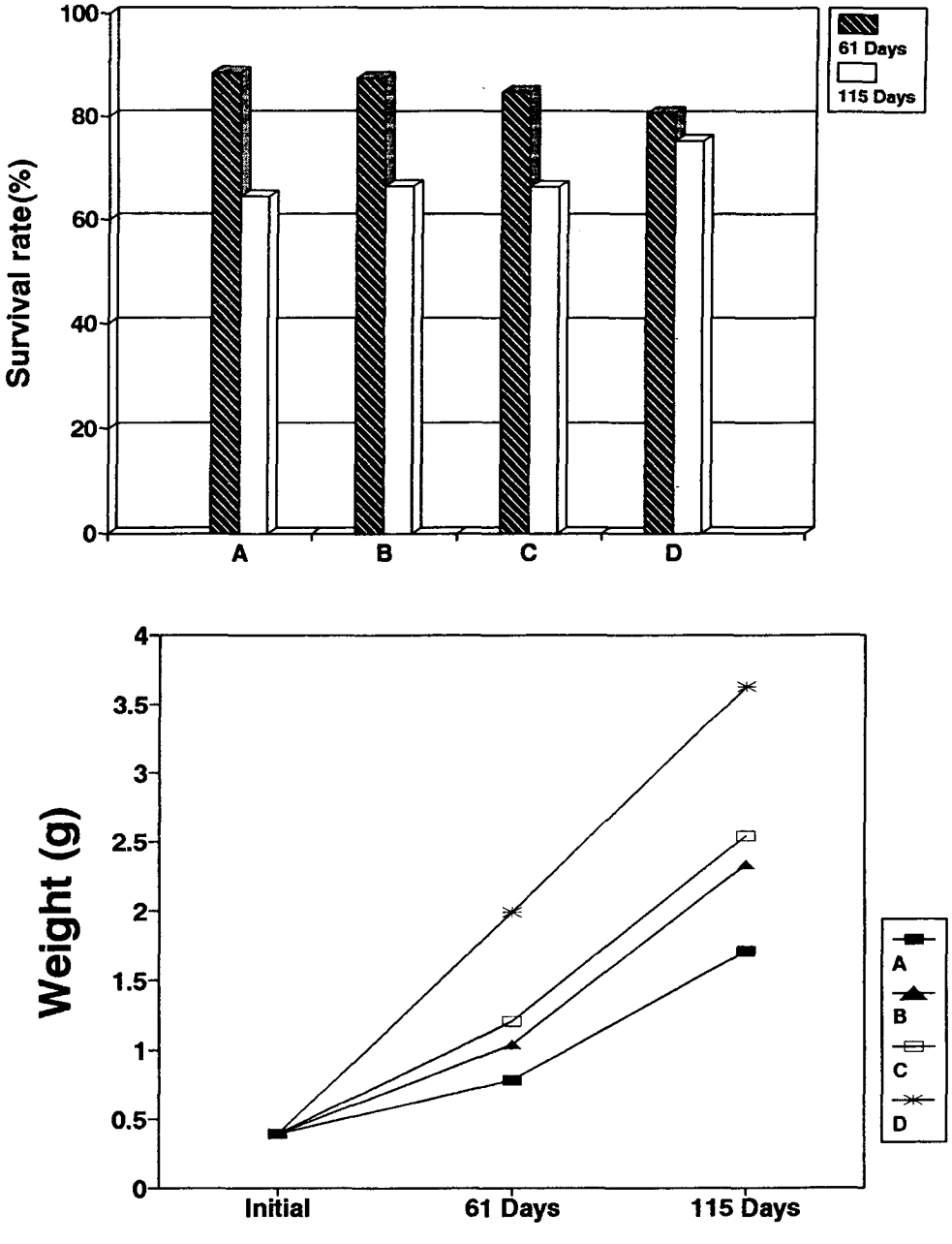


그림 9. 비닐 하우스내 수조 바닥 재료에 따른 참게의 성장 및 생존.
A: 모래 실험구 B: 모판 실험구 C: 굴껍질 실험구
D: 볏짚 실험구.

고 미생물에 의한 볏짚의 부패(腐敗)를 육안으로도 관찰할 수 있었으나 볏짚에 탈피각들이 많이 있었다. 곰팡이류는 특히 공기 주입구에 많이 발생하였고 점차 볏짚의 가장자리로 이동하게 되었다. 뚜렷한 차이가 없었지만 볏짚구에서 흰색 곰팡이류와 녹조나 규조류가 발생하였 하지만 질병의 원인이 되는 장내 세균(場內細菌)은 전 구간에서 나타나지 않았으며 총 균수에 있어서는 볏짚 구간이 다른 구간보다 적게 나타났는데 그 이유는 볏짚이 부패되면서 발생한 암모니아와 황화수소로 인하여 일반 세균들은 발육이 억제되고 자가 영양(Chemoautotrophic bacteria) 세균이 주종을 이루기 때문으로 사료된다. 자가 영양 세균(自家營養細菌)에 속하는 광합성 세균(Photosynthetic Bacteria:PSB)이 최근 양식에 이용되는 횟수가 많아지며, Maeda (1991)등에 의한 논문에 갑각류 양식장에서 분리한 유용 세균을 이용하여 초기 유생의 생존율 향상과 질병 억제 효과를 얻었다는 보고도 있어 앞으로 양식장에서의 미생물 역할에 대한 보다 자세한 연구가 이루어져야 하겠다.

실험 종료후 참게를 수확(收穫)하는 과정에서는 모판구와 볏짚구에서 비교적 용이하였던 반면, 모래구와 굴껍질구에서는 많은 노력이 필요했다. 특히 굴껍질구에서는 굴 패각(貝殼)에 어린 참게가 다치는 수가 많고 굴껍질의 안쪽 부분에 붙어 있는 게를 찾아내기가 어려워 많은 게를 놓치는 경우가 발생하였다. 한편, 볏짚구에서는 참게의 갑각(甲殼) 색깔도 다른 실험구보다 짙어서 육안으로 쉽게 구별되지는 않았지만 묶여 있는 볏짚을 땅바닥에 풀어놓으면 짚 속에 잠입(潛入)되어 있던 게들이 밖으로 기어나와 비교적 수확하기는 편리하였다.

따라서, 수조등의 인위적 시설에서 고밀도로 중간 양성시키기 위해서는 선별, 관리등 인위적 관리가 힘든 자연 노지 토양(土壤)을 이용하기보다는 수확 및 양식 관리가 편리하고 경제적인 볏짚등을 이용하는 것이 좋을 것으로 판단된

다.

2. 순환 여과식 실내 수조에서의 바닥 재질별 고밀도 참게 종묘 사육

기존의 순환 여과식 사육 수조를 이용한 종묘 중간 육성의 가능성을 알아보기 위하여 연구소내 순환 여과 사육조에 바닥의 기질을 달리하여 참게 종묘의 성장 및 생존을 알아보았다.

바닥 기질은 가공 모판구, PVC 호스구, 자갈구, 바지락 껍질구등 4가지로 구분하여 1 ton 4 각형 FRP 수조에 수용하고 어린게 2~3기의 참게 1,000마리씩을 수용하였다. 시험 기간은 7월부터 10월까지 3개월 동안, 계측은 매월말 실시하였고 먹이는 동일 량의 반지락, 배합 사료 등을 공급하였다. 사육기간 중 수온은 20~24℃ 로 유지되었으며, 계곡 약수가 조금씩 보충되는 순환 여과식으로서 수질의 안정성은 높았다.

시험 결과 가공 모판구에서 50%의 가장 높은 생존율을 나타내었고(표 5), 그 다음으로 바지락 껍질구, 자갈구, PVC구 순으로 나타났다(그림 10).

표 5. 고밀도 순환 여과식 수조내 바닥 재료에 따른 참게 종묘의 생존율

저질종류	개체수 (마리)				최종 생존율 (%)
	7월	8월	9월	10월	
모판	1000	699	612	486	48.6
PVC, 기타	1000	192	173	165	16.5
자갈류	1000	634	448	292	29.2
조개껍질	1000	691	512	324	32.4

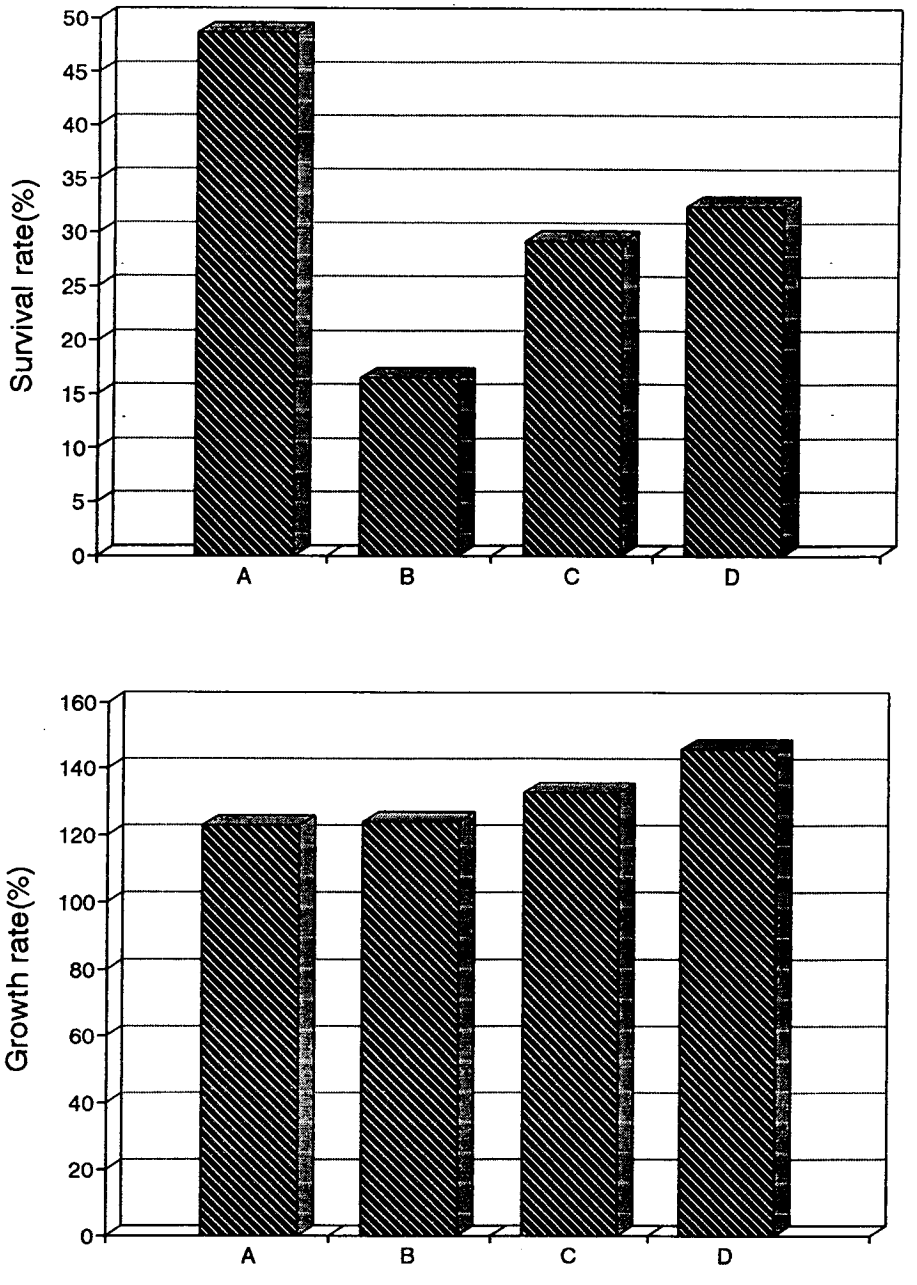


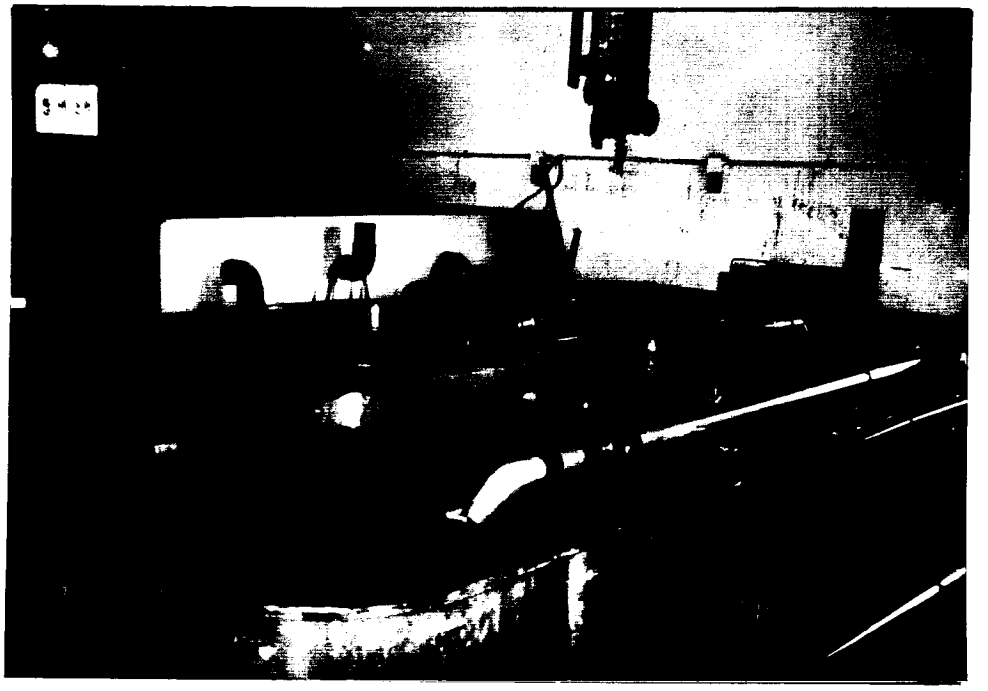
그림 10. 고밀도 순환 여과식 수조내 바닥의 재료에 따른 참게 종묘의 생존율 및 성장.
A: 모판 실험구 B: PVC 및 기타 실험구 C: 자갈 실험구
D: 조개껍질 실험구.

성장율은 바지락 껍질구에서 가장 높은 359% 를 나타내었고 그 다음 자갈구간, 모판구,PVC구등으로 나타났다(표 6, 그림 10).

표 6. 고밀도 순환 여과식 수조내 바닥의 재료에 따른 참게 종묘의 성장

저질종류	평균 갑장 (㎜)				평균 전중(g)				성장율(%)	
	7 월	8 월	9 월	10월	7 월	8 월	9 월	10월	갑장	전중
모 판	6.53	7.39	8.59	8.03	0.17	0.27	0.37	0.42	123.05	245.00
PVC,기타	6.13	8.64	7.99	7.61	0.13	0.41	0.34	0.28	124.07	209.02
자 갈 류	5.32	6.72	7.84	7.07	0.09	0.19	0.31	0.25	132.86	268.15
조개껍질	5.35	7.39	8.29	7.80	0.09	0.27	0.40	0.35	145.82	359.06

참게는 탈피(脫皮) 성장하기 위하여 바닥 및 입체 공간을 이용하는데, 구멍이 많은 가공 모판이 은폐(隱蔽) 장소를 많이 갖고 있기 때문에 높은 생존율을 나타내었다고 볼 수 있고, 성장이 다소 늦은 것은 높은 생존율로 인한 먹이 경쟁 등에 의한 둔화(鈍化)로 생각할 수 있다. 따라서, 어린게 1기 이후에는 일정 기간 동안 공간 확보가 유리한 모판구에서도 중간 육성이 가능할 것으로 판단된다. 이상과 같은 결과는 종합하여 볼 때, 현재 진행중인 순환 여과식 수조에서의 모판과 볏짚의 혼합 사용에 의한 고밀도 사육도 좋은 결과를 나타낼 것으로 기대하고 있다(화보 16).



화보 16. 순환 여과식 FRP 수조에서의 성장 실험 시설.

다. 참게의 월동(越冬) 연구

참게는 당년(當年)에 생산한 종묘를 사용하여 노지에서 사육할 경우 현재까지 양식 기술로는 1년에 상품 크기(100 g 이상) 까지 사육이 불가능하므로 2년에 걸쳐 사육해야 하는데, 겨울 저수온이 월동의 문제로 극복해야할 과제이다.

노지를 이용한 월동(越冬) 가능성 조사 실험은 93 년 11 월 21 일부터 94 년 3 월 31 일까지 실시하였으며, 어린게는 해양 연구소 서신 현장에서 부화된 당년산(當年産) 1.5 cm 급이었다.

실험구는 PP 판넬로 자연 노지에 2 m 지름의 원형 수조를 만들어 사용하였으며 첫째, 물을 유수 시키는 큰 웅덩이구 (PP 판넬로 땅위 120 cm 높이, 땅속으로 깊이 60 cm 의 수조를 만든 후 웅덩이를 팠음), 두번째는 도랑을 파고 지

하수로 유수시키면서 비닐 덮개를 하지 않은 실험구, 세번째는 유수시키면서 비닐을 덮어 준 구 (비닐 덮개는 20 ㎜ 엑셀관으로 × 표 형식으로 시설하여 덮음), 네번째는 물을 공급하지 않고 비닐로 덮개를 씌워 준 구, 다섯 번째는 물을 공급하지 않고 비닐도 덮지 않은 실험구등으로 다섯구를 만들었다. 참게는 실험 개시에 각 100 미씩 수용하였으나 동사로 인하여 1993 11 월 29 일에 30 미씩을 추가하였다. 또한 실험에 이용된 참게는 모두 실험 개시전 30 ppm 엘바쥬에서 10 시간 약욕하여 수용하였다.

먹이 공급은 바지락으로 먹이 섭식 상태를 보며 충분히 공급하였고, 오후 4 시경 급이했다. 한겨울에는 대부분이 남아서 얼은 상태로 있게 되어 육안으로 후 조금씩만 공급하였다. 온도 조건은 기온과 수온 그리고 비닐 내부의 온도를

표 7. 노지에서 월동한 참게의 성장 및 생존

실 험 구*	실 험 개 시 시 (93.11.21)			실 험 종 료 시 (94. 3.31)			성장율 (%)	생존율 (%)
	수 용 마리수	평균갑장 (cm)	평균전중 (g)	수 용 마리수	평균갑장 (cm)	평균전중 (g)	전중	
1	130	1.55	0.89	46	1.09	0.64	71.91	35.39
2	130	1.16	0.91	36	1.06	0.59	64.84	27.69
3	130	0.92	0.70	93	1.17	0.72	102.86	71.54
4	130	1.01	0.84	0	0	0	0	0
5	130	1.03	0.86	0	0	0	0	0

* 1. 물을 유수 시키는 큰 웅덩이 실험구
2. 도랑을 파고 지하수로 유수시키면서 비닐 덮개를 하지 않은 실험구
3. 유수시키면서 비닐을 덮어 준 실험구
4. 물을 공급하지 않고 비닐로 덮개를 씌워 준 실험구
5. 물을 공급하지 않고 비닐도 덮지 않은 실험구

측정하였으나 잦은 기상 악화로 수조가 파손되어 연속적인 측정은 불가능하였으나, 대기 온도는 -20℃~-9℃ 였고, 지표 온도 및 수온은 -1℃~12℃ 범위였다. 1차 계측은 100 마리 수용시 총무게 (표 7)로 하였고 2 차 계측은 실험 종료후 생존 개체의 무게(습중량)와 갑폭, 갑장을 측정하였다.

노지 환경은 월동 기간중 강풍과 눈 그리고 강우와 같은 기상 변화에 민감하게 반응한다. 따라서 양성장의 온도 관리와 급수에 각별한 주의가 필요하다. 본 월동 실험에서도 양성조를 덮고 있던 비닐이 강풍에 날아가거나 눈에 의해 내려앉는 경우가 많았고 기온이 많이 내려가면서 급수 파이프가 얼어 터져 정확한 실험을 지속하지 못했다. 실험 기간중 기온의 변화는 -4 ℃에서 12 ℃ 범위였고 3 월 말 해동후 수집한 생존 참게는 중량이 감소 된 채로 물을 공급해 준 실험구에서 수집되었고 그 생존율은 130 마리를 기준으로 첫번째 실험구에서 35.4 %, 두번째 실험구에서 27.7 %, 세번째 실험구에서 71.5 % 였다(그림 11).

그러나, 물 공급을 중단한 네번째, 다섯번째구에서는 생존 참게가 없었다. 특히 생존율이 높은 세번째 실험구에서는 대부분의 개체가 묻혀 있던 비닐이나 차광막 주위에서 발견되었고 다른 구간에서도 PP 판넬 경계면(境界面)의 습기찬 부분이나 비닐이 뭉쳐 있는 곳에서 많이 채집되었다. 뿐만 아니라 흙속에 5 ~ 10 cm 정도의 깊이로 구멍을 파고 잠입(潛入)해 있던 개체들은 2~3 마리씩 몰려 있었지만 그 수는 PP 판넬 주위나 묻혀진 비닐막, 차광막 주위보다는 적었다. 생존한 대부분의 게는 그림 11에서 보듯이 유수(流水)를 시켜 주는 환경에서 상태가 양호했으며 특히, 저질 속에 보온성을 도울 수 있는 기질이 있을 때 더욱 효과적으로 나타났다. 하지만 3 월 초 일부 수조가 해동(解凍)이 되며 먹이를 찾으러 나오는 참게들이 보였으나 곧이어 있는 꽃샘 추위에 동사(凍死)하는 경우도 관찰되어 노지에서 별다른 시설없이 월동시킬 경우 자연 대지가 완전

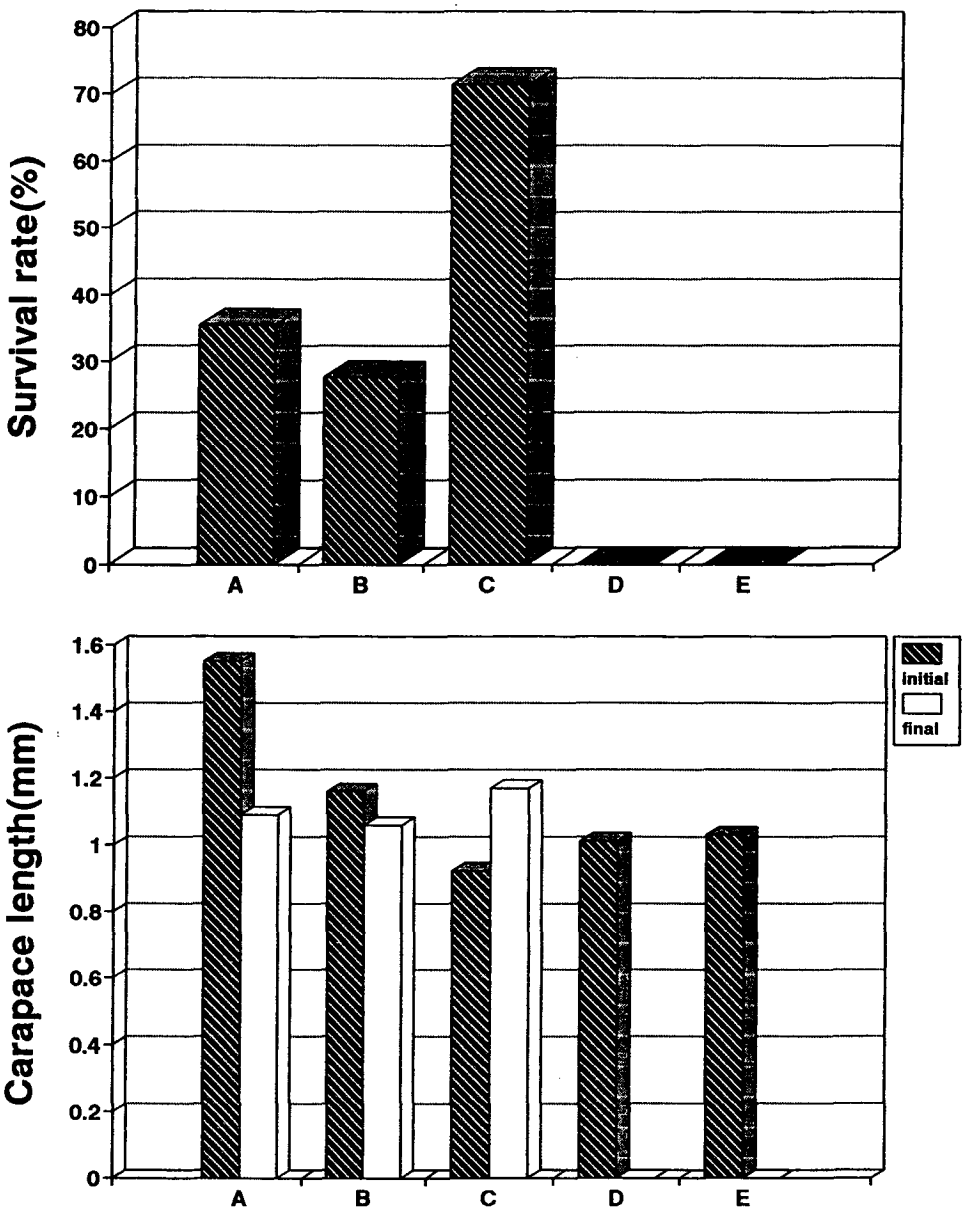


그림 11. 노지에서 월동한 참게의 성장 및 생존.

A: 물을 유수 시키는 큰 웅덩이 실험구
B: 도랑을 파고 지하수로 유수시키면서 비닐 덮개를 하지 않은 실험구
C: 유수시키면서 비닐을 덮어 준 실험구
D: 물을 공급하지 않고 비닐로 덮개를 씌워 준 실험구
E: 물을 공급하지 않고 비닐도 덮지 않은 실험구.

히 해동될 때까지의 참게 관리에도 유의 해야할 것으로 판단된다.

따라서 어린게의 월동시에는 보온성과 함수성(含水性)이 좋은 저질을 선택해야 하겠으며, 월동이 끝나는 3~4월 무렵에 급작스러운 온도 변화로 인한 폐사 방지에 주의하고 볏짚, 또는 농촌의 부산물등을 이용한 지표 보온 효과에 대한 연구도 수행되어야 하겠다.

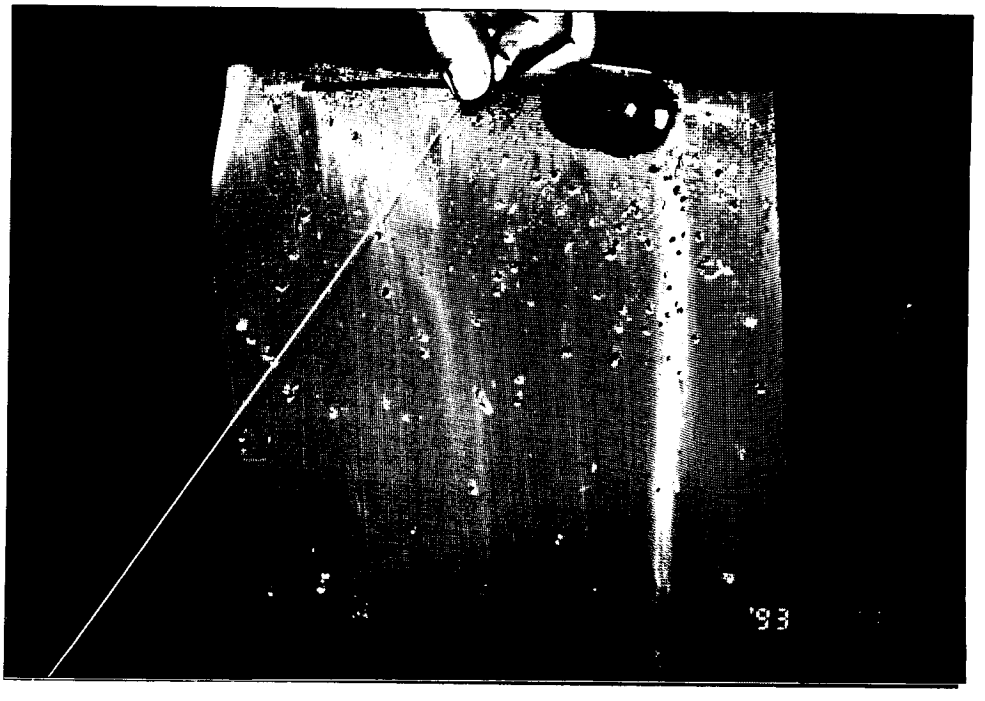
라. 종묘 성장

1. 어린게 성장

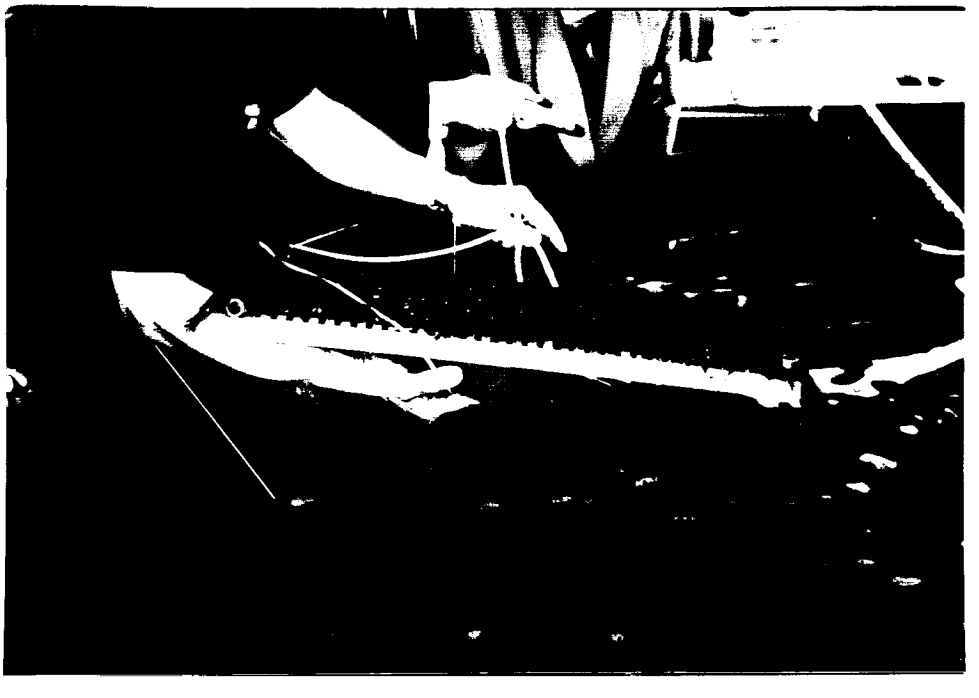
가) 형태적 특징

메갈로파(Megalopa)기에서 갓 변태한 어린게 1 기(Crab 1 Stage)는 갑장(2.80 ㎜)이 갑폭(2.66 ㎜)보다 약간 길며, 이마의 중앙이 약간 움푹하고 갑각의 좌우로 톱니 모양의 돌기가 있다. 작은 더듬이(제 1 촉각)는 이마의 바로 앞쪽에 돌출되어 있다(그림 12, 화보 17, 18). 집게다리의 가동지(可動枝)와 부동지(不動枝) 사이에는 톱날 모양의 돌기(突起)들이 나 있어 먹이를 붙잡을 수 있고, 나머지 4 쌍의 다리는 걷는 다리로 근육이 발달되어 있다. 배는 갑각의 아래쪽에 붙어 있으며, 메갈로파와는 달리 복부로 움직일 수 없으나, 배다리는 초기 발달 과정의 중요한 지표(指標)가된다. 배는 7 개의 마디인데, 3~6 번 째 마디에 각 1 쌍 씩 다리가 있고 메갈로파기에 있었던 제 2 배마디의 다리는 퇴화된 상태이며, 외지(外枝)와 내지(內枝)의 기부(基部)는 붙어 있고, 강모(剛毛)가 없으며, 뒤쪽 마디로 갈수록 다리 길이가 길어진다.

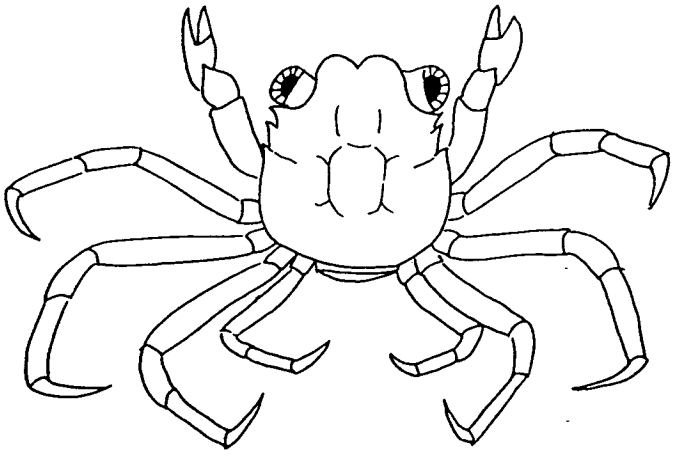
어린게 2 기가 되면 갑장은 3.64 ㎜ 가 되고, 갑폭은 3.68 ㎜ 로 갑폭이 갑장보다 길어지기 시작한다(그림 13). 어린게 1 기에 비하여 이마 중앙의 홈은 경사가



화보 17. 종묘 생산 시설에서 어린게 1기로 변태한 참게.



화보 18. 참게 어린게 사육용 가공 모판.



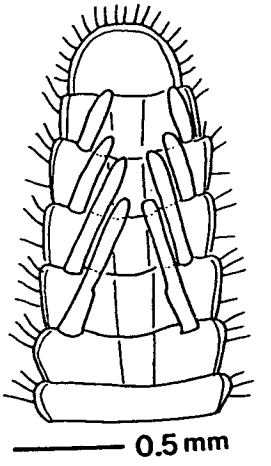
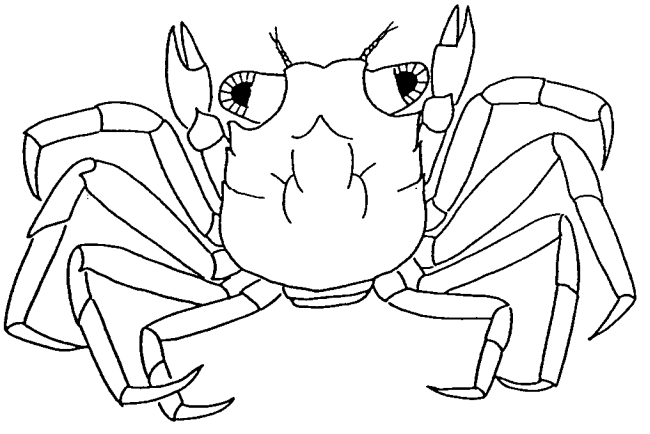


그림 12. 참게 어린게 1 기의 모식도.



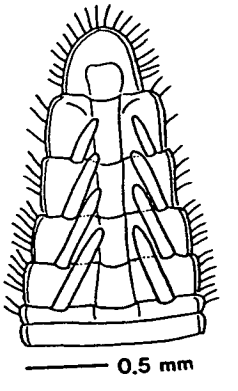
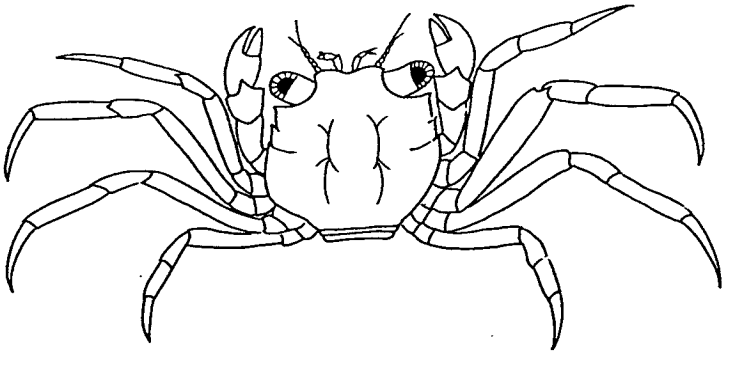


그림 13. 참게 어린게 2 기의 모식도.



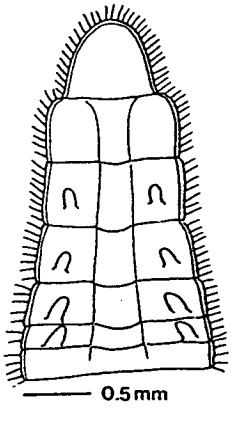


그림 14. 참게 어린게 3 기의 모식도.

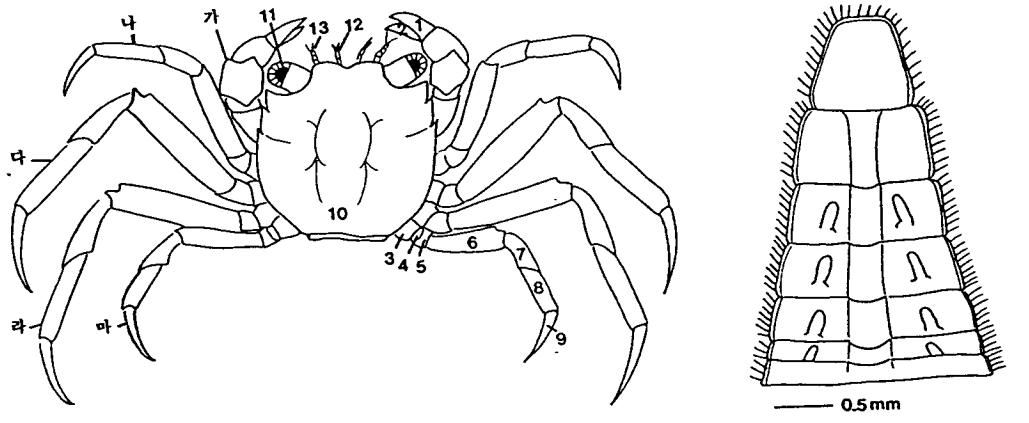


그림 15. 참게 어린게 4 기의 모식도.
가:집게다리(cheliped) 나:제1걷는다리(1st ambulatory leg) 다:제2걷는다리(2nd ambulatory leg) 라:제3걷는 다리(3rd ambulatory leg) 마:제4걷는다리(4th ambulatory leg) 1:가동지(movable finger) 2:부동지(immovable finger) 3:바닥마디(coxa) 4:밑마디(basis) 5:자리마디(ischium) 6:긴마디(merus) 7:발목마디(carpus) 8:앞마디(propodus) 9:발가락마디(dactylus) 10:갑각(carapace) 11:눈(eye) 12:작은더듬이(antennule) 13:더듬이(antenna).

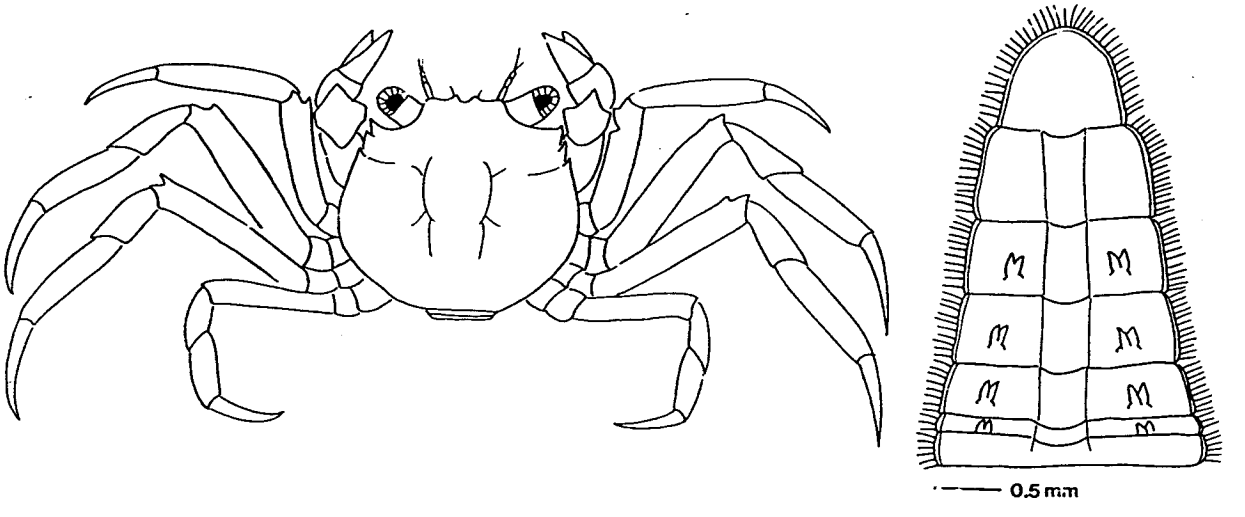


그림 16. 참게 어린게 5 기의 모식도.

완만해지고 배다리는 더 짧다.

어린게 3 기에는 갑장이 4.42 ㎜, 갑폭 4.52 ㎜ 로 배다리는 더 짧아지며(그림 14), 4 기가 되면 갑장 5.28 ㎜, 갑폭 5.47 ㎜ 으로 자라지만 외형은 어린게 3 기와 유사하다(그림 15). 암컷 배다리는 더 짧아지고 수컷은 2~4 배다리가 퇴화되어 배다리는 1 쌍만 남는데 이것이 교미기가 된다. 어린게 5 기에는 이마 중앙이 움푹해지고 양쪽으로 완만하고 오목한 홈이 있어 어미게와 비슷한 체형을 갖게 된다(그림 16).

어린게 4 기에서도 배마디를 들쳐 보면 암수의 구별이 가능하나, 외부에서 보는 배마디 형태에 의한 암수 구분은 어린게 7 기부터 가능하며, 이 때부터 어미게와 비슷한 형태를 갖는다.

나) 어린게의 성장

갓 탈피한 어린게(1 기)는 갑장이 약 2.8 ㎜ 인데 계속적으로 탈피를 하며 성장한다. 탈피 직후의 갑장은 전 단계의 어린게와 비슷하나 곧 부풀어올라 크기가 약간 커지며, 다음 탈피 직전에 최대 크기가 된다. 정확한 어린게 탈피 과정을 파악하기 위하여 200 ㎖ 용기에 어린게 1 기를 1 마리씩 수용한 후 조사한 결과 첫번째 탈피는 8 일만에 일어났으며 갑장의 증가는 약 0.8 ㎜ 이었다. 각 단계별 탈피에 이르는 기간은 회를 거듭할수록 길어지는데 2 기(3.6 ㎜)에서 3 기(4.4 ㎜)는 10 일, 3 기에서 4 기(5.3 ㎜)는 23 일 로 증가하며, 7 기(9.2 ㎜)까지는 비슷한 추이를 보이다가 8 기(11.6 ㎜)에서 9 기(14.1 ㎜)는 32 일이나 걸렸으며, 9 기에서 10 기(15.8 ㎜)는 50 일이 소요되었다(그림 17). 탈피에 따른 갑장의 증가율은 약 20 % 이었는데 4 기에서 8 기 사이가 비교적 갑장 증가율이 컸다.

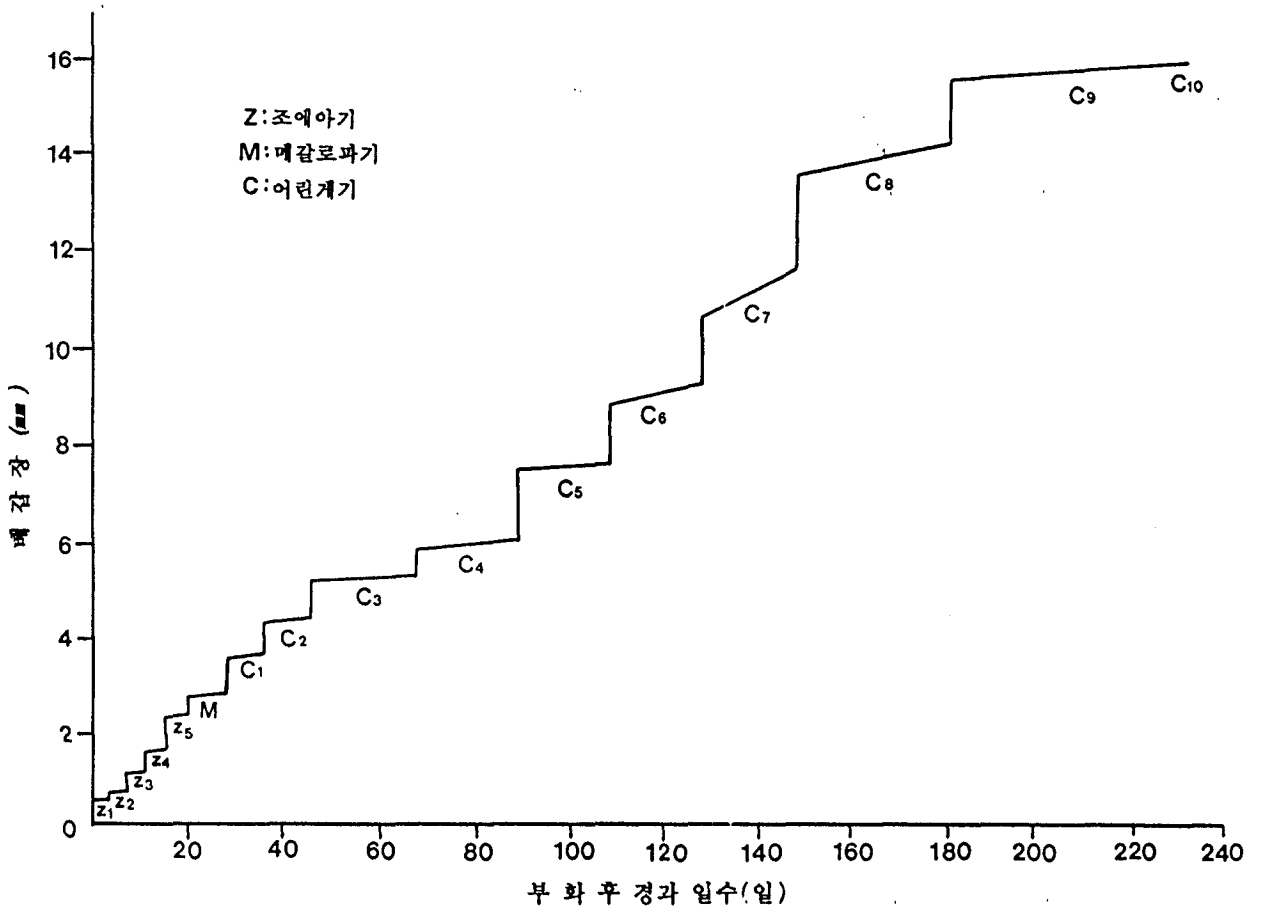

Z:조에아기
M:메갈로파기
C:어린게기
체 갑 장 (㎜)
부 화 후 경과 일수(일)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
Z1
Z2
Z3
Z4
Z5
M
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10

그림 17. 탈피와 성장.

다) 담수 적응력(適應力)

부화 직후부터 염분 24 ‰ 에서 어린게 1 기로 변태한 참게의 담수 적응력을 알아보기 위하여 바로 민물에 수용한 후 생존율을 조사하였다. 그 결과 6 일째까지 90 % 의 생존율을 나타내어 대조구(25 ‰ 및 염분을 서서히 낮추어 준 경우)에 비하여 전혀 차이가 나타나지 않았다. 따라서 메갈로파기까지 15 ‰ 에서 사육 후 어린게가 된 후 바로 민물에서 사육하여도 큰 문제는 없으리라 생각된다. 그러나, 참게가 비록 광염성(廣鹽性)이라 할지라도 어린게를 곧바로 민물에 수용한 이후 성장에 대한 연구 결과가 없기 때문에, 담수 순치하지 않고 직접 민물에 어린게를 수용하는 방법은 좀더 검토해 보아야 할 문제이다.

라) 양성(養成)

참게류의 생활 가능 수온은 10~30℃ 이나 성장 적수온은 20~25℃ 범위이며, 15℃ 이하에서는 먹이는 먹으나 탈피 성장하지 않고, 5℃ 이하에서는 동면(冬眠)에 가까운 상태가 되며 35℃ 이상에서는 도피(逃避) 행동을 나타낸다. 어린게의 성장은 보통 1회 탈피시 10% 이상의 체중이 증가하나 사육 환경과 밀접한 관계가 있다(화보 19, 20). 탈피 개시로부터 종료까지 소요되는 시간은 1시간 40분 정도이며 40 g 정도의 참게를 수용하였을 경우 1 회 탈피하는데 35일~50일 소요되는데 탈피 후 20 일 경과하여 계측(計測)하였을 경우 60 g 으로 성장하였다. 조기(早期) 종묘 갑장 1 ㎝ 크기의 어린게를 3월경에 방양할 경우에 정상적 최적 조건으로 성장하였을 경우 사육중인 일부 개체가 11월에 5 ㎝급(30~40g) 으로 성장할 수 있어 상품으로도 출하(出荷) 할 수 있지만 6~7월경에 방양한 종묘는 겨울에 월동 사육을 하여야 하고 자연 상태에서 월동할 경우 최소한 2년의 양식기간이 필요하다. 따라서 40 g 정도의 중간 종묘를 봄에 사육하기 시작

화보 19. 참게 탈피각(위그림)과 탈피 개체의 크기 비교.

화보 20. 탈피 성장에 의해 재생된 제 3 걷는 다리.

하였을 경우에는 가을에까지 3회의 탈피를 거쳐 135 g까지 증육(增肉)시킬 수 있다(일본에서의 동남참게 사육 결과임).

사육 밀도는 양식장 또는 사육 시설에 따라 차이가 있으며 탈피시의 상호 접촉을 피하기 위한 적정 밀도를 고려하여야 하는데 도전(韜田) 양식의 경우 1 ㎝ 급 (10~20 g 급) 종묘는 50마리/㎡ 이하로 하고 순환 여과식 탱크 사육의 경우에도 70마리/㎡ 이하로 하는 것이 좋다.

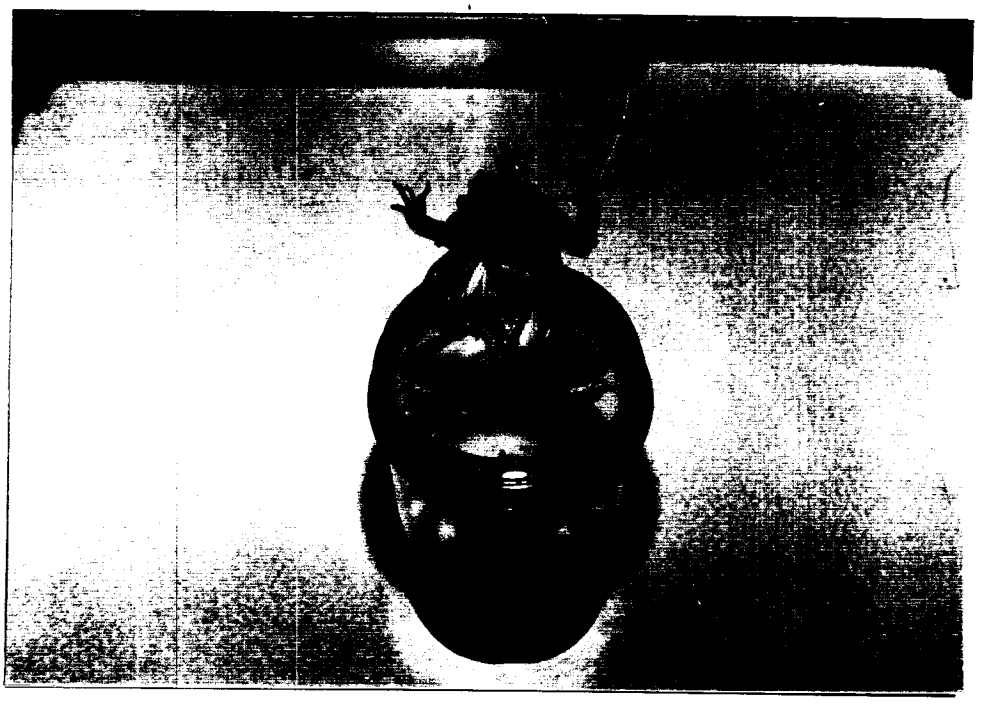
2. 참게 해적 생물 및 질병(疾病)

가) 해적 생물 및 질병

중간 육성이 끝난 1 ㎝ 이상의 참게는 본격적인 양식시설로 옮겨야 하는데 이때, 본 사육시설에 입식하기 전에 참게종묘를 식해(食害)할 수 있는 해적 생물들을 제거해야 한다. 1 ㎝급 내외의 참게에 대한 천적(天敵)은 개구리, 뱀, 조류(새)등을 들 수 있는데 고압 밧데리등을 이용하여 제거한 후 새망(새그물)을 육성장 위에 쳐주어 해적(害敵) 생물들의 유입을 철저히 막아야 한다. 한편, 20 g 정도로 성장한 후에는 족제비, 쥐등에 의한 피해도 예상되므로 이에 대한 대책 설비도 해 두어야 한다(화보 21).

참게 양식도 조방적(粗放的) 양식이건 집약적 양식 방법이던 간에 생물을 어느 정도 고밀도로 키우는 것이다. 따라서, 사육 환경의 물리 화학적 조건뿐만 아니라 병원성 및 기생충(寄生蟲)에 의한 질병이 발생할 가능성이 높다(화보 22).

참게에 대한 질병의 연구는 참게 양식 역사가 짧고, 연구가 부족하여 현재까지는 별로 이루어지지 않았다. 그러나, 대형 참게 양식장에서 발생 가능한 질병은 세균에 의한 전염성(傳染性) 또는 비전염성(非傳染性) 질병, 수생균이나 원생



화보 21. 개구리에게 잡아 먹힌 참게 어린게.

화보 22. 갑각증에 걸린 참게 어미게.

동물에 의한 부착성 질병, 기포병 그리고 영양 결핍에 의한 질병이라 하겠다. 어미 참게의 갑각에 구멍이 뚫리면서 패혈증(敗血症)을 유발하는 갑각증(甲殼症)은 박테리아에 의한 세균성 질병인데 이는 여러 가지 병원성균에 의한 합병증(合併症)일 경우가 많다.

세균성 질병은 예방이 최상의 방책이다. 예방은 항생제(抗生劑) 경구 투여(經口投與) 및 약욕법(藥浴法)이 있는데, 경구투여는 배합사료에 길들여진 참게에게 배합사료의 가공시에 항생제를 섞어 투여하는 것으로, 사료에 섞는 항생제의 양은 약의 종류에 따라 다르므로 수산용 사용 기준에 준하여 처방 하도록 한다. 노지에서 사용할 경우 인위적인 채포(採浦) 관리가 불가능함으로 약욕에 의한 질병 예방은 불가능하다. 따라서, 유수량을 늘려 주거나 정체된 양식장 주배수구를 정리해 주고 신선한 먹이를 공급하는 등 간접적 효과를 기대할 수 밖에 없다. 육상시설인 순환 여과식 또는 유수식 탱크에서 집약적(集約的)으로 양식할 경우에는 은신처(隱身處)등으로 넣어 준 쉘터(부평초, 볏짚, 모판 등)를 제거하고 쪽대를 사용하여 채포한 다음 엘바쥬 50 ppm 에 3 시간, 옥시테트라 사이클린 100 ppm 용액에 1시간 정도 약욕 관리하는 것이 좋을 것이다.

세균성 질병의 감염원인(感染原因)은 영양 부족 및 물리 화학적 자극에 의한 2 차 감염일 경우가 많으므로 사육 환경 관리에 만전을 기하고 수조등을 사용치 않을 경우에는 클로로칼키 등으로 소독한 후 완전히 건조시켜 보관하도록 한다.

참게 외부에 기생(寄生)하는 생물들에 의한 질병은 유생과 성체 모두에서 나타나며 성장, 호흡 및 유영 장애(障碍)를 유발한다. 질병을 일으키는 병원 생물은 박테리아, 남조류(藍藻類), 편모충류(鞭毛蟲類), 흡반충류(吸斑蟲類), 먹이가 되기도 하는 부착 규조류(付着硅藻類), 곰팡이의 일종인 사상균류(絲狀菌類), 진균류(眞菌類) 및 섬모충류(纖毛蟲類) 등이다. 이들 중 가장 빈번하게 발생하여

피해를 주는 종류가 섬모충이다. 원생동물의 일종인 섬모충류가 참게의 피부에 부착하는 경우에는 포르말린 50~125 ppm 에 1 시간 또는 0.1 M, 0.2 % 과망간산카리($KMnO_4$)에 5 분간 약욕 시킨다. 또한 곰팡이류의 구제(驅除)는 말라카이트 그린(Malachite green oxylate) 0.006 ppm 에 24 시간 약욕으로, 박테리아 및 조류 부착시는 황산동($CuSO_4$) 0.2~0.5 ppm 에 4~6시간 약욕으로 발병을 예방하거나 치료한다. 이러한 질병 등이 양식장에서 발생할 경우 예방적 차원에서의 가벼운 증상은 치료될 수 있으나 중증의 경우 완전한 치료는 어려우므로 어미 관리시나 유생 사육시 주기적으로 사육수와 사육 중인 생물을 현미경으로 관찰하여 발병 전에 예방하거나 치료하도록 하여야 한다.

나) 공식(共食)

참게도 다른 게류와 마찬가지로 공식을 한다. 그러나, 지금까지 관찰된 바에 의하면 먹이를 충분히 공급하고, 사육 밀도를 낮추고, 은폐물(隱蔽物)을 많이 넣어 준 상태에서 수질 관리를 잘해 주면 공식이 적게 발생한다고들 한다. 또한, 개체간의 크기 차이가 많이 나는 무리를 함께 사육하였을 때 공식이 많이 발생하고, 환경이 좋은 상태에서 같은 크기의 게를 사육할 때는 거의 없는 것으로 판단된다.

참게는 탈피할 때가 가까워지면 안전한 곳을 찾아 그늘진 부분에서 약간 밝은 곳으로 이동하여 탈피하고, 오히려 탈피(脫皮)가 가까와진 개체가 다른 게를 쫓아내면서 위협적인 행동을 하는 것으로 보고되고 있다. 따라서, 참게의 생존율을 높이기 위해서는 크기별 선별(選別)이 필요하게 되는데, 노지 양식의 경우에는 양식도중 포획(捕獲)이 어려우므로 초기에 일정기간 동안 중간 육성용 탱크내에서 사육하는 것도 좋은 방법일 것이다. 지금까지의 실험 결과로는 육상 탱크내

에 은폐 구조물(隱蔽構造物)인 모판, 차광망, 볏짚등을 넣어 주는 것이 유효한 것으로 생각되나 앞으로 이부분에 대해서는 더 많은 연구가 있어야 할 것으로 보인다.

마. 사육 시설 및 관리 연구

참게 양식장 시설로는 실내 및 노지에서의 양식으로 크게 나눌 수 있다.

1. 노지 양식장에서의 관리 및 시설

참게가 계속 성장하여 갑장(甲長)이 1.5 ㎝ 내외(어린게 9기)가 되면 중간 육성을 마치고 본격적인 사육 시설로 옮겨야 한다. 사육 시설은 개구리, 조류 등 천적(天敵)으로 부터 참게를 보호하기 위하여 미끄러운 울타리 시설 뿐만 아니라 새들의 포식에 의한 보호망 시설도 아울러 해 주어야 한다(화보 9 참조). 현재까지 참게양식을 위한 지침서조차 없는 상태에서 추천할 만한 완벽한 연구 결과는 없으나 현재 추천되어지고 있는 노지 양식장 관리 및 설치 요령을 소개하면 다음과 같으며 참고로만 활용하기 바란다.

가) 참게 중간 육성(中間育成) 실무

참게 종묘 배양장에서 사육시설로 운반해 온 종묘를 본격적으로 방양하기 전에 어느 정도 환경 조절이 가능한 시설(비닐 하우스등 또는 순환여과식 탱크) 에서 일정기간 집약적(集約的)으로 키우는 것을 중간 육성이라 한다. 이때에 사육시설은 1만마리를 기준으로 할 때 가로 3m 세로 2m (약 20평) 정도가 알맞으며 4월

말 (갑장 크기 1.5㎝~2㎝)경에는 논에 모를 심고 방류(放流)하여야 한다.

1) 수온

㉮ 참게의 서식 최적수온은 18~ 25℃로 이 온도 범위에서는 섭이(攝餌) 활동 및 탈피도 활발하다. 그러나, 15℃ 이하에서는 섭이 활동이 둔해지고, 10℃ 이하 는 먹이를 거의 먹지 않으므로 성장탈피(成長脫皮)를 하지 않으며 어미게는 다소 괜찮으나 특히, 어린게는 성장이 늦어지고 스트레스를 받을 우려가 있고, 30℃이상이 되면 호흡(呼吸)이 빨라지고, 먹이 찌꺼기가 쉽게 부패되므로 참게의 섭이 및 성장을 저해(沮害)하고, 수질의 악화를 초래하므로 주의해야 한다. 또한, 하루 동안에 온도의 차가 심하면, 스트레스로 인해 성장이 억제되는 경우가 있기 때문에 4℃이상 차이가 나지 않는 것이 좋다.

2) 먹이

참게의 먹이는 육류와 곡류로.구분할 수 있고 식성은 잡식성(雜食性)이면서도 육류를 특히 좋아한다.

① 어린게 단계(갑장 3~5㎜) : 바지락등의 조개류는 껍질과 속을 분리한 후 씻어서 믹서기에 넣고 갈아서 물에 풀어서 수조에 골고루 뿌려준며 생선류등을 줄 때에는 내장을 빼내고 칼로 잘게 다져서 물로 깨끗이 씻은 다음 믹서기로 갈아준다. 쇠고기나 돼지고기는 정육점에서 쓰는 만두 속 만드는 기계로 갈아서 물에 풀어 똑같은 방법으로 준다.(중간 육성 단계 2 - 4월)

② 방류(放流) 단계(5~15㎜; 5~6월) : 잡어류(雜魚類)를 2 ㎝ 정도의 크기로 잘게 다져서 체나 망을 이용하여 깨끗이 씻은 다음 하루치씩 비닐 봉지에 넣어 약 5일분을 냉장고에 넣어 얼린다음 하루에 한 봉지씩 꺼내어 오후 3

시쯤 물 20ℓ 정도에 담구어 놓고 오후 5시 쯤 녹아서 풀어지면 바가지로 골고루 저어서 물골에다 골고루 뿌려준다. 오후 5시경에 주는 이유는 게는 야행성(夜行性)이고 오전에 먹이를 주면 더운 낮에 부패할 우려가 있기 때문이다. 곡류로는 보리쌀, 쌀, 수수 등을 잘 삶아서 물골에다 뿌려 준다.

③ 먹이의 양 : 어린게의 단계는 어른 밥공기로 반정도 주며 성장에 따라 차츰 늘려가며 방류 단계도 마찬가지로 골고루 먹이를 주고 먹이가 남으면 줄이고 먹이가 남지 않으면 점차 늘려 주어야 하며 성장과 수온이 계절 등의 변화에 따라 매일 투여량(投與量) 기준을 산출하여 먹는량을 조절해 주어야 한다. 먹이는 1일 1회(해질무렵)~2회, 체중의 약 2-4% 정도로 공급하는 것이 좋다.

성장이 빠른 6-10월 사이에는 성장 탈피가 자주 일어나므로 칼슘과 단백질(蛋白質) 함량이 풍부한 먹이를 우선적으로 주도록 한다. 이때, 칼슘 공급을 늘리기 위하여 조개류 껍질을 양파자루에 넣어 물골(특히 깊은 곳)에 다여러군데 넣어주고 계란 껍질 등을 잘게 부셔서 뿌려주면 효과가 좋다.

자연사육시 겨울에 10℃이하로 온도가 내려가면 먹이를 잘 먹지 않으므로 섭이량에 따라 먹이량을 조절해 주고, 지하수(15℃)를 이듬해 봄까지 계속 공급한다.

3) 기타 관리 사항

① 참게를 양식장에 넣기 전에 개구리 및 미꾸라지는 완전 제거한다(물을 약간 넣고 전기 밧데리를 이용하면 좋다).

② 유입되는 지하수(15℃)는 양수기 비닐호스를 길게 늘려 대기 온도와 맞춘 뒤 20℃에서 25℃이하로 조절하며 급수한다. 이때에 유입되는 물은 온도의

상태, 물의 부패 정도를 참고하여 조절하며, 비가 오거나 흐린날은 중단하여도 좋다. 수위는 물골이 넓이가 1m, 길이가 20cm~60cm를 조건으로 자연 서식지처럼 다양하게 만들어 주는 것이 좋다.

표 8. 성장에 따른 사육 면적 및 먹이 공급량

기준	크기 (갑장) cm	개체수 尾	사육면적 m^2	먹이량 g	비 고 (충분한 은식처 제공)
1년차	1	10,000	(20평)	180g	복합 투여시 반지락량을 줄인다. 돼지고기, 쇠고기 부산물등을 믹서로 갈아서 배합사료와 함께 준다.
	2	〃	145m^2 (45평)	500g	칼슘, 단백질 성분을 포함한 먹이를 중심으로 복합투여, 계란 껍질을 갈아줌. 바지락 및 잡어 생선류를 잘게 다져서 배합사료와 함께 준다.
	3, 4	〃		1,500g	
2년차	5	〃	275m^2 (85평)	3,000g	풀류, 벼싹 등 잘 먹고 동물성(개구리, 미꾸라지, 새우, 잡어 등)도 좋다. 역시 다져준다. ※ 수수, 쌀 보리들을 삶아서 준다.
	6		490m^2 (150평)	4,000g	

③ 지상에는 새그물(차광막 제외)을 필히 설치하여야 한다.

④ 인근 논의 농약 섞인 물이 들어오지 않도록 외부에 필히 물도랑을 파주고 지하수만 필히 사용한다(농약, 비료 주의).

4) 적지 선정

육성관리에 의한 출하로 높은 가격을 낼수 있는 적지를 선정하는 것이 좋다.

① 토질은 점토질(자연상태의 논흙)이 좋으며 장마로 인해 흙이 흘러 내리거나 유실되지 않으며, 강수의 염려가 없는 곳

② 수량이 풍부, 따뜻하고 평탄한 지대 (주수와 배수가 원활한 곳)

③ 낮과 밤의 온도 차이가 심하지 않은 곳

④ 관리 도난 방지가 편리, 조용한 곳

⑤ 농약, 도시 공장폐수, 광산수 등의 영향이 없는 곳

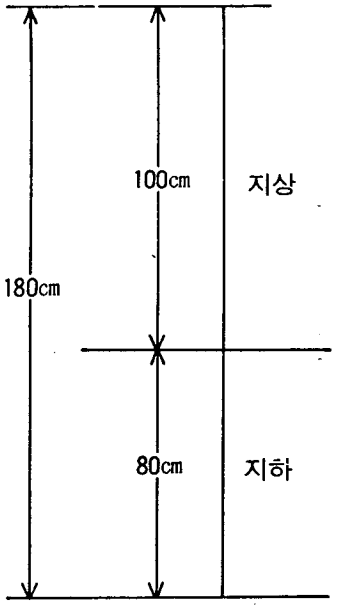
⑥ 심한 산성, 알카리 물은 피한다.

⑦ 태풍이나 홍수의 피해로 부터 안전한 곳

5) 참게 양식의 수익성 전망 (양식장 200 평 기준)

항 목		금 액	비 고
총수입		2,000 만원	8,000×5,000원((50%누락기준)
생산원가	종 묘	350 만원	10,000마리×350원 = 350 만원
	양 식 장 시 설	110 만원	뒷장 참조
	인 건 비		1일 1인 2~3 시간 정도 소요
	사 료 비		저수지 등에서 자연 채취 가능: 뒷면 참조

6) 양식장 설치 요령



소요자재(200 평기준) :

P.Pm당 8,000원 × 100m	= 80만원
아시바 파이프 m당 1,000원 × 2m	= 2,000원
2,000원 × 70개	= 14만원
포크레인 1일	= 15만원
반셍철사	= 1만원
합 계 :	110만원

① 논둘레 200평(100m)을 포크레인으로 70cm - 80cm 깊이로 돌려 판다(그림 18 - 1).

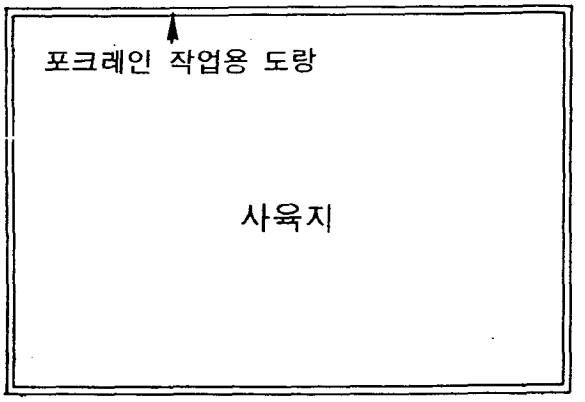
② 아시바 파이프르 외벽에 붙여서 1.5m간격으로 포크레인 바가지로 눌러서 박는다(그림 18 - 2).

③ P.P판넬을 눕혀서 펼친 다음 파이프에 붙여서 세우고 반셍철사를 송곳으로 P.P에 구멍을 내고 묶어 준다(그림 18 - 3).

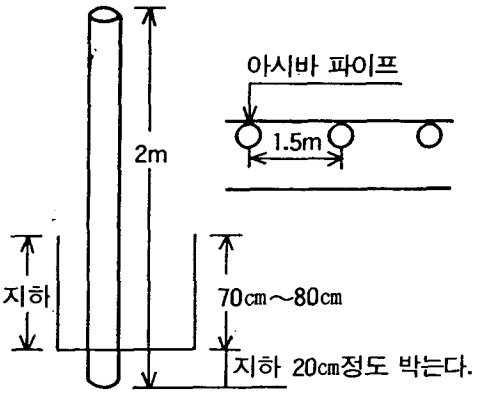
④ 포크레인으로 물골은 넓이 약 1m, 깊이 50cm - 60cm로 물골을 파준다(그림 18 - 4).

⑤ 물 들어올 곳에 지상에서 30cm 높이에 P.V.C 40m/m 파이프로 끼워주고 밖에서 호스를 연결하여 고무바로 묶고 호스는 양수기에 연결한다.

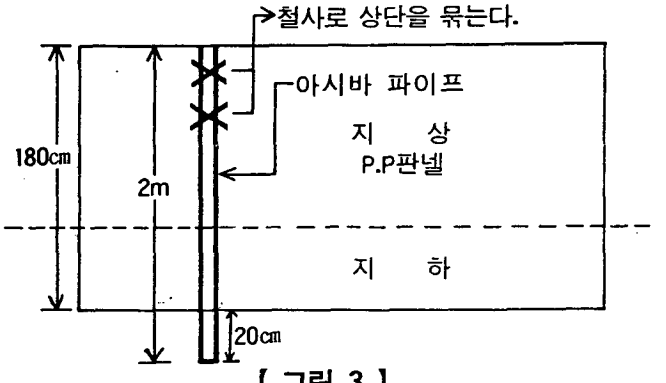
⑥ 물나가는 곳은 적당한 위치에 가로 20cm, 세로 40cm로 구멍을 내고 모판을



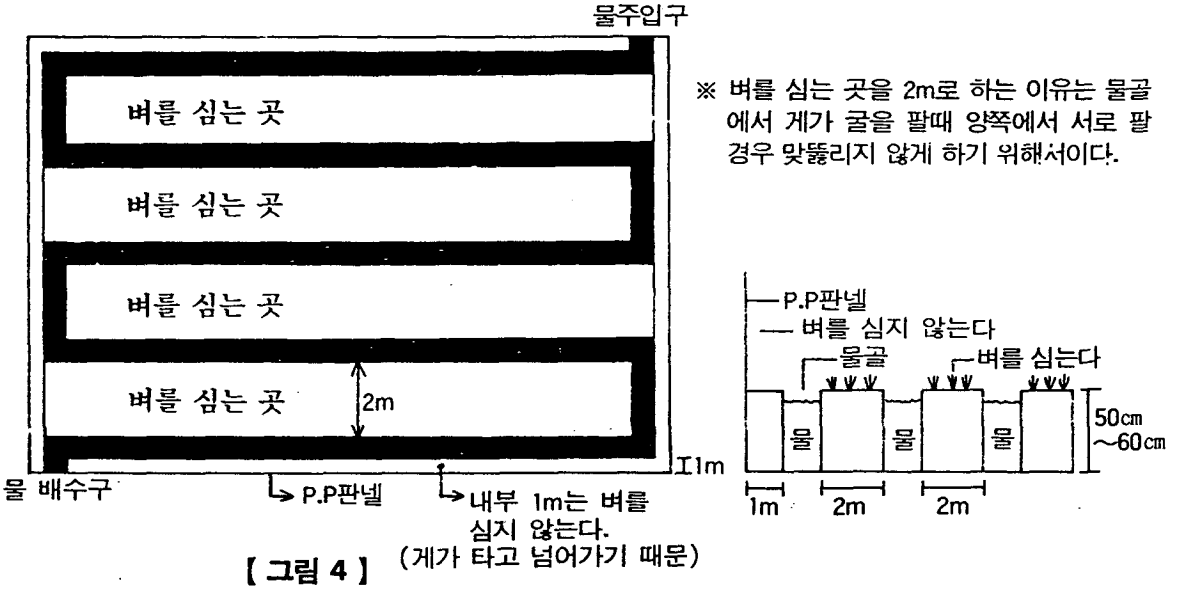
【 그림 1 】



【 그림 2 】



【 그림 3 】



【 그림 4 】

그림 18. 참게 노지 양식장 개략도.

대고 철사로 고정시키고 물높이의 조정은 흙으로 높였다 낮추었다 한다.

⑦ P.P 울타리 밖은 물골을 만들어 외부 농약물이나 장마로 인한 외부물의 침수를 막아준다.

2. 육상 수조식 양식 시설

논, 노지 또는 유휴지(遊休地)를 이용한 참게 양식이 지금까지 시도되어온 전통적인 방법이라고 말한다면 육상 수조를 이용한 양식은 요즘 사료의 개발 필요성과 함께 앞으로 반드시 완성시켜야 할 참게 연구의 중요한 부분이라고 하겠으며, 참게에 대한 첨단 양식법이라 하겠다. 아직 대량 생산 규모로 수조내에서의 축양(畜養) 및 양식에 관한 연구는 본 연구소에서 발표한 초기 어린게 상태에서의 고밀도 중간육성 실험이 있을뿐 국내 어느 기관에서도 이루어 지지 않았다. 다음에 소개하는 시설 내용은 외국 민간업자(民間業子)들에 의한 시험적 시도로서 연구소에서도 차후에 사육 시설 설치와 함께 실증 실험을 실시할 계획이 있음을 밝혀두니 참게 양식업자들의 관심을 촉구하는 바이다.

참게의 육상사육에 관하여 중요한 점은 사육 수조의 구조(構造)일 것이다. 크기와 형태가 사육환경, 사육관리방법에 큰 영향을 미치기 때문에 자연의 생태와 환경을 관찰하여 잘 조화된 구조로 만들어야 한다. 현재 어류는 어느정도 양식시설이 완성되어 여러 종류가 양식되고 있지만, 갑각류의 육상 양식 시설은 아직 완성된 것이 없고 시행착오(施行錯誤)를 반복하고 있는 정도이다. 참게 양식수조는 $2m^2$ ~ $3m^2$ 의 유수식 사육수조가 물의 흐름, 사육관리, 사육밀도 등의 면에서 최적이었다. 이 수조는 하천과 같이 일정한 방향의 흐름이 생기므로 물의 흐름도 좋고, 정체(停滯)하는 부분이 적으며 수질도 안정된다.

가) 크기

사육수조의 크기는 폭 1000 ㎜, 길이 2400 ㎜, 높이 900 ㎜의 장방형으로 5개에다, 구경 25 ㎜~30 ㎜ 의 PVC 파이프로 연결하여 윗부분의 1번수조에서 아래부분의 5번 수조까지 사육수가 연결되어 흐르도록 하였다(그림 19). 이 정도 크기면 바닥에 쌓이는 먹이 찌꺼기와 배설물 처리가 용이하다(게의 건강 상태도 쉽게 파악 가능함).

참게는 빛에 (-)의 주성(走性)을 갖고 어두운 곳에 모인다(한편, 수조의 면적을 2배로 하고 밀도를 2배로 할 경우 서로 스트레스를 유발하기 때문에 밀도를 증가시킨 사육은 무리라고 할 수있다). 대형수조에서도 사육을 시도하였으나 관리가 어려워 대부분이 단기간에 폐사하였다.

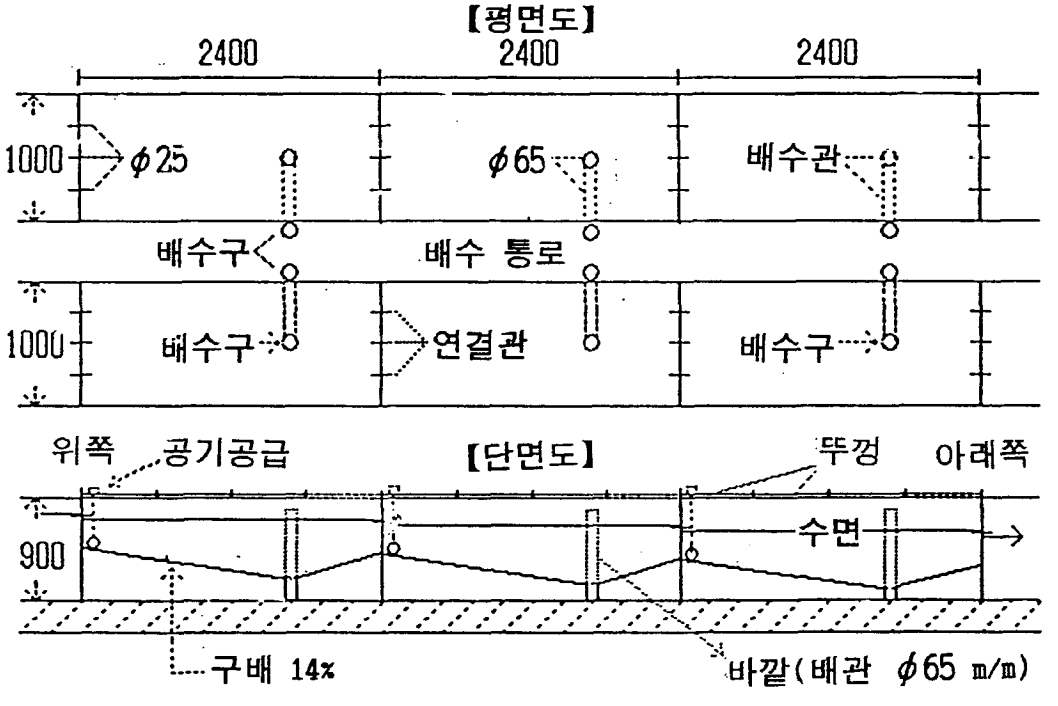


그림 19. 참게 육상 축양용 콘크리트 수조.

수조의 형태는 다소 다르다 하더라도 작은 개천과 같이 좁은 형과 같은 변화가 필요하다. 결국 자연계와 가까운 구조나 사육환경을 만들어 주는 것이 중요하고 수조 설치와 병행하여 정화조(淨化槽), 침전조(沈澱槽)를 설치하여 먹고 남은 먹이나 배설물의 유출, 제거를 고려한 배려가 필요하다.

나) 만들기(제작)

참게는 저질의 악화에 극히 민감해서 저질이 악화된 상태에서는 섭이 활동이 둔화되고, 기호성이 높은 사료를 주었다 하더라도 대부분 남긴다(따라서 생존율이 극히 낮아진다).

평탄한 바닥은 저질 악화를 쉽게 일으키므로 가능한 한 구배를 크게 하고 배수구는 장축(長軸)의 방향으로 상류에서 7할 정도의 위치가 좋고, 짧은 축의 경우는 중앙에 설계하여, 먹이 찌꺼기나 배설물이 배수구 주변에 모이게 시공하는 것이 중요하다. 구배(勾配)는 배수구 쪽으로 13~14 %를 주어, 잘 흘러내리도록 시공하는 것이 저질의 악화를 막는다(물론 청소는 필요함). 평탄한 저질은 충분한 청소가 어려워지므로 저질의 악화를 방지하기 위한 청소의 경우 장시간이 소요된다. 또한, 모래나 작은 돌은 넣지 않는 것이 바람직하다(먹이 찌꺼기나 배설물이 저질 사이에 남아 저질 악화의 요인이 된다).

벽면은 콘크리트 타설상태의 그대로가 좋으며, 다소 거친 면이 수조바닥에서 연장되도록 한다(벽면은 방금 탈피한 연갑 상태 게의 피난장소가 됨). 사육수조를 연결하는 비닐 파이프는 바닥에서 220 ㎜의 위치에 3개를 수평으로 설치하고 각 수조의 낙차(수면)는 25~30 ㎜ 로 한다. 참게는 도망가기 때문에 수조의 뚜껑은 꼭 필요하다(뚜껑의 상부는 판자로, 아랫부분은 철망으로 한다). 사육 수조간의 사이는 통로로 사용한다(그러면 사육관리가 용이하고 배수구로 사용도 가능하다 -

그림 19 참조)

위의 사육수조는, 바닥 청소가 간편하고, 물 흐름이 좋으며 정체(停滯)부분이 적다(저질 및 수질의 악화 방지 가능).

참게는 표층(表層)과 중층을 유영하는 어류와는 달라서 어류 양식시설에서는 참게를 키울 경우 성공하기 어렵다. 참게는 악화된 저질 환경에 극히 민감하여 사육수조는 위의 그림 구조 형태가 바람직하다 하겠다. 원활한 수류를 만들어 양호한 수질 조건을 확보하기 위해서는 연결관(overflow관을 결합)의 시공에 고도의 정밀도(精密度)를 요구한다.

그림 20 - ①, 그림 20 - ② 처럼 상류수조에서 부터 하류수조를 향하여 약간의 아래쪽으로 구배를 주어 정면의 연결관을 수평으로 설치하면 상류에 들어간 물

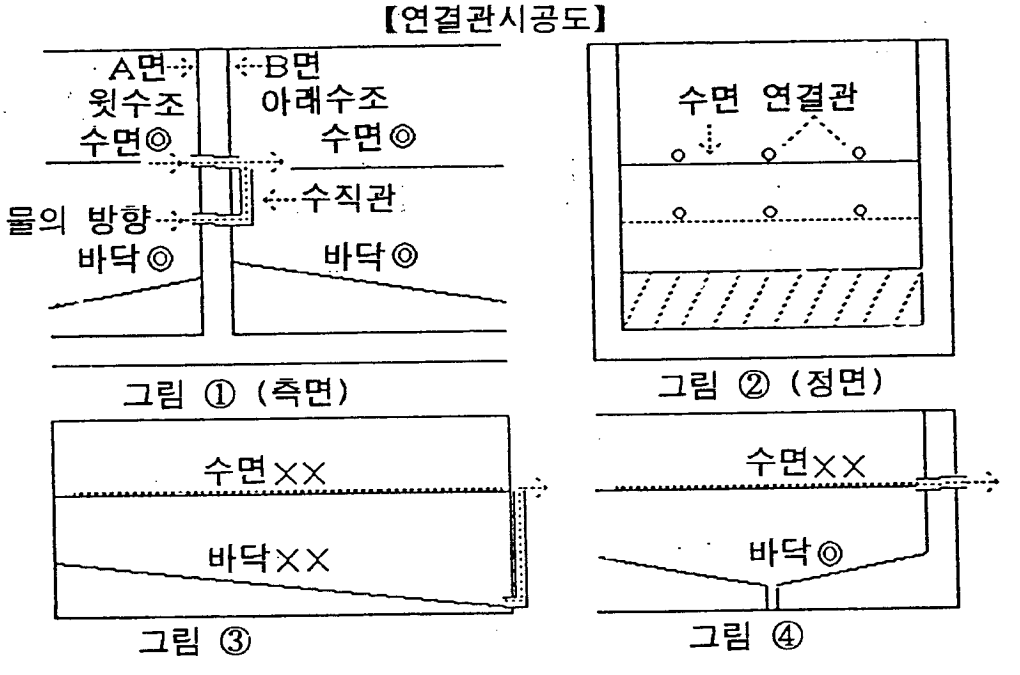


그림 20. 참게 축양용 연결관 시공도.

이 연결관을 통하여 흐르게 되어 균일하고 원활한 물의 흐름을 얻게 된다.

참게의 사육시설은 어류 사육 시설에 비하여 구조가 다르기 때문에 시공에 유의하여야 한다. 어류의 일반 사육시설인 그림 20 - ③, 그림 20 - ④ 와 같이 저층에서 배수되는 수조나 연결관의 구배가 반대일 경우, 수면에는 부유물질이 정체(停滯)되므로 수면의 수질이 악화된다. 시공방법은 기초틀 작업이 완료된 단계에서 수조의 끝부분에 정확히 level(높이)을 측정하며, 상류 수조에서 하류 수조까지 A, B면에 일정한 level 을 표시한다. 그리고, 상류 1 번 수조의 수면 level보다 200 ㎜ 아래에 A면에도 1개의 level을 표시한다. B면은 A면보다 3㎜ 아래인 203㎜의 위치에 level을 표시하고, A면과 B면이 정해지면 그 선에 중심을 잡아 관의 외경에 맞게 구멍을 뚫는다. 그러면, 연결관의 구배는 상류에서 하류로 형성되고 오차는 ±1 ㎜ 이내가 된다. 하류의 2번 수조 수면은 25㎜ 아래이고 상류쪽으로 향한 A 면에 표시된 level보다 225㎜ 아래에 다시 level 표시, B면도 같이 25㎜ 아래에 표시된 레벨보다 228㎜ 아래에 구멍을 뚫는다.

전 수조가 같은 요령으로 연결관 구배(勾配)의 낙차를 두어 판넬 전후로 20㎜씩 나오게 긴 관을 꽂는다. 정확한 위치를 확인한 후 콘크리트를 타설한다.

그림 20 - ①, 그림 20 - ② 와 같이 상하 2단을 연결한 수조는 게류 이외에도 수심이 깊은 것을 필요로 하는 종류의 사육이 가능하고 또 저층의 물 흐름이 좋아 다목적으로 사용이 가능하다(게 사육은 하단 수위에 충분하다). 한편, 관을 통해 빠져나가는 치어를 사육할 경우 망으로 차단하면 좋지만 이 경우, 폐사 개체가 망에 걸려 물의 흐름을 방해하므로 관의 구경(口徑)을 크게 하든가, 여러 개의 관을 증설(增設)할 필요가 있다. 수직관과 엘보를 이용하여 수위를 조절하고, 필요 없는 경우는 수위보다 긴 관을 이용하면 된다(엘보관의 접착은 필요치 않음).

참게는 저질의 악화에 민감하고 물때, 기름, 부유물질(浮游物質)등에도 민감

하다. 자연계에 있어서도 물때나 쓰레기가 많은 장소에는 게나 어류가 서식하지 않는 것을 볼 때, 양식시설을 설치하는 경우 바닥뿐만 아니라 수면의 상태도 신중히 고려하여 시공하는 것이 매우 중요하다.

수조에서 탈피하는 참게의 전반적인 바닥 위치는 그림 23 과 같다. 탈피하지 않은 게나 탈피된 후 2일정도 경과한 게는 상류 쪽에 shelter를 배치한 어두운 부

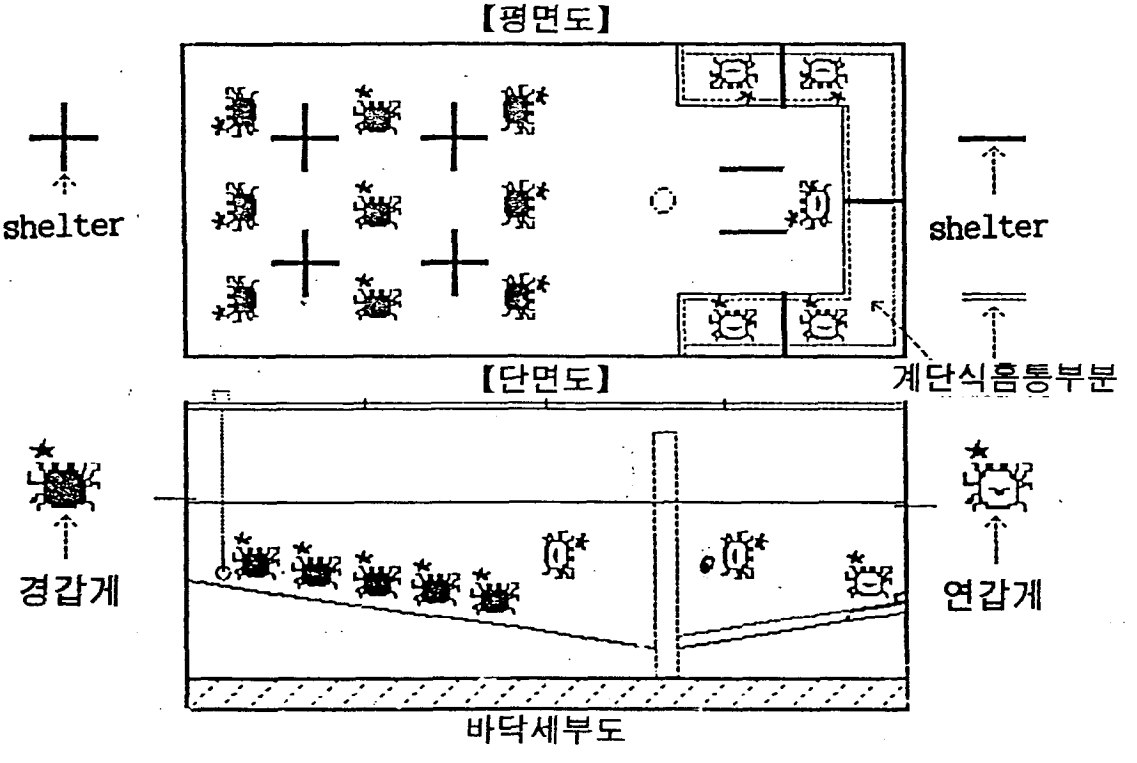


그림 21. 참게 육상 축양용 수조 바닥 세부도.

분에 모이고, 낮동안은 전혀 움직이지 않는다.

그러나, 탈피가 가까운 게는 shelter가 배치된 비교적 밝은 곳으로 이동한 후

탈피한다. 이 때, 안전한 장소를 확보하기 위하여 싸움을 하고, 안전한 환경을 조성하기 위하여서는 조도가 중요한 요인이고, 가능한 많은 입체공간을 만들어 상호 접촉을 피하게 하는 것이 필요하다.

그리고, 탈피(脫皮)를 마친 게는 보행이 가능한 경우 가장 안전한 벽면에 붙어 안전을 확보하는 것으로 보인다. 따라서, 밑에서 탈피한 게들이 쉽게 이동 가능하도록계단을 만들어 주는 것이 좋다. 바로 이 계단이 탈피 직후의 도피(逃避) 또는 피난 장소가 된다(계단 차이는 높이 40㎜, 길이 200㎜로 한다).

일반적으로 참게 양식시 지하수보다는 하천수를 사육수로 사용할 경우 성장 및 생존에 유리한데, 하천수를 쓸경우 큰 장마가 날 때는 쓰레기나 오수가 취수 시설을 통하여 수조내에 유입되므로 침전조(沈澱槽)나 여과조를 설치하는 것이 좋을 것이다.

제 5 장 참게 내성(耐性) 연구

게류는 수질에 의외로 민감하며 참게의 산소소비량(酸素消費量)은 그 생활 환경이 지배적인 요인이 되고 성장, 재생(再生), 탈피(脫皮)등 생태적 특성과 깊은 관련성이 있다.

일반 무척추동물의 호흡 특성과 산소소비량에 관한 연구는 많이 있으나 참게에 대한 연구는 극히 적고 劉 등(1968)이 유수중 참게의 크기별 산소소비량과 질식 산소량(窒息酸素量) 등이 아가미 호흡운동에 주는 영향을 조사한 것 뿐이다. 참게의 체중별 (3.95g, 75.7g, 76.5g) 산소소비량은 체중에는 관계없이 모든 개체에서 야밤으로 접어드는 18:00(PM 6)시부터 점차 소비량이 증가되며 03:00(AM 3)시에는 최고치에 이른다고 보고하고 있어 이들이 야간에 주로 활동하고 있는 생활습성과 잘 일치하고 있다. 한편, 실험 개시 2-3시간내의 산소소모량은 참게의 크기에 따라 서로 달랐으나 그후의 시간에는 점차 같은 정도로 저하되었다. 또한, 질식 산소량(窒息酸素量) 조사에서는 체중 76.5g의 어미게는 2.02 ppm의 용존산소량(溶存酸素量)에서, 15.7g과 3.95g의 어린게는 모두 1.6 ppm 이하에서 질식하였다고 보고하였다.

일반 농지에서 농작물의 연중 생산과 장기 보존에 효과가 있는 농약의 사용은 필수적이라고 할 수 있다. 참게 양식장에서는 하천이나 저수지의 물, 지하수등을 사용하게 되므로 농약의 오염에 따른 안전성 문제가 제기될 수 있다. 농약의 안전성 평가는 사람, 환경 및 농작물에 대한 안전성으로 분류할 수 있으나, 참게 양식의 경우 농지나 유휴지(遊休地) 등을 이용하게 됨으로 제초제(除草劑) 및 살충제(殺蟲劑) 등의 농약에 대한 참게의 안전성 문제를 검토해야할 것으로 사료된다.

특히, 농약의 안전성 문제는 환경독성(環境毒性)의 개념뿐만 아니라 먹이 사슬에 의한 인체로의 농약 유입이 우려되어 국민 보건 측면에서도 중요한 사안이라고 할 수 있다. 고농도 농약의 참게에 대한 생리 대사 저해는 참게 생산에 심각한 영향을 줄 수 있으며, 저농도의 농약 잔류일 경우도 생체내 축척되었을 경우, 많은 피해가 우려되므로, 이와 같은 안전성 측면에 대한 연구가 대두되고 있는 실정이다. 더욱 상품성을 갖는 농약의 잔류성(殘留性)에 관한 부분은 생태계에 중요한 영향을 미치는 요인으로 평가되고, 엄정한 규제 기준이 세계적으로 적용되고 있으므로 이 기준을 근거로 적지 선정을 위한 평가 방법이 검토되어야할 것으로 생각된다.

제 6 장 참게 수확 및 양식 전망

가. 참게의 수확(收穫)

3월에 1 ㎝ 크기의 종묘를 가온 사육지 또는 비닐 하우스 중간 육성용 양성지에서 키울 경우 11월이면 일부 개체는 5~6 ㎝ 에 달하여 상품 크기로 성장한다. 그러나, 방양된 모든 개체가 당년(當年)에 상품 크기로 성장하는 것이 아니므로 양성장에서 그대로 월동시키거나, 11월에 채포하여 월동용 가온(加溫) 사육지로 옮겨 사육해야 할 것이다. 자연산 참게인 경우 임진강에서는 9~10월에 상류에서 하구쪽으로 이동하며 가장 많이 채포(採浦)되고 있다. 어린게 종묘를 노지 양식장에서만 키웠을 경우는 당년에는 상품 크기 6~8 ㎝(120~170 g) 까지 성장하지 않으므로 월동(越冬)시킨 후 이듬해에 수확하는 것이 좋다.

참게의 채포어구는 자연산 채집시 수수낙, 들망, 도수, 자망 등이 사용되고 양식장에서 사육한 것은 들망을 이용하거나, 가을에 양식지의 물을 빼면 물과 함께 빠져 나가면서 도피 방지망(逃避防止網)에 많이 걸리게 되므로 움직이는 것을 손으로 잡을 수가 있다(화보 23).

나. 발전 전망

참게장을 좋아하는 일본에서는 동남참게의 경우 종묘 생산(種苗生産)에 성공하여 자원 첨가용(資源添加用) 종묘로 방류 사업(放流事業)을 실시하고 있으나 아직 참게에 대한 연구는 전무한 실정이다. 중국에서도 약간의 연구가 시도되었으나 모두 단순 축양 또는 기초적 연구 수준에 머물고 있는 실정이다.

최근 농약의 다량 사용에 따른 자원의 고갈로 인하여 자취를 감추면서 가격도 상승하여 상업성이 높은 참게 성체(成體)의 경우 국내시장에서 마리당 5,000~15,000원(동남참게:3,000원 이상)을 호가하고 있으며 일본에서도 참게와 유사한 동남참게의 경우에 있어서도 1 Kg당 3,000¥(20,000원 상당; 1989년 가격)으로 거래되고, 중국 및 홍콩 등지에서도 높은 가격(참게 1마리당 20~30元)으로 거래되고 있어 고소득 자가 아니면 감히 음미할 수 없는 고급 식품이 되었다(화보 24).

현재 참게 시장은 미약하나 최근의 실정으로 보아 연간 500 톤 (100 억원) 규모의 시장 확보는 무난할 것으로 보이며, 일본에서도 한국산 참게장에 대한 기호도(嗜好度)가 높아 수출 시장 확보도 용이할 것으로 보인다. 또한, 참게는 유기 농법(有機農法)을 채택 할 경우 벼농사와 함께 복합적인 양식(養殖)이 가능하며, 소규모 사업으로도 수익성이 보장된다고 하겠다. 따라서 참게 양식은 농어민 소득을 증대시켜 줌과 아울러 국민 건강에도 기여할 수 있는 사업이라 하겠다.

한편 생산 단가에 대한 경제성 측면에서는 현재 사용되는 기술이 저급한 상태에서도 도매가격이 생산비용의 4~10배이상 수준으로 형성되어 있으며 계속되는 생산 단가 절감 및 생존율 향상 연구 등이 이루어진다면 그 경제성도 배가 될 것으로 판단된다. 현재 참게 양식이 초보 단계(初步段階)에 있고 대부분의 양식 업자들이 기술 축적의 부족으로 그 시도를 주저하는 단계이므로 참게 상품이 선보여지고 그 수요가 증가된다면 참게 양식 또한 활성화되어 농가 소득에 큰 몫을 하리라 예상된다.

참게류는 바다와 인접한 연안에서 부화(孵化)하고 성장하면서 강으로 소상하여 민물에서 성장하는 특이한 서식 습성을 가지고 있으므로 종묘를 대량생산하기 위하여 복잡한 서식 환경의 조절이 필요하나 종묘로부터 상품까지의 사육 방법에

화보 23. 가을 월동전 노지에서의 참게 수확.

화보 24. 참게를 이용한 매운탕 요리.

있어서는 일단 양성 기술이 개발되면 단순한 관리만으로도 충분히 사육이 가능한 사업이라고 할 수 있고, 섭이 습성이 잡식성(雜食性)인 것과 항병 능력이 뛰어난 점, 일반 유휴지를 활용할 수 있는 편리성과, 유기농법을 채택할 경우 벼농사와 함께 복합 영농(複合營農)을 할 수 있는등 다양한 이점을 가지고 있다.

그러나, 종묘기 이후부터 완전한 성체인 상품까지의 성장은 민물에서 성장하며 오염 되지 않은 지역인 경우에도 조기 종묘(早期種苗)에 의한 가온 사육을 제외하고는 현재의 양식 방법으로는 상품 크기까지(100 g 이상) 2년 이상의 성장기간이 소요됨으로서 상품 크기까지의 생존율(生存率)이 매우 낮은 것으로 보고되고 있다(화보 25). 우리 나라의 경우 성장 탈피 환경인 15℃이상의 수온을 유지하는 기간이 짧고, 겨울의 비성장 기간 또는 월동기간 중 높은 폐사율을 보이는 점, 영양 장애에 의한 성장 둔화(鈍化), 개체간 성장 차이에서 오는 공식 폐사 등 보완해야 할 문제점도 많이 가지고 있으며, 현재 생산된 종묘를 분양받은 여러 농어가에서 사육을 시도하고있으나, 그 결과는 불투명한 상태이다. 따라서, 농어가에서는 참게 양식을 시도하기 전에 면밀한 검토와 주의가 필요할 것이며, 참게에 대한 대량 사육 규모의 뚜렷한 연구 결과가 부족한 상태에서 참게 양식 농어가의 폐사에 의한 피해가 예상되므로 국가 기관등 연구기관에서는 종묘 분양 및 양식 기술의 보급에 앞서 시급히 사육 기술을 개발할 필요가 있다. 이러한 사육에 관한 문제를 해결하기 위하여 온천수를 이용한 월동 기술 개발, 기존의 비닐하우스와 지하수를 이용한 집약적(集約的) 사육으로 성장기간을 늘리거나 시설 개량에 의한 생존율을 높일 수 있는 기술, 질병 예방 및 적정 전용 사료 연구 개발등을 서둘러야할 것이고, 이러한 연구개발이 이루어진다면 참게는 부가가치(附加價値)가 높고 기대되는 농어촌의 새로운 양식 품종이 될 수 있을 것이다.

화보 25. 참게의 성장.

참 고 문 헌

김종두. 황경역. 김동주. 1988. 임진강산 참게의 역상, 양성 및 탈피에 관하여. 수진사보, 5: 77 - 56.

김훈수. 1973. 한국동식물도감. 제 14 권. 동물편 (집게, 게류). 삼화서적, 서울, 694 pp.

유봉석. 1970. 참게 생식량과 환경 요인에 관하여. 한육지, 3(1 - 2): 35 - 43.

유봉석. 김종래. 1969. 만경강산 참게 부유 유생인 Megalopa 에 관한 생물학적 연구. 한육지, 2(3 - 4): 23 - 28.

한국해양연구소. 협동 농수산 주식회사. 1992. 참게 종묘 대량 생산 기술 개발 BSPG 00172 - 527 - 3. 과학 기술처, 서울. 165 pp.

한국해양연구소. 1990. 고급어종의 대량 종묘 생산 기업화 연구 (III). PSPG 00095 - 301 - 3. 과학기술처, 서울. 411 pp.

Aida, K., P,V. Ngan, and T. Hibiya. 1973 a. Physiological studies on gonadal maturation of fish .I. Sexual difference in composition of plasma. Nippon Suisan Gakkaishi, 39: 1091-1106.

Birt, T.P., I.M. Green and W.S. Davidson. 1986. Analysis of mitochondrial DNA in allotatric anadromous and nonanadromous Atlantic salmon, *Salmo salar*. Can. J. Zool. 64:118-120.

Campbell, C. M. and B. Jalabert. 1976. Selective protein incorporation by vitellogenic *Salmo gairderi* oocytes *in vitro*. Ann. Biol. Anim. Biochem Biophys., 19: 429-437.

Clayton, J.W. and D.N. Tretiak. 1972. Amine-citrate buffers for pH control

in starch gel electrophoresis. J. Fish. Res. Bd. Can., 29:1169-1172.

Fyhn, U. E. and J. D. Costlow. 1977. Histology and histochemistry of the ovary and oogenesis in *Balanus amphitrite* L. and *B.* eburners Gould (Cirripedia, Crustaces). Biol. Bull., 152: 351 - 359.

Han, C. H. 1988. Physiological studies on the reproductive cycle of a freshwater prawn, *Macrobrachium nipponense* (De Haan). Pages 53 - 62 in Ph. D. Thesis, Fac. Agr., Univ. Tokyo.

He-Lingang and Gu-Zhimin. 1988. Food requirement of the crab *Eriocheir sinensis* in larval stage. Oceanol. Limnol. Sim Haiyang Yu Huzhao, 19(4): 391 - 395.

Kerr, M. S. 1968. Protein synthesis by hemocytes of *Callinectes sapidus*: a study of *in vitro* incorporation of 14C-leucine. J. Cell Biol., 39: 72 - 73.

Maeda, M., Nogami, K. and Ishibashi, N. 1992. Utility of microbial food assemblages for culturing a crab, *Portunus trituberculatus*. Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture, 21: 31 - 38.

Maeda, M., and Lia, I. C. 1992. Effect of bacterial population on the growth of a prawn larva, *Penaeus monodon*. Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture, 21: 25 - 29.

Nogiami, K. and Maeda, M. 1992. Bacterial as biocontrol agents for rearing larvae of the crab, *Portunus trituberculatus*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 2372 - 2376.

Meusoy *et al.*, 1983. Pickering and Dockaray. 1972.p

Lansman, R.A. Lansman, R.O. Shade, J.F. Shapira, and J.C. Avise. 1981. The Useof restriction endonucleases to measure mitochondrial DNA sequence

relatedness in natural populations. J. Mol. Evol., 17:214-226.

Palva, T. K., H. Lehväslaiho and E. T. Palva. 1989. Identification of anadromous and non-anadromous salmon stocks in Finland by mitochondrial DNA analysis. Aquaculture, 81:237-244.

Shaw, C.R. and R. Prasad. 1970. Starch gel electrophoresis of enzymes - A Compilation of recipes. Biochem. Genet., 4:297-320.

Souty, C. and J. L. Picaud. 1981. Vitteogenin systehesis in the fat body of the marine crustacean isopoda, *Idotea balthica basteri,* during vitellogenesis. Repro. Nutr. Develop. 21: 95 - 101.

Vanhaecke, P., A. Cooreman, and P. Sorgeloos. 1981. International study on *Artemia.* XV. Effect of light intensity of hatching rate of Artemia cysts from different geographic origin. Mar. Ecol. Progress Ser., 5: 111 -114.

Whyte, J. N. C. 1987. Biochemical composition and energy content of six species of phytoplankton used in mariculture of bivalves. Aquaculture, 60: 231 - 241.

Wilson, G.M., W.K. Thomas, and A.T. Bekenbach. 1985. Intra- and inter-specific mitochondrial DNA sequence divergence in *Salmo*: rainbow steelhead, and cutthroat trouts. Can. J. Zool. 63:2088-2094.

Wolin, E. M., H. Laufer, and D. F. Albertini. 1973. Uptake of the yolk protein, lipovitellin, by developing crustacean oocytes. Develop. Biol., 35: 160 - 170.

石田雅俊. 1976. モクズガニの 生態と増殖に關する研究. 昭和49年度 福岡豊前水試研究業務報告.

丹下勝義. 川村芳浩. 1989. モクズガニの種苗生産に關する研究. 兵庫水試研報,

26:49 - 56.

渡邊 武. 1978. 養魚と飼料脂質. 水産學シリズ22中 93 - 111 pp. 日本水産學會編.

渡邊 武. 1982. 種苗生産と生物飼料. 魚類の營養と飼料中 81 - 110 pp. 新水産學全集, 14. 恒星社厚生閣, 東京.

山根恭道. 1989. モクズガニ種苗生産試驗. 島根縣水試事報, 223 - 230.