

꽃게 *Portunus trituberculatus* (MIERS)의  
종묘 생산에 관한 연구

卞 忠 圭

(國立水產振興院麗水分所)

**PROPAGATION OF THE BLUE CRAB, *PORTUNUS TRITUBERCULATUS* (MIERS)**

by

**Choong-Kyu PYEN**

(Fisheries Research and Development Agency Yeosu Branch)

The author succeeded in rearing the young blue crab from the first stage of zoea to the true crab shape, and during this time he observed their growth and metamorphosis.

The relationships between the number of eggs carried by female crabs ( $E$ ) and the carapace width ( $C$ ) and body weight ( $W$ ) are shown as follows:  $E=27.9049C-281.8155$ ,  $E=0.5682 W-116.4606$ .

There are five zoeal stages and a megalopa in the complete larval development of the blue crab. Water temperature in rearing aquaria ranged from 21.4 to 25.2° C. The duration of each zoeal stage was two days on the average. After the fifth moulting, the zoea becomes megalopa and 5 to 6 days later the megalopa moults and develops into the first stage of adult crab shape. The carapace width of megalopa measured about 1.70 mm and the carapace length, from the tip of the rostrum to the posterior dorsal margin of the carapace, was about 2.78 mm on the average. The carapace width and length of the first crab, 18 days after hatching, measured about 4.48 mm and 2.62 mm respectively. After two days, the first crab moulted and grew into the second crab with about 6.47 mm in carapace width and 4.66 mm in carapace length.

The larval rearing in the outdoor tank showed better results than in the indoor aquarium. The highest mortality occurred when the first stage of zoea moulted into the second stage.

Percentage of crabs which survived, from the first crab to the ninth crab stages, was about 55%.

The relationships between rearing days ( $D$ ) and the carapace width ( $C$ ), carapace length ( $L$ ) and body weight ( $W$ ) of the crab stages during 40 days of rearing are shown as follows:

Carapace width, Indoor:  $C=1.1250D+1.7227$

Outdoor:  $C=1.3465D-0.2449$

Carapace length, Indoor:  $L=0.6654D+1.6712$

Outdoor:  $L=0.7893D+0.6919$

Body weight, Outdoor:  $W=1.15e^{0.12423D}$

Indoor:  $W=6.759 \times 10^{-2} D^{1.2598}$

(9-19 day old crabs)

Outdoor:  $W=4.136 \times 10^{-2} D^{1.6024}$

(21-40 day old crabs)

During the crab stage, the following relationships between the number of moulting times and the carapace width ( $C$ ), carapace length ( $L$ ) and body weight ( $W$ ) were found as follows:

$$C=5.2e^{0.28119N}$$

$$L=3.65e^{0.26372N}$$

$$W=0.14e^{0.7037N}$$

The relationships between the carapace length ( $L$ ) and the carapace width ( $C$ ) and body weight ( $W$ ) of the crab stages are shown as follows:

Carapace length, mm	Formula
2.62—27.17	$L=1.6864C-1.0387$
7.47—18.53	$W=9.367 \times 10^{-5}C^{3.5567}$
22.11—27.17	$W=3.406 \times 10^{-5}C^{3.8571}$

## 머 리 말

꽃게 *Portunus trituberculatus* (MIERS)는 십각목(十脚目)에 속하며 갑폭 270mm에 달하는 대형종으로서 우리나라 동, 남, 서해안과 일본, 중국 등지에서 분포하고 있는(上田, 1941) 기호종이다. 계의 종묘 생산에 대한 연구로서는 大島(1938)의 대만꽃게 *Portunus pelagicus* (LINNAEUS)의 유생의 인공 사육에 관한 연구와 前川(1961)의 꽃게에 대한 보고와 木谷등(1967)의 꽃게 종묘 생산 기술 연구에 대한 보고 등이 있다. 그러나 우리나라에서는 李·洪(1970a, b)이 한국산 십각목중 *Carcinoplex vestitus*와 *Pagurus similis*의 유생 사육과 성장에 관한 보고가 있을 뿐이다. 필자는 대일 수출과 기호 식품으로서 중요한 위치를 차지하고 있는 꽃게에 대하여 양식 기업과 방류에 의한 자원 증강을 기할 수 있는 종묘의 생산 방법을 규명하기 위하여 우선 인공 부화에 의한 유생 사육과 새끼 꽃게로 된 후 9회 탈피까지의 성장 과정을 살펴서 몇 가지 사실이 밝혀졌으므로 여기에 그 결과를 보고하는 바이다. 본 연구에 있어서 자료 정리와 사육에 주야로 노력한 여수분소 노섬씨에게 감사를 드리며 여러 가지로 유익한 조언을 해 주고 문헌을 제공해 준 일본 大分縣淺海漁業水試 전장장 木谷益邦씨와 동수시 小形國三씨와 논문 교람에 수고를 끼친 이병돈 박사과 이택열 교수에게 사의를 표하는 바이다.

## 재 료 및 방 법

꽃게 어미는 1970년 7월 7일에 여수 근해에서 어획된 갑폭 148mm, 갑장 83mm, 체중 451g 되는 포란 상태가 좋은 것을 PVC 수조(0.5ton)에 넣어 매일 1회씩 환수하면서 공기를 공급하였다. 어미의 성숙된 알로부터 부화된 조이아 유생은 유리 수조(30×60×30cm)와 콘크리트 탱크(3.95×2.9×1.75m)에 각각 나누어 수용 사육하였다. 먹이는 부화 직후부터 *Artemia salina*의 노우프리우스를 계속 투여하였으며, 메갈로파 유생 이후부터는 5.0mm 이상되는 *Artemia* 성체와 장구벌레 및 새우의 육질을 세절하여 투여하였다.

용수는 매일 1회 사육수의 1/5 정도를 교환하였고, 사육중에는 계속 Aeration 하였다. 새끼 꽃게로 변환한 후부터는 2중으로 된 콘크리트 수조(1.95×1.35×0.55m)에 분양하여서 사육하였으며 차츰 바지락과 방어 새끼의 절편 등으로 먹이를 바꾸었고 양도 증가시켜 투여하였다. 이 때부터 수조의 저면에 모래를 깔아 주고 무결절망을 탱크의 여러 곳에 늘어뜨려서 상호 공식을 방지토록 하였다. 성장도 측정 방법은 木谷등(1967)이 실시하였던 방법에 따랐으며 사육 기간 중의 수온 및 염분은 Fig. 1과 같았다.

## 결 과

### 1. 포란 및 부화

꽃게의 알은 난소 내에서 수관관을 통하여 체외에 산출될 때 수정낭 속의 정충에 의하여 수정된다. 수정된 알은

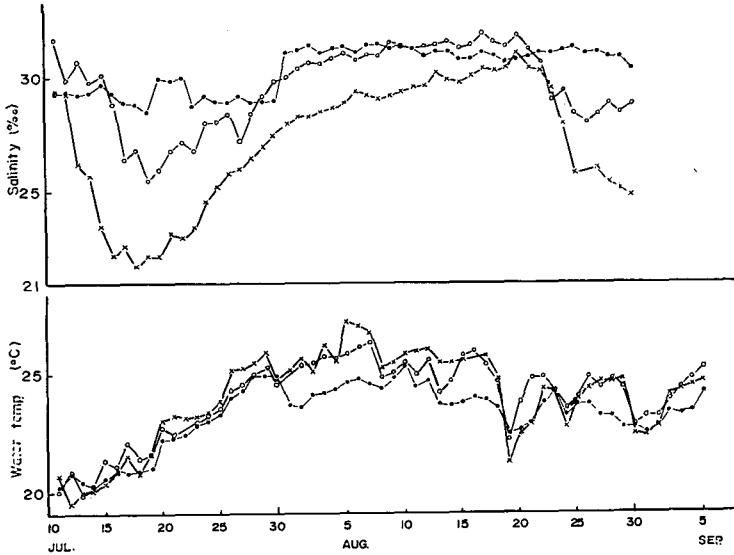


Fig. 1. Changes in water temperature and salinity.

(- · -) Aquarium (O) Rearing tank  
 (- × -) Outdoor tank

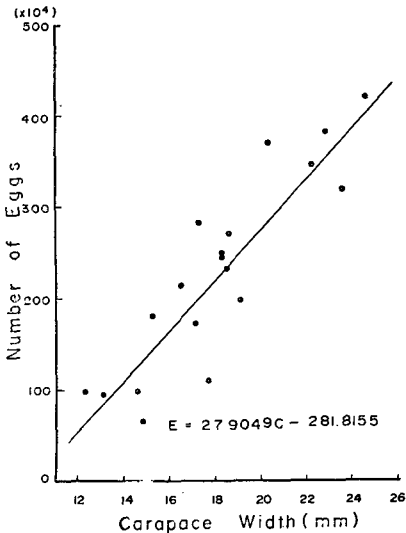


Fig. 2. The relationship between the carapace width(C) and the number of eggs(E).

적산 온도 303.4°C) 범위에서 13~14일만에 5회 탈피를 행하였고, 탈피 때마다 유영모의 수는 Table 2 에서와 같이 6, 8, 10(12), 14로 증가하였다. 조이아 유생의 지속 기간과 성장은 Fig. 4, 5에서 보는 바와 같이 기(substage) 별 평균 지속 기간은 2~3일이었다.

북부의 제 2~제 5 부속지 안쪽의 가는 털에 고착시켜서 안고 다니게 된다. 산란 초기의 알은 황백색을 띄우나 발생이 진행됨에 따라서 황색이 증가하여 발안 후부터는 차츰 어두워지기 시작하여 어두운 갈색으로 되고, 부화 직전에는 어두운 흑갈색 또는 어두운 흑회색을 띠게 되며, 이 때의 난경은 0.38mm 내외의 크기였다. 7월 10일부터 7월 20일 사이에 측정용으로 채집한 각폭 122~246mm, 체중 230~820g 사이의 19미의 어미 게에 대하여 각폭과 중량에 따른 포란수를 조사한 바는 Fig. 2, 3에서 보는 바와 같으며, 각폭(C)과 체중(W)에 대한 포란수(E)와의 사이에는  $E = 27.9049C - 281.8155$ ,

$E = 0.5682W - 116.4606$ 의 회귀 직선식으로 표시되었다. 수송중 어미 꽃게는 3회에 걸쳐 부출하는 것을 볼 수 있었으나 대부분 오전 7시 이내에 부출을 마쳤으며, 이 때의 수온은 22.4°C 염분은 29.42‰였다. 부출된 조이아 유생은 수조의 전면에서 퍼져서 분포하였으며 활발히 상하 수평 운동을 하면서 *Artemia salina*의 노우플리우스를 잘 포식하였다.

## 2. 조이아 유생

### 1) 형태 와 성장

꽃게는 부화 직후 조이아로 되고 탈피에 의하여 성장을 하게 된다. 부화 직후의 조이아 유생은 긴 후두극과 전두극을 가지며 배갑 양쪽에 1쌍의 짧은 극모(棘毛)를 가지고 있다. 북부는 6절로 분화되어 하단의 미절은 내면 양쪽으로 각각 3개의 긴 극모를 가지고 있으며, 외측으로도 2개의 짧은 극모를 가지고 있다. 제 1, 제 2 촉각(antennule, antenna), 대악(mandible), 제 1, 2소악(maxillule maxilla), 제 1, 제 2 악각(maxilliped)을 가지며, 제 1, 제 2 악각의 외지의 끝 부분에서 4개의 우상(羽狀) 유영모(swimming hairs)를 가지고 있다. 조이아 유생기는 Table 1 에서 보는 바와 같이 수온 21.4~25.2°C(평균 수온 23.33°C

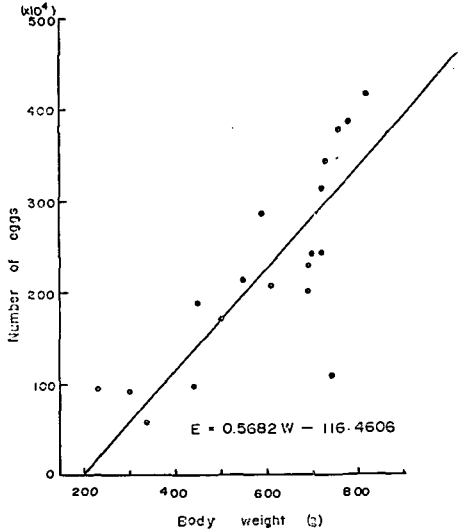


Fig. 3 Relationship between the body weight (W) and the number of eggs(E).

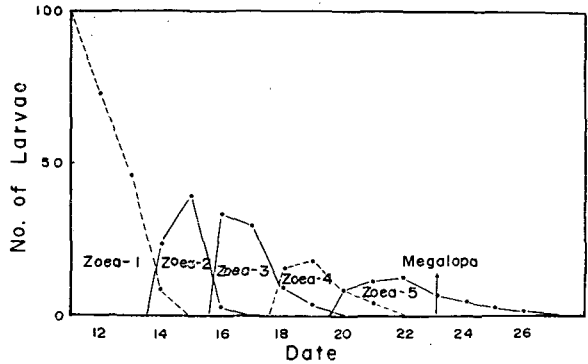


Fig. 4. Survival duration and survival rate of zoea.

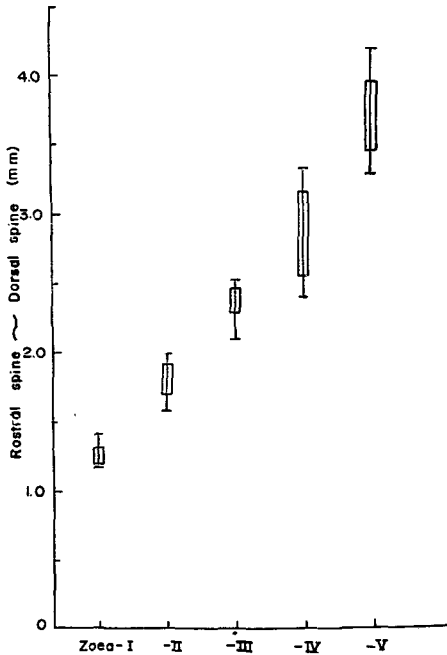


Fig. 5. Growth of larvae in zoeal stages.

완전히 변태한 유생은 비교적 염분 농도가 높은 실내의 탱크 A(평균 염분 농도 29.23%)나 수조 C(평균 염분 28.11%)보다 강우로 인해서 염분 농도가 낮은 야외 탱크 B(평균 염분 농도 24.15%)가 생산율이 높았다.

#### 4. 메갈로파 유생(Megalopa)

조이아 5기를 마치고 부화 후 13일만인 7월 23일에는 최초의 메갈로파 유생으로 변태하였다. 변태 직후의 크기

## 2) 습 성

조이아 유생은 강한 추광성을 가지고 있으며 후기보다 초기에 더 강한 반응을 보이는 것 같았다. 대체로 1~3기 조이아 유생의 탱크 내 분포를 보면, 광선이 강한 낮에는 수조 표면에서 20~30cm의 수심에 가장 많이 모여 있었고 광선이 약한 아침 저녁으로는 수면 가까운 20cm 이내에 많이 분포하였다. 또 탱크 중에서도 광선이 차단되는 어두운 곳에서는 월등하게 분포 밀도가 낮았고 에어레이션으로 물의 유동이 심한 곳을 피하여 비교적 밝은 곳에 밀집되는 경향을 보였다. 이러한 현상은 성장함에 따라 차츰 저층으로 분포층을 옮기고 4, 5기의 조이아 유생에서 보면 초기에 비하여 광량에 대한 반응이 약하여 저서 수조의 표층에서 저층에 이르기까지 널리 확산되어 분포하는 것을 볼 수 있었다.

## 3) 조이아 유생의 폐사

사육 기간 중의 먹이로서는 모두 *Artemia*의 노우플리우스를 동일하게 투입하였으며, 환수량과 환수 시간도 비슷하게 행하였고 수온과 염분은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 유생의 폐사는 Table 3과 Fig. 4에 나타낸 바와 같이 가장 폐사가 심한 시기는 조이아 4~5기를 중심으로 메갈로파로 변태하는 단계였고 생산율은 Table 3에서 보는 바와 같이 메갈로파 유생까지

Table 1. Water Temperature and Days Required in Zoeal Larvae

No. of tank	Size of breeding tank	Zoeal larvae				Last stage	Period of rearing
		Mean water temp. (°C)	Rang of water temp. (°C)	Total water temp. (°C) in rearing	Days required		
1	3.85×2.85×2m	23.33	21.4—25.2	303.4	13	Young crab	Jul. 11~23
2	1.7×3.8×1m	23.25	22.1—25.0	325.5	14	Young crab	Jul. 11~24
3	30×60×30cm	23.80	21.7—26.2	380.8	16	Zoea 5	Jul. 11~26
4	30×60×30cm	23.64	21.7—25.5	354.6	15	Zoea 5	Jul. 11~25

Table 2. Length Growth Rate, Number of Plumose Setae on the Exopodite of Maxillipeds and Duration of Each Zoeal Stage

Stage of Zoea	Length from rostral spine to dorsal spine (mm)	Percentage of growth (%)	No. of plumose setae		Days required
			First maxillipeds	Second maxillipeds	
Z-1	1.254	—	4	4	3~4
Z-2	1.797	43.3	6	6	2~3
Z-3	2.367	31.7	8	8	2~3
Z-4	2.821	19.2	10 (12)	10 (12)	2~3
Z-5	3.678	30.4	14	14	2~4

Table 3. Larvae Mortalities

Date hatched out: Jul. 11; Water temp. : 21 426.2 (°C).

Size of breeding tanks: A:1.7×3.8×1m, B: 3.85×2.85×2m, C,D : 30×60×30cm each.

	Z-1	Z-2	Z-3	2-4	Z-5	Megalopa	Young crab	Salinity (‰)
No. survived	410,000	—	—	—	13.0	12	7	
Mortality by stage(%)		—	—	—	99.96	90.77	41.67	24.15
Total mortality(%)		—	—	—	—	99.99	99.99	
No. survived	310,000	—	—	—	—	—	160	
Mortality by stage(%)		—	—	—	—	—	99.95	29.23
Total mortality(%)		—	—	—	—	—	99.95	
No. survived	100	38	36	18	12	1	0	
Mortality by stage(%)		62	52	50	33.3	91.6	100	28.11
Total mortality(%)		62	64	82	88	99	100	
No. survived	129	103	87	42	11	0	0	
Mortality by stage(%)		14.17	15.53	51.72	73.81	100	100	28.25
Total mortality(%)		14.17	27.50	65	90.83	100	100	

는 배갑폭(carapace width) 1.70mm, 배갑 후면 (posterior region)부터 전두극(rostrum) 끝까지의 길이는 2.78mm였고, 몸의 양쪽에는 각각 1개의 집게다리(cheliped)와 제 1~4 보각(ambulatory leg)을 가지게 되어 조이야 유생보다 성체형에 가까운 형태를 갖추게 된다. 이 때부터 집게다리를 사용하여 민첩하게 먹이를 채포하고 끝이 없고 납작하게 생긴 제 4 보각과 복부에 발달된 우모상(羽毛狀)의 부속지(plepod)로서 활발하게 유영하거나 보각을 사

용하여 수조의 벽과 저면을 포복하게 된다. 먹이로서는 5mm 이상되는 *Artemia*의 성체와 모기 유충(장구벌레) 및 새우의 유편을 잘 섭취하였으며, 유생 자체보다도 더 큰 먹이를 포식하는 것을 볼 수 있었다. 수온 25.4~27.5°C에서 메갈로파 유생의 존속 기간은 5~6일이었고, 부화 후 18일째만에 새끼 계로 변태하였으며 이 기간 중의 폐사는 Table 3과 같았다.

### 3. 성체형 새끼 계

#### 1) 형태 외 습성

메갈로파 유생으로부터 변태한 새끼 계의 형태는 어미와 동일한 모양을 갖추게 된다. 변태 직후의 크기는 20개체, 측정치에서 보면 갑폭 4.0~4.9mm, 평균 4.48mm, 갑장 2.4~3.0mm, 평균 2.62mm였다. 변태 후의 어린 새끼는 메갈로파 유생과 마찬가지로 장구벌레와 *Artemia*의 성체를 잘 포식하였으며, 새우의 유편을 실에 꿰어 수하케 한 바 부착하여 포식하는 것을 볼 수 있었다. 활동 시간은 해가 질 무렵부터 활발하며 한낮은 대부분 저면의 모래 속에 잠입하거나 포복 생활을 하게되나, 먹이가 부족한 때는 낮에도 부상하여 먹이를 찾는 것을 볼 수 있었다.



Fig. 6. Ecdysis of the crab.

Left: View right after ecdysis with the old carapace.

Right: The crab before ecdysis (carapace width, 61 mm) (right) and 17 hours after ecdysis carapace width, 82mm; body weight 57.3g) (left.)

#### 2) 탈피와 성장

수조 내에서 성장된 새끼 계 20마리의 탈피 상태를 보면, 변태후 3일부터 9마가 제 1회 탈피를 시작하여 4일째에는 나머지 11마가 완전히 탈피하였고, 5일째에는 2회 탈피가 시작되었다. 성체형으로 변태한 후 40일째인 9월 5일까지는 7~9회의 탈피를 마쳤다. 탈피 동작은 모래 위에 나와서 집게다리를 위로 벌려 후측면 (postero lateral border)부터 후연 (posterior region) 쪽을 뚫고서 약 20분에 걸쳐 몸의 후연부터 서서히 접질 밖으로 나오며 탈피 직후에는 Fig. 6과 같이 갑각이 커지며 섭이를 하지 않고 가만히 정좌한다. 갑폭 42.0mm, 갑장 25.8mm의 어린 계가 탈피 후 접질이 완전히 굳어지는 때까지는 약 25~30시간이 소요되었으며, 이 동안은 공격력이 없기 때문에 식해당할 우려가 많다. 성체형으로 변태한 이후의 성장은 매우 빨라서 경과 일수에 대한 각 부위의 성장은 Fig. 7, 8, 9에서 보는 바와 같다. 야외 탱크와 실내 수조에서의 경과 일수 (D)에 따른 갑폭 (C)과의 관계를 보면 Fig. 7과 같이 야외 탱크는  $C=1.3465D-0.2449$ , 실내 탱크는  $C=1.1250D+1.7227$ 의 회귀 직선으로 나타낼 수 있고, 경과 일수 (D)에 대한 갑장 (L)과의 관계는 Fig. 8에서 보는 바와 같이 야외 탱크에서는  $L=0.7893D+0.6919$ , 실내 탱크에서는  $L=0.6654D+1.6712$  등의 회귀 직선으로 표시되었다. 경과 일수 (D)에 따른 체중 (W) 변화는 Fig. 9와 같이 야외 탱크에서는 변태 후 17일부터 40일 사이에서는  $W=1.15e^{0.12423D}$ 로 표시되

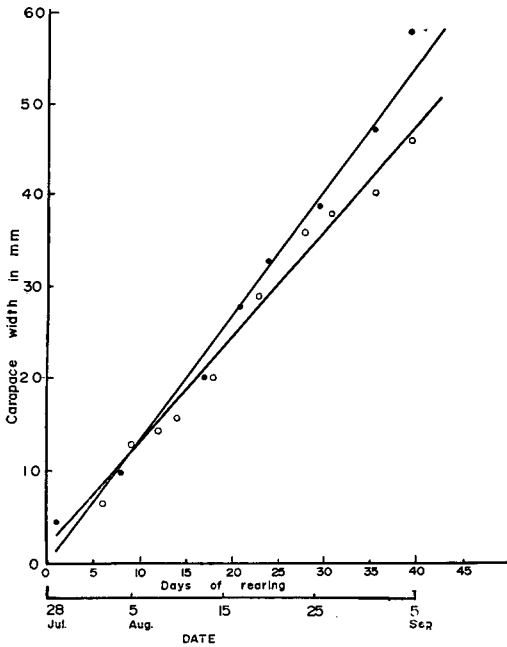


Fig. 7. Relationships between carapace width (C) and days(D) of rearing of young crabs in the rearing aquarium and Outdoor rearing tank.  
 (○) : Rearing aquarium  
 $C=1.1250D+1.7227$   
 (●) : Outdoor rearing tank  
 $C=1.3465D-0.2449$

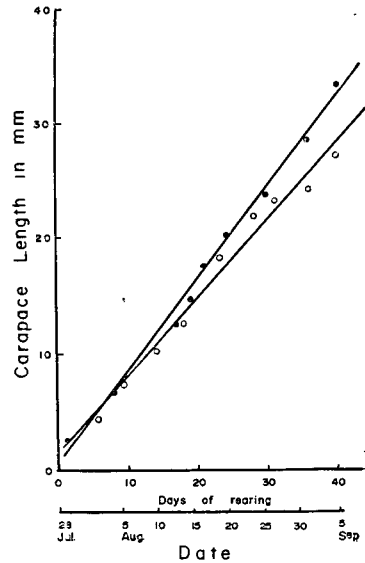


Fig. 8. Relationships between carapace length (L) and days(D) of rearing of the young crab in rearing aquarium and outdoor rearing tank.  
 (○) : Rearing aquarium  
 $L=0.6654 D+1.6712$   
 (●) : Outdoor rearing tank  
 $L=0.7893 D+0.6919$

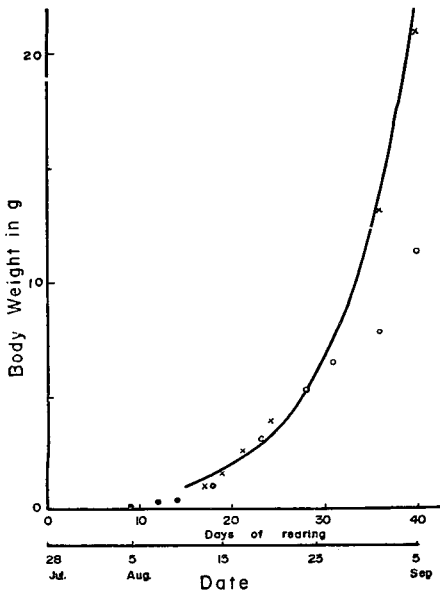


Fig. 9. Relationship between days(D) of rearing and body weight (W) of young crabs in the rearing aquarium and outdoor rearing tank.  
 (×) Outdoor rearing tank:  $W=1.15e^{0.12423D}$   
 (○) Rearing aquarium:  $W=4.136 \times 10^{-2} D^{1.6024}$   
 (●) Rearing aquarium:  $W=6.759 \times 10^{-2} D^{1.2598}$

었고, 실내 탱크에서는 2단계로 나누어서 번태 후 9일 부터 19일까지는  $W=6.759 \times 10^{-2} D^{1.2598}$ , 19일 이후부터 40일까지는  $W=4.136 \times 10^{-2} D^{1.6024}$  등의 지수 곡선으로 표시할 수 있다. 새끼 게 번태 후 9회 탈피까지의 탈피 회수에 따른 각 부위의 성장은 Fig. 10과 Table 4에서와 같이 탈피 회수 (N)에 대한 갑록의 성장은  $C=5.2e^{0.28119N}$ , 갑장은  $L=3.65e^{0.26372N}$ , 체중은  $W=0.14e^{0.7037N}$  등의 지수 곡선으로 나타낼 수 있다. 한편 새끼 게 번태 후부터의 상대 성장에 있어서 갑장에 대한 갑록의 성장과 갑장에 대한 체중의 비성장 결과는 Fig. 11에서 보는 바와 같다. 갑장 (L)에 대한 갑록과의 관계는 자장 2.62mm, 갑록 4.48mm에서 갑장 27.17mm, 갑록 45.96mm 사이에 있어서는  $L=1.6864C-1.0387$ 의 회귀 직선으로 표시

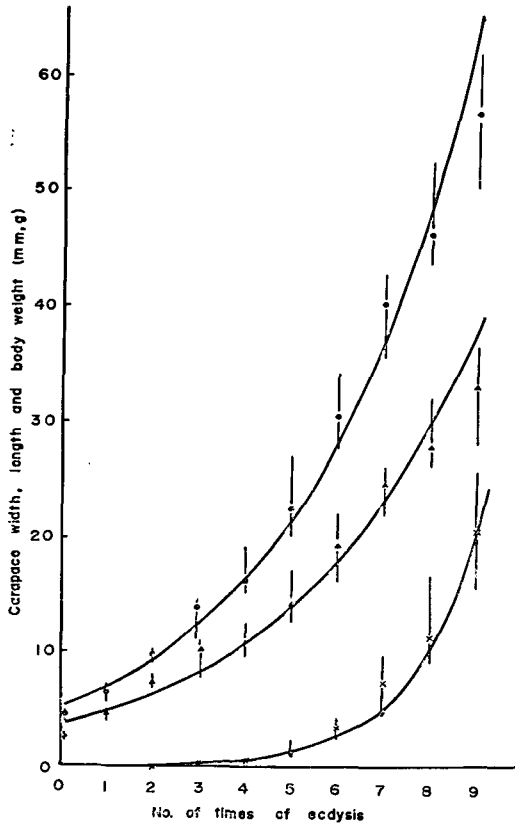


Fig. 10. Ecdysis according to the growth of young crabs.

- (●) : Carapace width:  $C = 5.2e^{0.28119N}$
- (▲) : Carapace length:  $L = 3.65e^{0.26372N}$
- (×) : Body weight:  $W = 0.14e^{0.7037N}$

되었고, 갑장에 대한 체중의 비성장은 두 단계로 나뉘어지며, 갑장 7.47mm, 체중 0.12g에서 갑장 18.53 mm, 체중 3.13g 사이에서는  $W = 9.367 \times 10^{-5} C^{3.5567}$  였고, 갑장 21.11mm, 체중 5.20g에서 갑장 27.17m m, 체중 11.35 사이에서는  $W = 3.406 \times 10^{-5} C^{3.8571}$

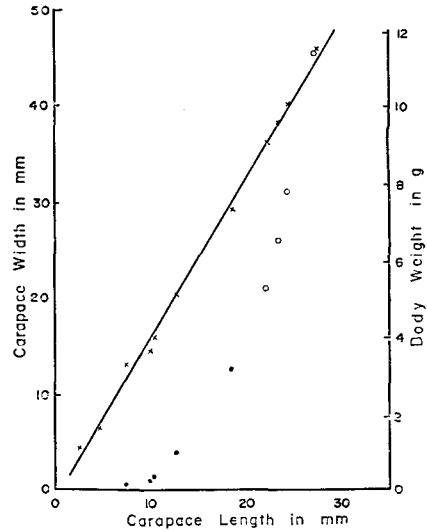


Fig. 11. Relationships between carapace length (L) and carapace width (C) and between carapace length (L) and body weight (W).

- (×) : Carapace length:  $L = 1.6864C - 1.0387$
- (○) : Body weight:  $W = 3.406 \times 10^{-5} C^{3.8571}$
- (●) : Body weight:  $W = 9.367 \times 10^{-5} C^{3.5567}$

Table 4. Ecdysis and Growth of the Young Blue Crab in the Rearing Aquaria

Stage	No. of larvae measured	Carapace width (mm)		Carapace length (mm)		Body weight (g)		Kind of foods.
		Range	Average	Range	Average	Range	Average	
Young crab	20	4.0-4.9	4.48	2.4-3.0	2.62	—	—	AMS
1st	18	5.7-7.2	6.47	4.0-5.1	4.66	—	—	AMS
2nd	18	9.0-10.2	9.72	7.0-8.0	7.28	0.1	0.1	AMSY
3rd	18	11.0-15.3	13.98	7.6-11.0	10.26	0.1-0.39	0.27	ASY
4th	17	15.0-19.0	16.13	9.5-12.5	10.67	0.35-0.70	0.43	SYT
5th	17	20.0-27.0	22.37	12.5-17.0	14.09	0.9-2.3	1.22	ST
6th	17	27.6-34.0	30.42	16.0-22.0	19.21	2.5-4.4	3.38	ST
7th	15	35.5-42.8	40.18	23.0-26.0	24.53	5.1-9.7	7.40	T
8th	12	43.5-52.6	46.16	26.1-32.0	27.78	9.0-16.4	11.18	T
9th	11	50.3-62.1	56.84	27.8-36.5	33.00	15.4-25.7	20.46	T

A : *Artemia* adult > 5mm M : Mosquito larvae, S : Shrimp, T : *Tapes japonica*, Y : Yellow tail.



의 지수 곡선으로 표시되었다.

### 3) 폐 사

성체형으로 변태한 이후 어패류의 살을 먹게 되고, 이 시기부터 사육은 비교적 안정되어 조이야, 메갈로파기에 서 보는 대량 폐사 현상은 볼 수 없었다. 실내에서 사육한 것을 보면 새끼 게 변태 이후 40일(9회 탈피)까지 20미를 사육한 실내 수조에서 45%인 9미가 폐사하였고, 20미를 사육한 실내 탱크에서는 35%인 7미가 폐사하였다. 폐사의 주원인은 탈피시에 일어나는 공식이 대부분이었고, 나머지는 먹이의 잔량이 부족하여 생기는 수질 오염 등으로 인한 폐사였다.

## 고 찰

꽃게의 산란에 관하여 大島(1938)는 瀬戸内海에 분포하는 것은 암컷은 9월 중순부터 10월 중순까지 고미를 행하고, 5월 중순을 중심하여 체내란을 체외에 방출하여 포란한다고 한다. 또한 5·6월에 외란을 방출한 어미 게는 1~2개월이 지난 7, 8월에 제 2회의 외란을 형성한다고 보고한 바 있다. 前川(1961)는 山口縣内海의 꽃게의 포란기는 5월 중순부터 8월 초순 사이이며 개체에 따라서 빠른 시기에 1회의 산란이 끝난 것은 외란이 방출된 후 제 2회의 산란을 하는 것도 있다고 하였으며, 木谷등(1967)은 大島가 보고한 바와 같이 빠르게 체외란을 가진 것은 4월 중순부터 볼 수 있으나, 육상 수조에서 사육시킨 어미는 3월말경(수온 10.6°C)에서도 산란하는 것을 볼 수 있었고 천연산의 외란 방출기가 5월 중순에서 9월 상순인데 비하여 약간 빠른 4월 중순에서 5월 상순에 산란한다고 보고하고 있으며, 여수 근해의 외란 방출기는 5월부터 8월 중순으로 보였다. 꽃게의 포란수에 대하여 大島(1938)는 어미 게의 크기에 따라 차이는 있으나 갑폭 15cm 내외에서 약 100만개 정도, 20cm 내외에서 약 300만개를 포란한다고 하였고, 前川(1961)도 갑폭 17.3cm의 것이 약 110만개, 27.8cm되는 것이 약 500만개 될 것으로 보고한 바 있다. 필자들이 7월에 조사한 포란수는 갑폭 14.0cm 내외의 것이 약 100만 개 정도였고, 21.8cm의 것은 약 385만 개로서 유사한 수치였다. 일반적으로 조이야기의 탈피 과정에서는 단계(substage)를 쉽게 식별하는 방법으로서 제 2각각의 외지에 있는 유영모의 수의 증가와 미절의 수의 증가를 들고 있으므로, 이에 따른 단계별 탈피 과정을 비교한 바, 大島(1938)는 꽃게의 조이야기를 4기로 나누고 있으며, 유영모 수는 4, 6, 8, 14개로 증가된다고 보고하고 있고, 前川(1961)는 4, 6, 8, 10, 12의 5기로 나누고 있으나, 이번 조사에서는 木谷등(1962)이 보고한 바 있는 4, 6, 8, 10(12), 14의 5기로 나눈 것과 일치되었다. 조이야기의 지속 기간에 대하여 살펴보면 일반 수서 동물의 난 발생 및 유생의 변태 과정과 마찬가지로 수온에 밀접한 관계를 나타내고 있다는 것을 알 수 있다. 大島(1938)에 의하면 조이야기의 지속 기간은 수온 20.0~24.2°C에서 19~21일이 경과되었고, 前川(1961)도 수온 20.0~24.0°C에서 17일이 경과되고 있으며, 23.2~29.5°C에서는 11~13일이 소요되었다고 보고되고 있다. 木谷등(1967)은 수온 18.0~21.0°C에서 16~18일이 경과되었고, 22~25°C에서는 12일, 28~30°C에서는 9~11일을 소요하게 되었다. 또 이 기간 중의 평균 적산 온도는 264.0~377.3°C, 평균 326.7°C였으며, 부화부터 성체형 새끼 게로 변태하는 소요 일수는 평균 수온 19°C에서는 24일, 23°C에서는 19일, 25°C에서는 17일이 소요된다고 보고한데 비하여 필자가 관찰한 조이야기의 지속 기간은 수온 21.4~25.2°C에서 13~14일을 소요하게 되었고, 이 기간의 적산 온도는 303.4°C였다. 또 부화부터 성체형 새끼게로 변태하기 까지는 평균 수온 24.2°C에서 18일이 소요되었으므로 전기한 경과 소요 일수와 거의 근사치를 보이고 있으며, 수온의 범위와 소요 일수가 약간씩 차이가 있는 것은 부화 시기의 차이에서 오는 사육 수온의 변화차와 적산 온도 및 평균 수온의 차이에 기인되는 것으로 사료되었다. 八塚(1961)에 의하면 꽃게와 근사종인 대만꽃게는 앞에서 부화하면서 조이야 유생으로 되고 부화 직후부터 외부의 먹이를 찾게되며, 먹이가 없는 경우 탈피를 하지 못하여 이 상태로 계속되면 탈피가 남을 때 죽게 된다고 보고하고 있다. 조이야 유생기의 초기 먹이로는 따개비(*Balanus* sp.)의 nauplius, 성체의 유생, 다모충류의 유생, *Artemia*의 nauplius 등의 먹이를 혼식 또는 먹기에 알맞는 크기로 하여 단계적인 공급을 하는 것이 필요하나, 이번 실험에서는 부화 직후의 유생에게는 약간 무리한 것 같은 *Artemia*의 노우폴리우스만을 공급하므로서 조이야 유생기의 폐사율이 높아진 것 같이 생각되었고, 그 중에서도 가장 소형의 먹이를 필요로 하는 조이야 1기에서 2기로 탈피할 때에 높은 폐사가 생긴 것으로 생각되었다. 수온과 먹이를 제외한 조이야 유생의 생산율에 관계되는 요인에 대하여 木谷등(1967)은 저비중( $\delta 16.0$ )에서 생산율이 높았다고 지적한 바 있으며, 필자가

실시한 결과에 있어서도 염분 농도가 낮은(24.15‰) 야외 탱크에서의 사육 성적이 실내 탱크(29.23‰)의 경우보다 생산율이 양호한 편이었다. 따라서 八塚(1961)가 대만꽃게의 실험에서 보고하고 있는 바와 같이 갑각스러운 염분의 변화보다 점차적인 변화를 시켜봄으로써 꽃게의 호적 염분을 구명하여 저염분에서의 생산율을 보다 더 높힐 수 있을 것으로 보인다. 성체형 새끼 게로 변태한 이후의 성장은 상당히 빨라서 大島(1938)에 의하면 성체형 변태 직후의 크기는 갑폭 3.7~4.9mm 이며, 탈피 회수에 따른 성장은 5회를 탈피하였을 때는 20mm, 9회 탈피 후에는 60.5mm 로 성장하였다고 보고하고 있으며, 前川(1961)는 성체형 변태 직후는 평균 갑폭 4.45mm, 평균 갑장 2.61mm 이던 것이 5회 탈피 후에는 평균 갑폭 24.20mm 였으며, 9회 탈피 후에는 평균 갑폭이 60.02mm 로 성장하였다고 보고하고 있다. 木谷등(1967) 은 성체형 변태 직후의 갑폭의 크기는 3.5mm 이던 것이 5회 탈피 후에는 57.0~63.0mm 로 성장하였다고 보고한 바 있으며, 필자가 조사한 바에 의하면 성체형 변태 직후의 평균 갑폭은 4.48mm 였고, 평균 갑장은 2.62mm 로서 모두 상기한 수치와 유사하였으나, 5회 탈피 후에는 평균 갑폭이 22.37mm 고, 평균 갑장은 14.09mm 였다. 9회를 탈피할 때까지는 평균 갑폭이 56.84mm 이고, 평균 갑장은 33.0mm 로 각각 약간의 차이는 있으나 원인은 변태 후의 수온과 섭취한 먹이의 질과 양에 관계가 있는 것으로 사료된다. 이번 실험에서 성체형 새끼 게의 변태 후의 상태에 대하여 실내 수조와 야외 수조별로 비교하여 보면 사육 초기에는 실내의 성장이 빨랐으나, 변태 후 8~9일을 전환점으로 하여 차츰 야외 탱크의 성장이 빨라짐을 볼 수 있었고, 특히 체중의 증가에서 보면 변태 후 27일 이후부터 급격한 차이를 볼 수 있었다. 이것은 처음 단계에서는 어느 정도 충분한 먹이를 섭취케 함으로써 성장에 영향을 줄 수 있는 것으로 보이나, 성장함에 따라서는 섭이량과 더불어 서식 수역의 넓이에 따른 활동과 태양 광선을 직접 받게 되는 환경 등에 기인하는 것으로 사료되었다.

## 요 약

1970년 7월 11일에 꽃게 *Portunus trituberculatus* (Miers)의 인공 부화를 실시하여 조이아 유생으로부터 성체형 꽃게 새끼로 된 후 9회 탈피할 때까지의 성장 과정을 조사하였다.

1. 어미 게의 갑폭(C)과 포란수(E)와의 관계는  $E=27.9049C-281.8155$ 의 식으로 표시되었고, 체중(W)과 포란수(E)와는  $E=0.5682W-116.4606$ 의 관계식으로 표시되었다.

2. 조이아 유생은 수온 21.4~25.2°C 범위에서 5회를 탈피하여 13~14일만에 메갈로파 유생기로 변태하였고, 조이아 유생기의 1회 탈피 기간은 평균 2~3일이 소요되었다.

3. 메갈로파 유생의 배갑폭 평균 길이는 1.70mm 였고, 배갑 후면에서부터 건두극 끝까지의 길이는 평균 2.78mm 였으며 메갈로파 유생기에서 탈피하여 성체형 게로 되는 데까지는 수온 25.3~26.9°C 범위에서 5~6일이 소요되었다.

4. 최초의 성체형 꽃게 새끼로 변태한 것은 부화 후 18일째였고, 이 때의 평균 갑폭은 4.48mm, 평균 갑장은 2.62mm 였다.

5. 성체형으로 변태한 새끼 꽃게는 4~5일만에 첫회의 탈피를 하였으며, 탈피 후의 평균 갑폭은 6.47mm, 평균 갑장은 4.66mm 였다.

6. 유생 사육은 염분 농도가 높은 실내 수조보다 낮은 야외 탱크가 효과적이었고, 유생 기간의 폐사율은 조이아 1기에서 2기로 탈피할때 가장 높았으며, 새끼 꽃게로 된 후 9회 탈피기까지의 잔존율은 55~65% 였다.

7. 성체형으로 변태한 후 40일간의 경과 일수(D)에 대한 각 수조별 성장식은 다음과 같이 표시되었다.

갑폭(C)은 실내 수조에서  $C=1.1250D+1.7227$

야외 수조에서  $C=1.3465D-0.2449$

갑장(L)은 실내 수조에서  $L=0.6654D+1.6712$

야외 수조에서  $L=0.7893D+0.6919$

이상과 같이 회귀 직선으로 표시되었고, 체중(W)은 야외 수조에서  $W=1.15e^{0.12422D}$ , 실내 수조에서는 새끼 게 변태 후 9일부터 19일까지는  $W=6.759 \times 10^{-2} D^{1.2698}$  이었고, 21일부터 40일까지에서는  $W=4.136 \times 10^{-2} D^{1.6024}$  등의 지수 곡선으로 표시되었다.

8. 성체형으로 변태한 후 9회의 탈피 기간 중 탈피 회수(N)에 따른 갑폭(C)과 갑장(L) 및 체중(W)과의 성장 관

계는  $C = 5.2e^{0.287119N}$

$L = 3.65e^{0.26872N}$

$W = 0.14e^{0.7037N}$  등의 지수 곡선으로 표시되었다.

9. 성체형으로 변태한 후 9회 탈피까지의 갑장(L)에 대한 갑폭(C)과 체중(W)과의 상대 성장식은 갑장 2.62mm 부터 27.17mm(변태 후 40일)까지는  $L = 1.6864C - 1.0387$ 의 회귀 직선으로 표시되었고, 체중은 갑장 7.47mm 부터 18.53mm 까지(새끼 게 변태 후 23일)는  $W = 9.367 \times 10^{-5} C^{3.6567}$  였고, 갑장 22.11mm 부터 27.17mm 까지(새끼 게 변태 후 40일)는  $W = 3.406 \times 10^{-5} C^{3.857}$  등의 지수 곡선으로 표시되었다.

## 참 고 문 헌

- 木谷益邦·小形國三·安東生雄·長尾長樹·幡手格一·柴田政徳(1967) : 카자미種묘生産に關する研究. 大分縣淺海漁業試研報 S. 42, 1—39.
- 李秉喆·洪性潤(1970 a) : 韓國産 十脚目 甲殼類의 幼生飼育과 成長에 關한 研究, *Carcinoplex vestitus* (DE HAAN) 의 幼生發生. 釜山水大 臨研報 3:1—11.
- (1970 b) : 韓國産 十脚目 甲殼類의 幼生飼育과 成長에 關한 研究. II *Pagurus similis* ORTMAN 의 幼生發生. 釜山水大 臨研報 3:13—26.
- 前川·兼佑(1961) : 瀨戶內海特に山口縣沿海における漁業の調整管理と資源培養に關する研究. 山口内海水試調査研究業績 11(1), 351—393.
- 大島信夫(1938) : 瀨戶內海カザミ調査. 水試報告 9, 141—212.
- 上田常一(1941) : 朝鮮に於ける蟹類の分布. 動物學雜誌 53(5), 232—244.
- 八塚剛(1961) : カニ類とくにタイワンカザミ *Portunus pelagicus* LINNAEUS の幼生の人工飼育に關する研究. 宇佐臨海實驗研究報告 9 (1), 1—95.

PLATE I

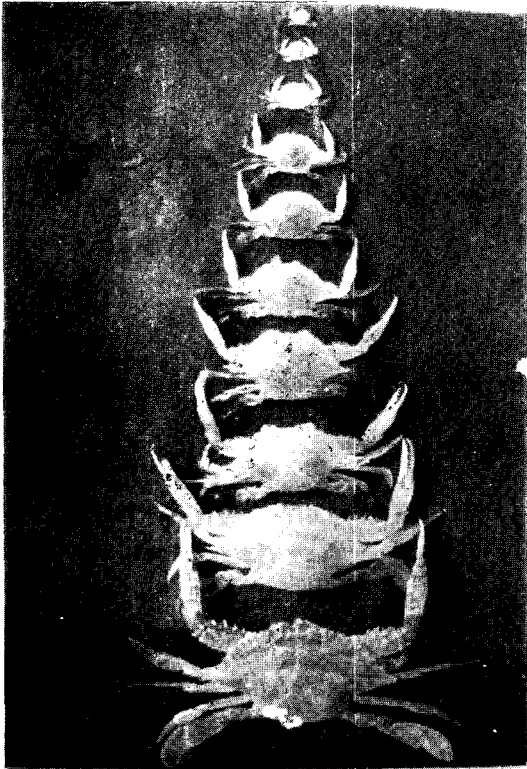
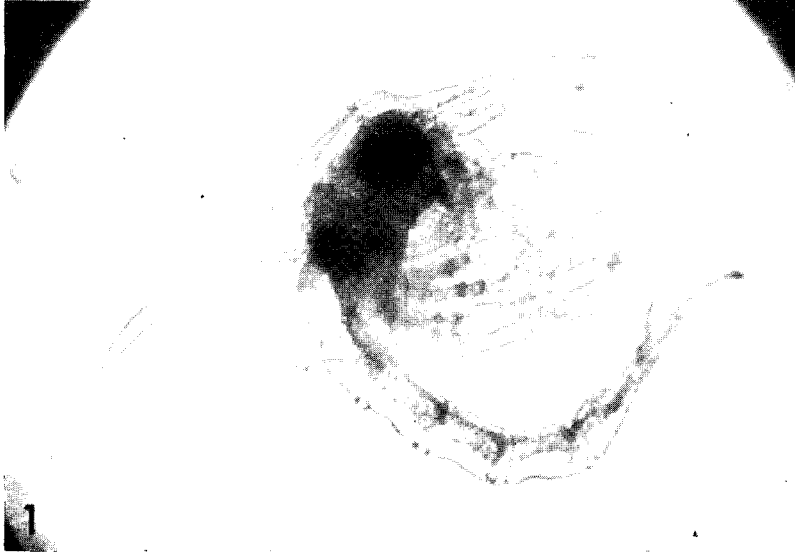


Fig. 1 : Zoal stage. Fig. 2 : Megalopa stage. Fig. 3 : Growth of blue crab.