범게, *Orithyia sinica* (Linnaeus)의 성장과 탈피에 관한 연구*

金 容 浩·鄭 相 喆**

群山水産專門大學 養殖科

*濟州大學校 增殖學科

Studies on the Growth and Molting of the Tiger Crab, *Orithyia sinica* (Linnaeus)

Young-Ho KIM and Sang-Chul CHUNG**

Department of Aquaculture, Kunsan National Fisheries Junior College, Kunsan, 573 Korea

**Department of Aquaculture, Cheju National University, Cheju, 690 Korea*

Complete larval development *Orithyia sinica*(Linnaeus) is composed of three zoeal instars and megalopa. Survival of instars was higher in 20℃ than in ambient temperature. Intermolt period generally increased with the increase of number of instars, but a notable decrease was observed from Crab−5 to prepuerty molt instars(Crab−7). Zoeas and megalopa reared at higher temperature regime were samller than those reared at lower temperature. No temperature effect was shown in the size of crab instars.

Growth factors fluctuate with the increase of number of instars, but there was an overall trend of net decrease. Growth factor was 35.65~41.4% for zoeal instars, and they were 18.00~30.91% for crab instars.

서 론

갑각류의 성장은 연속적이 아니며 외골격질을 주기적으로 탈피하는 단기간의 탈피간격기간에 한하여 급속한 성장이 일어난다(Passano, 1960). 그러므로 갑각류의 성장은 두가지의 요소로 분석되고 있는데(Hartnoll, 1980, 1982), 그것들은 탈피기간과 탈피증가율이다.

특히 시간에 따라서 령기별, 탈피기간 및 탈피증가율의 변동이 성장의 결과를 좌우하며, 아울러 이 두 요소는 내적인 요소들인 성, 부속지 손실여부, 년령등과 외적인 요소들인 먹이, 온도, 염분, 광조건 등에 많은 영향을 받는다(Hiatt, 1948;Hartnoll, 1980, 1982).

게류의 종합 생물학적인 이해를 위하여서는 생활사 중에서 특히 유생발생, 성분화, 분포, 성장 등이 필수적으로 구명되어야 한다. 이러한 연구들은 유생들과 성체에 가까운 크기의 개체들을 현장에서 채집하여 얻어진 자료들에 근거한 것들이 대부분이며(Guyselman, 1953;Bliss and Boyer, 1964;Ha-

*본 연구는 1989년도 문교부 학술연구 조성비에 의하여 연구 되었음.

Haley, 1969 ; Klein Breleter, 1975a, b), 초기저서 생활기의 소형 개체들의 채입이 거의 불가능하기 때문에 생활사 초기 단계의 자료 부족으로 인하여 채집된 자료의 해석이 불충분한 것이 사실이다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 유생기부터 어미 단계까지 실험실에서 개별 사육한 자료들에 의하여 전생활사에 대한 파악과 특히 사육된 개체들의 성장 자료에 근거하여 현장에서 채집된 자연산 개체들의 성장 자료를 보완 해석하는 방법이 최근에 수종의 게에서 행하여지고 있다(Mohamedeen, 1984).

범게, *Orithyia sinica* (Linnaeus)는 범게과에 속하는 단일속의 단일종으로 한국 서해안 중북부(전북, 부안) 이북에서 중국 발해만 연해까지 분포하며 천해의 모래나 진흙등의 바닥에 서식하는 황해의 고유종이다(Sakai, 1935 ; Shen, 1932 ; Kamita, 1941 ; Kim, 1973). 이러한 범게에 관한 연구는 드물며, 우리나라 서해안에 서식하는 범게에 관해서는 분포(Kim, 1973), 초기유생(Hong, 1976), 난소중량(Kim, 1983) 등의 보고가 있을 뿐이다.

본 연구는 범게의 생활사 및 생태의 종합적인 이해를 위하여 유생기부터 Crab 제 13령기까지 약 540여일간 개별사육한 자료에서 탈피, 성장 등을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

본 연구에 사용한 범게, *Orithyia sinica*는 7월부터 10월에 걸쳐 전북 옥구군 옥도면 오식도리 근해(Fig. 1)에서 beam trawl에 의하여 채집하였다.

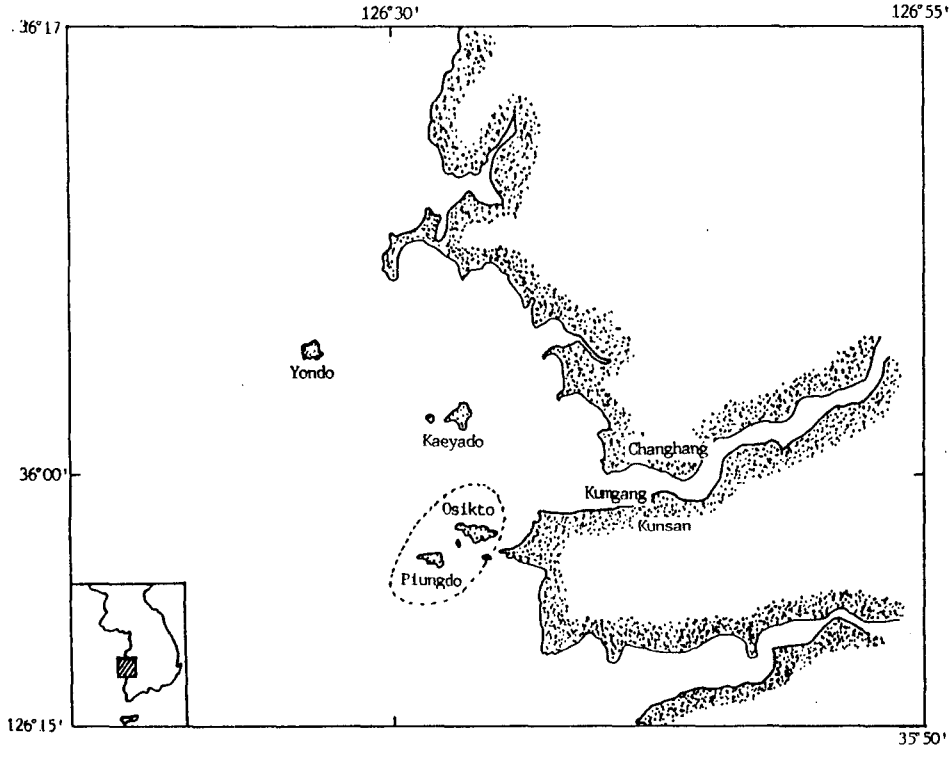

Fig. 1. Map showing the sampling station of *Orithyia sinica*.

유생의 개별사육을 위하여 실험에 사용한 포란한 암컷은 어획된 것 중에서 포란한 암컷 20마리를 채취하여 실험실로 옮겨와 10ℓ의 원형유리 수조의 20℃ 해수에서 개별 사육하며 매일 충분한 먹이를 공급하고 아울러 aeration을 하면서 부화시까지 사육 관리하였다. 그 중 9월 15일 한마리의 암컷(갑폭

65.4*mm*, 갑장 64.2*mm*)에서 약 500마리의 유생이 부화하였다.

2. 유생의 측정

유생의 크기와 령기의 기간을 조사하였고, 유생의 크기를 Zoea기는 탈피잔해가 아닌 유생을 측정하였다. 측정방법은 depression slide에 유생을 포함하여 해수를 넣고 유생이 자극을 받지 않도록 최소한의 짧은 시간에 실체현미경하에서 micrometer로 甲長, Carapace length(Fig. 2 A, a), 背棘, Dorsal spine length(Fig. 2 A, b), 額棘, Rostral spine length(Fig. 2 A, c)의 길이를 측정 하였다.

Megalopa와 Crab기는 탈피잔해를 실제동물의 대신으로 실체현미경하에서 micrometer를 사용하여 측정하였으며 Crab 6기 이후에는 Vernier caliper로 갑장, Carapace length(Fig. 2 C, b), 갑폭, Carapace width(Fig. 2 C, a)를 계측하였으며, 체중의 측정은 살아있는 Crab 1기부터 측정하였다. 이때 Crab 1에서 3기까지는 depression slide에 게를 포함하여 해수를 넣고 측정한 후 유생을 제거하고 재측정하여 계산하였으며, Crab 4기 이후에는 Crab의 수분을 흡수지로 제거하고 최소한의 짧은 시간에 신속하게 1*mg* 감도의 직시 저울로 평량하였다.

3. 유생의 사육

부화한 유생중에서 활발한 개체 90마리를 택하여 실온범위 11.0~27.7℃(평균 18.3±4.74℃)에서 30마리, 그리고 20℃로 조절된 사육실에서 60마리

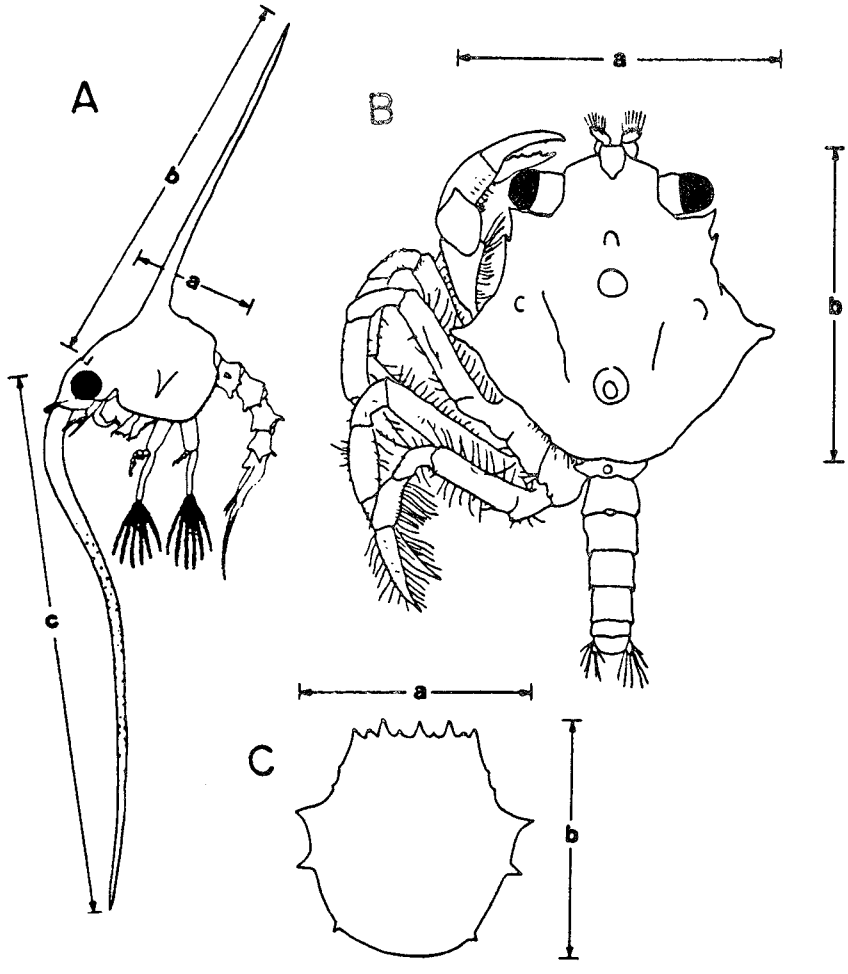

Fig. 2. *Orithyia sinica*, Dimensions measured.
A. Zoea a : Carapace length, b : Dorsal spine length, c : Rostral spine length
B. Megalopa a : Carapace width, b : Carapace length
C. Crab a : Carapace width, : Carapace length

를 염분농도 31~33‰(평균 32.15±1.05‰)에서 사육하였다. 기온과 실온의 측정은 자동기록수온계를 사용하여 측정하였다.

사육에 사용한 용기는 Zoea, Megalopa, Crab 2기까지는 Costlow and Bookhout(1959), Rice and Williamson(1970), Mohamedeen(1984) 등이 사용한 프라스틱 칸막이상자(크기 : 32×22×6*cm*의 5.3×5.3×5.3×*cm*, 100*ml* 용량의 칸막이 24)를 사용하여 개별 사육하였다. 칸막이에 공기는 직경 5*mm* PVC관에 주사바늘을 부착하여 압축공기를 부드럽고 일정한 흐름으로 해수의 표면에 분사하였다.

Crab 3기에서 6기까지는 300*ml* 용량의 원형유리수조에 개별 수용하였고, Crab이 성장함에 따라 Crab 7기에서 10기까지는 1.5*ℓ*, Crab 11기 이후는 5*ℓ*의 원형유리수조에 넣고 aeration을 계속하면서 개별사육 하였다.

해수는 어미게를 포획한 오식도 근해에서 수송하여 온것을 여과하여 사육수로 사용하고 물갈이는 매일하였다. 매일 남은 사료와 죽은 개체 및 탈피각을 들어내고 아스피렛으로 물을 흡입하여 내며 동시에 사육수와 동일한 온도로 유지된 신선한 해수를 적당한 량을 채워 넣은 후 신선한 사료를 동시에 공급하였다.

유생의 사료는 Zoea, Megalopa, Crab 5기 까지는 갖부화한 *Artemia nauplii*를 투여하였고, Crab 6기에서 8기까지는 바지락(*Tapes japonica*)의 육질을 세절한 것과 *Artemia nauplii*를 함께 사용하였으며, Crab 9기 이후에는 바지락의 육질만을 매일 오후 5~6시경 투여하고 남은 찌꺼기는 다음날 아침 환수시에 제거하였다.

결 과

1. 탈피 및 성장

1) 생잔율

Zoea유생은 수온 20℃의 조건에서의 생잔율은 Zoea 1기의 60마리를 100%로 하였을 경우 기별 생잔율은 Zoea 2기와 3기에 각각 95%, 91.6%이며, Megalopa기에서는 86.6%(Fig. 3)였다.

실온 평균 23.6℃(21.0~24.0℃)에서는 생잔율이 Zoea 2기와 3기가 각각 86.6%, 83.3%, Megalopa가 80%로 20℃나 실온모두가 높은 생잔율을 나타내었다. 그러나 온도 구간별로 볼때 20℃ 온도구간보다 실온의 경우가 생잔율이 낮다. 20℃구간(Fig. 3)의 경우 Crab 1기는 540여일간에 걸쳐 Crab 13기까지 총 45%의 생잔율을 보였다. 생잔율은 Crab 3기에서 Crab 6기에 급격히 감소하고 Crab 7기에서 부

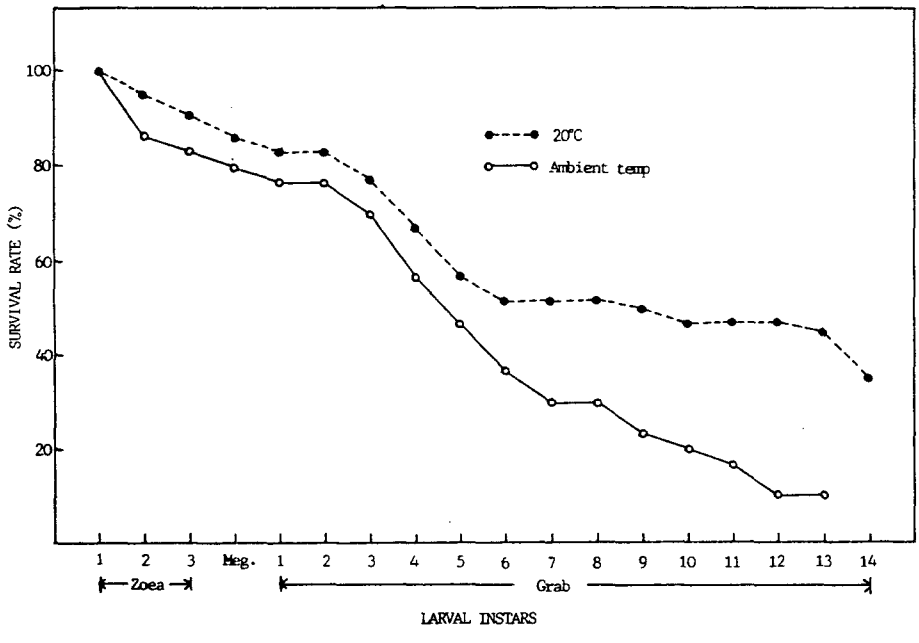

Fig. 3. Survial rate of larval and crab instars of *Orithyia sinica* reared at 20℃ and ambient temperature(Mean : 18.3℃; Range : 11.0~27.7℃)

터는 기별 약 93% 이상의 생잔율을 보였다.

성별 생잔율에는 성특성이 나타나는 Crab 1기에서 부터는 성별 생잔율을 산출할 수 있었으며, 그 결과는 Fig. 4와 같다. Crab의 성별 생잔율은 차이가 없어 보인다. 실온 구간에서 Crab 9, 10기를 전후하여 암·수의 생잔율이 반대로 되는 것으로 보이나 이때의 생잔개체는 총 7마리 이하이므로 성별 생잔율을 다르다고 보기는 힘들다. 실온 구간(11.0~27.7℃) (Fig. 4)의 Crab 1기는 540여일간에 걸쳐 Crab 13기까지 총 10%의 생잔율을 보였다. 20℃ 구간의 동일한 Crab 13기까지의 45%에 비교하여 볼때 대단히 낮은 생잔율이다. 생잔율의 변화는 암컷의 경우 Crab 4기에서 부터 Crab 11기까지, 수컷의 경우 Crab 3기에서 Crab 9기까지는 급격히 감소하는 경향을 보이며 그 이후부터는 생잔율의 변화가 거의 없다. 실온 구간의 경우 급격한 생잔율의 감소는 12월말에서 6월말까지의 저수온기에 기인된다(Fig. 4).

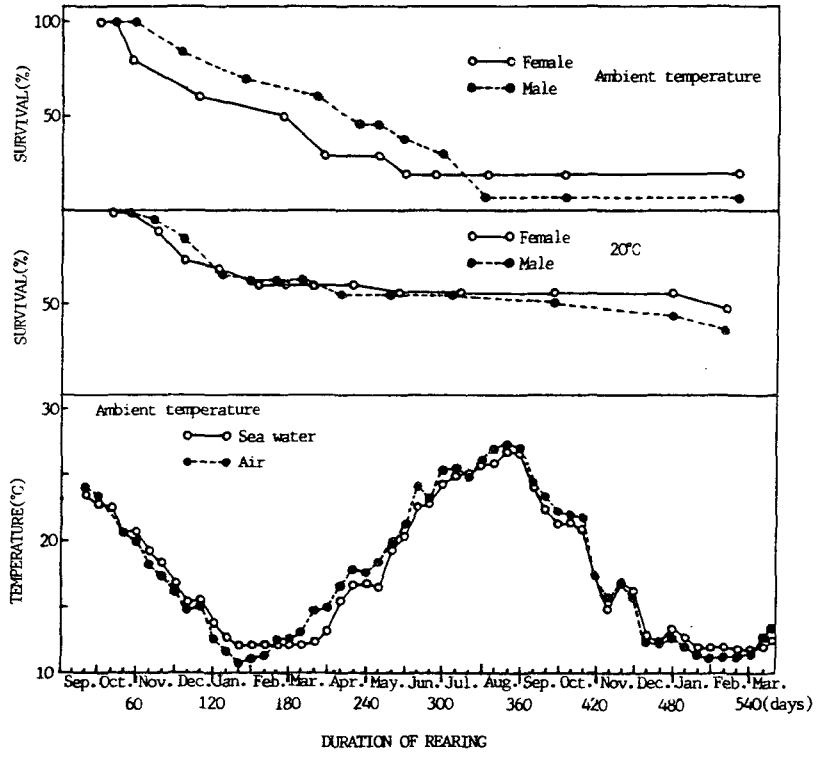

Fig. 4. Survival rate of crab instars of *Orithyia sinica* reared at 20℃ and ambient temperature(Mean : 18.3℃; Range : 11.0~27.7℃). For reference the changes of ambient temperature were shown at the bottom.

2) 기별탈피간격기간 (Intermolt period)

각 유생기별 탈피간격기간은 유생의 탈피가 진행됨에 따라 일반적으로 길어지는 경향이다(Table 1, Fig. 5).

20℃의 경우 Zoea 1~3기의 평균기간은 각각 6.6일, 7.1일 및 7.7일이었으며, Megalopa의 평균 탈피간격기간은 8.8일이였다. 그리고 Zoea 1기에서 부터 Megalopa기 까지 전 유생기간의 평균기간은 30.3일이였다.

유생사육기간중 실온의 변화는 Fig. 6과 같으며 그 범위는 21~24℃로서 평균수온은 20℃ 보다 높았다. Zoea 1~3기 및 Megalopa기의 경우 탈피간격기간은 각각 5.1일, 5.4일, 6.0일과 6.8일로 각기마다 20℃의 경우보다는 약 1~2일간씩 단축되었다. 따라서 Zoea~Megalopa기까지의 평균기간은 20℃의 경우보다 약 1주일이 짧았다.

Crab기의 탈피간격기간은 20℃구간에서의 경우 탈피간격기간은 Crab 1기에서 평균 10.6일로 시작하여 Crab 13기의 평균 152.6일까지 증가하였다. (Fig. 5).

실온(11.0~27.7℃)에서는 탈피간격기간의 변동은 결과적으로 Crab 12기까지는 증가하였고, 20℃의 결과와 같은 경향을 보였다(Fig. 5). 그러나 Crab 4~6기의 탈피간격기간은 평균 40~56일로 길었으며 이는 겨울철 저수온기(Fig.6)에 해당되며, 그 후 Crab 8기까지 감소하였다가 다시 증가하는 양상을 보였다.

양 온도 구간에서 사육된 Crab기의 탈피간격기간의 변화는 Fig. 7, Table 1과 같다. 변화의 양상을 Fig. 7의 양대수 그라프에서 갑폭이 7.40*mm* 정도 크기 까지는 급경사의 증가를 나타내었다가 갑폭 9.10*mm*, 10.90*mm*에서는 완만한 직선적인 증가가 보였고 40*mm*이후 다시 급경사로서 증가하고 있다.

Crab기의 탈피간격기간은 성별로 분석한 결과(Fig. 8, Table 1), 암 · 수에 있어서 위험율 0.01에서는 유의성이 있었으나 양 온도구간에 있어서는 유의성이 없었다($P>0.05$).

Table 1. Intermolt period(days) of male and female combined sepastely for specimens of *Orithyia sinica* reared at 20℃ and ambient temperature

Instar	Temperature					
	20℃			Ambient temperature		
	Female&Male	Female	Male	Female&Male	Female	Male
Zoea 1	6.56± 0.17			5.10± 0.32		
2	7.11± 0.12			5.42± 0.31		
3	7.73± 0.31			6.00± 0.38		
Megal.	8.81± 0.30			6.75± 0.47		
Crab 1	10.64± 0.38	11.04± 0.69	10.30± 0.38	8.74± 0.57	8.92± 1.00	8.50± 0.51
2	13.16± 1.15	13.26± 1.53	13.07± 1.80	10.69± 0.46	11.10± 0.98	10.38± 0.39
3	20.35± 2.63	20.30± 3.99	20.36± 3.79	14.57± 2.40	13.50± 0.45	15.23± 4.05
4	23.90± 2.47	22.47± 3.87	24.96± 3.46	40.58± 10.53	51.33± 23.18	34.73± 12.02
5	26.50± 2.45	26.63± 4.47	26.39± 3.00	56.78± 12.54	67.00± 28.81	51.11± 15.29
6	25.32± 2.42	28.43± 4.32	22.76± 2.32	46.91± 9.85	32.00± 26.29	52.50± 10.03
7	19.16± 1.20	20.07± 2.56	19.24± 1.00	27.44± 7.26	25.00± 8.95	28.67± 12.07
8	22.68± 1.56	23.57± 2.22	21.94± 2.33	19.78± 4.32	17.67± 2.87	20.83± 6.45
9	30.45± 2.74	30.71± 3.72	30.20± 4.47	22.86± 4.32	23.50± 2.87	22.60± 6.37
10	36.14± 1.18	35.00± 2.35	37.13± 2.87	26.33± 3.87	26.00	26.00± 6.49
11	48.00± 6.09	47.92± 11.16	48.07± 7.49	37.33± 6.25	37.50	37.00
12	76.70± 7.95	72.85± 5.14	80.29± 15.39	53.33± 10.04	57.00	51.50
13	152.59± 25.49	165.63± 35.8	139.54± 40.99			

3) Crab의 크기 및 성장

(1) 유생의 크기 및 성장율

유생의 크기는 각 령기수에 따라 계속 증가하므로 각 령기별로 갑장, 배극장, 액극장을 측정하였으며 그 결과는 Table 2와 같다.

Zoea 1기 유생의 크기는 20℃가 실온(21~24.0℃) 구간에서 차이가 없었다. 그러나 Zoea 2, 3기 및 Megalopa의 경우 사육온도별로 성장에 차이가 있어($P<0.01$) 실온구간에서 유생들은 20℃ 구간보다 갑장이 0.01~0.11*mm* 작았으나 이것은 20℃ 구간에서 사육한 유생이 크기에 비하여 볼 때 0.62~4.03% 작은 결과이다.

또한 갑장, 背棘長과 額棘長은 Zoea 1기에서 사육 온도별로 볼때, 갑장의 경우 차이가 없었으나, Zoea 2, 3기의 경우 실온에서는 20℃ 구간보다도 0.01~0.02*mm* 작았다. 이것은 20℃ 구간에서 사육한 유생들의 크기에 비하여 볼때 背棘長은 0.19~0.45%, 額棘長은 0.18~0.30% 정도가 작았으나 양 온도구간의 크기에 있어서 고도의 유의차가 인정되었다($P<0.01$). Zoea 1 및 2기의 평균 성장율은 35.65~41.41%였으며 Zoea 1기와 2기를 각각 비교하여 보면 Zoea 2기의 성장율은 Zoea 1기의 성장율보다 20℃의 경우 2.74%, 실온(21.0~24.0℃)의 경우는 5.76%씩 높았다. 또한 額棘長과 背棘長의 성장율은 Zoea 1 및 2기의 성장율은 각각 19.66~21.06%, 22.52~24.01%였으며 Zoea 1기와 2기를 각각 비교하여 보면 Zoea 2기의 성장율은 Zoea 1기의 성장율보다 20℃의 경우 背棘長은 1.23%, 額

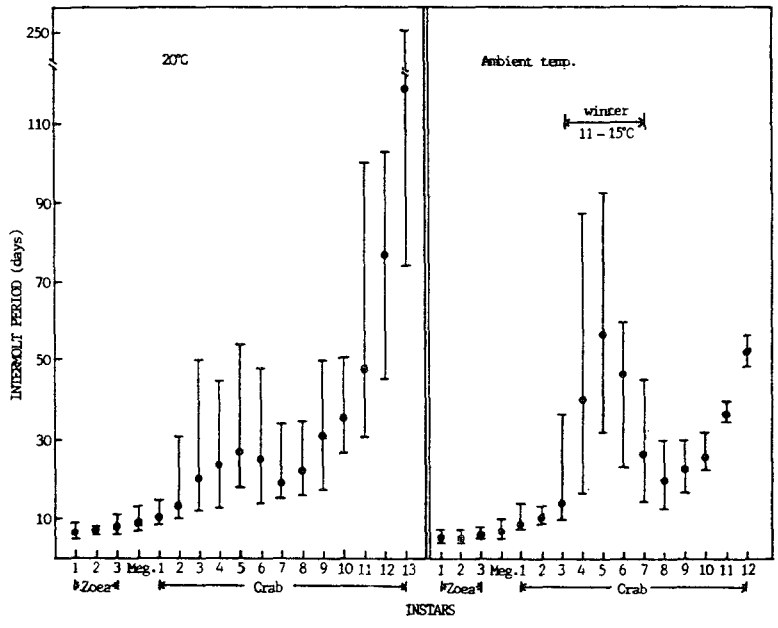

Fig. 5. Intermolt period(days) plotted against age(instars) of *Orithyia sinica* reared at 20℃ and ambient temperature.

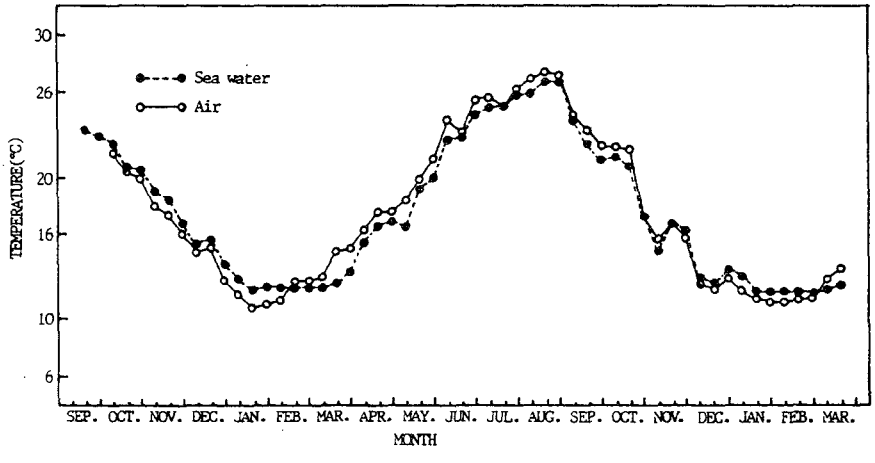

Fig. 6. Fluctuation of ambient temperature of air and water durign the rearing of *Orithyia sinica*.

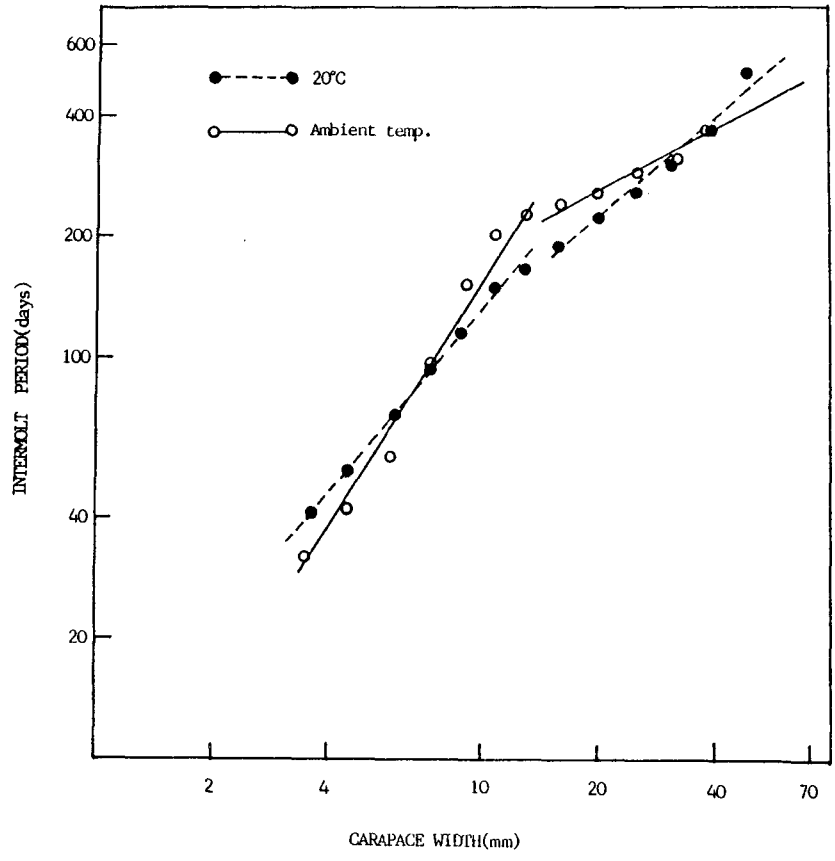

Fig. 7. Log_{10} intermolt period(days) plotted against carapace width of crab stage of *Orithyia sinica* reared at 20℃ and ambient temperature.

Table 2. Mean carapace length(CL), dorsal spine length(DSL), rostral spine length(RSL), lengths expressed as percentage of respective zoea 1 and percentage molt increment of larval stage of *Orithyia sinica* reared at 20℃ and ambient temperature. Where appropriate the 95% confidence limits are given.

Temperature	Instar		Survival (%)	Mean± 95% CL			% of zoea 1			% molt increment		
				CL	DSL	RSL	CL	DSL	RSL	CL	DSL	RSL
20℃	Zoea1	60	100	1.17± 0.01	3.69± 0.02	4.41± 0.03	100	100	100	36.59	19.66	22.52
	Zoea2	57	95	1.60± 0.02	4.44± 0.04	5.44± 0.05	136.8	120.3	123.4	39.33	20.89	23.47
	Zoea3	55	91.6	2.24± 0.02	5.34± 0.05	6.68± 0.08	191.9	144.7	151.5			
	Meg.CL	52	86.6	2.84± 0.03			242.1					
Ambient temperature	Zoea1	30	100	1.17± 0.02	3.69± 0.03	4.41± 0.04	100	100	100	35.65	20.45	22.64
	Zoea2	26	86.6	1.59± 0.03	4.41± 0.07	5.51± 0.09	135.9	119.5	124.9	41.41	21.06	24.01
	Zoea3	25	83.3	2.22± 0.03	5.32± 0.08	6.62± 0.05	189.7	144.2	150.1			
	Meg.CL	24	80.0	2.73± 0.04			233.3					

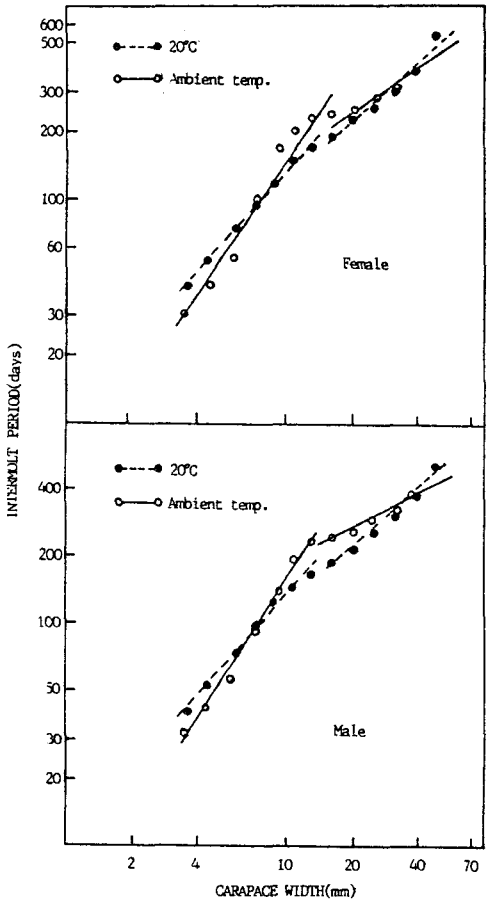

Fig. 8. Log_{10} intermolt period(days) plotted aganist female and male carapace width of carb stage of *Orithyia sinica* reared at 20℃ and ambient temperature.

棘長은 0.94%, 실온의 경우 背棘長은 0.62%, 額棘長은 1.37%씩 높았다. 그러나 수온에 따른 령기별 성장율은 유의성 검정 결과 고도의 차가 있었다 ($P<0.01$).

성장율의 크기별 변화 즉 유생기별 탈피전 크기와 탈피후 크기를 보면 Table 3와 같다. 탈피전의 크기와 동일 령기의 상대성장율의 대수값과의 관계식은 모두 음(−)의 경사를 가지며 특히 Zoea 1기가 수온에 관계없이 Zoea 2, 3기보다 큰 경사값을 갖는다. 또 이들의 상관은 매우 높은 유의성을 갖는다. 그러나 Megalopa에서는 형태의 변화를 증명할 수 있는 유의성이 나타나지 않는 것이 특이하다(Table 3). 수온구간에 따른 변화를 보면 Zoea 1~3기의 경우 20℃(경사 0.4985~1.5742)에 비하여 실온의 값(경사 1.2289~1.4891)이 감소한다.

결과적으로 볼때 유생기를 마치고 Crab 1기로 변태한 Crab 들은 20℃ 구간에서 사육된 개체들이 실온구간(21.0~24.0)에서 사육한 개체들 보다 전체적으로 큰 성장율의 결과를 가져왔다.

(2) Crab의 크기 및 체중

각 령기의 경과에 따라 크기와 체중은 계속 증가하며 양 온도구간에서 사육한 Crab의 갑장과 갑폭의 결과는 Table 4와 Fig. 9에서 보는 것과 같다.

령기의 갑폭이 근소하며(Fig. 9) Crab 11기부터 20℃ 구간에서 사육한 개체들이 실온에서 사육한 개체에 비하여 크기 차가 점점 커지는 것을 볼 수 있으며, 각 령기별 평균 갑폭의 평균차가 검정에서 유의차가 없었다($P>0.05$). 또한 갑폭에 있어서 암·수별 차이는 양 온도 구간에서 모두 유의차가 있었다($0.01<P<0.05$).

갑장이 증가는 갑폭의 증가와 유사한 경향을 나

Table 3. Mean size, range of sizes oand regression equations and degree of significance of percentage molt change on premolt size and mean intermolt period(days) and total development time of *Orithyia sinica* larvae reared at 20℃ and ambient temperature **0.1%

Temperature	Instar	No	Range of size (*mm*)	mean size (*mm*)	Range of day	Mean day	Equations	r
20℃	Zoea1	60	1.08~1.26	1.17	5~ 9	6.56	$Log_{10}y=3.3983-1.5742x$	-0.7376**
	Zoea2	57	1.44~1.74	1.60	6~ 8	7.11	$Log_{10}y=2.6427-0.6579x$	-0.6317**
	Zoea3	55	2.17~2.42	2.24	6~11	7.73	$Log_{10}y=2.5511-0.4985x$	-0.4677**
	Zoea4	52	2.58~2.99	2.85	8~13	8.81	$Log_{10}y=1.9155-0.1625x$	-0.2382
Ambient temperature	Zoea1	30	1.08~1.26	1.17	4~ 7	5.10	$Log_{10}y=3.2876-1.4891x$	-0.7055**
	Zoea2	26	1.44~1.74	1.59	4~ 7	5.42	$Log_{10}y=3.6635-1.2963x$	-0.8492**
	Zoea3	25	2.08~2.41	2.22	5~ 8	6.00	$Log_{10}y=4.1192-1.2289x$	-0.6927**
	Meg.CW	24	2.58~2.92	2.78	5~10	6.75	$Log_{10}y=2.2426-0.3085x$	-0.2799

Table 4. Mean carapace width and length and body weight of female and male of *Orithyia sinica* rearred at 20 ℃ and ambient temperature

Instar	Carapace width(CW)				Carapace length(CL)				Body weigth			
	20℃		Ambient temperature		20℃		Ambient temperature		20℃		Ambient temperatur	
	Female	Mael	Female	Mael	Female	Mael	Female	Mael	Female	Mael	Female	Mael
1	3.65± 0.07	3.67± 0.06	3.49± 0.01	3.49± 0.01	3.61± 0.07	3.670.06	3.46± 0.10	3.50± 0.19	0.016± 0.001	0.016± 0.001	0.013± 0.001	0.012± 0.001
2	4.56± 0.12	4.71± 0.10	4.63± 0.12	4.41± 0.13	4.53± 0.01	4.66± 0.09	4.55± 0.11	4.36± 0.11	0.033± 0.002	0.031± 0.002	0.031± 0.002	0.028± 0.002
3	6.03± 0.17	6.13± 0.13	5.91± 0.19	5.75± 0.11	5.97± 0.17	6.080.13	5.82± 0.20	5.66± 0.10	0.060± 0.004	0.063± 0.004	0.060± 0.006	0.057± 0.004
4	7.38± 0.20	7.41± 0.17	7.57± 0.23	7.32± 0.20	7.31± 0.20	7.320.17	7.43± 0.28	7.18± 0.25	0.119± 0.008	0.123± 0.009	0.113± 0.008	0.108± 0.005
5	9.23± 0.26	9.00± 0.31	9.35± 0.26	9.21± 0.22	9.03± 0.25	8.830.29	9.06± 0.13	8.95± 0.02	0.218± 0.019	0.210± 0.017	0.208± 0.019	0.210± 0.017
6	10.98± 0.32	10.87± 0.49	11.04± 0.95	10.90± 0.36	10.63± 0.46	10.690.30	10.77± 0.88	10.59± 0.36	0.370± 0.036	0.365± 0.029	0.335± 0.160	0.317± 0.043
7	13.60± 0.41	13.42± 0.42	13.25± 1.99	12.92± 0.60	13.03± 0.43	12.870.34	12.52± 0.50	13.00± 1.46	0.617± 0.046	0.625± 0.033	0.587± 0.126	0.599± 0.077
8	16.85± 0.40	16.78± 0.36	16.42± 3.10	15.97± 0.36	16.15± 0.42	16.120.38	15.83± 3.10	15.34± 0.39	1.289± 0.081	1.204± 0.080	1.156± 0.349	1.067± 0.084
9	20.91± 0.63	21.08± 0.51	21.55± 3.12	20.12± 1.25	20.31± 0.67	20.400.54	21.00± 3.81	19.54± 1.53	2.345± 0.116	2.361± 0.139	2.519± 1.543	2.249± 0.489
10	25.50± 1.22	25.74± 0.87	26.30± 6.35	24.89± 2.09	24.92± 1.33	25.170.83	25.60± 5.08	24.25± 2.01	4.34 ± 0.389	4.265± 0.369	4.57 ± 0.698	3.90 ± 0.761
11	32.45± 1.17	32.36± 1.16	32.35± 14.61	32.20± 4.53	31.77± 1.26	31.651.10	31.65± 13.34	31.03± 3.80	8.43 ± 0.995	8.42 ± 0.862	8.82 ± 8.37	8.30 ± 3.294
12	40.38± 1.50	40.30± 1.38	38.90	37.20	39.58± 1.34	39.431.34	38.40± 17.79	36.90	17.90± 1.928	18.17± 2.188	17.57± 11.43	17.31
13	49.26± 1.69	49.10± 1.63			48.38± 1.77	48.231.68			33.04± 3.519	32.66± 3.519		

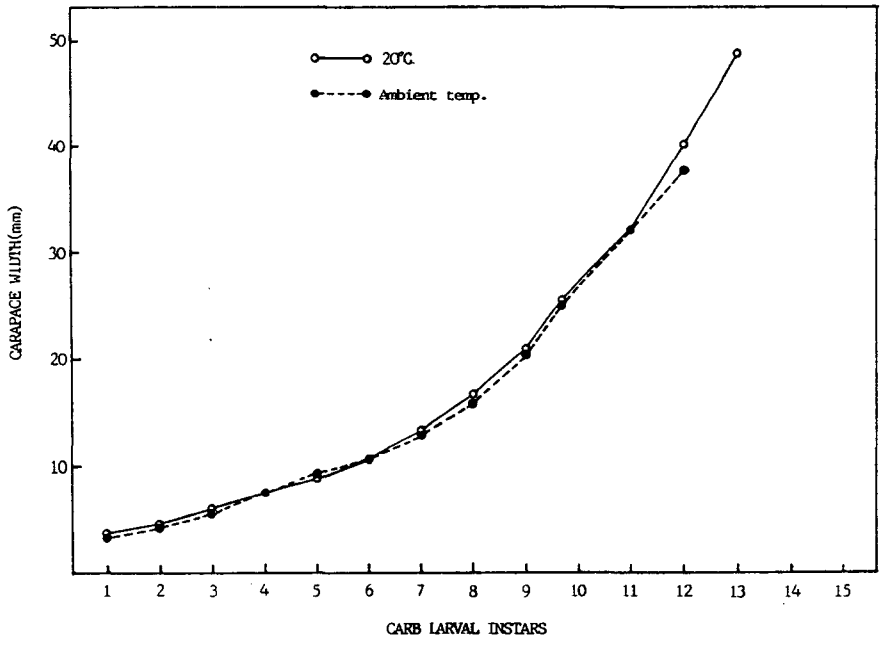

Fig. 9. Carapace width plotted against crab instars of *Orithyia sinica* reared at 20℃ ad abmient temperature.

타내고 있었다(Table 5).

령기별 체중의 증가는 양 온고구간에서 거의 일치하며(Fig. 10) Crab 11기부터 20℃ 구간에서 사육한 개체들이 실온에서 개체에 비하여 크기차가 점점 커짐을 볼 수 있으며, 이 결과는 갑폭의 증가 양상과 같다.

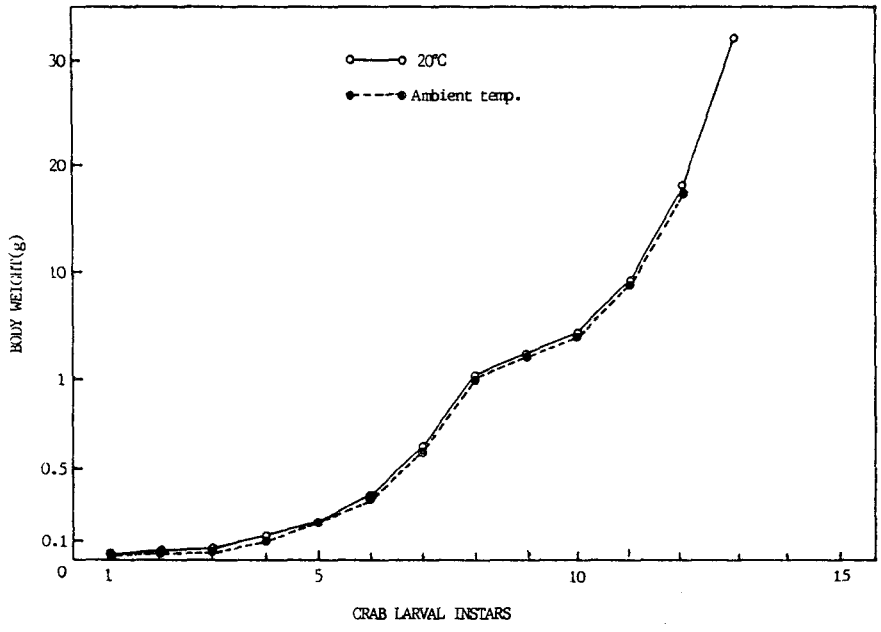

Fig. 10. Body weight plotted against crab instars of *Orithyia sinica* reared at 20℃ and ambient temperature.

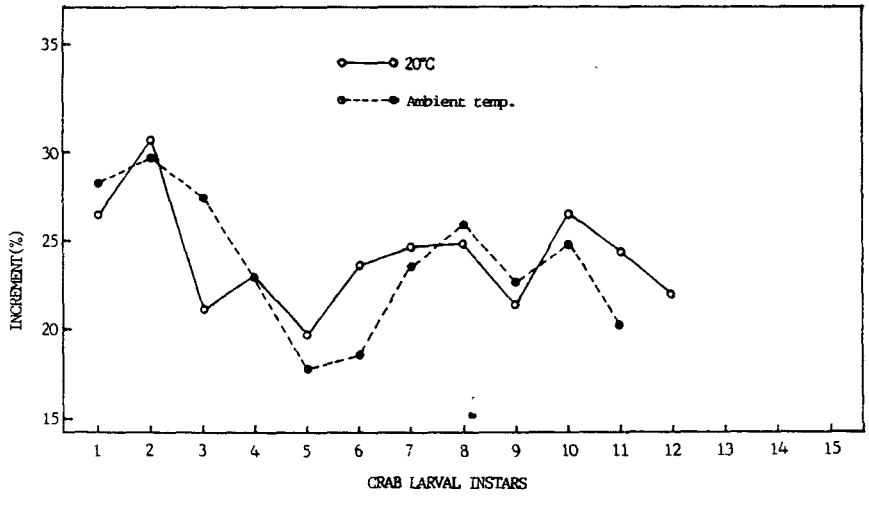

Fig. 11. Percentage molt increments of the carapace width plotted against carb instar of *Orithyia sinica*.

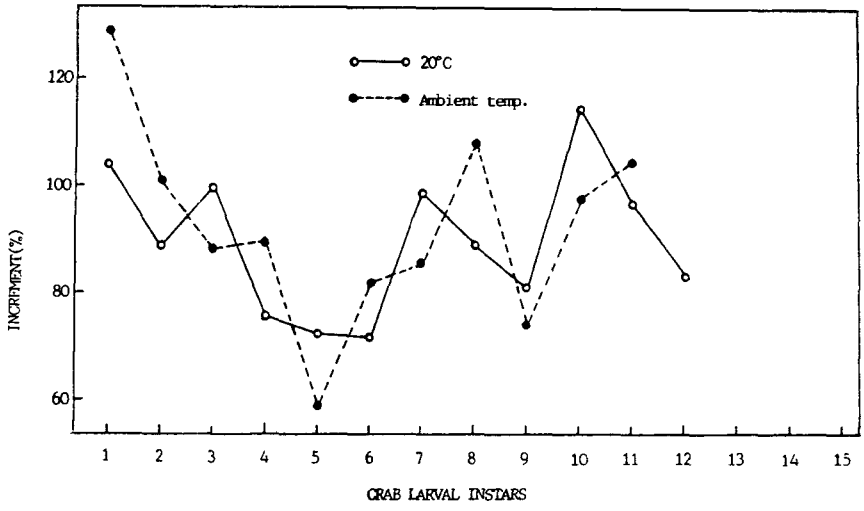

Fig. 12. Percentage molt increments of the body weigth plotted against crab instar of *Orithyia sinica*.

Table 5. The percentage molt increment of the carapace width for male and female combined and separate of *Orithyia sinica* reared at 20℃ and ambient temperature. where appropriate the 95% confidence limits are given.

Instar	20℃			Ambient temperature		
	Female&Male	Female	Mele	Female&Male	Female	Mele
	Mean± 95% CL	Mean± 95% CL	Mean± 95% CL	Mean± 95% CL	Mean± 95% CL	Mean± 95% CL
1	26.56± 1.51	25.21± 2.69	27.71± 1.68	31.29± 1.68	31.29± 3.45	26.08± 1.77
2	30.84± 2.03	31.61± 4.04	30.24± 2.12	29.73± 1.74	28.55± 4.12	30.45± 1.77
3	21.18± 2.38	21.36± 4.72	21.05± 2.72	27.52± 2.95	27.87± 8.24	27.36± 3.33
4	23.06± 1.65	25.53± 2.19	20.87± 2.18	22.91± 1.76	24.48± 4.37	22.02± 1.96
5	19.83± 1.99	17.75± 3.39	21.55± 2.32	17.82± 2.27	17.25± 11.19	18.02± 2.70
6	23.76± 2.56	25.48± 4.18	22.36± 3.40	18.63± 3.50	20.04± 11.65	17.92± 4.99
7	24.69± 1.70	23.97± 1.71	25.27± 2.93	23.76± 3.90	23.72± 5.37	23.78± 6.58
8	24.81± 1.83	24.19± 3.34	25.35± 2.17	26.08± 3.05	26.43	25.93± 4.50
9	21.43± 1.24	21.16± 2.05	21.67± 1.73	22.71± 2.39	22.03	23.05± 4.39
10	26.69± 2.14	27.84± 4.78	25.70± 0.96	24.92± 3.52	22.97	26.22± 5.89
11	24.53± 0.96	24.50± 2.05	24.57± 0.78	20.16± 0.96	20.33	20.00
12	21.93± 0.85	22.03± 1.39	21.83± 1.20			

(3) Crab의 성장율

Crab의 성장율은 갑폭, 체중의 측정치들로 부터 계산 되었다(Fig. 11, 12, Table 5, 6).

갑폭 성장율의 변화(Fig. 11)는 Crab 13기까지 20℃ 구간에서는 19.83~30.84%, 실온구간에서 17.82~29.73%였다. 각 령기의 증가에 따라서 감소하는 경향을 보이지만 전반적으로 균일하게 감소하지 않고 증감의 양상을 보인다.

최고성장율은 Crab 2기에서 30.84%(20℃), 29.73%(실온 11.0~27.7℃)로 최고치를 보이며 Crab 3기부터 Crab 6기까지 급격히 감소되었다가 Crab 8기까지 서서히 다시 증가한다.

20℃와 실온 구간에서 모두 암·수별 성장율은 t-검정을 한결과는 $0.01<P<0.05$로 유의차가 있었다.

체중의 증가율(Fig. 12, Table 6) 범위는 Crab 13기까지 20℃ 구간에서 72.61~11.32%, 실온 구간에서 58.86~1298.14%였다.

각 령기의 증가에 따라서 감소하는 경향을 보이

지만 일율적으로 감소하지 않고 증감의 변화가 다양한 양상을 보인다. 최고증가율은 20℃에서 Crab 10기에서 115.32%, 실온에서는 Crab 1기에 129.14%였다. 결과적으로 볼때 갑장, 갑폭, 체중의 증가율은 령기의 증가에 따라 감소하는 경향이지만 제1기에서 제5기까지 급속히 감소하였다가 6기 이후 증가의 경향을 보인다.

실온에 있어서도 20℃의 경우와 동일한 경향을 나타내고 있다. 온도의 변화가 없는 20℃의 경우에서도 1, 2령기에서 26~30%의 높은 증가량을 갖고, 그 후 5령기까지 점차로 감소하면서 령기의 증가에 따라 각 증가율은 22~23%를 중심으로 약 5% 진동폭을 갖는 불규칙적인 변화로서 진행되고 있다(Fig. 11).

Table 6. The percentage molt increment of the body weight for male and female combined and separate of *Orithyia sinica* reared at 20℃ and ambient temperature. Where appropriate the 95% confidence limits are given

Instar	20℃			Ambient temperature		
	Female&Male	Female	Mele	Female&Male	Female	Mele
	Mean± 95% CL	Mean± 95% CL	Mean± 95% CL	Mean± 95% CL	Mean± 95% CL	Mean± 95% CL
1	104.34± 5.15	101.76± 9.59	106.54± 5.57	129.14± 9.07	134.29± 12.04	125.18± 14.24
2	89.39± 6.11	91.27± 12.38	87.95± 6.19	101.25± 9.78	96.05± 12.25	104.45± 14.99
3	101.42± 12.27	101.31± 13.99	100.49± 19.95	88.61± 5.79	85.17± 14.34	90.19± 6.89
4	76.62± 7.40	81.86± 8.95	71.97± 12.25	89.51± 9.71	86.33± 21.09	91.27± 13.44
5	72.83± 8.32	70.91± 5.23	74.41± 15.36	58.86± 13.48	40.38	65.79± 11.52
6	12.61± 7.09	71.44± 10.69	73.58± 10.45	82.49± 30.39	107.51	69.97± 21.20
7	99.53± 8.83	107.75± 16.74	92.76± 8.84	86.03± 18.94	97.35	80.36± 26.33
8	89.36± 4.90	82.75± 6.72	95.15± 6.29	108.68± 30.49	104.03	110.54± 48.39
9	81.80± 7.99	84.99± 16.37	79.04± 7.31	73.94± 17.97	81.58	70.12
10	115.32± 14.38	115.67± 26.75	115.01± 17.24	98.07± 19.16	93.04	101.41
11	96.90± 7.64	95.12± 15.40	98.44± 7.56	105.94± 29.78	99.58	118.67
12	83.18± 6.41	84.94± 8.82	81.54± 10.36			

고 찰

갑각류 생리의 가장 중요한 특징은 주기적인 탈피를 하는 것이며 탈피에 의하여 단계적인 성장을 한다(Passano, 1960;Mauchline, 1977 a,b). 그러므로 이 무리의 모든 생태학적 현상들이 탈피와 깊은 관계가 있으며(Hiatt, 1948;Hartnoll, 1980, 1982) 특히 탈피간격 기간, 성장율, 생잔율등 탈피에 관계된 요소들은 갑각류의 생활사 이해에 있어서 가장 중요한 요소들이다.

일반적으로 볼때 갑각류의 탈피간격기간은령기와 더불어 증가하며 수온상승에 반비례하는 것이 사실이다(Williams, 1968 ; Dawirs, 1982 ; Hartnoll, 1982 ; Mohamedeen. 1984 ; Nagaraj, 1986).

그러나 령기증가에 따른 탈피간격기간의 증가적인 추세내에서 계속적인 증가를 보이기도 하고 증감의 변동을 보이기도 한다. 같은 종의 경우에서도 탈피간격의 지속적인 증가 또는 증감을 보이는 예가 *Carcinus maenas*의 경우 Williams(1968), Dawirs (1982), Mohamedeen(1984)는 이 게의 탈피간격의 불일정한 증감 양상은 사육조건이 일정하지 않았기 때문이라고 말하고 있다. 그러나 범게의 유생 및 Crab사육의 경우 온도가 20℃로 일정하게 유지된 경우는 물론 온도 변화가 있는 실온 구간에서도 탈피기간이 증감하는 사실로 미루어 볼때 탈피기간의 증가 양상은 종마다 다른 것이 아닌가 사료된다.

적정 수온 범위내에서 사육온도에 따라서 탈피간격기간은 변하며 고온에서 사육된 개체들은 저온에서 사육된 것들보다 탈피간격기간이 짧아진다(Kurata and Omi, 1969 ; Lucas, 1972 ; Chittleborough, 1975).

범게의 경우 사육 온도조건이 변하는 실온에서 사육된 개체들은 20℃ 조건에서 사육된 개체들에 비하여 고수온기에는 탈피간격기간이 짧아지고 저수온기에는 길어져 수온조건과 역비례 현상을 보였다. 이러한 현상은 다른 게들에서도 잘 알려져 있다(Broekhuysen, 1941 ; Turoboyski, 1973).

아울러 탈피간격은 개체의 크기, 성별, 성숙여부에 따라서 변하기도 한다(Tagatz, 1968 ; Meixner, 1969). 범게의 탈피기간 변동추세에 있어서 Crab 6, 7기의 감소 현상이 있는 것으로 미루어 볼때 성특징이 나타나기 시작한 시기의 탈피직전 1~2회 탈피시 탈피간격기간의 감소와 성특징이 나타나기 시작한 시기후의 급격한 증가는 성특징이 나타나기 시작한 시기의 접근과 관련이 있는 것으로 사료된다.

Mohamedeen(1984)의 *Carcinus maenas*의 사육결과를 보면 탈피간격기간은 지속적으로 증가하나 성특징이 나타나기 시작한 이후에 급격히 증가하는 추세를 보인다.

해양 무척추동물 유생의 생잔율은 여러 환경요인의 복합작용에 의하여 결정된다(Kinne, 1977). 환경요인중에서도 수온 및 염분의 영향을 여러종의 게유생의 생잔율에 큰 영향을 미치는 것이 밝혀졌으며 수온과 염분의 결과는 어미게의 생태에 따라 다르다(Costlow, 1968 ; Mohamedeen, 1984 ; Nagaraj, 1986).

본 연구의 결과 20℃에서 사육한 유생들의 생잔율이 실온에서 사육한 것들 보다 생잔율이 높은 결과였다. 그 당시 유생 사육기간중 바다현장의 수온은 실온(21.0~24.0℃) 사육조건 20℃에 유사하며, 그 당시 현장수온에 가까운 온도 구간에서 생잔율이 좋다는결론을 얻을 수 있었다.

그러나 이러한 것은 일반적이 아닌 예들도 있다. 어떤 종에서는 어미게 및 유생이 살고 있지 않은 온도 및 염분범위 안에서 사육되었을 때 가장 높은 생잔율을 보이는 것이 몇종의 새우 및 게들의 경우에서 알려져 있다(Rochanoburanon, 1974;Mohamedeen, 1984;Nagaraj, 1986).

갑각류의 탈피전 크기에 대한 성장의 백분율 즉 성장율은 한때 비교적 일정하다고 알려졌으며 성장율은 25~40%의 범위라고 보고 되었다(Dyar, 1890 ; Brooks, 1886 ; Fowler, 1909). 그 후의 실험적 연구들에 의하면 성장율은 사육조건 및 종별에 차가 많다는 것이 알려졌다. 어느 령기에서는 성장율의 감소(Olmatead and Baumberger, 1923), 성장이 되지 않는 경우 (Carlisle, 1957 ; Leffler, 1972)와 성장율이 증가하는 것을 보고 하였다(Green, 1956 ; Mauchline, 1977a, b ; Rice, 1968 ; Crothers, 1967).

Rice(1968)는 기존의 갑각류 성장자료들을 분석한 결과 갑각류의 평균성장율은 22.3%라고 보고하였다. 많은 연구 결과들에 의하면 령기의 증가에 따라서 성장율은 감소된다(Hiatt, 1948 ; Sweat, 1968 ; Childress and Price, 1978). 범게의 기별 성장율은 증감은 변화가 일정하지 않으나 전체적인 결과 약간 감소한다. 이러한 일정하지 않은 증감현상은 다른종의 경우에도 보고 되여있다(Needham, 1950; Crothers, 1967 ; Hogarth, 1975). 범게의 갑장 성장율은 Zoea 의 경우 평균 35.65~41.41%였으며, Crab의 경우 18.9~30.9%였다. 이러한 성장율의 값들은 *Carcinus maenas*(Crothers, 1967 ; Klein Breteler, 1977 a ; Buckman and Adelung, 1964)와 *Callinectes sapidus*(Tagatz, 1968)의 성장율보다 약간 높은 편이다. 특히 Zoea기의 성장율은 어느 종의 유생 성장율(Rice, 1968 ; Rice and Ingle, 1975)보다도 높게 나타났다. 이러한 성장율의 변화 양상과 성장율 값의 차는 종별 차는 물론 사육환경의 복합적 요인의 결과라 사료된다.

요 약

범게, *Orithyia sinica*(Linnaeus)의 유생을 Zoea 1기에서 부터 Crab 13기까지 사육하여 생잔율, 탈피간격기간, 성장을 기별로 측정 연구한 결과는 다음과 같다.

1. 탈피간격기간은 령기에 따라 증가하나 Crab 5기에서 부터 성특징이 나타나는 시기전인 Crab 7기까지 감소 하였다가, 성특징이 나타나는 시기 이후부터 급격히 증가한다. 수온에 따른 탈피간격기간의 변화 양상은 유사하나 실온의 경우 변동의 폭이 컸다.

2. 유생의 생잔율은 Megalopa기까지 20℃ 구간에서 사육한 것이 86.6%, 실온에서 사육한 것이 80.0%였다. Crab의 생잔율은 20℃의 경우 Crab 13기까지 부화후 약 540일간 사육한 것이 45%, 실온의 경우(11.0~27.7℃) Crab 12기까지 부화후 약 540일간 사육한 것이 10%였다. 생잔율의 성별 차는 없었다.

3. 유생기의 크기는 사육온도구간별 크기가 있어 실온 구간(21.0~24.0℃)에서 사육한 Zoea 2, 3기 유생은 20℃ 구간에서 사육한 유생들 보다 0.62~4.03% 작았다.

4. Crab의 갑폭, 체중은 사육 온도구간에 차가 없이 1기에서 10기까지 동일하게 증가하고 11기부터는 20℃에서 사육한 Crab들의 크기가 커지는 경향을 보인다. 체중의 증가 양상은 제9기에서 성장이 감소 되었다가 10기에서 부터 다시 증가한다.

5. 갑장으로 측정한 성장율은 Zoea 1, 2기에서 각각 35.65%, 41.41%였으며 Zoea 2기의 성장율이

높았다.

6. 령기에 따른 성자율 값의 변화는 령기의 증가에 따라 감소 경향이 있으나 증감변동이 일정하지 않고 Crab 5기까지 감소하다가 Crab 6기 이후 약간 증가하였다가 Crab 10기 이후 다시 감소하는 경향을 보였다.

7. Crab 1~13기까지의 평균 성장율은 갑장의 경우 23.87%(18.9~30.91%), 갑폭 23.99%(17.82~30.84%), 체중 91.51%(58.86~129.14%)이였으며 성장율은 사육 온도구간별 차는 없었다.

문 헌

Broekuysen, G. K. 1941. The life history of *Cyclograpsus punctatus,* M. Edw.: Breeding and growth. Trans. R. Soc. S. Afr. 28, 331~336.

Brooks, W. K. 1886. Report on the scientific results of the Voyage of H.M.S. *Challenger,* Zoology, 16, part 45.

Buckmann, D. and D, Adelung. 1964. Der Einfluss der Unweltfaktoren auf das Wachstum und den Hautungsrhythmus der Strandkarbbe *Carcinus maenas.* Helgolander Wiss. Meeresunters. 10, 91~103.

Bliss, D. E. and J. R. Boyer. 1964. Environmental regulation of growth in the decapod crustacean *Gecarcinus lateralis.* Gen. Comp. Endocrinol 4, 15~41.

Carlisle, D. B. 1957. On the hormonal inhibition of moliting in Decapoda Crustacea. 2. The terminal anecdysis in crab. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 36, 291~309.

Childress, J. J. and M. H. Price. 1978. Growth rate of the bathypelagic crustacean *Gnathophausia ingens* (Mysidcea:Lophogastridae). 1. Dimensional growth and population structure. Mar. Biol. 50, 47~62.

Chittleborough, R. G. 1975. Environmental factors affecting growhth and survival of juvenile western rock lobsters *Panulirus longipes* (Milne-Edwards). Aust. J. Mar. Freshwater Res. 26, 279~295.

Costlow, J. D., Jr. 1968. Metamorphosis in crustaceans. *In* Metamorphosis : a problem in developmental biology.(W. Etkins & L. I. Gilbert, eds.), Appleton-Centruy-Crofts, New York. pp. 3~42.

Costlow, J. D., Jr. and C. G. Bookhout. 1959. The larval development of *Callinectes sapidus* Rathbun reared in the laboratory. Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole, 116, 373~396.

Crothers, J. H. 1967. The biology of the shore crab *Carcinus maenas*(L.). 1. The background-anatomy, growth, and life history., Field Study, 2, 407~434.

Dawirs, R. R. 1982. Methodical apects of rearing decapod larvae *Pagurus bernhardus* (Paguridae) and *Carcinus maenas* (Portunidae). Helgolander Meeresunters. 35, 439~464.

Dyar, G. H. 1890. The number of moults of lepidopterous larvae. Physche, Berl. 5, 420~422.

Fowler, G. H. 1909. Biscayan plankton. Part Ⅻ. The Ostracoda. Trans. Linn. Soc. London, Zool. 10, 219~336.

Green, J. 1956. Growth, size and reproduction in *Daphnia* (Crustacea:Cladocera). Proc. Zool. Soc. London. 126, 173~204.

Guyselman, J. B. 1953. An analysis of the molting process in the fiddler crab, *Uca pugilator.* Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole, 104, 115~137.

Haley, S. R. 1969. Relative growth and sexual maturity of the Texas ghost crab, *Ocypode quadrata*(Fabr.) (Brachyura, Ocypodidae). Crustaceana. 17, 285~297.

Hartnoll, R. G. 1980. Strategies of Crustacean Growth. Mem. Aust. Mus. 18, 121~131.

Hartnoll, R. G. 1982. Growth. *In* The Biology of Crustacea, Vol. 2.(ed. L. G. Abele). Academic Press Inc., New York, pp. 111~196.

Hiatt, R. W. 1948. The biology of the lined shore carb *Pachygrapsus crassipes* Randall. Pac. Sci. 2, 135~213.

Hogarth, P. J. 1975. Instar number and growth of juvenile *Carcinus maenas*(L.). (Decapoda, Brachyura). Crustaceana, 29(3), 299~300.

Hong, S. Y. 1976. Zoeal stages of *Orithyia sinica*(Linnaeus) (Decapoda, Calappidae) reared in the laboratory. Publ. Mar. Lab. Busan. Fish. Coll. 9, 17~23.

Kamita, T. 1941. Studies on the decapoad crust ceans of Chosen, part. 1. Crabs. Fish. Soc. Chosen, 1~289.

Kim, H. S. 1973. Illustrated Encyclopedia of Fauna and Flora of Korea. Sam-Wha Publ. Co.

14, 1~289.

Kim, Y. H. 1983. Studies on *Orithyia sinica* (Linnaeus) in the Western Sea. II. Weight of ovary, number of eggs spawned and egg diameter. Bull. Kor. Fish. Soc. 16(1), 14~17.

Kinne, O. 1977. Cultivation of Animals. *In* Marine Ecology Vol 3(2) (ed. O. Kinne), pp. 579~1287. John Wiley and Sons, Chichester.

Klein Breteler, W. C. M. 1975a. Growth and moulting of juvenile shore crabs, *Carcinus maenas,* in a natural population. Neth. J. Sea Res. 9, 86~89.

Klein Breteler, W. C. M. 1975b. Laboratory experi ments on the influene of environmental factors on the frequency of moulting and the increase in size at moulting of juvenile shore carbs, *Carcinus maenas.* Neth. J. Sea Res. 9, 100~120.

Kurata, H. and H. Omi. 1969. The larval stages of a swimming crab, *Charybdis acuta.* Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 57, 129~136.

Leffler, C. W. 1972. Some effects of temperature on the growth and metabolic rate of juvenile blue crab, *Callinectes sapidus,* in the laboratory. Mar. Biol. 14, 104~111.

Lucas, J. S. 1972. The larval stages of some Australian species of *Halicarcinus*(Crustacea, Brachyura, Hymenosomatidae). 2. Physiology. Bull. Mar. Sci. 22, 824~840.

Mauchline, J. 1977a. Growth in shrimps, crabs and lohstersm an assessment. J. Cons. Int. Explor. Mer. 37, 162~169.

Mauchline, J. 1977b. Growhth and moulting of Crustacea, expecially Euphausiids. *In* Symposium on the Prediction of Sound Scattering in the Oceans from Physical/Chemical/Biological Data (eds. N. R. Anderson and B. J. Zahurancec), pp. 401~422. Plenum Press, London.

Mohamedeen, H. 1984. Studies on laboratory growth of decapad crustaceans. Ph.D. Thesis, University of Liverpool, 1984. 133pp.

Nagaraj, M. 1986. Studies on the laboratory rearing and culture of marine and estuarine planktonic organism. Ph.D. Thesis, University of Liverpool, 1986. 213pp.

Needham, A. E. 1950. Growhth and regeneration rates in relation to age in the Crustacea, J. Gerontol. 5, 5~16.

Olmstead, J. M. P. and J. P. Baumberger. 1923. Form and growth of grapsoid crabs. A comparison of the form of three species of grapsoid crabs and their growth at moulting. J. Morphol. 38, 274~294.

Passano, L. M. 1960. Molting and its control. *In* The Physiology of Crustacea 1, pp. 473~536. Acmdemic Press, Inc. New York.

Rochanaburanon, T. 1974. Experimental rearing of some Irish Sea Caridea(Crustacea, Decapoda). Ph.D. Thesis. University of Liverpool, 1974. 111pp.

Rice, A. L. 1968. Growth 'rules' and the larvae of decapod crustaceans. J. Nat. Hist. 2, 525~530.

Rice, A. L. and R. W. Ingle. 1975. The larval development of *Carcinus maenas*(L.) and *C. mediterraneus* Czerniavskt(Crustacea, Brachyura, Portunidae) reared in the laboratory. Bull. Br. Mus. Nat. Hist.(Zool). 28, 103~119..

Rice, A. L. and D. I. Williamson, 1970. Methods for rearing larval decapod Crustacea. Helgolander Wiss. Meeresunters. 20, 417~434.

Sakai, T. 1935. Crabs of Japan. Sanseido Co. Ltd. Tokyo, 239pp.

Shen, C. J. 1932. The Brachyuran Crustacea of North China. Zoologica Sinica, ser. A, Inverterbrates of China, Vol. 9, Peiping. 320pp.

Sweat, D. E. 1968. Growth and tagging studies on *Panulirus argus*(Latreille) in the Florida Keys. Tech. Ser., Fla. State Bd. Conserv. 57, 1~30.

Tagatz, M. E. 1968. Growth of juvenile blue crabs, *Callinectes sapidus* Rathbun, in the St. Johns River, Florida. Fish. Bull. NOAA, 67, 281~288.

Turoboyski, K. 1973. Biology and ecology of the crab *Rhithropanopeus harrisii* ssp. *tridentatus.* Mar. Biol. 23, 303~313.

Williams, B. G. 1968. Laboratory rearing of the larval stages of *Carcinus maenas*(L.) (Crustacea:Decapoda). J. Nat. Hist. 2, 121~126.

1990년 2월 5일 접수
1990년 5월 25일 수리