
博士學位論文

범계의 成長에 關한 生態學的 研究

濟州大學校 大學院

水産生物學科



1988年 12月 日

범계의 成長에 關한 生態學的 研究

指導教授 鄭 相 喆

金 容 浩

이 論文을 理學 博士學位 論文으로 提出함.

1988年 12月

金容浩의 理學 博士學位 論文을 認准함.



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

審査委員長	卞 忠 圭
委員	洪 性 潤
委員	李 定 宰
委員	盧 暹 暹
委員	鄭 相 喆



濟州大學校 大學院

1988年 12月

ECOLOGICAL STUDIES ON THE GROWTH OF
THE TIGER CRAB,
Orithyia sinica (LINNAEUS)

Yong-Ho Kim

(Supervised by Professor Sang-Chul Chung)



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
DOCTOR OF SCIENCE

DEPARTMENT OF MARINE BIOLOGY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1988. 12.

Abstract

A study was made of the reproductive phenomenon of *Orithya sinica* (Linnaeus) based on the laboratory rearing of instars and the collection of field population. It includes gonad index, spawning, survival of instars, intermolt period, instar size, growth factor and relative growth.

Spawning occurs once a year from June to November with peak spawning in September. Main hatching season was October. The minimum size of ovigerous female was 56.0mm in carapace width. Complete larval development composed of three zoeal instars and megalopa. Survival of instars was higher in 20°C 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 prepuberty molt instars (crab-7). Zoeas and megalopa reared at higher temperature regime were smaller 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 35.65~41.40% for zoeal instars, and they were 18.00~30.91% for crab instars. Relative growth of the chelar demension was generally isometric before puberty, and positive allometry after puberty with a slight sexual dimorphism. Distinct sexual dimorphism was observed in the growth of abdomen.

Relative growth of morphometric character revealed that puberty begins at Crab~8.

In the field population, fishing recruitment was observed in August as Crab-11 instar (carapace width: 32~45 mm). Mode analysis revealed that the largest groups was composed of Crab-15 instar.



目 次

I. 緒 論	1
II. 材料 및 方法	3
1. 材 料	3
2. 方 法	3
1) 個體의 測定	3
2) 幼生의 飼育	5
3) 幼生의 測定	7
III. 結 果	8
1. 生殖巢의 成熟	8
2. 抱卵生態	13
3. 脫皮 및 成長	18
1) 發生 및 形態變化	18
(1) 제 1 조에아 (First Zoea)	18
(2) 제 2 조에아 (Second Zoea)	20
(3) 제 3 조에아 (Third Zoea)	20
(4) 메가로파 (Megalopa)	20
(5) 제 1 稚蟹 (First Crab)	22
2) 期別脫皮間隔期間	23
3) 生 殘 率	29
4) 期別크기 및 成長	34
(1) 幼生의 크기 및 成長	34
(2) Crab의 크기 및 體重	36

(3) Crab의 成長率	36
(4) 相對成長	44
① 甲幅과 甲長, 體重의 相對成長	44
② 집게발 (Chela)의 相對成長	48
③ 腹節의 相對成長	56
4. 漁獲物 甲幅 組成의 分析	67
IV. 考 察	69
V. 要 約	73
謝 辭	75
參考文獻	76



I. 緒 論

水産動物 단백질의 수요증가 추세에 따라서 특히 魚類에 비하여 甲殼類의 比重이 世界的으로 점차 增加하고 있다. 現在 世界 總 어획고 約 9천 1백만톤에 비하여 甲殼類의 어획고는 約 5~7%에 달하지만 甲殼類의 利用度는 漁業과 養殖에 있어서 앞으로 더욱 높아질 것으로 예상된다.

有用 甲殼類는 새우류와 게류로 크게 區別 할 수 있는데, 새우류는 주로 漁業과 養殖에 의하여 開發되고 있으며, 重要種에 관한 生態, 漁業, 養殖에 관한 研究는 비교적 많이 알려져 있다(Hudinaga, 1942; Egusa, 1961; Ikemastu, 1963; Oka, 1967a; 1967b). 그러나 게류의 研究는 많지 않으며 주로 重要 產業種들의 단편적인 生態研究 (Kurata, 1959; Haefner and Shuster 1964; Tagatz, 1968; Leffler, 1972) 및 非產業種들의 研究가 약간 있을 뿐이다 (Hiatt, 1948; Ito, 1953; Kurata, 1962; Rice, 1975; Klein Breteler, 1975a; 1975b; Hartnoll, 1980, 1982; Mohamedeen, 1984).

韓國近海産 게류는 약 213종이 알려져 있으나 (Sakai, 1935; Kamita, 1941; Kim, 1973) 이들중 生態 및 成長等이 잘 알려진 種은 거의 없다.

특히 甲殼類의 成長에 관한 문제는 이 무리의 特異한 脫皮, 生理的인 特性으로 보아 이들의 生態研究는 대단히 重要的인 의미를 가진다.

甲殼類들은 伸長될 수 없는 딱딱한 外骨格質로 덮여 있기 때문에 成長은 연속적이 아니며 外骨格質을 週期的으로 脫皮하는 短期間의 脫皮期間에 限하여 급속한 成長이 일어난다 (Passano, 1960). 그러므로 甲殼類의 成長은 두가지의 要素로 分析되고 있는데 (Hartnoll, 1980, 1982), 그것들은 脫皮期間(inter-molt period or molt interval)과 脫皮增加率(molt increment)이다. 특히 時間에 따라서 令期 (instar)別, 脫皮期間 및 脫皮增加率의 變動이 成長의 結果를 左右하며, 아울러 이 두 要素는 內的인 要素들인 性, 부속지 손실여부, 年령등과 外的인 要素들인 먹이,

溫度, 塩分, 光條件 等に 많은 영향을 받는다 (Hiatt, 1948 ; Hartnoll, 1980, 1982).

어느 令期 이후에는 더 이상 成長이 일어나지 않는 경우와, 일생 연속 脫皮 및 成長을 계속하는 경우가 있으며, 아울러 마지막 脫皮는 어느 令期에 일어나며 또한 무리별 特性 및 生態的 要因이 脫皮성장에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 의문이 주 관심이 되고 있다 (Hartnoll, 1980 ; 1982).

이러한 絕對成長의 문제 뿐만 아니라 成長에 따른 몸체 주요 部位의 相對成長도 대단히 重要하며, 특히 性的分化에 따른 相對成長의 變化는 이들의 生活史 규명에 필수적인 자료가 된다 (Huxley, 1932 ; Teissier, 1960). 계류의 綜合 生物學的인 이해를 위하여서는 生活史 중에서 특히 幼生發生, 性分化, 分布, 成長 등이 필수적으로 究明되어야 한다. 이러한 研究들은 幼生들과 成體에 가까운 크기의 個體들을 現場에서 採集하여 얻어진 자료들에 근거한 것들이 大部分이며 (Guyselman, 1953 ; Bliss and Boyer, 1964 ; Haley, 1969 ; Klein Breleter, 1975a, b), 초기 저서 생활기의 소형 개체들의 採集이 거의 不可能하기 때문에 生活史 초기 단계의 자료 부족으로 인하여 採集된 자료의 解析이 不充分한 것이 사실이다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 幼生期부터 成體단계까지 실험실에서 個別 飼育한 자료들에 의하여 全生活史에 對한 把握과 특히 사육된 개체들의 成長 자료에 근거하여 현장에서 채집된 자연산 개체들의 성장 자료를 보완 해석하는 방법이 최근에 數種의 계에서 행하여지고 있다 (Mohamedeen, 1984).

범게, *Orithyca sinica* (Linnaeus)는 범게과에 속하는 단일속의 단일종으로 世界的 稀貴種이며 韓國西海岸 中北部(全北 扶安) 이북에서 중국 발해만 연해까지 分布하며 淺海의 모래나 진흙등의 바닥에 서식하는 黃海의 固有種이다 (Sakai, 1935 ; Shen, 1932 ; Kamita, 1941 ; Kim, 1973). 이러한 범게에 관한 연구는 드물며, 우리나라 西海岸에 서식하는 범게에 관해서는 분포 (Kim, 1973), 초기발생 (Hong, 1976), 卵巢重量(Kim, 1983)등의 보고가 있을 뿐이다. 그러므로 本 研究는 범게의 生活史 및 生態의 종합적인 理解를 위하여 幼生期부터 Crab 제 13令期까지 약 540여일간 個別飼育한 자료와 現場에서 採集된 自然產 자료들에 의하여 범게의 生活史, 成長 및 個體群의 生態的 要素들을 研究하였다.

II. 材料 및 方法

1. 材 料

本 研究에 使用한 범게, *Orithya sinica* (Linnaeus)는 1985년 4월부터 1986년 11월에 걸쳐 每月 전북 옥구군 옥도면 오식도리 근해 (Fig. 1)에서 beam trawl에 의하여 採集하였다.

幼生の 個別 飼育을 위하여 實驗에 使用한 抱卵한 암컷은 1986년 9월 7일에 漁獲된 것 중에서 抱卵한 암컷 20마리를 採取하여 實驗室로 옮겨와 10 l의 원형유리 수조의 20°C 海水에서 個別 飼育하며 每日 充分한 먹이를 공급하고 아울러 aeration을 하면서 부화시까지 飼育 管理하였다. 그 중 9월 15일 1마리의 암컷 (甲幅: 65.4 mm; 甲長: 64.2 mm)에서 約 500 마리의 幼生이 孵化하였다.

2. 方 法



1) 個體의 測定

各 個體마다 甲幅, 甲長을 Vernier caliper로 測定 하였고 (Fig. 2), 體重과 生殖腺 重量은 10 mg 감도의 저울로 平량하였다.

生殖腺 熟度指數는 (生殖腺重量/體重)×100 으로 하였다.

抱卵數는 甲幅 55.0~79.5 mm되는 암컷 70尾를 대상으로 腹部附屬肢剛毛에 있는 抱卵된 卵를 採取하여 진공 pump를 利用하여 脫水한 후 測定하였다. 各 個體의 抱卵된 卵을 40~50 mg씩 4~5回 無作爲抽出하여 1 mg감도의 직시천칭으로 平량하고, 그 卵數를 計數한 산술 平均값을 總 抱卵 重量으로 환산하여 個體當 抱卵數로 하였다.

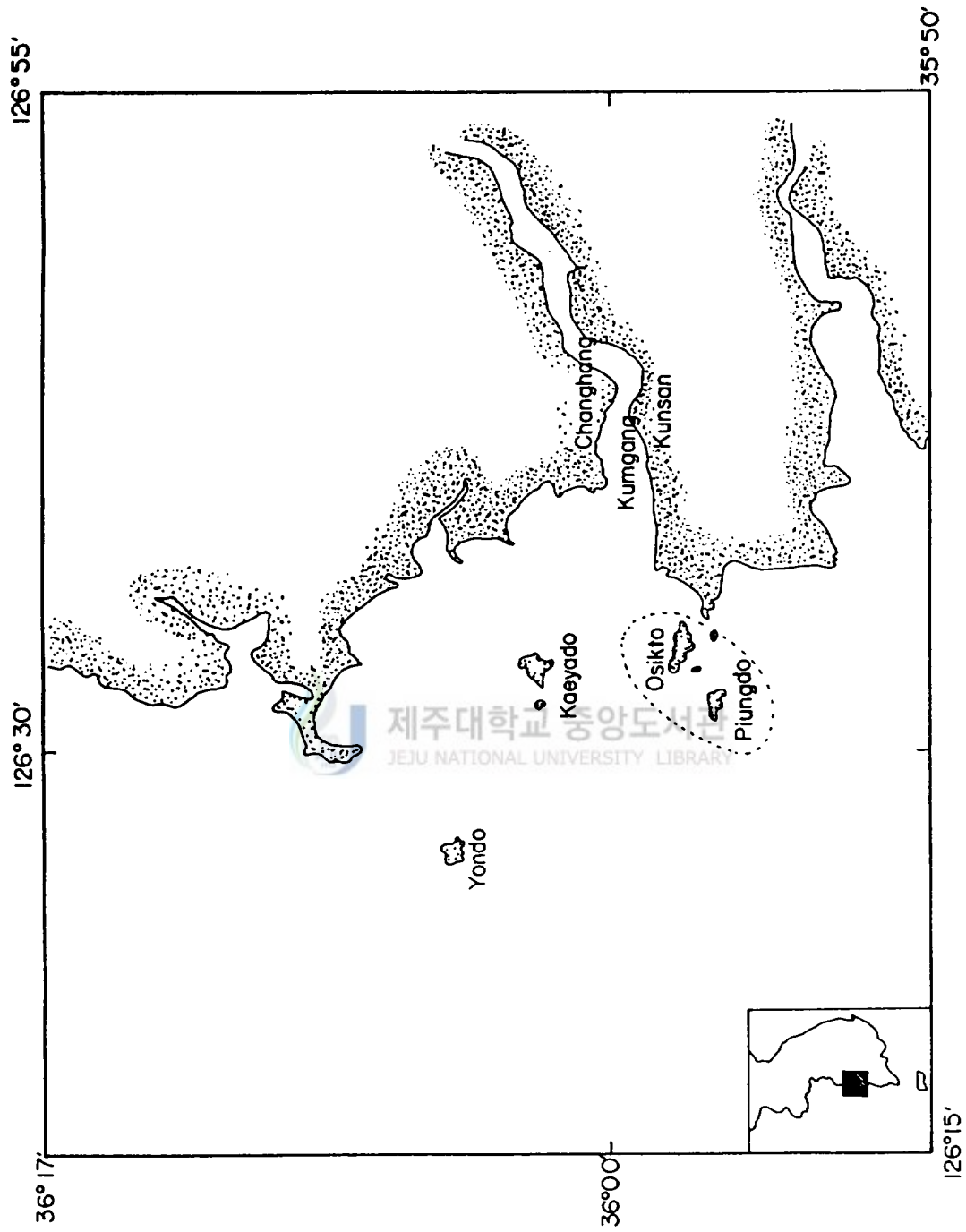


Fig. 1. Map showing the sampling station of *Orithya sinica*.

卵徑의 測定은 抱卵된 各 個體에서 약 300粒씩 無作爲抽出하여 실체 현미경 40 배로 鏡檢하여 micrometer로 計測하였다.

2) 幼生の 飼育

孵化한 幼生中에서 活潑한 個體 90마리를 擇하여 1986년 9월 15일 부터 1988년 3월까지 室溫範圍 11.0~27.7 °C (平均 18.3±4.73 °C)에서 30마리, 그리고 20 °C로 조절된 飼育室에서 60마리를 鹽分농도 31~33 ‰(平均 32.15±1.05 ‰)에서 飼育하였다. 氣溫과 室溫의 測定은 Pen Writing type (GH222,000) 自動記錄水溫計를 使用하여 측정하였다.

飼育에 使用한 용기는 Zoea, Megalopa, Crab 2기 까지는 Costlow and Bookhout(1959), Rice and Williamson (1970), Mohamedeen (1984) 등이 使用한 프라스틱 칸막이상자 (크기 : 32×22×6 cm의 5.3×5.3×5.3 cm, 100 ml 용량의 칸막이 24개)를 使用하여 個別飼育하였다. 칸막이에 공기는 직경 5 mm PVC관에 주사바늘을 附着하여 압축공기를 부드럽고 일정한 흐름으로 물의 표면에 분사하였다.

Crab 3期에서 6期까지는 300 ml 용량의 원형유리수조에 個別수용하였고, Crab이 成長함에 따라 Crab 7期에서 10期까지는 1.5 l, Crab 11期 以後는 5 l의 원형유리수조에 넣고 aeration을 계속하면서 個別飼育하였다.

海水는 어미게를 捕獲한 오식도 근해에서 수송하여 온것을 濾過하여 飼育水로 使用하고 물갈이는 每日하였다. 每日 남은 飼料과 죽은 個體및 脫皮殼을 들어내고 아스피렛으로 물을 吸入하여 내며 同時에 飼育水와 同一한 溫度로 유지된 신선한 海水를 적당한 량을 채워 넣은 후 신선한 飼料를 同時에 供給하여 주었다.

幼生の 飼料는 Zoea, Megalopa, Crab 5期 까지는 孵化한 *Artemia nauplii*를 투여하였고, Crab 6期에서 8期까지는 바지락(*Tapes japonica*)의 肉質을 細切한 것과 *Artemia nauplii*를 함께 使用 하였으며, Crab 9期 이후에는 바지락의 肉

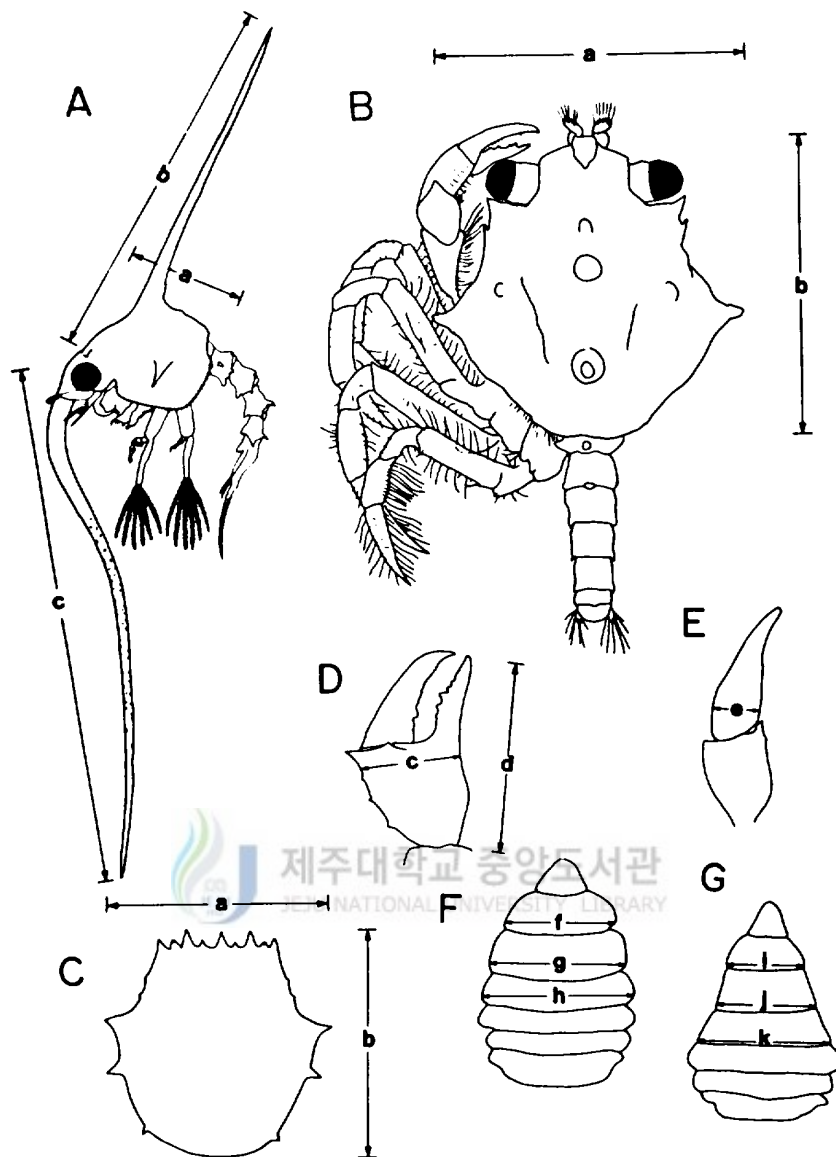


Fig. 2. Dimensions measured

A. Zoa

a : Carapace length ; b : Dorsal spine length c : Rostral spine length

B. Megalopa

a : Carapace width b : Carapace length

C~G. Crab

a : Carapace width b : Carapace length c : Chelar breadth

d : Chelar propodus length e : Chelar depth

f~h : Maximum width of 6th, 5th and 4th abdominal segment of female specimen

i~k : Maximum width of 6th, 5th, and 4th abdominal segments of male specimen.

質만으로 每日 午後 5~6시경 투여하고 남은 찌꺼기는 다음날 아침에 제거하여 주었다.

3) 幼生の 測定

幼生の 크기와 令期 (instar)의 期間을 調査하였고, 幼生の 크기를 Zoea기는 탈피잔해가 아닌 幼生을 測定하였다. 測定方法은 depression slide에 幼生을 포함하여 물을 넣고 幼生이 刺戟을 받지 않도록 最小限의 짧은 時間에 실제 현미경하에서 micrometer로 甲長 (Fig. 2 A a), 背棘(Fig. 2 A b), 額棘(Fig. 2 A c)의 길이를 측정하였다.

Megalopa 와 Crab期는 脫皮殘骸를 실제동물의 代身으로 실제 현미경하에서 micrometer를 사용하여 測定하였으며 Crab 6期 이후에는 Vernier caliper로 甲長 (Fig. 2 C b) 甲幅 (Fig. 2 C a), 집게발의 길이 (Fig. 2 C d), 폭 (Fig. 2 C c), 깊이 (Fig. 2 C e)와 腹節의 각마디 (Fig. 2 C f~k)를 計測하였으며, 體重의 測定은 살아있는 Crab 1期부터 測定하였다.

이때 Crab 1期에서 3期까지는 depression slide에 幼生을 포함하여 물을 넣고 測定한 後 幼生을 제거하고 再測定하여 계산 하였으며, Crab 4期 이후에는 Crab의 水分을 吸水紙로 제거하고 最小限의 짧은 時間에 신속하게 처리하여 1 ㎍ 감도의 직시저울로 平량하였다.

Ⅲ. 結 果

1. 生殖巢의 成熟

2個年 동안에 걸쳐 採集된 全標本에 對하여 암컷과 수컷에서 甲幅 50 mm 이상의 個體들에서만 生殖巢를 분리 할 수 있었다. 甲幅을 5mm 간격으로 區分한 熟度指數 平均값의 月別變化 (Fig. 3)에서, 암·수 모두 50 mm 이하의 甲幅群은 年中을 통하여 熟度指數가 0.5를 넘는 것이 없었다.

암컷의 56 mm 이상의 개체들에서는 熟度指數가 4이상인 個體가 出現하고 있으나, 51~55 mm 인 體級에서는 月別平均 熟度指數가 3以下の 個體만 出現하고 있다. 따라서 51~55 mm 의 體級이 生物學的最少形으로 간주되며, 產卵에 主로 참가하는 群은 60 mm 以上の 個體들로 推定할 수 있다. 수컷의 경우에도 56~60 mm 를 生物學的最少形으로 간주할 수가 있다. 암컷의 產卵群에 참가하는 個體에서는 4월 부터 熟度指數가 增加하기 시작하여 7월경에 peak로 나타나고, 그 後 서서히 감소하여 11월경에 最小值를 나타내었다. 特히 甲幅 66~70 mm 群에서 7월경에 peak와 10월경에 작은 mode가 나타났고 甲幅 76~80 mm 群에서는 7월경에 peak 와 9월경에 mode가 나타났다. 따라서 56 mm 以上の 全個體들에 對한 熟度指數의 月別 平均값은 56~80 mm 甲幅群의 값과 거의 같은 값을 나타내고 있음을 알 수 있다.

수컷의 61mm 以上에서 個體의 月別 熟度指數變化를 보면 4~5월 부터 서서히 增加하기 시작하여 10월경에 peak에 達하고 以後 감소하여 11월경 熟度指數 1.0 以下の 낮은 값으로 되었다.

平均熟度指數가 어느 정도의 값에 도달하였을 때를 成熟期로 볼 것인가는 不明確하지만 熟度指數의 平均值가 4.0을 넘는 時期는 암컷에서는 6월 以後이며 熟度指數의 最大值는 7월에 出現한다 (Fig. 4). 수컷의 경우는 7월부터 熟度指數가 높은 個體들이 出現하고 이들은 10월까지 계속되어진다.

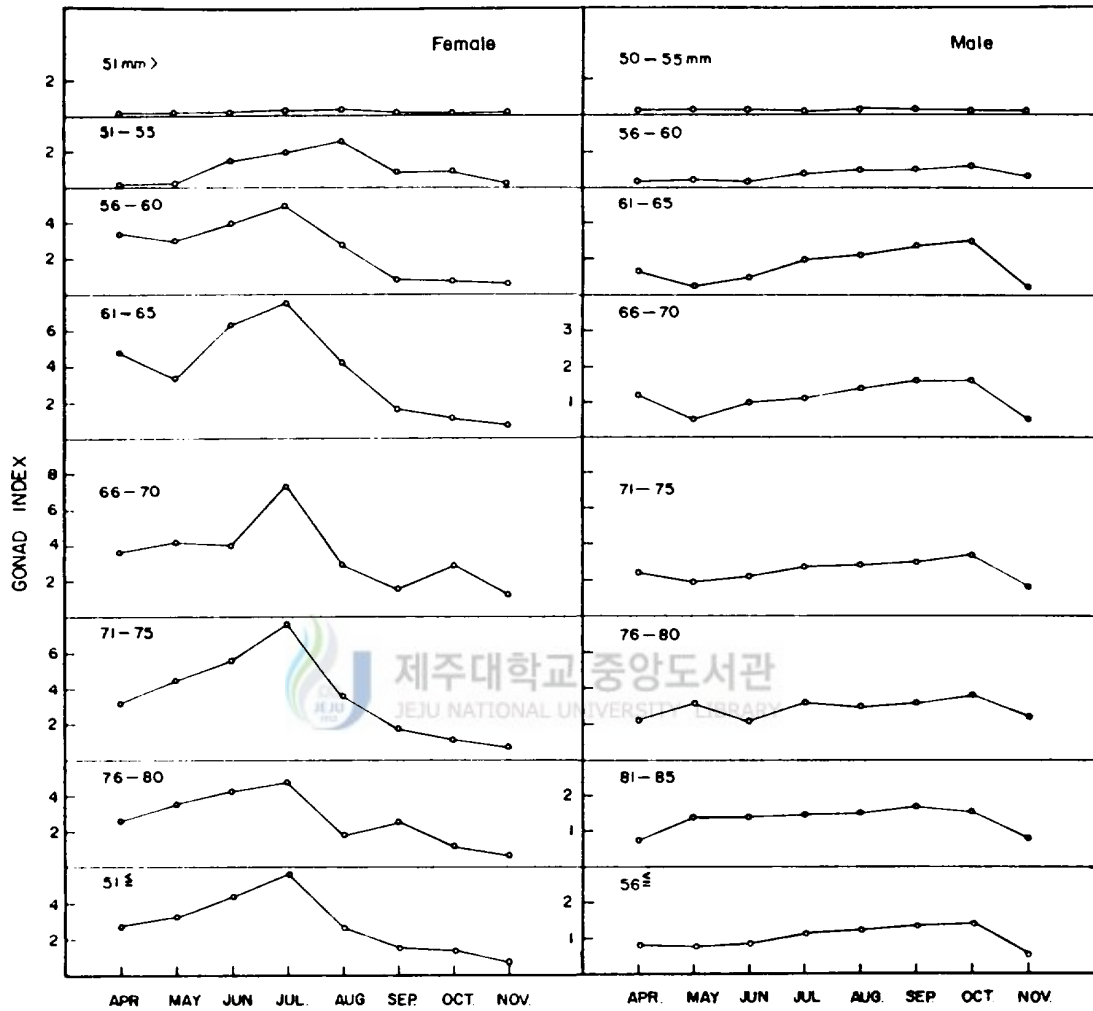


Fig. 3. Monthly change of mean gonad index of *Orithya sinica* by carapace width class during 1985-1986.

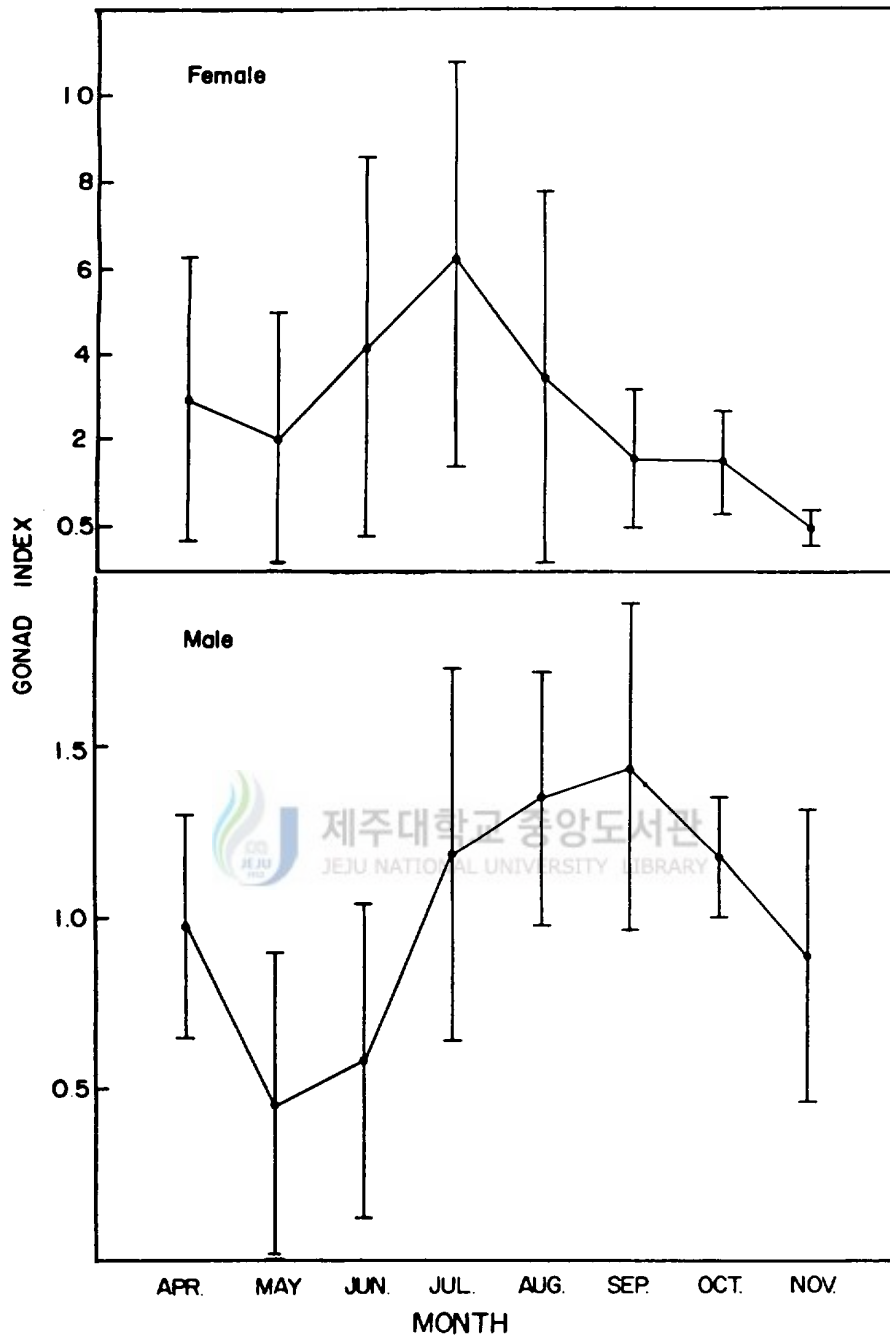


Fig. 4. Monthly change of gonad index of *Orithya sinica* during 1985-1986.

수컷의 경우는 7월부터 熟度指數가 높은 個體들이 出現하여 10월까지 계속 增加하여 10월에 最大값을 나타낸다. 즉 암컷은 7월에 수컷은 9월에 最大값을 나타낸다. 그러므로 암컷보다 수컷이 2개월 정도 늦게 成熟個體들이 出現한다.

全標本에 對하여 51 以上되는 全個體의 熟度別 出現尾數의 月別 變化를 보면 (Fig. 5), 암컷의 경우 4월경 부터 熟度指數가 높은 個體들이 出現하고 7월에는 熟度指數가 4.0 以上을 넘는 個體들이 68%를 차지 하지만 8월 以後는 熟度指數가 높은 個體數가 점차 減少하고, 9월 以後에는 熟度指數가 높은 個體數는 極히 적으며 11월 以後 3.0을 넘는 個體들은 全然 보이지 않았다.

이러한 結果는 成熟과 抱卵個體의 出現時期와 일치함을 알 수 있다.



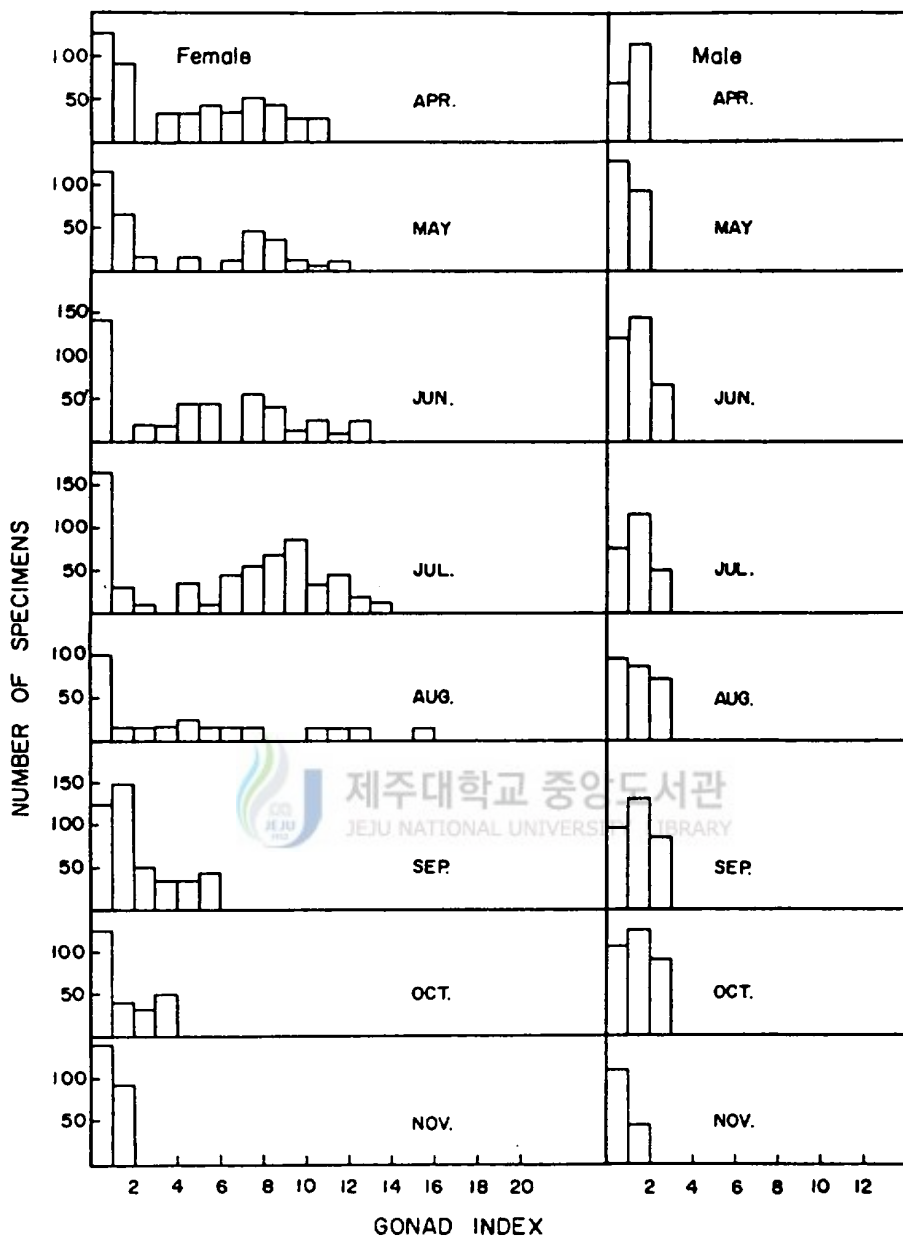


Fig. 5. Frequency distribution of gonad index of *Orithya sinica* by number of specimens during 1985~1986.

2. 抱卵 生態

甲幅과 卵巢重量의 관계를 보면 (Fig. 6), 甲幅 55 mm 以下 개체들에서는 卵巢의 重量이 0.5 g 以下로 成熟程度는 가장 낮았으며 55 mm 以上에서는 個體에 따라 1.0 ~ 15.9 g 으로 變動이 컸다. 甲幅과 卵巢重量의 관계에서 甲幅 55 mm 를 前後로 하여 成熟이 뚜렷이 區分되며 卵巢重量이 7월에 甲幅 68.8 mm 에서 15.9 g 으로 最高였다.

抱卵群의 出現도 甲幅 55 mm 를 境界로 區分되며 主 抱卵群의 甲幅範圍는 55~70 mm 였다. 또한 甲幅이 增加함에 따라 卵巢의 重量은 7월까지는 增加하는 傾向이었으나, 大型級群에서는 그 重量이 減少하였다.

그러나 抱卵한 個體들의 74.6% 以上이 甲幅 62.0~68.0 mm 範圍의 암컷들이 었으며, 그 크기 group을 主産卵群으로 볼 수 있다. 甲幅이 70 mm 以上 큰 암컷들은 단지 全 個體群의 4.8% 程度만이 抱卵하고 있음을 알 수 있다.

卵巢重量의 變化는 抱卵과 연관되어 지며, 抱卵과 더불어 卵巢重量은 급격히 減少한다.

抱卵 個體들의 出現과 卵巢重量의 月別變化를 보면 (Fig. 7), 6월 하순에 극소수의 抱卵한 個體들이 나타나기 시작하여 9월 중순과 10월 중순에 가장 많이 抱卵한 암컷들이 出現하고, 以後 점점 減少하며, 11月初旬까지 抱卵한 個體들이 採集된다.

抱卵數는 甲幅의 크기에 따라 增加하며 甲幅 70.0 mm 以上에서는 다시 減少하는 傾向 이었다(Fig. 8). 抱卵한 암컷의 最小크기인 甲幅 56.0 mm 個體의 경우 抱卵數는 390×10^2 粒였으며, 포란한 암컷의 最大 크기인 甲幅 79.5 mm 個體에서 抱卵數는 530×10^2 粒이었다(Fig. 9). 그러나 最大抱卵數는 甲幅 68.8 mm 의 암컷에서 1073×10^2 粒이었다. 抱卵個體의 平均甲幅은 63.6 mm, 平均抱卵數는 542×10^2 粒이었다.

卵의 形象은 球形이었고, 卵徑의 크기별 分布는 Fig. 9에서 보는 바와 같다. 抱卵初期 卵의 경우 平均卵徑 712 μm (543~913 μm) 이었다.

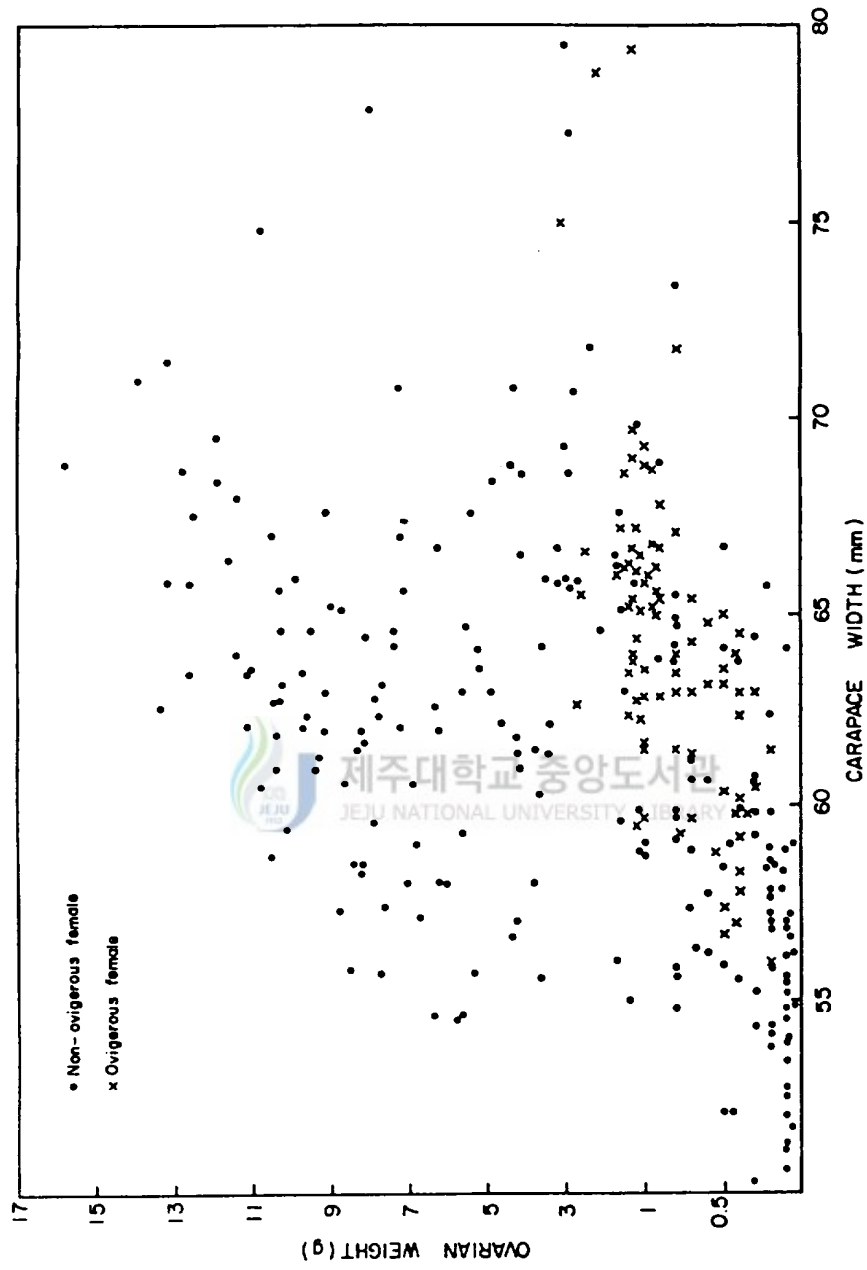


Fig. 6. Relationship between ovarian weight and carapace width of the ovigerous and non-ovigerous females of *Orithytia sinica* during 1985~1986.

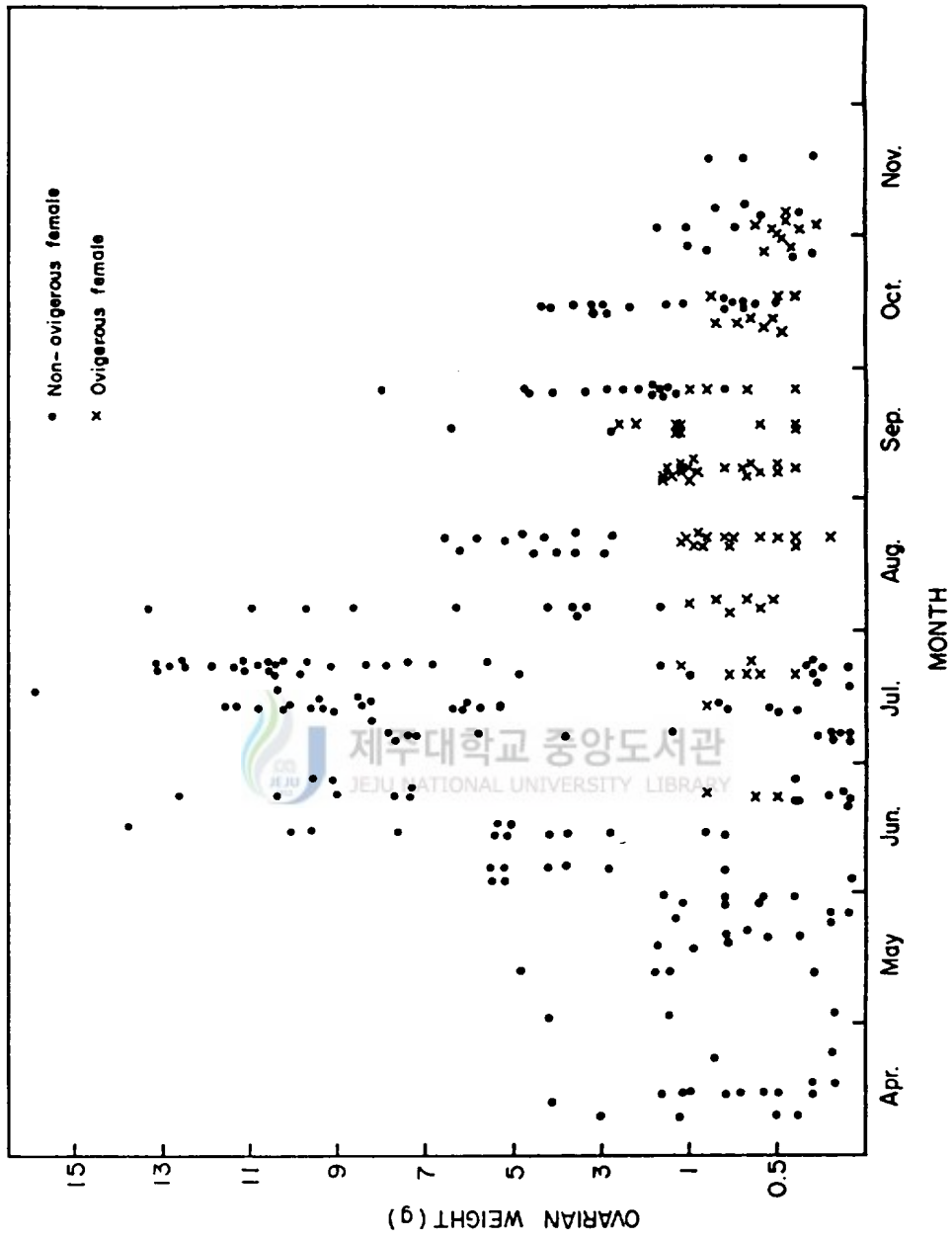


Fig. 7. Monthly distribution of ovarian weight of *Orithya sinica* during 1985~1986.

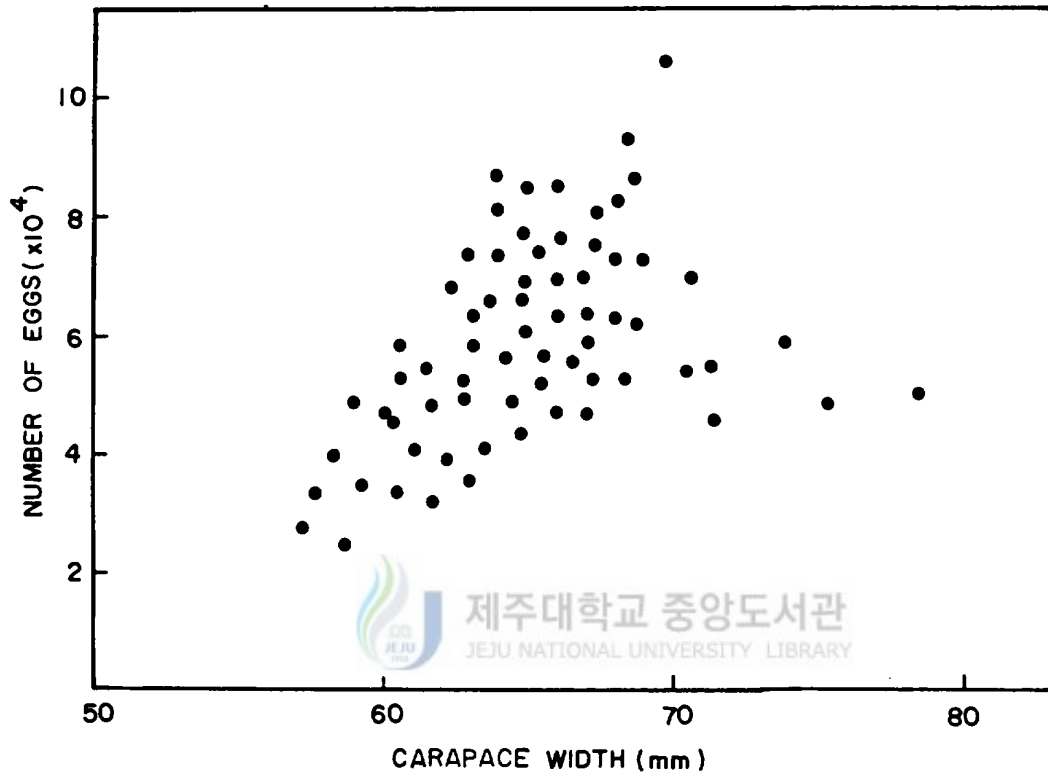


Fig. 8. Relationship between number of eggs and carapace width of *Orithya sinica* during 1985~1986.

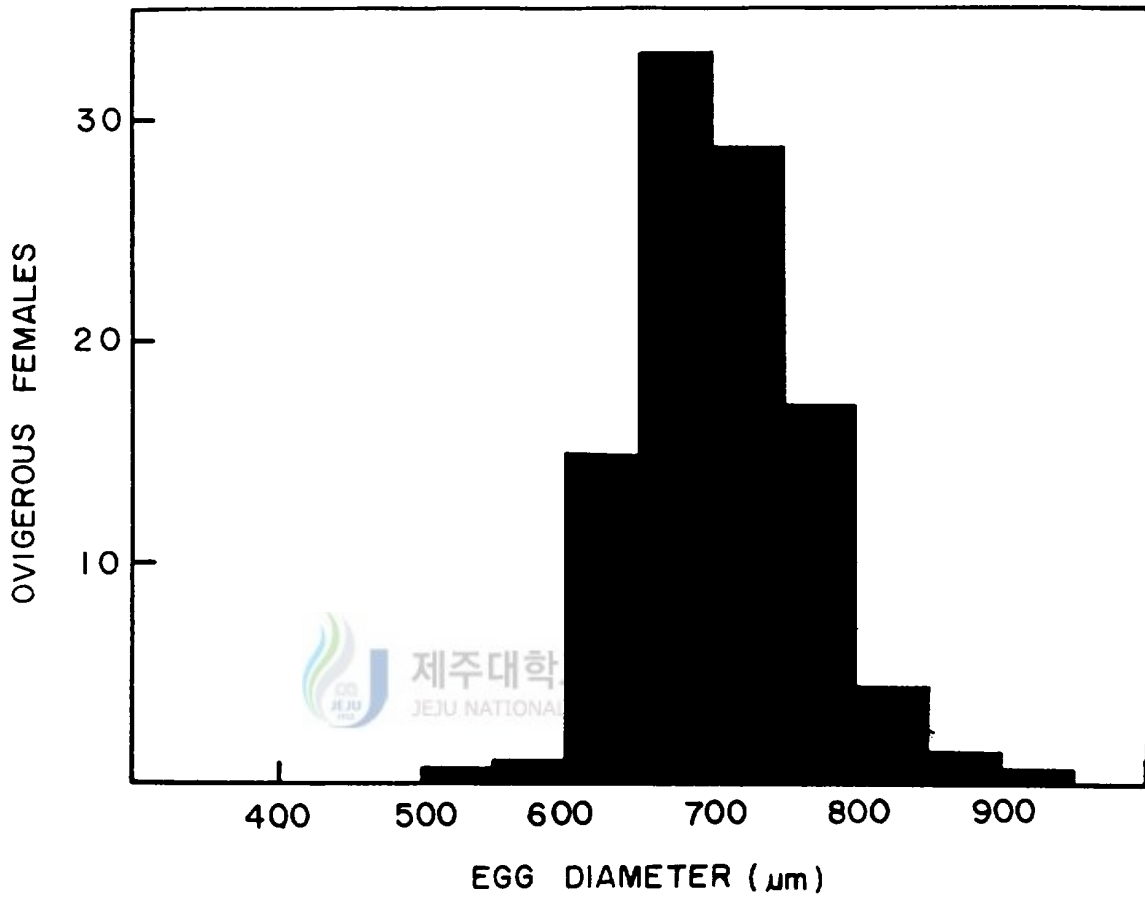


Fig. 9. Frequency distribution of egg diameter of *Orithya sinica* during 1985~1986.

3. 脫皮 및 成長

1) 發生 및 形態變化

1986年 9月 15日 한마리의 암컷에서 孵化한 幼生을 個別飼育한 結果 3期の Zoea 幼生과 1期の Megalopa 幼生을 거쳐 Crab期로 發生하였다. 幼生期の 發生 및 主要 形態變化는 다음과 같다.

(1) 제 1 조에아 (First Zoea) (Fig. 10 A, D, F)

幼生期間 : 5.8日 (4~9日)

甲殼長 : 1.2 mm (1.08~1.26 mm)

甲殼은 額棘, 背棘, 側棘을 가진다 (Fig. 10 A,D). 額棘은 매우 길며 基部는 휘어져 있고, 후반 半節은 直線的이다. 背棘은 거의 끝다. 甲殼의 후연변에는 가는 융모들이 나있다. 눈은 部分的으로 甲殼에 融合되어 있다.

腹部는 5개의 腹節과 尾節로 되어있다 (Fig. 10 F). 제 2 腹節은 양쪽에 中央側突起를 가지며, 3~5腹節은 側後部에 예리한 側突起를 가진다. 4~5腹節의 등후부에 예리한 中央突起를 가진다.

2~5腹節의 등후부 말단부에는 한쌍의 剛毛가 나있다. 尾節의 중앙연변은 파여진 삼각형이며 尾棘은 길고 基部에 3개의 小棘이 있다. 尾節의 중앙연변에는 4쌍의 잔 가시가난 긴 棘突起를 가진다.

大顎에는 突起가 없고, 제 1顎脚의 外肢에는 4개의 유영모가 있으며, 內肢는 5마디로 되어 있고, 각 마디에는 2-2-1-2-5의 剛毛가 나 있다.

제 2顎脚의 外肢에는 4개의 유영모가 있으며, 內肢는 3마디로 되어 있고, 각 마디에 0-1-4개의 剛毛가 나 있다.

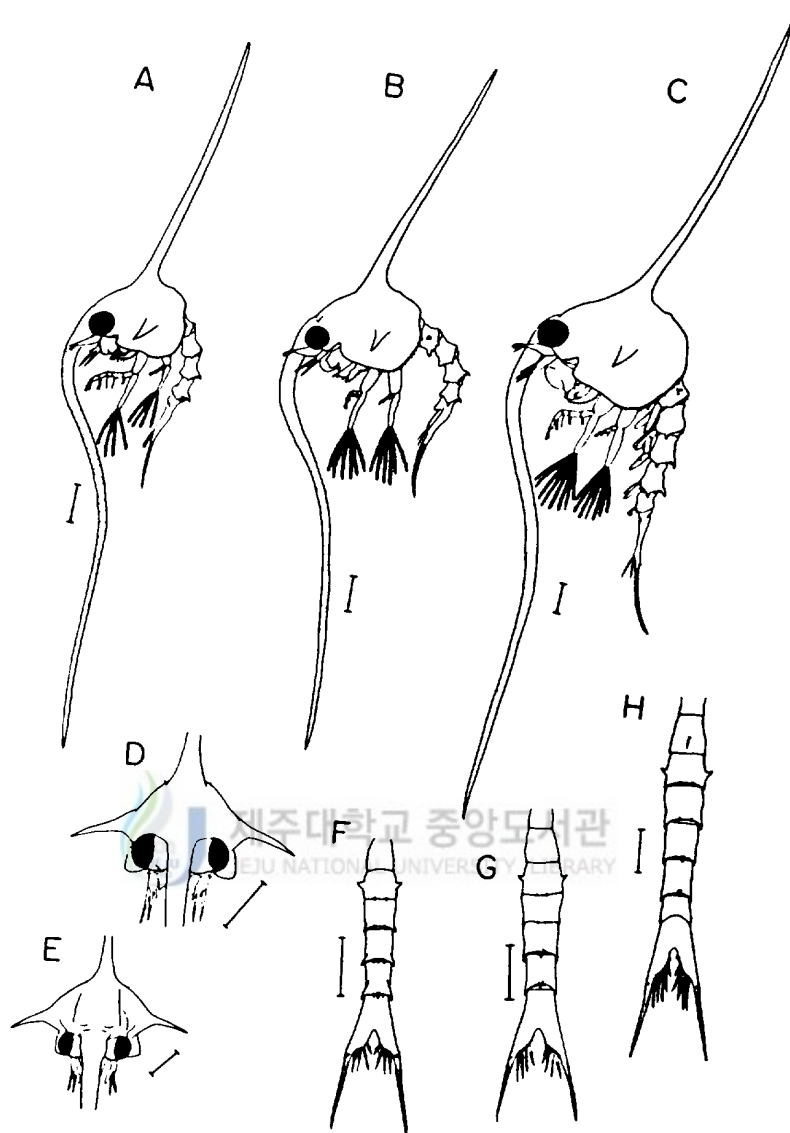


Fig. 10. Zoal stages of *Orithyia sinica*

A : Lateral view of first zoea ; B : Lateral view of second zoea ;
 C : Lateral view of third zoea ; D : Frontal view of first zoea ;
 E : Frontal view of second zoea ; F : Dorsal view of abdomen of first zoea ;
 G : Dorsal view of abdomen of second zoea ; H : Dorsal view of abdomen of
 third zoea. Bar scales represent 0.5 mm.

(2) 제 2 조에아 (Second Zoea) (Fig. 10 B, E, G)

幼生期間 : 6.26日 (4~8日)

甲殼長 : 1.59 mm (1.44~1.74 mm)

大部分의 특징은 1기 Zoea 幼生과 같으며, 다음과 같은 變化들이 있다.
눈은 甲殼에서 분리되어 眼柄을 가진다 (Fig. 10 B, E). 腹部的 尾節은 중앙연변에 4쌍의 긴 棘突起이외에 3~4개의 小棘들을 가진다 (Fig. 10G)
제 1~2顎脚의 外肢는 各各 6개의 긴 유영모가 있다.

(3) 제 3 조에아 (Third Zoea) (Fig. 10 C, H)

幼生期間 : 6.86日 (5~11日)

甲殼長 : 2.24 mm (2.08~2.42 mm)

大部分의 특징은 2期 Zoea 幼生과 같으나 다음과 같은 變化들이 있다.
腹節은 6腹節과 尾節로 되어 있고, 2~6腹節의 腹部에는 游泳肢의 原基가 나타난다. 1腹節의 背部中央에 1개의 剛毛가 있다. 腹部 尾節의 尾棘基部에는 1개의 小棘이 있으며, 尾節의 中央緣邊에는 5쌍의 긴 棘突起이외에 4개의 小棘들을 가진다. 第一觸角에는 小突起가 나타나며, 大顎에는 大顎突起가 나타난다. 第1~2顎脚의 外肢에는 各各 8개의 긴 유영모가 있다.

(4) 메가로파 (Megalopa) (Fig. 11 A)

幼生期間 : 5~13日 (8.81日)

甲 幅 : 2.85 mm (2.58~2.99 mm)

甲 長 : 2.84 mm (2.58~2.99 mm)

몸은 투명한 주홍색이며 붉은 반점들이 몸의 전표면에 산재해 있다. 額棘은 뭉뚝하며 약간 아래로 휘어있으며 눈 뒷가시는 크고 날카롭다. 各肢의 末節은 크고 뭉뚝하며 甲殼의 중앙선 위에 세개의 등突起가 있다.

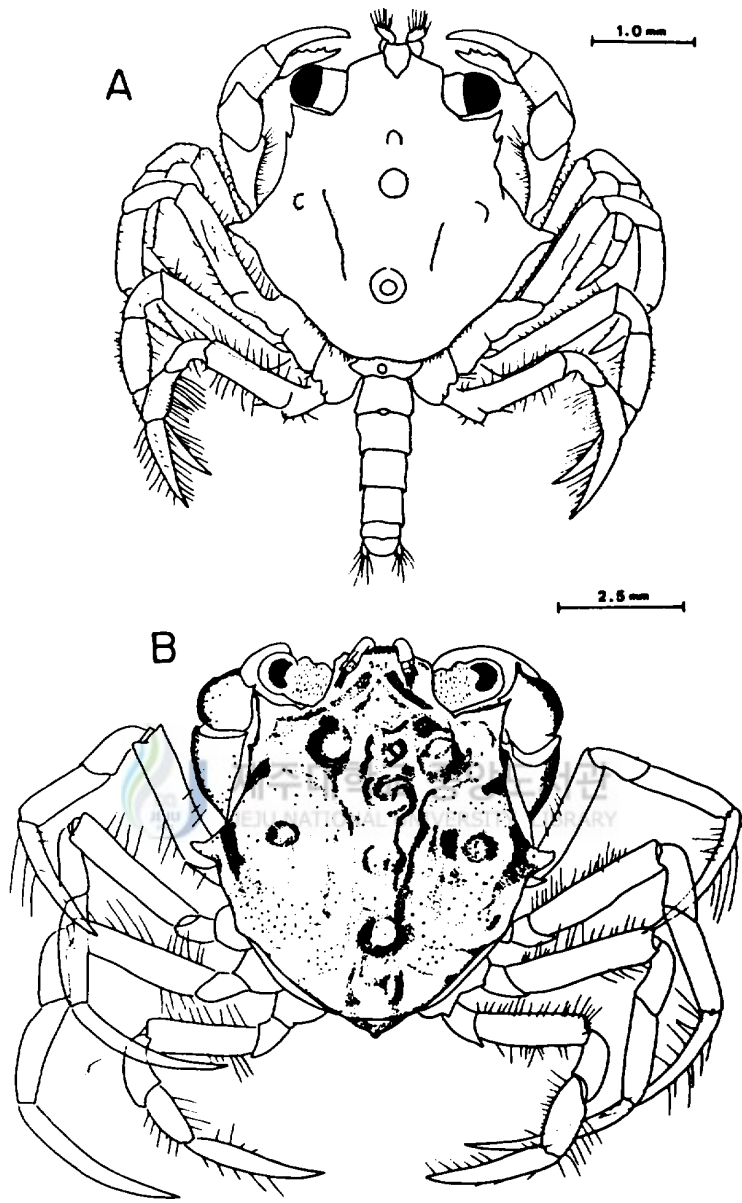


Fig. 11. *Orithyia sinica*.
A : Megalopa ; B : First crab

오각과 步脚은 잘 발달하고 가는 용모들로 덮여 있다. 腹部는 6개의 腹節과 연변이 둥근 尾節로 되어 있으며 游泳枝는 잘 발달되어 있다.

(5) 제 1 稚 蟹 (First Crab) (Fig. 11 B)

幼生期間 : 9~15日 (10.6日)

甲 幅 : 3.67 mm (3.33~3.92 mm)

甲 長 : 3.64 mm (3.33~3.92 mm)

몸은 황색이며 흑색과 갈색의 반점들이 몸의 全表面에 산재하며, 步脚에는 어미와 같이 얼룩무늬가 있다. 甲殼은 방패모양이며 눈 뒷가시는 크고 날카롭고 갑각의 側殼은 뭉툭하다. 步脚들에는 가는 용모들로 덮여있으며 腹部는 흉부의 背面으로 꼬부라져 있다.



2) 期別脫皮間隔期間 (Intermolt period)

각 幼生期別 脫皮間隔期間은 幼生の 탈피가 진행됨에 따라 일반적으로 길어지는 경향이다 (Table 1, Fig. 12).

20 °C의 경우, Zoea 1~3 期の 平均期間은 各各 6.6日, 7.1日 및 7.7日이 있으며, Megalopa의 平均 脫皮間隔期間은 8.8日이었다. 그리고 Zoea 1期에서부터 Megalopa期 까지 全 幼生期間의 平均期間은 30.3日 이었다.

幼生飼育期間中 室溫의 변화는 Fig. 13과 같으며 그 범위는 21~24 °C로서 평균 수온은 20°C보다 높았다. Zoea 1~3期 및 Megalopa期の 경우 脫皮間隔期間은 各各 5.1日, 5.4日, 6.0日과 6.8日로 各期마다 20°C의 경우 보다도 약 1~2日間씩 短縮되었다. 따라서 Zoea 1~Megalopa期까지의 平均期間은 20°C의 경우보다 約 1週日이 짧았다.

稚蟹의 脫皮間隔期間은 20°C 區間에서의 경우 脫皮間隔期間은 Crab 1期에서 平均 10.6日로 始作하여 Crab 13期の 平均 152.6日까지 增加하였다 (Fig. 12).

그러나 Crab 6, 7期에서 減少하였다가 Crab 8期부터 다시 增加하는 것이 주목할 만하다. 室溫 (11.0~27.7°C)에서는 脫皮間隔期間의 變動은 結果의으로는 Crab 12期까지 增加하였으며, 20°C의 結果와 같은 경향을 보였다 (Fig. 12). 그러나 Crab 4~6期の 脫皮間隔期間은 平均40~56日로 길었으며 이는 特히 低水溫期 (Fig. 13)에 해당되며, 그 후 Crab 8期까지 減少하였다가 다시 增加하는 양상을 보였다.

兩 溫度 區間에서 飼育된 稚蟹期の 脫皮間隔期間의 變化는 Fig. 14, Table 1.과 같다. 變化의 양상을 Fig. 14의 兩對數 그래프에서 甲幅이 7.40 mm 程度크기까지는 급경사의 增加를 나타내었다가 甲幅 9.10 mm, 10.90 mm에서는 완만한 直線的인 增加가 보였고, 40mm以後 다시 급경사로서 增加하고 있다.

稚蟹期の 脫皮間隔期間을 性別로 分析한 結果 (Fig. 15, Table 1), 암·수에 있어서 위험을 0.01 에서는 유의성이 있었으나, 兩 溫度에 있어서는 유의성이 없었다 ($P>0.05$).

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

Instar	Temperature					
	20°C			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	10.04 ± 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 ± 1.81	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			

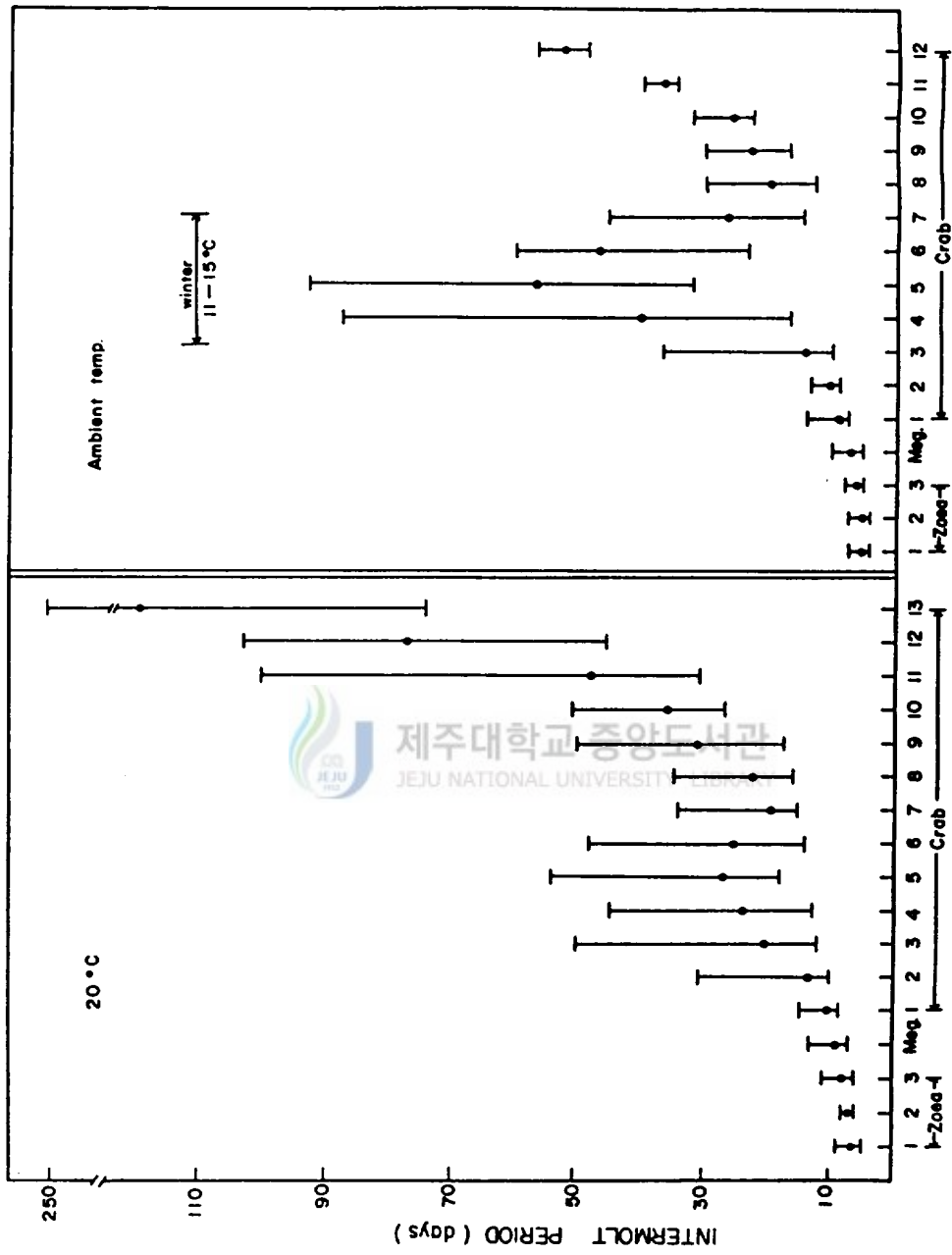


Fig. 12. Intermolt period (days) plotted against age (instars) of *Orithytia sinica* reared at 20°C and ambient temperature.

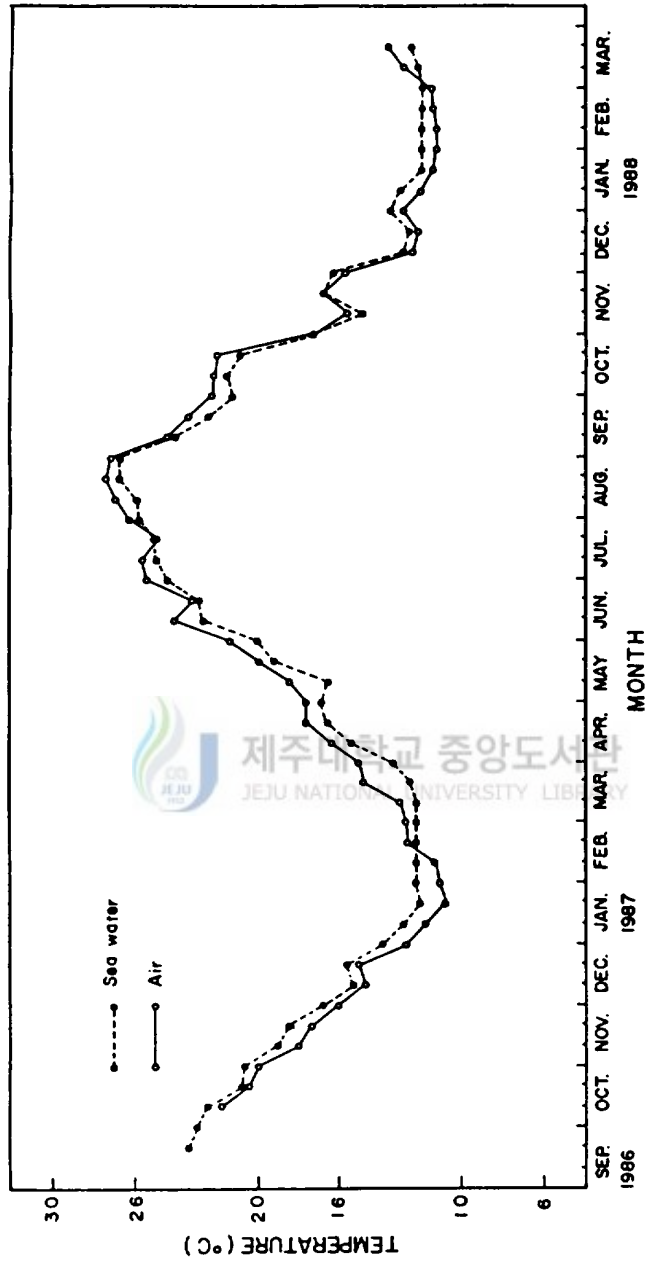


Fig. 13. Ambient temperature of air and water during the rearing of *Orithya sinica*.

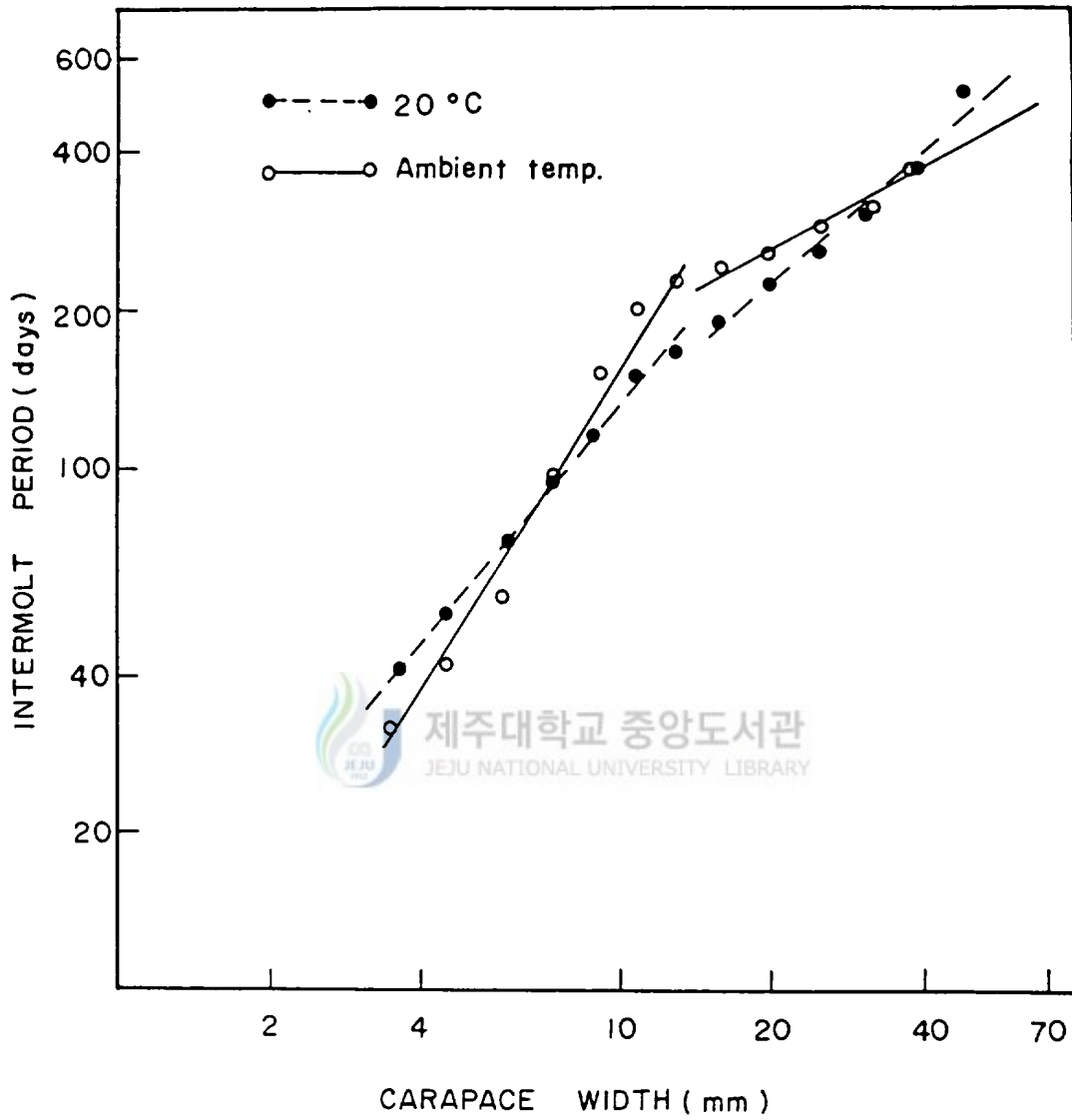


Fig. 14. \log_{10} intermolt period (days) plotted against carapace width of crab stage of *Orithyia sinica* reared at 20°C and ambient temperature.

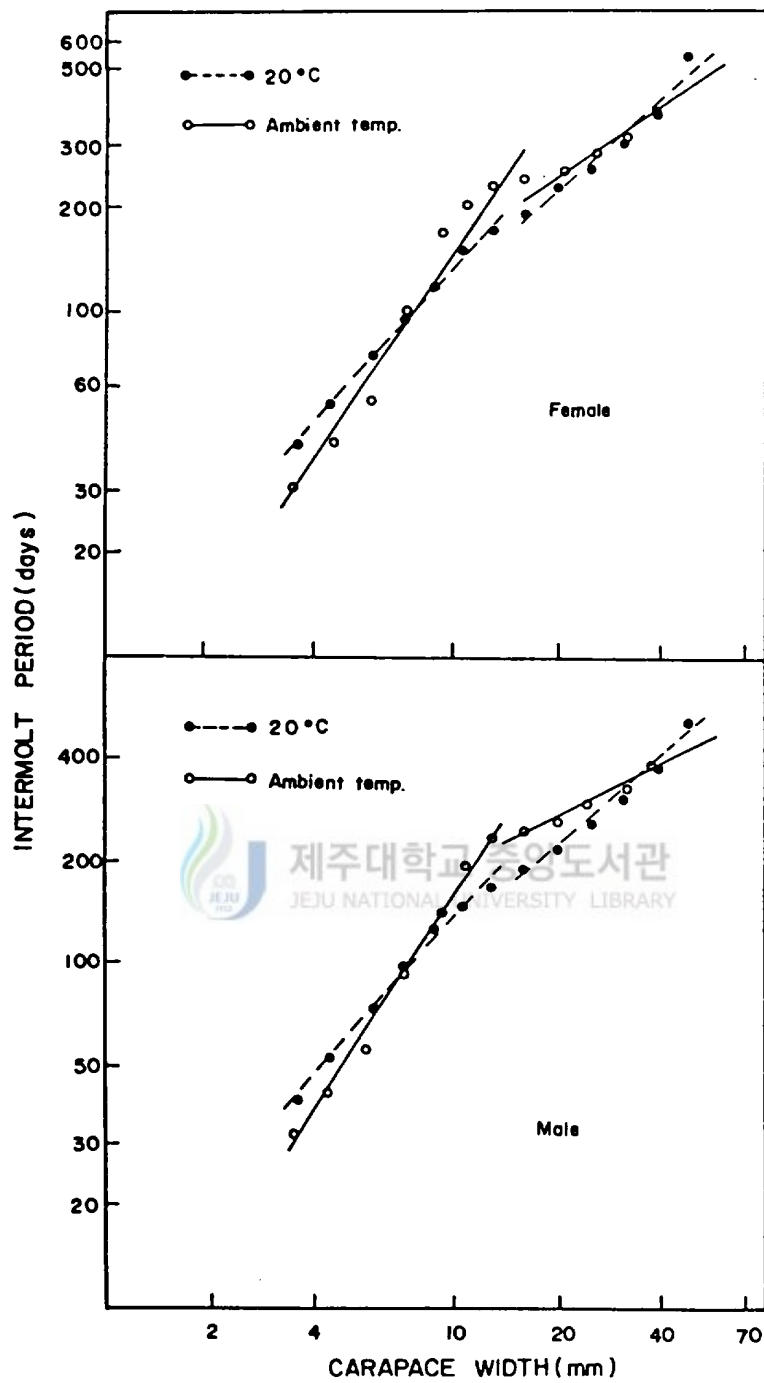


Fig. 15. Log₁₀ intermolt period (days) plotted against female and male carapace width of crab stage of *Orithya sinica* reared at 20°C and ambient temperature.

3) 生 殘 率 (Survival rate of instars)

Zoea 幼生은 水溫 20°C의 條件에서의 生殘率은, Zoea 1期の 60마리를 100%로 하였을 경우 期別 生殘率은 Zoea 2期和 3期에 各各 95%, 91.6%이며, Megalopa期에서는 86.6% (Fig. 16, Table 2) 였다.

室溫 平均 23.6°C (21.0~24.0°C)에서는 生殘率이 Zoea 2期~3期가 各各 86.6%, 83.3%, Megalopa가 80%로 兩者모두가 높은 生殘率을 나타내었다. 그러나 溫度 區間別로 볼때 20°C 溫度區間보다 室溫의 경우가 生殘率이 낮다. 20°C區間(Fig. 16, Table 2)의 경우 Crab 1期는 540여일간에 걸쳐 Crab 13期까지 總 45%의 生殘率을 보였다. 生殘率은 Crab 3期에서 Crab 6期에 급격히 減少하고 Crab 7期에서 부터는 期別 約 93%이상의 生殘率을 보였다.

性別 生殘率에는 性特性이 나타나는 Crab 1期에서 부터는 性別 生殘率을 산출 할 수 있었으며, 그 結果는 Fig. 17과 같다. Crab期の 性別 生殘率은 差異가 없어 보인다. 室溫區間에서 Crab 9, 10期를 前後하여 암·수의 生殘率이 반대로되는 것으로 보이나 이때의 生殘個體는 總 7마리 以下이므로 性別 生殘率을 다르다고 보기는 힘들다. 室溫區間 (11.0~27.7°C) (Fig. 17, Table 2)의 Crab 1期는 540여일간에 걸쳐 Crab 13期까지 總 10%의 生殘率을 보였다. 20°C 區間の 同一한 Crab 13期까지의 45%에 比較하여 볼때 대단히 낮은 生殘率이다. 生殘率의 變化는 암컷의 경우 Crab 4期에서 부터 Crab 11期까지, 수컷의 경우 Crab 3期에서 Crab 9期까지는 급격히 減少하는 경향을 보이며 그 以後부터는 生殘率의 變함이 거의 없다. 室溫 區間の 경우 급격한 生殘率의 減少는 12月末에서 6月末까지의 低水溫期에 해당된다 (Fig. 17).



Fig. 16. Survival rate of larval and crab instars of *Orithytia sinica* reared at 20°C and ambient temperature (Mean : 18.3°C ; Range : 11.0-27.7°C).

Table 2. Larval survival of *Orithytia sinica* reared at 20°C and ambient temperature

Instar	Temperature																		
	20°C							Ambient temperature											
	Female & Male		Female		Male		Female & Male		Female		Male		Female & Male		Female		Male		
	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	
Zoea 1	60	100																	
2	57	95																	
3	55	91.7																	
Megalopa	52	86.6																	
Crab 1	50	83.3	50	100	23	100	27	100	23	76.6	23	100	10	100	13	100			
2	50	83.3	50	100	23	100	27	100	23	76.6	23	100	10	100	13	100			
3	46	76.6	46	92	20	86.9	26	96.3	21	70.0	21	91.3	8	80	13	100			
4	40	66.6	40	80	17	73.9	23	85.2	17	56.6	17	73.9	6	60	11	84.6			
5	34	56.6	34	68	16	69.6	18	66.7	14	46.6	14	60.9	5	50	9	69.2			
6	31	51.6	31	62	14	60.9	17	62.9	11	36.6	11	47.8	3	30	8	61.5			
7	31	51.6	31	62	14	60.9	17	62.9	9	30.0	9	39.1	3	30	6	46.1			
8	31	51.6	31	62	14	60.9	17	62.9	9	30.0	9	39.1	3	30	6	46.1			
9	30	50.0	30	60	14	60.9	16	59.3	7	23.3	7	30.4	2	20	5	38.4			
10	28	46.6	28	56	13	56.5	15	55.6	6	20.0	6	26.1	2	20	4	30.7			
11	28	46.6	28	56	13	56.5	15	55.6	5	16.6	5	21.7	2	20	3	23.1			
12	28	46.6	28	56	13	56.5	15	55.6	3	10.0	3	13.0	2	20	1	7.6			
13	27	45.0	27	54	13	56.5	14	51.9											

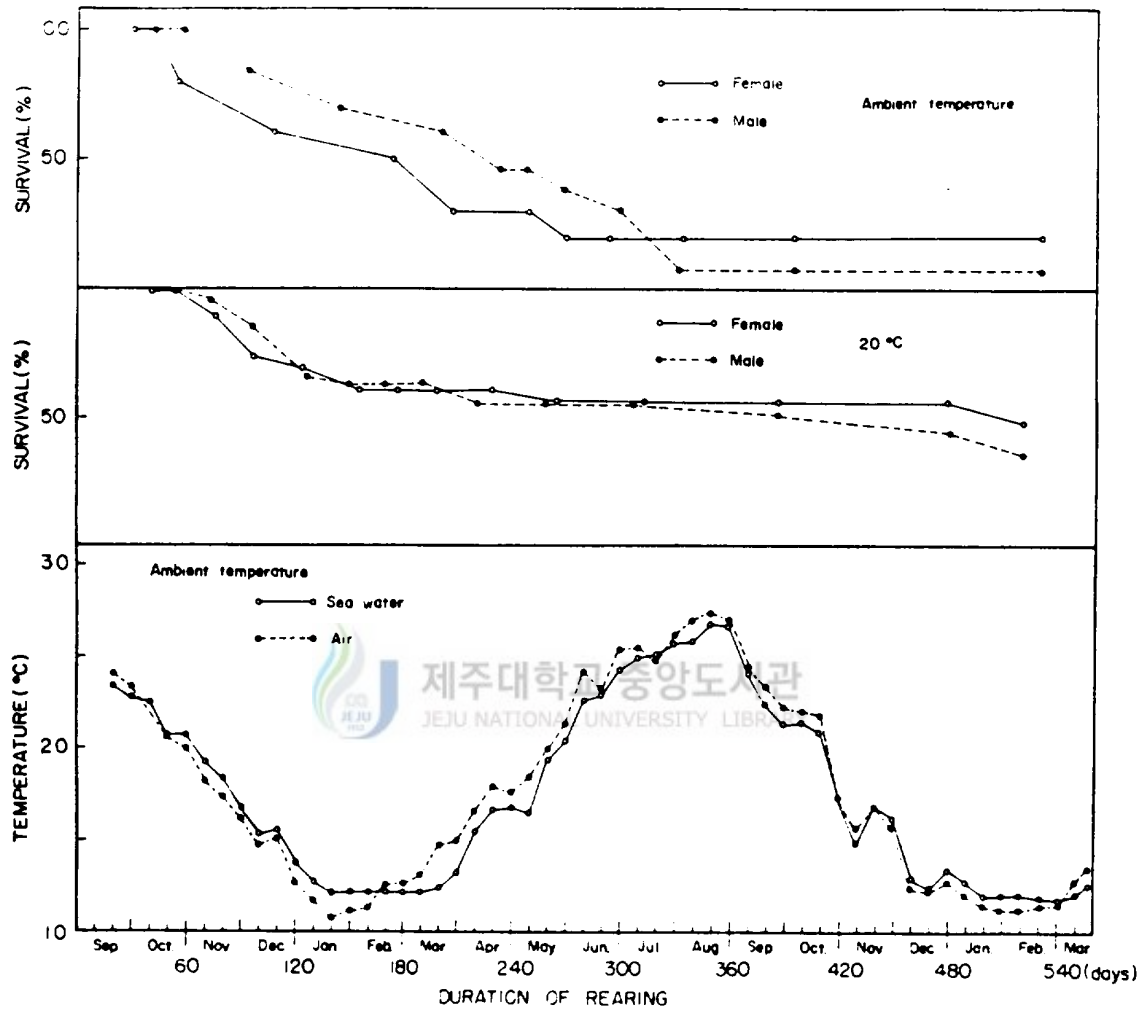


Fig. 17. Survival rate of crab instars of *Orithya sinica* reared at 20°C and ambient temperature (Mean : 18.3°C ; Range : 11.0–27.7°C). For reference the changes of ambient temperature were shown at the bottom.

Table 3. Mean carapace length, dorsal spine length, rostral spine length, lengths expressed as percentage of respective zoea 1 and percentage molt increment of larval stage of *Orithytia sinica* reared at 20°C and ambient temperature

Temperature	Instar	No	Survival	Mean + 95% C.L			% of zoea 1			% molt increment		
				Carapace L.	Dorsal S.L	Rostral S.L	C.L	D.S.L	R.S.L	C.L	D.S.L	R.S.L
20°C	Zoea 1	60	100	1.17 + 0.01	3.69 + 0.02	4.41 + 0.03	100	100	100	36.59	19.66	22.52
	Zoea 2	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
	Zoea 3	55	91.6	2.24 + 0.02	5.34 + 0.05	6.68 + 0.08	191.9	144.7	151.5			
	Meg. C.L	52	86.6	2.84 + 0.03			242.1					
Ambient temperature	Zoea 1	30	100	1.17 + 0.02	3.69 + 0.03	4.41 + 0.04	100	100	100	35.65	20.45	22.64
	Zoea 2	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
	Zoea 3	25	83.3	2.22 + 0.03	5.32 + 0.08	6.62 + 0.05	189.7	144.2	150.1			
	Meg. C.L	24	80.0	2.73 + 0.04			233.3					

C.L. : carapace length; D.S.L : dorsal spine length; R.S.L : rostral spine length.

4) 期別 크기 및 成長

(1) 幼生期の 크기 및 成長率

幼生の 크기는 各 令期數에 따라 계속 增加하므로 各 令期別로 甲長, 背棘長, 額棘長을 測定하였으며 그 結果는 Table 3와 같다.

Zoea 1期 幼生の 크기는 20°C와 室溫(21~24.0°C)區間에서 差異가 없었다. 그러나 Zoea 2, 3期 및 Megalopa의 경우 飼育溫度別로 成長에 差異가 있어 ($P < 0.01$) 室溫구간에서 幼生들은 20°C 區間보다 甲長이 0.01~0.11 mm 작았으나 이것은 20°C 區間에서 飼育한 幼生들의 크기에 比하여 볼때 0.62~4.03% 작은 結果이다.

또한 甲長, 背棘長과 額棘長은 Zoea 1期에서 飼育溫度別로 볼때, 甲長의 경우 差異가 없었으나 Zoea 2, 3期の 경우 室溫에서는 20°C 區間 보다도 0.01~0.02mm 작았다. 이것은 20°C 區間에서 飼育한 幼生들의 크기에 比하여 볼때 背棘長은 0.19~0.45%, 額棘長0.18~0.30%程度가 작았으나 兩 溫度區間の 크기에 있어서 高도의 有意차가 인정되었다 ($P < 0.01$). Zoea 1 및 2 期の 平均成長率은 35.65~41.41%였으며 Zoea 1期和 2期를 各各 比較하여 보면 Zoea 2期の 成長率은 Zoea 1期の 成長率보다 20°C의 경우 2.74%, 室溫(21.0~24.0°C)의 경우는 5.76%씩 높았다. 또한 額棘長과 背棘長의 成長率은 Zoea 1및 2期の 成長率은 各各 19.66~21.06%, 22.52~24.01%였으며 Zoea 1期和 2期를 各各 比較하여 보면 Zoea 2期の 成長率은 Zoea 1期の 成長率보다 20°C의 경우 背棘長은 1.23%, 額棘長은 0.94%, 室溫의 경우 背棘長은 0.62%, 額棘長은 1.37%씩 높았다. 그러나 수온에 따른 令期別 成長率은 有意성 檢定 結果 高도의 차가 있었다. ($P < 0.01$)

成長率의 크기별 變化 즉 幼生期別 脫皮前 크기와 脫皮後 크기를 보면 Table 4와 같다. 脫皮前의 크기와 同令 令期の 相對成長率의 對數값과의 關係式은 모두 陰의 傾斜를 가지며 特히 Zoea 1期가 水溫에 關係없이 Zoea 2, 3期보다 큰 傾斜값을 갖는다. 또 이들의 相關은 매우 높은 有意성을 갖는다. 그러나 Megalopa에서는 形態의 變化를 가져오므로 有意성이 나타나지 않는 것이 特異하다(Table 4).

Table 4. Mean size, range of sizes and regression equations and degree of significance of percentage molt change on premolt size and mean intermolt period (days) and total development time of *Orithytia sinica* larvae reared at 20°C and ambient temperature **0.01

Temperature	Instar	No	Range of size	mean size	Range of day	Mean day	Equations	r
20°C	Zoea 1	60	1.08~1.26	1.17	5-9	6.56	$\text{Log}_{10} y = 3.3983 - 1.5742x$	-0.7376**
	Zoea 2	57	1.44~1.74	1.60	6-8	7.11	$\text{Log}_{10} y = 2.6427 - 0.6579x$	-0.6317**
	Zoea 3	55	2.17~2.42	2.24	6-11	7.73	$\text{Log}_{10} y = 2.5511 - 0.4985x$	-0.4677**
	Meg.CW	52	2.58~2.99	2.85	8-13	8.81	$\text{Log}_{10} y = 1.9155 - 0.1625x$	-0.2382
Ambient temperature	Zoea 1	30	1.08~1.26	1.17	4-7	5.10	$\text{Log}_{10} y = 3.2876 - 1.4891x$	-0.7055**
	Zoea 2	26	1.44~1.74	1.59	4-7	5.42	$\text{Log}_{10} y = 3.6635 - 1.2963x$	-0.8492**
	Zoea 3	25	2.08~2.41	2.22	5-8	6.00	$\text{Log}_{10} y = 4.1192 - 1.2289x$	-0.6927**
	Meg. CW	24	2.58~2.92	2.78	5-10	6.75	$\text{Log}_{10} y = 2.2426 - 0.3085x$	-0.2799

水溫區間에 따른 變化를 보면 Zoea 1~3期の 경우 20°C (경사 0.4985~1.5742)에 비하여 室溫의 값(경사1.2289~1.4891)이 減少한다. 結果적으로 볼때 幼生期를 마치고 Crab 1期로 變態한 稚蟹들은 20°C區間에서 飼育된 個體들이 室溫區間 (21.0~24.0)에서 飼育된 個體들 보다 全體적으로 큰 成長率의 結果를 가져 왔다.

(2) Crab의 크기 및 體重

各 令期의 經過에 따라 크기와 體重은 계속 增加하며 兩 溫度區間에서 飼育한 Crab의 甲長과 甲幅의 結果는 Table 5 와 Fig. 18, 19에서 보는 것과 같다.

令期別 甲幅의 平均値의 增加는 兩溫度區間에서 差異가 매우 근소하며 (Fig. 18) Crab 11期부터 20°C區間에서 飼育한 個體들이 室溫에서 飼育한 個體에 비하여 크기 差가 점점 커지는 것을 볼 수 있으며, 各 令期別 平均 甲幅의 平均差의 檢定에서 有意差가 없었다 ($P>0.05$). 또한 甲幅에 있어서 암·수별 差異는 兩 溫度區間에서 모두 有意差가 있었다 ($0.01<P<0.05$).

甲長の 增加는 甲幅의 增加와 유사한 경향을 나타내고 있었다.

令期別 體重의 增加는 兩 溫度區間에서 거의 일치하며 (Fig. 19) Crab 11期부터 20°C區間에서 飼育한 個體들이 室溫에서 飼育한 個體에 비하여 크기 差가 점점 커짐을 볼 수 있으며, 이 結果는 甲幅의 增加 양상과 같다.

그러나 주목할 만한 사실은 Crab 8期를 분기점으로 하여 體重 增加의 양상이 달라진다 (Fig. 19). Crab 9期에서 Crab 10 期까지 體重 增加率이 減少 되었다가 Crab 11期부터 다시 급격히 增加한다.

(3) Crab의 成長率

Crab의 成長率은 甲幅, 體重의 測定値들로 부터 계산 되었다 (Fig. 20, 21, Table 6, 7).

甲幅 成長率의 變化 (Fig. 20)는 Crab 13期까지 20°C 區間에서는 19.83~30.84%,

Table 5. Mean carapace width and length and body weight of female and male of *Orithya sinica* reared at 20°C and ambient temperature

Instar	Carapace width				Carapace length				Body weight			
	20°C		Ambient temperature		20°C		Ambient temperature		20°C		Ambient temperature	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male
1	3.65±0.07	3.67±0.06	3.53±0.02	3.49±0.11	3.51±0.07	3.67±0.06	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±0.11	4.66±0.09	4.55±0.11	4.36±0.11	0.031±0.002	0.033±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	6.08±0.13	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	7.32±0.17	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	8.83±0.29	9.06±0.13	8.95±0.24	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	10.69±0.30	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	12.87±0.34	12.52±0.50	13.00±1.46	0.627±0.046	0.625±0.039	0.587±0.126	0.599±0.077
8	16.85±0.40	16.78±0.36	16.41±3.10	15.97±0.36	16.15±0.42	16.12±0.38	15.83±3.10	15.34±0.39	1.289±0.081	1.204±0.081	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	20.40±0.54	21.00±3.81	19.54±1.53	2.345±0.116	2.361±0.139	2.519±1.54	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	25.17±0.83	25.60±5.08	24.25±2.01	4.34 ± 0.389	4.26 ± 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	31.65±1.10	31.65±13.34	31.03±3.60	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	39.43±1.34	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	48.23±1.68			33.04±3.519	32.66±3.465		

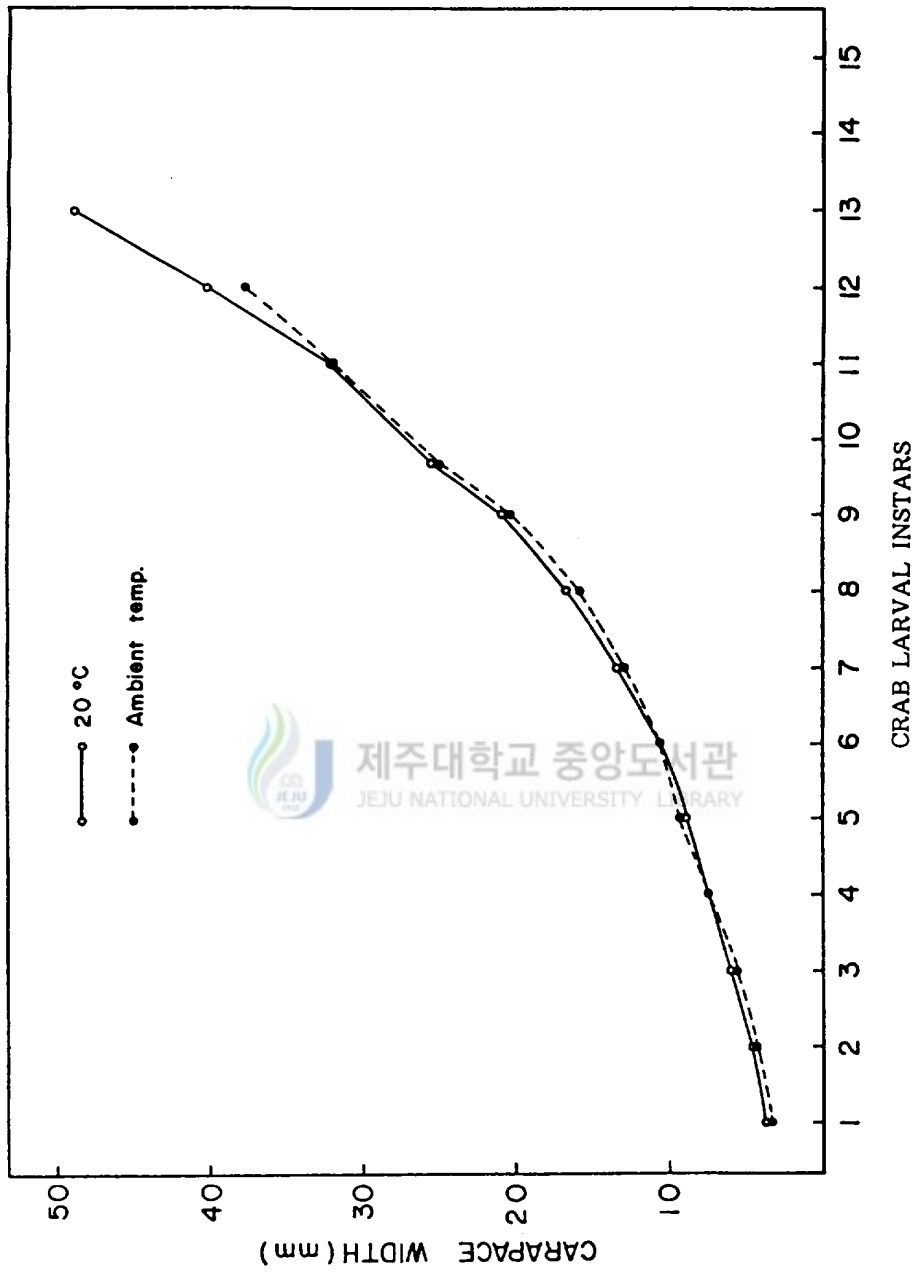


Fig. 18. Carapace width plotted against crab instars of *Orithya sinica* reared at 20°C and ambient temperature.

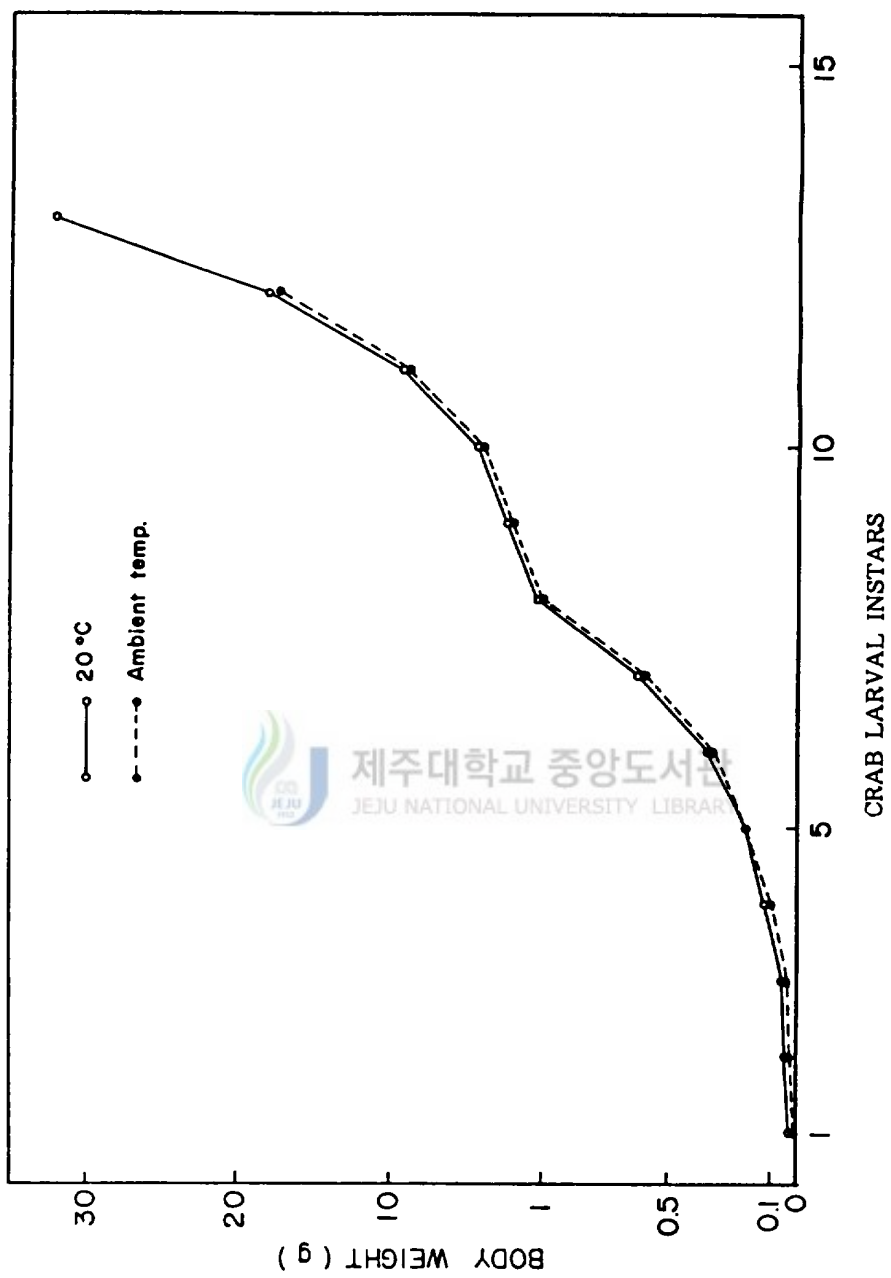
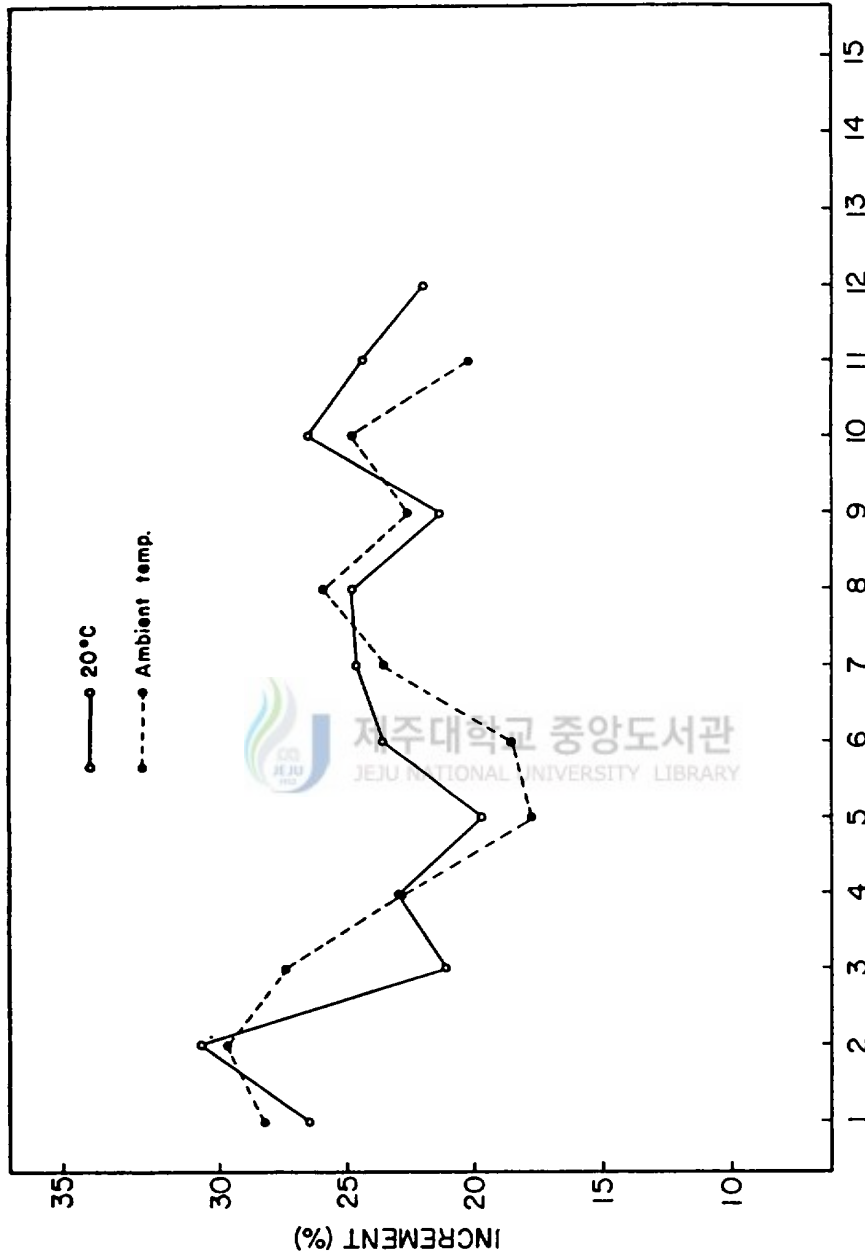


Fig. 19. Body weight plotted against crab instars of *Orithytia sinica* reared at 20°C and ambient temperature.



CRAB LARVAL INSTARS

Fig. 20. Percentage molt increments of the carapace width plotted against crab instar of *Orithyia sinica*.

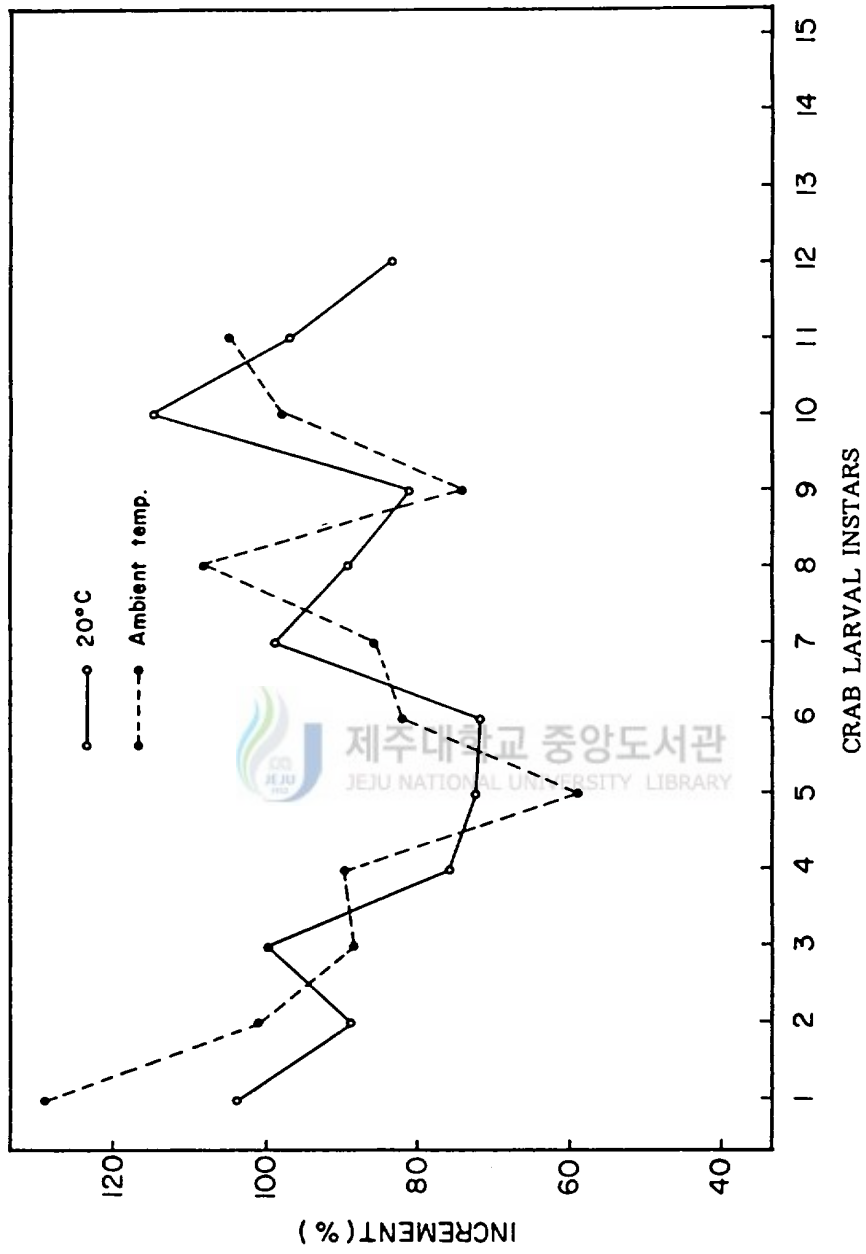


Fig. 21. Percentage molt increments of the body weight plotted against crab instar of *Orithytia sinica*.

Table 6. The percentage molt increment of the carapace width for male and female combined and separate of *Orithytia sinica* reared at 20°C and ambient temperature

Instar	20°C				Ambient temperature			
	Female & Male		Female	Male	Female & Male		Female	Male
	Mean ± 95% C.L		Mean ± 95% C.L	Mean ± 95% C.L	Mean ± 95% C.L		Mean ± 95% C.L	Mean ± 95% C.L
1	26.56 ± 1.51		25.21 ± 2.69	27.71 ± 1.68	28.35 ± 1.98		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		27.82 ± 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				

Table 7. The percentage molt increment of the body weight for male and female combined and separate of *Orithya sinica* reared at 20°C and ambient temperature

Instar	20°C						Ambient temperature					
	Female & Male		Female		Male		Female & Male		Female		Male	
	Mean ± 95% C.L	Mean ± 95% C.L	Mean ± 95% C.L	Mean ± 95% C.L	Mean ± 95% C.L	Mean ± 95% C.L	Mean ± 95% C.L	Mean ± 95% C.L	Mean ± 95% C.L	Mean ± 95% C.L	Mean ± 95% C.L	
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	100.42 ± 12.27	100.31 ± 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	72.61 ± 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 ± 14.37	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									

室溫區間에서는 17.82~29.73%였다. 各 令期의 增加에 따라서 減少하는 傾向을 보이지만 전반적으로 均一하게 減少하지 않고 增減의 양상을 보인다.

最高成長率은 Crab 2期에서 30.84% (20°C), 29.73%(室溫 11.0~27.7°C)로 最高 值를 보이며 Crab 3期부터 Crab 6期 까지 급격히 減少되었다가 Crab 8期까지 서서히 다시 增加한다.

兩 溫度區間에서 모두 甲·수별 성장율은 t-검정을 한 結果는 $P < 0.01 < 0.05$ 로 高도의 有意差가 있었다. 그러나 溫度別에 따른 t-검정에서는 有意差가 없었다. 體重의 成長率(Fig. 21, Table 7) 範圍는 Crab 13期까지 20°C 區間에서 72.61~115.32%, 室溫區間에서 58.86~129.14%였다.

各 令期의 增加에 따라서 減少하는 傾向을 보이지만 一률적으로 減少하지 않고 增減의 變化가 다양한 양상을 보인다. 最高成長率은 20°C에서 Crab 10期에 115.32%, 室溫에서는 Crab 1期에 129.1%였다. 結果적으로 볼때 甲長, 甲幅, 體重의 成長率은 令期의 增加에 따라 減少하는 傾向이지만 제 1期에서 5期까지 급속히 減少하였다가 6期 以後 增加의 傾向이 보인다.

室溫에 있어서도 20°C의 경우와 同一한 傾向을 나타내고 있다. 溫度의 變化가 없는 20°C의 경우에서도 1, 2 令期에서 26~30%의 높은 增加量을 갖고, 그 후 5令期까지 점차로 減少하면서 令期의 增加에 따라 各 成長率은 22~23%를 中心으로 약 5% 動폭을 갖는 不規則的인 變化로서 進行되고 있다 (Fig. 20).

(4) 相對成長

① 甲幅 (CW)과 甲長 (CL), 體重 (BW)의 相對成長

甲幅에 對한 甲長 및 體重의 相對成長을 飼育溫度區間別 및 性別로 보면 그 結果는 Fig. 22, 23 과 Table 8과 같다. 甲幅과 甲長에 對한 相對成長 關係式은 20°C에서 Crab 1~7期까지는 $\text{Log CL} = 0.97762 \text{ Log CW} + 0.01161$ ($r : 0.9994$), 室溫은 $\text{Log CL} = 0.98429 \text{ Log CW} + 0.00449$ ($r : 0.99851$)이었고, 性別 關係를 보면

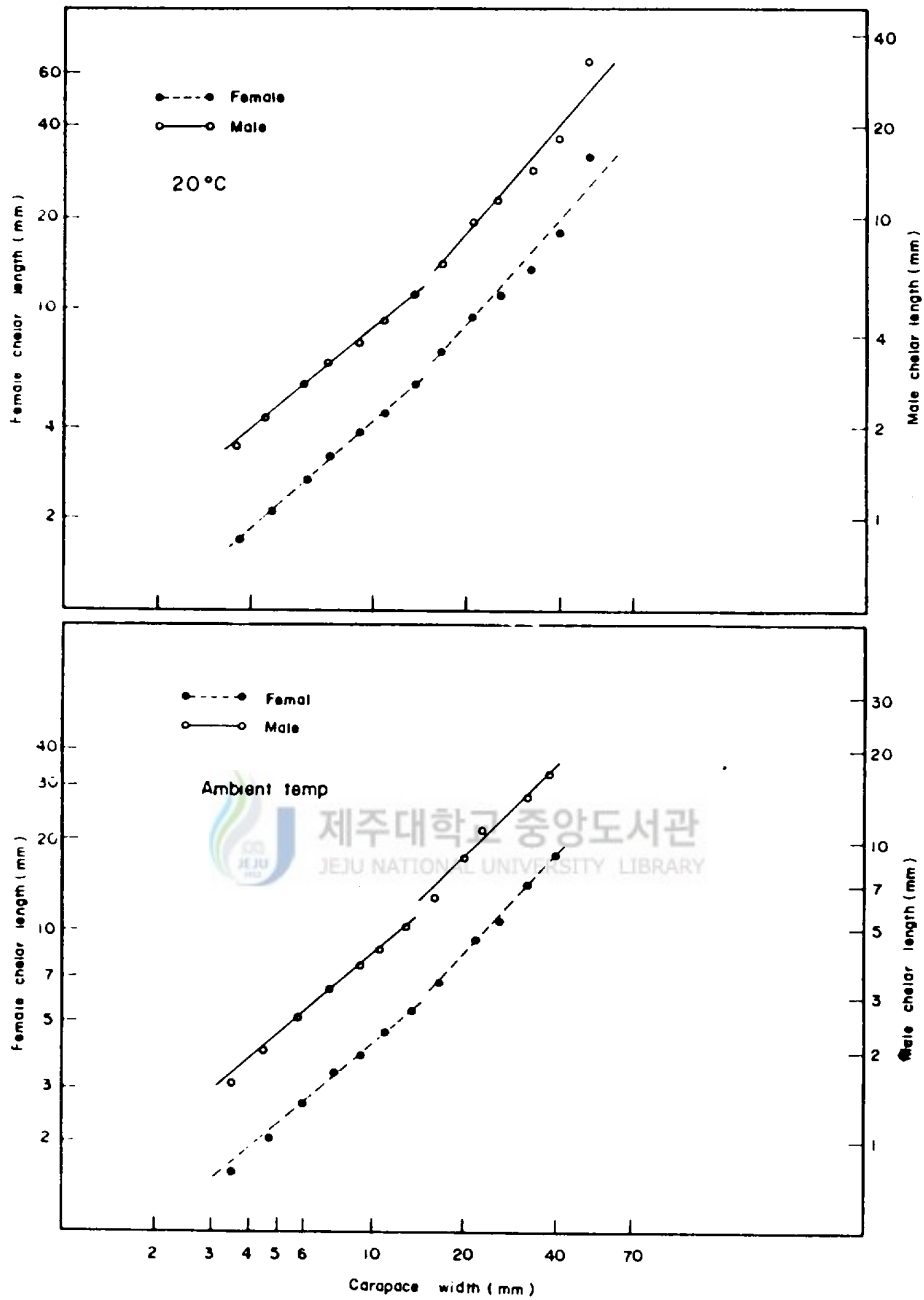


Fig. 22. Regression lines of \log_{10} carapace width for pre- and post-puberty post-puberty male and female of *Orithyia sinica* reared at 20°C and ambient temperature. See table 8 for regression value (Mean values only shown on graph).

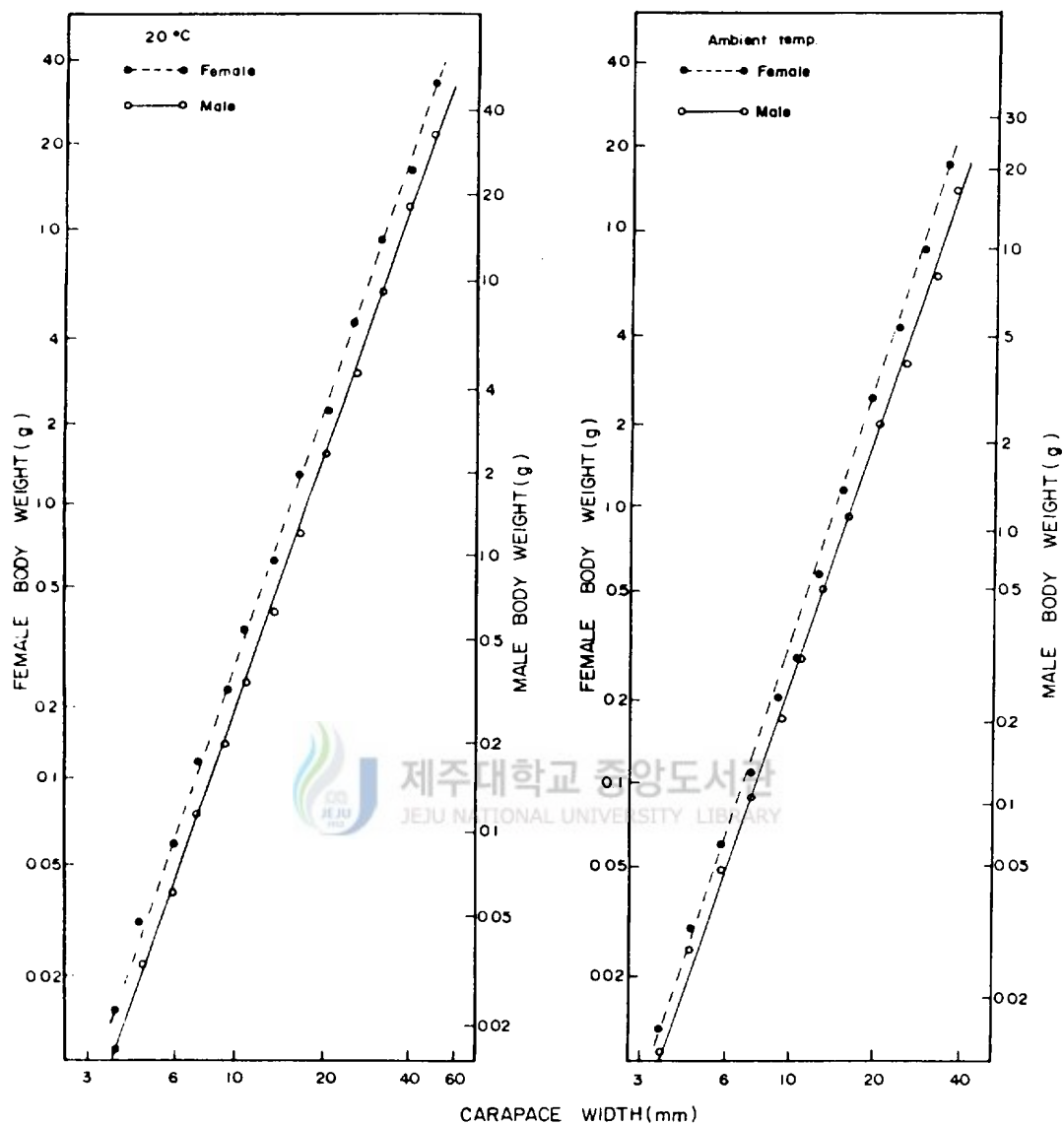


Fig. 23. Regression lines for Log_{10} body weight plotted against Log_{10} carapace width for pre- and post-puberty male and female of *Orithya sinica* reared at 20°C ambient temperature. See table 8 for regression value (Mean values only shown on graph.).

Table 8. Number of instars, number of specimens and regression coefficient (b), intercept (a) and correlation coefficient (r) for the regression of Log_e reference dimensions on Log_e carapace width for males and pre- and post-puberty females of *Orithya sinica* reared at 20°C and ambient temperature

Temperature and dimension	Sex	Instar	No	a	b	r
20°C	Pre-puberty females	1-7	127	0.01002	0.97937	0.9994
	Post-puberty females	8-13	80	-0.04835	1.02574	0.9994
Carapace length	Pre-puberty males	1-7	155	0.01299	0.97609	0.9979
	post-puberty males	8-13	92	-0.04145	1.02069	0.9991
Ambient temp. Carapace length	Pre-puberty females	1-7	45	-0.00553	0.99578	0.9996
	Post-puberty females	8-12	11	-0.04408	1.02358	0.9999
	Pre-puberty males	1-7	75	0.01092	0.97711	0.9779
	Post-puberty males	8-12	19	0.03261	1.01378	0.9989
20°C Body weight	Pre-puberty females	1-7	127	-3.38254	2.81369	0.9943
	Post-puberty females	8-13	80	-3.35441	2.97713	0.9895
	Pre-puberty males	1-7	155	-3.39398	2.82751	0.9951
	Post-puberty males	8-13	92	-3.69595	3.07686	0.9961
Ambient temp. Body weight	Pre-puberty females	1-7	45	-3.38254	2.77581	0.9943
	Post-puberty females	8-12	11	-3.69471	3.08328	0.9959
	Pre-puberty males	1-7	75	-3.43674	2.87066	0.9958
	Post-puberty males	8-12	19	-3.58080	3.00103	0.9914

20°C에서 암컷은 $\text{Log CL} = 0.97936 \text{ Log CW} + 0.01002$ ($r : 0.9994$), 室溫은 $\text{Log CL} = 0.99578 \text{ Log CW} - 0.00355$ ($r : 0.9996$)이며, 수컷은 20°C에서 $\text{Log CL} = 0.97609 \text{ Log CW} + 0.01298$ ($r : 0.9995$), 室溫 $\text{Log CL} = 0.97711 \text{ Log CW} + 0.01092$ ($r : 0.9979$)였으며, 兩溫度區間에서 各各 正의 相關을 나타내었다.

또한 Crab 8期 以後의 相對成長式은 20°C에서 $\text{Log CL} = 1.02299 \text{ Log CW} - 0.04461$ ($r : 0.9992$), 室溫 $\text{Log CL} = 1.01957 \text{ Log CW} - 0.03967$ ($r : 0.9994$)이었고, 性別관계는 20°C區間에서 암컷 $\text{Log CL} = 1.02573 \text{ Log CW} - 0.04835$ ($r : 0.9991$) 室溫 $\text{Log CL} = 1.02357 \text{ Log CW} - 0.04408$ ($r : 0.9999$)이었고, 수컷은 20°C區間에서 $\text{Log CL} = 1.02069 \text{ Log CW} - 0.04144$ ($r : 0.9991$), 室溫은 $\text{Log CL} = 1.01378 \text{ Log CW} - 0.03261$ ($r : 0.9989$)로 兩溫度區間에서 모두 正의 相關을 볼 수 있다.

甲幅에 대한 甲長의 相對成長은 性徵이 나타나는 시기 전에는 거의 等 相對成長을 하며 性徵이 나타나는 시기 후에는 상대성장 계수는 陽의 相對成長을 한다.

또한 飼育水溫區間別 差異는 없었다.

甲幅에 對한 體重의 相對成長(Table 8)은 甲幅과 甲長의 경우와 거의 같은 양상이었으며 相對成長係數는 陽의 相對成長이었다.

② 집게발 (Chela)의 相對成長

집게발의 크기는 令期가 增加함에 따라 兩 溫度區間에서 모두 계속적으로 커진다 (Fig. 24~26, Table 9~12).

甲幅에 對한 집게발의 길이에 對한 相對成長 관계식은 Crab 1~7期까지 性別 관계에서 보면 20°C 溫度區間에서 암컷은 $\text{Log CL} = 0.90015 \text{ Log CW} - 0.27789$ ($r : 0.9960$), 室溫은 $\text{Log CL} = 0.92347 \text{ Log CW} - 0.30348$ ($r : 0.9958$)이며, 수컷은 20°C에서 $\text{Log CL} = 0.89736 \text{ Log CW} - 0.27742$ ($r : 0.9948$), 室溫은 $\text{Log C.W} - 0.26970$ ($r : 0.9953$)이었다.

또한 Crab 8期 以後의 相對成長式을 性別관계에서 보면 20°C 溫度區間은 암컷

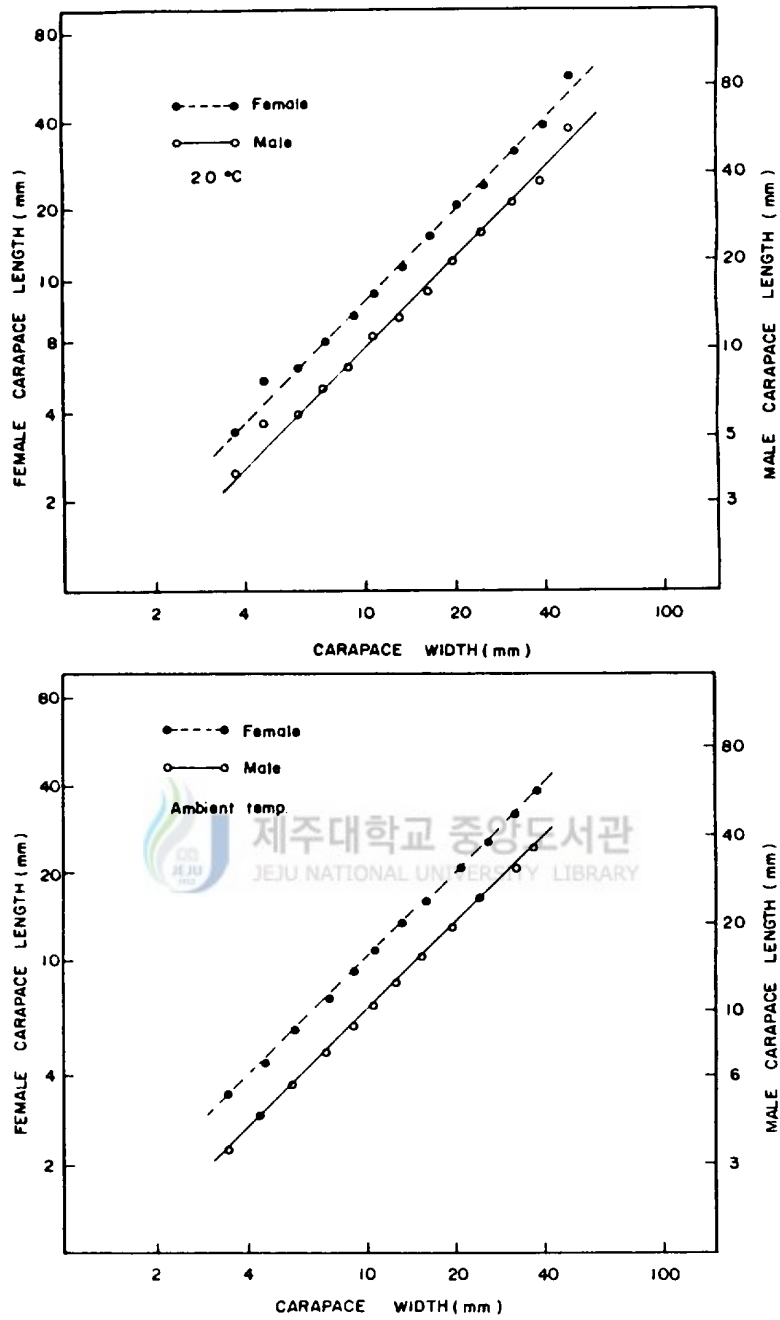


Fig. 24. Regression lines for Log chela length plotted against Log carapace width for pre- and post-puberty male and female of *Orithya sinica* reared at 20°C and ambient temperature. See Table 9-12 for regression values.

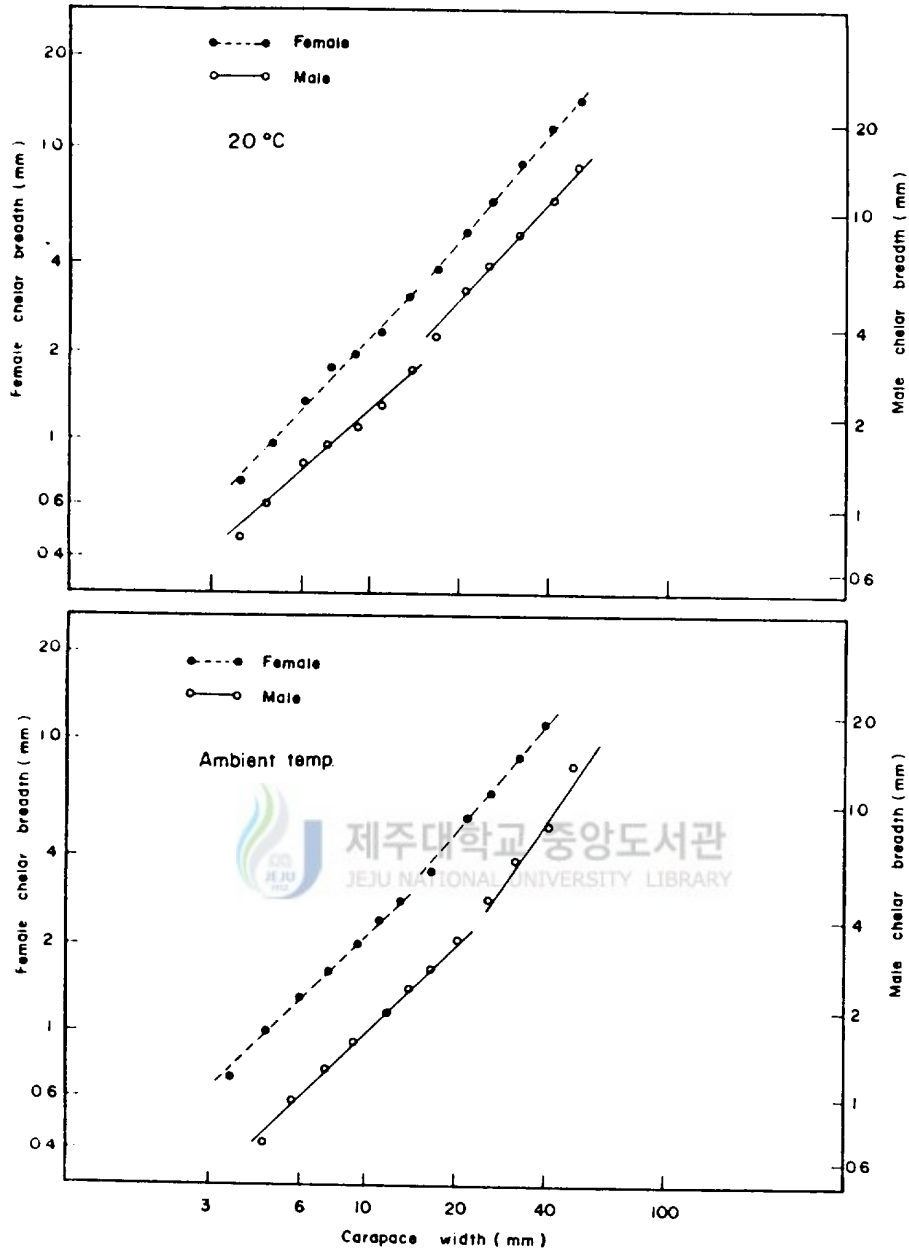


Fig. 25. Regression lines for Log chela breadth plotted against Log carapace width for pre- and post-puberty male and female of *Orithya sinica* reared at 20°C and ambient temperature.

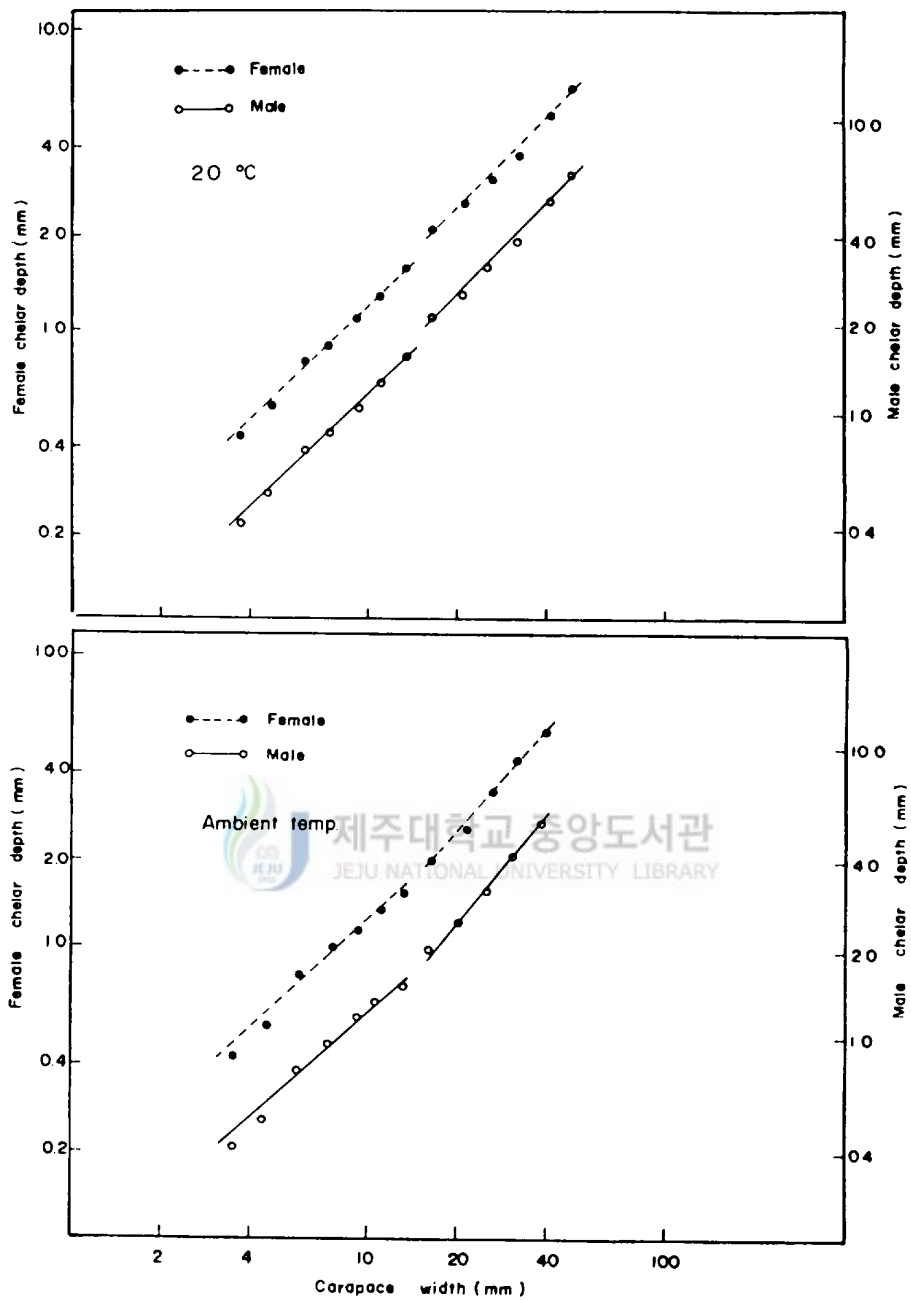


Fig. 26. Regression lines for Log chela depth plotted against Log carapace width for pre- and post-puberty male and female of *Orithya sinica* reared at 20°C and ambient temperature.

Table 9. Size range of carapace width(\bar{x}) and, size percentage molt increments of chela length, breadth and depth for female specimens of *Orithya sinica* reared at 20°C

Instar	Size range C. width (\bar{x})	Chela length		Chela breadth		Chela depth	
		Mean \pm 95% C.L	% Inc \pm 95% C.L	Mean \pm 95% C.L	% Inc \pm 95% C.L	Mean \pm 95% C.L	% Inc \pm 95% C.L
1	3.33 - 3.92	1.67 \pm 0.04	25.67 \pm 3.19	0.74 \pm 0.02	34.61 \pm 4.79	0.44 \pm 0.02	27.18 \pm 6.83
2	3.99 - 5.16	2.09 \pm 0.05	28.55 \pm 3.59	0.99 \pm 0.03	35.57 \pm 5.99	0.55 \pm 0.03	41.87 \pm 6.99
3	5.41 - 6.66	2.69 \pm 0.07	18.15 \pm 3.47	1.35 \pm 0.05	17.65 \pm 5.73	0.79 \pm 0.04	11.26 \pm 6.55
4	6.49 - 8.08	3.19 \pm 0.07	21.14 \pm 2.94	1.60 \pm 0.05	22.10 \pm 3.52	0.89 \pm 0.03	30.78 \pm 6.60
5	8.41 - 10.45	3.86 \pm 0.10	15.37 \pm 4.37	1.96 \pm 0.08	19.02 \pm 6.31	1.16 \pm 0.08	16.98 \pm 5.25
6	8.75 - 12.00	4.45 \pm 0.22	26.46 \pm 5.37	2.31 \pm 0.14	33.59 \pm 7.57	1.32 \pm 0.08	28.66 \pm 5.73
7	12.53 - 15.36	5.59 \pm 0.13	26.56 \pm 3.19	3.07 \pm 0.19	26.27 \pm 6.79	1.69 \pm 0.08	26.80 \pm 4.25
8	15.77 - 17.85	7.08 \pm 0.27	32.28 \pm 4.59	3.86 \pm 0.19	36.08 \pm 5.55	2.14 \pm 0.05	22.48 \pm 4.96
9	19.10 - 23.30	9.35 \pm 0.27	22.28 \pm 3.84	5.23 \pm 0.39	25.08 \pm 4.29	2.61 \pm 0.10	23.83 \pm 3.58
10	21.70 - 29.00	11.47 \pm 0.53	26.56 \pm 4.56	6.61 \pm 0.41	33.23 \pm 4.14	3.27 \pm 0.20	29.30 \pm 5.31
11	26.60 - 33.70	13.71 \pm 0.52	24.59 \pm 2.15	8.73 \pm 0.58	29.58 \pm 2.03	3.90 \pm 0.23	29.00 \pm 3.10
12	36.2 - 45.00	18.01 \pm 0.72	22.92 \pm 1.82	11.35 \pm 0.79	27.66 \pm 2.52	5.42 \pm 0.23	26.33 \pm 3.95
13	45.2 - 54.00	22.13 \pm 0.90		14.48		6.84 \pm 0.34	

Table 10. Size range of carapace width(**mm**) and, size and percentage molt increments of chela length, breadth and depth for male specimens of *Orithytia sinica* reared at 20°C

Instar	Size range C. width(mm)	Chela length		Chela breadth		Chela depth	
		Mean \pm 95% C.L.	% Inc \pm 95% C.L.	Mean \pm 95% C.L.	% Ins \pm 95% C.L.	Mean \pm 95% C.L.	% Inc \pm 95% C.L.
1	3.33 - 3.92	1.67 \pm 0.04	27.84 \pm 2.26	0.76 \pm 0.02	37.41 \pm 2.95	0.44 \pm 0.02	28.76 \pm 4.96
2	4.25 - 5.16	2.14 \pm 0.04	27.57 \pm 2.26	1.04 \pm 0.03	34.08 \pm 2.85	0.57 \pm 0.01	40.49 \pm 4.90
3	5.58 - 6.75	2.73 \pm 0.07	18.39 \pm 4.44	1.39 \pm 0.04	15.76 \pm 3.49	0.79 \pm 0.02	12.85 \pm 3.64
4	6.83 - 8.25	3.22 \pm 0.11	17.96 \pm 4.37	1.59 \pm 0.05	19.21 \pm 4.41	0.89 \pm 0.02	25.63 \pm 4.26
5	7.91 - 10.07	3.79 \pm 0.11	16.13 \pm 1.92	1.89 \pm 0.08	22.44 \pm 3.11	1.11 \pm 0.04	20.58 \pm 3.02
6	9.75 - 12.20	4.43 \pm 0.16	23.09 \pm 5.09	2.32 \pm 0.09	27.51 \pm 6.58	1.34 \pm 0.05	22.41 \pm 4.58
7	12.12 - 15.36	5.44 \pm 0.23	28.46 \pm 4.30	2.96 \pm 0.18	31.98 \pm 6.27	1.64 \pm 0.07	31.84 \pm 4.83
8	15.69 - 18.00	6.96 \pm 0.25	36.68 \pm 3.98	3.88 \pm 0.14	37.61 \pm 3.98	2.16 \pm 0.06	21.61 \pm 3.78
9	19.50 - 22.80	9.50 \pm 0.25	21.03 \pm 2.72	5.35 \pm 0.17	23.52 \pm 2.47	2.63 \pm 0.08	24.68 \pm 4.05
10	23.50 - 28.80	11.53 \pm 0.38	23.71 \pm 1.37	6.62 \pm 0.25	32.54 \pm 3.20	3.28 \pm 0.13	26.97 \pm 2.74
11	28.90 - 34.40	13.87 \pm 0.50	25.55 \pm 1.36	8.42 \pm 0.38	28.37 \pm 1.26	4.00 \pm 0.21	30.81 \pm 1.80
12	36.20 - 45.60	17.90 \pm 0.63	24.89 \pm 2.43	11.26 \pm 0.49	28.55 \pm 2.69	5.45 \pm 0.26	27.81 \pm 2.76
13	44.80 - 55.20	22.35 \pm 0.98		14.42 \pm 0.71		6.92 \pm 0.32	

Table 11. Size range of carapace width (mm) and, size and percentage molt increments of chela length, breadth and depth for female specimens of *Orithytia sinica* reared at ambient temperature

Instar	Size range	Chela length		Chela breadth		Chela depth	
		Mean \pm 95% C.L.	% Inc. \pm 95% C.L.	Mean \pm 95% C.L.	% Inc. \pm 95% C.L.	Mean \pm 95% C.L.	% Inc. \pm 95% C.L.
1	3.25 - 3.67	1.56 \pm 0.06	32.92 \pm 4.84	0.71 \pm 0.04	42.95 \pm 6.40	0.42 \pm 0.0002	28.03 \pm 7.46
2	4.33 - 4.83	2.07 \pm 0.03	27.82 \pm 3.37	1.01 \pm 0.03	28.26 \pm 9.57	0.53 \pm 0.03	49.13 \pm 13.64
3	5.58 - 6.25	2.63 \pm 0.07	25.56 \pm 7.82	1.29 \pm 0.06	27.45 \pm 11.72	0.80 \pm 0.04	21.11 \pm 10.89
4	7.33 - 7.83	3.31 \pm 0.09	15.16 \pm 5.48	1.64 \pm 0.07	23.86 \pm 3.67	0.97 \pm 0.04	19.49 \pm 5.44
5	9.00 - 9.50	3.80 \pm 0.20	18.88 \pm 12.33	2.00 \pm 0.07	23.80 \pm 13.82	1.15 \pm 0.05	19.49 \pm 8.07
6	10.62 - 11.37	4.55 \pm 0.30	16.48 \pm 11.87	2.47 \pm 0.11	15.75 \pm 4.54	1.36 \pm 0.24	12.28
7	12.37 - 13.94	5.30 \pm 0.63	24.57 \pm 5.01	2.86 \pm 0.24	25.07 \pm 9.21	1.53 \pm 0.32	34.61 \pm 10.92
8	15.11 - 17.59	6.61 \pm 0.83	37.81 \pm 4.17	3.58 \pm 0.55	46.90 \pm 2.99	2.06 \pm 0.32	22.41
9	21.30 - 21.80	9.35 \pm 1.91	21.94 \pm 11.26	5.45 \pm 0.64	24.78	2.60 \pm 0.00	30.77
10	25.80 - 26.80	11.40 \pm 1.27	22.79	6.80	30.15	3.40 \pm 1.27	32.38
11	31.20 - 33.50	14.00 \pm 3.81	22.76	8.55	23.85	4.50 \pm 1.27	20.00
12	37.40 - 40.40	17.20		10.95		5.40 \pm 1.27	

Table 12. Size range of carapace width(\bar{x}) and, size and percentage molt increments of chela length, breadth and depth for male specimens of *Orithytia sinica* reared at ambient temperature

Instar	Size range	Chela length		Chela breadth		Chela depth	
		Mean \pm 95% C.L.	% Inc. \pm 95% C.L.	Mean \pm 95% C.L.	% Inc. \pm 95% C.L.	Mean \pm 95% C.L.	% Inc. \pm 95% C.L.
1	3.17 – 3.75	1.59 \pm 0.06	26.01 \pm 4.41	0.70 \pm 0.03	39.45 \pm 5.30	0.42 \pm 0.0002	26.16 \pm 5.86
2	3.99 – 4.83	2.01 \pm 0.05	28.24 \pm 2.87	0.98 \pm 0.03	25.00 \pm 2.96	0.52 \pm 0.02	46.97 \pm 6.03
3	5.50 – 6.08	2.57 \pm 0.05	23.38 \pm 4.06	1.22 \pm 0.03	27.19 \pm 6.85	0.77 \pm 0.02	20.09 \pm 3.77
4	6.66 – 7.91	3.17 \pm 0.14	13.56 \pm 4.42	1.56 \pm 0.09	19.22 \pm 5.78	0.92 \pm 0.03	18.68 \pm 7.74
5	8.75 – 9.99	3.75 \pm 0.14	16.37 \pm 7.10	1.95 \pm 0.05	21.36 \pm 4.51	1.13 \pm 0.05	18.68 \pm 7.19
6	10.46 – 11.70	4.38 \pm 0.19	17.93 \pm 12.10	2.36 \pm 0.08	16.45 \pm 4.96	1.34 \pm 0.06	8.22
7	12.04 – 13.78	5.15 \pm 0.44	26.25 \pm 10.17	2.78 \pm 0.09	25.46 \pm 8.21	1.47 \pm 0.09	39.92 \pm 7.36
8	15.60 – 16.60	6.47 \pm 0.14	36.36 \pm 4.87	3.48 \pm 0.17	41.66 \pm 11.04	2.06 \pm 0.07	19.96 \pm 5.92
9	19.40 – 21.80	8.84 \pm 0.44	23.03 \pm 9.10	4.88 \pm 0.49	30.37 \pm 4.43	2.46 \pm 0.18	28.22 \pm 2.51
10	23.40 – 26.60	10.95 \pm 1.08	23.61 \pm 8.57	6.45 \pm 0.80	29.91	3.18 \pm 0.40	35.61
11	30.10 – 34.40	13.93 \pm 1.88	22.79	8.67 \pm 1.58	25.30	4.43 \pm 1.03	25.58
12	37.20 – 37.20	16.70		10.40		5.40	

$\text{Log CL} = 1.04964 \text{ Log CW} - 0.42526$ ($r : 0.9943$), 室溫 $\text{Log CL} = 1.09159 \text{ Log CW} - 0.49796$ ($r : 0.9974$) 이고, 수컷은 20°C 에서 $\text{Log CL} = 1.05377 \text{ Log CW} - 0.43343$ ($r : 0.9935$), 室溫 $\text{Log CL} = 1.09688 \text{ Log CW} - 0.49860$ ($r : 0.9955$)이었다. 甲幅에 대한 집게발 길이의 相對成長은 性徵이 나타나는 時期前에는 (경사 : $0.88340 \sim 0.92347$) 거의 等相對成長을 하며 性徵이 나타나는 時期後에는 相對成長係數 (경사 : $1.04964 \sim 1.09688$)는 陽의 相對成長을 한다 (Table 13). 한편 性徵이 나타나는 時期前이나 後에도 兩 溫度區間에서 모두 正의 相關을 볼 수 있다. 甲幅에 대한 집게발의 幅, 깊이의 相對成長은 집게발의 경우와 거의 같은 양상을 나타내며 性徵이 나타나는 時期前과 性徵이 나타나는 時期後에도 같은 경향이였다.

③ 腹節의 相對成長

腹部の 腹節은 性徵이 나타나는 時期前인 Crab 7期까지는 암·수의 差가 4~6 腹節에서 幅의 差가 거의 없으며 飼育溫度區間別 差도 없다 (Fig. 27~29, Table 13~17). 甲幅에 대한 各腹節에 대한 相對成長式은 Crab 1~7期까지 性別관계에서 보면 第 6 腹節은 20°C 飼育區間에서 암컷은 $\text{Log AS} = 0.90992 \text{ Log CW} - 0.88640$ ($r : 0.9953$), 室溫은 $\text{Log AS} = 0.94831 \text{ Log CW} - 0.91809$ ($r : 0.9932$)이며, 수컷은 20°C 에서 $\text{Log AS} = 0.86814 \text{ Log C.W} - 0.85603$ ($r : 0.9921$)이었다.

性徵이 나타나는 時期 以後인 Crab 8期 以後의 相對成長式을 性別관계에서 보면 第 6 腹節의 경우 20°C 에서 암컷 $\text{Log AS} = 1.32550 \text{ Log CW} - 1.38061$ ($r : 0.9956$), 室溫 $\text{Log AS} = 1.20882 \text{ Log CW} - 1.21482$ ($r : 0.9868$) 였으며, 수컷은 20°C 에서 $\text{Log AS} = 1.13108 \text{ Log CW} - 1.15234$ ($r : 0.9953$), 室溫 에서는 $\text{Log AS} = 1.13108 \text{ Log CW} - 1.12646$ ($r : 0.9881$)이었다.

甲幅에 대한 腹節의 相對成長은 性徵이 나타나는 時期前 (경사 : $0.86814 \sim 0.94831$) 에는 거의 等 相對成長을 하며 性徵이 나타나는 時期後 (기울기 : $1.11397 \sim 1.32550$) 에는 相對成長係數가 대단히 크게 變化하여 陽의 相對成長을 한다 (Table 18).

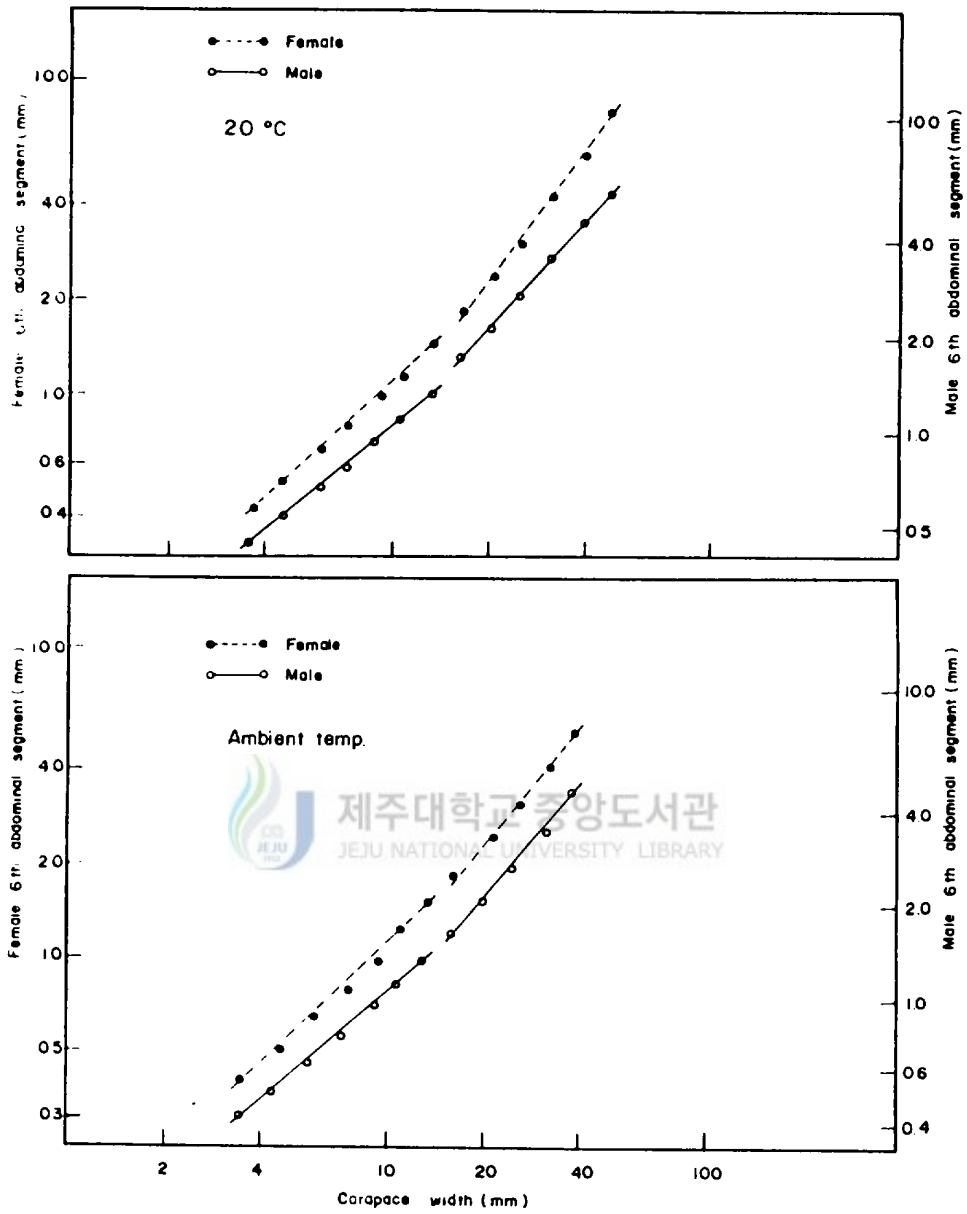


Fig. 27. Regression lines for Log width of the 6th abdominal segment plotted against Log carapace width for width for pre- and post-puberty male and female of *Orithya sinica* reared at 20°C and ambient teanperature.

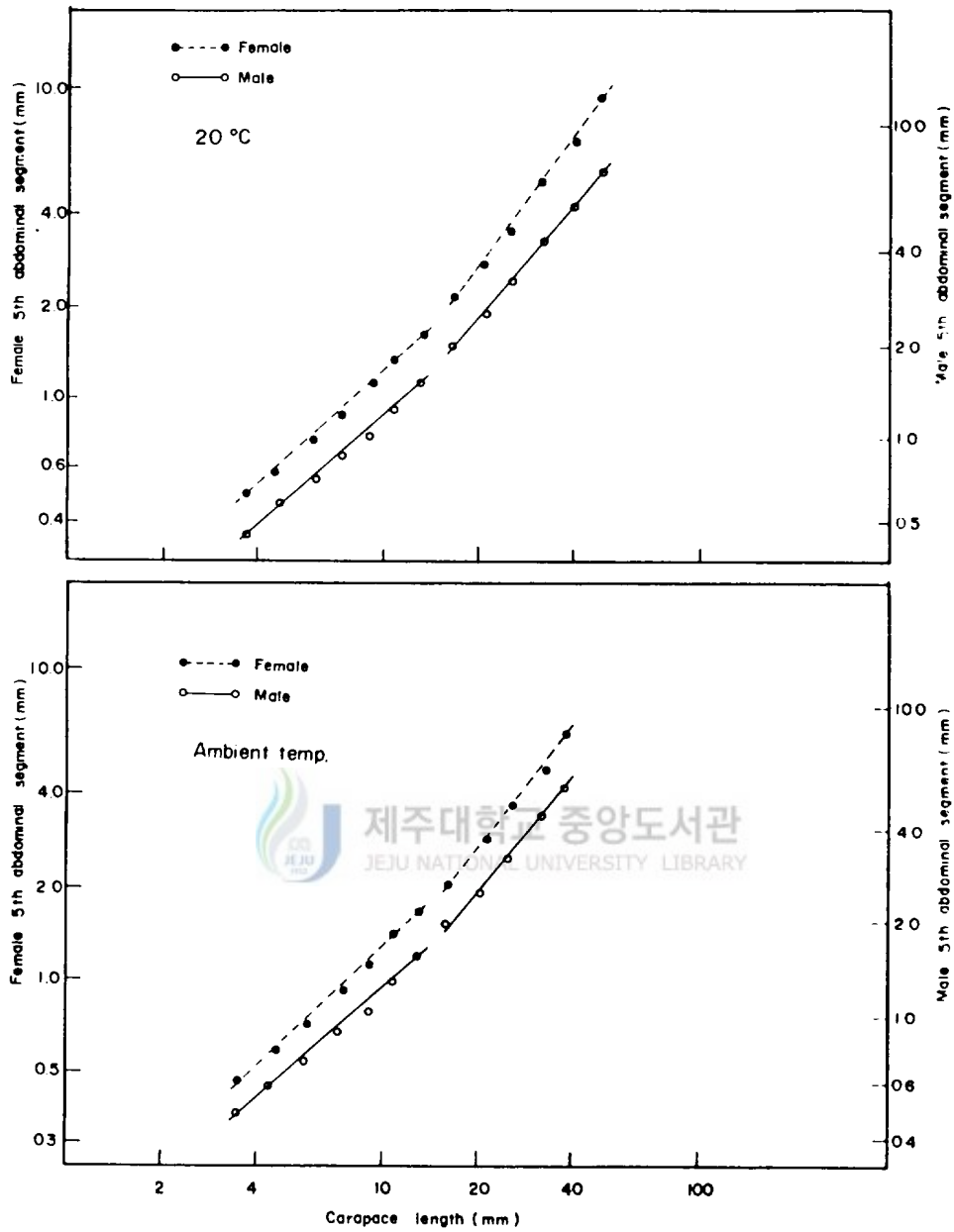


Fig. 28. Regression lines for Log width of the 5th abdominal segment plotted against Log carapace width for pre- and post-puberty male and female of *Orithyia sinica* reared at 20°C and ambient temperature. See Table 13~16 for regression value (Mean values only shown on graph.).

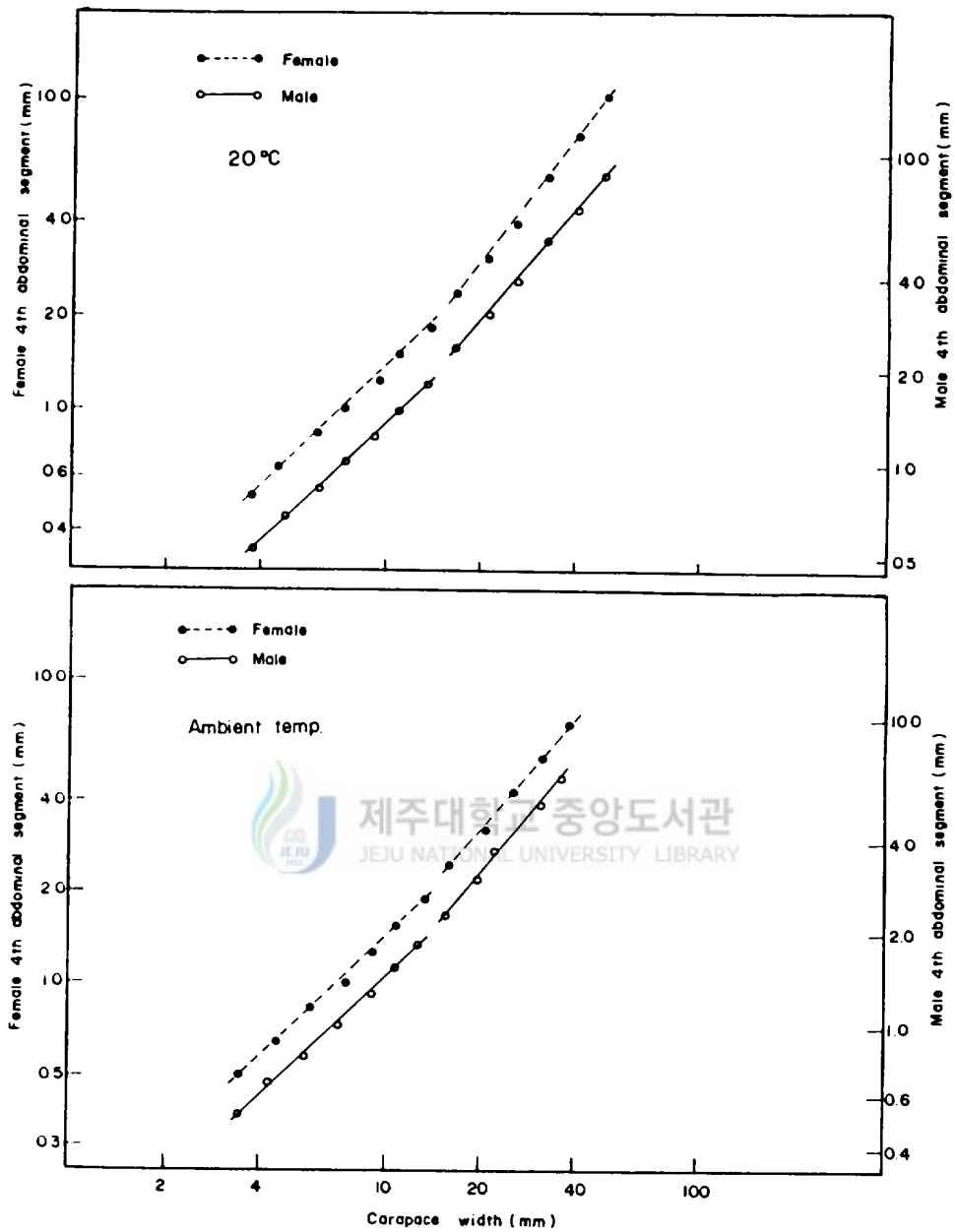


Fig. 29. Regression lines for Log width of the 4th abdominal segment plotted against Log carapace width for pre- and post-puberty male and female of *Orithyia sinica* reared at 20°C and ambient temperature. See Table 13~16 for regression value (Mean values only shown on graph.).

Table 13. Number of instars, number of specimens and regression coefficient (b), intercept (a) and correlation coefficient (r) for the regression of Log_e reference dimensions on Log_e carapace width for males and pre- and post-puberty females of *Orithya sinica* reared at 20°C and ambient temperature

Temperature and dimension	Sex	Instar	No.	a	b	r
20°C Chela length	Pre-puberty females	1-7	127	-0.27789	0.90015	0.9960
	Post-puberty females	8-13	80	-0.42526	1.04963	0.9934
	Pre-puberty males	1-7	155	-0.27743	0.89736	0.9948
	Post-puberty males	8-13	92	-0.43343	1.05377	0.9959
Ambient temp. Chela length	Pre-puberty females	1-7	45	-0.30349	0.92347	0.9959
	Post-puberty females	8-12	11	-0.49796	1.09159	0.9974
	Pre-puberty males	1-7	75	-0.26970	0.88340	0.9953
	Post-puberty males	8-12	19	-0.49860	1.09689	0.9955
20°C Chela breadth	Pre-puberty females	1-7	127	-0.70048	1.04008	0.9938
	Post-puberty females	8-13	80	-0.90437	1.22201	0.9938
	Pre-puberty males	1-7	155	-0.67996	1.01616	0.9908
	Post-puberty males	8-13	92	-0.87842	2.20468	0.9953
Ambient temp. Chela breadth	Pre-puberty females	1-7	45	-0.71481	1.05653	0.9917
	Post-puberty females	8-12	11	-0.99419	1.28399	0.9969
	Pre-puberty males	1-7	75	-0.69183	1.02417	0.9944
	Post-puberty males	8-12	19	-1.02099	1.30418	0.9966
20°C Chela depth	Pre-puberty females	1-7	127	-0.92898	1.02255	0.9888
	Post-puberty females	8-13	80	-0.98800	1.06874	0.9935
	Pre-puberty males	1-7	155	-0.92075	1.01116	0.9912
	Post-puberty males	8-13	92	-0.97276	1.05844	0.9923
Ambient temp. Chela depth	Pre-puberty females	1-7	45	-0.94053	1.03585	0.9847
	Post-puberty females	8-12	11	-1.07908	1.13836	0.9953
	Pre-puberty males	1-7	75	-0.90886	0.99866	0.9889
	Post-puberty males	8-12	19	-1.04158	1.11305	0.9909

Table 14. Width(±) and percentage molt increment of the 4th, 5th and 6th abdominal segments of female specimens of *Orithytia sinica* reared at 20°C

Instar	4th Abdominal segment		5th Abdominal segment		6th Abdominal segment	
	Width±95% C.L.	%Inc.±95% C.L.	Width±95% C.L.	%Inc.±95% C.L.	Width±95% C.L.	%Inc.±95% C.L.
1	0.53±0.01	21.99±3.11	0.49±0.01	18.39±3.37	0.43±0.01	20.42±3.84
2	0.65±0.02	29.68±4.27	0.58±0.02	28.54±4.21	0.52±0.02	27.34±4.20
3	0.84±0.03	20.45±6.04	0.74±0.02	19.52±5.91	0.66±0.22	18.18±5.38
4	1.02±0.03	23.83±3.59	0.89±0.03	25.66±3.62	0.79±0.03	25.28±3.71
5	1.26±0.06	20.39±5.39	1.12±0.04	17.47±4.07	0.98±0.04	16.82±4.77
6	1.51±0.07	25.05±5.27	1.32±0.06	25.01±5.16	1.15±0.06	24.19±5.34
7	1.88±0.09	27.78±3.04	1.64±0.07	30.23±2.31	1.42±0.06	27.75±2.62
8	2.39±0.09	28.09±5.91	2.13±0.08	27.15±5.85	1.81±0.07	27.72±5.33
9	3.06±0.15	29.28±4.27	2.71±0.13	30.88±4.15	2.31±0.11	27.96±4.22
10	3.99±0.29	41.14±7.00	3.57±0.28	40.26±7.31	2.97±0.23	41.74±7.66
11	5.60±0.37	35.03±3.21	4.98±0.35	37.36±3.18	4.18±0.25	36.38±3.76
12	7.56±0.52	33.31±3.86	6.83±0.47	36.23±3.14	5.71±0.36	34.86±5.70
13	10.05±0.62		9.31±0.71		7.72±0.72	

Table 15. Width(mm) and percentage molt increment of the 4th, 5th and 6th abdominal segments of male specimens of *Orithya sinica* reared at 20°C

Instar	4th Abdominal segment		5th Abdominal segment		6th Abdominal segment	
	Width ± 95% C.L.	% Inc. ± 95% C.L.	Width ± 95% C.L.	% Inc. ± 95% C.L.	Width ± 95% C.L.	% Inc. ± 95% C.L.
1	0.53 ± 0.01	27.20 ± 2.58	0.49 ± 0.01	22.21 ± 3.21	0.44 ± 0.01	23.24 ± 3.16
2	0.68 ± 0.03	23.58 ± 2.89	0.61 ± 0.02	21.27 ± 3.52	0.54 ± 0.01	22.79 ± 2.92
3	0.83 ± 0.02	22.03 ± 3.63	0.73 ± 0.02	20.24 ± 2.95	0.66 ± 0.01	18.88 ± 3.64
4	1.01 ± 0.02	22.44 ± 2.34	0.88 ± 0.02	20.49 ± 2.68	0.78 ± 0.02	20.89 ± 3.15
5	1.24 ± 0.05	20.88 ± 3.62	1.05 ± 0.04	19.85 ± 2.81	0.94 ± 0.04	18.17 ± 3.68
6	1.50 ± 0.06	22.67 ± 4.19	1.26 ± 0.05	21.96 ± 4.16	1.11 ± 0.04	21.72 ± 3.74
7	1.84 ± 0.07	30.12 ± 3.29	1.53 ± 0.05	29.67 ± 3.60	1.35 ± 0.06	29.00 ± 3.55
8	2.39 ± 0.07	27.48 ± 2.29	1.98 ± 0.06	27.55 ± 2.82	1.73 ± 0.06	25.25 ± 3.19
9	3.05 ± 0.09	27.56 ± 2.34	2.54 ± 0.09	27.97 ± 2.33	2.18 ± 0.07	26.63 ± 2.65
10	3.90 ± 0.17	31.48 ± 2.21	3.26 ± 0.14	32.44 ± 1.48	2.77 ± 0.12	29.61 ± 1.18
11	5.31 ± 0.23	30.39 ± 1.72	4.31 ± 0.19	30.98 ± 3.13	3.59 ± 0.15	28.90 ± 2.88
12	6.69 ± 0.35	29.97 ± 3.26	5.65 ± 0.30	26.37 ± 3.28	4.64 ± 0.27	25.37 ± 4.30
13	8.68 ± 0.48		7.14 ± 0.34		5.80 ± 0.25	

Table 16. Width(mm) and percentage molt increment of the 4th, 5th and 6th abdominal segments of female specimens of *Orithya sinica* reared at ambient temperature

Instar	4th Abdominal segment		5th Abdominal segment		6th Abdominal segment	
	Width ± 95% C.L.	% Inc. ± 95% C.L.	Width ± 95% C.L.	% Inc. ± 95% C.L.	Width ± 95% C.L.	% Inc. ± 95% C.L.
1	0.51 ± 0.02	28.98 ± 4.62	0.47 ± 0.02	23.38 ± 4.07	0.41 ± 0.01	23.28 ± 3.88
2	0.65 ± 0.02	26.47 ± 3.74	0.58 ± 0.01	25.17 ± 4.39	0.51 ± 0.01	25.59 ± 4.64
3	0.83 ± 0.03	25.65 ± 8.64	0.72 ± 0.03	27.52 ± 8.91	0.64 ± 0.03	23.89 ± 10.06
4	1.05 ± 0.05	23.61 ± 5.87	0.93 ± 0.02	22.25 ± 6.07	0.79 ± 0.03	22.03 ± 5.51
5	1.28 ± 0.05	24.13 ± 20.42	1.13 ± 0.06	23.10 ± 4.25	0.98 ± 0.04	22.33 ± 11.47
6	1.58 ± 0.21	19.41 ± 15.58	1.40 ± 0.17	18.81 ± 11.00	1.22 ± 0.12	20.59 ± 8.37
7	1.89 ± 0.32	27.74 ± 8.18	1.67 ± 0.21	6.11	1.50 ± 0.19	20.37 ± 5.99
8	2.42 ± 0.54	27.98 ±	2.09 ± 1.29	84.80	1.81 ± 0.31	29.14
9	3.25 ± 0.00	29.23 ± 11.73	2.84 ± 1.08	29.30	2.42 ± 0.00	30.79
10	4.20 ± 0.38	29.88 ± 1.83	3.66 ± 1.08	30.63	3.16 ± 2.10	29.15
11	5.45 ± 0.57	28.23 ± 6.36	4.79 ± 2.67	28.80	4.08 ± 2.10	27.42
12	7.00 ± 1.08		6.17 ± 2.10		5.21 ± 2.60	

Table 17. Width(mm) and percentage molt increment of the 4th, 5th and 6th abdominal segments of male specimens of *Orithya sinica* reared at ambient temperature

Instar	4th Abdominal segment		5th Abdominal segment		6th Abdominal segment	
	Width \pm 95% C.L.	% Inc. \pm 95% C.L.	Width \pm 95% C.L.	% Inc. \pm 95% C.L.	Width \pm 95% C.L.	% Inc. \pm 95% C.L.
1	0.51 \pm 0.01	27.05 \pm 3.83	0.47 \pm 0.01	21.74 \pm 3.66	0.42 \pm 0.01	19.69 \pm 3.37
2	0.65 \pm 0.02	22.91 \pm 3.65	0.58 \pm 0.02	21.44 \pm 4.98	0.51 \pm 0.02	23.79 \pm 4.52
3	0.79 \pm 0.01	25.95 \pm 5.35	0.69 \pm 0.02	24.14 \pm 6.09	0.62 \pm 0.01	22.30 \pm 6.44
4	1.00 \pm 0.04	23.97 \pm 2.68	0.87 \pm 0.04	21.48 \pm 3.04	0.76 \pm 0.04	20.96 \pm 4.32
5	1.29 \pm 0.03	19.23 \pm 5.79	1.09 \pm 0.03	18.69 \pm 6.59	0.96 \pm 0.03	17.53 \pm 4.72
6	1.54 \pm 0.08	19.74 \pm 6.39	1.30 \pm 0.08	17.54 \pm 8.47	1.13 \pm 0.07	15.95 \pm 6.73
7	1.86 \pm 0.11	24.25 \pm 9.79	1.56 \pm 0.09	24.63 \pm 7.27	1.33 \pm 0.06	23.12 \pm 5.86
8	2.31 \pm 0.07	28.75 \pm 5.47	1.93 \pm 0.03	26.42 \pm 6.84	1.64 \pm 0.07	29.74 \pm 6.19
9	2.98 \pm 0.17	27.35 \pm 4.94	2.45 \pm 0.16	28.70 \pm 3.30	2.12 \pm 0.12	26.47 \pm 2.31
10	3.79 \pm 0.28	36.58 \pm 8.80	3.19 \pm 0.22	35.68	2.68 \pm 0.22	25.87
11	5.27 \pm 0.67	24.22	4.41 \pm 0.90	29.74	3.45 \pm 0.37	30.17
12	6.41		5.41		4.66	

Table 18. Number of instars, number of specimens and regression coefficient (b), intercept (a) and correlation coefficient (r) for the regression of Log_e reference dimensions on Log_e carapace width for males and pre- and post-puberty females of *Orithya sinica* reared at 20°C and ambient temperature

Temperature and dimension	Sex	Instar	No.	a	b	r
20°C 4th abdominal segment	Pre-puberty females	1-7	127	-0.82141	0.96014	0.9962
	Post-puberty females	8-13	80	-1.26447	1.33096	0.9959
	Pre-puberty males	1-7	155	-0.81915	0.95523	0.9956
	Post-puberty males	8-13	92	-1.07084	1.17906	0.9968
Ambient Temp. 4th abdominal segment	Pre-puberty females	1-7	45	-0.83803	0.98229	0.9969
	Post-puberty females	8-12	11	-1.10878	1.22338	0.9971
	Pre-puberty males	1-7	75	-0.81817	0.96305	0.9953
	Post-puberty males	8-12	19	-1.05414	1.17486	0.9959
20°C 5th abdominal segment	Pre-puberty females	1-7	127	-0.84319	0.92513	0.9959
	Post-puberty females	8-13	80	-1.33776	1.34775	0.9951
	Pre-puberty males	1-7	155	-0.80497	0.86758	0.9926
	Post-puberty males	8-13	92	-1.17802	1.19993	0.9954
Ambient Temp. 5th abdominal segment	Pre-puberty females	1-7	45	-0.86193	0.94996	0.9946
	Post-puberty females	8-12	11	-1.18171	1.23322	0.9882
	Pre-puberty males	1-7	75	-0.81978	0.89201	0.9930
	Post-puberty males	8-12	19	-1.14576	1.18455	0.9967
20°C 6th abdominal segment	Pre-puberty females	1-7	127	-0.88640	0.90992	0.9952
	Post-puberty females	8-13	80	-1.38062	1.32550	0.9956
	Pre-puberty males	1-7	155	-0.85802	0.86818	0.9927
	Post-puberty males	8-13	92	-1.15235	1.13108	0.9952
Ambient Temp. 6th abdominal segment	Pre-puberty females	1-7	45	-0.91809	0.94831	0.9931
	Post-puberty females	8-12	11	-1.21482	1.20882	0.9868
	Pre-puberty males	1-7	75	-0.85603	0.86814	0.9921
	Post-puberty males	8-12	19	-1.12646	1.11397	0.9881

또한 甲幅에 對한 第 5 腹節, 第 4 腹節의 相對成長 關係는 第 6 腹節의 경우와 거의 같은 양상을 나타내었으며, 性徵이 나타나는 時期前과 性徵이 나타나는 時期 後에도 같은 경향을 보였다.

4. 漁獲物 甲幅 組成의 分析

Fig. 30은 1985~1986年度 암컷의 漁獲物의 甲幅을 나타낸 곡선이다.

漁獲에 처음으로 加入되는 時期는 8月이며 甲幅의 出現體級은 32~45 mm로 Table 5에 나타낸 11令期의 平均크기 32.45 mm의 個體群과 12令期의 40.38 mm의 個體群이 혼합된 것으로 추정된다. 還言하면 32.45 mm은 12令期로 脫皮하지 않은 11令期의 個體群이다. 한편 12令期의 個體가 8월에 出現하여 10월까지 40~42 mm 體級에 모-드를 갖는 群으로 나타나며, 이 수치는 Table 5의 12令期의 甲幅 40.38mm와 잘 일치한다. 따라서 11令期和 12令期の 混合群으로 추정함에 무리가 없을 것으로 사료된다. 12令期로 된 個體群에서 빨리 脫皮하는 個體는 10월부터 13令期로 成長하고 이러한 현상이 이듬해 6~7월까지 계속되며, 46~48 mm 體級에 모-드를 갖는다. 8월에 13令期의 個體群이 보이지 않는 것은 모두 脫皮가 완료되어 14令期로 되었다는 것을 뜻하며 14令期의 個體群은 54~56 mm로 모-드로서 매월 出現하고 있는 점으로 미루어 보아 다음 脫皮까지의 기간이 매우 긴 것으로 사료된다.

특히 4月~7月에서 보여지는 13令期和 14令期の 사이에 나타나는 모-드(약 50~52 mm)는 13令期和 前年級의 15令期로 脫皮하지 못한 14令期가 거의 同數로 중복되어 일어나는 현상으로 본다.

이는 곧 2개의 정규분포곡선이 중복이 클 경우 하나의 정규 분포곡선으로 나타날 경우가 있다는 것과 동일한 현상이다. 60~62 mm 體級에 모-드를 갖는 15令期는 9월에 많이 보여지며 특히 11월에 중복 현상이 심하고 出現 個體數의 비율은 아주 낮지만 1年 내내 出現하고 있다. 이런 점으로 보아 대부분의 個體는 15令期로서 生을 끝나는 것으로 보이나 4월에 70 mm 이상의 個體 出現을 고려하면 16令期까지 脫皮하는 個體도 있으리라 사료된다.

이상과 같이 各令期の 추정에서 Fig. 30의 10~11月的 甲幅組成을 확율지 방법(Cassie, 1954)으로 分析한 平均甲幅은 13令期 47.2 mm, 14令期 53.2 mm, 15令期 60.8 mm으로 추정되었다.

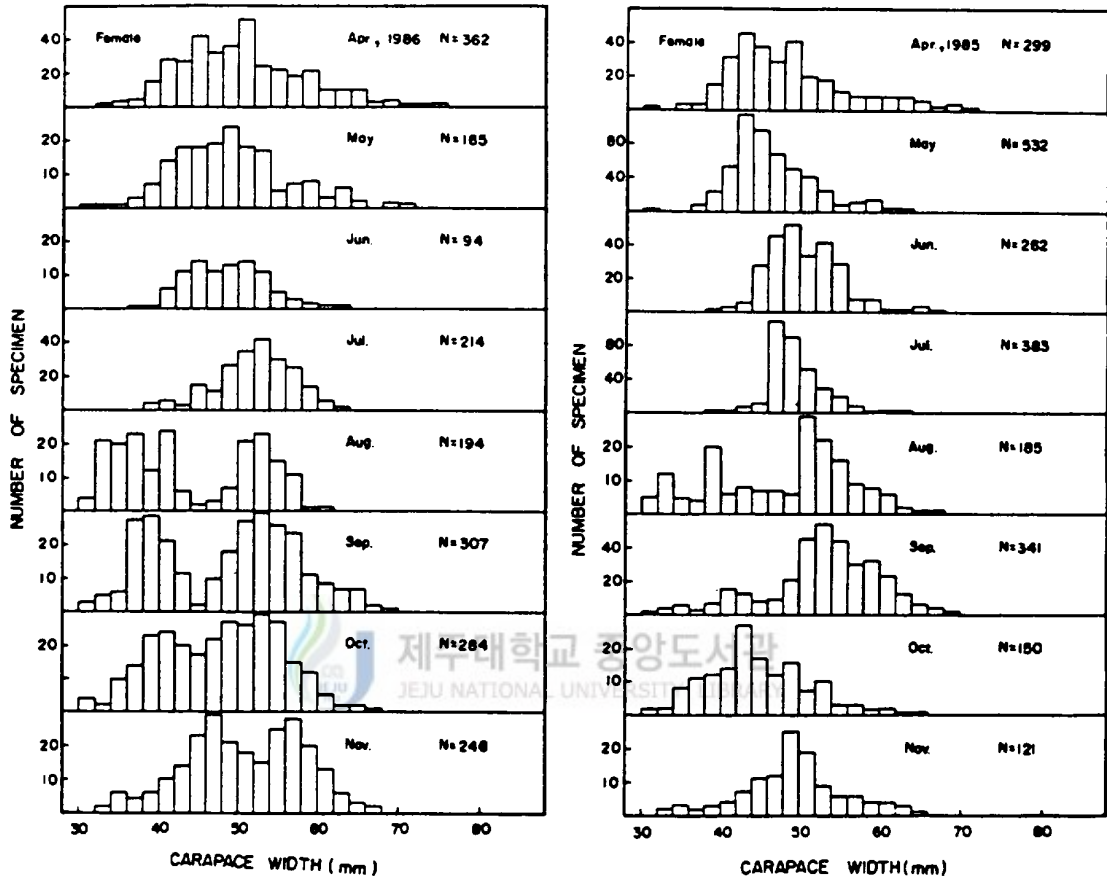


Fig. 30. Frequency distributions of the carapace width of *Orthytia sinica*.

IV. 考 察

甲殼類 生理의 가장 중요한 특징은 週期的인 脫皮를 하는 것이며 脫皮에 의하여 단계적인 成長을 한다(Passano, 1960 ; Mauchline, 1977 a,b). 아울러 모든 生態學的 現象들이 脫皮와 깊은 관계가 있으며(Hiatt, 1948 ; Hartnoll, 1980, 1982) 특히 脫皮間隔期間, 成長率, 相對成長, 生殘率等 脫皮에 관계된 要素들은 甲殼類의 生活史理解에 있어서 가장 중요한 要素들이다.

一般的으로 볼때 甲殼類의 脫皮間隔은 令期和 더불어 增加하며 수온상승에 반비례하는 것이 사실이다 (Williams 1968 ; Dawirs, 1982 ; Hartnoll, 1982 ; Mohamedeen, 1984 ; Nagaraj, 1986).

그러나 令期增加에 따른 脫皮間隔期間의 增加的인 추세내에서 계속적인 增加를 보이기도 하고 增減의 變動을 보이기도 한다. 같은 種의 경우에서도 脫皮間隔의 지속적인 增加 또는 增減을 보이는 예가 *Carcinus maenas* 의 경우 Williams (1968), Dawirs(1982), Mohamedeen(1984)는 이 계의 脫皮間隔의 不一定한 增減 양상은 飼育條件이 일정하지 않았기 때문이라고 말하고 있다. 그러나 범계 幼生 및 Crab飼育의 경우 온도가 20°C로 일정하게 유지된 경우는 물론 온도 변화가 있는 室溫구간에서도 脫皮期間이 增減하는 사실로 미루어 볼때 脫皮期間의 增加 양상은 種마다 다른 것이 아닌가 思料된다.

적정 수온범위내에서 飼育溫度에 따라서 脫皮間隔期間은 變하며 高溫에서 飼育된 個體들은 低溫에서 飼育된 것들 보다 脫皮間隔期間이 짧아 진다(Kurata and Omi, 1969 ; Lucas, 1972 ; Chittleborough, 1975).

범계의 경우 飼育溫度條件이 變하는 室溫에서 飼育된 個體들은 20°C 條件에서 飼育된 個體들에 비하여 高水溫期에는 脫皮間隔期間이 짧아지고 低水溫期에는 길어져 水溫條件과 역비례 現象을 보였다. 이러한 現象은 다른 계들 에서도 잘 알려져 있다(Broekhuysen, 1941 ; Turoboyski, 1973).

아울러 脫皮間隔은 個體의 크기, 性別, 成熟여부에 따라서 변하기도 한다(Tagatz, 1968; Meixner, 1969). 범게의 脫皮期間 變動추세에 있어서 Crab 6,7期の 減少 現象이 있는 것으로 미루어 볼때 性徵이 나타나기 시작한 時期의 脫皮直前 1~2回 脫皮時 脫皮期間의 減少와 性徵이 나타나기 시작한 時期後의 급격한 增加는 性徵이 나타나기 시작한 時期의 접근과 관련이 있는 것으로 思料된다. Mohamedeen (1984)의 *Carcinus maenus*의 飼育結果를 보면 脫皮期間은 지속적으로 增加하나 性徵이 나타나기 시작한 以後에 급격히 增加하는 추세를 보인다.

海洋 無脊椎動物 幼生の 生殘率은 여러 環境要因의 複合作用에 의하여 結定된다 (Kinne, 1977). 環境要因 中에서도 水溫 및 塩分の 영향은 여러種의 게 幼生の 生殘率에 큰 影響을 미치는 것이 밝혀 졌으며 水溫과 塩分の 結果는 成體게의 生態에 따라 다르다 (Costlow, 1968; Costlow and Bookhout 1959, 1962, 1966, 1969; Costlow, Bookhout and Monroe, 1960, 1962, 1966; Mohamedeen, 1984, Nagaraj, 1986).

本 研究의 結果, 20°C에서 飼育한 幼生들의 生殘率이 室溫에서 飼育한 것들 보다 生殘率이 높은 結果였다. 그 당시 幼生 飼育期間中 現場의 水溫은 室溫 (21.0~24.0°C) 飼育 條件 20°C에 유사하며, 그 당시 現場水溫에 가까운 溫度區間에서 生殘率이 좋다는 結論을 얻을 수 있었다.

그러나 이러한 것은 一般的이 아닌 例 들도 있다. 어떤 種들에서는 成體 및 幼生이 살고 있지 않은 溫度 및 염분범위 안에서 飼育되었을 때 가장 높은 生殘率을 보이는 것이 수종의 새우 및 게들에게서 알려져 있다(Rochanoburanon, 1974; Mohamedeen, 1984; Nagaraj, 1986).

甲殼類의 脫皮前 크기에 對한 成長의 百分率 즉 成長率 (growth rate)은 한때 比較的 一定하다고 알려졌으며 成長率은 25~40%의 範圍라고 보고 되었다(Dyar, 1890; Brooks, 1886; Fowler, 1909). 그후의 實驗的 研究들에 의하면 成長率은 飼育條件 및 種別에 差가 많다는 것이 알려졌다. 어느 時期에서는 成長率의 減少

(Olmstead and Baumberger, 1923), 成長이 되지 않는 경우 (Carlisle 1957 ; Vernet-Cornubert, 1958 ; Leffer, 1972)와 成長率이 增加하는 것을 報告하였다 (Green, 1956 ; Mauchline, 1977 a, b, Rice ; 1968 ; Crothers, 1967).

Rice (1968)는 기존의 갑각류 成長資料들을 分析한 結果 甲殼類의 平均成長率은 22.3%라고 報告하였다. 많은 研究 結果들에 의하면 令期의 增加 및 形質크기의 增加에 따라서 成長率은 減少한다(Hiatt, 1948 ; Sweat, 1968; Childress and Prise, 1978). 범계의 期別 成長率은 增減의 變化가 一定하지 않으나 전체적인 結果 약간 減少한다. 범계의 경우 Zoea 2期の 成長率은 Zoea 1期보다 높았으며 Crab에 서는 Crab 5期까지 減少하고, Crab 6期 以後 약간 增加하며, Crab 10期 以後 다시 減少하였다.

이러한 일정하지 않은 增減 現象은 다른종의 경우에도 報告 되어있다(Meek, 1918 ; Veillet, 1945 ; Needham 1950 ; Crothers, 1967 ; Hogarth, 1975 ; Klein Breteler 1975 a,b). 범계의 甲長成長率은 Zoea의 경우 平均 35.65~41.41%였으며, Crab의 경우 18.9~30.9%였다. 이러한 成長率의 값들은 *Carcinus maenas* (Crothers, 1967 ; Klein Breteler 1977 a, ; Buckman and Adelung, 1964)와 *Callinectes sapidus* (Tagatz, 1968)의 成長率보다 약간 높은 편이다. 특히 Zoea期の 成長率은 어느 種의 幼生成長率(Rice, 1968 ; Rice and Ingle, 1975) 보다도 높게 나타났다. 이러한 成長率의 變化 양상과 成長率값의 差는 種別 差는 물론 飼育環境의 複合的要因의 結果라고 思料된다.

甲殼類의 相對成長은 性別, 性徵이 나타나는 特徵을 보여 주고 있으며 특히 집게발 및 腹部의 形態와 크기에서 잘 나타난다(Dawes, 1934 ; Huxley, 1927, 1932 ; Needham, 1950, Teissier 1960 ; Hartnoll, 1982 ; Mohamedeen, 1984). 범계의 경우 집게발의 크기 및 形態는 性別, 性徵이 나타나는 特徵을 잘 보여 주고 있는데, 이들의 相對成長 曲線으로 보아 Crab 8期부터 性徵이 나타나는 時期 라고 볼 수 있다. Crab 7期까지 집게발의 길이, 폭, 깊이는 等成長을 하지만 Crab 8期 부

터는 암·수 모두에 있어서 집게발은 陽의 相對成長을 하며 수컷에서 집게발은 일층 크게 자라난다.

腹節의 幅도 집게발의 크기 變化와 同一한 양상을 보여준다. 性徵이 나타나는 時期을 前後하여 집게발의 크기 變化가 없는 예들은 *Carcinus maenus* (Mohamedeen, 1984), *Carcinus mediterraneus* (Veillet, 1945), *Portunus pelagicus* (Prasad and Tampi, 1954) 등에서 볼 수 있으나, 腹節의 幅은 一般的으로 性徵이 나타나는 時期 以後 수컷의 경우 변함이 없거나 작아지고 암컷의 경우는 언제나 커진다(Hartnoll 1982; Huxley, 1927, 1932).

漁獲物 甲幅組成은 4월부터 11월까지 漁獲物 曲線에서 究明할 脫皮成長의 합리성에 관하여 보면 冬季(12~3月)의 資料가 없더라도 個體別 飼育實驗의 各 令期別 間隔期間(Table 1)은 12令期에서 2個月이상, 13令期에서 5個月이상으로 脫皮를 거듭할 수록 脫皮期間이 길어지므로 13令期 以後의 脫皮成長을 추정함에 무리가 없다. 또한 8月의 加入群에 해당되는 11令期の 個體群은 Ricker(1975)의 網目の 선택성에 기인 된것으로, 11令期中에서 보다 큰 個體만 漁獲되었기 때문에 Fig. 30에 나타난 모-드는 Table 5의 11令期 甲幅크기 32.45 mm보다 큰 경향이 있는 것이며, 따라서 Fig. 30의 8월에 처음으로 出現하는 個體群을 11令期로 단정함도 타당하다고 본다.

그리고 Fig. 30의 4~7月에서 13令期和 14令期사이에 나타나는 모-드의 현상이다. 계류는 어류와 달라 일시적인 팽창성장을 하므로 脫皮가 정지된 各 令期の 甲幅크기는 거의 일정할 것이다. 그러나 生殘曲線에서 낮은 令期の 個體數가 큰 令期の 個體數 보다 당연히 많지만 연속된 두 令期에서 작은 令期の 脫皮가 진행되어 큰 令期로 加入됨에 따라, 결국 연속된 2令期の 個體數가 거의 同數로 되었을 경우 중복하여 생기는 현상으로 이는 곧 Harding(1949)에 의하면 거의 동일한 2개의 정규 분포곡선이 겹치는 부분이 많을 경우 편차가 보다 큰 하나의 정규분포로 나타나는 것과 同一한 것으로 해석 할 수 있다.

V. 要 約

범계, *Orithyia sinica* (Linnaeus)의 生活史, 成長 및 個體群의 生態的 研究 結果는 다음과 같다.

1. 암컷과 수컷에서 生殖巢의 分리가 可能한 最小形은 甲幅 50mm의 個體들이다.
2. 生殖線 熟度指數는 암컷의 경우 7월에 最高에 達하며 抱卵과 더불어 減少하며 11월에 最低에 達한다. 수컷의 경우 9월에 最高에 達하고 다음해 5월에 最低 값을 보인다. 암·수 모두 年中 一回의 成熟週期를 보였다.
3. 抱卵時期는 6月下旬부터 11月上旬까지이며 主抱卵時期는 9月 中旬에서 10月中旬이며 年中 一回 抱卵하였다.
4. 抱卵 個體의 最小크기는 甲幅 56.0mm이며, 抱卵數는 甲幅 70.0mm크기까지는 甲幅에 비례하나 그 以上 큰 個體들에서는 抱卵數가 減少한다. 抱卵數는 平均 542×10^2 ($390 \times 10^2 \sim 1073 \times 10^2$)이며 卵徑은 平均 712 μm (543~913 μm)였다.
5. 脫皮期間은 令期에 따라 增加하나 Crab 5期에서 부터 性徵이 나타나는 時期前인 Crab 7期까지 減少 하였다가, 性徵이 나타나는 時期 以後부터 급격히 增加한다. 水溫에 따른 脫皮期間의 變化 양상은 유사하나 室溫의 경우 變動의 幅이 컸다.
6. 幼生의 生殘率은 Megalopa期까지 20°C區間에서 飼育한 것이 86.6%, 室溫에서 飼育한 것이 80.0%였다. Crab의 生殘率은 20°C의 경우 Crab 13期까지 孵化後 約 540일간 飼育한 것이 45%, 室溫의 경우(11.0~27.7°C) Crab 12期까지 孵化後 約 540日間 飼育한 것이 10%였다. 生殘率의 性別 差는 없었다.
7. 幼生期의 크기는 飼育溫度區間別 크기가 있어 室溫區間 (21.0~24.0°C)에서 飼育한 Zoea 2,3期 幼生은 20°C區間에서 飼育한 幼生들보다 0.62~4.03% 작았다.
8. Crab의 甲幅, 體重은 飼育溫度區間에 差가 없이 1期에서 10期까지 동일하게

增加하고 11期 부터는 20°C에서 飼育된 Crab들의 크기가 커지는 경향을 보인다. 體重의 增加 양상은 第 9 期에서 成長이 減少되었다가 10期에서 부터 다시 增加한다.

9. 甲長으로 測定된 成長率은 Zoea 1,2期에서 各各 35.65, 41.41%였으며, Zoea 2 期の 成長率이 높았으며, 背棘長 및 額棘長의 成長率도 絶對値는 작았으나 Zoea 1期에 比하여 Zoea 2期の 成長率이 높았고 飼育溫度區間別 成長率의 差는 없었다.
10. 令期에 따른 成長率값의 變化는 令期の 增加에 따라 減少경향이 있으나 增減 變動이 일정하지 않고 Crab 5期까지 減少하다가 Crab 6期以後 약간 增加하였다가 Crab 10期 以後다시 減少하는 경향을 보였다.
11. Crab 1~13期까지의 平均 成長率은 甲長의 경우 23.87% (18.9~30.91%), 甲幅 23.99% (17.82~30.84%), 體重 91.51% (58.86~129.14%)이었으며 成長率은 飼育溫度區間別 差는 없었다.
12. 相對成長에 있어서 甲幅에 對한 甲長, 體重, 집게발의 크기는 性徵이 나타나기 前까지인 Crab 7期까지는 경사 0.9程度이지만 性徵이 나타나기 始作한 Crab 8 期後에는 1보다 큰 경사를 보였다.
13. 腹節의 幅은 性徵이 나타나기 前까지인 第7期까지는 암·수 모두 等成長을 보이지만, 性徵이 나타난 後에는 암컷의 腹節幅이 수컷보다 현저하게 커진다.
14. 自然産의 경우 漁獲에 加入되는 時期는 每年 8 월이며 出現體級은 甲幅 32~45mm로써 11令期の 個體들이며 모-드 移行分析으로 15令期까지 추정되었다.

謝 辭

本 研究를 遂行함에 있어 始終 指導하여 주신 鄭相喆 教授님께 衷心으로 感謝를 드리오며, 本 論文을 校覽하여 주신 卞忠圭 教授님, 李定幸 教授님, 盧 暹教授님과 많은 助言을 주신 白文河 教授님, 李祺完教授님께 깊이 感謝 드립니다.

本 研究를 위하여 어려운 時間을 아낌없이 할애하여 實驗 設計와 論文의 體制를 바로 잡아준 釜山水產大學 洪性潤教授님께 衷心으로 感謝를 드립니다.

또한, 本 論文의 遂行을 위하여 資料를 computer處理하여준 全北大學校 韓 壹洙君, 어려운 여건속에서 生物飼育을 위하여 不徹晝夜 協力을 하여준 群山水產專門大學 養殖科 金京植, 金在千, 金榮在君을 비롯한 여러분께 깊은 感謝를 드립니다.

끝으로 오늘이 있기까지 늘 곁에서 말없이 온갖 정성을 다하며 內助 해준 아내에게 고마움을 表 합니다.



參 考 文 獻

- Broekhuysen, 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 Umweltfaktoren auf
das Wachstum und den Hautungsrhythmus der Strandkrabbe
Carcinus maenas. Helgolander Wiss. Meeresunters. 10 : 91-103.
- Bliss, D. E. and J. R. Boyer, J. R., 1964. Environmental regulation of growth
in the decapod crustacean *Gecarcinus lateralis*. Gen. Comp. En-
docrinol. 4 : 15-41.
- Carlisle, D. B. 1957. On the hormonal inhibition of molting in Decapoda
Crustacea. 2. The terminal anecdysis in crab. J. Mar. Biol. Asso.
U. K. 36 ; 291-309.
- Cassie, R. M., 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size
frequency distributions. Aust. J. Mar. Fresh. Res., 5 : 513-522
- Childress, J. J. and M. H. Price, 1978. Growth rate of the bathypelagic crusta-
cean *Gnathophausia ingens* (Mysidacea : Lophogastridae). 1. Dimen-
sional growth and population structure. Mar. Biol. 50 : 47-62.
- Chittleborough, R. G., 1975. Environmental factors affecting growth and sur-
vival 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-Century-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.
- Costlow, J. D., Jr. and C. G. Bookhout, 1962. The effect of environmental factors on larval development of crabs. In Biological problems in water pollution. 3rd Seminar, 1962. Publ. Hlth. Serv. Publ., Wash. 999-WP-25 : 77-86.
- Costlow, J. D., Jr. and C. J. Bookhout, 1966. Larval stages of the crab *Pinnotheres maculatus* under laboratory conditions. Chesapeake Sci., 7 : 157-163.
- Costlow, J. D., Jr. and C. J. Bookhout, 1969. Temperature and meroplankton. Chesapeake Sci., 10 : 252-255.
- Costlow, J. D., Jr., C. J. Bookhout and R. Monroe, 1960. The effect of salinity and temperature on larval development of *Sesarma cinerium* (Bosc) reared in the laboratory. Biol. Bull., 118 : 183-202.
- Costlow, J. D., Jr., C. J. Bookhout and R. Monroe, 1962. Salinity-temperature effects on the larval development of the crab, *Panopeus herbstii* Milne-Edwards, reared in the laboratory. Physiol. Zool., 35(1) : 79-93.
- Costlow, J. D., Jr., C. J. Bookhout and R. Monroe, 1966. Studies on the larval development of the crab *Rhithropanopeus harrisi* (Gould) 1. The effects of salinity and temperature on the larval development. Physiol. Zool., 39(2) : 81-100.
- 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.

- Dawes, B., 1968. A study of normal and relative growth in the pistol-crab, *Alpheus dentipes* (Guer). Wilhelm Roux Arch. Entwicklungsmech. Org., 131-543-574.
- Dawirs, R. R., 1982. Methodical aspects of rearing decapod larvae *Pagurus bernhardus* (Paguridae) and *Carcinus maenas* (Portunidae). Helgolander Meeresunters., 35 : 439-464.
- Dyar, G. H., 1980. The number of moults of lepidopterous larvae. Physche, Berl., 5 : 420-422.
- Egusa, S., 1961. Studies on the respiration of the "Kuruma" prawn, *Penaeus japonicus* Bate. II. Preliminary experiments on its oxygen consumption. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 27 : 650-659.
- 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.
- Haefner, P. A. and C. N. Shuster, 1964. Length increments during terminal moult of the female blue crab, *Callinectes sapidus*, in different salinity environments. Chesapeake Sci., 5 : 114-118.
- Haley, S. R., 1969. Relative growth and sexual maturity of the Texas ghost crab, *Ocypode quadrata* (Fabr.) (Brachyura, Ocypodidae). Crustaceana, 17 : 285-297.
- Harding, J. P., 1949. The use of probability paper for the graphical analysis

- of polymodal frequency distributions. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 28(1) : 141-153
- 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 crab *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.
- Hudinaga, M., 1942. Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. *Jap. Jour. Zool.*, 10 : 305-393.
- Huxley, J. S., 1927. Further work on heterogonic growth. *Biol. Zentrelbl.*, 47 : 151-163.
- Huxley, J. S., 1932. Problems of Relative growth. Methuen, London., 216 pp.
- Ikematsu, W., 1963. Ecological studies on the fauna of Macrura and Mysidacea in Ariake Sea. *Cont. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.*, 161 : 1-124.
- Ito, Z., 1953. Effects of different kinds of food and starvation upon the moulting of *Cambarus clarkii* Girard. *Collect. Breed., Tokyo.* 15 : 182-186.
- Kamita, T., 1941. Studies on the decapod crustaceans of Chosen, part. 1. Crabs. *Fish. Soc. Chosen*, 1-289.

- Kim, H. S., 1973. Illustrated Encyclopedia of Fauna and of Korea., 14 : 1-289.
- Kim, Y. H. 1983. Studies on *Orithya 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 experiments on the influence of
environmental factors on the frequency of moulting and the increase
in size at moulting of juvenile shore crabs, *Carcinus maenas*.
Neth. J. Sea Res. 9 : 100-120.
- Kurata, H., 1959. Studies on the larva and post-larva of *Paralithodes camt-
schatica*. I. Rearing of the larvae, with special reference to the
food of the zoea. Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab., 20 : 76-83.
- Kurata, H., 1962. Studies on the age and growth of Crustacea. Bull. Hok-
kaido Reg. Fish. Res. Lab., 24 : 1-115.
- Kurata, H., and H. Omi, 1969. The larval stages of a swimming crab, *Cha-
rybdis acuta*. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 57 : 129-136.
- Leffler, C. W., 1972. Some effects of temperature on the growth and meta-
bolic rate of juvenile blue crab, *Callinectes sapidus*, in the labora-
tory. Mar. Biol., 14 : 104-111.
- Lloyd, A. J. and C. M. Yonge., 1947. The biology of *Crangon vulgaris* in the
Bristol Channel and Severn Estuary. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 26 :
626-661.

- 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 lobsters, an assessment. J. Cons. Int. Explor. Mer, 37 : 162–169.
- Mauchline, J., 1977b. Growth and moulting of Crustacea, especially Euphausiids. In 'Symposium on the Prediction of Sound Scattering in the Oceans from Physical/Chemical/Biological Data' (eds. N. R. Anderson and B. J. Zahuranec), pp. 401–422. Plenum Press, London.
- Meek, A., 1918. On the Crustacea. Rep. Dove Mar. Lab., 7 : 19–45.
- Meixner, R., 1969. Wachstum, Hautung und fortpflanzung von *Crangon crangon*(L.) bei Einzelaufzucht. Ber. Stsch. Wiss. Kommn Meeresforsch., 20 : 93–111.
- Mohamedeen, H., 1984. Studies on laboratory growth of decapad crustaceans. Ph. D. Thesis, University of Liverpool, 1984. 133 pp.
- Nagaraj, M., 1986. Studies on the laboratory rearing and culture of marine and estuarine planktonic organisms. Ph. D. Thesis, University of Liverpool, 1986. 213 pp.
- Needham, A. E., 1950. Growth and regeneration rates in relation to age in the Crustacea, J. Gerontol. 5 : 5–16.
- Oka, M., 1967a. Studies on *Penaeus orientalis* Kishinouye. IV. Phsiological mechanism of ovulation. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 23 : 57–70.
- Oka, M., 1967b. Studies on *Penaeus orientalis* Kishinouye. V. Fertilization and development. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 23 : 71–88.

- 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. Academic Press, Inc. New York.
- Prasad, R. R. and R. R. Tampi., 1954. Some aspects of relative growth in the blue swimming crab *Neptunus pelagicus* (Linnaeus). *Proc. Nat. Inst. Sci. India*, 20 : 218-234.
- Provenzano, A. J., Jr., 1967. Recent advances in the laboratory culture of decapod larvae. *Mar. Biol. Assoc. India, Symp. Ser.*, 2(2) : 940-945.
- Rochanaburanon, T., 1974. Experimental rearing of some Irish Sea Caridea (Crustacea, Decapoda). Ph.D. Thesis. University of Liverpool, 1974. 111 pp.
- Rice, A. L., 1968. Growth 'rules' and the larvae of decapod crustaceans. *J. Nat. Hist.* 2 : 525-530.
- Rice, A. L., 1975. The first zoeal stages of *Cancer pagurus* L., *Pinnotheres pisum* (Pennant) and *Macrophthalmus depressus* Ruppell (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.)*. 28 : 237-247.
- Rice, A. L. and R. W. Ingle., 1975. The larval development of *Carcinus maenas* (L.) and *C. mediterraneus* Czerniavsky (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.

- Ricker, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can., (191) 382 pp.
- Sakai, T. 1935. Crabs of Japan. Sanseido Co., Ltd., Tokyo, 239 pp.
- Shen, C. J., 1932. The Brachyuran Crustacea of North China. Zoologica sinica, ser. A, Invertebrates of China, Vol. 9, Peiping. 320 pp.
- 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.
- Teissier, G., 1960. Relative growth. In The Physiology of Crustacea (ed. T. H. Waterman), Vol. 1, pp. 537-560. Academic Press, New York.
- Turoboyski, K., 1973. Biology and ecology of the crab *Rhithropanopeus harrisii* ssp. *tridentatus*. Mar. Biol. 23 : 303-313.
- Veillet, A., 1945. Recherches sur le parasitisme des crabes et des galathees par les rhizocephales et des epicarides. Ann. Inst. Oceanogr. 22 : 193-341.
- Vernet-Cornubert, G., 1958. Recherches sur la sexualite du crabe, *Pachygrapsus marmoratus* (Fabricius). Arch. Zool. Exp. Gen., 96 : 104-274.
- Williams, B. G., 1968. Laboratory rearing of the larval stages of *Carcinus maenas* (L.) (Crustacea : Decapoda). J. Nat. Hist., 2 : 121-126.