

碩士學位論文

경포호에棲息하는, *Neomysis intermedia*의
生活史에 따른 에너지收支

濟州大學校 大學院

水産生物學科



1993年 12月

鏡浦湖에棲息하는, *Neomysis*
*intermedia*의 生活史에 따른 에너지 收支

指導教授 盧 暹

崔 侑 吉

이 論文을 理學碩士學位 論文으로 提出함.

1993. 12月 日

崔侑吉의 理學碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長

李 定 宰

委 員

下 忠 志

委 員

盧 暹

濟州大學校 大學院

1993年 12月

Energy Budget of the Mysid Shrimp, *Neomysis intermedia*
Reared in the Laboratory

You - Gill Choi

(Supervised by Professor Sum Rho)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE



DEPARTMENT OF MARINE BIOLOGY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1993 . 12 .

目 次

Abstract	1
I. 結 論	2
II. 材 料 및 方法	3
1. 材 料	3
2. 測定方法	3
1) 成長	3
2) 抱卵數	4
3) 酸素消費	4
4) 攝餌	4
5) 酸素排泄	4
6) 體物質의 에너지 含量	5
7) 에너지 收支	5
8) 生態效率	5
III. 結 果	6
1. 成長의 一般的 傾向	6
2. 抱卵數	13
3. 酸素消費	14
4. 攝餌量	17
5. 窒素排泄 및 糞排泄	19
6. 에너지 收支	21
7. 生態效率	23
IV. 考 察	24
V. 要 約	27
VI. 參考 文獻	29
謝 辭	34

ABSTRACT

Energy budget of mysid relict, *Neomysis intermedia* in Kyongpo Lake was determined at constant temperature (20°C), Energy used by reared mysids were calculated from data on feeding, growth, molting, reproduction, and metabolism.

The Energy used by growth of juvenile and adult were 6.87 cal in females of 8.55 mm in length, and 5.67 cal in males of 7.53 mm in length, respectively.

Molting losses were estimated to be 0.46 cal in females and 0.38 cal in males from juvenile to adult. Energy uses in respiration were estimated to be 48.48 cal in females and 36.45 cal in males from juvenile to adult.

The energy intakes from feeding were 84.15 cal in females and 67.09 cal in males from juvenile to adult. Energy losses by excretion were 10.36 cal in females and 6.46 cal in males.

Females assimilated 86.65% and males 81.99% of assimilated energy, respectively, in somatic growth.

The gross growth efficiencies(k_1) showed 8.71% for females and 9.02% for males and the net growth efficiencies(k_2) showed 10.05% for females and 12.36% for males.

Maintenance costs were estimated at 66.48% in females and 66.26% in males, respectively, of assimilaed energy. Molting losses were estimated at 0.63% in females and 0.69% in males, respectively, of assimilated energy from juvenile to adult.

I. 緒 論

곤쟁이류의 一種인 *Neomysis intermedia*는 淡水, 湖水 및 河口的 汽水域 등에 걸쳐 대단히 넓게 分布하는 半浮遊性 甲殼類로서 우리나라의 西, 南海岸에 多量 分布하는 *Neomysis awatschensis*에 비하여 多少 北方形이다.

이들은 浮遊生活을 하지만 주로 近底層에 棲息하면서 冬季 低水溫期를 除外하고는 年中 生殖을 하여 여러 世代를 形成하는 特徵이 있다. 또한, 곤쟁이류는 一般的으로 生態系內에서는 다른 甲殼類나 魚類의 먹이生物로서 먹이連鎖에 있어 대단히 重要的 役割을 擔當하고 있다.

이와같은 生態的 特性때문에 이 動物의 環境變化에 대한 適應性은 多様할 것으로 보여지며 水系 生態系의 生産性에 寄與하는 바도 클 것으로 여겨진다.

따라서, 곤쟁이류에 대한 에너지 收支에 관한 研究는 이 動物의 基礎生物學的 調查를 통한 生態生理的 特性을 把握함과 同時에 個體 에너지 收支에 관한 資料로 부터 自然界에서의 個體群의 에너지 흐름의 動態를 把握하는 基礎資料로서 價値가 클 것으로 思料된다.

곤쟁이류에 관한 研究로는 成長 (Lasenby and Langford, 1972; Childress and Price, 1978; Astthorsson and Ralph, 1984), 基礎生物學的 研究 (崔, 1981), 生化學的 組成 및 呼吸 (李, 陳, 1971), 馴化와 代謝, 排泄 (陳, 1971, 1972, 1974, 1976), 分布와 環境要因 (Heubach, 1969), 分類 및 分布 (Yoo and Choi, 1980; Yoo, 1985)등 多數의 報告를 찾아볼 수가 있다.

한편, 物質 및 에너지 代謝에 관한 研究는 *Metamysidopsis elongata* (Clutter and Theilacker, 1971)에 관한 研究와 *Neomysis awatschensis* (金, 1987)에 관한 研究등이 있으나 그다지 많지 않은 實情이다.

따라서, 본 研究는 *Neomysis intermedia*를 實驗室內의 一定한 水溫(20℃)下에서 適應飼育시키고 全生活史를 통해서 에너지 收支를 分析하여 攝餌와 成長에 따른 에너지 흐름의 動態를 把握함으로써 個體群의 에너지 흐름에 대한 生態生理的 基礎資料를 얻고자 하였다.

II. 材料 및 方法

1. 材料

實驗에 使用한 *N.intermedia*는 1993年 4月부터 9月에 걸쳐 江陵 鏡浦湖에서 網目 1mm의 採集網을 使用하여 捕獲하였다. 採集한 試料는 즉시 實驗室로 運搬하여 循環濾過式 水槽에 옮겨 各 實驗에 使用하였다. 갯 產出된 稚蝦는 保育囊에 受精卵을 保有한 암컷을 捕獲하여 實驗室에서 產出し킨 後 實驗에 使用하였다. 稚蝦 및 成體의 먹이로는 갯 孵化한 *Artemia nauplii*를 20 nauplii/ml 濃度로 投與해 주면서 底面濾過水槽內에서 繼續적으로 大量 飼育시켜 가면서 各 實驗에 使用하였다. 모든 實驗은 20℃의 一定한 水溫에서 實施하였다.

2. 測定方法

1) 成長

成長測定은 實驗動物의 損傷을 防止하기 위해 飼育中인 動物의 脫皮體를 收去하여 體長과 一貫된 關係를 갖는 尾脚長을 마이크로미터로 測定하여 間接적으로 成長率을 評價하였다.

個體成長率은 底面濾過方式으로 容量 1 liter의 水槽에 實驗動物을 各各 1 마리씩 投入하여 *Artemia nauplii*를 먹이로 提供하면서 每日 아침 脫皮體를 調査하여 收去된 脫皮體의 尾脚長 및 乾燥重量을 測定하였으며 에너지 含量도 測定하였다.

實驗動物의 體長은 마지막 腹部體節의 末端에서 頭胸甲의 앞쪽 끝까지의 直線距離 그리고, 尾脚長은 마지막 腹部體節의 末端에서 剛毛를 除外한 尾脚의 外肢 끝까지 測定했다

2) 抱卵數

採集한 實驗動物中 捕卵한 암컷을 選別하여 體長을 測定한 뒤 保育囊속의 卵의 數를 解剖顯微鏡下에서 計數하였다.

3) 酸素消費

稚蝦 및 成體의 酸素消費量은 個體 크기에 따라 容量 40 - 250 ml의 酸素瓶에 實驗動物을 1마리씩 收容한 후, 3時間 동안의 酸素消費量을 酸素檢量器 (YSI Model 57)로 측정하고 實驗前後의 溶存酸素差로서 定量하였으며 日日 個體당 酸素消費量 ($\mu\text{l O}_2/\text{ind}/\text{day}$)으로 表示하였다. 酸素消費量은 代謝熱 生産에 의해 消費된 에너지로 轉換시켰다. (Gnaiger, 1983; $1\text{mg O}_2 = 3.38 \text{ cal}$) 環境水의 酸素分壓에 影響을 받기 때문에 (Ghiretti, 1966; McLusky, 1973; Prosser, 1973; Ikeda, 1974) 酸素消費 測定이 끝났을 때의 實驗容器內 溶存酸素量이 처음 酸素量의 60 - 70% 以下로 떨어지지 않게 調節하였다.

4) 攝餌

稚蝦 및 成體의 攝餌測定時에는 個體크기에 따라 容量 150 - 300 ml의 酸素瓶에 實驗動物을 1마리씩 投入한 後, 먹이생물인 *Artemia nauplii*의 농도가 20 nauplii/ml가 되도록 投與하여 24時間 동안의 攝餌量을 測定하였다. 各 測定 結果는 個體 1마리당 日間攝餌量(nauplii/ind/day)으로 나타내었다.

攝餌에너지는 個體 1마리가 1日 攝餌한 *Artemia nauplii*數로서 평가하였다. *Artemia nauplius*는 乾燥重量이 $1.97 \mu\text{g}$ 이었으며, 熱量計에 의한 에너지 含量은 $4.619 \text{ cal}/\text{mg dry wt.}$ 이었다. 따라서, *Artemia nauplius* 1마리는 0.0091 cal 의 에너지를 含有한다 (박, 1989).

5) 窒素排泄

排泄窒素量은 個體크기별로 容量 40-250 ml의 酸素瓶에 實驗動物을 각각 1마리씩 넣고 4시간 동안 둔 후 측정하여 개체 1마리당 日間總窒素排泄量($\mu\text{g atoms} - \text{N}/\text{ind}/\text{day}$)으로 표시하였다.

總窒素(Total-N)의 分析은 0.15% Hgcl_2 와 50% H_2SO_4 로 固定시켜 Phenate法(APHA, 1981)으로 行하였다 (Corner and Newell, 1967).

Ammonia의 에너지함량은 4.06 cal/mg(Brafield and Solomon, 1972)으로 計算하였다.

6) 體物質의 에너지 함량

實驗動物 및 脫皮體의 에너지 함량은 자동폭발열량계(Shimadzu Seisakusho, Model CA-3)로 測定하고 cal로 表示하였다.

7) 에너지 收支

稚蝦 및 成體에 대한 암수별 에너지 收支는 Standard IBP방정식(Klekowski and Duncan, 1975)으로 나타내었다.

$$C = P + R + F + U \quad \text{-----} \quad (1)$$

(1)式에서 P를 細分하여 式을 定立하면,

$$C = P_g + P_e + P_r + R + F + U \quad \text{-----} \quad (2)$$

로서 表示된다. 여기서, C는 攝餌에너지, P_g는 體成長에 쓰인 에너지, P_e는 脫皮에 쓰인 에너지, P_r는 生殖에 쓰인 에너지, R은 呼吸에 쓰인 에너지, U는 尿로 배설된 에너지이며, F는 同化되지 않고 糞으로 排出된 에너지로서 實驗을 行하지 않고 攝餌에너지(C)와 同化에너지(A = P + R + U)간의 差로서 나타내었다.



8) 生態效率

稚蝦 및 成體에 대해 測定한 攝餌, 成長, 脫皮, 生殖, 呼吸 및 尿排泄에 대한 資料를 使用하여 암수別로 다음 效率들을 計算하였다.

(1) 同化效率:수컷의 경우에는 $(P_g + P_e + R + U) / C \times 100$ 이며, 암컷의 경우는 $(P_g + P_e + P_r + R + U) / C \times 100$ 으로 나타내었다.

(2) 總成長效率(K₁): $(P_g + P_e) / C \times 100$ 으로서 암수 모두 同一하다.

(3) 純成長效率(K₂):수컷의 경우는 $(P_g + P_e) / (P_g + P_e + R + U) \times 100$ 이며, 암컷은 $(P_g + P_e) / (P_g + P_e + P_r + R + U) \times 100$ 으로 나타내었다.

III. 結 果

1. 成長의 一般的 傾向

稚蝦 및 成體의 암수別 成長은 實驗動物의 損傷을 防止하기 위하여 脫皮 體를 收去해서 體長에 대해 一貫된 關係를 가지는 尾脚長을 測定하여 間接的으로 體長을 評價하였다. 體長과 尾脚長間의 關係를 살펴보면 (Fig. 1), 尾脚長의 增加와 더불어 體長은 直線的인 增加를 보여 體長(mm) = 1.0049 + 3.4781 × 尾脚長(mm)으로 表示되었으며, 性에 따른 差異는 없었다.

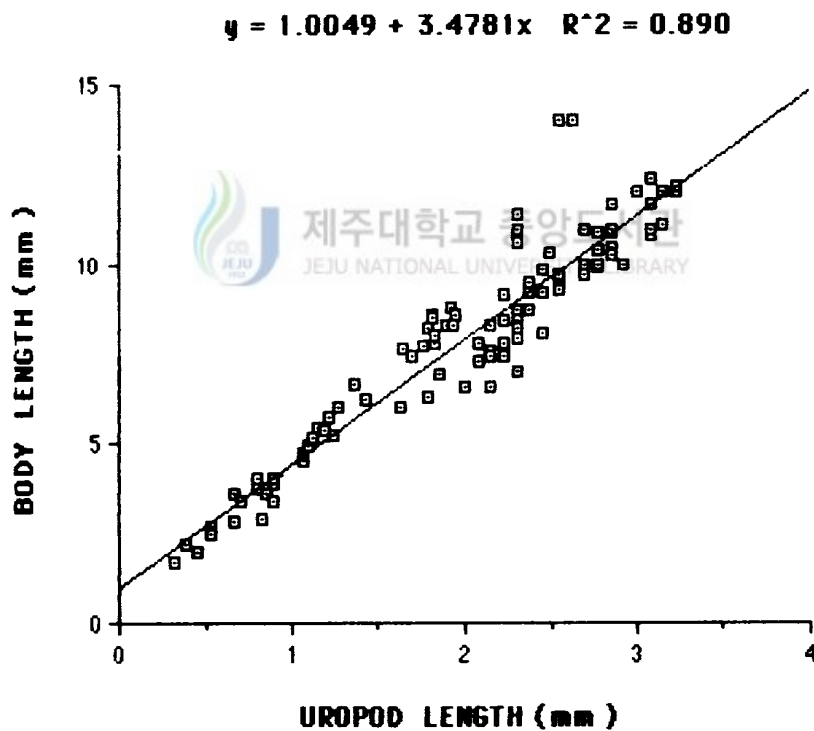


Fig.1. Relationship between uropod length and body length of *Neomysis intermedia*.

各 脫皮間 體長成長의 百分率인 成長係數(growth factor)는 體長增加와 더불어 對數的으로 減少하였으며,(Fig. 2) 암수間 差는 없었다.

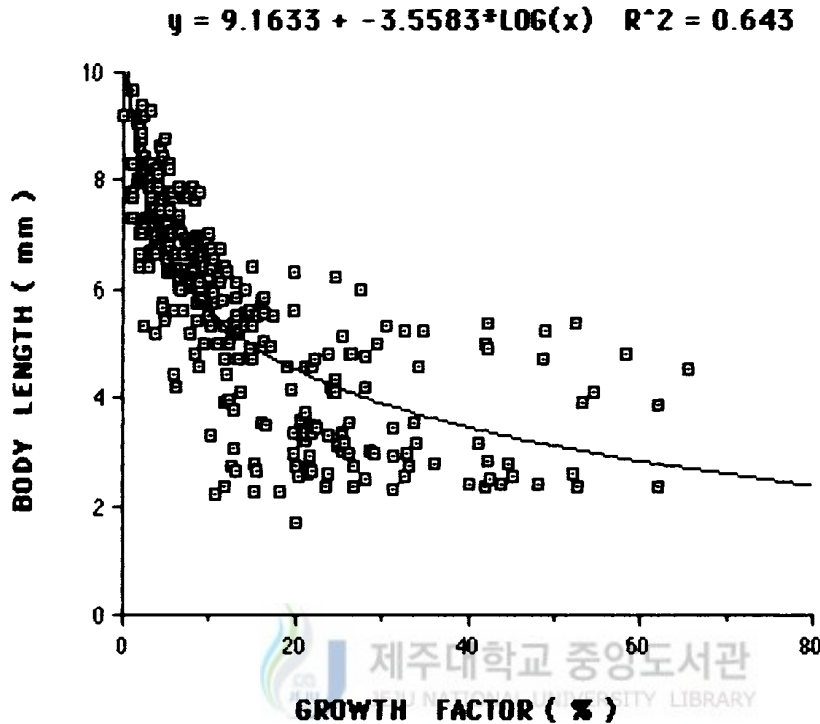


Fig. 2. Relationship between body length and growth factor for *N. intermedia*.

한편, 脫皮期間(intermolt period)은 체장이 증가함에 따라 對數的으로 增加하였으며,(Fig. 3) 암수 差異는 없었다.

本 實驗種의 脫皮間 成長 百分率인 成長係數는 암수 모두 개체크기가 작을 때는 크고 성장할수록 對數的으로 減少하는 한편, 脫皮期間은 개체크기가 작을 때는 짧고, 성장이 進行될수록 길어져서 成體에 도달해서는 成長速度가 顯著히 둔해지는 成長特徵을 보이는 것으로 보아 von Bertalanffy 成長式에 잘 附合되는 것으로 여겨진다.

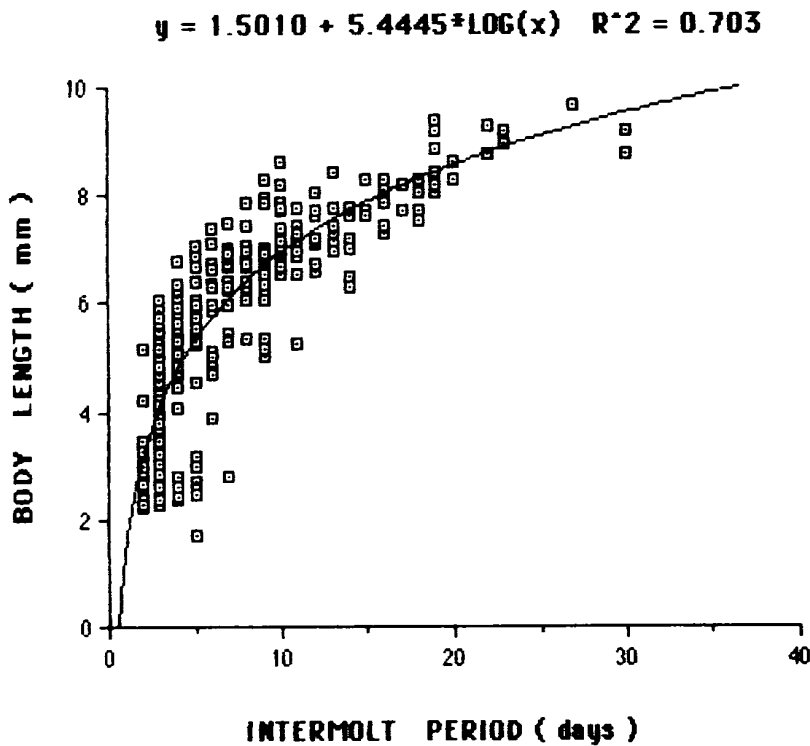


Fig. 3. Relationship between body length and intermolt period for *N. intermedia*.

稚蝦부터 成體까지의 암수別 脫皮前後의 體長과 脫皮期間에 대한 자료를 利用하여, Gulland and Holt (1958)의 方法에 따라 日間體長成長率 (mm/day) 과 脫皮前後의 平均體長(mm)의 자료에 의해 成長係數(K)와 極限體長(l_{∞})을 암수別로 各各 算出하였다.

암수別 體長성장식은 Gulland and Holt (1958)의 方法에 따른 von Bertalanffy 성장곡선은 Fig. 4와 같다. 성장계수(K)는 암컷이 0.0192이며, 수컷은 0.0188로서 암수간에 차가 없었지만, 극한체장은 암컷($l_{\infty}=9.02\text{mm}$)이 수컷 ($l_{\infty}=8.12$)보다 약간 크게 나타났다. 그리고, 체장이 0일때의 時間인 t_0 값은 稚蝦 産出 後 經過時間에 따른 체장에 대한 자료로 부터

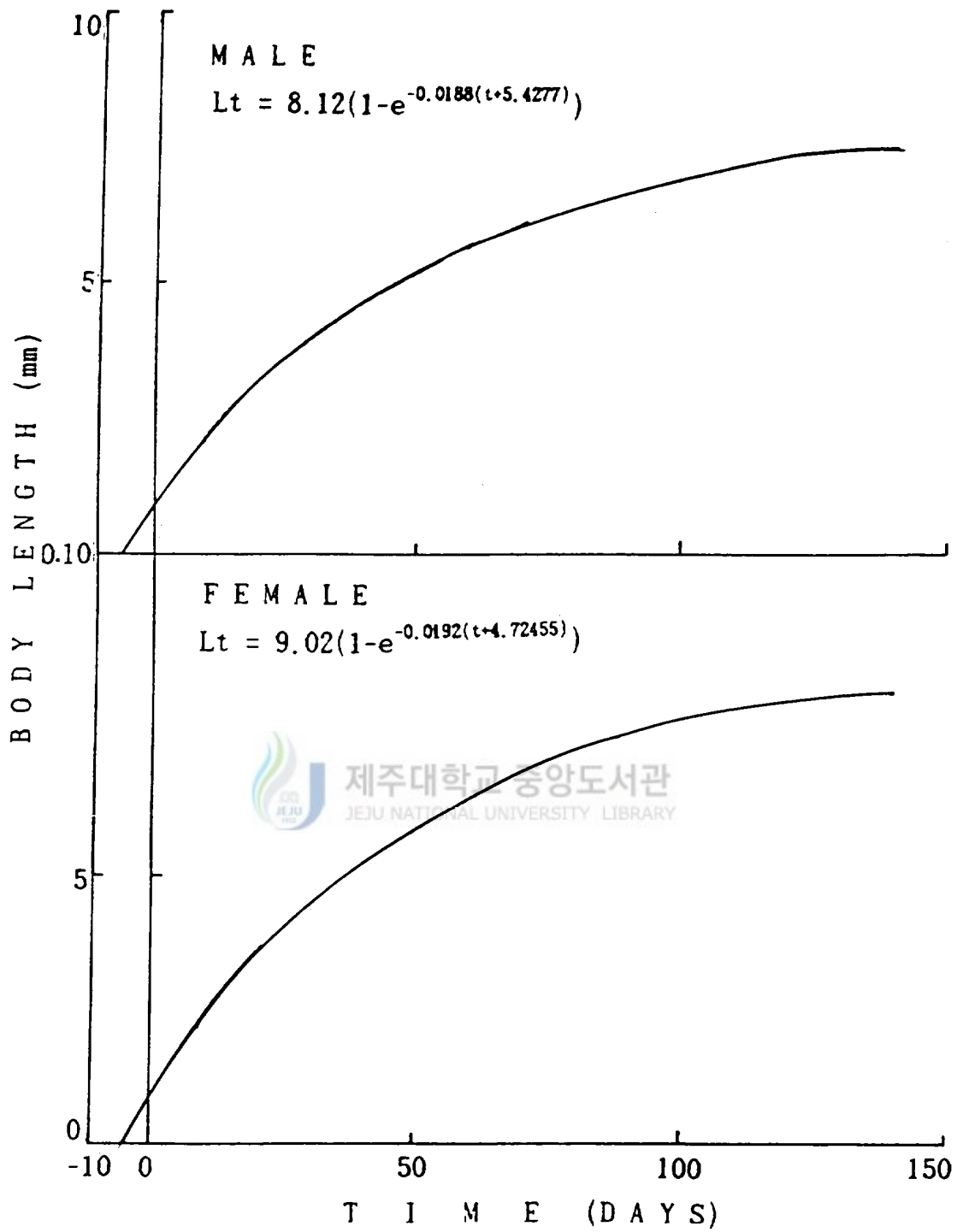


Fig. 4. Observed growth in length(from molts) of *N. intermedia* females and males in the laboratory.

$$t_0 = t + \frac{1}{k} + \log \frac{L_\infty - L_t}{L_\infty}$$

의 식으로 구하여 암컷은 t_0 가 -4.7245였으며, 수컷은 t_0 가 -5.4277로 나타났다. 따라서, 암컷의 체장성장식은

$$L_t = 9.02(1 - e^{-0.0192(t+4.7245)})$$

이었고, 수컷은

$$L_t = 8.12(1 - e^{-0.0188(t+5.4277)})$$

이었다.

성장을 에너지 單位로 評價하기 위해서는 체장성장을 체중성장으로 轉換시켜 주어야한다. 그리고 이 체중성장은 熱量(calories)단위로 換算시켜 주었는데, *N.intermedia*의 體 에너지 含量은 암수 平均値로서 5.44 cal/mg dry wt 이었다.

체장과 체중간의 關係는 Fig. 5에 $\log W = -1.3161 + 1.5211 \log L$ ($R^2 = 0.8299$)으로 나타내었다. 이러한 결과로 부터 室內飼育을 통한 실험기간 동안에 암컷이 最大體長인 8.55 mm에 到達할 때까지 體成長으로 蓄積된 에너지를 구하면, 체중은 1.2633 mg이며, 생체에너지는 6.87 cal이었다. 또한 수컷이 최대 체장인 7.53 mm에 到達했을 때의 체중은 Fig. 5로 부터 1.0414 mg이었으며, 생체에너지는 5.67 cal였다.

성장에 隋伴되는 脫皮에 쓰인 에너지량을 測定하기 위해 *N.intermedia*의 乾燥重量과 脫皮體乾燥重量간의 相關을 Fig. 6에 나타내었다. 건조중량이 증가함에 따라 탈피체의 건조중량은 兩對數 座標上에서 직선적인 증가를 보였다. 脫皮體의 에너지함량은 2.94 cal/mg dry wt.로 측정되었으며, 이 값으로 脫皮에 사용된 에너지를 평가하였다.

위의 자료를 이용하여 암컷이 最大體長인 8.55 mm에 도달했을 때의 脫皮體 乾燥重量은 Fig. 6으로 부터 0.1571 mg으로 나타나 0.46 cal의 에너지를 脫皮에 사용하였으며, 수컷은 7.53 mm의 체장에 도달할 때까지 脫皮體乾重은 0.1289 mg이었으며, 脫皮에 사용된 에너지는 0.38 cal이었다.

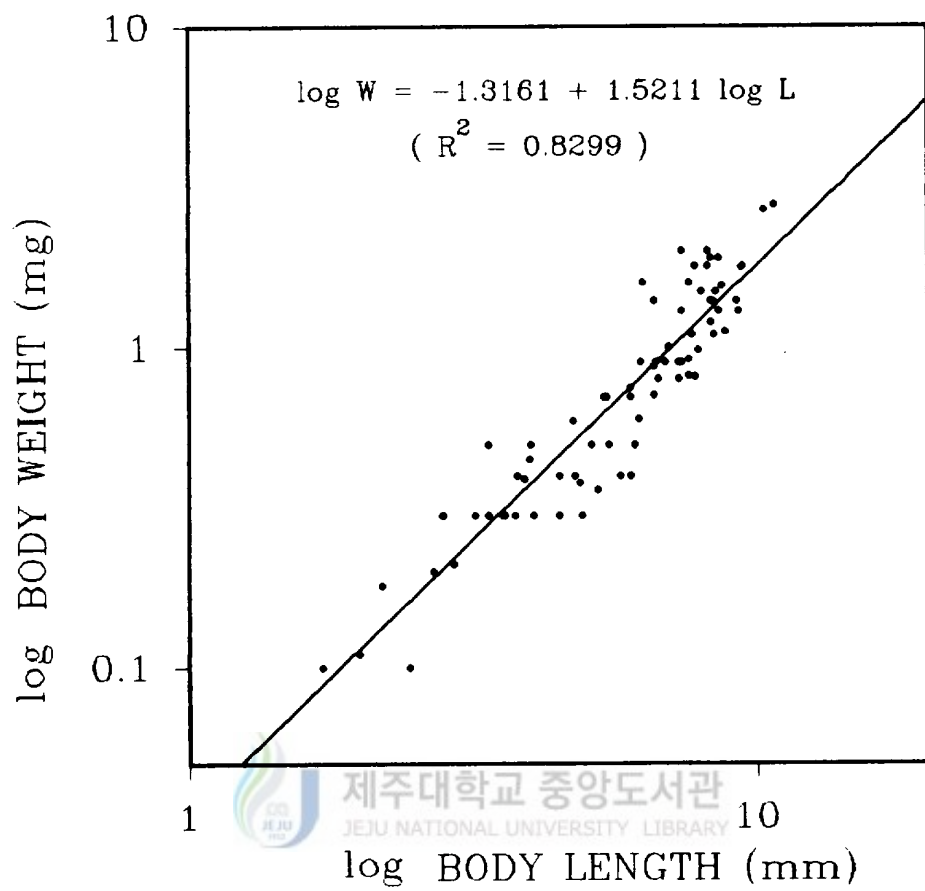


Fig. 5. Weight – length relationship for *Neomysis intermedia*.

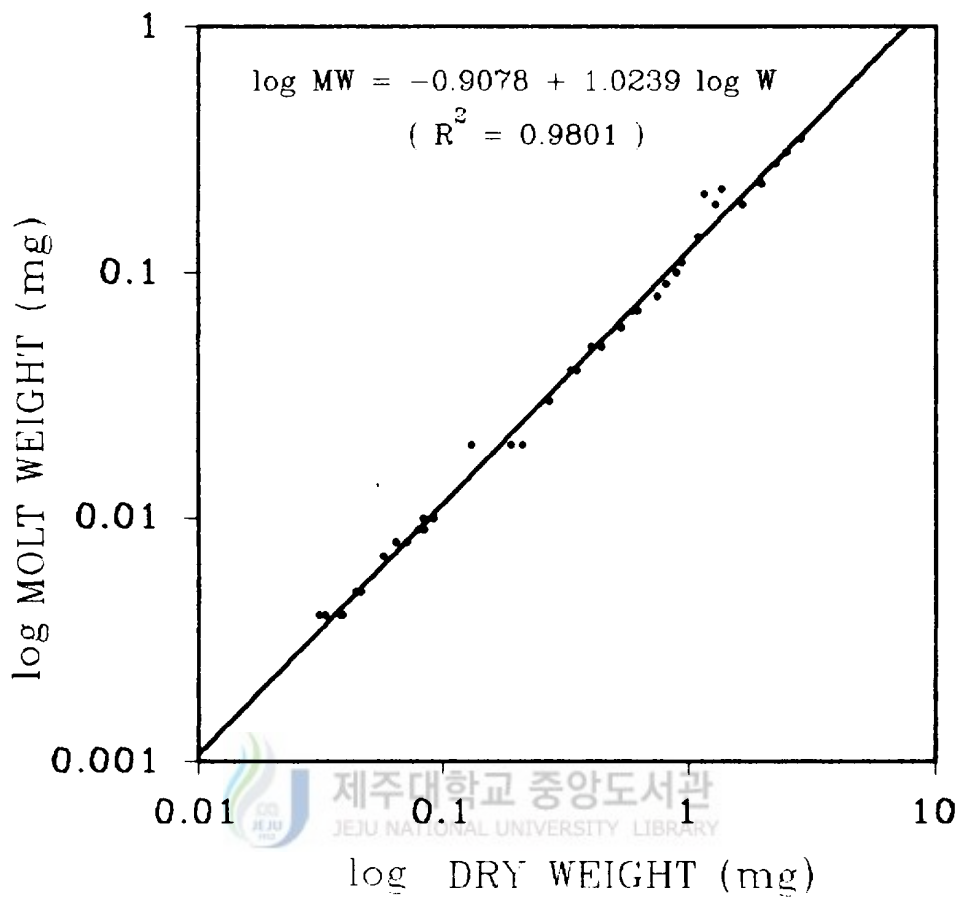


Fig.6. Relationship between dry weight and molt dry weight of *N.intermedia*.

2. 抱卵數

*N.intermedia*의 生殖에 使用한 에너지는 수컷은 무시하고 암컷만 測定하였다. 곤쟁이류는 交尾 後 受精卵을 保育囊에 품고 있는 特性이 있으므로 抱卵數 測定이 대단히 容易하기 때문에 抱卵數를 測定하였다.

抱卵數와 體長間의 關係를 Fig. 7에 나타내었다. 抱卵數는 體長과 直線적인 相關을 보였으며 암컷의 最大體長인 8.55 mm일 때의 抱卵數인 11개로부터 암컷의 生殖에 쓰인 에너지를 評價하였다.

卵 1개의 乾燥重量은 $89 \mu\text{g}$ 이며, 熱量計에 의한 에너지含量은 $6.89 \text{ cal/mg dry wt}$ 로 測定되었다. 따라서, 1개의 卵은 0.6132 cal 의 에너지를 含有하므로 이 값으로 生殖에 쓰인 에너지를 6.75 cal 로 計算하여 나타내었다.

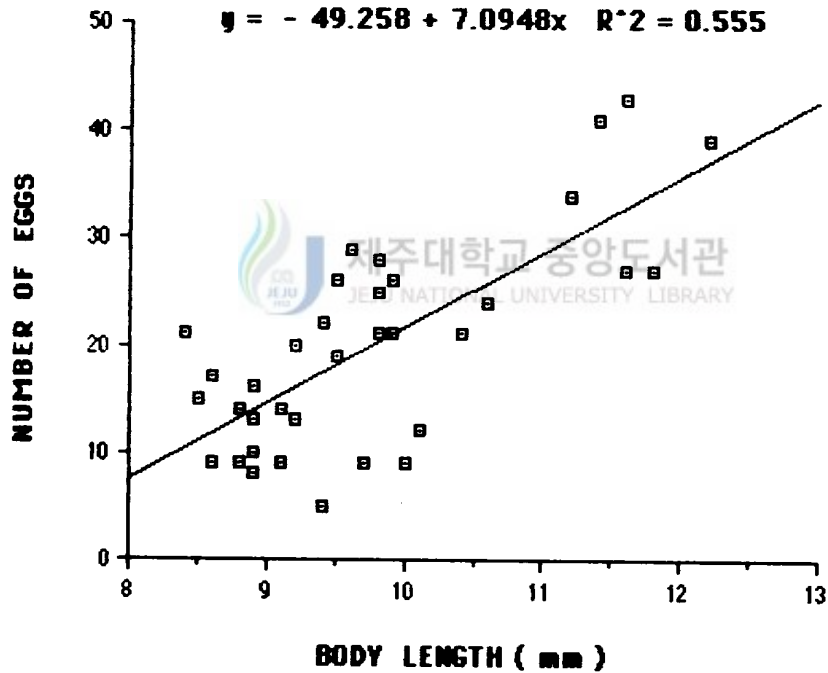


Fig. 7. Relationship between body length and number of eggs of preserved animals that were collected in the field.

3. 酸素消費

稚蝦 및 成體의 酸素消費 傾向을 살펴보면, 암수 모두 체중이 增加함에 따라 呼吸量은 兩對數 座標上에서 직선적으로 증가하였다. 암컷의 日間呼吸率 ($\mu\text{l O}_2/\text{ind}/\text{day}$)은 $\log QO_2 = 2.1250 + 0.6437 \log W$ ($R^2 = 0.8123$)으로 나타낼 수가 있었으며 (Fig. 8), 수컷은 $\log QO_2 = 2.1542 + 0.5184 \log W$ ($R^2 = 0.7871$)으로 表示되었다.(Fig. 9) 암수 모두 日間呼吸에 사용한 에너지 측정에는 代謝熱 生産에 의해 損失된 에너지로 轉換시켜 주었다(Gnaiger, 1983: 1 mg $\text{O}_2 = 3.88$ cal).

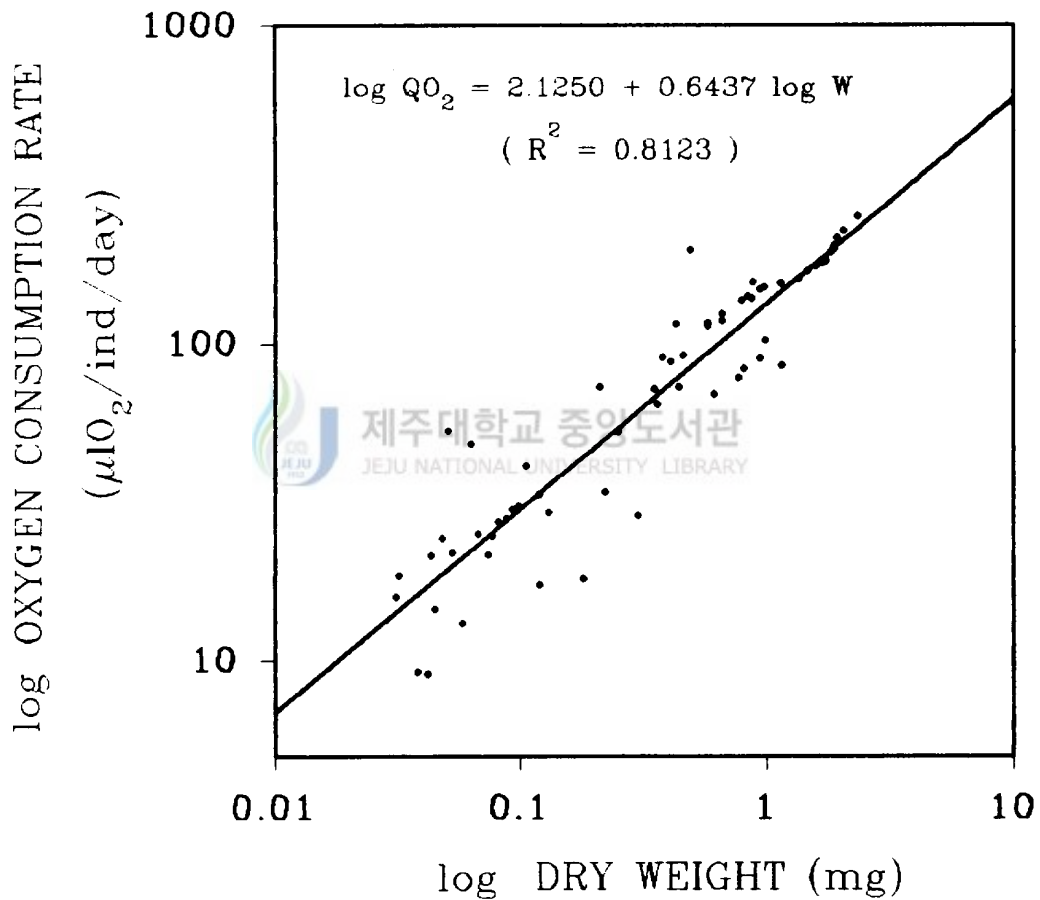


Fig. 8. Oxygen consumption rate in relation to dry weight of *N.intermedia* females.

따라서, 體重과 體長間의 關係式(Fig. 10)으로 부터 體重을 體長으로 換算시킨 後, 成長曲線(Fig. 4)과 酸素消費率(Fig. 8 및 9)을 압컷의 경우에는 積分區間(0일~149일) 동안의 積分에 의해 體長 8.55 mm(149일)로 成長할 때까지 17.82 ml의 酸素를 消費하여 48.48 cal의 에너지를 維持에너지로 使用하였다. 그리고 수컷은 積分區間(0일~134일) 동안의 積分에 의해 7.53 mm (134일)의 體長에 도달할 때까지 13.4 ml의 酸素를 消費하여 36.45 cal를 呼吸에 使用하였다.

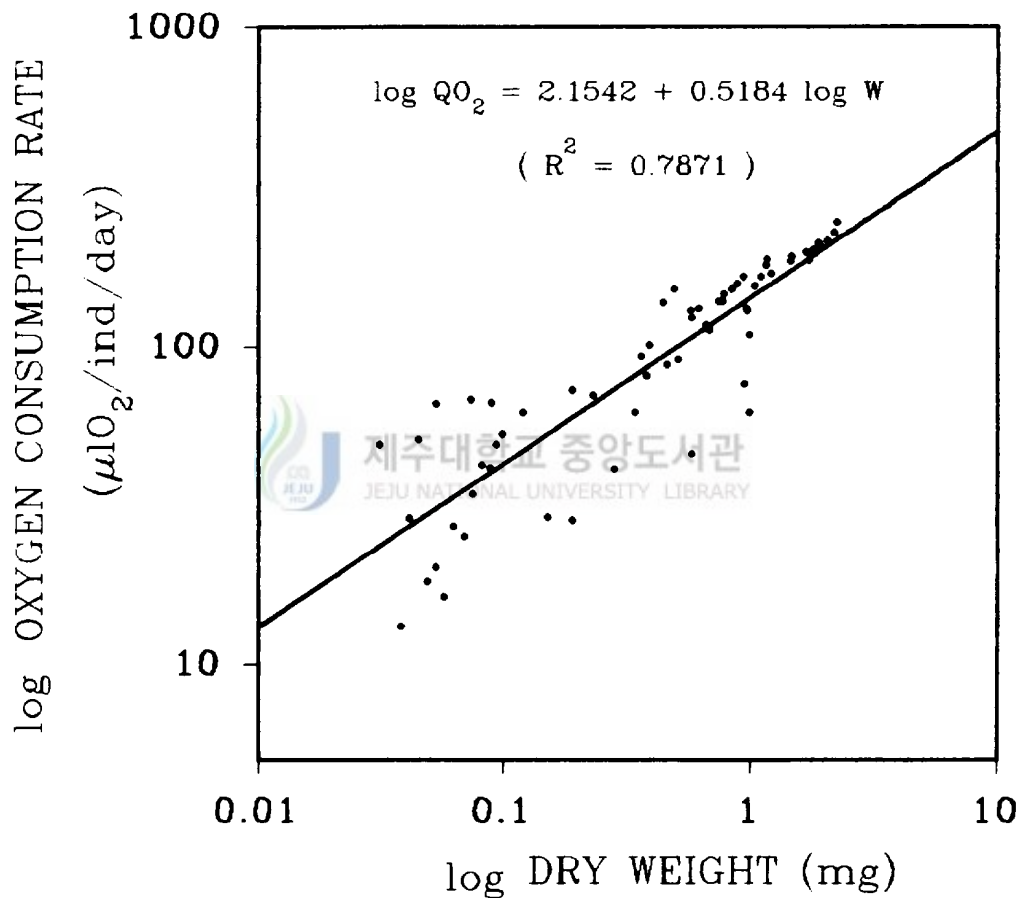


Fig. 9. Oxygen consumption rate in relation to dry weight of *N.intermedia* males.

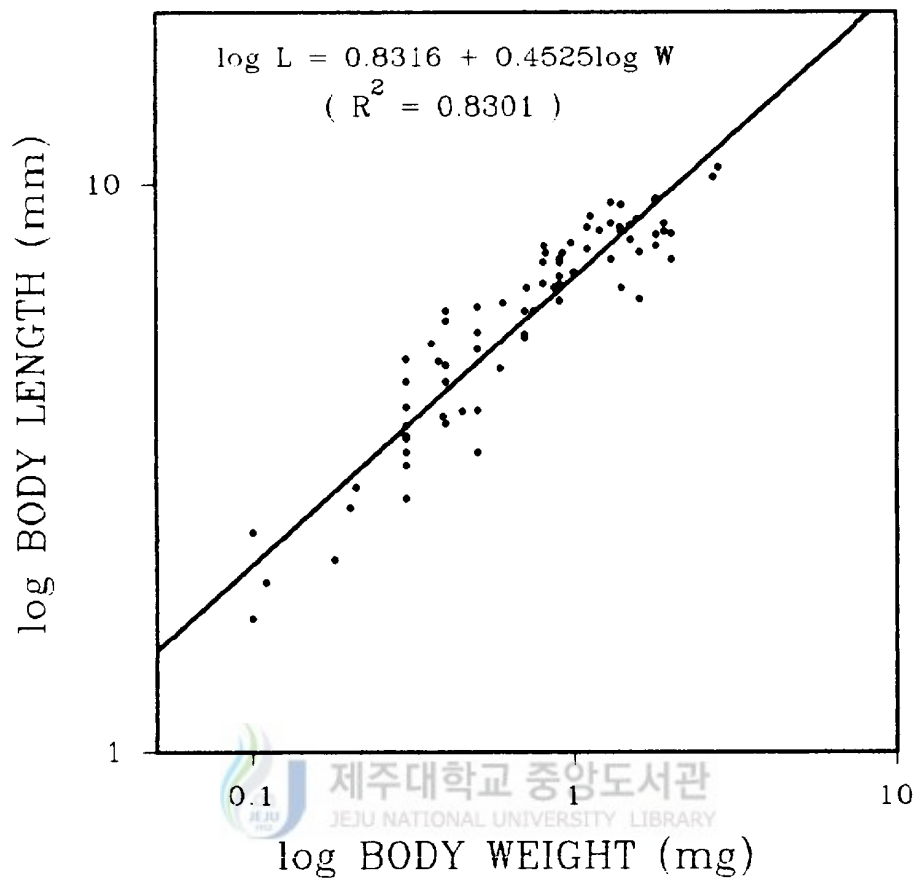


Fig.10. Length-weight relationship for *Neomysis intermedia*.

4. 攝餌量

稚蝦 및 成體의 攝餌傾向을 보면, 암수 모두 개체 크기가 增加할수록 日間 攝餌量은 增加하여 兩對數 座標上에서 回歸直線으로 나타낼 수가 있었다.(Fig. 11 및 12) 즉, 體重(W)과 日間攝餌量(C)間的 關係는 암컷이 $\log C = 1.9155 + 0.4735 \log W$ ($R^2 = 0.8972$)이며, 수컷은 $\log C = 1.8023 + 0.4271 \log W$ ($R^2 = 0.8524$)으로 표시되었다.

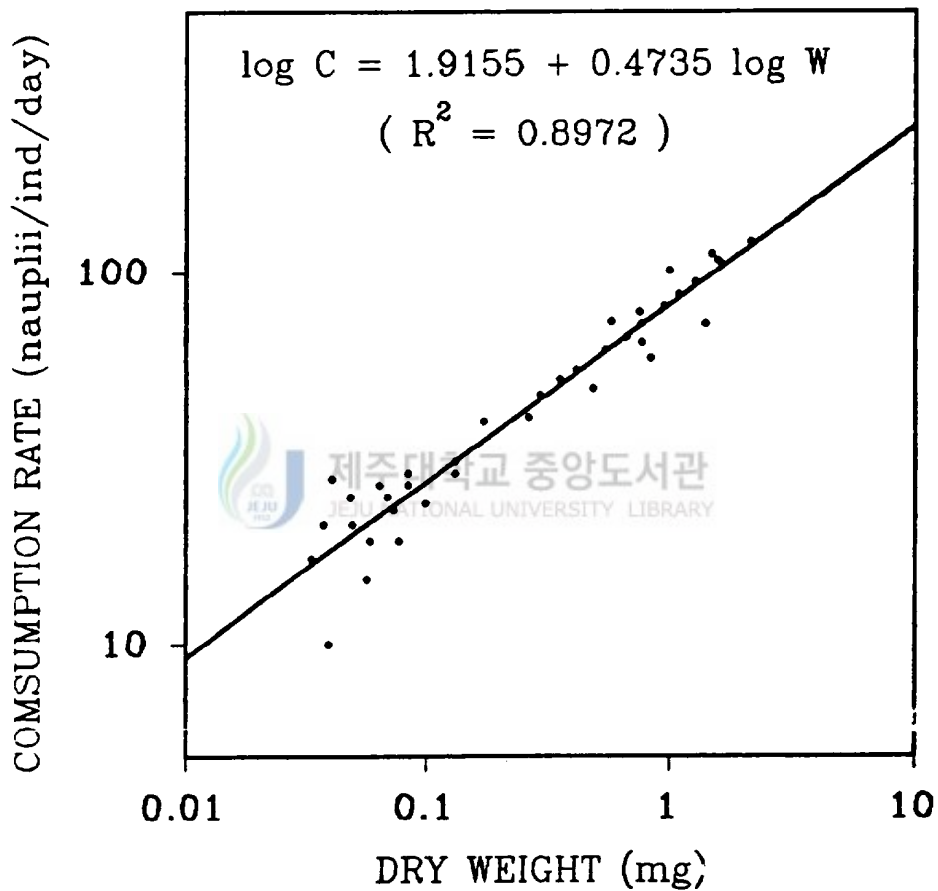


Fig.11. Daily Consumption rate in relation to dry weight of *N.intermedia* females.

稚蝦 및 成體의 攝餌에너지는 먹이생물인 *Artemia nauplii*의 에너지함량인 0.0091 cal/nauplius로서 計算하였다.

체중과 체장간의 關係式(Fig. 10)으로 부터 체중을 체장으로 換算시킨 後, 成長曲線 (Fig. 4)과 日間攝餌率 (Fig. 11 및 12)을 암컷의 경우에는 積分區間(0일~149일) 동안의 積分에 의해 체장 8.55 mm(149일)의 체장에 到達할 때까지 *Artemia nauplii*를 9,247마리 攝取하여 84.15 cal의 攝餌에너지를 獲得하였다. 그리고 수컷은 積分區間(0일~134일) 동안의 적분에 의해 7.53 mm(134일)로 成長할 때까지 *Artemia nauplii*를 7,373마리 섭취하여 攝餌에너지는 67.09 cal이었다.

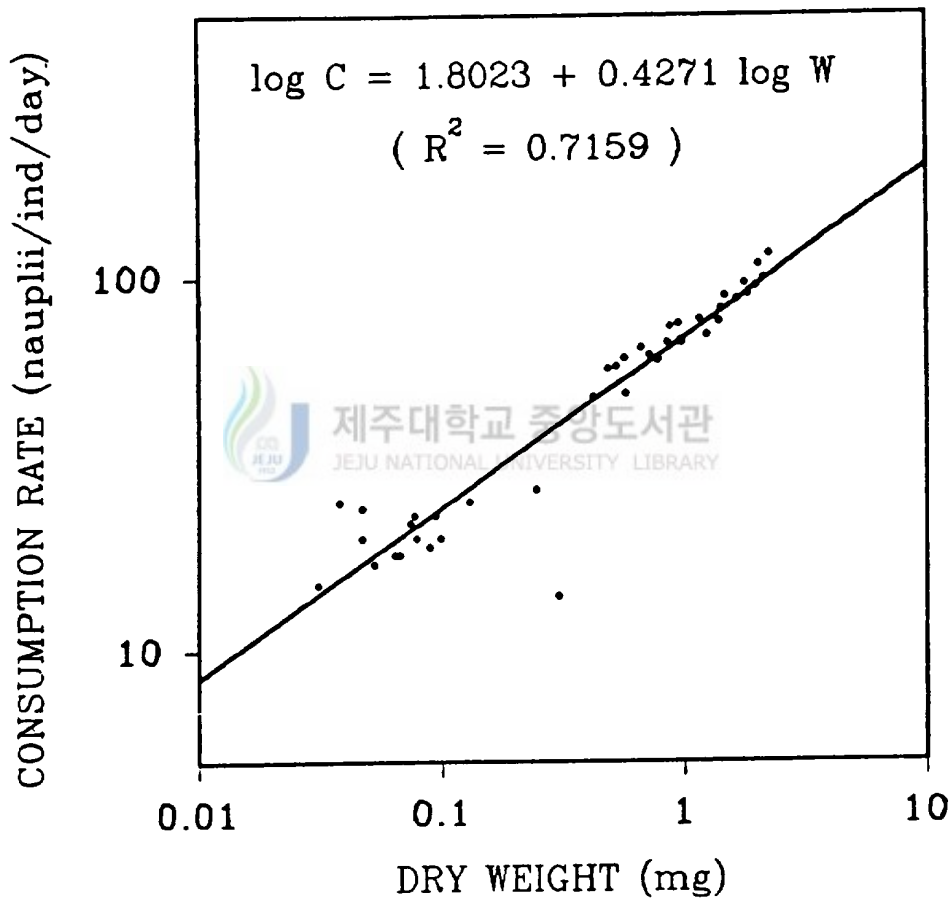


Fig. 12. Daily Consumption rate in relation to dry weight of *N.intermedia* males.

5. 窒素排泄 및 糞排出

總窒素排泄率은 암수 모두 成長이 進行될수록 兩對數 座標上에서 直線的으로 增加하였다.(Fig. 13 및 14)

따라서, 體重과 體長間의 關係式으로부터 體重을 體장으로 換算시킨 後, 成長曲線 (Fig. 4)과 總窒素排泄率(Fig. 13 및 14)을 암컷의 경우에는 積分區間 (0일~149일) 동안의 積分에 의해 體長 8.55 mm(149일)까지 成長함에 있어 尿

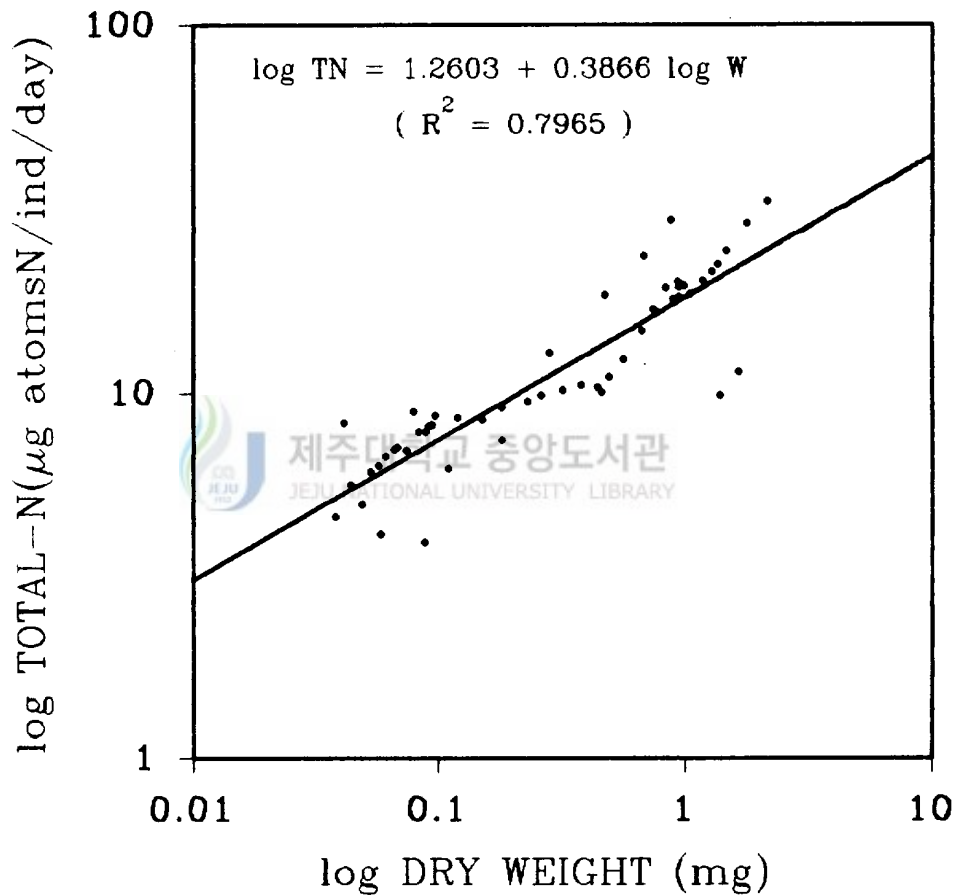


Fig.13. Total nitrogen excretion rate of *N.intermedia* females.

로 배설된窒素의 量은 2.55 mg이었으며, 尿排泄에너지는 10.36 cal이었다. 수컷은 積分區間(0일~134일) 동안의 積分에 의해 7.53 mm(134일)의 체장에 도달할 때까지 1.59 mg의 尿를 排泄하였으며, 6.46 cal를 尿排泄에너지로 사용하였다.

糞排出에너지는 攝餌에너지(C)와 同化에너지(A)간의 差로서 評價하였다. 암컷은 總攝餌에너지(84.15cal)에서 同化에너지(72.92 cal)를 뺀 11.23 cal를 糞排出에너지로 사용하였으며, 수컷은 攝餌에너지(67.09 cal)와 同化에너지(55.01 cal)의 差인 12.08 cal를 糞排出에 使用하였다.

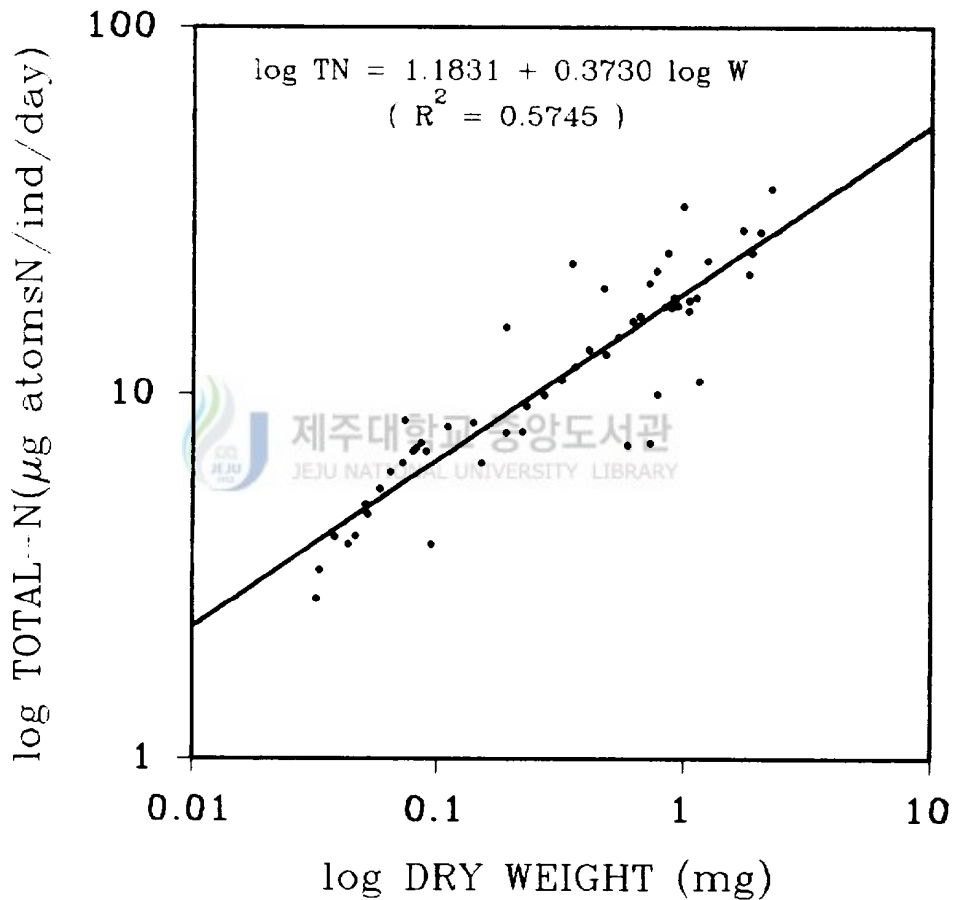


Fig.14. Total nitrogen excretion rate of *N.intermedia* males.

6. 에너지 收支

飼育한 약 150日 동안의 암수別 累積 에너지收支를 Table 1과 2에 各各 나타내었다. 암컷의 경우 生殖에 6.75 cal를 사용하여 總生産에너지의 47.94%, 總同化에너지의 9.26% 그리고 總攝餌에너지의 8.02%를 各各 차지하였다. 脫皮로 損失된 에너지는 0.46 cal로서 總生産에너지의 3.27% 그리고 同化에너지의 0.63%를 차지하여 에너지수지 構成要素中 가장 적은 에너지를 使用하였다. 體成長에 使用된 에너지는 6.87 cal이었으며 生産에너지의 48.79% 그리고 同化에너지의 9.42%를 차지하였다. 總生産에는 同化에너지의 19.31% 및 攝餌에너지의 16.73%인 14.08 cal가 사용되었다. 呼吸에 使用된 에너지는 48.48 cal이었는데 이는 同化에너지의 66.48% 그리고 攝餌에너지의 57.61%나 차지하여 呼吸에 가장 많은 에너지를 사용하였다. 尿로 排泄된 에너지는 10.36 cal로서 同化에너지의 14.2%를 차지한 것으로 나타났다. 總同化에너지는 72.92 cal로서 86.65%의 높은 同化效率을 나타내었다. 同化되지 않고 糞으로 排出된 에너지는 11.23 cal이었으며, 攝餌에너지는 84.15 cal이었다 (Table 1).

Table 1. Cumulative energy budget for *Neomysis intermedia* females

Parameter	Symbol	Total energy (cal)	%P	%A	%C
Reproduction	Pr	6.75	47.94	9.26	8.02
Molting	Pe	0.46	3.27	0.63	0.55
Growth	Pg	6.87	48.79	9.42	8.16
Total production	P	14.08	100.00	19.31	16.73
Respiration	R	48.48		66.48	57.61
Excretion	U	10.36		14.21	12.31
Total assimilation	A	72.92		100.00	86.65
Egestion	F	11.23			13.35
Consumption	C	84.15			100.00

수컷의 累積 에너지收支를 살펴보면, 脫皮에 0.38 cal를 사용하여 生産에너지의 6.28% 그리고 同化에너지의 0.69%를 차지해 암컷과 마찬가지로 가장 적은 에너지를 사용한 것으로 나타났다. 成長에는 5.67 cal의 에너지를 사용하여 同化에너지의 10.31%를 占하였다. 따라서, 總生産은 同化에너지의 11%를 사용하였다. 呼吸에 사용된 에너지는 36.45 cal로서 同化에너지의 66.26% 그리고 攝餌에너지의 54.33%나 차지하여 암컷과 마찬가지로 가장 많은 에너지를 사용한 것으로 나타났다. 總同化에너지는 55.01 cal로서 同化效率은 81.99%로 나타났다. 總攝餌에너지는 67.09 cal이었다 (Table 2).

Table 2. Cumulative energy budget for *Neomysis intermedia* males

Parameter	Symbol	Total energy (cal)	%P	%A	%C
Molting	Pe	0.38	6.28	0.69	0.57
Growth	Pg	5.67	93.72	10.31	8.45
Total production	P	6.05	100.00	11.00	9.02
Respiration	R	36.45		66.26	54.33
Excretion	U	6.46		11.74	9.63
Total assimilation	A	55.01		100.00	81.99
Egestion	F	12.08			18.01
Consumption	C	67.09			100.00

7. 生態效率

稚蝦 및 成體의 生態效率은 攝餌, 成長, 脫皮, 生殖, 呼吸 및 尿排泄에 대한 자료로 부터 구하였다. 同化效率은 암컷이 86.65%이었고, 수컷은 81.99%이었다. 總成長效率(K_1)은 암컷이 8.71%였고, 수컷은 9.02%로 나타났다. 純成長效率(K_2)은 암컷이 10.05%였으며, 수컷은 12.36%이었다.

IV. 考 察

水棲動物의 에너지收支를 파악하기 위해서는 에너지 수지를 究明하기 前에 그 生物의 成長과 生活史를 精確하게 調查하는 것이 必要하다. 本 調查에서 稚蝦 및 成體의 成長을 살펴보면 初期의 빠른 성장과, 成長이 進行될수록 成長率이 둔화되는 것은 다른 甲殼類의 自然個體群과 비슷하였으나(Clutter and Theilacker, 1971 ; Daborn, 1975 ; Parrack, 1979), 成長速度가 自然個體群에 비해 느리고 成長增加量도 적은 것으로 여겨진다.

甲殼類의 年齡은 年輪을 測定하여 直接 評價할 수가 없다. 全 生活史 동안에 脫皮를 거듭하여 성장해 나간다. 따라서, 개체들의 크기와 年齡에 관한 자료를 얻을 수가 없으므로 每 脫皮時의 時間間隔과 크기變化에 대한 자료로부터 間接的으로 成長方程式을 구해냈다.

*N.intermedia*의 成長유형을 보면 초기에는 다소 直線的인 증가를 보였지만 연령의 크기와 더불어 개체크기의 增加率은 減少하는 傾向을 보여 von Bertalanffy 성장모델에 잘 附合하는 것으로 나타났으며, Parrack(1979)이 *Penaeus aztecus*에 대하여 측정한 것과도 잘 一致하였다.

*N.intermedia*의 암수를 組合하여 구한 日間平均體長成長率은 0.06 mm/day로서 이는 *Mysis gaspensis*(Dadwell, 1975)의 0.08 mm/day와 *N.intermedia*(Toda et al, 1983)의 0.06 - 0.07 mm/day와 類似하였다.

실험실에서 飼育한 *N.intermedia*의 成長曲線(Fig. 4)은 비록 *N.intermedia*의 自然生態系에 있어서의 먹이는 대단히 複合的이지만(Kinne, 1955 ; Mauchline, 1971 ; Raynont et al, 1964 ; Astthorsson and Ralph, 1984), 飼育시킬 동안 投與해 준 먹이인 *Artemia nauplii*가 오랜기간동안의 營養要求에 잘 부합되었으며 또 좋은 條件下에서 건강하고 活發하게 成長하였음을 暗示해 준다.

脫皮間 成長 百分率인 成長係數는 개체크기가 커짐에 따라 對數的으로 減少하였는데, 이는 *Neomysis japonica* 및 *Gastrosaccus vulgaris* (Mauchline, 1980)에서의 결과와 一致하였다. 한편, *Leptomysis lingvura* 및 *Hemimysis speluncola* (Gaudy and Guerin, 1979) 그리고 深海에 棲息하는 *Gnathophausia*

ingens (Childress and Price, 1978)은 對數的 減少類型에 맞지 않는 것으로 나타났다. 이 現象에 대해 Mauchline(1980)은 *L.lingvura*와 *H.speluncola*의 경우는 飼育環境이 成長係數에 惡影響을 끼쳤으며, *G.ingens*의 경우는 深海에 棲息하는 것과 關聯이 있는 것으로 指摘하였다.

崔(1981)는 西海産 곤쟁이, *N.awatschensis*의 産卵數는 體長과 關聯하여 越冬群은 20~42개, 春季群과 夏季群은 平均 12개 内外라고 報告하였으며, 金(1987)은 *N.awatschensis*의 春季群과 夏季群의 抱卵數가 平均 5~40개라고 報告하였다. 本 實驗의 경우 포란수는 체장과 關聯하여 4~43개로서 이는 金(1987)의 결과와 비슷하게 나타났다.

*N.intermedia*의 集團內 個體群의 酸素消費 傾向은 일반적으로 알려져 있는 갑각류의 산소소비 경향(Wolvekampe and Waterman, 1960)과 비슷하게 암,수 마찬가지로 체중에 비례하여 증가하는 경향을 보였다.

陳(1976)은 *N.awatschensis*의 窒素排泄量은 水溫 및 鹽分과 關聯하여 다소 변동을 보이지만 수온 23℃, 염분 32‰ 에서 건조중량 1.9 mg의 成體가 하루에 약 30 µg의 질소를 代謝 産物로서 排泄한다고 보고하였으며, Jawed(1969)는 *N.rayii*의 窒素排泄 실험에서 乾燥重量 8~10 mg의 成體는 10℃에서 하루에 總窒素의 2.5%가 異化된다고 報告하였다. 이로부터 本 實驗에서의 總窒素 排泄量은 위의 실험자료에 의한 數値보다도 낮은 결과를 나타내었다.

동물의 에너지 利用類型과 生産性を 推測하는 데에는 다른 동물에서의 調査結果와 比較檢討하는 것이 有用하다.(Wright and Hartnoll, 1981) *N.intermedia*의 體內 蓄積에너지 함량은 5.44 cal/mg dry wt 였다. 이 수치는 *Metamysidopsis elongata* (Clutter and Theilacker, 1971)의 4.6 cal/mg dry wt 보다는 높고 *N.awatschensis* (金, 1987)에서 평가한 건조중량 mg당 5.55 cal 및 Raymond(1964) 등이 *N.integer*에 대해 評價한 건중 mg당 5.51 cal와는 비슷하였다.

*N.intermedia*의 稚蝦 및 成體의 同化效率을 보면, 암컷이 86.65%이고, 수컷은 81.99%로 나타났다. 다른 甲殼類의 同化效率은 *Daphnia*의 13~32% (Richman, 1958), *N.awatschensis*의 70.9%(金, 1987) 및 *Hyaella*의 6-15% (Mathias, 1971)보다는 높고, *Euphusia pacifica* (Lasker, 1966)의 84% 및 *Mysis relicta* (Lasenby and Langford, 1972)의 85%와는 비슷하게 나타났으

며, 90%이상인 *Calanus finmarchicus* (Marshall and Orr, 1955)보다는 낮게 나타났다. 肉食性 갑각류의 大部分은 最小限 攝取에너지의 60%를 同化시킨다 (Conover, 1966). 이상으로 미루어 보아 *N.intermedia*의 동화효율은 대체로 높은 편이었다.

同化量에 대한 成長量の 百分率인 純成長效率(K_2)은 암컷이 10.05%이고 수컷이 12.36%로서 수컷이 높게 나타났다. 脫皮로 인한 에너지 損失은 성장이 진행됨에 따라 비례적으로 증가하였다. 암컷은 同化에너지의 0.63%를 그리고 수컷은 0.69%를 脫皮에 사용하여 *Artemia salina*의 4%(Khmeleva, 1967)와 *Metamysidopsis* 암컷의 7%(Lasker, 1966) 보다도 훨씬 적게 나타났다.



V. 要 約

實驗室에서 飼育시킨 *Neomysis intermedia*의 攝餌, 成長, 脫皮, 生殖 및 代謝에 관한 자료로 부터 生活史에 따른 에너지收支를 分析하였다.

1. 稚蝦 및 成體의 成長은 암수 모두 初期成長이 빠르고 성장해 감에 따라 성장률이 현저히 저하되어 암컷의 경우 최대체장이 8.55 mm에 도달하여 6.87 cal 그리고 수컷의 최대체장은 7.53 mm로서 5.67 cal에너지를 體成長에 사용하였다.
2. 성장에 隨伴되어 脫皮體로 損失된 에너지는 암컷이 0.46 cal, 수컷은 0.38 cal의 에너지를 脫皮에 사용하였다.
3. *N. intermedia* 암컷의 生殖에 사용된 에너지는 6.75 cal 이었다.
4. 呼吸에 사용된 에너지는 암컷이 48.48 cal, 수컷이 36.45 cal이었다.
5. 稚蝦 및 成體의 암컷은 84.15 cal의 에너지를 攝餌를 통해 攝取하였으며, 수컷은 67.09 cal를 攝取하였다.
6. 尿로 排泄된 에너지는 암컷이 10.36 cal, 수컷은 6.46 cal이었으며 糞排出은 암컷이 11.23 cal, 수컷이 12.08 cal의 에너지를 排出하였다.
7. 攝取한 에너지에 대한 同化效率은 암컷이 86.65%, 수컷이 81.99%이었다.
8. 成長으로 轉換된 에너지의 攝餌에너지에 대한 百分率인 總成長效率(K_1)은 암컷이 8.71%, 수컷이 9.02%이었다.

-
9. 成長으로 轉換된 에너지의 同化에너지에 대한 百分率인 純成長效率(K_2)
은 암컷이 10.05%, 수컷은 12.36%이었다.
10. 同化에너지에 대한 代謝에너지의 百分率은 암컷이 66.48%, 수컷이
66.26% 였다.

VI. 參考文獻

- APHA, AWWA, WPCF(1981) : *Standard methods for the examination of water and wastewater* 15th ed. p.1134, APHA, Washington.
- Astthorsson, O.S and R. Ralph (1984) : Growth and moulting of *Neomysis integer* (Crustacea:Mysidacea). *Mar. Biol.*, 79, 55-61.
- Brafield,A.E. and D.J.Solomon(1972) : Oxy-calorific coefficients for animal respiring nitrogenous substances. *Comp Biochem Physiol.*, 43, 837-1039.
- Childress, J.J. and M.H. Price (1978) : Growth rate of the bathypelagic crustacean *Gnathophausia ingens* (Mysidacea: Lophogastridae). 1. Dimensional growth and population structure. *Mar. Biol.*, 50, 47-62.
- 陳平(1971) : 곤쟁이 *Neomysis awatschensis*(Brandt)의 呼吸代謝에 미치는 溫度의 影響. 釜山水大臨研報, 4, 9-18.
- 陳平(1972) : 곤쟁이 *Neomysis awatschensis*(Brandt)의 呼吸代謝에 미치는 鹽分濃度의 影響. 釜山水大臨研報, 5, 31-36.
- 陳平(1974) : *Neomysis awatschensis*의 馴化와 代謝.釜山水大臨研報, 4, 1-20.
- 陳平(1976) : *Neomysis awatschensis*의 酸素 및 磷의 排泄 1. 水溫 및 鹽分의 影響. 釜山水大臨研報, 9, 1-6.
- 崔乘民(1981) : 韓國產 곤쟁이 *Neomysis awatschensis*의 生物學的 研究. 漢陽大學校大學院 理學碩士學位 請求論文, 1-34.

-
- Clutter, R.I. and G.H. Theilacker (1971) : Ecological efficiency of a pelagic mysid shrimp ; estimates from growth, energy budget and mortality studies. *Fish Bull.*, 69, 93-115.
- Conover, R.J. (1966): Assimilation of organic matter by zooplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 11, 338-345.
- Corner, E.D.S. and B.S. Newell (1967) : On the nutrition and metabolism of zooplankton. iv. The forms of nitrogen excreted by *Calanus*. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 47, 113-120
- Daborn, G.R. (1975) : Life history and energy relations of the giant fairy shrimp, *Branchinecta gigas* Lynch (Crustacea : Anostraca), *Ecology*, 56, 1025-1039.
- Dadwell, M.J. (1975) : Some notes on the shoaling behavior and growth of *Mysid gaspensis* (Mysidacea) in a small Newfoundland estuary. *Can J. Zool.*, 53, 374-377.
- Gaudy, R. et J. P. Guérin (1979): Ecophysiologie comparée des mysidacés *Hemimysis speluncola* Ledoyer (cavernicole) et *Leptomysis linguura* G.O. Sars (non cavernicole). Action de la température sur la croissance en élevage. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 38, 101-109.
- Ghiretti, F. (1966) : Respiration. in *Physiology of mollusca* (eds. K.M. Wilbur and C.M. Yonge), Vol. II, pp. 175-208, *Academic Press, London*.
- Gnaiger, E. (1983) : Calculation on energetic and biochemical equivalents of respiratory oxygen consumption. in : *Polarographic oxygen sensors* (eds. E. Gnaiger and H. Forstner), pp. 337-345, *Springer, Berlin*.

- Gulland, J. A. and S.J. Holt(1958) : Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *Journal du Conseil*, 25(1), 47-49.
- Heubach, W. (1969) : *Neomysis avatschensis* in the Sacramento-San Joaquin River Estuary. *Limnol. Oceanogr.*, 14, 533-546.
- Ikeda (1974) : Nutritional ecology of marine zooplankton. Mem. Soc. Fish Hokkaido Univ., 23, 1-97.
- Jawed, M. (1969): Body nitrogen and nitrogenous excretion in *Neomysis rayii* Murdoch and *Euphausia pacifica* Hansen. *Limnol. Oceanogr.*, 14, 748-754.
- Khmeleva, N.N.(1967): Conversion of energy in *Artemia salina*(L.), *Dokl Akad.Nauk SSSR*, 175, 934-958.
- 金興允 (1987) : *Neomysis avatschensis*의 成長과 에너지收支. 釜山水産大學校 大學院 理學碩士學位論文, 1-49.
- Kinne, O.(1955): *Neomysis vulgaris*. Thomapson.eine autokologische-biologische Studie. *Biol. Zbl.*, 74, 160-202.
- Klekowski, R.Z. and A.Duncan (1975) : Physiological approach to ecological energetics, in *Methods for ecological bioenergetics* (eds. W.Grodzinski, R.Z. Klekowski and A. Duncan). pp. 15-64, *Blackwell scientific, London*.
- Lasenby, D.C. and R.R. Langford (1972) : Growth, life history and respiration of *Mysis relicta* in an arctic and temperate lake. *J. Fish Res. Bd. Can.*, 29, 1701-1708.

- Lasker,R. (1966): Feeding,growth, respiration and carbon utilization of a euphausiid crustacean. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 23, 1291-1317.
- 李秉喆·陳平 (1971) : 곤쟁이 *Neomysis awatschensis*의 生化學的 組成에 關한 研究. 釜山水大臨研報, 4, 1-8.
- Marshall,S.M. and A.P.Orr(1955 a): On the biology of *Calanus finmarchicus*.VIII. Food uptake, assimilation and excretion in adult and stage V *Calanus*. *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, 34, 495-529.
- Mathias,J.A.(1971): Energy flow and secondary production of the amphipods *Hyaella azteca* and *Crangonyx richmondensis occidentalis* in Marion Lake. British Columbia. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 28, 711-726.
- Mauchline, J. (1971) : The biology of *Neomysis integer* (Crustacea, Mysidacea). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 51, 347-354.
- Mauchline, J. (1980) : The biology of mysids. *Adv. Mar. Biol. Academic Press, New York*, 18, 3-369.
- McLusky, D. S.(1973) : The effects of temperature on the oxygen consumption and filtration rate of *Chlamys(Aequipectem) opercularis*(L.) (Bivalvia). *Ophelia*, 10, 141-154.
- 朴起永 (1989) : 室內飼育한 보리새우, *Penaeus japonicus*의 生活史에 따른 에너지 흐름. 釜山水產大學校 大學院 理學博士學位論文, 1-69.
- Parrack,M.L.(1979) : Aspects of brown shrimp, *Penaeus aztecus*, growth in the nothern gulf of Mexico. *Fish. Bull.*, 76(4), 827-833.
- Prosser, C.L.(1973) : *Comparative animal physiology*. 3rd ed. p.966, Saunders College, Philadelphia.

- Raymont, J.e. G.,J.Austin and E. Linford(1964) : Biochemical studies on zooplanton 1.The biochemical composition of *Neomysis integer*. *J. cons. Perm. Int. Explor. Mer.* 28, 354-363.
- Richman,S.(1958): The transformation of energy by *Daphnia pulex*. *Ecol.Monogr.*, 28, 273-291.
- Toda, H.,S.Nishizawa,M.Takahashi and S.Ichimura (1983) : Temperature control on the post-embryonic growth of *Neomysis intermedia* Czerniawsky in a hypereutrophic lake. *J. Plankton Res.*, 5, 377-392.
- Wolvekampe, H.P. and T.H. Waterman (1960) : Respiration. pp. 35-100. In Waterman, T.H.(ed.) the Physiology of Crustacea, Vol. I. Academic Press, New York.
- Wright,J.R. and R.G.Hartnoll (1981): An energy budget for a population of the limpet *Patella vulgata*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 61, 627-646.
- Yoo,K.I.(1985) : Description of mysid, *Neomysis intermedia* (Czerniavsky) in Lake Kyongpo, Korea. *Kor. J. Limnol.*, 18, 51-57.
- Yoo, K.I. and S. M. Choi. (1980) : On the taxonomy and distribution of genus *Neomysis*(Crustacea:Mysidacea) in Korea presented at Proc. *Cong. Kor. Soc. Limnol.*(abstract only)

謝 辭

論文이 完成되기 까지 內容의 整理와 교정을 위해 사랑과 격려로서 자상하게 지도하여 주신 盧 暹 指導教授님께 마음속 깊이 感謝드립니다. 그리고, 바쁘신 중에서도 자상하신 배려로 論文을 검토하여 주시고 바르게 만들어 주신 李定宰 教授님, 卞忠圭 教授님께도 깊은 感謝를 드리오며, 아울러 많은 知識을 일깨워 주신 鄭相喆, 李祺完, 白文河 教授님께 깊은 感謝를 드립니다.

또한, 이 論文이 완성되기까지 材料의 採集에서 부터 모든 과정에 獻身的인 도움과 지원을 하여 주신 江陵大學 朴起永 教授님과 양식실험실 학생들, 資料 整理를 도와준 魚類養殖實驗室의 大學院 後輩들께 진심으로 感謝 드립니다.

끝으로, 이날이 있기까지 어려운 여건속에서도 不出한 동생을 獻身的인 사랑으로 뒷바라지 하여 주신 형님, 형수님께 끝없는 감사를 드리옵고, 그동안 저의 家庭과 又太를 돌보면서 많은 고통을 誠實과 忍耐로서 참아낸 妻 李仙粉과 丈母님께 마음속 깊이 感謝드리며, 시작에 불과한 이 작은 結實을 바칩니다.

