



대하 양식장에 서식하는 곤쟁이 *Neomysis japonica* (Ishikawa and Oshima, 1951) 의 개체군 역학과 성 성숙

마채우, 임성도, 박원규*
순천향대학교 해양생명공학과

Population Dynamics and Sexual Maturity of the Mysid *Neomysis japonica* (Ishikawa and Oshima, 1951) in a Shrimp Farm in Korea

Chae-Woo Ma, Sung-Do Lim and Won-Gyu Park*

Department of Marine Biotechnology, Soonchunhyang University, Asan, Chungnam 336-745, Korea

Population dynamics and sexual maturity of *Neomysis japonica* (Ishikawa and Oshima, 1951) were investigated from a shrimp farm in Tae-an, Korea. *N. japonica* was collected monthly at the shrimp farm belonging to the Marine and Fisheries Research Institute, the Soonchunhyang University from October 2002 to September 2003. The proportion of female was higher than that of male. The mean carapace length of male (2.42 mm) was larger than that of female (2.31 mm). Brood size increased with increasing female body size. The size of *N. japonica* at 50% sexual maturity was approximately 4.4 mm. *N. japonica* females grew faster and reached larger size than males. The mortality rate (z) calculated by length-converted catch curves was 3.46 yr^{-1} . The annual recruitment pattern of *N. japonica* had two major peaks. Log-transformed total length was significantly related with log-transformed carapace length.

Keywords: *Neomysis japonica*, Sex ratio, Carapace length, Growth

서 론

곤쟁이류는 강 하구역이나 내해, 내만의 얕은 바다에 주로 분포하는 근저성(epibenthic) 동물로 전 세계에 약 1000여종이 알려져 있으며(Nishimura, 1995), 강 하구 및 연안 생태계에서 어류(fishes), 대형 갑각류(crustaceans) 및 조류들(birds)의 주요 먹이로서 생태학적으로 중요한 부분을 차지하고 있다(Clutter and Theilacker, 1971; Brown and Talbot, 1972; Lasiak, 1983; Rossouw, 1983). 특히 우리나라 사니질 연안에서는 소형 어류(넙치류 및 망둥어류)와 대중형 갑각류(대하, 자주새우 및 줄새우류)들에게 주요한 먹이원이다(Hong and Oh, 1989).

한국 연안에서는 총 15속 45종의 곤쟁이류가 보고되었다(Jo and Jeon, 2007). 이 중 *Neomysis*속에는 우리나라 동·서·남해안에서 총 4종이 보고되어왔다(Jo and Jeon, 2007; Jo and Ma, 1996; Yoo, 1985; Yoo and Choe, 1985).

*Neomysis*속 종들은 일반적으로 전세계 연안에서 광범위하게 분포되고 이들의 생태학적 중요성 때문에 개체군에 관한 연구가 많이 진행되어왔다. 영국 Scotland 연안에서 *Neomysis*속

(Mauchline, 1967, 1970, 1971a,b, 1972), 미국의 Sacramento-San Joaquin 기수역에서 *N. awatschensis* (Heubach, 1969), 네덜란드 연안의 *N. integer* (Bremer and Vijverberg, 1982), 일본 연안의 *N. japonica* (Ishikawa and Oshima, 1951; Sawamoto, 1985), *N. vulgaris* (Mastudaria et al., 1952) 및 *N. intermedia* (Toda et al., 1983) 그리고 중국 산둥반도 연안에서 *N. awatschensis* (Yan, 1982)에 대한 개체군 연구들이 진행되었다.

한국 근해의 *Neomysis*속에 대한 연구는 주로 분류 및 분포에 관한 연구(Ii, 1964; Yoo, 1985; Yoo and Choe, 1985)가 이루어졌으며, *N. awatschensis*의 대사생리 연구(Chin, 1971, 1974), 유류에 의한 독성에 관한 연구(Ahan and Chin, 1986), 중금속에 대한 독성 연구(Kang, 1989), 그리고 실험실내 성장과 에너지 수지에 관한 연구(Kim and Chin, 1995)가 진행되었다. 그러나 *Neomysis*속에 속한 종들에 대한 개체군 연구에 대하여는 전무한 실정이다.

본 연구에서는 *N. japonica*의 월별 암수성비와 포란한 암컷의 비율을 조사하고, 생식시기와 군성속도, 포란수 등의 생식 생물학적 특성치를 파악하였다. 또한 채장빈도분포를 이용하여 개

*Corresponding author: pwg09@hotmail.com

체군의 성장과 상대성장, 사망 및 가입유형 등의 개체군 역학을 규명하였으며, 이들이 서식하는 양식장내에서의 이들의 역할을 밝히는데 기초자료를 제공함을 목적으로 한다.

재료 및 방법

표본 채집과 표본 분석

곤쟁이의 채집은 2002년 10월부터 2003년 9월까지 충남 태안군 남면 당암리에 소재한 순천향대학교 해양수산연구소(북위 36° 40', 동경 126° 18')의 대하 양식장(약 1.5 m 깊이)에서 주간에 월 1회씩 채집하였다(Fig. 1). 표본은 채집망(구경 50 cm, 길이 190 cm)을 이용하여 채집망이 살짝 가라앉을 정도인 60~70 cm의 깊이에서 채집되었으며, hand net을 이용하여 표층에서 70 cm 깊이에서 채집하였다. 채집된 표본은 즉시 10%의 중성 포르말린으로 고정하여 24시간 후에 75% 알콜로 재고정한 후 분석에 사용하였다.

곤쟁이의 성 구분은 선별된 개체를 무작위 추출하여 제 2 배다리의 교접각(penis) 유무와 복난엽(oostegite) 유무를 해부현미경 하에서 관찰하여 구분했으며, 월별 성비는 무작위 추출한 개체에 대하여 암·수 구분한 후 수컷에 대한 암컷의 비율(F/M)로 나타내었다. 체장은 표준체장으로써 쌍안입체현미경(OLYMPUS SZX12)의 이미지 분석시스템(Image analysis software Version 4.5)을 이용하여 눈구멍기저에서 갑각의 정중선 뒷 가장자리까지의 최단거리를 갑각장(Carapace length)으로 하였고 0.01 mm까지 측정하였다.

군성속도(Sexual maturity)

성숙한 암컷은 전체 암컷 중 포란한 암컷을 성숙한 암컷으로 하였으며 성숙한 암컷의 비를 각 체장 계급별(0.25 mm)로 다음과 같은 로지스틱 방정식에 의해 추정하였다(Campbell, 1985).

$$P = \frac{1}{[1 + \exp(a + bCL)]}$$

P는 성숙비, a와 b는 로지스틱 방정식의 상수, CL은 갑각장을 나타낸다. 상수의 추정은 SYSTAT Version 10.0의 비선형 회귀분석(nonlinear regression analysis)을 이용하였으며, 군성속도(CL₅₀)는 상수 a와 b의 비로서 구하였다(CL₅₀) = |a/b|.

포란수

포란한 암컷으로부터 난을 분리하여 쌍안입체현미경(OLYMPUS SZX12)을 이용하여 발달정도에 따라 크게 3단계로 나누어 구분하였다: 배 단계(Embryonic stage), 노플리우스 단계(Nauplioid stage), 후기 노플리우스 단계(Postnauplioid stage) (Ma et al., 2002) (Fig. 2). 또한 난 단계별 체장에 대한 포란수를 회귀분석 하였다.

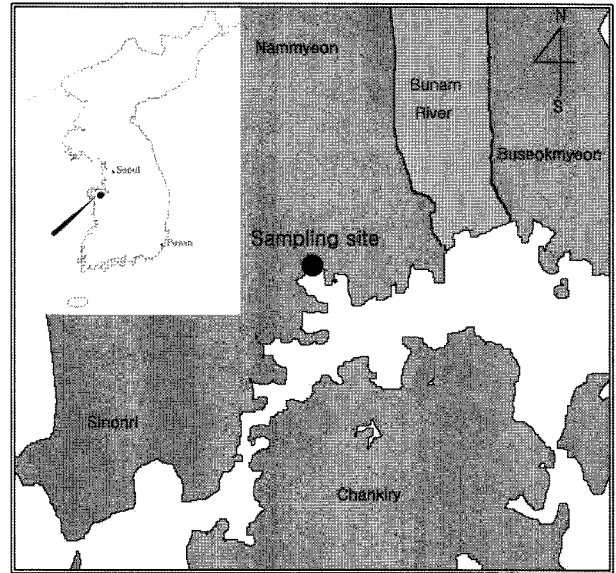


Fig. 1. Map of sampling sites.

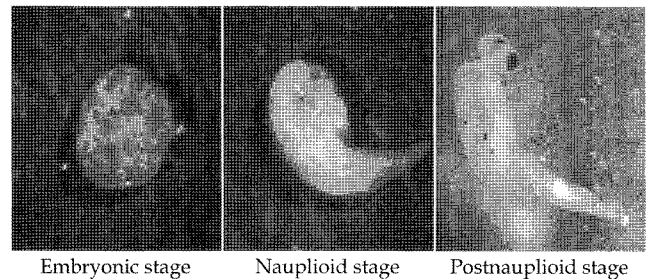


Fig. 2. Developmental stages of *Neomysis japonica* (Ishikawa and Oshima, 1951).

성장, 사망 및 가입유형

개체군 성장 매개 변수의 체장빈도 분포는 체장을 0.25 mm 간격으로 나누고 각 체장계급에 대한 개체수로 나타낸 월별 갑각장 빈도분포 자료를 이용하여 변형된 von Bertalanffy growth function (VBMF) 이용하여 분석하였으며(Pitcher and MacDonald, 1973; Pauly and Gaschütz, 1979; Pauly et al., 1984), 이러한 분석과 성장 매개변수(L_∞, K, C, WP)의 추정은 체장 빈도 분포 자료를 이용한 FISAT 프로그램을 이용하였다.

$$L_t = L_{\infty} \cdot [1 - \exp(-K(t - t_0) - (CK/2\pi)\sin(2\pi(t - t_0)))]$$

L_t는 t세의 갑각장, L_∞는 이론적인 최대 갑각장, K는 성장계수 t₀는 체장이 0일 때의 연령, C는 계절적인 변동요인의 강도를 나타내는 매개변수, t_s는 WP (Wintering point; 일년 중 성장이 가장 느린 시기를 년에 대한 비로서 나타낸 값)에서 0.5를 뺀 값으로 구하였다. 암·수간의 성장을 비교하기 위해 L_∞와 K값을 이용하여 Pauly and Munro (1984)의 방법에 따라 성장 비교지수(Grown performances Index, ϕ)를 구하였다.

$$\phi' = \log_{10}K + 2 \cdot \log_{10}L_{\infty}$$

가입유형은 von Bertalanffy 성장식과 성장 매개변수를 이용하여 추정하고 월별 갑각장 빈도분포도에서 연급군 모드의 최소 평균체장 그룹의 출현시기와 연관지어 해석하였다. 가입유형의 정규분포는 FiSAT 프로그램의 NORMSEP (Hasselblad, 1966)을 이용하여 결정하였다. 또한 곤쟁이의 상대성장은 갑각장과 전장을 이용하여 조사하였다.

통계분석

곤쟁이의 갑각장과 전장을 이용한 상대성장은 체장과 전장을 이용하여 회귀분석을 하고 기울기와 절편을 비교하기 위해서 공분산분석(Analysis of Covariance: ANCOVA)을 이용하였다. 월별 성비 차이는 Chi square test로 검정하였다. 암·수간의 갑각장 크기 비교는 ANOVA에 위배되었을 때는 비모수 검정 방법인 Mann-Whitney U-test와 Kruskal-Wallis test를 통해 평균에 대한 차이를 검정하였다. 갑각장과 포란수의 상관관계는 회귀분석을 하였으며 갑각장과 체장의 상관관계는 회귀분석 후 절편의 비교와 기울기의 비교를 공분산을 통하여 분석하였다.

결 과

환경요인과 변화

조사기간 동안 수온은 2.4~30.8°C로 연중 변화폭이 광범위하였다(Fig. 3). 1월에 2.4°C로 가장 낮았으며 7월에 30.8°C로 가장 높게 나타났다(Fig. 3). 염분도는 16~35 PSU로 우기인 8월에 16 PSU로 가장 낮게 나타났으며 11월에 30.59 PSU로 가장 높게 나타났다(Fig. 3).

성비와 개체군의 구조

곤쟁이의 성비는 조사기간 동안에 총 1,687개체 중 암컷이 969개체로 57.4%를 차지하였으며, 수컷이 718개체로 43.6%를 차지하여 암컷의 출현 비율이 수컷보다 높았다. 조사기간 동안

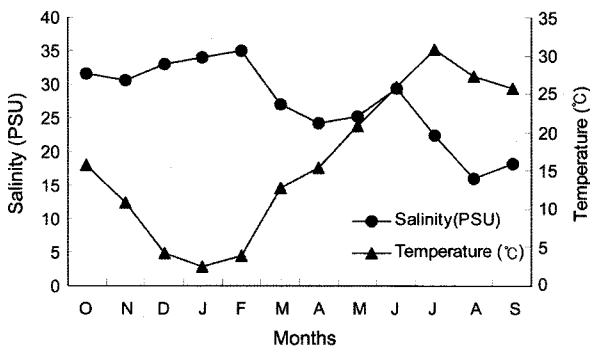


Fig. 3. Monthly variation of water temperature (▲) and salinity (●) from October 2002 to September 2003.

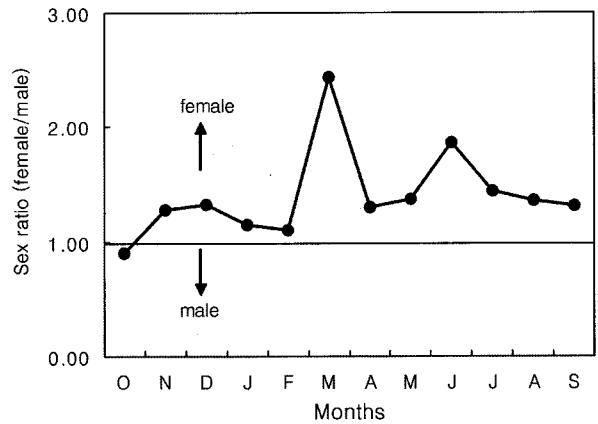


Fig. 4. Monthly variation of sex ratio (female/male) in *Neomysis japonica* (Ishikawa and Oshima, 1951) from October 2002 to September 2003.

월별 성비는 2003년 3월에 2.43로 가장 높았으며, 2002년 10월에 0.90로 가장 낮았다. 2002년 10월을 제외하고 모든 기간 동안 암컷이 수컷보다 더 많이 출현하였으며(Fig. 4), 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 21.20, df = 11, P < 0.05$).

조사기간 동안에 갑각장은 암컷의 경우 1.04~5.08 mm였으며, 수컷의 경우 1.02~3.63 mm였다. 평균 갑각장(±표준편차)은 암컷이 2.31 (±0.52) mm이며, 수컷이 2.42 (±0.48) mm로 수컷개체가 암컷개체보다 평균 갑각장이 더 큰 것으로 나타났다.

군성속도

곤쟁이는 갑각장 1.04~5.08 mm 범위에 있는 총 969개체의 암컷 중 201개체가 성숙한 개체인 것으로 나타났다. 갑각장과 성숙한 암컷의 비율간의 관계를 로지스틱 방정식을 이용하여 다음과 같은 방정식을 얻었다.

$$P = \frac{1}{[1 + \exp(3.385 - 0.755CL)]}$$

($r^2 = 0.7211, P < 0.001$)

위 식으로부터 추정된 50%가 성숙에 이르는 갑각장(CL_{50})은 4.48 mm로 나타났다(Table 1; Fig. 5).

Table 1. Parameters for size estimation at sexual maturity in female *Neomysis japonica* collected from October 2002 to September 2003. CL_{50} indicates a length at 50% sexual maturity

Equations and details	Sex
a	3.34
b	-0.76
CL_{50}	4.48
r^2	0.721
P	<0.001

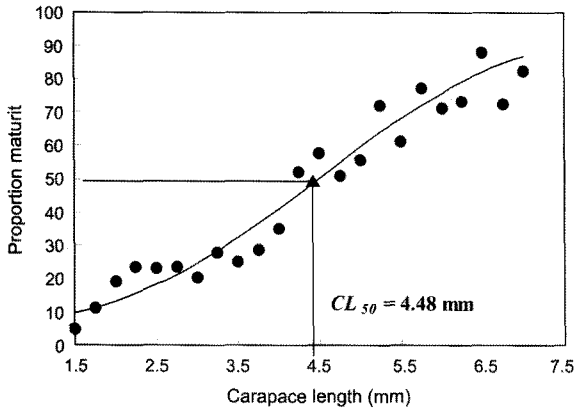


Fig. 5. Logistic function of proportion maturity in females *Neomysis japonica* (Ishikawa and Oshima, 1951) to carapace length. CL_{50} indicates a point corresponding to a proportion of 50% maturity.

포란수

곤쟁이의 포란한 암컷 201개체를 관찰한 결과 최대 포란수는 3.54 mm에서 44개, 최소 포란수는 갑각장 1.70 mm에서 3개로 계수 되었고, 평균 포란수(±표준편차)는 16.55 (±9.19)개로 나타났다. 포란한 암컷개체의 포란 갑각장 범위는 1.70~3.54 mm였고, 평균 갑각장은 2.57 (±0.49) mm로 나타났다. 갑각장과 포란수를 자연로그로 변환한 후 갑각장(CL)에 대한 포란수(EN)의 회귀분석 결과 $\ln EN = 0.654 \ln CL + 1.944$ ($n=201$, $r^2=0.06$, $P < 0.001$)로 나타났다(Fig. 6). 이 결과로 비추어 볼 때 계수값이 낮게 나오기는 했지만 유의한 관계가 있는 것으로 판단된다.

난 단계별 갑각장(CL)과 포란수(EN)의 상관관계식은 곤쟁이의 경우 배발생 단계(embryonic stage)에서는(Fig. 6): $\ln EN = 0.434 \ln CL + 2.029$ ($n=60$, $r^2=0.02$, $P < 0.001$)로 나타났고, 노플리우스 단계(nauplioid stage)에서는(Fig. 7): $\ln EN = 0.073 \ln CL + 2.410$ ($n=77$, $r^2=0.002$, $P < 0.001$)로 나타났고, 후기 노플리우스 단계(postnauplioid stage)에서는 (Fig. 7): $\ln EN = 1.512 \ln CL + 1.240$ ($n=64$, $r^2=0.22$, $P < 0.001$)로 나타났다.

성장과 사망 및 가입유형

ELEFAN 프로그램을 이용한 모드의 진행양상을 보면 1월과 7월에 새로운 세대가 출현하는 것으로 나타났다(Fig. 8). ELEFAN 프로그램에서 추정된 von Bertalanffy 성장 매개변수는 Table 2와 같다. 이론적으로 최대체장과 성장계수는 암컷의 경우 6.34 mm, 0.81 year⁻¹로 나타났고, 수컷의 경우 3.85 mm, 0.88 year⁻¹로 나타났다. 동일한 연령에서 수컷보다 암컷의 성장률이 더 빠른 것으로 나타났고, 성장비교 지수의 결과에 있어서도 암컷이 1.51, 수컷이 1.12으로 성장률의 차이가 큰 것으로 판단되었으며, 전체 개체에 대한 성장비교지수는 1.24로 추정되었다. 계절적인 성장 변동요인은 암컷의 경우 0.99, 수컷의 경우 0.90, 전체 개체에 대해서는 0.95로 나타나 계절적인 성장 변동폭이 매우 큰 것으로 나타났다. 성장이 느린 시기인 동계의 성장지수는 암컷

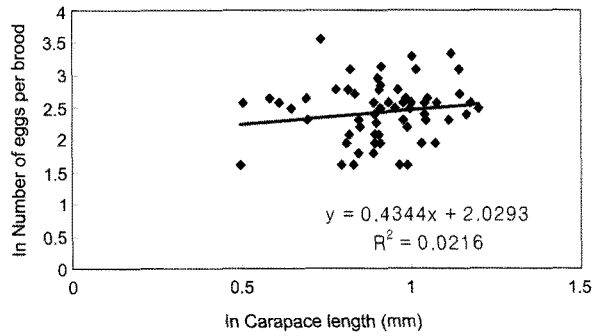


Fig. 6. Relationship between carapace length (CL) and the number of eggs (EN) in female *Neomysis japonica* (Ishikawa and Oshima, 1951) (embryonic stage).

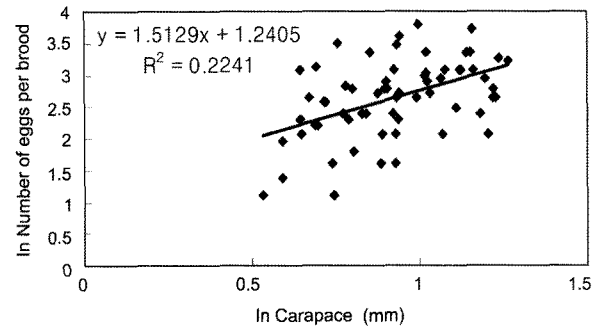
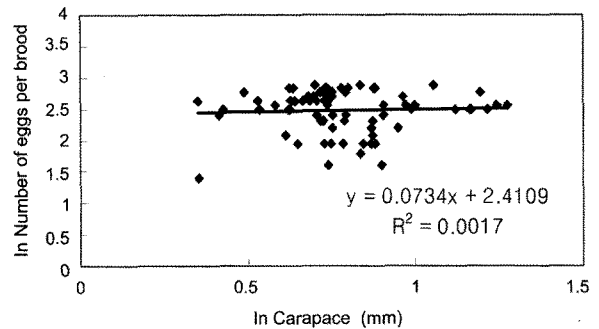


Fig. 7. Relationship between carapace length (CL) and number of eggs (EN) in female *Neomysis japonica* (Ishikawa and Oshima, 1951) (top: nauplioid stage, bottom: postnauplioid stage).

이 0.80, 수컷이 0.99, 전체 개체에 대해서는 0.89로 나타나 산란시기로 판단되는 저수는 기간인 동계동안의 성장이 가장 느린 것으로 판단되었다(Fig. 8).

곤쟁이의 순간 전사망계수(Z)는 갑각장 자료나 성장 매개변수를 이용하여 상대연령 및 그 연령에 해당하는 개체수와 어획물 곡선법 분석에 사용된 자료를 통해 회귀식 추정하였다. 추정된 순간 전사망계수(Z)는 3.46 year⁻¹로 계산되었다(Fig. 9).

추정된 곤쟁이의 가입유형을 보면 두 개의 정규분포 곡선을 나타내며, 다음과 같은 방정식인데 이것은 일년동안 두 번, 1월과 7월에 가입이 일어난다는 것을 유추할 수 있다(Fig. 10). 이러한 결과는 앞서 갑각장 빈도분포에서 보여주었던 것과 일치하였고, 가입률은 동계보다 하계가 높은 것으로 나타났다. 추정된 곤쟁이의 가입 각장은 2.41 mm로 나타났다.

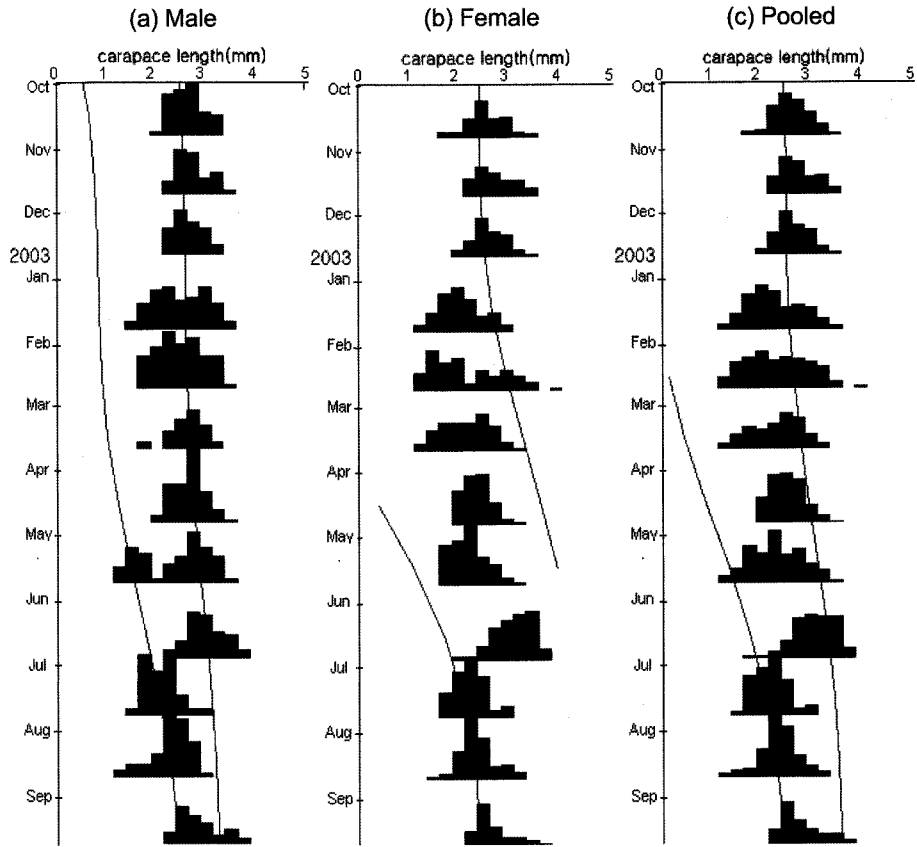


Fig. 8. Length-frequency distribution and estimated growth curves based on the occurrence of males (a), females (b) and pooled data (c) of *Neomysis japonica* (Ishikawa and Oshima, 1951) from October 2002 to september 2003. The numbers in parentheses below months indicate sample sizes.

Table 2. Von Bertalanffy growth parameters estimated by the ELEFAN analysis of length-frequency data for males, females and pooled data. L_{∞} , asymptotic length (mm); K , growth coefficient (yr^{-1}); t_0 , theoretical age at zero length (yr); C , amplitude of growth oscillation; WP , wintering point; ϕ' , growth performance index; Rn , score function

	Males	Females	Pooled
L_{∞}	3.85	6.34	4.46
K	0.88	0.81	0.87
t_0	0	0	0
C	0.90	0.99	0.95
WP	0.99	0.80	0.89
ϕ'	1.12	1.51	1.24
Rn	0.407	0.419	0.384

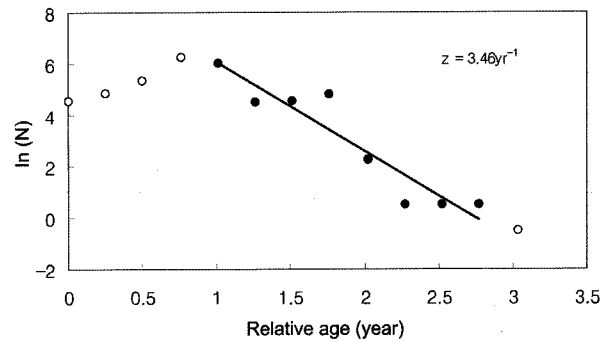


Fig. 9. Length-converted catch curves of *Neomysis japonica* (Ishikawa and Oshima, 1951) based on length-frequency data from October 2002 to september 2003.

상대성장

전장의 암컷과 수컷으로 판단된 개체의 전장의 범위는 각각 4.00~21.37 mm과 4.76~15.70 mm이다. 암컷과 수컷의 평균 갑각장(±표준편차)은 각각 2.31(±0.52) mm와 2.42(±0.48) mm로 나타났고, 평균 전장(±표준편차)은 각각 9.64(±2.06) mm와 9.90(±1.94) mm로 나타났다. 회귀분석한 결과를 토대로 한 암컷과 수컷의 성장식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

암컷은 경우, $y=3.6115x+1.3062$, $R^2=0.8386$,

수컷의 경우, $y=3.6523x-1.0715$, $R^2=0.8252$

또한 회귀분석한 결과를 토대로 기울기와 절편을 비교하기 위해서 공분산분석 ANCOVA을 이용한 결과 기울기의 차이가 없었다(ANCOVA: $F=0.22$, $df=1$, 1648 , $P=0.6$). 따라서 공통 기울기 ($bc=3.631$)를 가정한 절편의 차이를 분석한 결과 유의

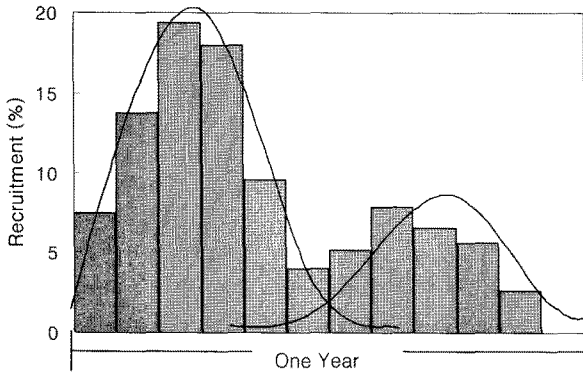


Fig. 10. The annual recruitment pattern of *Neomysis japonica* (Ishikawa and Oshima, 1951).

한 차이가 있는 것으로 나타났다(ANCOVA: $F=8408.14, df=1, 1685, P<0.001$). 분석을 통한 결과 갑각장이 증가함에 따라 전장도 증가함을 알 수 있었으며, 또한 암컷에 비해 수컷의 갑각장과 전장이 더 큰 것을 알 수 있었다.

고찰

일반적으로 종족보존을 위하여 암컷의 크기가 크고 수컷은 최소한의 크기로 종족보존을 위한 기능만을 수행하는 경우를 자연에서 종종 볼 수 있다. 또한 어린시기에는 수컷이었다가 크기가 자라면서 암컷이 되는 경우도 생식기능을 극대화하기 위한 좋은 수단 중의 하나이다. 이러한 경우는 도화새우류에서 많이 나타난다(Berkeley, 1929; Butler, 1964). 본 연구에서 조사기간 동안 암컷이 수컷보다 차지하는 성 비율이 높았으며, 암컷의 성장률도 수컷보다 더 높았다. 이것은 일반적으로 새우류에서 수컷이 성장을 하기 위한 에너지 투자를 줄이고 상대적으로 암컷의 비가 높고 크기가 커지는 생식전략과 일치한다(Berglund, 1981).

갑각류에서는 낮은 온도에서 성장이 느리고 빠른 온도에서는 성장이 빠르다(Hartnoll, 1982). 암·수컷의 성장비교 지수를 비교해 보면 암컷이 수컷보다 성장률이 빠른 것으로 나타났으나, 성장이 가장 느린 시기는 동계인 저수온 기간이고 성장이 빠른 시기는 수온이 높은 하계인 것으로 판단되었다.

또한 암컷의 체장(갑각장)은 포란수를 결정하는 중요한 결정요소이다(Corey and Reid, 1991; Hines, 1982). 이것은 갑각장이 증가함에 따라 난의 수가 증가한다는 것을 지적해 준다. 곤쟁이류는 일반적으로 연중 포란하는 종으로 1년 중 여러 번에 걸쳐 특정 기간에 집중적으로 산란하는 것으로 알려져 있는데(Mauchline, 1986), 본 연구에 사용된 *N. japonica*는 포란한 암컷이 전체적으로 연중 포란한 것으로 나타났으며, 새로운 세대가 대량적으로 가입하는 시기는 1월과 7월로서 저수온 기간인 동계기간 동안 천천히 성장하여 1월에 처음 가입하며, 곧이어 7월에 가입하여 다음 세대를 번식하는 것으로 판단된다. Mauchline

(1986)는 월동 세대가 겨울을 지나는 동안 아주 적은 수의 어린 개체만 부화시키며 온도가 낮은 지역에서는 거의 어린 개체를 부화하지 않는다고 하였다. 본 연구에 사용된 *N. japonica*도 겨울을 지나는 동안 어린 개체의 출현율은 매우 적었다. 이것은 주 서식처가 수심 1~2 m 정도 내의 연안에 서식함으로 동계동안 온도 변화에 따른 적응을 최대화하기 위해 어린 개체의 생산을 줄이고자 하는 생식적 전략으로 생각된다.

곤쟁이류의 성장률은 종별, 세대별, 계절별로 다양하게 나타난다(Toda et al., 1983). 일반적으로 갑각류에서는 체장이 증가할수록 탈피기간이 점차 길어지는 현상이 나타난다(Hartnoll, 1982). 본 연구에 사용된 *N. japonica*는 이론적으로 최대체장과 성장계수는 동일한 연령에서 수컷보다 암컷의 성장률이 더 빠른 것으로 나타났고, 비교지수 결과에 있어서도 성장률의 차이가 나는 것으로 판단되었다. 이는 우리나라 연안의 다른 곤쟁이류와 유사한 양상을 보여준다(Ma, 2001).

체장 빈도분포의 분석결과 연간 약간의 차이는 있었으나 2월과 8월에 새로운 세대가 출현하는 것으로 보이며 추정된 가입유형 또한 연중 2회 가입하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 하계에 형성된 새로운 세대가 높은 수온과 다른 환경요인의 호조로 인해 산란 직후 빠른 성장을 거쳐 가입에 이른 결과로 사료된다. 연중 2회의 가입을 통해 3세대가 출현하는 곤쟁이의 유형은 우리나라의 *A. kokuboi* (Ma et al., 2002)와 영국 북부의 *Mysidopsis gibbosa* (Mauchline, 1970), *N. integer* (Kinne, 1955), *Schistomysis spiritus* (Mauchline, 1967) 등이 있으며, 또 일본과 중국에서는 *G. vulgaris* (Matsudaria et al., 1952), *N. intermedia* (Toda et al., 1983), *N. japonica* (Sawamoto, 1985), 그리고 *N. awatschensis* (Yan, 1982) 등이 있다.

요약

대하새우 양식장에 서식하는 곤쟁이 *Neomysis japonica* (Ishikawa and Oshima, 1951)의 개체군 역학과 성 성숙에 관한 전반적인 생물학적 정보를 밝히기 위해 2002년 10월부터 2003년 9월까지 12개월동안 매일 1회씩 충남 태안군 남면 당암리에 소재한 순천향대학교 해양수산연구소의 대하새우 양식장에서 표본을 채집하였다. 개체군의 특성을 알기위해 성비, 성 성숙도, 포란수 그리고 성장계수 등을 조사하였다. 암컷이 수컷에 비해 월별 성비가 높았고, 평균 갑각장은 수컷(2.42 mm±0.52)이 암컷(2.31 mm±0.48)보다 높았으나 모두 오차 범위내에서 차이를 보여 갑각장의 크기는 통계학적으로 유의하지는 않았다. 암컷은 성체의 크기가 큰 개체가 많은 난을 포란하였으며, 암컷의 50%가 포란하는 체장은 4.48 mm였다. von Bertalanffy, 성장 매개변수를 바탕으로 한 계절별 성장 속도는 암컷이 수컷보다 빨랐으며, 양식장내에 서식하는 개체군은 일년 중 2회의 가입을 하는 것으로 나타났다. 암컷과 수컷의 상대성장을 회귀직선 방식으로 비교한 결과 수컷의 성장속도가 암컷보다 조금 빨랐다.

참고문헌

- Ahn, K. W. and P. Chin, 1986. Acute toxicity of Kuwait oil (WSF) to mysid, *Neomysis awatschensis*. Bull. Korean Fish. Soc., 19, 599-607.
- Berglund, A., 1981. Sex dimorphism and skewed sex ratios in the prawn species *Palaemon adspersus* and *P. squilla*. Oikos, 36, 158-162.
- Berkeley, A. A., 1929. Sex reversal in *Pandalus danae*. Am. Nat., 63, 571-573.
- Bremer, P. and J. Vijverberg, 1982. Production, population biology and diet of *Neomysis integer* (Leach) in a shallow Frisian lake (the Netherlands). Hydrobiologia, 93, 41-51.
- Brown, A. C. and M. S. Talbot, 1972. The ecology of the sandy beaches of the Cape Peninsula, South Africa. Part 3. A study of *Gastrosaccus psammodytes* Tattersall (Crustacea: Mysidacea). Trans. Royal Soc. South Africa, 40, 309-333.
- Butler, T. H., 1964. Growth, reproduction, and distribution of pandalid shrimps in British Columbia. J. Fish. Res. Board Canada, 21, 1403-1452.
- Campbell, A., 1985. Application of a yield and egg-per-recruit model to the lobster fishery in the Bay of Fundy. North Amer. J. Fish. Mangt, 5, 91-104.
- Chin, P., 1971. The effect of temperature on respiratory metabolism of the mysid, *Neomysis awatschensis* (Brandt). Publ. Mar. Lab., Natl Fish. Univ. Pusan, 5, 31-36.
- Chin, P., 1974. Acclimation and metabolism attitude of *Neomysis awatschensis* (Brandt). Publ. Mar. Lab., Natl Fish. Univ. Pusan, 7, 1-20.
- 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.
- Corey, S. and D. M. Reid, 1991. Comparative fecundity of decapod crustaceans I. The fecundity of thirty-three species of nine families of caridean shrimp. Crustaceana, 60, 270-294.
- Hartnoll, R. G., 1982. Growth. (in) Abele, L. G., (ed.), The biology of Crustacea, Vol. 2. Embryology, Morphology and Genetics, Academic Press, New York, pp. 111-196.
- Hasselblad, V., 1966. Estimation of parameters for a mixture of normal distribution. Technometrics, 8, 431-444.
- Heubach, W. 1969. *Neomysis awatschensis* in the Sacramento-San Joaquin River Estuary. Limnol. Oceanogr., 14, 533-546.
- Hines, A. H., 1982. Allometric constraints and variables of reproductive effort in brachyuran crabs. Mar. Biol., 69, 309-320.
- Hong, S. Y. and C. W. Oh, 1989. Ecology of the sand shrimp, *Crangon affinis* in the Nakdong River estuary, Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 22, 351-362.
- Ii, N., 1964. Fauna Japonica (Mysidacea). Biogeogr. Soc. Japan, Tokyo, pp. 427-433.
- Ishikawa, M. and Y. Oshima, 1951. On the life-history of a mysid crustacean, *Neomysis japonica* (Nakazawa). J. Japan Fish. Soc., 16, 461-472.
- Jo, S. G. and M. K. Jeon, 2007. Mysidacea (Crustacea) from the sandy beaches of the eastern coast of Korea with four new records in the Korean waters. Ocean Sci. J., 42, 171-178.
- Jo, S. G. and C. W. Ma, 1996. Mysidacea (Crustacea) from the west coast of Korea. J. Korean Fish. Soc., 29, 805-882.
- Kang, J. C., 1989. Acute and chronic effects of copper, cadmium and chromium on *Neomysis awatschensis*. M.S. thesis, Natl Fish. Univ. Pusan, 40 pp.
- Kim, J. S. and P. Chin, 1995. Acute and chronic toxicity of phenol to mysid, *Archaeomysis kokuboi*. J. Korean Fish. Soc., 28, 87-97.
- Kinne, O., 1955. *Neomysis vulgaris* Thompson eine autokologisch-biologische studie. Biologisches Zentralblatt, 74, 160-202.
- Lasiak, T. A., 1983. The impact of surf-zone fish communities on faunal assemblages associated with sandy beaches: a review. (in) McLachlan, A. and T. Tunk, (eds.), Sandy Beaches and Ecosystems, The Hague, Netherland, pp. 32-46.
- Ma, C. W., 2001. Population structure and generation analysis of *Archaeomysis kokuboi* (Crustacea: Mysidacea). Soonchunghyang J. Nat. Sci., 7, 153-162.
- Ma, C. W., S. Y. Hong and S. G. Jo, 2002. Marsupial development and molt cycle of *Archaeomysis kokuboi* (Crustacea: Mysidacea), J. Fish. Sci. Tech., 5(4), 271-280.
- Matsudaira, C., T. Kariya and T. Tsuda, 1952. The study of the biology of a mysid *Gastrosaccus vulgaris* Nakasawa. Tohoku J. Agr. Res., 3, 155-174.
- Mauchline, J., 1967. The biology of *Schistomysis spiritus* (Crustacea, Mysidacea). J. Mar. Biol. Ass. U.K., 47, 383-396.
- Mauchline, J., 1970. The biology of *Mysidopsis gibbosa*, *M. didelphys* and *M. angusta* (Crustacea, Mysidacea). J. Mar. Biol. Ass. U.K., 50, 381-396.
- Mauchline, J., 1971a. The biology of *Neomysis integer* (Crustacea, Mysidacea). J. Mar. Biol. Ass. U.K., 51, 347-354.
- Mauchline, J., 1971b. Seasonal occurrence of mysids (Crustacea) and evidence of social behavior. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 51, 809-825.
- Mauchline, J., 1972. The biology of bathypelagic organisms, especially Crustacea. Deep Sea Res., 19, 753-780.
- Mauchline, J., 1986. The biology of the deep-sea species of Mysidacea (Crustacea) of the Rockall trough. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 66, 803-824.
- Nishimura, S., 1995. Guide to Seashore Animal of Japan with Color Picture and Keys. Vol. II. Hoikusha, Osaka, 663 pp.
- Pauly, D. and G. Gaschütz, 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. ICES C.M. 1979/G, 24, 1-26.
- Pauly, D. and J. L. Munro, 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrate. Fishbyte, 2, 21.
- Pauly, D., J. Ingles and R. Neal, 1984. Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment-related parameters from length-frequency data (ELEFAN 1 and 2). (in) Gulland, J. A. and B. J. Rothschild (eds.), Penaeid shrimp-their biology and management. Fishing News Books, Blackwell Blackwell Scientific Publications Ltd. Oxford, pp. 220-234.
- Pitcher, T. J. and P. D. M. MacDonald, 1973. Two models for seasonal growth in fishes. J. Appl. Ecol., 10, 559-606.
- Rossouw, G. J., 1983. The importance of non-teleost fishes (Elas-

- mobranches) in the surf zone with special reference to *Rhinobatus annulatus*. (in) McLachlan, A. and T. Tunk, (eds.), Sandy Beaches as Ecosystems, The Hague, Netherland, pp. 85-98.
- Sawamoto, S., 1985. Some observations on population composition and life history of *Neomysis japonica* (Mysidacea, Crustacea) in Shima Peninsula Res. Dev., 7, 33-39.
- Toda, H., M. Takahashi and S. Ichimura, 1983. Temperature control on the post-embryonic growth of *Neomysis intermedia* Czerniavsky in a hypereutrophic lake. J. Plank. Res., 5, 377-392.
- Yan, Z., 1982. On the biology *Neomysis awatchensis* (Crustacea, Mysidacea): 1. Population and reproduction characteristics. Oceanol. Limnol. Sinica, 13, 66-76.
- Yoo, K. I., 1985. Description of mysid relict, *Neomysis intermedia* (Czerniavsky) in lake Kyongpo, Korea. Korean J. Limnol., 18, 51-57.
- Yoo, K. I. and S. M. Choe, 1985. The biology of *Neomysis awatschensis* Crustacea: Mysidacea) in Korea. 1. Systematics. J. Oceanol. Soc. Korea, 20, 61-66.
-
- 원고접수 : 2009년 1월 23일
심사완료 : 2009년 2월 2일
수정본 수리 : 2009년 2월 3일