

# 洛東江 河口에 棲息하는 자주새우(*Crangon affinis*)의 生態學的 研究\*

洪性潤 · 吳哲雄

釜山水產大學 資源生物學科

## Ecology of Sand Shrimp, *Crangon affinis* in the Nakdong River Estuary, Korea\*

Sung Yun HONG and Chul Woong OH

*Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan  
Pusan 608-737, Korea*

Ecology of *Crangon affinis* was studied in the Nakdong River Estuary from June 1988 to May 1989.

The growth rate of female was similar to that of male. Size differences, however, were apparent between female and male. Sex ratio varies with season. The major spawning season was from June 1988 to May 1989 except for November 1988. The number of eggs of the largest ovigerous female (35.55mm TL) was over 4,000, while that of the smallest ovigerous female (15.05mm TL) more than 120. The mean number of eggs was 1778. The size of winter eggs is larger than that of the summer eggs. The mean percentage of egg loss from brooding to hatching was 29.06%. The rate of egg loss decreases with increasing age. Major component of food organisms includes mysids and polychaetes.

### 서 론.

자주새우(*Crangon affinis*)는 주로 조석작용이 강한 하구지역이나 내해, 내만의 얕은 바다에 서식한다. 이종의 지리적인 분포는 동해, 남해, 황해 및 일본, 중국, 사할린 등지에 분포한다(Kim, 1977; Yokoya, 1930; Miyake, 1961; Holthuis and Sakai, 1970).

낙동강 하구지역에서 자주새우는 대형 동물군 중의 가장 풍부한 무리중 하나이며, 하구지역 먹이 연쇄의 주요 구성요소이다. 자주새우는 저서성 다모류, 이매패 유생, 곤쟁이류, 조류 및 부식질 등을 주요 먹이로 섭이하고 있으며, 이들은 유생이나 성체의 형태로 낙동강 하구역의 각종어류 및 철새의 주요 먹이가 된다(Kim, 1987). 아울러 자주새우는 유용새우로서 영세어민들에 의해 다량으로 어획되

\*부산수산대학 해양과학연구소 업적번호 제236호 (Contribution No. 236 of Institute of Marine Sciences, National Fisheries University of Pusan). 본 연구는 1988년 한국학술진흥재단 학술연구조성비(자유공모과제)에 의하여 수행되었음.

고 있다.

자주새우속(Genus *Crangon*)의 연구는 하구 생태계의 이해에 필수적인 요소로 중요시되고 있다. 이 무리의 연구는 일반적으로 한 종에 관한 전반적인 생태, 생리 및 발생 연구를 중심으로하여 이루어졌다. *Crangon affinis*는 체장과 갑각장간의 상관관계, 난의 색깔 모양에 따른 발생단계의 변화 및 전중과 난수간의 상관관계등이 연구되었다(Natsukari and Iwasaki, 1987). *Crangon vulgaris*의 경우 성장의 월 변화, 2차 성장과 환경변화에 의한 개체군 크기의 변동(Lloyd and Yonge, 1947) 및 섭이 이동(Tiews, 1963)의 연구가 집중적으로 이루어졌으며, *Crangon crangon*의 경우에는 생식의 계절적 변화(Boddeke, 1966), 특히 온배수 지역에서 연별 개체군 크기의 변동(Henderson and Holmes, 1987), 겨울 난과 여름 난의 크기에 대한 연구(Boddeke, 1982) 및 개체군 크기의 변동(Redant, 1980; Tiews, 1978)과 계절적 이동 양상(Boddeke, 1975, 1976, 1978)에 관한 연구가 이루어졌다. *Crangon septemspinosa*의 경우 개체군의 성장(Price, 1962; Wilcox and Jefferies, 1973), 위 내용물 분석 및 수온·염분 변화에 따른 생식과 개체군 크기의 변화에 관한 연구(Wilcox, 1972; Price, 1962)가 이루어졌다.

낙동강 하구 생태계는 지난 10년간 자연보호, 하구언 건설등의 목적으로 다각도로 연구되어 왔는데 특히 부영양화 연구(Choe and Park, 1986), 생태계 연구(Doorbos, 1983, 1984) 및 생물상 연구(Kim, 1982, 1987; ISWACO, 1983)가 이루어졌다. 그러나 지금까지 낙동강 하구 지역에서 자주새우의 먹이연쇄적인 중요성 및 어업대상 종으로서의 산업성에도 불구하고 이 종에 대한 생물학적 연구는 거의 전무하다.

본 자주새우에 관한 연구의 목적은 개체군의 체장조성, 성비, 포란율 및 개체의 성장, 포란수, 난의 크기, 알의 탈락율, 포란시기 및 포란 빈도, 위 내용물 분석 등을 통해서 자주새우의 기초 생태학적 요소들을 이해하는 데 있다.

## 재료 및 방법

자주새우(*Crangon affinis*)의 채집은 낙동강 하구

(다대포와 가덕도 사이)의 정점에서 소형 저인망으로 1988년 6월부터 1989년 5월까지 12동안 월 1회씩 채집하였다(Fig. 1). 그물의 망목 크기는 약 10mm이며 인망속도는 약 1노트로 10~15분간 끌었다.

채집된 시료는 채집 즉시 선상에서 증성호르말린 7% 용액에 고정하여 실험실로 옮겨 전체 표본을 subsampling한 후 자주새우만을 선별하여 연구에 사용하였다. 선별된 개체는 갑각장(carapace length: CL), 전장(total length: TL), 미절길이(telson length: TEL), 난피가 위치한 길이(egg pad length: EPL)를 해부 현미경 하에서 Micrometer를 이용하여 0.01mm 수준까지 측정하였다(Fig. 2). 체장 빈도 분포는 전장 1.00mm 간격으로 개체수에 대한 백분율로 표시하였다.

성(sex)은 형태적 성 특징에 의해 현미경하에서 구별하였다. 전장이 약 18.00mm 이하의 개체는 내지의 미분화로 인하여 성 구별이 어려웠기 때문에 미성숙 개체로 분류하였다. 포란율은 매달 채집된 전체 암컷에 대한 포란한 암컷의 백분율로 나타내었다.

포란수는 매달 채집 직후 포란한 암컷을 무작위로 20~30개체씩 선별하여 각 개체에서 핀셋으로 알을 모두 분리하여 그 중에서 약 10% 정도를 현미경하에서 알 수를 측정하였다. 이때 포란수는 포란한 암컷의 복지에 가지고 있는 난의 수로 정의하였다. 계수된 난 중에서 개체당 10개의 알을 무작위로 선별하여 난경(egg diameter)의 장경을 측정하였다. 포란한 암컷의 포란수와 전장간의 상관관계를 파악하기 위해서 난피가 위치한 길이를 측정하였다. 포란시간은 여름 수온과 겨울 수온 및 실험실 내에서 사육실험에 근거하여 Wear(1974)의 계산식인  $D=20437(C+3.6)^{-2.3}$ 으로 계산하였다.

분리된 알은 현미경하에서 인위적으로 설정한 아래와 같은 발생 단계 구분에 따라 5단계(I~V)로 나누었으며, 이것을 다시 5mm 전장간격과 발생 5단계에 따라 각각 분리하여 난수의 평균(mean)과 범위(range)를 평가하였다. 각각의 전장간격에서의 알의 탈락율(percentage of egg loss) 및 전체 알의 평균 탈락율은 이 자료에 근거하여 계산하였다.

I 단계: 난은 구형, 난황은 균일; II 단계: 난은 타원형, 유생반구는 난황과 구별됨; III 단계: 유생의

눈 색소를 볼 수 있음; IV단계: 유생의 눈은 크고 복부와 두부가 식별 가능; V단계: 난막은 깨지고 부화 직전.

위 내용물 분석은 자주새우를 일별로 무작위 선

별하여 64개체의 위 내용물을 관찰하여 평가하였다.

보조 환경 자료로 수온 및 염분을 현장에서 TS meter로 측정하였다.

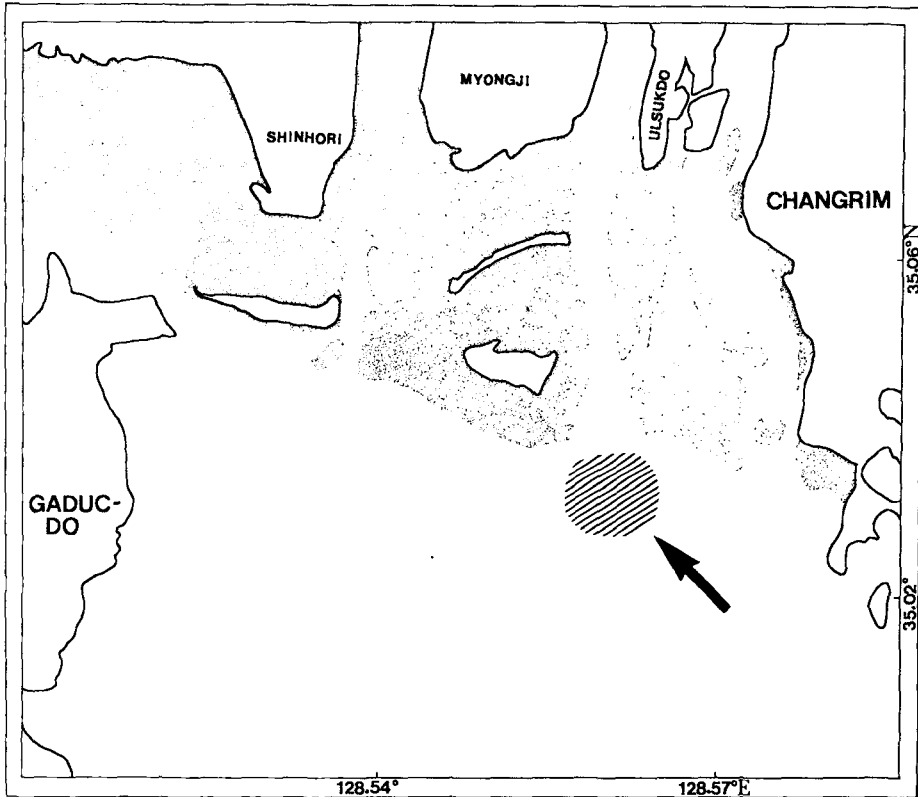


Fig. 1. Map showing the sampling station in the Nakdong River Estuary.

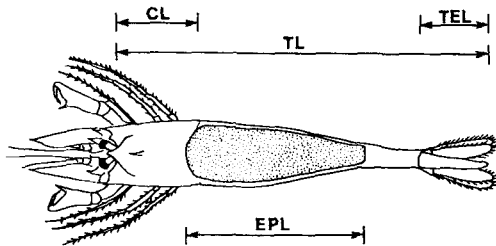


Fig. 2. Schematic illustration showing the measurement parts in the female of *Crangon affinis*.

### 결 과

낙동강 하구 지역에서 자주새우 성비(sex ratio)의 월변화(Fig. 3)는 여름(6~7월)과 가을(8~10월) 및 초겨울(11월)에는 암컷이 우점적이었으나

( $p < 0.001$ ), 겨울(12~1월) 및 봄(3~5월)에는 수컷이 우점적으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 자주새우의 성비는 개체의 체장이 커짐에 따라 암컷이 훨씬 많아지게 된다(Fig. 8).

포란한 암컷은 11월을 제외하고는 거의 연중 출현하고 있으며, 포란한 암컷의 출현 빈도도 월별로 상당히 다양함을 보여주고 있다(Fig. 4). 6월에 포란율이 감소하며 7월 이후에 증가하다가 10월 이후에는 감소하여 11월에는 포란한 개체가 한마리도 없었다. 1월 이후에 포란율은 증가하며 포란체장도 점점 증가하는 것을 보여주고 있다(Fig. 4, 8). 9월과 4월은 포란율이 60% 이상으로서 주 포란시기라는 것을 보여주었다.

포란한 암컷은 11월을 제외한 모든 달에서 출현

하였으며 최초 채집이 시행된 6월의 포란 체장 범위는 20.45~36.95mm였다. 그 후에는 대략 15.00~31.00mm로 거의 유사한 체장 범위를 보여주었다. 여름(6, 7, 8월)과 가을(9, 10월)을 비교해 볼 때, 1월에 포란 체장이 증가하여 포란율의 증가와 더불어 체장범위가 조금씩 큰 개체로 이행되면서 5월까지 지속된다. 최소 포란 체장은 8월에 15.05mm이고, 최대 포란 체장은 4월에 46.95mm로 나타났다. 또한 체장 범위는 4월과 6월에 가장 컸다. 이러한 포란 체장 범위는 개체간, 계절별로 다양하게 나타났다.

자주새우의 포란수(fecundity)는 체장, 발생 단계 및 계절에 따라 많은 변화를 보여주고 있다. 난피가 위치한 길이(EPL)는 일반적으로 4번째 흉지(4th pereopod)에서 4번째 복지(4th pleopod) 사이였다(Fig. 2). 포란한 암컷의 포란수는 6월(여름)에 CL이 4.05mm(=TL, 20.70mm)에서 123개로 최소였으며, 12월(겨울)에 CL이 7.95mm(=TL, 35.55mm)에서 4,088개로 최대였다. 1년을 통해서 포란 개체의 평균 포란수는 1,778(123~4,088, SD: 1,048)개로 나타났다. 여름에서 겨울로 이행되면서 체장길이에 따른 난피가 위치한 길이(EPL)의 증가에 따라 포란수가 증가되는 것을 보여주었다(Fig. 5). 체장과 포란수(EN)와의 상관관계식은  $EN = 287.94 + 3.34(CL)^3$  ( $r = 0.89, n = 111$ )로 나타났다(Fig. 6). 이것은 암컷이 갖는 난의 수가  $(CL)^3$ 과 일차 함수관계에 있다는 것을 보여 주었다.

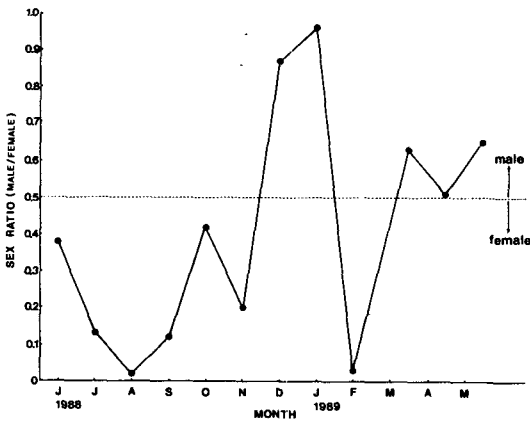


Fig. 3. Monthly variation of sex ratio of *Crangon affinis*.

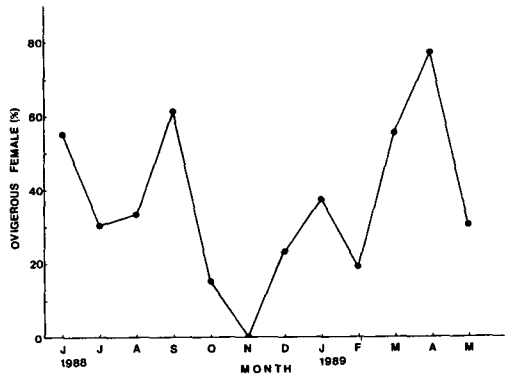


Fig. 4. Annual cycle in the mean proportion of female carrying eggs in *Crangon affinis*.

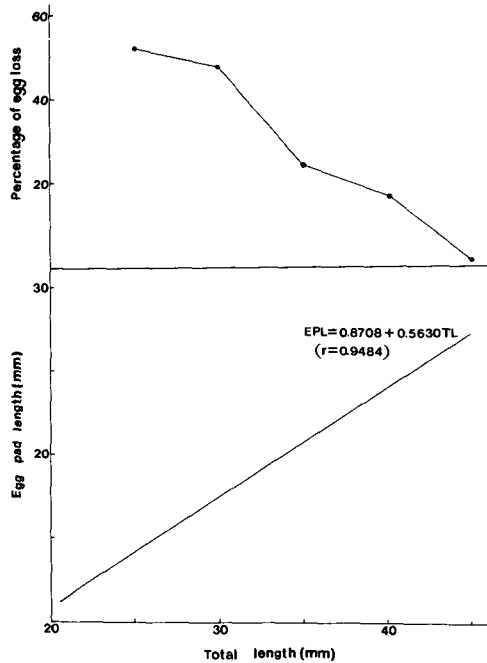


Fig. 5. Relationship between total length (TL) and egg pad length (EPL) and percentages of egg loss in *Crangon affinis*.

초기 발생년의 평균크기와 크기분포(Fig. 7)를 보면, 여름(6월부터)에서 가을로 갈수록 알의 크기가 점점 커져서 겨울(12~1월)에 최고 크기에 이르고 봄(3~1월)까지는 감소한다. 주목할만한 사실은 3월에 알 크기의 범위가 가장 컸다.

알의 탈락율(rate of egg loss)은 21~25mm 체장 간격에서 가장 컸으며 체장이 증가함에 따라서 점

점 감소하는 경향을 나타냈다(Table 1, Fig. 5). 알의 평균 손실율은 전 포란기간 동안 29.06%였다. 난피가 위치한 길이와 전장간의 상관관계는  $EPL = 0.8707 + 0.5630TL$  ( $r = 0.95$ ,  $n = 144$ )였다(Fig. 5). 전장의 증가에 따라 난피가 위치한 길이는 증가하였고, 반면에 난 손실율은 감소하였다.

월별성장은 그들의 긴 포란기와 채집시 한정된 그들의 망목 크기로 인하여 평가하기 어려웠다. 1년을 통해 나타난 개체중에서 최소 체장은 4월에 10.75mm였으며, 최대 체장은 같은 달에 47.00mm로 나타났다. 성이 분화되는 체장은 대략 18.00mm TL을 전후하여 나타났다.

가입(recruitment)은 모든 계절을 통해서 일어났다. 가입되는 최소 체장은 4월에 TL이 10.20mm(= CL, 2.10mm)였으며, 최대 체장은 5월에 TL이 18.60mm(= CL, 4.05mm)였다.

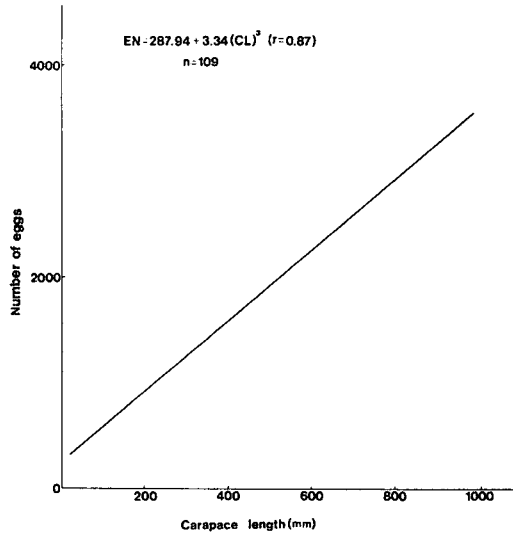


Fig. 6. Relationship between carapace length (CL) and number of eggs (EN) in *Crangon affinis*.

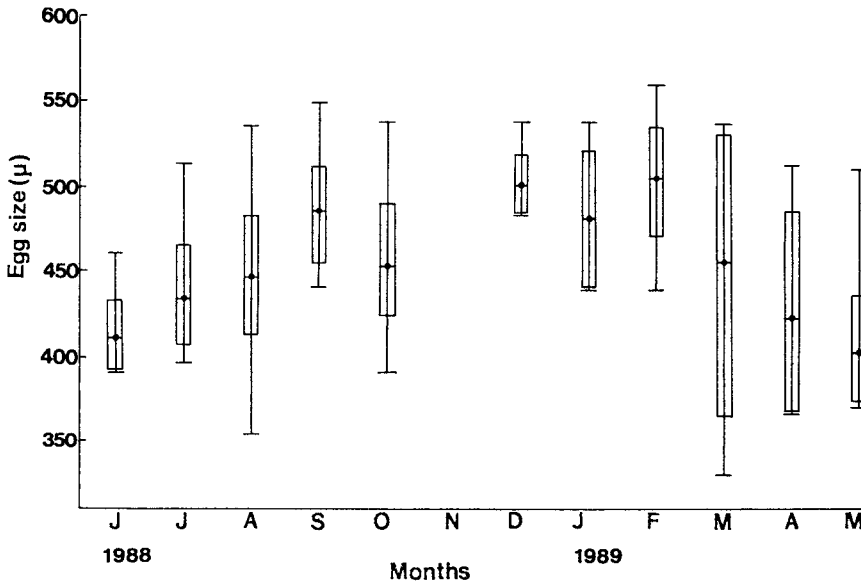


Fig. 7. Range and mean variation of egg size in early developmental stage-I in *Crangon affinis*.

채집된 표본의 체장자료를 이용하여 급간격을 1.00mm로 하여 작성된 암수별 체장 빈도 분포에서 숫컷의 체장조성 범위는 6월의 15.05~28.00mm에서 7월의 15.15~25.00mm로 작아져서 8, 9, 10월까지 큰 변화없이 지속된다(Fig. 8). 겨울(11~2월)에는 체장이 점진적으로 증가하여 늦은 봄(3~5월)까지 지속된다. 암컷은 숫컷과 마찬가지로 체장

빈도 분포에 있어서 거의 유사한 변화를 보여주었지만, 체장이 커짐에 따라 암컷의 출현수가 점점 많아져서 체장 39.75mm 이상에서는 모두 암컷이었다. 최소 체장은 1년을 통해 숫컷의 경우 4월에 13.55mm, 최대 체장은 5월에 39.75mm로 나타났으며, 암컷의 경우 최소 체장은 9월에 14.70mm, 최대 체장은 4월에 47.00mm였다.

Table 1. Egg loss, range and mean of the number of eggs of *Crangon affinis* based on developmental stages of eggs.

Egg stages	Total length group(mm)	21~25mm	26~30mm	31~35mm	36~40mm	41~45mm
	I	Number	14	14	15	23
	Mean	575.07	1,135.43	1,759.53	2,773.39	2,638.00
	Range	420~834	491~1,584	684~2,878	1,827~4,088	1,535~3,294
II	Number	21	10	16	36	6
	Mean	593.76	275.50	1,832.19	2,369.11	2,638.33
	Range	295~1,274	572~1,167	1,112~2,719	1,022~3,888	1,986~3,294
III	Number	8	6	12	19	2
	Mean	360.38	415.00	1,710.18	2,230.74	2,727.00
	Range	175~806	173~658	407~2,858	968~3,872	2,344~3,110
IV	Number	2	2	5	4	2
	Mean	276.00	559.00	1,327.60	2,314.00	2,600.00
	Range	266~286	295~895	276~2,717	2,138~2,417	2,214~2,986
V	Number	-	-	-	-	-
	Mean	-	-	-	-	-
	Range	-	-	-	-	-
	Egg loss(%)	52.00	50.77	24.55	16.56	1.44
					Total	29.06

1년간 채집된 모든 개체들 중에서 무작위로 총 2,289개체를 선별하여 측정된 갑각장(CL)과 전장(TL)의 회귀관계는 직선식으로 표시되는데,  $TL = 3.3117 + 3.9404CL$  ( $r = 0.97$ ,  $n = 205$ )이었다(Fig. 9). 갑각장(CL)과 전장(TL)의 회귀관계도 직선적으로 나타났는데,  $Log TW = 0.5727 + 0.4578CL$  ( $r = 0.96$ ,  $n = 252$ )이었다(Fig. 10). 갑각장의 변화율은 전장과 전중의 변화율과 거의 같은 비로 일어났다.

갑각장(CL)과 전장(TL)의 회귀관계(Fig. 11)는 암컷과 수컷으로 구분하여 표시하였는데, 암컷은  $TL = 2.0066 + 4.1834CL$  ( $r = 0.96$ ,  $n = 204$ ), 수컷은  $TL = 2.9041 + 4.1019CL$  ( $r = 0.92$ ,  $n = 206$ )로 각각 나타났다. 이러한 갑각장과 전장 및 갑각장 대 전중 등의 성장의 변화율은 암컷과 수컷의 뚜렷한 변화가 없었다.

위 내용물(gastric mill contents)은 TL이 30mm 이상인 64개체를 계절별로 subsampling하여 관찰하였는데 그 중에서 18개체의 위는 비어 있었다. Table 2는 관찰된 위 내용물을 출현빈도 순서에 따라 열거한 것이다. 이 때 출현 빈도는 위 내용물이 출현하는 위의 퍼센트로 표시하였다. 분류가 가능하

지 않은 것은 organic debris로 간주하였고 갑각류의 부속지나 탈피각은 crustacean debris로 분류하였다. 자주새우의 위 내용물 중에서 organic debris가 가장 많은 비율을 차지하였다. 위 내용물은 계절에 따라 변화하는데 봄에는 주로 저서성 mysids와 decapods larvae가 우점적이었으며, 여름에는 polychaetes와 crustacean debris가 우점적이었다. 특히 겨울에는 김(*Porphyra tenera*)이 우점적으로 나타났다.

Table 2. Gastric mill contents of *Crangon affinis* collected from the Nakdong River Estuary

Food items	No. of occurrence	Percentage
Organic debris	40	87.00
Sand grains	15	32.60
Mysids	9	19.60
Polychaetes	7	15.20
Crustacean debris	6	13.00
Decapod larvae	5	10.90
Algae ( <i>Porphyra tenera</i> )	2	4.35
Bivalves	2	4.35

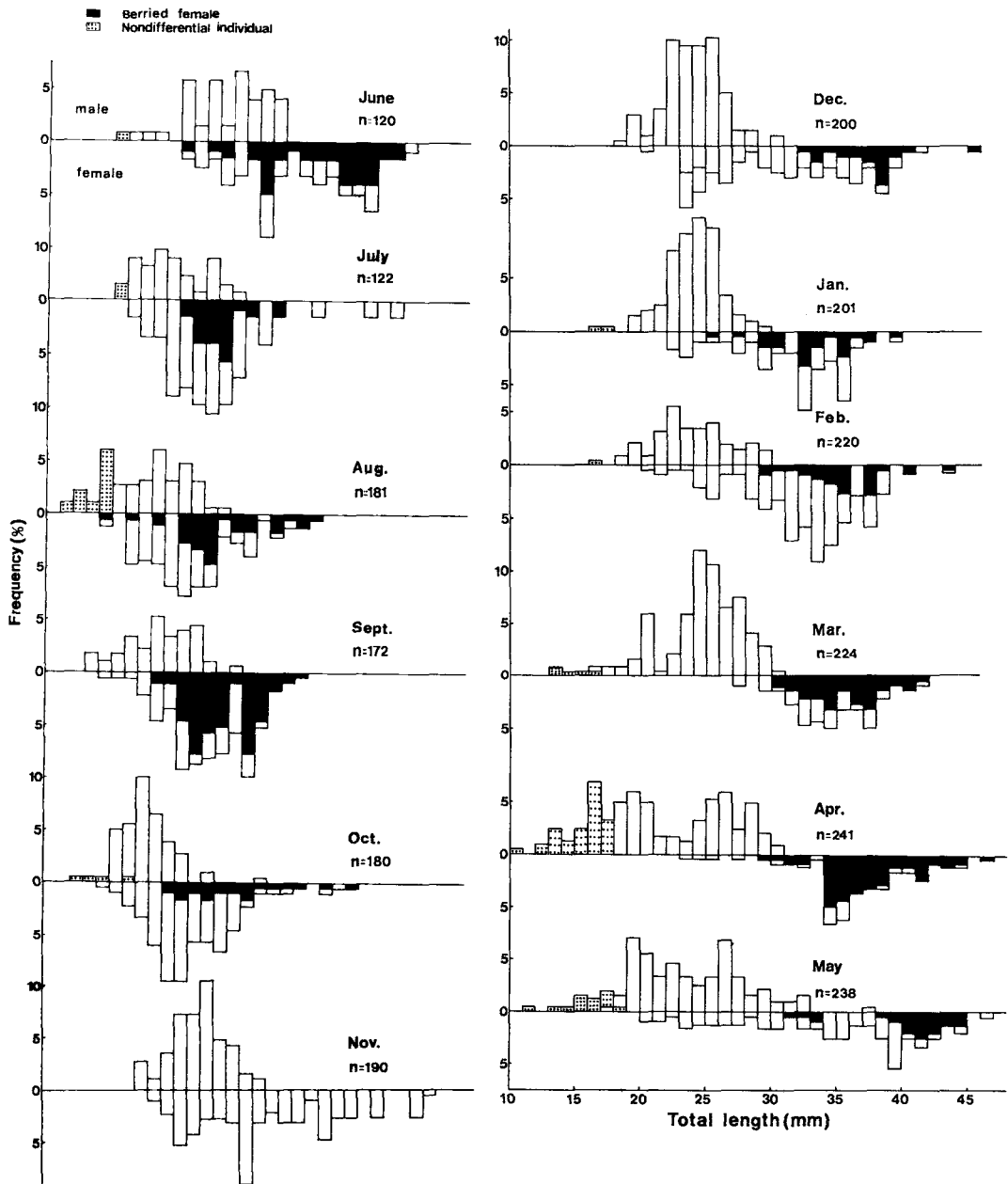


Fig. 8. Length-frequency distribution of *Crangon affinis*.

Table 3. Fecundity of *Crangon* species

		<i>C. crangon</i>		<i>C. affinis</i>		<i>C. affinis</i>	
		Boddeke (1981)		Natsukari and Iwasaki (1987)		Present study	
TL(mm)	CL(mm)	Winter	Summer	Summer	Winter	Summer	Summer
40	10.5	1,148	1,673	3,698	1,903	2,531	
60	16	2,986	4,461	—	—	—	

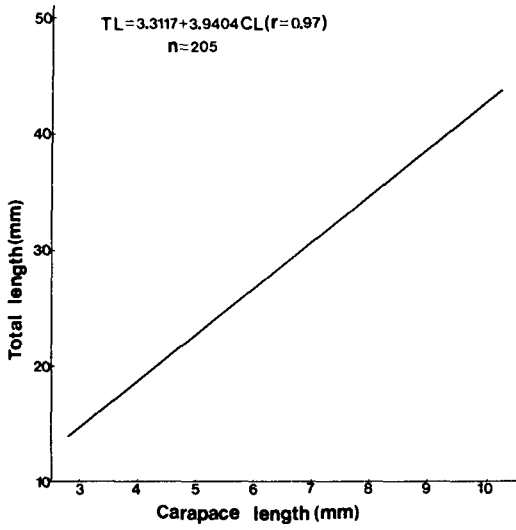


Fig. 9. Relationship between carapace length (CL) and total length (TL) of *Crangon affinis*.

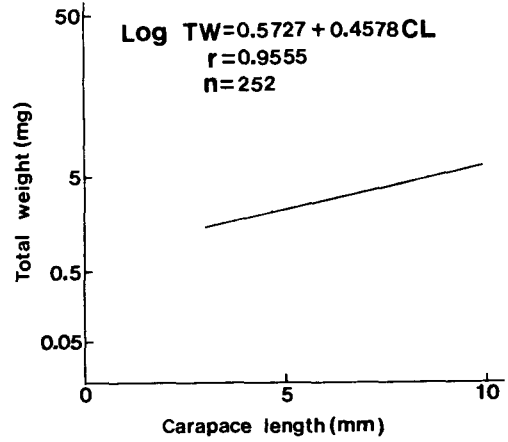


Fig. 10. Relationship between carapace length (CL) and total weight (TW) of *Crangon affinis*.

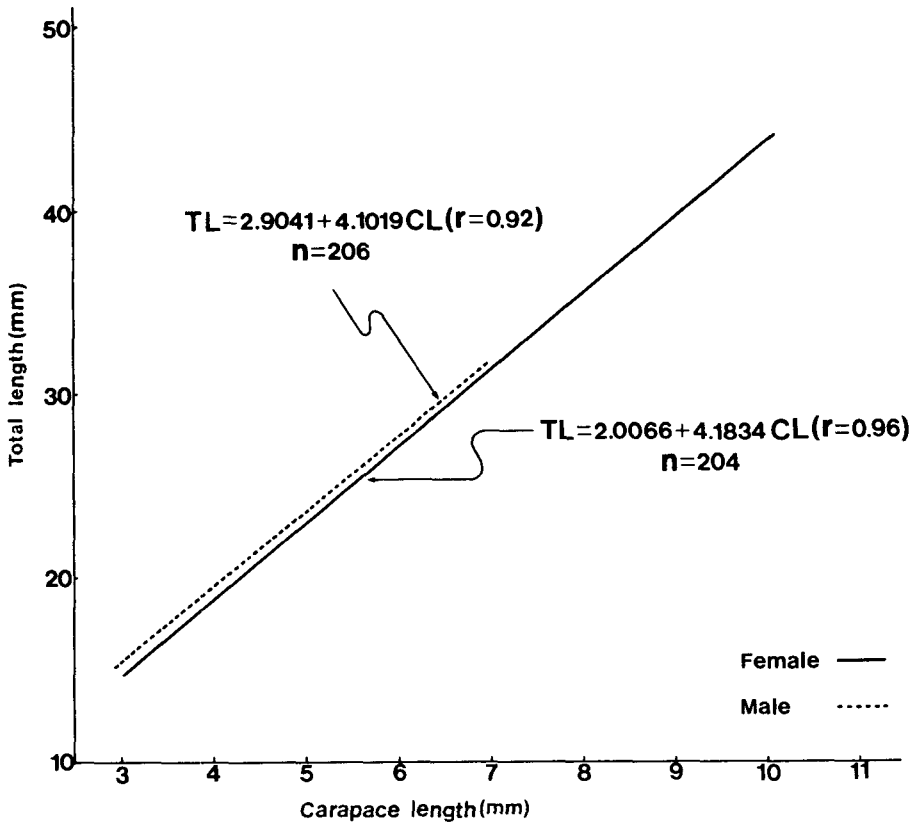


Fig. 11. Relationship between carapace length (CL) and total length (TL) in male and female of *Crangon affinis*.



## 고 찰

자주새우(*Crangon affinis*)는 환경변동 폭이 큰 기수지역이나 연안지역의 모래나 점질에 몸을 묻고 산다(Kim, 1977; Kim, 1987). 이러한 서식지와 서식생태는 그들에게 생태학적 잇점과 함께 적응해야 할 문제를 동시에 제공하는 것으로 보인다. 그들의 특이한 서식형태는 공서하는 다른 새우류와의 경쟁을 줄일 수 있는 것으로 생각되는데, 이러한 서식형태는 Henderson and Holmes(1987)의 Severn Estuary와 Bristol Channel에서 *Crangon crangon*의 연구에서도 유사하게 나타났다. 아울러 서식지의 환경요인의 변동에 따라 그들은 생리적 및 형태적으로 심한 환경요인의 변화에 적응해야 하는 것처럼 보인다(Henderson and Holmes, 1987; Spaargaren, 1971; Lloyd and Yonge, 1947).

환경변화와 더불어서 1989년 6월에서 1989년 1월까지 자주새우는 내해 및 외해에서 출현하였지만, 그후에는 외해에서만 출현하였다. 그들의 분포한계선은 낙동강 하구 지역에 유입되는 많은 양의 토사와 오염물질로 인하여 점점 외해쪽으로 내려가는 것처럼 보인다. 하지만 외해쪽으로는 분포한계선 및 이입, 이출의 양은 알 수 없었다.

성비(sex ratio)는 계절별로 다양했는데, 이것의 계절적 변화에 영향을 주는 것으로서 암컷과 수컷의 서로 다른 이동양상, 수컷의 빠른 사망이나 성전환에 의해 주로 영향을 받는 것으로 생각된다.

생식시기에 암컷과 수컷은 서로 계절과 시간을 다르게, 특히 암컷이 성숙체장에 이르렀을 때 염분이 높은 지역으로 이동한다는 보고도 있다(Tiews, 1970; Meyer-Waarden and Tiews, 1957).

Allen(1960)과 Price(1962)는 Chesapeake Bay의 *Crangon septemspinosa*의 연구에 있어서 수컷이 일찍 사망함으로써 성비에 영향을 미친다고 제안했다. Boddeke(1966)는 *Crangon crangon*의 생식시기와 성장에 관한 연구에서 수컷은 교접 후에 암컷으로 성전환을 함으로써 성비에 영향을 준다고 지적하였는데 본 연구에서는 조사되지 않았다.

자주새우의 생식생태를 보면, 포란개체는 11월을 제외하고 거의 연중 출현하였으며, 포란율이 60%인 달은 9월과 4월이었는데, 이 두 달을 전후로하는 계절이 주 포란시기라 생각된다. 이것은 Boddeke

(1966)의 *Crangon crangon* 연구에서 언급한 포란시기와 거의 유사하였다.

자주새우의 최대포란수는 4,088개였으며, 최소포란수는 123개로 나타났는데 이와 같은 포란수는 Omura Bay에서 Natsukari and Iwasaki(1987)에 의해 보고된 것보다 더 적었다(Table 3). 그들에 의해 보고된 최소포란체장은 37.00mm였으며, 최대포란체장은 59.00mm였다. 그리고 본 연구에서 최소포란체장은 15.05mm이고 최대포란체장은 47.15mm였다. 이처럼 자주새우의 포란수와 포란체장의 차이가 있었는데, 이러한 차이는 지리적인 차이 때문으로 생각되는데, Natsukari and Iwasaki(1987)도 같은 지역 내에서도 이러한 차이가 많다고 보고했다. 하지만 자주새우는 같은 체장에서 다른 *Crangon* 종에 비해서는 포란수가 많은 것으로 나타났다. 이처럼 자주새우 종의 포란수는 온도조건, 지리적인 차이에 의해 영향을 받을 것으로 생각되는데, 이러한 생각은 Yonge(1955)와 Tiews(1970)의 연구결과에서도 볼 수 있다. 자주새우의 포란수와 암컷의 갑각장간의 상관관계에서 포란수는 암컷의 갑각장의 3승에 비례했는데, 이것은 Jensen(1958)의 *Crangon vulgaris*의 연구결과와 일치하였다.

Mauchline(1967)의 Euphausiids 연구에서 체적(body volume)과 체장간의 상관관계는 일정하다고 제안했다. 이와 같이 체장이 성장함에 따른 체적이 증가하며 아울러 포란수는 증가한다고 생각된다.

아울러 자주새우 속(Genus)의 발생난은 다른 새우류와는 달리 제4흉지에서 제5흉지와 제1복지에서 4복지까지의 내지에 있는 포란 강모에 의해 부착되어 있다. Yonge(1955)는 그들의 난은 다른 새우류의 난보다 더 노출되어 있으며, 포란방(incubation chamber)은 낮고 첫번째 복지의 내지는 흉부쪽으로 확장되어 있다고 지적했다. 이것은 난피의 길이가 저서섭이에 따른 포란강모의 위치의 변화와 관련되어 있다는 것을 지적해 주었는데, 이것은 Allen(1960)의 연구와 일치한다고 생각된다. 이와 같이 난피의 위치는 그들로 하여금 5번째 복절과 미절(telson)의 유연성을 갖게함으로써 뒷쪽에서의 운동을 용이하게 만든다.

초기 난의 크기는 여름보다 겨울에 더 컸는데 이것은 Boddeke(1982)의 여름난과 겨울난에 관한 연구에서와 일치하였다. 이러한 난의 크기 차를 야

기하는 원인에는 많은 요인들이 있지만 크게 환경 요인과 어류의 포식에 대한 반응으로 생각된다. 자주새우 종은 겨울에 환경의 변동 폭이 큰 지역에서 서식함에 따라 계절별 온도변화에 직면하게 되는데, 겨울에는 긴 난발생 시간을 필요로 하게 된다. 이러한 불리한 환경에서 그들은 부화직후에 유생의 생존율을 높이는 방향으로 적응하게 될 것이다. 이처럼 난의 크기 차이는 수온 그 자체에 의해 조절되는 것이 아니라 계절별 수온의 변동에 의해 조절되는 것으로 추측된다(Boddeke, 1982; Havinga, 1930; Tiews, 1970). 또 하나의 가설로서 Kerfoot(1974)는 *Bosmina longirostris*의 난 크기에 관한 연구에서 난 크기의 계절별 차이는 어류의 포식에 의한 반응으로 인해 조절된다고 보고했다. 다시말하면, 자주새우는 어류포식이 심한 여름에 작은 난을 많이 낳게되며, 반면에 겨울에는 온도가 감소함에 따라 점점 더 긴 배발생시간을 요구하는 큰 난을 낳게 된다. 이것은 계절별로 채집된 개체들의 최소 크기를 보아도 알 수 있다. 여름에는 겨울보다 작은 개체들이 출현했다. 이러한 사실은 앞서 언급한 난 크기의 계절별 차이를 고려해 보았을 때 잘 부합되는 것으로 생각된다. 이와 더불어서 3월에 난경의 범위와 표준편차가 컸는데, 이것은 겨울 난과 여름 난이 혼재하기 때문으로 생각된다. 이러한 것은 Yonge(1955)의 자주새우 속의 발생에 관한 연구에서와 일치하였다.

앞서 말한 바와 같이 자주새우의 포란은 거의 모든 계절을 통해서 일어나는데 그들의 포란시간(incubation time)은 온도에 의해 영향을 받는 것으로 생각된다. 자주새우의 포란시간은 여름수온(16.05~18.05℃)과 겨울수온(7.35~8.85℃)에 근거하여 보았을 때 여름에는 약 2~3주 정도였고, 겨울에는 7~8주 정도였다. 만약 12월 말쯤에 암컷이 난을 갖는다면 이들은 2월 하순이나 3월 말쯤에 부화하게 될 것이다. 여름과 겨울의 배 발생시간의 차이는 여름이 포란 횟수가 많음을 암시했다. 여름에 20℃에서 부화실험 결과 포란시간은 약 15일이었는데, 이 값은 Wear(1974)의 식에 의한 계산 값인 14일과 거의 일치하였다. 이처럼 자주새우의 포란시간은 온도에 의해 영향을 받게 된다고 생각된다.

포란기간 동안 알의 탈락율은 체장이 증가함에 따라 감소하였는데, 이처럼 난 손실율의 감소요인

은 그들의 형태적인 특징에서 찾아볼 수 있다. Yonge(1955)은 자주새우의 제1복지에서 제4복지까지의 난을 품는 강모의 수나 길이는 체장이 증가함에 따라 증가한다고 했으며, Allen(1960)은 또한 난피가 위치한 길이는 체장이 증가함에 따라서 증가한다고 지적했다. 이러한 형태적 특징들이 체장이 증가함에 따라 알의 탈락율을 감소시키는 요인으로 생각된다. 그들의 알의 평균 탈락율은 29.06%였는데, 이것은 알의 탈락율이 50% 이상인 *Homarus americanus*와 30% 이상인 *Chionoecetes opilio*에 비해 낮은 것으로 나타났다(Perkins, 1971; Brunel, 1962, 1963).

체장 빈도 분포표는 초가을에 나타나서 초여름에 사라지는 분산된 체장 범위를 보여주고 있다. 암컷과 수컷의 크기 차이는 뚜렷하게 나타났으며 체장이 증가함에 따라 크기 차는 더욱 더 컸는데 이것은 Price(1962)의 연구결과와 유사한 결과로 생각된다. 암컷과 수컷간의 크기 차에 대해 Henderson and Homes(1987)와 Havinga(1930)은 *C. crangon*과 *C. vulgaris*의 암컷은 수컷보다 오래살며 성장이 빠르다고 지적함으로써 성장의 차에 의한 것으로 생각하였다. 본 연구에서도 그와 유사한 결과를 보여주었다. 체장이 가장 큰 암컷(10.45mm CL; 47.00mm TL)은 가장 큰 수컷(8.85mm CL; 39.75mm TL)과 비교해 볼 때 훨씬 컸다. 자주새우의 최대크기는, *Crangon crangon*(암컷: 80mm TL), *Crangon septemspinosa*(암컷: 50mm TL), *Crangon allmani*(암컷: 17.00mm CL; 수컷: 14.00mm TL) 등 자주새우 속의 다른 종에 비하여 작았다(Tiews, 1954; Price, 1962; Lloyd and Yonge, 1947). 그들의 최대수명은 긴 배 발생시간 때문에 알려지지 않았지만, 최대 체장에 근거한 수명은 자주새우속의 다른 종보다 짧은 것으로 추측된다.

자주새우의 먹이는 일반적으로 *Crangon vulgaris*, *C. allmani* 및 *C. septemspinosa*와 유사한 먹이인 유영성이거나 저서성 무척추동물들을 섭이한다(Wilcox, 1972; Lloyd and Yonge, 1947; Allen, 1960). 아울러 이들은 하구 지역의 일반적인 어류들에 의해 유생이나 성체의 형태로서 섭이된다(Kim, 1977). 이처럼 자주새우속에 속해 있는 종들의 먹이 조성의 유사점은 그들의 유사한 서식지 환경에서 기인된다고 생각된다. 먹이 섭이의 습성에 따른 계절적 변화와 더불어서 먹이를 선택하는 데 있어서 가장 중요한 요인은 먹이의 효용성에 있는 것이 아니라 주위 환경의 계절적 먹이 출현의 변동에

있는 것으로 생각되는데, 이러한 것은 Price(1962)의 제안과 일치하였다. 그들은 채집 지역과 인접해 있는 염습지(saltmarshes)로 부터 나오는 많은 양의 부식질을 섭취하고 어류나 철새들에 의해 포식됨으로써 낙동강 하구지역의 먹이 연쇄에 있어서 중요한 역할을 하는 것으로 생각된다.

### 참 고 문 헌

- Allen, J.A. 1960. On the biology of *Crangon allmani* in Northumberland waters. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 55, 801~810.
- Boddeke, R. 1966. Sexual cycle and growth of brown shrimp (*Crangon crangon*). ICES C.M. M. 6, 1~2.
- Boddeke, R. 1975. Autumn migration and vertical distribution of the brown shrimp *Crangon crangon* L. in relation to environmental conditions. Proc. 9th Europ. Mar. Biol. Symp. pp. 483~494.
- Boddeke, R. 1976. The seasonal migration of the brown shrimp *Crangon crangon*. Neth. J. Sea Res. 10, 103~130.
- Boddeke, R. 1978. Changes in the stock of brown shrimp (*Crangon crangon* L.) in the coastal area of the Netherlands. Rapp. P.-V. Renu. cons. int. Explor. Mar. 172, 239~249.
- Boddeke, R. 1982. The occurrence of winter and summer eggs in the brown shrimp (*Crangon crangon*) and pattern of recruitment. Neth. J. Sea Res. 16, 151~162.
- Brunel, P. 1962. Nouvelles observations sur la biologie et al biométrie du crabe araignée *Chionoecetes opilio* (Fabr.). Sta. Biol. Mar. Grande-Rivière Qué. Papp. Annu. 1961, pp. 63~72.
- Brunel, P. 1963. Troisième série d'observations sur la biologie et al biométrie du crabe-araignée *Chionoecetes opilio* (Fabr.). Sta. Biol. Mar. Grande-Rivière Qué. Papp. Annu. 1962, pp. 91~100.
- Choe, Y.C. and C.K. Park. 1986. Eutrophication in the downstream of Nakdong River. Bull. Korean Fish. Soc. 19, 339~346.
- Doornbos, G. 1983. Nakdong estuary barrage and reclamation project. Preliminary results on the ornithological part of the environment programme. Delta Institute-NEDECO report, Nag Env. Ornith. 3.301283/Do. (unpublished).
- Doornbos, G. 1984. Nakdong estuary barrage and reclamation project. Preliminary results on the macrozoobenthic part of the environmental programme. Delta Institute-NEDECO report, Nag Env. Zoo. 2.100884 (unpublished).
- Havinga, B. 1930. Der Grant (*Crangon vulgaris* Fabr.) in den Hollandischen Gewassern Nordseekuste. Z. Fisch. 28, 13~82.
- Henderson, P.A. and R.H.A. Holmes, 1987. On the population biology the common shrimp *Crangon crangon* (L.) (Crustacea: Caridina) in the Severn Estuary and Bristol Channel. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 67, 825~847.
- Holthuis, L.B. and T. Sakai. 1970. Ph. F. Von Seibold and Fauna Japonica. A History of Early Japanese Zoology. Academic Press, Japan, 1~323pp.
- ISWACO, 1983. Fauna and floral studies in Nakdong estuary. Daejeon, 1983~1984. (unpublished).
- Jensen, J.P. 1958. The relation between body size and number of eggs in marine malacostrakes, Meddelelser Fra Danmarks Fiskeri-OG Havundersøgelser, Ny Serie. Bind II. Nr. 19, 1~25.
- Kerfoot, W.C. 1974. Egg-size cycle of a cladoceran. Ecology 55, 1259~1270.
- Kim, H.S. 1977. Illustrated Flora & Fauna of Korea. Vol. 19, Macrura. Samwha Publishing Co., pp. 694.
- Kim, H.S. 1987. The fauna and distribution of mollusks and crustaceans in the Estuary of the Nakdong River. Bull. KACN ser. 9, 31~58.
- Kim, J.H. 1982. Studies on the estuarine ecosystem of the Nakdong river. Proc. Coll. Natur. Sci., SNU, 7, 121~163.

- Kim, K.S. 1987. Trophic relationships among clupeoid fish populations in the Nakdong River Estuary. MS Thesis, Nat. Fish. Univ. Pusan. pp. 1~45.
- Lloyd, A. and C.M. Yonge. 1947. The biology of *Crangon crangon* L. in the Bristol Channel and Severn Estuary. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 26, 626~661.
- Mauchline, J. 1967. Volume and weight characteristics of species of Euphausiacea. Crustaceana, 13, 241~248.
- Miyake, S. 1961. Fauna and flora of the sea around the Amakusa Marine Biological Laboratory. Part 2. Decapod Crustacea. Mar. Biol. Kyushu Univ. pp. 1~30.
- Meyer-Waarden, P.F. and K. Tiews. 1957. Krebs- und Muscheltiere. 1. Teil. Krebstiere by K. Tiews. Arb. dtsh. Fisch. Verb. 8, 1~56.
- Natsukari, Y. and M. Iwasaki. 1987. Fecundity of the sand shrimp, *Crangon affinis*. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ. No. 61.
- Perkins, H.C. 1971. Egg loss during incubation from offshore Northern Lobsters (Decapoda: Homaridae). Fish. Bull. 69, 451~453.
- Price, K.S. 1962. Biology of sand shrimp, *Crangon septemspinosa*, in the shore zone of the Delaware Bay Region. Chesapeake Sci. 3, 224~225.
- Redant, F. 1980. Population dynamics of brown shrimp (*Crangon crangon*) in the Belgian coastal waters. 1. Consumption-production-model. ICES, Shellfish Comm., CM 1980/K, 32, 1~23.
- Spaargaren, D.H. 1971. Aspects of the osmotic regulation in the shrimp *Crangon crangon* and *Crangon allmani*. Neth. J. Sea Res. 5, 275~335.
- Tiews, K. 1954. Die biologischen Grundlagen der busümer Garnelenfischeri. Ber. dtsh. Komm. Meeresforsch. 13, 235~69.
- Tiews, K. 1963. On the use of plastic bags for tagging brown shrimp (*Crangon vulgaris* Fabr.). ICES, C. M. Shellfish Committee, 7, 1~4 and Veroff. Inst. Kust. Binnenfisch., 27, 42~49.
- Tiews, K. 1970. Synopsis of biological data on the common shrimp *Crangon crangon* L. F.A.O. Fish. Rept. 4, 1167~1224.
- Tiews, K. 1978. The predator-prey relationship between fish populations and the stock of brown shrimp (*Crangon crangon* L.) in German coastal waters. Rapp. p-v. Renu. Cons. int. Explor. Mer. 172, 250~258.
- Wear, R.G. 1974. Incubation in British decapod Crustacea, and the effects of temperature on the rate and success of embryonic development. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 54, 745~762.
- Wilcox, J.R. 1972. Feeding habitats of the sand shrimp, *Crangon septemspinosa* Ph.D. Thesis Univ. Rhode Island, Kingston, p. 135.
- Wilcox, J.R. and H.P. Jefferies. 1973. Growth of sand shrimp, *Crangon septemspinosa* in Rhode Island. Chesapeake Sci. 14, 201~205.
- Yokoya, Y. 1930. Report of the biological survey of Mutsu Bay, 16. Marcrura of Mutsu Bay. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. 5, 525~548.
- Yonge, C.M. 1955. Egg attachment in *Crangon vulgaris* and other caridea. Proc. Roy. Soc. Edinburgh. Sec. B. Vol. LXV-Part III. No. 24, pp. 368~400.

---

1989년 12월 12일 접수

1989년 12월 21일 수리