

## 왕우럭에 공생하는 요각류 3종에 대한 감염률의 계절 변동

문성용, 라성주, 윤호섭, 최상덕\*  
전남대학교 수산해양대학 양식생물학전공

### Seasonal Variation of Infection by Three Species of Symbiotic Copepods in Clam, *Tresus keenae*

Seong Yong Moon, Sung Ju Rha, Ho Seop Yoon and Sang Duk Choi\*

Aquaculture Program, Fisheries and Ocean Sciences, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

Seasonal variation of the infection by three species of symbiotic copepods in clam, *Tresus keenae* was investigated in south coast of Korea. The prevalence and abundance of three symbiotic copepods showed seasonal variation with a peak in winter. Reproduction of the copepods occurs from early autumn to spring as indicated by higher ratio of gravid copepods. The frequency distribution of *Lichomolgus inflatus*, *Pseudomyicola spinosus* and *Anthessius progectus* in their host population could be fitted with negative binominal distribution. Results from the present study suggest that seasonal fluctuation in prevalence, relative density and mean intensity is related to temperature and life history of the symbiotic copepods.

**Keywords:** Symbiotic copepods, *Tresus keenae*, Prevalence

## 서 론

절지동물문의 갑각강에 속하는 요각류는 심해에서부터 고산 지대의 극한의 환경까지 서식하여 형태분화가 이루어진 생물군이다(Huys and Boxshall, 1991). 이러한 요각류는 부유성, 저서성, 공생(symbiotic)과 기생성으로 서식과 생활사에 따라 구분할 수 있다. 요각류의 종류는 매우 다양하므로 공생과 기생의 의미를 부여하기가 어려워 따라서 최근에는 이러한 용어의 혼돈을 피하기 위해 보다 넓은 의미를 가지는 공생이라는 용어를 사용하고 있다(Gooding, 1957; Humes, 1982; Kim, 1998; Ho, 2001). 공생과 기생하는 대부분의 요각류들은 대부분은 어류에 기생하는 천장입요각목(Poecilostomatoida)과 무척추동물에 공생하는 대롱입요각목(Siphonostomatoida)에 속하며, 현재까지 약 1,200여종이 보고되고 있다(Humes, 1994; Ho, 2001).

공생과 기생성 요각류에 대한 분류학적인 연구(Humes, 1968; Ho, 1980; Suh and Choi, 1990; Kim, 1992, 1993, 1995, 2002)와 어류에 기생하는 요각류에 대한 생리·생태학적인 연구가 활발하게 수행되었다(Humes, 1968; Choi and Suh, 1991; Suh et al., 1993; Suh, 1994; Choi, 1996). 반면에, 연체동물인 이매패류에 대한 기생 및 공생성 요각류의 생태학적 연구는 상당히 미

진하다. 이매패류는 공생성 요각류의 최대 숙주로서 공생성 요각류로 인한 병해 발생으로 인한 성장 저하와 산란저하를 야기시키는 것으로 알려져왔다(Davey and Gee, 1976; Pregonzer, 1983). 북해 연안에서 공생성 요각류인 *Mytilicola intestinalis*가 패류의 대량 폐사에 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며(Davey, 1989), 중국에서도 대합조개(*Metitix lamarkii*)의 대량 폐사가 공생성 요각류인 *Ostrincola koe*가 원인인 것으로 나타났다(Ho and Zheng, 1994). 이와 같이 이매패류에 공생하는 요각류들은 상업적 가치가 높은 이매패류의 생산성에 크게 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 이매패류와의 생리적 기작에 대해서는 잘 알려져 있지 않다. 특히, 이매패류는 양식 산업이 발달한 우리나라에서 이매패류의 공생성 요각류에 대한 영향과 생태학적 연구는 미진하다.

따라서, 본 연구는 남해안에 서식하는 비부착성 대형조개인 왕우럭(*Tresus keenae*)에 출현하는 공생성 요각류 3종의 계절에 따른 출현 특성, 숙주에 대한 감염률, 상대 감염밀도, 평균 감염 강도를 연구하여 이들의 생태학적인 기초자료를 얻고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시료의 채집과 처리

본 연구에 사용된 숙주인 왕우럭은 2004년 2월부터 2005년

\*Corresponding author: choisd@chonnam.ac.kr

1월까지 12개월에 걸쳐서 전남 여수시 연안에서 scuba diving 을 통해 매월 30개체씩 채집하였으며, 실험에 사용된 왕우렁의 각장은 90.9~194.0 mm 범위였다. 해양환경요인으로 수온을 다항 목 수질측정기(YSI model-85)로 현장에서 저층을 대상으로 측정 하였다. 채집된 왕우렁은 패각 외부에 붙어있는 이물질을 여과해 수로 세척하는 방법으로 제거하였고, 각장은 전자식 Vernier calipers (0.01 mm)를 사용하여 측정하였다. 측정이 끝난 시료는 망목이 63 µm크기의 체(sieve) 위에서 전·후 패각근을 절단한 다음 미리 준비된 여과해수로 외투강과 소화관 내부를 세척하여 거르는 방법으로 요각류를 채집하였다. 채집된 시료는 즉시 5% 중성 포르 말린으로 고정된 후, Bogorov 계수판에서 해부현미경(Olympus SZ40)을 사용하여 중 수준까지 동정하였다. 본 연구에서는 공생 성 요각류 3종을 대상으로 실시 하였으며, 생활사에 따른 구분은 Izawa (1986)를 기준으로 포란성체(ovigerous female), 미성숙체 (copepodite), 성체(adult)로 나누어 계수하였다.

**자료 분석**

공생성 요각류의 감염 정도에 따라서 Margolis et al. (1982) 가 제안한 생태학적 용어인 감염률(prevalence), 상대 감염밀도 (relative density), 평균 감염강도(mean intensity)에 의한 방법으로 평가하였다.

$$\text{감염률(prevalence)} = (\text{감염 숙주 수} \div \text{총 연구 숙주 수}) \times 100$$

$$\text{상대 감염밀도(relative density)} = \text{채집된 기생생물 수} \div \text{총 연구 숙주 수}$$

평균 감염강도(mean intensity) = 각 감염숙주 당 평균 기생생물 수

연구기간 동안 계절과 왕우렁의 각장 크기에 대한 감염률, 상대 감염밀도, 평균 감염강도의 변이는 one-way ANOVA를 수행하였으며, 각 항목들의 통계 유의성은 P<0.05 수준으로 하였다.

**결 과**

**공생성 요각류의 계절변화**

연구기간 동안 출현했던 3종의 공생성 요각류를 연구한 결과를 Table 1에 나타내었다. 종간의 계절적인 변화 양상은 뚜렷하게 나타나지 않았지만, 수온에 따라서 출현하는 종은 서로 다르게 나타났다. 수온이 19.9°C(6월)~6.1°C(1월)에서는 *Lichomolgus inflatus*가 출현하여 하였고, 수온이 하강하는 12월(8.4)부터는 *Pseudomycoila spinosus*로 변화가 되어가는 출현하는 특성을 보인 반면, *Anthessius projectus*는 수온이 6.1°C(1월)~20.1°C(10월) 범위에서 출현하는 것으로 나타났다.

**계절별 요각류의 감염 특성**

계절에 따른 요각류 3종의 감염률, 상대 감염밀도, 평균 감염강도를 살펴보았다. 공생성 요각류의 계절에 따른 변화에서는 *L. inflatus*의 감염률 범위가 13.3~75.0%로 2004년 12월에 가장 낮았으며, 2005년 1월에 가장 높게 나타났다. 이 종은 수 온 19.9°C인 2004년 6월부터 출현하였는데, 이 시기의 감염률, 상대 감염밀도, 평균 감염강도는 각각 23.3%, 1.0, 4.4로 나타났

**Table 1.** Appearance of symbiotic copepods on the clam, *Tresus keenae* examined (\*; appearance)

Species	2004											2005
	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.
<i>Lichomolgus inflatus</i>					*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Anthessius projectus</i>		*	*						*	*	*	*
<i>Pseudomycoila spinosus</i>	*	*	*								*	*

**Table 2.** Monthly variation in prevalence, relative density and mean intensity of *Lichomolgus inflatus* on the clam, *Tresus keenae*<sup>1</sup>

Month	Water temperature (°C)	Prevalence (%)	Relative density	Mean intensity	Adult		Copepodite	
					Female	Male	IV	V
Feb. 2004	6.7	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Mar.	8.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Apr.	12.1	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
May	16.5	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Jun.	19.9	23.3	1.0	4.4	16 (5)	15	2	15
Jul.	22.5	26.7	0.4	1.6	9 (2)	8	3	8
Aug.	24.9	35.7	1.3	3.5	18 (6)	17	3	17
Sep.	22.2	16.7	0.3	1.6	4 (1)	4	1	4
Oct.	20.1	26.7	0.6	2.3	9 (3)	9	3	9
Nov.	14.6	21.4	1.0	4.6	12 (4)	11	4	11
Dec.	8.4	13.3	0.5	3.5	45 (12)	43	15	43
Jan. 2005	6.1	75.0	2.9	3.8	24 (18)	23	7	23

<sup>1</sup>Values in parentheses indicate numbers of ovigerous female.

**Table 3.** Monthly variation in prevalence, relative density and mean intensity of *Anthessius projectus* on the clam, *Tresus keenae*<sup>1</sup>

Month	Water temperature (°C)	Prevalence (%)	Relative density	Mean intensity	Adult		Copepodite	
					Female	Male	IV	V
Feb. 2004	6.7	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Mar.	8.0	25.0	1.0	4.0	10 (3)	10	1	3
Apr.	12.1	39.1	1.0	2.4	11 (3)	11	1	2
May	16.5	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Jun.	19.9	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Jul.	22.5	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Aug.	24.9	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Sep.	22.2	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Oct.	20.1	6.7	0.1	1.5	2	1	0	0
Nov.	14.6	3.6	0.1	3.0	2	1	0	0
Dec.	8.4	13.3	0.2	1.8	4	3	0	0
Jan. 2005	6.1	5.0	0.1	2.0	1	1	0	0

<sup>1</sup>Values in parentheses indicate numbers of ovigerous female.

다. 반면, 2005년 2월에서 5월까지 *L. inflatus*가 출현하지 않아 숙주에서 모두 탈락하는 경향을 나타냈다. 2006년 1월에는 감염률, 상대 감염밀도, 평균 감염밀도가 각각 75%, 2.9, 3.8로 높게 나타났으며, 채집된 암컷에서 포란 성체가 나타났다. 또한, 포란성체는 2004년 9월에 1개체로 가장 낮게 나타났으며, 2005년 1월에 18개체로 가장 높게 나타났다.

*A. projectus*의 감염률 범위는 3.6~39.1%로 2004년 4월에 39.1%로 가장 높았으며, 2004년 11월에 3.6%로 가장 낮게 나타났다(Table 3). 감염이 시작되었던 2004년 10월의 감염률, 상대 감염밀도, 평균 감염강도는 각각 6.7%, 0.1, 1.5로 낮게 나타났지만, 2004년 12월에는 수온이 8.4°C로써 이 시기의 감염률은 13.3%, 평균 감염강도는 1.8, 상대 감염밀도는 0.2로써 비교적 높게 나타났으며, 2004년 4월에는 감염률이 39.1%로 연구기간 동안 가장 높게 나타났다. 이 시기의 평균 감염강도와 상대 감염밀도는 각각 2.4, 1.0 이었다. 반면, 2004년 5월부터 9월까지 *A. projectus*가 출현하지 않아 숙주에서 모두 탈락하

는 것으로 나타났으며, 이 시기에 출현한 포란성체는 2004년 3월과 4월에 각각 3개체이었다.

*P. spinosus*의 감염률 범위는 10.0~50.0%로서 2004년 2월에 가장 높게 나타났으며, 2004년 12월의 감염률, 상대 감염밀도, 평균 감염강도는 각각 10.0%, 0.1, 1.0으로 가장 낮게 나타났다(Table 4). 반면, 2004년 2월에는 감염률이 50.0%로 증가하였으며, 평균 감염강도와 상대 감염밀도는 각각 6.3과 3.2로서 연중 가장 높게 나타났다. 포란 성체는 2004년 2월에만 5개체가 출현하였고, 나머지 연구기간에는 출현하지 않았다.

#### 공생성 요각류 감염률 비교

연구기간 동안 출현한 공생성 요각류 3종의 감염률과 상대 감염밀도를 연구한 결과에서는 숙주 크기에 따라서 차이를 나타내지 않았다(Table 5). 공생성 요각류별 감염 상태를 살펴보면, *L. inflatus*의 감염률과 상대 감염밀도는 각각 평균 6.02%와 0.18로서 숙주 크기에 따른 차이를 보이지 않았으며( $P>0.05$ ),

**Table 4.** Monthly variation in prevalence, relative density and mean intensity of *Pseudomyicola spinosus* on the clam, *Tresus keenae*<sup>1</sup>

Month	Water temperature (°C)	Prevalence (%)	Relative density	Mean intensity	Adult		Copepodite	
					Female	Male	IV	V
Feb. 2004	6.7	50.0	3.2	6.3	20 (5)	18	1	2
Mar.	8.0	20.8	0.7	3.2	8	8	0	0
Apr.	12.1	26.1	0.7	2.8	9	8	0	0
May	16.5	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Jun.	19.9	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Jul.	22.5	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Aug.	24.9	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Sep.	22.2	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Oct.	20.1	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Nov.	14.6	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Dec.	8.4	10.0	0.1	1.0	2	1	0	0
Jan. 2005	6.1	10.0	0.1	1.0	1	1	0	0

<sup>1</sup>Values in parentheses indicate numbers of ovigerous female.

**Table 5.** Variation of mean  $\pm$  SE of prevalence and relative density of symbiotic copepods on different size classes of *Tresus keenae* by the corresponding one-way ANOVA F-ratio and associated P-values

Species	Infection	Mean	F-ratio	P-value
<i>L. inflatus</i>	Prevalence	6.02 $\pm$ 1.461	1.997	0.084
	Relative density	0.18 $\pm$ 0.446	2.071	0.074
<i>A. projectus</i>	Prevalence	2.11 $\pm$ 0.724	1.398	0.243
	Relative density	0.05 $\pm$ 0.021	1.094	0.385
<i>P. spinosus</i>	Prevalence	3.11 $\pm$ 1.333	0.998	0.452
	Relative density	0.13 $\pm$ 0.911	1.009	0.439

*A. projectus*는 감염률이 평균 2.11%, 상대 감염밀도는 평균 0.05로 숙주의 크기에 따른 차이를 나타내지 않았다( $P>0.05$ ). 또한, *P. spinosus*의 경우도 감염률과 상대 감염밀도에서도 각각 평균 3.11%와 0.13으로 숙주 크기에 따른 차이는 나타나지 않았다( $P>0.05$ ).

## 고 찰

왕우럭에 공생하는 요각류 3종의 감염 정도를 연구한 결과, 대부분 패류에 공생하는 천장입요각류에 속하는 종들이었다 (Möller and Anders, 1986). 연구기간 동안 감염률은 계절에 따라서 다르게 나타났지만 중간에 계절적인 변화는 뚜렷하지 않았다.

떡조개(*Phacosoma japonicus*)에 공생하며 숙주의 특이성이 강한 것으로 밝혀진 *L. inflatus* (Kim, 2004)의 감염률은 본 연구에서 2004년 12월에 13.3% 가장 낮게 나타났다가 2005년 1월에는 75.0% 가장 높게 나타났지만 숙주의 크기에 따라서 차이는 나타나지 않았다. 또한, 2004년 2월에서 5월에는 *L. inflatus*가 출현하지 않아 이 기간 동안에 숙주에서 모두 탈락하는 것으로 보아 이 종의 숙주의 침입과 생식활동 시기는 주로 봄철인 것으로 사료된다. 서해안에 갯벌에 주로 분포하는 죽합(*Solen grandis*)에 공생하는 것으로 밝혀진 *A. projectus* (Kim, 2004)의 출현 특성은 *P. spinosus*와 유사하게 나타났지만, 감염률에서는 4월에 가장 높게 나타나 두 종간의 차이를 나타냈다. 또한, 숙주의 각장에 대한 감염률에서도 숙주의 크기가 클 수록 감염률이 높게 나타났지만 숙주의 크기에 따른 감염률의 차이는 나타나지 않았다.

남해안 주요 양식산 패류를 숙주로 이용하는 공생성 요각류인 *P. spinosus*는 숙주와 기생생물 특이성이 높은 종으로서 (Humes, 1968), 숙주의 크기가 증가함에 따라 감염률도 증가하지만(Choi and Suh, 1991), 본 연구에서는 숙주의 크기와 감염률은 연관성이 없는 것으로 나타나 기존의 연구 결과들과 일치하지 않았다. 이는 숙주의 채집장소, 분포수심과 서식밀도에 따라서 *P. spinosus*의 감염률이 좌우되었을 가능성이 높다고 판단된다(Toda, 1990). 이 종은 이때패류인 지중해담치(*Mytilus galloprovincialis*)를 숙주로 하여 봄에서 초겨울 사이에 공생하여 활발한 생식활동을 통하여 큰 개체군을 형성하는데(Choi and Suh., 1991), 숙주의 특이성이 높다는 것으로 보아(Choi and Suh,

1991; Hums, 1968; Kim, 2004), 본 연구에서는 포란성체가 수온이 6.7°C였던 2월에만 출현하였지만 수온이 10°C이하로 내려가면 산란활동과 성장이 멈춘다는 연구(Choi, 1996)와 *P. spinosus*의 세대간의 규모는 수온의 영향(Toda, 1990)이 크게 작용하는 사실과 차이가 있었다. 이는 숙주가 면역력이 형성되면 공생생물이 일시적으로 탈락하는 현상(Noble et al., 1963)과 숙주의 건강상태 중 체중감량, 성장 저해 등의 역효과(adverse effects)가 성체의 사망을 촉진시키는 결과에서 오는 것이라고 사료되지만(Nagasawa and Maruyama, 1987), 이러한 결과는 숙주와 함께 *L. inflatus*를 수온과 같은 물리적인 요인들을 적용시켜 사육실험을 통하여 보완되어야 할 부분이라고 판단된다.

이때패류에 공생하는 요각류들은 미성숙체 1단계에서 숙주를 추적하여 공생하기 시작하지만, 대부분의 종들은 빛(light)을 이용하는 양 주광성이기 때문에 수면 쪽으로 이동하지만 미성숙체 2단계부터는 갑자기 음성 주광성을 나타내고 해저로 내려가면서 숙주를 찾아 침입한다. 특히, 미성숙체 1단계에서는 숙주에서 나오는 생화학적 자극 물질에 반응하여 숙주를 추적하게 되며, 종에 따라서는 매우 엄격한 숙주 특이성을 가지기도 한다(Ho, 1980; Ho and Zheng, 1994). 본 연구에서도 미성숙체가 출현하였지만 단계별 계측이 이루어지지 않아서 숙주에 대한 공생성 요각류의 감염시기를 해석하기는 어려운 점은 사실이지만 이러한 자료의 신뢰성을 높이기 위해서는 숙주와 공생성 요각류에 대한 조도와 사육환경조건에 따른 사육실험이 병행되어야 되어야만 그 원인을 밝힐 수 있을 것으로 판단된다.

어류에 아가미나 체표면에 기생하는 요각류는 갈고리 모양의 제 2촉각(antenna)를 이용하여 숙주의 몸에 기생한 다음 숙주가 죽기 전까지 숙주의 영양분을 안정적으로 공급받아 활발한 생식전략을 하는 종을 흔히 관찰할 수 있으며(Kabata, 1981; Gotto, 1993), 숙주 중 어류의 노화 현상이 진행되면 어류의 아가미나, 체표에 기생한 요각류에 의하여 숙주의 체중 감량, 성장 저해 등의 역효과를 일으켜 성체의 사망을 촉진시키는 결과를 초래시킨다. 수중, 암반 그리고 사니질과 펄이 섞여 있는 저질에 서식하는 이때패류에 공생하는 요각류들은 현재까지 부유성 요각류의 형태적 특징이 남아있어 어류에 기생하는 요각류보다 숙주와 기생생물간의 특이성은 상대적으로 낮게 나타나는 데 본 연구에서 출현한 3종의 요각류도 이러한 특이성을 보인다고 판단되지만, 이는 숙주와 공생성 요각류의 사육실험을 통

한 생식전략과 유생 단계에 따른 형태적인 분류가 보완되어야 할 것이다.

이상의 연구결과에서 왕우럭을 숙주로 하는 3종의 공생성 요각류의 계절에 따른 감염률은 숙주의 크기에 따라서 차이를 나타내지 않았지만 종의 계절적인 변화는 나타났다. 그러나 이번 연구에서 치패를 포함한 숙주 크기에 따른 감염률에 대한 다양한 실험이 이루어 지지 않은 점은 아쉬운 부분이지만 각 종들에 대한 생활사에 대한 연구를 통해 보다 정확한 숙주의 침입 경로와 시기를 밝힘으로써 추후 왕우럭의 공생성 요각류의 생리·생태학적 연구에 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

## 요 약

남해안에 서식하는 왕우럭의 공생성 요각류 3종의 감염률에 대한 계절 변동을 연구하였다. 계절에 따라서 감염률과 출현량의 차이를 보였으며, 겨울철에 높게 출현하였다. 요각류의 출현 양상에 따른 생산력은 성숙한 요각류의 비율이 높아지면서 초 가을과 봄에 높게 나타났다. 공생성 요각류 3종의 출현 빈도는 숙주의 개체군이 성장할 수 있는 서식 조건에 따른 적합한 환경이 되어야 높아지는 것으로 나타났다. 공생성 요각류의 계절에 따른 감염률, 상대 감염강도, 평균 감염밀도는 수온과 그들의 생활사에 기인한 것으로 판단된다.

## 감사의 글

이 논문을 세심하게 검토해 주신 익명의 세 분의 심사위원님과 현장조사와 실험 분석에 많은 도움을 준 전남대학교 양식 환경생태학 실험실원들에게 깊은 감사를 드립니다.

## 참고문헌

- Choi, S. D. and H. L. Suh, 1991. Analysis of the generations of *Pseudomyicola spinosus* (Copepoda, Poecilostomatoida) from the blue mussel, *Mytilus galloprovincialis* in the Yongsan river estuary. J. Kor. Soc. Oceanog., 26, 101-107.
- Choi, S. D., 1996. Systematics and ecology of parasitic copepods associated with fishes and shellfishes from the southern coast of Korea. Ph.D. thesis, Pukyong National University, 220 pp.
- Davey, J. T. and J. M. Gee, 1976. The occurrence of *Mytilicola intestinalis* Steuer, and intestinal copepod parasite of *Mytilus*, in the South-West of England. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 56, 85-94.
- Davey, J. T., 1989. *Mytilicola intestinalis* (Copepoda: Cyclopoida): a ten year survey of infested mussels in a Cornish Estuary. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 69, 823-836.
- Gooding, R. U., 1957. On some copepoda from Plymouth, mainly associated with invertebrates, including three new species. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 36, 195-221.
- Gotto, V., 1993. Commensal and parasitic copepoda associated with marine invertebrates and whales. Synopses of the British Fauna UBS. Dr. W. Backhuys, Oegstgeest. The Netherlands, 46, 1-264.
- Ho, J. S., 1980. Origin and dispersal of *Mytilus edulis* in Japan deduced from its present status of copepod parasitism. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 25, 293-313.
- Ho, J. S., 2001. Why do symbiotic copepods matter?. Hydrobiologia, 453/454, 1-7.
- Ho, J. S. and G. X. Zheng, 1994. *Ostrincola koe* (Copepoda, Myricolidae) and mass mortality of cultured hard clam (*Meretrix meretrix*) in China. Hydrobiologia, 284, 169-173.
- Humes, A. G., 1968. The cyclopoid copepod *Pseudomyicola spinosus* (Raffaële & Monticelli) from marine pelecypods, chiefly in Bermuda and the West Indies. Beaufortia, 14, 203-226.
- Humes, A. G., 1982. A review of copepoda associated with sea anemones and anemone-like forms (Cnidaria, Anthozoa). Trans. Am. Phil. Soc., 72, 1-120.
- Humes, A. G., 1994. How many copepods?. Hydrobiologia, 292/293, 1-7.
- Huys, R. and G. A. Boxshall, 1991. Copepod Evolution. The Ray Society, London, 468 pp.
- Izawa, K., 1986. On the development of parasitic copepoda. IV. Ten species of poecilostome cyclopoids, belonging to Taeniacanthidae, Tegobomochidae, Lichomolgidae, Philoblenidae, Mycolidae, and Chondracanthidae. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 31, 81-162.
- Kabata, Z., 1981. Copepoda (Crustacea) parasitic on fishes: problem and perspectives. Adv. Parasitol., 19, 1-71.
- Kim, I. H., 1992. Two species of copepoda (Poecilostomatoida, Siphonostomatoida) associated with Asteroidea in Korea. J. Kor. Suyt. Zool., 8, 57-67.
- Kim, I. H., 1993. Two new species of poecilostomatoid copepoda associated with razor clams (*Bivalvia*, *Solenidae*) in the Yellow Sea. J. Kor. Suyt. Zool., 9, 191-202.
- Kim, I. H., 1995. Three copepod parasite (Crustacea) of the surperch *Ditrema temmincki* Bleeker (Pisces) from Korea. J. Kor. Suyt. Zool., 11, 301-314.
- Kim, I. H., 1998. Illustrated Encyclopoida of Faunand and Flora of Korea, Samwha Publishing Co., 38, pp. 271-835.
- Kim, I. H., 2002. Redescriptions of two species of copepoda (Poecilostomatoida, Lichomolgidae) associated with the Bivalve *Dosinorbis japonicus* from the Korea strait. J. Kor. Suyt. Zool., 18, 23-33.
- Kim, I. H., 2004. Poecilostomatoid copepods associated with bivalves in Korea and their distribution. Zool. Stud., 43, 197-192.
- Margolis, L., G. W. Esch, J. C. Holmes, A. M. Kuris and G. A. Schad, 1982. The use of ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). J. Parasitol., 68, 131-133.
- Möller, H. and K. Anders, 1986. Diseases and parasites of marine fishes. Möller, Kiel, Federal Republic of Germany, 365 pp.
- Nagasawa, H. and S. Maruyama, 1987. Occurrence and effects of *Haemobaphes diceraus* (Copepoda: Pennellidae) on brown sole *Limanda Herzensteini* off the Okhotsk coast of Hokkaido. Nippon Suisan Gakkaishi, 53, 991-994.

- Noble, E. R., R. E. King and B. L. Jacobs, 1963. Ecology of the gill parasites of *Gillichthys mirabilis* Cooper. *Ecology*, 44, 295–305.
- Pregenzer, C., 1983. Survey of metazoan symbionts of *Mytilus edulis* (Mollusca: Pelecypoda) in southern Australia. *J. Aust. Mar. Freshw. Res.*, 34, 386–396.
- Suh, H. L. and S. D. Choi, 1990. Two copepods (Crustacea) parasitic on the blue mussel, *Mytilus galloprovincialis*, from the Yongsan River estuary in Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 23, 137–140.
- Suh, H. L., J. D. Shim and S. D. Choi, 1993. Ecology of *Acanthochondria yui* (Copepoda, Poecilostomatoida) on a gobiid fish *Acanthogobius flavimanus* in Wando islands. *J. Kor. Fish. Soc.*, 26, 258–265.
- Suh, H. L., 1994. Seasonality of the infection of *Acanthochondria brevicorpa* (Copepoda) on a gobiid fish *Acanthogobius hasta* off the south coast of Korea. *J. Korean Soc. Oceanog.*, 29, 1–4.
- Toda, T., 1990. Physiological ecology of commensal and parasitic copepods associated with bivalves. Ph. D. thesis, Univ. Tokyo, 159 pp.
- 
- 원고접수 : 2006년 6월 29일  
수정본 수리 : 2006년 10월 12일