

요각류 *Paramphiascella vararensis*(T. Scott) (Harpacticoida: Diosaccidae)의 유생 발생: I. nauplius 유생의 발생

김형신* · 정민민¹ · 이화자²

*제주대학교 기초과학연구소, ¹제주대학교 해양연구소
²제주대학교 자연과학대학 생물학과

The larval development of *Paramphiascella vararensis*(T. Scott) (Copepoda: Harpacticoida: Diosaccidae) reared in laboratory: I. Larval development of nauplius stages

HYEUNG-SIN KIM*, MIN-MIN JUNG¹ AND HWA-JA LEE²

*Research Institute for Basic Sciences, Cheju National University. Cheju 690-756, Korea

¹Marine Research Institute of Cheju National University. 3288 Hamdok-ri, Chochon-eup, Pukjeju-gun, Cheju-do 695-810, Korea

²Department of Biology, Cheju National University. Cheju 690-756, Korea

Harpacticoida 목, Diosaccidae 과에 속하는 *Paramphiascella vararensis*를 실험실내에서 배양하여 nauplius 단계의 유생 발생을 기술, 도시하였다. *P. vararensis*는 부화 후 VI 단계의 nauplius 유생기가 관찰되었으며, 제 VI nauplius 단계 이후에는 copepodid로 탈피하였다. 22~23°C의 배양 온도, 33~34 ppt의 염분 농도 그리고 구멍 갈파래의 분말을 먹이로 급여하면서 사육한 결과, 부화 후 nauplius VI 단계까지 12일이 소요되었다. nauplius 유생의 형태는 납작하고 체장의 길이보다 체폭의 길이가 긴 타원형이며, 전방에 하나의 붉은색 안점을 가지고 있었으며, 크기의 범위는 35~98 μm였다. 그리고 제 2 축각의 저절과 기절의 강모식에 의해 제 I nauplius 유생기에서 제 IV nauplius 유생기까지 발생 단계의 식별이 가능하며, 제 V nauplius 유생기와 제 VI nauplius 유생기는 제 2 소악과 미부의 강모식에 의해 식별이 가능하였다. *P. vararensis*의 nauplius 유생기에서 제 1 소악의 원기는 제 III nauplius 유생기에서 관찰되었으며, 제 2 소악의 원기는 제 V nauplius 유생기에서 관찰되었다.

The complete postembryonic development of nauplius stages of *Paramphiascella vararensis* T. Scott (Copepoda: Harpacticoida) is described and illustrated based on specimens cultured in laboratory. The nauplii of *P. vararensis* feed on powder of a green algae, *Ulva pertusa*. This species is metamorphosed to the stages of nauplius. Development from the nauplius stage to the nauplius stage take about 12 days under culture conditions of 33–34 ppt of salinity, 22–23°C of temperature and feed on the algal powder. In the nauplius stages of *P. vararensis*, the rudiment of maxillule appears at the third nauplius stage, and maxilla appears at the fifth nauplius stage.

서 론

갑각강, 요각아강, Harpacticoida 목내에는 33과가 있으며, 그중 Diosaccidae 과에는 36속이 있고, *Paramphiascella* 속내에는 12종이 있는 것으로 보고되어 있다(Lang, 1948). 한편, *Paramphiascella* 속의 *Paramphiascella curtisetia*에 대해서는 성체 분류에 대한 언급이 있으며(Tschislenko, 1971), 유생 발생에 대한 연구로는 *Paramphiascella fulvofasciata*의 nauplius 유생단계에 대한 보고(Dahms, 1987; 1990b) 이 외에 *Paramphiascella* 속 코페포다의 완전 유생 발생에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

일반적으로 야외에서 플랑크톤 네트를 이용하여 요각류를 채집

해 보면, 요각류의 성체는 물론 nauplius 및 copepodid 유생의 각 발생 단계별 개체도 채집되어 진다. 그러나 이들 각 단계의 유생들을 종단계까지의 분류는 물론 속단계까지만이라도 분류하기란 그리 쉽지 않은 일임에 틀림 없다. 왜냐하면 요각류의 성체분류에 대해서는 많은 연구가 이루어져 있어 종 분류가 비교적 용이한 반면, 요각류를 실험실내에서 배양하는 것이 어렵기 때문에 요각류의 생활사에 관한 연구가 비교적 적어 각 유생 단계에 관한 정보가 적기 때문이다. 따라서 이 연구는 요각류의 각 유생단계에서의 형태적 분류를 위한 기초 정보를 확보하고, 또한 실험실내에서의 요각류 생활사를 통해 그들의 자연에서의 생태학적 특성을 추측하는 기초 자료를 얻고자 실시 하였다.

이 연구에서는 우선 *Paramphiascella* 속의 *Paramphiascella vararensis*를 실험실내의 조건하에서 배양하면서 관찰한 nauplius

*Corresponding author: kimhyeungsjin@hanmail.net

단계의 유생 발생에 대하여 보고한다.

재료 및 방법

이 실험에 쓰여진 요각류는 제주도 제주시 도두동 방파제에서 플랑크톤 네트(NORPAC NET; 그물코 크기, 90 μm)를 사용하여 채집하고, 실험실내에서 배양하였다. 배양한 개체 가운데 포란한 암컷을 선택, 분리하여 그들로부터 부화된 각각의 nauplius 유생들을 높이 5.2 cm 직경 4.8 cm인 유리 vial에 한 마리씩 넣고, 먹이로는 구멍 갈파래(*Ulva pertusa* Kjellman)를 건조시켜 분말로 만들어 주었다. 사육 해수는 여과지로 걸러서 사용했으며, 하루에 한 번씩 환수해 주었다. 배양 기간 동안의 해수 온도는 22~23°C였고, 해수의 염분 농도는 33~34 ppt이었다.

사육을 통해서 얻어진 각 nauplius 유생 단계의 탈피각들은 lactic acid를 한 방울 떨어뜨린 후 picrolithium-carmin을 사용해서 엷게 염색한 뒤 drawing tube가 달린 광학 현미경하에서 각 유생 단계의 전체 형태 및 각 부속지의 형태를 그렸으며, 각 발생 단계별 부속지의 변화는 강모식으로 나타내었다. 아울러 micro scale을 이용하여 각 탈피각의 길이를 측정하였다.

결 과

*Paramphiascella vararensis*는 VI기의 nauplius 유생기가 관찰되었는데, 22~23°C의 온도 조건에서 제 I nauplius 유생기에서 제 VI nauplius 유생기까지 발생하는 데는 약 12일이 소요되었다. 한편, nauplius 유생의 형태는 납작하고 체장의 길이보다 체폭의 길이가 긴 타원형이며, 전방에 하나의 붉은색 안점을 가지고 있었다. 그리고 각 nauplius 유생의 발생 단계별 부속지의 변화는 Table 1에 나타낸 강모식과 같았다.

제 I nauplius 유생기(Fig. 1A)

체장: 35 μm (33~36 μm 의 범위)

몸은 체절화 되어 있지 않으며, labrum은 반달 모양이고 몸 전체 길이의 약 반에 달하며, 잘 발달된 미세한 강모들이 아래쪽 가장자리에 위치하였다. 제 1 촉각은 2개의 마디로 되어 있으며, 첫 번째와 두 번째 마디에 각각 1개와 4개의 강모를 갖는다. 제 2 촉각은 2분지형이며, 그 저절의 안쪽 가장자리에는 먹이 분쇄에 알맞은 돌기들이 있고, 1개의 강모와 1개의 극을 지니며, 기절의 안쪽 가장자리에는 2개의 강모가 있다. 내지는 긴 원통형 마디로 구성되고, 그 말단과 측면에 각각 1개씩의 강모를 가지며, 말단에는 관찰될 만한 강한 발톱모양의 강모를 갖는다. 외지는 2개의 마디로 되어 있으며, 첫 번째와 두 번째 마디에 각각 1개와 2개의 강모를 가진다. 대약은 2 분지형이며, 기절에 1개의 극을 가진다. 내지는 2개의 강한 갈고리 모양의 강모와 2개의 약간 구부러진 강모를 가진다. 외지는 1개의 마디로 되어 있으며, 3개의 강모를 가진다. 후방의 가장자리에는 2개의 강모가 있다.

제 II nauplius 유생기(Fig. 1B)

체장: 50 μm (48~54 μm 의 범위)

labrum은 네모난 모양으로 되고, 체장의 약 2/3정도의 길이로

Table 1. Morphological characters in nauplius stages of *Paramphiascella vararensis* (T. Scott)

Stage	NI	NII	NIII	NIV	NV	NVI
Length of body (μm)	35	50	63	74	86	98
Antennule No. of Seg.	2	2	3	3	3	3
1st Seg.	1	1	2	2	2	2
2nd Seg.	4	4	1	1	1	1
3rd Seg.	-	-	5	7	7	7
Antenna						
coxa	1+1S	2+1S	2+1S	2+1S	3+1S	3+1S
basis	2	3	3	3	3	3
endopod						
lateral	1	1	1	1	1	1
terminal	1A+1	1A+2	1A+2	1A+2	1A+2	1A+2
exopod						
1st Seg.	1	1	1+1S	1+1S	1+1S	1+1S
2nd Seg.	2	2	3	3	3	3
Mandible						
basis	1S	1+1S	1+1S	1+1S	1+1S	1+1S
endopod	2H+2	2H+2	2H+3	2H+3	2H+3	2H+3
exopod	3	3	3	3	3	3
Maxillule	-	-	2	3	3	3
Maxilla	-	-	-	-	1	2
Caudal armature	2	2	4	6	6	8

Number alones: No. of setae, A: articulated claw-like setae, H: hook, Seg.: segment, S: spine

신장했다. 제 1 촉각의 강모식은 제 I nauplius 유생기에서와 같고, 제 2 촉각의 저절에 있는 먹이 분쇄에 알맞은 돌기에는 2개의 강모와 1개의 극이 있다. 기절의 안쪽 가장자리에는 3개의 강모가 있다. 내지는 그 말단에 2개의 강모와 1개의 측강모를 가진다. 대약의 기절에는 1개의 극과 1개의 강모가 있다.

제 III nauplius 유생기(Fig. 1C)

체장: 63 μm (60~66 μm 의 범위)

제 1 촉각은 3개의 마디로 되어 있으며, 첫 번째 마디에 2개의 강모를, 두 번째 마디에 1개의 강모를 그리고 세 번째 마디에는 5개의 강모를 갖는다. 제 2 촉각의 기절에 있는 3개의 강모는 더욱 신장되어 있으며, 외지는 2개의 마디로 되어 있으며, 첫 번째 마디에는 1개의 강모와 1개의 극을 가지며, 두 번째 마디에는 3개의 강모를 갖는다. 대약의 기절에는 1개의 극과 1개의 신장된 강모를 갖는다. 내지에는 2개의 강한 갈고리 모양의 강모가 있으며, 그 안쪽 가장자리에는 미세한 강모들이 있다. 그리고 외지에는 3개의 구부러진 강모가 있다. 제 1 소악이 나타나며 2개의 강모를 가진다(Fig. 1D). 복부의 체절은 아직 나타나지 않으며, 2쌍의 미부 강모를 갖는다.

제 IV nauplius 유생기(Fig. 1E)

체장: 74 μm (72~78 μm 의 범위)

제 1 촉각은 3개의 마디로 되어 있으며, 첫 번째 마디에는 2개의 강모를, 두 번째 마디에는 1개의 강모를 그리고 세 번째 마디에는 7개의 강모를 갖는다. 제 2 촉각과 대약은 제 III nauplius 유생기와 비교할 때 크기에서의 증가를 제외하고는 변화된 것이 없

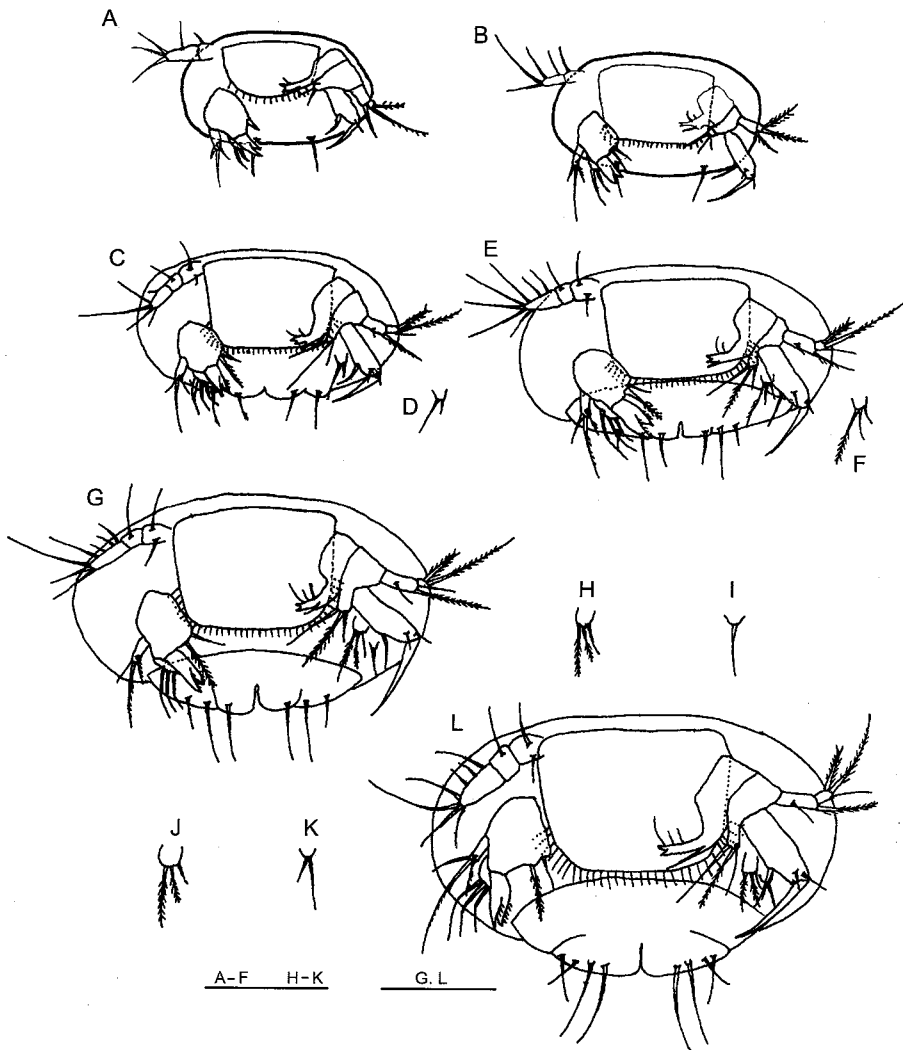


Fig. 1. Nauplius stages of *Paramphiascella vararensis* (T. Scott). A, stage I; B, stage II; C, stage III; D, maxillule of stage III; E, stage IV; F, maxillule of stage IV; G, stage V; H, maxillule of stage V; I, maxilla of stage V; J, maxillule of stage VI; K, maxilla of stage VI; L, stage VI. Scale bars; 0.05 mm.

다. 제 1 소악은 마디로 구분되어 있지 않으며, 3개의 강모를 가진다(Fig. 1F). 미부에는 1쌍의 짧은 강모가 추가되었으며, 복부 체절이 분명해졌다.

제 V nauplius 유생기(Fig. 1G)

체장: 86 μm (72~102 μm 의 범위)

제 1 촉각과 대악의 특징은 제 IV nauplius 유생기에서와 같고 제 2 촉각의 저절은 3개의 강모와 1개의 극을 가지는 먹이 분쇄에 적당한 돌기로 되어 있다. 내지는 2개의 촉각모와 말단에 2개의 강모를 가진다. 제 2 소악은 흔적적으로 나타나며, 1개의 강모를 가진다(Fig. 1I).

제 VI nauplius 유생기(Fig. 1L)

체장: 98 μm (96~102 μm 의 범위)

labrum은 체장의 1/2정도이며, 제 1 촉각의 특징은 제 IV nauplius 유생기에서와 같다. 제 2 촉각, 대악, 그리고 제 1 소악의 특징은 제 V nauplius 유생기에서와 같다. 제 2 소악은 2개의 강모를 가지며(Fig. 1K), 제 2 체절과 제 3 체절이 분명해졌다. 미부에는 4쌍의 강모가 있다.

고 찰

요각류의 여러 종들에서 체폭 보다 체장이 길어 상하로 긴 타원형의 모양을 하는것과는 달리, 이 실험에 쓰여진 요각류 *Paramphiascella vararensis*의 경우, 전체 nauplius 유생기에 걸쳐 체장 보다 체폭의 길이가 길어 좌우로 긴 타원형의 모양을 하며, 또한 背腹방향으로 눌린듯 매우 편평한 모양을 하고 있다. 같은 屬의 *Paramphiascella fulvofasciata*(Dahms, 1990b)의 경우도 nauplius 유생기의 형태는 체장에 비해 체폭의 길이가 긴 타원형을 하고 있다.

Harpacticoida 목 내의 요각류들은 여러 nauplius 유생 단계를 거쳐 성체에 이르는데, Harpacticoidae과에 속하는 *Tigriopus fulvus*(Fraser, 1936)와 Ectinosomidae과에 속하는 *Microsetella gracilis*(Tokioka and Bieri, 1966)는 V기의 nauplius 유생기를 거치며, Harpacticidae 과에 속하는 *Harpacticus* sp.(Walker, 1981), Tisbidae과에 속하는 *Tisbe furcata*(Johnson and Olson, 1948), *Tisbe longisetosa*(Chuwa, 1975), *Tisbe holoturiae*(Park, 1976), *Scutellidium patellatum*(Branch, 1974) 등의 종들과 Cletodidae과

의 *Cletocamptus retrogressus*(Bourguet, 1986), Canthocamptidae과의 *Canthocamptus mirabilis*(Ito and Takashio, 1981), Cylindropsyllidae과의 *Paraleptastacus brevicaudatus*(Dahms, 1990a), Longipediidae과의 *Longipedia americana*(Onbe, 1984) 등은 VI기의 nauplius 유생기를 거친다. 특히, Diosaccidae과에 속하는 *Paramphiascella fulvofasciata*(Dahms, 1987; 1990b)와 이 연구의 대상종인 *Paramphiascella vararensis*도 VI기의 nauplius 유생기를 가졌다.

또한, 본종의 VI단계의 nauplius 유생기는 각 부속지들의 특징으로 각 단계를 식별하는 것이 가능하였다. 특히 제 1 측각의 마디수와 그 말단 마디의 강모수, 그리고 제 2 측각의 저절과 기질의 강모식에 의해 제 I nauplius 유생기에서 제 IV nauplius 유생기까지 식별이 가능하며, 제 V nauplius 유생기와 제 VI nauplius 유생기는 제 2 소악과 미부의 강모식에 의해 그 식별이 가능하였다.

한편, 제 1 소악이 출현하는 시기는 종에 따라 다소 차이를 보이는데, Longipediidae과의 *Longipedia coronata*와 *Longipedia minor*(Nicholls, 1935), Ectinosomidae과에 속하는 *Microsetella norvegica*(Hirakawa, 1974)와 *Microsetella rosei*(Bjorenberg, 1972)에서는 제 I nauplius 유생기에서 출현하며, Harpacticidae과의 *Tigriopus fulvus*(Fraser, 1936), *T. japonicus*(Koga, 1970), *Harpacticus* sp. (Walker, 1981), Tisbidae과의 *T. furcata*(Johnson and Olson, 1948), *T. longisetosa*(Chuwa, 1975), *T. holoturiae*(Park, 1976), Scutellidium patellatum(Branch, 1974)와 Cletodidae과의 *Cletocamptus retrogressus*(Bourguet, 1986) 그리고 Canthocamptidae과의 *Canthocamptus mirabilis*(Ito and Takashio, 1981)와 Cylindropsyllidae과의 *Paraleptastacus brevicaudatus*(Dahms, 1990a) 등의 종들은 제 II nauplius 유생기에서 제 1 소악이 나타났다. 그러나, 이 연구의 *Paramphiascella vararensis*의 경우는 제 III nauplius 유생기에서 제 1 소악이 나타났다. 이에 반해 *Paramphiascella fulvofasciata*(Dahms, 1990b)는 제 IV nauplius 유생기에서 제 1 소악이 나타났으며, 그 형태에 있어서도 *Paramphiascella vararensis*의 그것과는 약간의 차이를 보였다.

제 2 소악의 경우 Tisbidae과의 *T. furcata*(Johnson and Olson, 1948), *T. holoturiae*(Park, 1976), Cletodidae과의 *Cletocamptus retrogressus*(Bourguet, 1986), Harpacticidae과의 *Harpacticus* sp. (Walker, 1981), Canthocamptidae과의 *Canthocamptus mirabilis*(Ito and Takashio, 1981) 등의 종들은 제 VI nauplius 유생기에서 출현하며, Tisbidae과의 *Scutellidium patellatum*(Branch, 1974)와 Longipediidae과의 *Longipedia americana*(Onbe, 1984)의 경우는 제 V nauplius 유생기에서 나타났다. 그리고 Cylindropsyllidae과의 *Paraleptastacus brevicaudatus*(Dahms, 1990a)는 제 IV nauplius 유생기에서 나타났다. 한편, 이 연구에서의 *Paramphiascella vararensis*는 제 V nauplius 유생기에서 제 2 소악이 출현하였다. 그러나 *Paramphiascella fulvofasciata*(Dahms, 1990b)의 경우에는 뚜렷한 제 2 소악의 원기는 나타나지 않아 차이를 보였다.

이 연구에서의 *Paramphiascella vararensis*와 동일 屬인 *Paramphiascella fulvofasciata*의 nauplius 유생발생에 대해서는 Dahms (1990b)가 보고하고 있으나, *Paramphiascella vararensis*와는 nauplius 유생발생 단계별 각 부속지의 발달 상황에서 약간의 차이를 보인다. 이들 차이점을 간추리면 다음과 같다.

*Paramphiascella vararensis*의 경우는 제 I, II nauplius 유생기에서 제 1 측각은 2마디로 구성되어 있다가, 제 III~VI nauplius 유생기까지는 3마디로 구성된다. 이에 반해 *Paramphiascella fulvofasciata*(Dahms, 1990b)의 경우는 제 I~VI nauplius 유생기 전체에 걸쳐 제 1 측각은 3마디로 구성된다. 그리고 제 1 소악은 *Paramphiascella vararensis*의 경우 제 III nauplius 유생기에서 처음 관찰되고, *Paramphiascella fulvofasciata*(Dahms, 1990b)의 경우는 제 IV nauplius 유생기에서 처음 관찰되었다. 또한 제 2 소악은 *Paramphiascella vararensis*의 경우 제 V nauplius 유생기에서 처음 관찰되었고, *Paramphiascella fulvofasciata*(Dahms, 1990b)의 경우는 확실한 제 2 소악의 원기가 관찰되지 않았다. 미부강모는 두 종 모두 제 I nauplius 유생기에서 각각 1쌍이 관찰되었으나, *Paramphiascella vararensis*의 경우 제 III nauplius 유생기에서 2쌍으로, 제 IV nauplius 유생기에서 3쌍으로, 제 VI nauplius 유생기에서 4쌍으로 미부강모가 증가하였고, *Paramphiascella fulvofasciata*(Dahms, 1990b)는 제 III nauplius 유생기에서 3쌍으로, 제 IV nauplius 유생기에서 5쌍으로 미부강모가 증가하였다.

이상에서 살펴본 바와 같이 *Paramphiascella vararensis*와 *Paramphiascella fulvofasciata*의 각 nauplius 유생기는 각 부속지의 출현 시기 및 부속지의 강모수 등의 차이로 구별 할 수 있었다.

참고문헌

- Bjorenberg, T.K.S., 1972. Developmental stages of some tropical and sub-tropical planktonic marine copepods. In studies on the Fauna of Curacao and other caribbean Island, 40, Martinus Nijhoff, The Hague, 185 pp.
- Bourguet, J.-P., 1986. Contribution a l'etude de *Cletocamptus retrogressus* Schmankevitch, 1875 (Copepoda, Harpacticoida). Development larvaire-stades naupliens. *Crustaceana*, **51**: 113-122.
- Branch, G.M., 1974. *Scutellidium patellarum* n. sp., a harpacticoid copepod associated with *Patella* spp. in south Africa and a description of its larval development. *Crustaceana*, **26**: 179-200.
- Chuwa, T.E., 1975. The developmental stage of *Tisbe longisetosa* Gurney 1927 (Copepoda: Harpacticoida). *Crustaceana*, **28**: 158-167.
- Dahms, H.-U., 1987. First record of *Paramphiascella fulvofasciata* Rosenfield and Coull, 1974 (Copepoda, Harpacticoida) from the German bight. *Crustaceana*, **52**: 218-219.
- Dahms, H.-U., 1990a. Naupliar development of *Paraleptastacus brevicaudatus* Wilson, 1932 (Copepoda: Harpacticoida: Cylindropsyllidae). *J. Crustacean Biology*, **10**: 330-339.
- Dahms, H.-U., 1990b. Naupliar development of Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) and its significance for phylogenetic systematics. *Microfauna Marina*, **6**: 169-272.
- Fraser, J.H., 1936. The occurrence, ecology and life history of *Tigriopus fulvus* (Fischer). *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **20**: 523-536.
- Hirakawa, K., 1974. Biology of a pelagic harpacticoid copepod, *Microsetella norvegica* (Boeck) in Oshoro bay, Hokkaido. *Bull. Plankton Soc. Japan*, **21**: 41-54.
- Ito, T. and T. Takashio, 1981. The larval development of *Canthocamptus mirabilis* Sterba (Copepoda, Harpacticoida) with reference to the bionomics. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. Zool.*, **22**:

- 279-300.
- Johnson, M.W. and J.B. Olsen, 1948. The life history and biology of a marine harpacticoid copepod, *Tisbe furcata* (Baird). *Biol. Bull.*, **95**: 320-332.
- Koga, F., 1970. On the life history of *Tigriopus japonicus* Mori (Copepoda). *J. Oceanographical Soc. Japan*, **26**: 11-21.
- Lang, K., 1948. Monographie der Harpacticiden. -Haken Ohlssons, Lund., German, 1682 pp.
- Nicholls, A.G., 1935. The larval stages of *Longipedia coronata* Claus, *L. Scotti* G. O. Sars and *L. Minor* T. A. Scott, with a description of the male of *L. scotti*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **20**: 29-45.
- Onbe, T., 1984. The developmental stages of *Longipedia americana* (Copepoda: Harpacticoida) reared in the laboratory. *J. Crustacean Biology*, **4**: 615-631.
- Park, C.W., 1976. The larval development of *Tisbe holothuriae* Humes (Copepoda, Harpacticoida) under the laboratory conditions. *Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Busan*, **9**: 33-48.
- Tokioka, T. and R. Bieri, 1966. Juveniles of *Marcrosetilla gracilis* (Dana) from clumps of *Trichodesmium* in the vicinity of Seto. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, **14**: 177-184.
- Tschislenko, L.L., 1971. New common forms of harpacticids (Copepoda, Harpacticoida) from possjet bay of the sea of Japan. *Issled. Fauny Morei, SSSR*, **8**: 151-181.
- Walker, L.M., 1981. Reproductive biology and development of a marine harpacticoid copepod reared in the laboratory. *J. Crustacean Biology*, **1**: 376-388.
-
- 1999년 11월 9일 원고 접수
 2000년 6월 30일 수정본 채택
 담당편집위원: 이상훈