

월동 전후 물장군(*Lethocerus deyrollei*: 물장군과, 노린재목) 개체군의 형태적 특징

김선이 · 윤태중 · 김동건 · 조신일 · 배연재*

서울여자대학교 생물학과

Morphological Characteristics between New-born and Over-wintered Populations of the Giant Water Bug (*Lethocerus deyrollei*: Belostomatidae, Hemiptera)

Seon Yi Kim, Tae Joong Yoon, Dong Gun Kim, Shin Il Jo and Yeon Jae Bae*

Department of Biology, Seoul Women's University, Seoul 139-774, Korea

ABSTRACT : This study was conducted to distinguish adult morphology of the giant water bug (*Lethocerus deyrollei*) between over-wintered (OLD) and new-born (NEW) populations using materials collected from Gyodong island in Gyeonggi-do, Korea, as well as individuals reared in the laboratory (LAB population) as a control. As a result, no fundamental differences were found in external body structure between OLD, NEW, and LAB populations. However, marginal area of basal procoxa in ventral prothorax and jointed part of forefemur and foretibia were greatly worn in the OLD population. Mid-claws were shorter than 0.5 times the length of the 2nd mid-tarsus; the membranous margin of hemelytra was greatly worn; and hairs of the 5th abdominal tergum were greatly reduced in the OLD population.

KEY WORDS : *Lethocerus deyrollei*, Giant water bug, Belostomatidae, External morphology, New-born and over-wintered populations

초 록 : 본 실험은 월동 전후 물장군 개체군의 형태적 차이를 구명하고자 경기도 교동도에서 채집된 월동 전후 관계가 명확한 성충 개체들(월동 전후 개체군)과 실험실에서 사육으로 얻은 성충 개체들(사육 개체군)을 대조군으로 이용하여 일반적인 외부형태를 비교 관찰하였다. 관찰의 결과, 월동 전후 개체군 간의 외부구조에 있어서의 근본적인 차이는 발견되지 않았으나, 앞다리 밑마디의 연결 부위에 위치한 앞가슴 배면의 가장자리와 앞다리 넓적마디의 종아리마디 연결 부위는 월동 후 개체군에서 크게 마모되어 있었다. 또한 월동 전 개체군에서는 가운데다리 발톱 길이가 2번째 발목마디의 1/2이상이었으나, 월동 후 개체군에서는 1/2미만이었다. 반날개(hemelytra)로 되어 있는 물장군 앞날개 막질부분의 가장자리는 월동 후 개체군에서 크게 찢겨 마모되었고, 날개와 마찰이 일어나는 배마디 등면 중 5번째 배마디 표면의 털의 수가 월동 후 개체군에서 현저히 감소하였다.

검색어 : 물장군, 물장군과, 외부형태, 월동 전후 개체군

*Corresponding author. E-mail: yjbae@korea.ac.kr

(Current address: Lab of Animal Systematics and Ecology, Division of Life Sciences and Biotechnology, Korea University, Anam-dong, Seongbuk-gu, Seoul 136-701, Korea)

물장군과(Belostomatidae)에 속하는 수서곤충은 전세계의 온대 및 열대지역에 넓게 분포하고, 세계적으로 8속 100여종이 기록되어 있다(Arnett, 1985). 특히 남아메리카, 동남아시아, 아프리카 등의 열대지역에는 대형 종이 많이 분포하는데 몸의 크기가 100 mm를 넘는 종류도 많다. 북미에는 3속 20여종의 비교적 다양한 종류가 분포한다(Arnett, 1985). 물장군속(*Lethocerus*)은 세계적으로 20여종이 있으며, 유럽을 제외한 열대와 온대에 걸쳐 분포한다. 물장군(*Lethocerus deyrollei*)은 제주도를 포함한 한국과 일본, 중국, 대만 등지에 분포한다(Chun, 1961; Yoon, 1995; Kawai and Tanida, 2004).

우리나라에서는 물장군과에 물장군속과 물자라속(*Diplo-nychus*)이 있으며, 물장군(*L. deyrollei*), 물자라(*D. japonicus*), 큰물자라(*D. major*), 그리고 각시물자라(*D. esakii*) 4종이 기록되어 있다(Yoon, 1995). 일본에서는 물장군과에 2속 5종(*L. deyrollei*, *L. indicus*, *D. japonicus*, *D. major*, *D. rusticus*)이 알려져 있다(Kawai and Tanida, 2004).

물장군은 우리나라 담수생태계의 가장 큰 수서곤충으로서 몸길이가 48~65 mm에 이른다(Jo, 2003). 물장군은 과거에 우리나라 전 지역의 웅덩이, 습지, 작은 연못, 농수로 등에서 쉽게 관찰되었으나, 농지 개발, 서식처 파괴, 농약의 과다 사용, 수질오염 등으로 그 분포와 밀도가 급격히 감소하여, 현재는 한반도 서해안지역과 도서지역 및 일부의 내륙에서만 발견되며, 1998년 환경부에 의하여 멸종위기야생동식물 II급으로 지정되어 법적 보호를 받고 있다(Jo, 2003).

물장군은 1년 1세대로서 수명은 야외에서 1년 정도로 추정된다. 성충개체들은 주로 서식처 근처의 초지나 관목 숲에서 월동하고, 적합한 서식처를 찾아 비행하여 이동하며, 장마 전(5-6월)에 4-5회 걸쳐 산란을 하고, 9월 초부터 10월 중순까지 새로운 세대의 성충개체들이 출현한다(Mukai *et al.*, 2005). 그러나 이 시기에는 월동하여 번식을 마친 후 살아남은 개체들과 새로이 우화한 개체들이 동시에 관찰되기 때문에 이들 개체들 간의 형태적 차이를 구명하는 것이 생활사 연구의 기초가 된다.

본 연구는 야외에서 물장군의 생활사 연구를 위한 기초 자료를 얻기 위하여 월동 전후 개체군 간의 형태적 차이를 구명하고자 수행되었다.

재료 및 방법

물장군의 채집

실험에 사용된 물장군은 2006년 6월초 환경부로부터

멸종위기종에 대한 포획허가를 얻어서 인천시 강화군 교동도 일대에서 채집하였으며, 실험 후에 원래의 서식처에 방사하였다.

비교 집단 선정

월동 후와 전의 개체군으로 각각 2006년 6월(OLD 개체군)과 10월(NEW 개체군) 채집된 개체들과, 실험실에서 증식된 개체들(LAB 개체군)을 대상으로 30개체씩 총 90개체를 실험에 사용하였다. 각 실험 개체군내에서는 측정부위에 대한 각 측정치의 분석에서 암수 개체들 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으므로($p < 0.001$) 성별 구분 없이 각 개체군을 비교하였다.

측정 부위 및 방법

물장군의 외부형태에서 시간의 경과에 따라 파생되거나 이동 또는 야생에서의 행동에 따른 결과로서 마모가 일어나거나 손상되기 쉬운 몸의 부위를 5곳 선정한 후, 해부현미경(Carl Zeiss Stemi 2000-C)하에서 관찰하고 촬영하여 각 개체들의 마모 및 손상 정도를 다음과 같이 측정하였다. 각 개체군간의 측정치 차이는 분산분석(ANOVA)을 통하여 유의성을 검증하였다.

- ① 앞다리 밑마디 연결 부위의 마모 정도(Fig. 1A, 1B): 앞가슴 배면 가장자리의 한쪽 끝을 축으로 하여 돌출부위와 안쪽과 바깥쪽 가장자리가 만나는 꼭지점의 각도를 측정하였다.
- ② 앞다리 넓적다리와 종아리마디의 연결 부위의 마모 정도(Fig. 2A, 2B): 실험실 증식개체들을 기준으로 마모 여부를 판단하였다.
- ③ 발톱의 마모 정도(Fig. 3A, 3B): 가운데다리의 2번째 발목마디와 발톱의 길이 비율을 측정하여 정량화하였다.
- ④ 앞날개 막질부 가장자리의 마모 정도(Fig. 4A, 4B): 연약하여 손상을 입기 쉬운 앞날개 막질을 관찰하여 그 가장자리 끝부분의 막질부위가 찢어진 곳이 있는지 여부를 조사하였다.
- ⑤ 배마디의 표면 털의 마모 정도(Fig. 5A, 5B): 배마디에서 아생식판이 존재하는 5번째 배마디 등면의 털 밀도를 이미지 크기 21.81×16.32 cm의 사진에서 일정한 부위를 선택하여 5×5 mm 정사각형 격자 10×5 칸(50×25 mm), 총 50칸 안에 털이 떨어져 나가지 않고 온전히 남아있는 칸의 수만을 세어서 측정하였다.

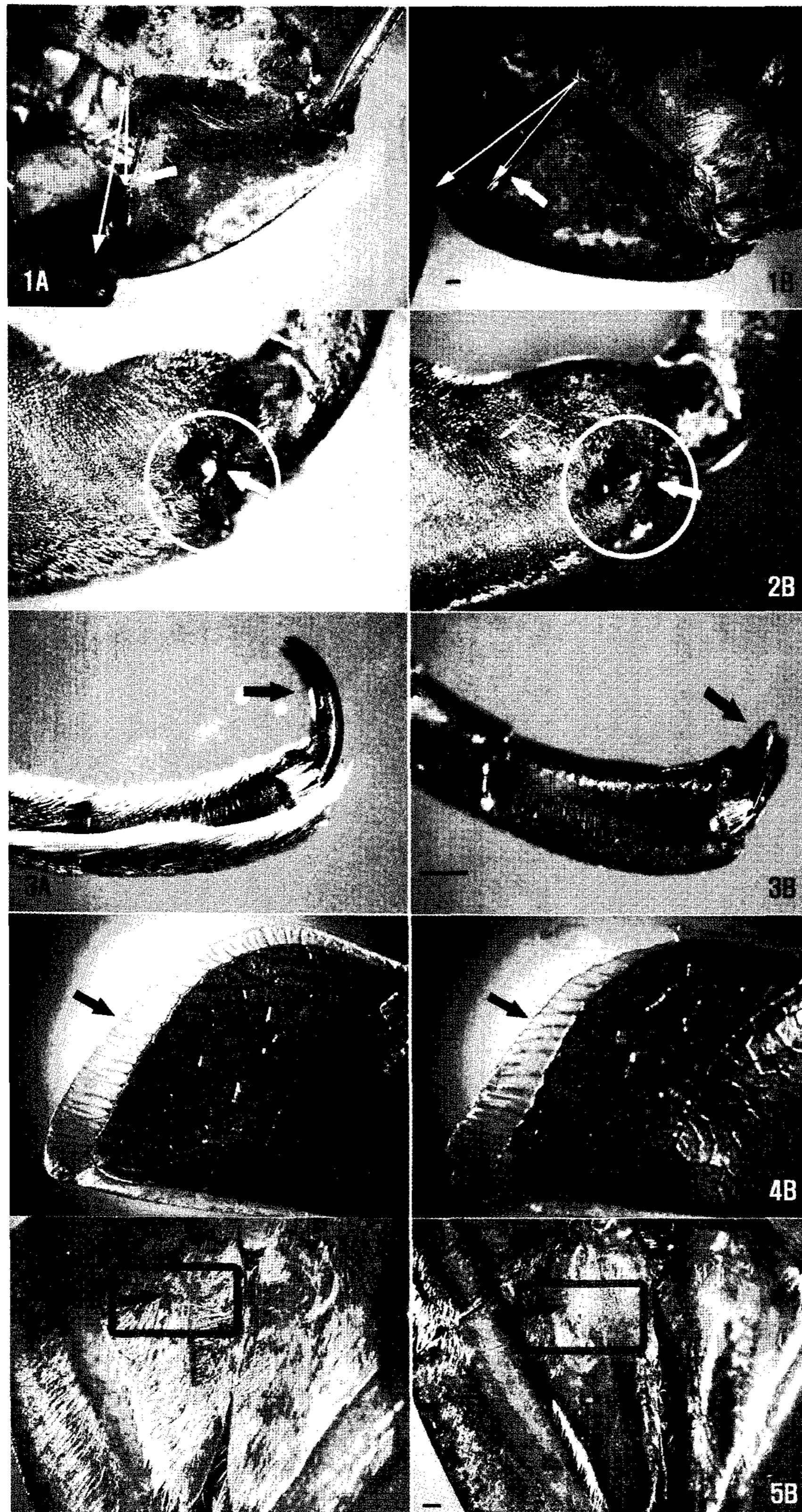


Fig. 1-5. Morphological differences between new-born (NEW) and over-wintered (OLD) populations of *L. deyrollei* (Scale bar = 0.5 mm, A: NEW, B: OLD). Arrows indicate points of measurement. **1A & 1B.** Marginal area of basal procoxa in ventral prothorax. **2A & 2B.** Jointed part of forefemur and foretibia. **3A & 3B.** Mid-claws and 2nd mid-tarsus. **4A & 4B.** Forewing (hemelytra). **5A & 5B.** Dorsal surface of 5th abdominal segment.

결과 및 고찰

물장군은 주로 물속에서 부들이나 갈대, 나무줄기 등 고착 물체를 붙잡고 생활하기 때문에 움직임이 활발하지는 않지만 월동을 위한 서식처를 찾거나 먹이 부족 시 새로운 서식처를 찾기 위하여 장거리(> 3 km)를 비행하여 이동하는 것으로 알려졌다(Duviard, 1974; Ohba and Takagi, 2005). 따라서 이와 같은 행동적인 특성을 고려하여 월동 이후 시간의 경과에 따라 마모 또는 손상되기 쉬운 몸의 부위를 상기한 바와 같이 관찰할 수 있었다.

앞가슴 배면에서 앞다리 밑마디 연결부위의 마모된 정도(각도 평균±표준편차)는 LAB (8.86±1.29), NEW (9.91±1.41), 그리고 OLD (10.89±1.51) 개체군의 순서로 점차 증가하였다($F = 15.66$, $df = 2,89$, $p < 0.05$). 따라서 OLD 개체군의 마모된 정도가 가장 큰 것으로 나타났고, LAB 개체군이 가장 적은 것으로 나타났다(Fig. 1A, 1B, 6A).

앞다리 넓적다리과 종아리마디의 연결부위는 LAB 개체군의 형태를 기준으로 할 때 NEW 개체군이 11개체(36.7%)가, 그리고 OLD 개체군이 25개체(83.3%)가 마모되어 있음을 관찰하였다(Fig. 2A, 2B).

물장군의 포획형 앞다리는 사용 빈도가 높기 때문에 부러질 가능성이 상대적으로 높다고 추측되므로 가운데다리의 발톱을 비교하였고, 그 결과 각 개체군의 가운데다리 발톱의 길이(mm)는 LAB 1.94±0.27, NEW 1.95±0.23, 그리고 OLD 개체군이 1.47±0.49로서 OLD 개체군이 가장 짧았으며($F = 17.81$, $df = 2,85$, $p < 0.05$), 가운데다리 마지막(2번째) 발목마디 길이(mm)는 LAB 2.36±0.21, NEW 2.40±0.27, 그리고 OLD 개체군이 2.56±0.36으로서 OLD 개체군이 가장 길었다($F = 4.16$, $df = 2,85$, $p < 0.05$). 발톱 길이는 섭식 또는 산란 시 많이 이용되어 마모 또는 깨짐이 많이 일어날 수 있다. 그러나 발톱 길이는 몸의 크기에

비례하여 차이를 보일 수 있으므로 단일 측정치로 이용하기 보다는 다른 부위(2번째 발목마디)의 측정치와의 비율로서 비교하는 것이 합리적일 것으로 판단된다(Fig. 3A, 3B). 발톱과 발목마디 길이의 비율은 LAB (0.824±0.11)과 NEW (0.818±0.08) 개체군이 차이를 보이지 않은 반면, OLD 개체군(0.583±0.19)이 유의하게 작았다($F = 29.73$, $df = 2,85$, $p < 0.05$). 따라서 OLD 개체군의 발톱 마모 정도가 다른 두 개체군에 비하여 상대적으로 큰 것을 알 수 있었다(Fig. 6B).

비행 등으로 손상 받기 쉬운 날개의 막질 상태는 LAB 개체군에서는 30개체 중 6개체(20%)가, NEW 개체군은 20개체(66.7%)가 그리고 OLD 개체군은 25개체(83.3%)가 손상되어 있었다(Fig. 4A, 4B).

비행시 날개와의 마찰로 털모를 일으킬 수 있다고 판단되는 털 밀도는 LAB (47.40±4.36)과 NEW (46.07±6.79) 개체군 간에는 큰 차이를 보이지 않았으나, OLD 개체군의 경우 41.03±13.45로 상대적으로 낮게 나타났다($F = 4.13$, $df = 2,89$, $p < 0.05$) (Fig. 5A, 5B, 6C).

상기한 5가지의 식별형질 중에서 앞다리 넓적다리과 종아리마디 연결부위의 마모 여부와 날개의 상태는 비교적 용이하게 월동 전후 개체군을 구분할 수 있는 이점이 있는데 반하여 정확도가 낮았으며, 다른 3가지 식별형질은 측정이 상대적으로 어려움에도 불구하고 월동 전후 개체군을 비교적 정확히 구분할 수 있기 때문에 이들을 종합적으로 이용한다면 월동 전후의 개체군 구분을 통한 생활사 연구 등에 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 환경부 차세대 연구과제 “습지보전 깃대종으

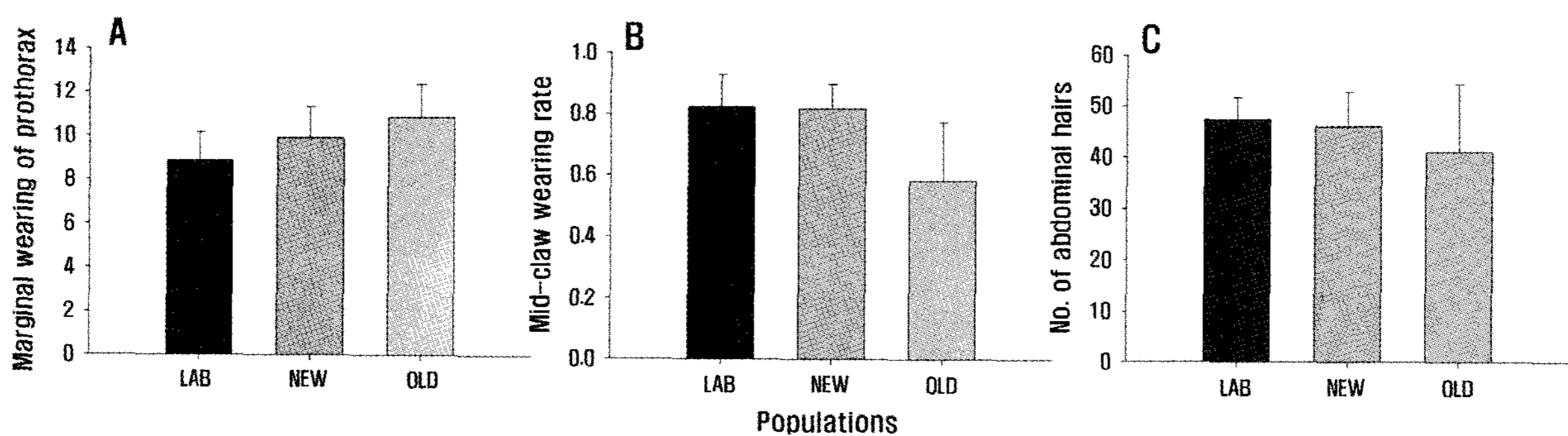


Fig. 6. Morphological differences between laboratory reared (LAB), new-born (NEW), and over-wintered (OLD) populations of *L. deyrollei*. A. Marginal wearing of basal procoxa in ventral prothorax (degree). B. Mid-claw wearing rate (mid-claw length / 2nd mid-tarsal segment length). C. Wearing of hairs on the dorsal surface of the 5th abdominal segment (number of grids with hairs / 50 grids).

로서 멸종위기동물인 물장군과 꼬마잠자리의 보존, 복원 및 증식기술 개발(2006~2008)”의 지원으로 수행되었음.

Literature Cited

- Arnett, R.H., Jr. 1985. American insects. Van Nostrand Reinhold Co., New York.
- Chun, C.S. 1961. A morphological study on the Belostomatidae and Nepidae from Korea. Bull. Dept. Biol., Korea Univ. 3: 9-15.
- Duviard, D. 1974. Flight activity of Belostomatidae in central Ivory coast. Oecol. 15: 321-328.
- Jo, S.I. 2003. An ecological study of the giant water bug (*Lethocerus deyrollei*) in Korea. pp. 62. Master's Thesis. Dept. Biol., Seoul Women's Univ., Seoul.
- Kawai, T. and K. Tanida (Eds.). 2005. Aquatic insects of Japan: Manual with keys and illustrations. Tokai Univ. Press, Kanagawa, Japan.
- Mukai, Y., N. Baba and M. Ishii. 2005. The water system of traditional rice paddies as an important habitat of the giant water bug, *Lethocerus deyrollei* (Heteroptera: Belostomatidae). J. Insect Conser. 9: 121-129.
- Ohba, S. and H. Takagi. 2005. Food shortage affects flight migration of the giant water bug *Lethocerus deyrollei* in the prewintering season. Limnol. 6: 85-90.
- Yoon, I.B. 1995. Aquatic insects of Korea. Jeonghaeng-sa. Seoul.
- (Received for publication October 18 2007;
revised May 23 2008; accepted June 23 2008)