

## 버섯해충 *Coboldia fuscipes* (Diptera: Scatopsidae) 번데기 호흡뿔에 관한 연구

### A Study on Respiratory horns on Pupa of Mushroom Pest, *Coboldia fuscipes* (Diptera: Scatopsidae)

최광호 · 김성렬 · 조은숙 · 배진식 · 진병래 · 양원진 · 손흥대  
Kwang Ho Choi, Seung Ryul Kim, Eun Sook Cho, Jin Sik Bae,  
Byung Rae Jin, Won Jin Yang and Hung Dae Sohn

**Abstract** - This study was aimed to elucidate the physiological function of a pair of protuberances like bifurcated horns developed on the anterior part of pupa in *Coboldia fuscipes* (Diptera: Scatopsidae), a pest on the oyster mushroom. In the morphological characteristics, larvae had a pair of 0.04 mm long microspines at their second body segment. Pupae had a pair of protuberances like bifurcated horns of 0.55 mm long on the anterior part and six pairs of spines, 0.12 mm long, at the posterior part of the abdomen. The microspines-removed 4th instar *C. fuscipes* larvae developed into pupae without a pair of the protuberances. After emergence, however, the adults have a pair of antenna normal regardless of with or without the protuberances. As ecological characteristics at the pupation, the pupa without a pair of the protuberances have a tendency to pupate outside the medium. However, development characteristics of the microspines-removed larvae were very similar to those of control larvae. In the result of microscopic observation, a pair of the protuberances was connected with six pairs of spines by lateral longitudinal trunk and formed a tracheal system. In conclusion, this results implicates that the protuberances have an important role as a respiratory horn during the pupal period.

**Key Words** - *Coboldia fuscipes*, Physiological function, Protuberances, Respiratory horn

**초 록** - 본 연구는 느타리버섯 해충인 *Coboldia fuscipes* (Diptera: Scatopsidae)의 번데기 앞측에 있는 사슴뿔 모양 돌기의 생리적 기능을 구명하고자 수행하였다. *C. fuscipes* 유충 및 번데기에는 형태적으로 특이한 돌기가 관찰되는데, 종령 유충의 몸 두번째 마디에 길이 0.04 mm의 미세돌기 1쌍과 번데기 앞부위에 길이 0.5 mm의 사슴뿔 모양 돌기 1쌍 및 복부에 길이 0.12 mm인 6쌍의 강모형 돌기가 관찰되었다. 종령 4령 유충의 미세돌기를 제거한 결과, 사슴뿔 모양 돌기가 형성되지 않은 번데기가 출현하였으나, 이후 사슴뿔 모양 돌기 유무에 관계없이 정상적인 성충으로 우화하였다. 또한, 사슴뿔 모양 돌기 존재 여부에 따른 용화시 특성으로는 먹이로 제공된 감자한천 배지 속으로 용체의 함입률에 있어서 현격한 차이가 관찰되었는데, 사슴뿔 모양 돌기가 형성되지 않은 번데기는 용체를 바깥으로 노출시키는 경향이 강하였다. 그러나, 사슴뿔 모양 돌기가 형성되지 않은 번데기의 용화율이나 우화율 등의 생태적 차이는 관찰할 수 없었다. 현미경 관찰 결과, 번데기의 사슴뿔 모양 돌기와 강모형 돌기는 관상의 측면 주세로기관지로 연결되어 기관계를 구성하고 있었다. 이상의 결과들로부터, *C. fuscipes* 번데기의 사슴뿔 모양 돌기는 번데기 시기에 중요한 호흡뿔로 작용함을 알 수 있었다.

**검색어** - *Coboldia fuscipes*, 생리적 기능, 돌기, 호흡뿔

느타리버섯 해충류로는 털두꺼비하늘소, 선충류, 응애, 달팽이류 및 버섯파리류가 대표적이다 (Hussey, 1972; Kim and Hwang, 1996; Han *et al.*, 1997; Kim *et al.*, 1999). 국내 느타리버섯 재배지에서 피해를 주는 버섯파리류 (Kim *et al.*, 1999)로서 Siaridae, Cecidomyiidae 및 Scatopsidae 파리류의 주요 3종을 포함한 6종의 파리류가 있으며, 이들의 발생양상은 지역 및 시기에 따라 차이가 있다. 더우기, 남부지방 느타리버섯 재배사에서는 위장털파리과 *Coboldia fuscipes* Meigen 유충의 버섯균사 섭식 피해가 새롭게 확인 되었으며, 7~8월에 대량 발생한 후 가을에는 그 발생량이 다소 감소하였다 (Kim *et al.*, 1999; Choi *et al.*, Submitted).

위장털파리류는 썩은 동·식물 및 동물의 배설물에서 생활하는 등 다양한 환경에서 서식하며, 버섯 재배지 및 일부 화훼류에서도 발견되는 것으로 알려져 있다 (Shiraki, 1973). 일반적으로, 위장털파리과 파리류의 성충은 크기가 매우 작고, 흑색 또는 갈색으로 체장은 0.73~3 mm 정도이며 (Keizo *et al.*, 1965), 일부 종의 번데기에서는 막대형의 흉부 호흡기관을 갖고 있는 것으로 알려져 있다 (Shiraki, 1973).

그러나, 국내에서는 버섯해충으로서 위장털파리과 파리류에 관해 알려진 바가 극히 미흡한 실정이다. 국내 느타리버섯 재배지에서 발견된 *C. fuscipes* 번데기에서는 형태적으로 특이한 크기의 사슴뿔 모양 돌기 1쌍이 관찰되는데, 이것은 지금까지 국내에서 발생하는 버섯파리류의 번데기 형태와는 상이하다 (Kim, 1990; Han *et al.*, 1997; Lee *et al.*, 1998; Choi *et al.*, Submitted). 따라서, 본 연구에서는 국내 느타리버섯 재배지에 발생하여 피해를 주는 *C. fuscipes*의 생리·생태적 특성구명의 일환으로, 번데기시기에 갖는 사슴뿔 모양 돌기의 특징과 성장 및 형태분화에 미치는 영향을 관찰하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험곤충

실험곤충, *Coboldia fuscipes*는 1997년 7월, 경남 산청군 생비량면과 경남 사천시 학촌 느타리버섯 재배지의 버섯균사에서 성충을 흡충관으로 채집하여 항온기 (25°C, 60% 상대습도, 12L:12D)에서 계대사육하였다 (Kim *et al.*, 1999). 유충의 먹이로 플라스틱 페트리 디쉬 (87×20 mm)에 감자한천배지 (Potato dextrose agar, Difco Co.)를 영양원으로 느타리버섯 (*Pleurotus ostreatus*) 균사를 21~25°C에서 배양하여 매일 공급하였다 (Choi *et al.*, 1997).

### 2. 발육 특성조사

*C. fuscipes*의 종령인 4령 유충 둘째마디의 미세돌

기를 미세핀셋 및 해부용 가위를 사용하여 제거한 후, 용화한 번데기에서의 돌기 생성여부를 관찰하였다. 또한, 돌기 생성여부에 따른 용화율, 우화율, 우화한 성충의 평균 산란수 및 부화율을 비교·조사하였다. 번데기의 사슴뿔 모양 돌기와 성충 촉각과의 관계는 해부용 가위를 사용하여 초기 번데기 돌기의 오른쪽, 왼쪽 및 양쪽 모두를 절단한 각각의 실험구를 준비하여 우화시 성충형태를 비교·관찰하여 조사하였다. 한편, 돌기가 형성되지 않은 번데기와 정상적인 번데기의 용화시 특성은 감자한천배지에서 용화때 용체를 배지속으로 함입하거나 노출하는 개체수와 개체별 함입율로 조사하였다. 배지 속으로 용체를 함입하는 개체수는 전체 조사 개체수에 대한 백분율로, 그리고 개체별 용체의 함입율은 전체 용체장 중 함입된 용체장을 백분율로 각각 계산하여 비교하였다.

### 3. 현미경 관찰

종령유충 미세돌기 제거 후 사슴뿔 모양 돌기가 형성되지 않은 번데기와 정상적인 번데기 호흡기관계의 비교·관찰은 차가운 생리식염수 (PBS: 120 mM NaCl, 2 mM KCl, 4.5 mM Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 1 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, pH 7.4)에서 미세핀셋으로 번데기 복부를 절개하여 해부현미경 (×60, Zeiss)으로 관찰하였다. 사슴뿔 모양 돌기 내부구조의 광학현미경 관찰은 2일째 번데기 시료를 사용하였다. 돌기를 가진 번데기를 12시간 냉동건조하여 5% glutaraldehyde가 포함된 0.05 M 인산완충액 (pH 7.2)에 1차 고정한 후, 2% OsO<sub>4</sub>가 포함된 0.05 M 인산완충액 (pH 7.2)에 2차 고정하였다. 이후 acetone series (30~100%)에서 탈수하여 Supurr's Resin에 포매하였다. Microtome (Resichert-Jung, Ultracut E)을 이용하여 고정시료를 박편으로 절단하였다. 염색은 1.5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>와 0.5% Toluidine blue로 염색하여 광학현미경 (×400, Nikon)으로 관찰하였다.

## 결 과

*C. fuscipes* 번데기의 경우 지금까지 국내에 서식하는 버섯파리류의 번데기에서는 확인할 수 없는 길이 0.5 mm의 특이한 사슴뿔 모양의 돌기 1쌍이 번데기 앞쪽에서 관찰된다 (Fig. 1). 사슴뿔 모양의 돌기는 전 용기간을 경과하여 번데기 초기에 완전한 형태를 갖추며, 암·수간 형태적 차이는 없었다.

사슴뿔 모양 돌기의 유래 기관 및 이의 생리적 기능을 조사하기 위한 실험에서 (Fig. 2), 종령 유충의 두 번째 몸마디에 있는 길이 0.04 mm의 미세돌기를 제거한 실험구에서는 사슴뿔 모양 돌기가 형성되지 않은 번데기가 출현하였고, 미세돌기 중 한쪽만 절단한 실험구에서는 각각 한 개의 돌기만을 가진 번데기가

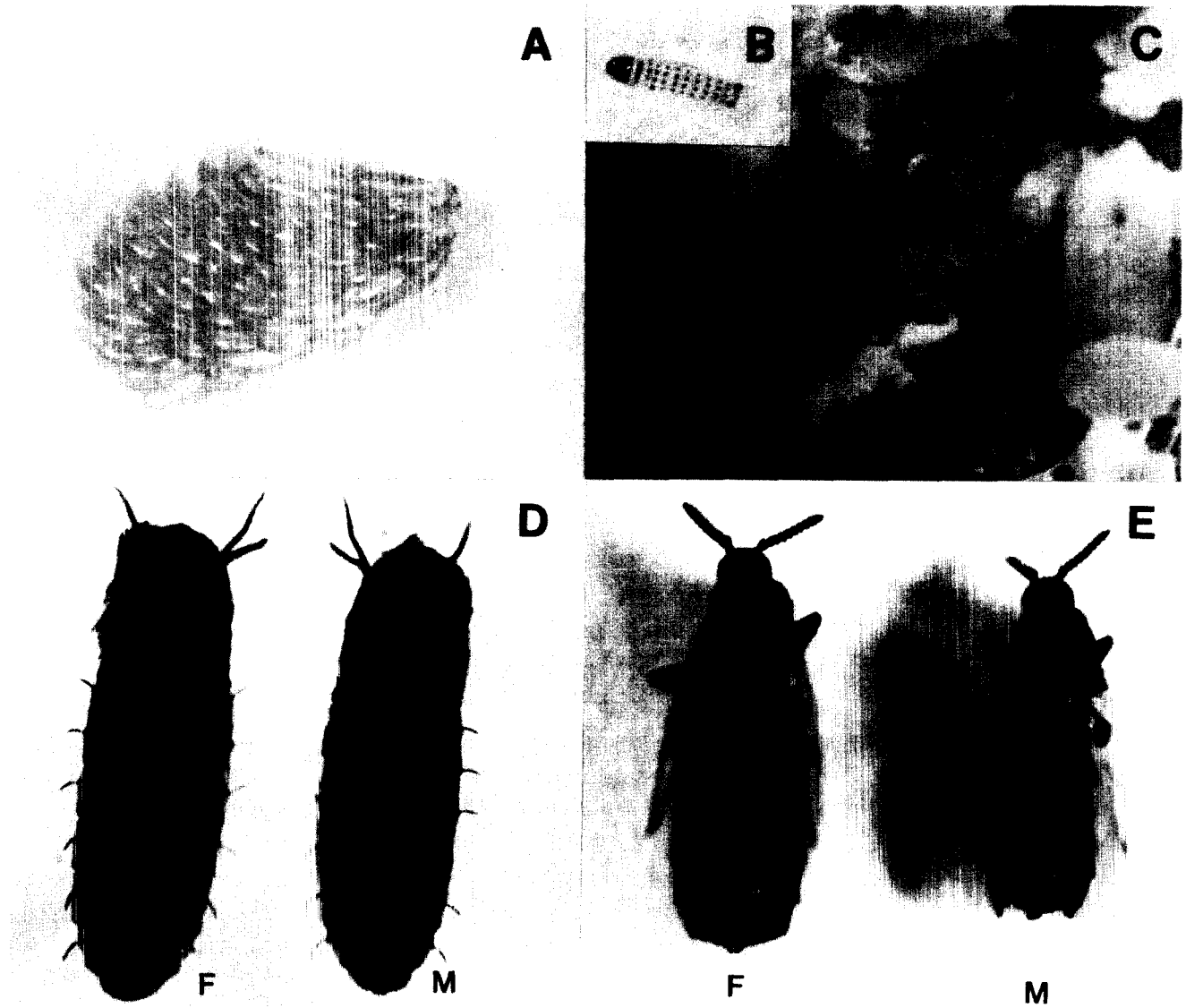


Fig. 1. Mushroom fly, *Coboldia fuscipes*. A, a mass of eggs; B, 1st instar larva; C, 4th instar larvae; D, pupae; E, adults. M and F indicate male and female, respectively.

Table 1. Developmental characteristics of *Coboldia fuscipes* a pair of microspines of which were removed or left intact at 4th instar stage in indoor rearing

Treatment	No. larvae examined	Pupation rate (%)	Emergence rate (%)	Average No. eggs laid	Hatching rate (%)
Microspines removed	100	97.5 ± 1.0	98.3 ± 2.0	285 ± 17	93.0 ± 5.0
Microspines intact	300	97.8 ± 1.4	98.3 ± 1.5	282 ± 21	93.9 ± 2.6

관찰되었다. 그러나, 종령 유충의 미세돌기 및 번테기 사슴뿔 모양 돌기를 절단한 모든 실험구에서 무처리구와 마찬가지로 정상적인 형태의 촉각을 지닌 성충

이 출현하였다. 한편, 사슴뿔 모양 돌기가 형성되지 않은 실험구에서의 용화율, 우화율 및 우화한 성충의 평균 산란수와 부화율은 무처리구의 경우와 유의차를

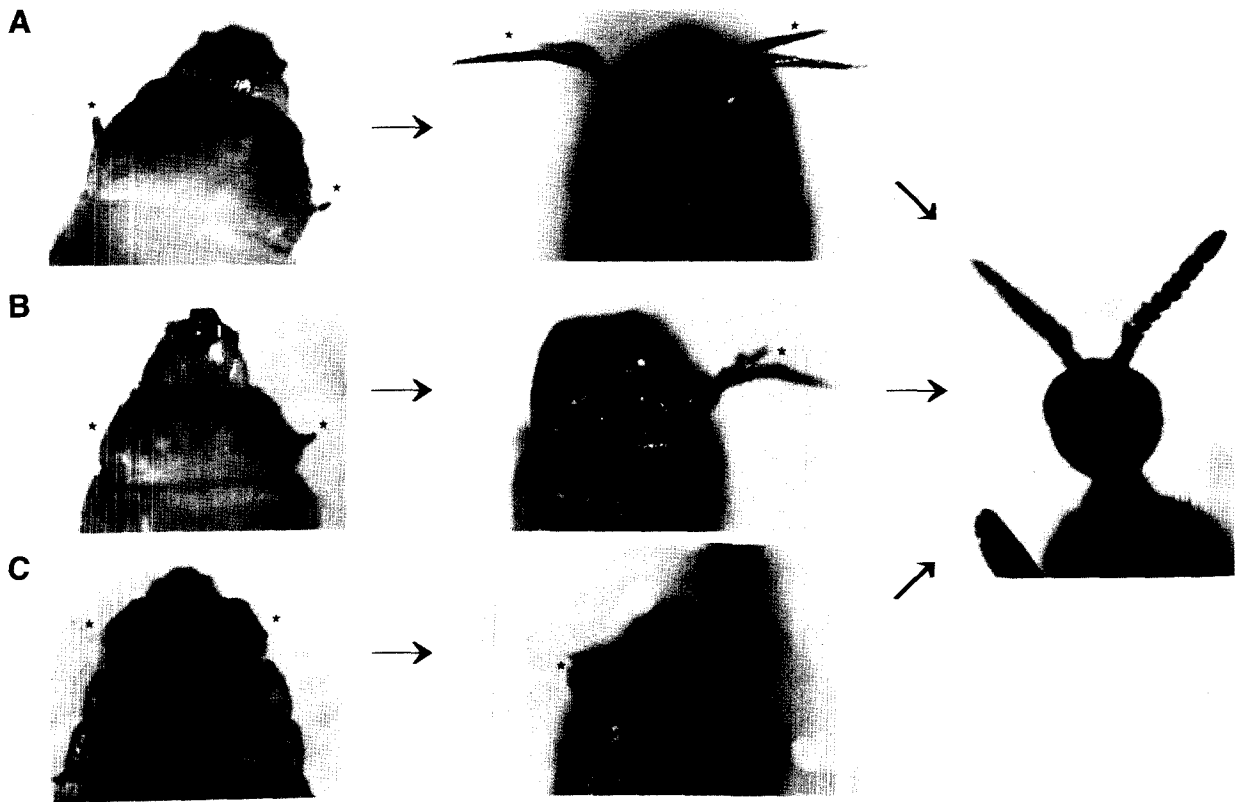


Fig. 2. Morphological changes of "projecting horns" depending on the different removal of microspines in the 4th instar larva. Pupa with one (B, middle) or no (C, middle) protuberance was formed when one (B, left) or both (C, left) microspines were removed, respectively, compared with the larva (A, left) and pupa (A, middle), respectively, non-removed controls at each practice (right).

확인할 수 없었다 (Table 1).

먹이로 제공된 느타리버섯 균사가 자라있는 감자한천배지에서 정상적인 번데기는 대부분 용체를 배지속으로 함입시키는 반면, 사슴뿔 모양의 돌기가 형성되지 않은 번데기는 배지밖으로 용체를 노출시키는 경향을 나타내었다. 그 비율을 조사한 결과, 정상적인 번데기 실험구의 경우 조사된 번데기 수의 59.0%가 배지속으로 함입한 채 번데기로 되었고, 개체별로는 번데기 체장의 평균 89.8%를 함입하였다. 그러나 사슴뿔 모양 돌기가 형성되지 않은 번데기는 조사 번데기 수의 36.0%만이 배지속에 함입되어 있었으며, 그 함입율에 있어서도 개체당 체장의 평균 24%만이 배지속으로 함입되어, 평균 3쌍의 강모형 측부 돌기가 배지 밖으로 노출되어 있었다.

따라서, 번데기 사슴뿔 모양 돌기가 기관계의 부속 기관인지를 확인하기 위하여, 사슴뿔 모양 돌기가 형성되지 않은 번데기와 정상적인 번데기의 내부구조를 비교·관찰하였다 (Fig. 3). 한쌍의 사슴뿔 모양 돌기와 연결된 측면 주세로기관지는 복부의 6쌍 강모형 돌기와 관상의 기문기관지로 연결되어 있었고, 사슴뿔 모

양 돌기가 형성되지 않은 번데기와 정상적인 번데기와의 차이점은 관찰할 수 없었다. 또한, 측면 주세로기관지와 연결되어 있는 사슴뿔 모양 돌기의 기부와 중간부분을 가로 절단하여 현미경으로 관찰한 결과, 돌기 내부는 공관으로 이루어져 있었다 (Fig. 4).

### 고 찰

*C. fuscipes*는 국내 남부지방 버섯재배지를 중심으로 초여름에 집중적으로 발생하며, 년중 10회 가량 발생하는 것으로 알려져 있다 (Choi *et al.*, Submitted). 또한 *C. fuscipes*의 산란수 및 생활사 등을 고려할 때, 국내 버섯재배지의 해충으로 보고된 바 있는 Sciariidae, Phoridae 및 Cecidomyiidae 파리류와 아울러 심각한 해충으로 여겨진다.

*C. fuscipes* 유충과 번데기는 다른 종류의 버섯파리류에서는 관찰되지 않는 특이구조를 갖고 있는데, 이것은 일부 위장털파리과 파리류의 번데기에서 관찰되는 막대형 흉부호흡기관 (Shiraki, 1973)과는 형태적으로 상이하였다. 즉, *C. fuscipes* 종령 유충에서는 두 번

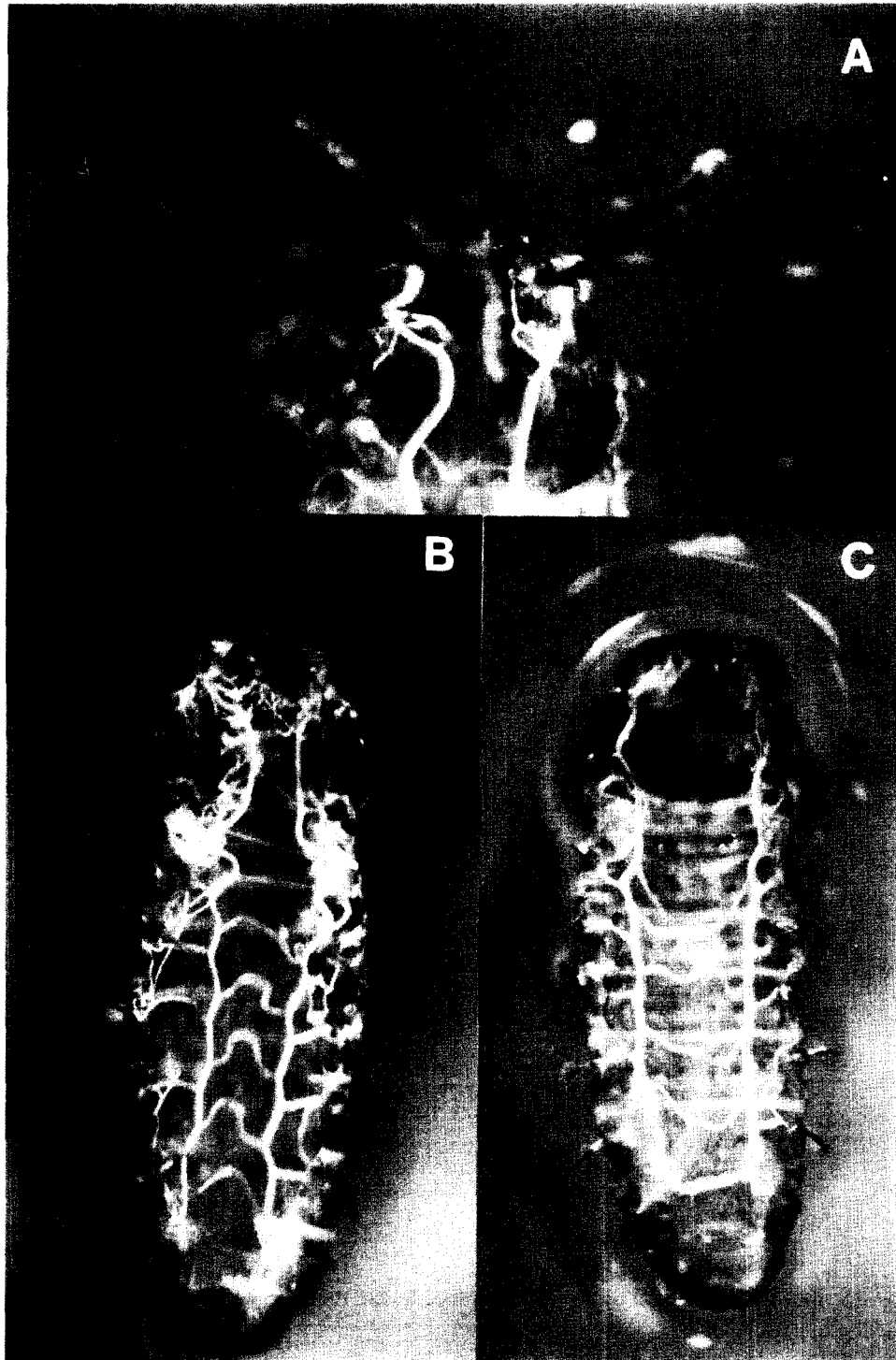


Fig. 3. Micrographs ( $\times 60$ ) of the tracheal system of pupa with (A, B) or without (C) a pair of protuberances.

째 몸마디에 길이 0.04 mm인 미세돌기를, 번데기에서는 길이 0.5 mm인 한쌍의 사슴뿔 모양 돌기를 관찰할 수 있는데, 종령 유충의 미세돌기를 제거한 결과, 사슴뿔 모양 돌기가 형성되지 않은 번데기가 출현하

여 사슴뿔 모양 돌기는 종령 유충의 미세돌기로 부터 분화하는 것으로 확인되었다. 그러나 사슴뿔 모양 돌기가 형성되지 않은 번데기에서도 이후 정상적인 촉각을 지닌 성충으로 우화하여 정상적인 번데기와 형

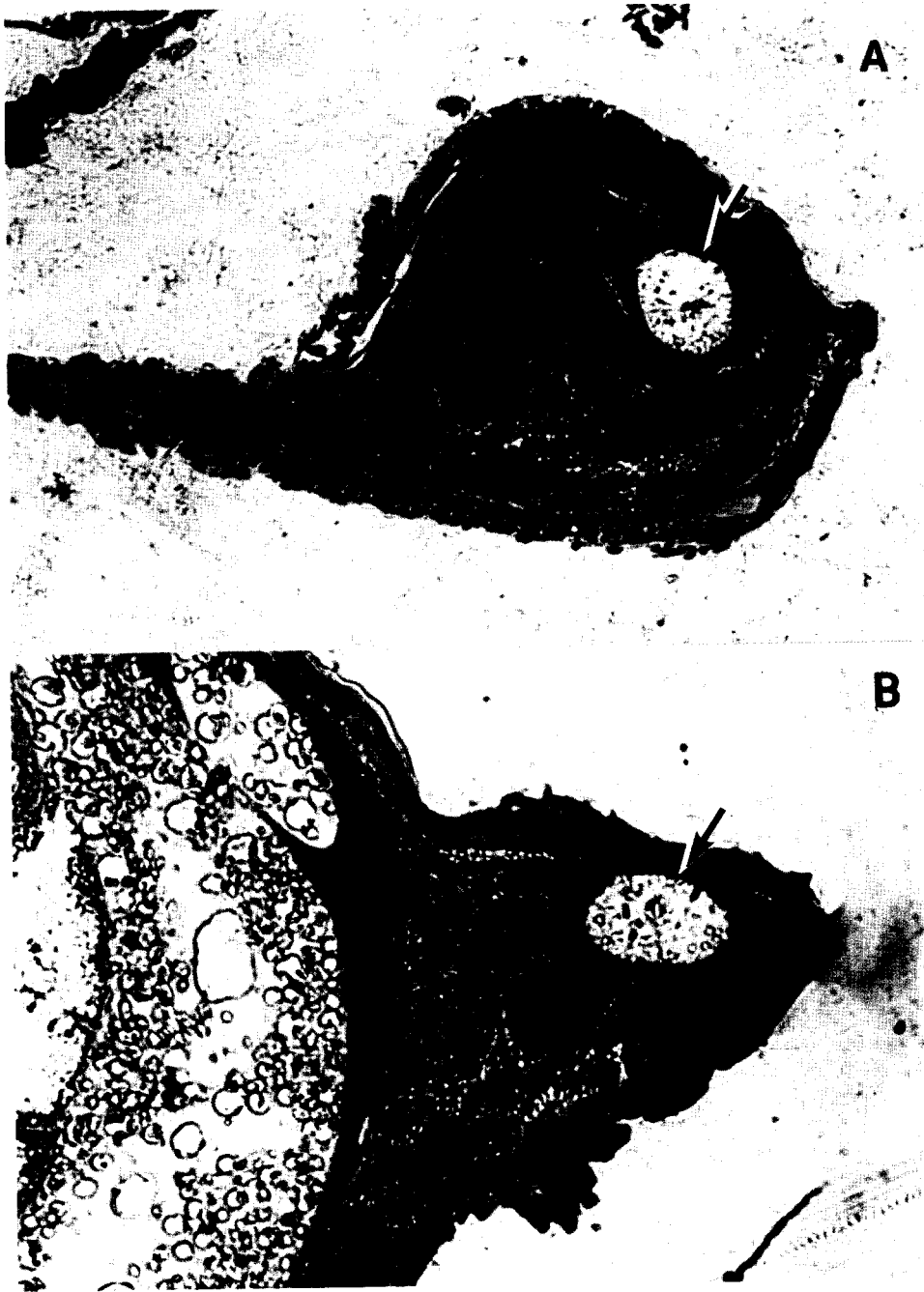


Fig. 4. Micrographs ( $\times 400$ ) of cross section of a protuberance at the middle (A) and basal part (B) in the pupa. Arrow indicates inner structure of a protuberance.

태적 차이가 없는 것으로 볼 때, 형태적으로 관련이 있을 것으로 보여지는 번데기 사슴뿔 모양 돌기와 성충의 촉각과는 무관한 것으로 확인되었다. 또한, 사슴뿔 모양 돌기의 유무는 용화율, 우화율, 우화한 성충의 평균산란수 및 부화율에 영향을 미치지 않았다. 그러나, 사슴뿔 모양 돌기가 형성되지 않은 번데기와 정상

적인 번데기의 용화시 용체를 배지 밖으로 노출하는 정도에 있어서는 큰 차이를 보였는데, 사슴뿔 모양 돌기가 형성되지 않은 번데기는 주로 배지 위에서 용화되었고, 배지 속으로 용체를 함입한 경우에도 그 함입 정도는 정상적인 번데기에 비해 작았다.

사슴뿔 모양 돌기와 연결된 측면 주세로기관지는

복부의 6쌍 강모형 돌기와 관상의 기문기관지로 연결되어 있으며, 사슴뿔 모양 돌기의 내부 역시 공관의 구조를 가지고 있었다. 이러한 결과는 *C. fuscipes* 번데기 전방부에 잘 발달된 1쌍의 사슴뿔 모양 돌기 및 복부의 6쌍 강모형 측부돌기가 번데기에 특이적으로 존재하는 기관계의 일부로서 외부로 노출된 돌기형 기문일 것으로 사료된다. 이와 같은 기관계 기문형태는 수서곤충류에서 흔히 볼 수 있으며, 이를 통해 호흡 및 가스교환이 이루어지는 것으로 알려져 있다 (Gillott, 1980). 이러한 점을 고려할 때, 사슴뿔 모양의 돌기형 기문이 형성되지 않은 번데기에 있어서 용체의 외부 노출 경향은 돌기형 기문의 형성 저해에 따른 호흡과 관련된 생리적 특성으로 보여진다.

*C. fuscipes* 번데기에 관찰되는 특이 돌기들은 번데기 배면에 있는 탈피선을 통해 우화시 탈피각과 함께 성충체로부터 완전히 분리되어 성충기에는 관찰되지 않았다. 이것은 곤충의 변태과정의 일반적인 현상으로서, 기관계 내막은 큐티클성 물질로 구성되어 있기 때문에 탈피시 체벽의 표피층과 같이 탈락되었기 때문이다 (Gillott, 1980).

이상의 결과로 볼때, *C. fuscipes* 번데기에서 특이적으로 관찰되는 사슴뿔 모양 돌기 및 복부의 6쌍 강모형 돌기는 모두 번데기의 기관계로서, 이들은 외부로 돌출된 전형적인 호흡뿔인 것으로 생각된다. 이러한 결과는 위장털파리과 파리류의 특징으로 보고된 바 있는 막대형 흉부 호흡기관 (Shiraki, 1973)과는 형태적으로 다소 상이하나, 기능적으로는 유사한 것으로 생각된다. 따라서 *C. fuscipes* 번데기 특이 돌기의 명확한 생리적 역할 구명을 위해서는 사슴뿔 모양 돌기 및 강모형 돌기의 유무에 따른 번데기의 호흡량 측정 등이 수반 되어야 할 것으로 생각된다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 특정과제 연구비 지원으로 수행되었습니다.

## 인 용 문 헌

- Choi, K.H., H.C. Park, P.D. Kang, E.K. Kang and H.D. Sohn. 1997. Development characteristics and life cycle of a sciarid fly (*Lycoriella* sp.) in indoor rearing. Korean J. Appl. Entomol. 36: 77~82.
- Choi, K.H., S.R. Kim, E.S. Cho, J.S. Bae, W.J. Yang, B.R. Jin and H.D. Sohn. Developmental and life history characteristics of the oyster mushroom fly, *Coboldia fuscipes* (Diptera: Scatopsidae). Appl. Entomol. Zool. (Submitted).
- Gillott, C. 1980. Gaseous exchange. pp. 421~438 in Entomology, eds. by J. Buck, H.E. Hinton and P.L. Miller, Plenum Press, New York.
- Han, Y.S., G.C. Shin and G.P. Kim. 1997. An experiment on the protection against mushroom-infesting cecid fly, *Mycophila* sp. (Cecidomyiidae). RDA. J. Agri. Sci. 19: 21~25.
- Hussey, N.W. 1972. Pests in perspective. Mushroom Science, VIII: 183~192.
- Keizo, Y., A. Syoziro and I. Tamotsu, 1965. Inconographia insectorum japonicorum colore naturali edita. Vol. 3, 184 pp. Hokuryukan, Tokyo.
- Kim, K.C. and C.Y. Hwang. 1996. An investigation of insect pests on the mushroom (*Lentinus edode*, *Pleurotus ostreatus*) in south region of Korea. Korean J. Appl. Entomol. 35: 45~51.
- Kim, K.P. 1990. The ecology and management on mushroom pest. The new gardening 4: 43~47.
- Kim, S.R., K.H. Choi, E.S. Cho, W.J. Yang, B.R. Jin and H.D. Sohn. 1999. An investigation of the major dipteran pests on the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 38: 41~46.
- Shiraki, T. 1973. Classification of Insect. 668 pp. Hokuryukan Co., Ltd., Tyoko.
- Lee, H.S., K.J. Kim and H.U. Lee. 1998. Effect of temperature on the development of sciarid fly, *Bradysia* sp. (Diptera: Sciaridae). Korean J. Appl. Entomol. 37: 171~178.

(1999년 6월 10일 접수, 1999년 10월 2일 수리)