

만손열두조충의 발육단계별 표피 미세구조

손 운 목*, 이 진 하
경상대학교 의과대학 기생충학교실

Tegumental Ultrastructures of *Spirometra erinacei* by Developmental stages

Woon-Mok Sohn* and Jin-Ha Lee

Department of Parasitology and Institute of Health Sciences,
Gyeongsang National University College of Medicine, Jinju 660-751, Korea

(Received March 15, 2005; Accepted March 28, 2005)

ABSTRACT

Present study was performed to observe the tegumental ultrastructures by the developmental stages which derived from the experimental life cycle of *Spirometra erinacei* in laboratory conditions. In SEM view, coracidium was spherical in shape with numerous cilia, and its surface was covered with long cilia, tubercle like projections with millet like processes, and small holes. The body surface of proceroid was covered with numerous pointed microtriches except that of frontal pit with stout spine like ones. However that of cercomer was covered with somewhat sparse blunt tipped microtriches. Plerocercoids of 3 days old resembled the mature proceroid in shape, and their frontal pits were covered with numerous stout spine like microtriches. However frontal pit and body surface in more than 5 days old ones were covered with conoid microtriches. On the surface of adult scolex, hairy long filamentous and stout short microtriches were mixedly distributed. Filamentous microtriches were more densely distributed in the anterior portion than in the posterior of scolex. The neck and immature proglottid were covered with only stout short conoid microtriches. In TEM view of coracidia, embryophore and oncosphere were obviously distinguished. The embryophore contained numerous glycogen particles, mitochondria and lipid granules. The cilia on the surface of embryophore rooted in the coracidial sheath, and consisted of 9 pairs of microtubules and 2 core complex. The oncosphere was covered with a thin and unarmed tegument, and was multi nucleated. The protoplasmic layer of proceroid and plerocercoid consisted of disc shaped bodies, vacuoles and mitochondria. Their tegumental cells commonly retained a nucleus, granular endoplasmic reticulum and secretory granules. The protoplasmic layer of plerocercoid was more compacted than that of proceroid. From the above results, it was confirmed that the tegumental ultrastructures are something different according to the developmental stages of *S. erinacei*.

Key words : Cestoda, Developmental stages, *Spirometra erinacei*, Tegumental ultrastructures

* Correspondence should be addressed to Dr. Woon-Mok Sohn, Department of Parasitology and Institute of Health Sciences, Gyeongsang National University College of Medicine, Jinju 660-751, Korea. Ph.: (055) 751-8757, FAX: (055) 759-4022, E-mail: wmsohn@nongae.gsnu.ac.kr

서 론

전자현미경의 등장으로 각종 생물의 미세구조 관찰이 쉽게 되었고 조충류의 표피가 무세포, 무정형의 불활성 각피라는 개념이 바뀌게 되었다. 조충류의 표피는 무수히 많은 미세모(microtriches)로 덮여있고 선충류와 달리 생명현상을 유지하는데 필요한 활성막으로서 숙주로부터 영양물질을 흡수하고, 대사산물을 배설하며, 숙주의 탐식세포 또는 소화효소로부터 충체를 보호하기 위하여 물질을 분비하는 등 다양한 기능을 가지고 있다(Lee, 1972; Lumsden et al., 1974; Smyth, 1976). 이러한 기능을 수행하는 조충류의 미세모는 발육단계 변화에 따라 변하고 미세모의 구조와 크기가 체부위에 따라 다르다고 하였다(Lumsden et al., 1974; Thompson et al., 1980; Yazaki et al., 1990).

조충류의 표피에 대해서는 많은 연구가 진행되었고 표피의 형성과정을 관찰하기 위해서 발육단계별 유충의 표피에 대해서도 많은 연구가 진행된 바 있다. 조충류 유충 중 *Spirometra* 속(genus) 조충의 표피 미세구조에 관한 연구로는 Oaks & Mueller(1981)가 복미열두조충 원미충의 표피에서 탄수화물을 관찰하였고 Yamane (1968), Kwa (1972), Yamane et al. (1982) 및 Lee et al. (1984) 등은 만손열두조충의 성충 및 고충의 표피미세구조를 관찰하였으며 Okino (1996)는 *S. erinacei*의 발육단계별 표면 미세구조를 관찰한 바 있다.

그러나 우리나라에서 임상적으로 중요한 고충충의 원인 충체인 만손열두조충의 각 발육단계별 유충 및 성충의 표피 미세구조를 체계적으로 관찰한 연구는 없는 실정이다. 그래서 이 연구에서는 이 조충의 생활사를 실험실내에서 유지하면서 발육상태가 잘 조절된 각 발육단계별 충체를 획득하여 주사 및 투과전자현미경으로 표피 미세구조를 관찰하고 각 발육단계별 표피 미세구조의 특징 및 상호 연관성을 관찰하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 주사전자현미경 (Scanning Electron Microscopy)용 시료 제작 및 관찰

실험실내 생활사를 통하여 획득한 만손열두조충의 섬모유충(coracidium), 원미충(proceroid), 충미충(plerocercoid) 및 성충 등의 충체들을 0.1 M cacodylate 완충액(pH 7.4)으로 씻은 후 2.5% glutaraldehyde 용액으로 고정하였다. 고정된 충체들을 다시 완충액으로 3~4번 씻고 ethanol series(50, 70, 80, 90, 95% 및 absolute)로 탈수하였으며 acetone을 거친 후 ABT critical point dryer(model CP-5A)로 건조시켰다. 건조된 표본을 ion coator(Bio-Rad, Polaron-Division, E 5300)로 표면처리한 후 한국 ISI사의 DS-130C 주사전자현미경으로 가속전압 10kv로 관찰하였다.

2. 투과전자현미경 (Transmission Electron Microscopy)용 시료 제작 및 관찰

각 발육단계별 유충들(섬모유충, 원미충, 충미충)을 2% paraformaldehyde + 2.5% glutaraldehyde (0.1 M cacodylate buffer, pH 7.4) 혼합고정액으로 4°C에서 24시간 동안 고정하였다. 고정된 표본들을 해당 완충액으로 씻은 후 1% osmium tetroxide로 상온에서 2시간 동안 후고정하였다. 고정된 표본들을 다시 해당 완충액으로 씻은 후 ethanol series에서 탈수시켰다. Polybed 812 10.5 mL, DDSA 5.5 mL, NMA 6.5 mL를 함께 넣고 약 20분간 섞어준 다음 DMP-30을 0.35 mL 넣고 섞어서 epon mixture를 만들었다. 탈수한 표본을 propylene-oxide로 몇 번 씻고 propylene-oxide : epon mixture 3 : 1 및 1 : 1에서 각각 1시간씩, 1 : 2에서 overnight시킨 다음 pure epon에서 4시간 동안 침투(infiltration)시켰다. 침투가 끝난 표본을 pure epon으로 포매한 후 60°C oven에서 3일간 중합(polymerization)시켰다. 포매된 표본을 ultramicrotome (LKB 2188 Ultratome, NOVA, Sweden)으로 준초박절편(1 μm)을 제작하여 toluidine blue로 염색한 후 관찰할 부위를 결정하였고 초박절편을 만들어 200 mesh grid에 올려서 uranyl acetate와 lead citrate로 이중염색하였다. 염

색된 표본을 JEOL 1200-EX2 투과전자현미경으로 관찰하였다.

결 과

1. 섬모유충의 주사전자현미경 소견

섬모유충은 타원형이었고 표면에 무수히 많은 섬모를 가지고 있었다(Fig. 1). 섬모는 직경이 약 $0.2\mu\text{m}$ 이었고 섬모 사이에는 작은 결절들이 분포하였다(Fig. 2). 섬모사이의 체표면에는 좁쌀같은 작은 돌기들이 무수히 많이 분포하였으며 결절의 가운데에 직경이 약 $0.2\mu\text{m}$ 인 구멍이 드물게 관찰되었다(Fig. 3).

2. 원미충의 주사전자현미경 소견

실험감염 물벼룩으로부터 감염 후 5일 이전에 회수한 원미충은 길쭉하였고 꼬리혹(cercomer)이 관찰되지 않았으나 7일 이후에 회수한 충체는 체후방에 특징적인 타원형의 꼬리혹을 하나씩 달고 있었다(Figs. 4 & 5). 원미충의 전체표면에 무수히 많은 미세모(microtriches)가 분포하였다(Fig. 5). 충체의 전단에는 홈(frontal pit)이 한 개 나있었고 홈 내부에는 역센 긴 췌기형(long pile-shape)의 미세모가 밀생해 있었다(Figs. 6 & 7). 체부위에는 끝이 약간 구부러진 긴 췌기형의 미세모가 밀생해 있었으나 꼬리혹에는 끝이 둔단이며 짧은 미세모가 분포하였다(Figs. 8, 9 & 10).

3. 충미충의 주사전자현미경 소견

실험감염 올챙이로부터 감염 후 3일에 회수한 충체는 원미충과 대동소이한 소견을 나타내었다. 즉, 충체의 전단부에 홈이 하나 나있었고 홈 주위에는 가시모양(hook-like)인 미세모가 밀생해 있었으며 체부위에는 끝이 약간 구부러진 긴 췌기형 미세모가 밀생해 있었다(Figs. 11 & 12). 감염 후 5일에 회수한 충체의 전단홈에서는 가시모양의 미세모가 관찰되지 않았고 체부위에서와 같은 긴 췌기형 미세모가 관찰되었다(Figs. 13 & 14). 감염 후 10일에 회수한 충체에서도 전체표면에 긴 췌기형 미세모가 밀생하였는데 체후방으

로 갈수록 미세모가 가늘어졌다(Figs. 15 & 16).

4. 성충의 주사전자현미경 소견

두절(scolex)의 좌우 측면에 잘 발달된 흡구(sucking groove)가 한 개씩 나 있었다(Figs. 17 & 18). 두절의 앞쪽 부위 측면 및 흡구에는 긴 췌기형 미세모 사이에 섬유상 미세모(filamentous microtriches)가 많이 분포하였고 중간부위의 측면 및 흡구에는 앞쪽부위에 비해 섬유상 미세모의 밀도가 다소 낮았다(Figs. 19, 20 & 21). 경절(neck)에는 긴 췌기형 미세모만 분포하였고(Fig. 22) 미성숙 편절(immature proglottid)에도 긴 췌기형 미세모가 높은 밀도로 분포하였다(Fig. 23).

5. 섬모유충의 투과전자현미경 소견

섬모유충은 크게 배막(embryonic membrane or embryophore)과 육구유충(hexacanth embryo or oncosphere)으로 구성되어 있었다(Fig. 24). 배막의 표면에는 무수히 많은 섬모와 돌기들이 분포하였고 내부에는 무수히 많은 굴리코겐 입자들과 사립체 및 지질과립이 분포하였다(Fig. 25). 섬모는 배막의 바깥에서 유래되었고 횡단면에서 9쌍의 미세소관(microtubule)과 2개의 중심복합체(core complex)가 관찰되어 전형적인 9+2형을 나타내었다(Fig. 26). 육구유충은 핵에 인성분이 많은 다핵성 구조이었고 얇은 표피는 미세모나 돌기가 없는 매끈한 형태를 나타내었다(Fig. 27).

6. 원미충의 투과전자현미경 소견

원미충의 표피는 바깥으로부터 많은 미세모가 포함된 원형질막과 합포체(syncytium), 기저층, 근육층으로 이루어져 있었다(Fig. 28). 합포체는 두께가 $1.23\sim 1.54\mu\text{m}$ 이었으며 내부에는 원반모양체(disc-shape body)와 공포(vacuole) 및 사립체 등이 분포하였고 바깥으로 돌출된 미세모는 긴 췌기형 또는 송곳모양이었다(Fig. 29). 실질층(parenchyme)에는 표피세포(tegumental cell)와 배설관(excretory canal)이 분포하였고 표피세포내에는 수 많은 과립형질내세망(granular endoplasmic reticulum)과 분비과립(secretory granule)이 분포하였다(Figs. 30 & 31).

7. 충미충의 투과전자현미경 소견

충미충의 표피도 많은 미세모가 포함된 원형질막과 합포체, 기저층 및 근육층으로 이루어져 있었으며 각 부위의 경계가 명확하였다(Fig. 32). 합포체는 두께가 3.13~4.63 μm 로 원미충의 원형질층에 비해 훨씬 두꺼웠으며 조밀한 편이었고 내부에는 수 많은 원반모양체와 공포 및 사립체 등이 분포하였다(Fig. 33). 체표면에 분포하는 미세모는 체부위에 따라 형태가 달랐으며 원미충의 미세모에 비해 기저부가 신장된 형태를 취하였다(Fig. 34A). 실질층에는 표피세포와 배설관이 분포하였고 표피세포내에는 수 많은 과립형질내세망이 분포하였다(Figs. 34B & 35).

고 찰

Spirometra 속 조충의 종 분류에 대해서는 아직까지는 논란이 많다. Wardle and McLeod(1952)는 *S. mansoni*와 *S. erinacei*를 독립된 종으로 인정하면서 모식종(type species)을 *S. mansoni*로 해야 된다고 주장하였지만 Yamaguti(1959)는 *S. mansoni*와 *S. erinacei*를 동일종으로 분류하였고 Iwata(1972)는 전 세계적으로 보고되어 있는 6~7종이 모두 같은 총체의 일부분을 보고 나눈 것이라 하여 만손열두조충(*S. erinacei*)으로 통일해야 한다고 주장하였다. 그러나 Mueller(1974)는 북미 지역에 분포하는 *S. mansonioides*는 아시아 지역에 분포하는 *S. erinacei*와 분명히 다른 별종이라고 하였다. 한편, Lee et al.(1990)은 우리나라에 분포하는 *Spirometra* 속 조충의 생활사를 실험실내에서 완성한 후 생물학적, 형태학적 특징을 토대로 *S. erinacei*라고 하였고 Lee et al.(1997)은 PCR-RFLP 분석을 이용한 유전적인 비교에서 *S. erinacei*와 *S. mansonioides*는 같은 조상에서 유래하였으며 진화단계에서 매우 가까운 위치에 있다고 하였다. 상기 여러 학자들의 소견을 토대로 하였을 때, 아시아 대륙에 분포하는 *Spirometra* 속 조충은 *S. erinacei* 단일종임을 알 수 있다. 따라서 일본에서 Okino(1996)가 발육단계별 표면 미세구조를 관찰한 바 있는 *S. erinacei*도 만손열두조충과 동종일 가능성이 매우 높은 것으로 판단된다.

섬모유충의 주사전자현미경 관찰에서 긴 섬모와 소

결절, 좁쌀모양의 돌기 및 작은 구멍이 관찰되었는데 *S. erinacei*유럽에서 긴 섬모와 곤봉형 돌기가 분포한다고 한 Okino(1996)의 소견과 만손열두조충 섬모유충에서 섬모와 비늘같은 돌기가 분포한다고 한 Yamane et al.(1976)의 소견과는 다소 차이가 있다. 한편, Lumsden et al.(1974)은 북미열두조충(*S. mansonioides*) 섬모유충의 투과전자현미경 관찰에서 섬모유충의 바깥막을 섬모와 수 많은 곤봉형의 미세모를 가지고 있는 원형질성 합포체라고 하였다. 이 연구의 투과전자현미경 관찰에서도 섬모유충의 배막 표면에 무수히 많은 섬모와 돌기들이 분포함을 알 수 있었고 섬모 및 돌기들이 배막의 가장 바깥에 있는 coracidial sheath에서 유래하며 섬모는 9쌍의 미세소관과 2개의 중심복합체로 이루어진 전형적인 9+2형 입이 밝혀진 섬이다.

원미충의 정면홈(frontal fit)에 가시모양의 미세모가 분포하는 것은 Okino(1996)의 소견과 동일하였지만 꼬리혹이 나타나는 시점이 이 연구에서는 감염 후 7일 또는 8일이었는데 *S. erinacei*유럽에서는 감염 후 10일에 꼬리혹이 나타난다고 하였다. *S. erinacei*유럽에서 감염 후 3~5일 된 초기단계 원미충 체표면에 짧은 돌기(projection)가 분포하나 감염기간이 더 지난 원미충에서는 미세모로 바뀌었다고 하였다. 이 연구에서는 초기단계의 원미충을 관찰하지 못한 관계로 비교할 수는 없지만 꼬리혹에서 관찰되는 끝이 둔단이며 짧은 미세모가 초기단계 원미충의 체표면에서 관찰되는 것과 거의 같은 형태임을 알 수 있다. 다시 말해서 꼬리혹이 형성되기 전에 원미충 체표면에 분포하는 미세모가 꼬리혹의 미세모와 같은 형태를 취하다가 꼬리혹이 달린 성숙한 원미충으로 발육하면서 체표면의 미세모는 충미충에 분포하는 미세모와 비슷한 형태로 변화한다고 할 수 있다. 이와 같은 소견은 *Diphyllobothrium dendriticum*의 원미충에서도 관찰된 바 있고 투과전자현미경 관찰에서 감염 후 3일에 성장하고 있는 미세용모를 볼 수 있고 감염 후 약 7일 경에는 작은 미세모가 나타난다고 하였다(Grammeltvedt, 1973).

충미충을 회수한 중간숙주가 다르기 때문에 오는 차이점인지 확실치 않지만 몇 가지 점에서 Okino(1996)와 다른 소견을 나타내었다. 실험감염 율쟁이에

서 감염 후 3일에 회수한 총미충은 원미충과 대동소이하였으며 정면흡에 가시모양의 미세모가 밀생해 있었으나 5일 이후에 회수한 총체에서는 전 체표면에 거의 같은 긴 쐐기형 미세모가 밀생해 있었다. 반면, 풀벼룩 체내에서 20일간 발육한 원미충을 마우스에 경구감염시킨 후 5일에 마우스에서 회수한 *S. erinacei*의 총미충은 정면흡에서는 가시모양의 미세모가, 전반부 표면에서는 긴 쐐기형 미세모가 관찰되나 중간부 위 이후의 체표면에서는 미세모가 관찰되지 않는다고 하였고 감염 후 7일에 회수한 총체의 전단부에서는 섬유상 미세모가 관찰된다고 하였다.

섬유상 미세모가 성충의 두절에서만 관찰되는 것은 Okino(1996)과 동일한 소견이나 제1 중간숙주인 풀벼룩에서 20일간 발육한 원미충을 경구감염시킨 마우스에서 7일 이후에 회수한 총미충에 이미 흡구(bothria)가 형성되어 있고 흡구에 섬유상 미세모가 분포한다고 한 Okino(1996)의 소견은 주목할만한 것으로 생각된다. 한편, Thompson et al. (1982)은 단방조충에서도 섬유상 미세모가 두절에만 제한적으로 분포한다고 하면서 이 미세모들이 두절의 부착기관과 숙주의 장점막 사이에서 중요한 기능적 역할을 수행할 것이라고 하였다. 이 연구에서 관찰된 섬유상 미세모가 성충 두절의 중간 부위보다 앞쪽 부위 표피에서 더 밀도 높게 분포하는 소견으로 미루어 보아 총체가 숙주 점막에 부착하는데 중요한 역할을 할 것으로 추정된다. 조충류의 체표면을 덮고 있는 미세모는 체표 면적을 넓게 하여 영양분 흡수를 용이하게 하고 숙주의 면역반응으로부터 체부위를 보호하는 것이 주 기능인 것으로 알려져 있지만 원미충 시기부터 성충 시기까지 총체의 전 체표면을 덮고 있는 각 발육단계별 미세모의 기능에 대해서는 숙주-기생충 상호관계와 관련하여 더 심도있는 연구가 요구된다고 생각한다.

각 발육단계별 유충의 투과전자현미경 소견은 Lumsden et al. (1974)이 복미열두조충에서 관찰한 소견과 대동소이하였다. 섬모유충은 배막과 육구유충이 명확히 구분되었고 배막에는 글리코겐 입자, 지질과립 및 사립체 등이 많이 분포하였는데 이 구성 요소들은 섬모운동에 필요한 에너지 공급과 밀접한 상관관계가 있는 것으로 판단되었다. 육구유충의 체표면은 얇은

구조이면서 표면이 매끈하였는데 풀벼룩 체내에서 원미충으로 발육하는 과정에 미세모가 원미충 체표면에 생성될 것이지만 이 연구에서는 생성 중인 중간 단계의 미세모를 관찰하지 못하였다. 미세모의 생성 기전을 알기 위해서는 섬모유충을 풀벼룩에 감염시킨 후 경시적으로 원미충을 회수하여 관찰하여야 할 것으로 생각된다. 원미충과 총미충의 표피는 원형질층(합포체), 기저층 및 근육층 등으로 이루어져 각 부위의 경계가 명확하였고 구성요소도 비슷하였다. 그러나 총미충의 원형질층 두께가 원미충에 비해 훨씬 두꺼웠으며 조밀한 편이었고 체표면에 분포하는 미세모도 원미충의 미세모에 비해 기저부가 신장된 형태를 취하면서 성충의 표피구조에 가까워졌다.

Spirometra 속 조충은 주로 개나 고양이 등의 소장 에 기생한다. 인체에서는 유충인 총미충이 고충증(sparganosis)을 일으켜 임상적인 문제를 야기하므로 폐흡충의 이소기생 및 유구낭미충증(cysticercosis)과 함께 우리나라의 3대 조지침입 연충질환으로 중요시되고 있다(Sohn et al., 1996). 한편, 흡충류 및 조충류 감염에 프라지판텔이 매우 우수한 구충제이지만 고충증에는 효과적이지 못한 것으로 알려져 있다(Sohn et al., 1993). 국민보건에 위해가 되는 고충증의 약물 치료법을 확립하기 위하여 각종 약제에 대한 고충의 저항성이 검토되어야 하고 용이한 혈청면역학적 진단을 위하여 각 발육단계 및 총체 부위별 항원성 단백질의 분리 등과 같은 일련의 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다. 이 연구는 이와 같은 연구에 선행되어 진행된 기초적인 연구이다. 실험실내에서 생활사를 유지하면서 발육상태가 잘 조절된 각 발육 단계별 총체를 얻어서 표피미세구조를 관찰함으로써 각 발육단계별 표피미세구조의 특징과 상호 연관성을 알 수 있었다. 이 연구 결과는 만손열두조충 각 유충 발육단계별 표피 미세구조의 정상소견이기 때문에 전자현미경을 이용하여 고충증에 대한 병리학적, 면역학적 연구 및 약제의 작용기전 등을 연구할 때 표준 소견으로 활용할 수 있을 것이며 가깝게는 *Spirometra* 속 조충 및 다른 조충류의 표피 미세구조 연구에 참고가 되는 기초적인 자료로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- Grammeltvedt AF: Differentiation of the tegument and associated structures in *Diphyllobothrium dendriticum* Nitsch (1824) (Cestoda: Pseudophyllidea). An electron microscopical study. Int J Parasitol 3 : 321-327, 1973.
- Iwata S: Experimental and morphological studies of Manson's tapeworm, *Diphyllobothrium erinacei*, Rudolphi. Special reference with its scientific name and relationship with *Sparganum proliferum*, Ijima. Prog of Med Parasit in Japan 4 : 536-590, 1972.
- Kwa BH: Studies on the sparganum of *Spirometra erinacei*. III. The fine structure of the tegument in the scolex. Int J Parasitol 2 : 35-43, 1972.
- Lee DL: The structure of the helminth cuticle. Adv Parasitol 10 : 347-379, 1972.
- Lee SH, Hong ST, Chai JY, Seo BS: Ultrastructural observation on the *Sparganum* tegument. Seoul J Med 25 : 395-402, 1984. (Korean).
- Lee SH, We JS, Sohn WM, Hong ST, Chai JY: Experimental life history of *Spirometra erinacei*. Korean J Parasitol 28 : 161-173, 1990.
- Lee SU, Huh S, Phares CK: Genetic comparison between *Spirometra erinacei* and *S. mansonioides* using PCR-RFLP analysis. Korean J Parasitol 35 : 277-282, 1997.
- Lumsden RD, Oak JA, Mueller JF: Brush border development in the tegument of the tapeworm, *Spirometra mansonioides*. J Parasitol 60(2) : 209-226, 1974.
- Mueller JF: The biology of *Spirometra*. J Parasitol 60(1) : 3-14, 1974.
- Oaks JA, Mueller JF: Location of carbohydrate in the tegument of the proceroid of *Spirometra mansonioides*. J Parasitol 67 : 325-331, 1981.
- Okino T: Surface ultrastructure in developmental stages of *Spirometra erinacei* *europaei* (Rudolphi, 1819) Mueller, 1937 (Cestoda, Pseudophyllidea). Jpn J Parasitol 45 : 112-122, 1996.
- Smyth JD: Introduction to animal parasitology. 2nd ed. Hodder & Stoughton, London, 1976.
- Sohn WM, Chai JY, Lee SH: Epidemiologic studies on diphyllobothriid tapeworms in Korea. Proceed. 2nd Japan Korea Parasitologists' Seminar (Forum Cheju 2) : 66-73, 1996.
- Sohn WM, Hong ST, Chai JY, Lee SH: Infectivity of the sparganum treated by praziquantel, gamma irradiation and mechanical cutting. Korean J Parasitol 31(2) : 135-139, 1993. (Korean)
- Thompson RCA, Hayton AR, Jue Sue LP: An ultrastructural study of the microtriches of adult *Proteocephalus tidswelli* (Cestoda: Proteocephalidea). Z Parasitenkd 64 : 95-111, 1980.
- Thompson RCA, Houghton A, Zaman V: A study of the microtriches of adult *Echinococcus granulosus* by scanning electron microscopy. Int J Parasitol 12 : 579-583, 1982.
- Yamaguti S: Systema Helminthum. Vol. II. The cestodes of vertebrates. Interscience Publishers, New York, pp. 358-361, 1959.
- Yamane Y: On the fine structure of *Diphyllobothrium erinacei* with special reference to the tegument. Yonago Acta Medica 12(3) : 169-181, 1968.
- Yamane Y, Nakagawa A, Makino Y, Hirai K: An electron microscopic study of subtegumental cells and associated structures of *Spirometra erinacei*. Jap J Parasitol 31(6) : 487-497, 1982.
- Yamane Y, Okada N, Seki R: Scanning electron microscopic observation of hatching in some diphyllobothriid cestodes. Yonago Acta Medica 20 : 234-240, 1976.
- Yazaki S, Fukumoto S, Maejima J: Cytoskeletal construction and alteration of microtriches of *Diphyllobothrium hottai*, during early developmental stages. Jpn J Parasitol 39 : 165-171, 1990.
- Wardle RA, McLeod JA: The zoology of tapeworms. University of Minnesota Press, Minneapolis, USA, pp. 559-615, 1952.

<국문초록>

실험실내 생활사를 통하여 획득한 만손열두조충의 각 발육단계별 유충 및 성충의 표피미세구조를 주사 및 투과전자현미경으로 관찰하고자 하였다. 주사전자현미경 관찰에서 섬모유충은 타원형이었고 체표면에 직경이 약 0.2 μm인 섬모, 작은 결절 및 좁쌀모양의 돌기 등이 밀생하고 있었으며 직경 약 0.2 μm인 구멍이 드물게 분포하였다. 원미충의 전단에는 가지모양 미세모가 밀생하였고 체부위 체표면에는 끝이 약간 구부러진 긴 쐐기형 미세모가 밀생하였으며 꼬리혹에는 둔단의 짧은 미세모가 분포

하였다. 실험감염 올챙이에서 감염 후 3일에 회수한 충미충은 성숙한 원미충과 형태가 유사하였고 전단흡에는 역선 가시모양의 미세모가 밀생해 있었다. 감염 5일된 충미충의 전단흡에는 3일된 충체에서 관찰되었던 가시모양 미세모는 없었고 체부위에서 관찰되는 것과 동일한 미세모가 분포하였다. 성숙한 충미충의 체표면에는 원추형의 미세모가 밀생해 있었는데 전반부에 분포하는 것이 후반부의 것보다 약간 역선 모양이었다. 성충의 두절에는 긴 점모상의 미세모와 짧고 역선 모양의 미세모가 혼재되어 있었으며 점유상 미세모의 밀도는 두절의 중간부위보다 전반부에서 높았다. 경절과 미성숙 편절에는 짧고 역선 원추형의 미세모가 밀생해 있었다. 투과전자현미경 관찰에서 점모유충은 배막과 육구유충이 명백히 나누어져 있

었고 배막에는 무수히 많은 점모와 글리코겐 입자, 사립체 및 지질과립 등이 분포하였다. 점모는 9쌍의 미세소관과 2개의 중심복합체로 구성되어 있었고 육구유충은 얇고 표면이 매끈한 표피로 덮여 있었으며 다핵성 구조이었다. 원미충 및 충미충의 표피는 송곳 모양의 미세모가 포함되어 있는 원형질막과 합포체, 기저층 및 근육층으로 이루어져 있었고 합포체에는 수 많은 원반모양체와 공포 및 사립체 등이 분포하였다. 실질층에서는 배설관과 표피세포가 관찰되었으며 표피세포는 핵 주위에 무수히 많은 과립형질내세망과 분비과립 등을 내포하고 있었다. 이상의 결과로 만손열두조충의 표피미세구조가 발육단계에 따라 변화하면서 특징적인 소견을 나타냄을 확인하였다.

FIGURE LEGENDS

Figs. 1–3. Scanning electron microscopic (SEM) views on coracidia of *Spirometra erinacei*.

Fig. 1. A coracidium of which tegumental surface was retained numerous cilia.

Figs. 2 & 3. Enlarged view of coracidial surface showing numerous long cilia, tubercle-like projections with millet-like processes, and small holes.

Figs. 4–10. SEM views of *S. erinacei* proceroid larvae.

Fig. 4. An 8-day old proceroid with a cercomer.

Fig. 5. A 14-day old proceroid with a cercomer, of which surface was covered with numerous microtriches.

Fig. 6. Anterior portion of 8-day old proceroid, of which frontal pit had stout spine-like microtriches.

Fig. 7. Microtriches distributed in the frontal pit of 14-day old proceroid.

Fig. 8. Surface of the middle portion of 14-day old proceroid, of which microtriches were long pile-shape and their tips were slightly curved.

Fig. 9. A higher magnification of Fig. 8.

Fig. 10. Surface of the cercomer covered with somewhat sparse blunt-tipped microtriches.

Figs. 11–16. SEM views of *S. erinacei* plerocercoid larvae (spargana).

Fig. 11. Whole body of a 3-day old worm, of which microtriches were similar to mature proceroid.

Fig. 12. Enlarged view of the frontal pit in a worm of Fig. 11 which had numerous spine-like microtriches.

Fig. 13. Frontal pit of a 5-day old worm, in which microtriches were not spine-like.

Fig. 14. Posterior surface of a 5-day old one, in which microtriches were long pile-shape and their tips were slightly curved.

Fig. 15. Whole body of a sparganum recovered from an experimental tadpole at 10 days post infection.

Fig. 16. Microtriches in the anterior portion of Fig. 15.

Figs. 17–23. SEM views of adult *S. erinacei*.

Fig. 17. Lateral view of scolex.

Fig. 18. Frontal view of scolex, which resembled a letter 'X'.

Fig. 19. Anterior surface of the sucking groove. Filamentous microtriches were more densely distributed.

Fig. 20. Middle surface of the sucking groove. Filamentous microtriches distributed more sparsely than in anterior portion.

Fig. 21. Microtriches distributed on the mid-lateral surface of scolex.

Fig. 22. Conoid microtriches distributed on the neck portion.

Fig. 23. Conoid microtriches densely distributed on the surface of immature proglottid like on the neck portion and mature proglottid.

Figs. 24–35. Transmission electron microscopic (TEM) views of larval *S. erinacei*. All scale bar unit is micrometer.

Figs. 24–27. TEM views of coracidia.

Fig. 24. Whole sectional view showing oncosphere (arrow mark), embryophore (EP) and cilia.

Fig. 25. Magnification of a part of embryophore, which contained numerous glycogen particles, mitochondria (M), non-membrane bound lipid granule (LG) and small projections (arrow marks).

Fig. 26. Longitudinal and cross (boxed area) sectional views of cilia (C), which rooted in the coracidial sheath (CS), and consisted of 9 pairs of microtubules and 2 core complex.

Fig. 27. Magnification of a part of oncosphere, which covered with a thin and unarmed tegument (arrow mark), and contained a multi-nucleated (N) embryo.

Figs. 28–31. TEM views of proceroid.

Fig. 28. Whole sectional view of tegument, which consisted of plasma membrane including spear-shaped microtriches, protoplasmic layer, basement layer (BL) and muscle layer (ML).

Fig. 29. Magnification of a part of protoplasmic layer, which consisted with disc-shaped bodies, vacuoles and mitochondria.

Fig. 30. Excretory duct (ED) located in the parenchymal portion.

Fig. 31. Tegumental cell, which retained a nucleus (N), granular endoplasmic reticulum and secretory granules (SG).

Figs. 32–35. TEM views of plerocercoid.

Fig. 32. Whole sectional view of tegument, which consisted of plasma membrane including microtriches, protoplasmic layer, basement layer (BL) and muscle layer (ML).

Fig. 33. Magnification of a part of protoplasmic layer, which consisted of disc-shaped bodies, vacuoles and mitochondria, and showed more compacted feature than that of proceroid.

Fig. 34. Tegument (A) and a tegumental cell (B) in the parenchymal portion.

Fig. 35. Excretory duct (ED) located in the parenchymal portion, which retained excretory materials near its wall.















