동굴성 거미류의 시각기 미세구조에 관한 연구
The Study on the Fine Structure of the Eyes of Trogrobiontic Spiders (Araneae; Cave dewelling spiders)

*권중균, 백두진, 김주필**
*한양대학교 의과대학 전자현미경실, 동국대학교 생물학과**

1. 서론

거미류를 먹이 포획습성의 유사성과 생활형태에 따른 행동면으로 크게 나누면 거미그물을 치는 정주성 거미류 (조망성, orb-weavers)와 그물을 치지 않는 배회성 거미류 (비조망성, non orb-weavers)로 크게 나눈다. 또 생활장소에 따라 지중성 (地中性), 동굴성, 지상성 등의 유형이 있고, 특수한 유형으로 수중성이 있다 (Kim, 1995; Foelix, 1996; Kim, 1998). 동굴성 거미류의 대표적인 거미로서는 잔나비거미, 굴아기거미, 굴왕거미, 농발거미, 해방거미, 먹닷거미 등이 있다. 동굴은 년중 암흑이며 거의 온도변화가 없는 기온, 100%에 가까운 높은 습도, 부족한 영양, 움직임이 없는 공기 등은 생체 환경 중에서도 특수한 환경이므로 거기에 사는 동물은 자연히 한정되고 그곳의 환경에 적응한 것이 살아 남고 있다. 빛이 없는 환경에서의 거미시각기의 구성에 따르는 미세구조를 밝히고자 하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구에 사용된 재료는 2000년 5월에서부터 2000년 8월 25일까지 동굴이 많은 제주도 등지에서 채집하였다. 동굴성거미는 굴아기거미 일종 (Nesticidae sp.)과 잔나비거미 일종 (*Leptoneta* sp.)을 채집하였으며 실험방법은 투과전자현미경과 주사전자현미경으로 관찰하였다.

3. 결과

3-1. 굴아기거미 일종 (Nesticidae sp.)

한국산 굴아기거미科 (Nesticidae)는 2屬 (쇠굴아기거미屬; *Nesticella,* 굴아기거미屬; *Nesticus*)이 있다. 굴아기거미류는 진동굴성거미로써 체장 2~4㎜ 정도이며 몸은 엷은 황갈색이고 복부는 윤기가 있으며 어두운 동굴과 바위그늘에 작고 불규칙한 거미그물을 쳐서 먹이를 잡거나 일정한 지역에 머물러 있다. 두흉부에서 돌출한 시각기는 4쌍 2열로서 전열은 후열보다 조금 짧으며 또 양측안인 전측안과 후측안은 근접해 있었다.

현미경 관찰 결과 시각기를 이루는 구성과 구조는 전중안 (AME)에서 수정체와 유리체 그리고 망막의 기본 구성을 구분할 수 있으나 부안인 전측안 (ALE), 후중안 (PME), 후측안 (PLE)은 기본구성을 완전히 이루지 못하고 있었다.

전중안은 전면을 향하며, 외부 직경은 가장 작으나 돌출한 시각기 외부 직경에 비하여 내부 구조는 불록렌즈의 형태와 원주형세포로 이루어진 유리체가 존재하였으며 망막 부위에서는 소량의 감간체 와 지지세포가 있었다. 감간체와 시세포주위에 색소세포는 발견되지 않았다.

그러나 모든 시각기에서 반사체가 매우 잘 나타났다. 반사체는 전측안, 후중안, 후측안에서 특별히 발달되어 있으며 반사체를 생성하는 세포도 존재하였다. Teasing method에 의하여 반사체의 구조를 주사전자현미경으로 관찰한 결과는 돌출된 시각기 내면에 판상구조물을 형성한 반사체가 4~11개의 층상 구조로 감간을 향하여 배열되어 있었다. 반사체는 두께가 0.1㎛ 이하로 얇으며 직경은 2~8㎛의 육각형 또는 장방형 형태로 촘촘하게 배열되어서 단단하고 견고하며, 긴밀하게 자리하고 있었다. 또한 그 모양은 유리가 깨진 듯한 결정으로 보이기도 하였다.

색소세포는 안구의 주변과 반사체 뒤에 크고 작은 원형의 과립을 갖는 색소세포가 있었고 안배 주위에는 혈액층이 있으며, 근육은 안배와 접해 있거나 안구를 둘러싸고 있었다.

3-2. 잔나비거미 일종 (*Leptoneta* sp.)

어두운 동굴과 바위그늘에 서식하는 잔나비거미류는 체장이 1-2㎜ 정도이며 6개의 눈은 전열 중앙에 4개가 모여있고 후열의 중앙에는 2개의 눈이 맞닿아 전면을 향하고 있었다. 전열안에 모여 있는 4개의 눈 중에서 전중안이 가장 큰 67㎛를 나타냈으며 전측안은 58㎛, 후중안은 40㎛의 외부직경을 가졌다.

광학현미경에서 관찰한 결과 시각기의 기본 구성요소인 각막, 수정체, 유리체 그리고 망막의 시각기 구성요소를 갖는 구조의 배열을 볼 수 없었다. 시각기의 외부는 지문 모양의 무늬를 나타냈으며 6개의 눈에서 수정체의 조성을 찾아 볼 수 없었다.

전자현미경으로 관찰한 3쌍 시각기의 미세구조분석에서 잔나비거미류의 시각기는 기본구성을 갖추지 않은 양상을 나타냈다. 특히 렌즈와 유리체 그리고 망막의 규칙적 구성이 없고, 세포들이 조직적으로 정열된 모습도 찾을 수 없었다. 거미시각기의 특별한 망막구성과 배열에서 감간체의 미세융모는 배열이 일정하지 않으며 무질서한 상태로 간간히 나타났다. 불규칙한 미세융모로 이루어진 감간 사이의 분절에는 다소포체, 사립체, 소포 그리고 용해소체들이 보였다. 안배 (eye cup) 내부의 신경세포로 보이는 몇몇 세포의 핵은 원형이고 세포질은 활면소포체, 사립체, 액포 그리고 용해소체가 있었으며 드물게는 잔여소체도 보였다. 그렇지만 시신경은 관찰하지 못하였다.

드물게는 잔여소체도 보였다. 그렇지만 시신경은 관찰하지 못하였다.

반사체는 비교적 많은 층상구조를 가지며 망막 뒤를 감싸고 있었다. 또 반사체 뒤에는 어김없이 멜라닌색소들로 꽉 찬 세포가 존재하였다. 3쌍의 시각기 내부 구조는 소량의 감간을 포함하는 신경세포와 신경아교세포가 시각기를 이루며 망막내 색소세포는 없었다. 시각기의 전체 세포 수는 십여 개의 세포에 지나지 않았다.

4. 고찰

시각기 구성에서 굴아기거미는 주안인 전중안에서만 수정체가 있으며 나머지 부안들은 수정체와 유리체가 관찰되지 않았다. 잔나비거미의 시각기에서는 주안과 부안 모두에서 수정체와 유리체가 없는 것으로 나타났다. 이것은 광을 이용할 기회가 적으므로 인하여 시각기를 이용할 필요성이 줄어든 환경으로 인한 퇴화의 징후로 보였다.

전자현미경상에서 잔나비거미의 망막에는 감간체의 형태인 미세융모가 불규칙적으로 배열되어 있고 정열되지 않은 채 존재하였다. 전중안의 시세포에는 불규칙한 핵과 세포질에는 미세융모 구조가 수조구조화 되어 나타났으며, 사립체와 다소포체, 용해소체도 존재하는 것은 시세포의 구조와 성상을 보여 주는 것이다. 또 시세포의 수가 10~20여 개에 불과하다는 것과 미세융모의 배열이 불규칙한 것 등은 시각기의 활동이 미약하다는 것으로 판단된다.

또 연중 암흑 속에서 온도와 습도, 먹이형태 등이 변화가 낮은 환경에서 시각기를 활용하지 않으므로 인하여 시각기를 이루는 구성요소들의 구조물이 퇴화된 것으로 생각된다.