

들풀거미 (*Agelena limbata*) 독분비기관내 독액의 생성에 관한 연구

문명진

단국대학교 자연과학대학 생물학과

거미류의 독선에서 분배되는 독액(venom)은 생성되는 위치에 따라 독물질과 점액물질의 두가지 종류로 구분되었다. 선분비부의 전부와 분비관에서 분비되는 독물질은 전자밀도가 높은 구형 과립의 형태로 합성된 후, 부분분비에 의해 내강으로 방출되었고, 선분비부의 후부에서 생성되는 점액물질은 커다란 덩어리의 형태로 집적된 후, 세포질의 일부와 함께 이출분비의 기작에 의해 방출되었다. 이들은 공통적으로 선상피세포에 발달된 조면소포체와 골지복합체를 거쳐서 생성되었으며, 분비물질의 성숙 단계에 따라 다양한 형태적 변화가 관찰되었다.

KEY WORDS: Ultrastructure, Venom Production, Spider, *Agelena limbata*

오늘날 지구상에서 곤충류 다음으로 많은 종을 보유하여 번성하고 있는 거미류는 농작물의 해충에 대한 강력한 천적으로서, 먹이를 포식하는 과정에서 독을 사용하는 특이한 습성을 지니고 있다. 거미류의 독이 피식자인 곤충에 대해서는 치명적인 것으로 작용하지만, 대개의 경우 척추동물에까지 치명적인 독성을 발휘하는 종류는 일부의 종에만 한정되어 있다(Schenberg and Pereira-Lima, 1971). 특히 국내에 서식하는 거미류 중에 인체에 치명적인 강력한 독성을 가진 종류는 없는 것으로 보고되어 있다(Moon *et al.*, 1987).

거미류가 분비하는 독(venom)은 일종의 단백질로서, epeiralsin, arachnotoxin, arachnolysin, epeiratoxin 등의 종류가 알려져 있다. 작용하는 부위에 따라 신경성 독과, 혈액성 독으로 구분되며, 독성이 강하고 인체에 유해한 독을 가진 *Latrodectus*속(Frontali and Grasso, 1964; McCrone and Netzioff, 1965; McCrone and Hatala,

1967; Russel and Buess, 1970; Pansa *et al.*, 1972; Bettini and Maroli, 1978; Cavalieri *et al.*, 1990), *Loxosceles*속(Morgan and Felton, 1965; Odell *et al.*, 1975; Schenone and Suarez, 1978; Wasserman and Anderson, 1983; Gates and Rees, 1990), *Atrax*속(Sutherland, 1972, 1973; Spence *et al.*, 1977), *Phonutria*속(Kaiser, 1953; Schenberg and Pereira-Lima, 1971) 등을 대상으로 독액의 약리학적 및 생화학적 특성 등이 연구되어 왔다.

국내에서는 비교적 최근에 Moon 등(1987), Moon (1992) 등에 의하여 왕거미과와 가계거미과의 종류를 대상으로 독선의 미세구조가 보고된 바 있으나, 선세포 내에서의 독물질 생성 과정은 현재까지 명확히 규명되지 않고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 대형의 곤충을 포식하는 종류로서 독선이 특히 잘 발달된 가계거미과의 들풀거미를 실험 재료로 하여 독선에서 생성되는 독액의 미세구조적 특성과 세포내 독액 생성과정을 형태적인 측면에서 조사하였다.

본 연구는 1991년도 한국과학재단 연구비(과제번호: 911-0403-032-1) 지원에 의한 결과임.

재료 및 방법

충청남도 천안시 근교에서 채집한 가계거미과(Agelenidae)의 들풀거미(*Agelena limbata* Thorell)를 실험실(25°C)에서 사육하여 마지막 탈피가 끝난 성체를 선별하여 실험에 사용하였다.

실험재료를 4°C에서 15분간 저온 처리하여 마취시킨 후, 생리식염용액(pH 7.4)에서 해부하여 독액 분비기관인 독선을 조심스럽게 절취하였다. 해부된 시료는 2.5% paraformaldehyde-glutaraldehyde(4°C, pH 7.4)와 1% OsO₄(4°C, pH 7.4)로 전, 후고정하여 완충용액(4°C, phosphate buffer, pH 7.4)으로 충분히 세척하여 ethanol농도 상승순으로 탈수하였다. 탈수가 끝난 시료는 propylene oxide로 치환하여 Epon-Araldite 혼합액에 포매하였으며, LKB 2088형 초박절편기로 은색 절편을 제작하여 copper grid에 부착시킨 다음, uranyl acetate와 lead citrate로 이중 염색하여 JEM 100 CX-II형 투과 전자현미경으로 80 kV에서 관찰하였다.

결과

독선의 분비관에서는 한가지 종류의 독물질만이 분비관의 전체 부위에 걸쳐서 고루 생성되었으나, 독니와 연결되는 개구부 근처의 분비관 전부에서 가장 활발하였다. 분비관의 내강을 향해 원주상으로 배열된 각각의 선분비세포 내부에는 전자밀도가 높고, 평균 직경이 0.8 μm인 구형의 분비과립들이 치밀하게 집적되어 있었다. 이들은 과립의 성숙정도에 따라서 크기와 전자밀도에 약간의 변이를 가지고 있었지만, 모두 동일한 물질인 것으로 관찰되었다. 독성을 가진 이 분비과립은 두 종류의 선상피세포중 전자밀도가 높은 암세포(dark cell)로부터 생성되었으며, 내강면의 원형질막에 형성된 미세융모의 사이를 통해 분비관의 내강으로 방출되었다. 내강으로 방출된 분비과립들은 수

분을 흡수하여 과립의 크기가 일시적으로 증가하였으나, 곧 해체되어 보다 작은 무정형의 조각으로 변형되었다(Fig. 1-1).

선상피세포의 세포질 돌기에 둘러싸여 내강쪽으로 이동이 완료된 성숙 분비과립의 평균직경은 약 1.3 μm에 달하였고, 전자밀도가 극히 높은 대형 과립의 가장자리 부분에는 전자밀도가 낮은 소형의 과립들(0.1-0.2 μm)이 다수 부착된 형태로 관찰되었다. 그리고 큰 과립의 내부에 작은 소포들을 함유하고 있는 multivesicular body 형태의 분비과립도 일부 관찰되었다(Fig. 1-2). 이들 과립의 생성과정을 확인하기 위해 선상피세포에서 생성되는 여러 가지 형태의 과립들과 비교해 본 결과, 이들은 모두 선상피세포의 세포질에서 독자적인 경로를 거쳐 생성된 후, 성숙과정에서 과립의 융합이 일어나는 것으로 관찰되었다(Fig. 1-3, 4).

선상피세포 내부에서의 분비과립 형성과정에는 세포질에 발달된 조면소포체와 골지복합체가 관여하는 것으로 확인되었다. 즉, 암세포의 세포질에 존재하는 조면소포체로부터 합성된 전구물질이 골지복합체를 거쳐 재분비되고 농축됨으로써 독물질의 생성이 완료되었다(Fig. 2-1). 골지복합체의 성숙면으로부터 떨어져 나온 작은 소포들은 상호 융합되고 농축되어 전자밀도가 낮은 섬유상의 내부구조를 가진 구형과립을 형성하였고(Fig. 2-2), 골지복합체로부터 형성된 소포가 계속 융합되어 분비물질이 농축됨에 따라 과립의 가장자리쪽부터 동심원상의 층판 구조가 형성되기 시작하였다(Fig. 2-3). 이어서 과립 중심부쪽으로부터 층판 구조가 점차 소실되면서 전자밀도가 높고, 결정 구조를 가진 분비과립이 최종적으로 생성되었다(Fig. 2-4).

독선의 선분비부에서 생성되어 분비되는 독액은 그 미세구조적 특성과 분비되는 위치에 따라 크게 두가지 종류로 구분되었다. 한가지 종류는 분비관에서 관찰되었던 물질과 동일한 종류로서 분비관쪽으로 면한 선분비부의 일부 구역에서만 관찰되었고, 다른 한가지 종류는 선분비부의 대부분을 차지하는 나머지 구역에

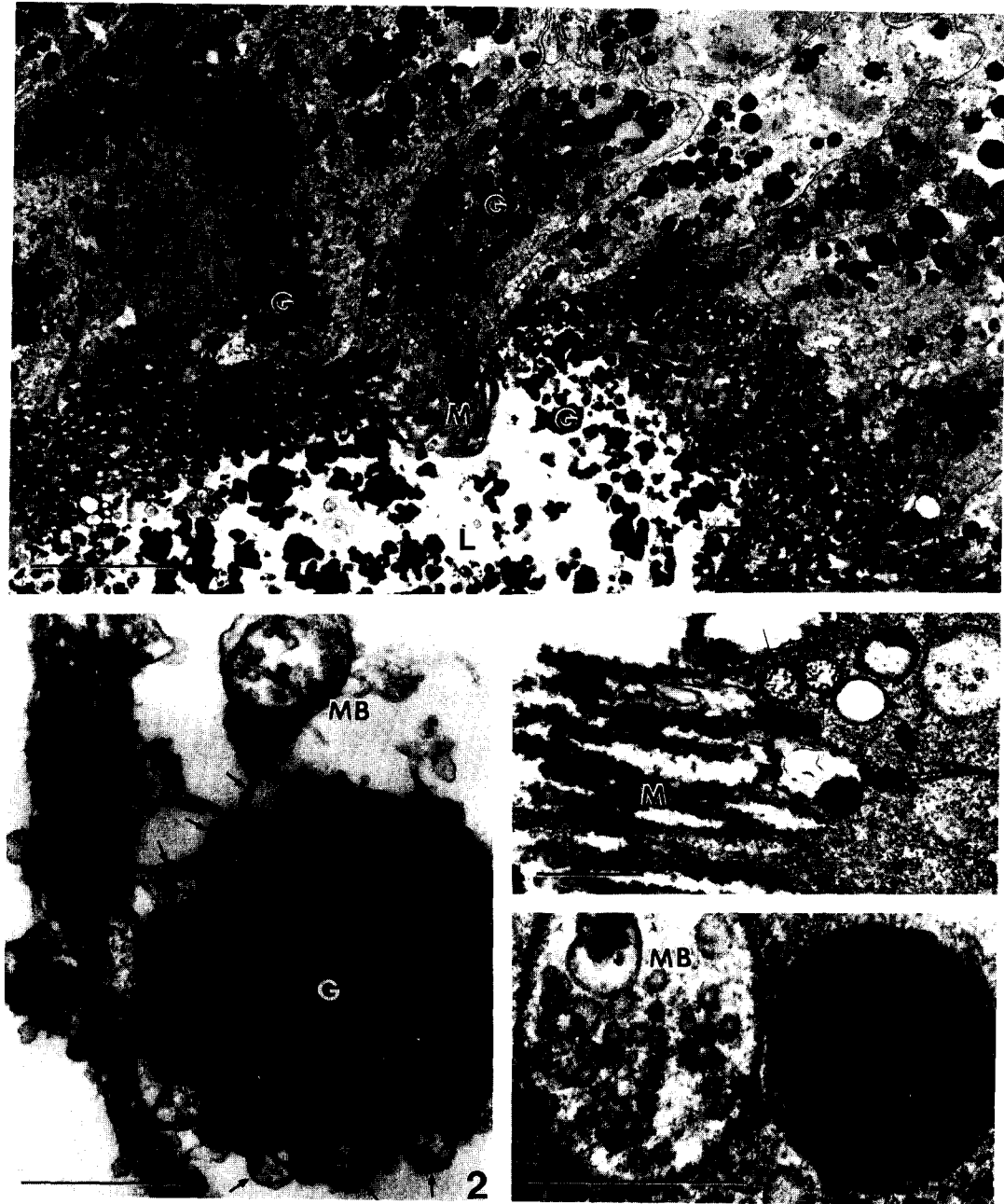


Fig. 1. Electron micrographs of production of secretory material at the anterior excretory duct of the venom gland in the spider *Agelena limbata*. 1. Venomous secretory granules are produced within the cytoplasm of the glandular epithelial cells, and extruded to lumen (L) through the apical surface as a form of electron dense granule (G). M: microvilli, Bar: 5.0 μm . 2. Note the venomous secretory granules just released to lumen of the venom gland. Along the margin of the large electron dense granule (G), small secretory granules (arrows) are compactly attached. MB multivesicular body, Bar: 0.5 μm . 3. These secretory granules (arrows) are released from the glandular epithelial cells to the lumen by the exocytosis commonly. M: microvilli, Bar: 0.5 μm . 4. High magnification electron micrograph of secretory material produced as a form of multivesicular body (MB) within the cytoplasm. Bar: 0.5 μm .

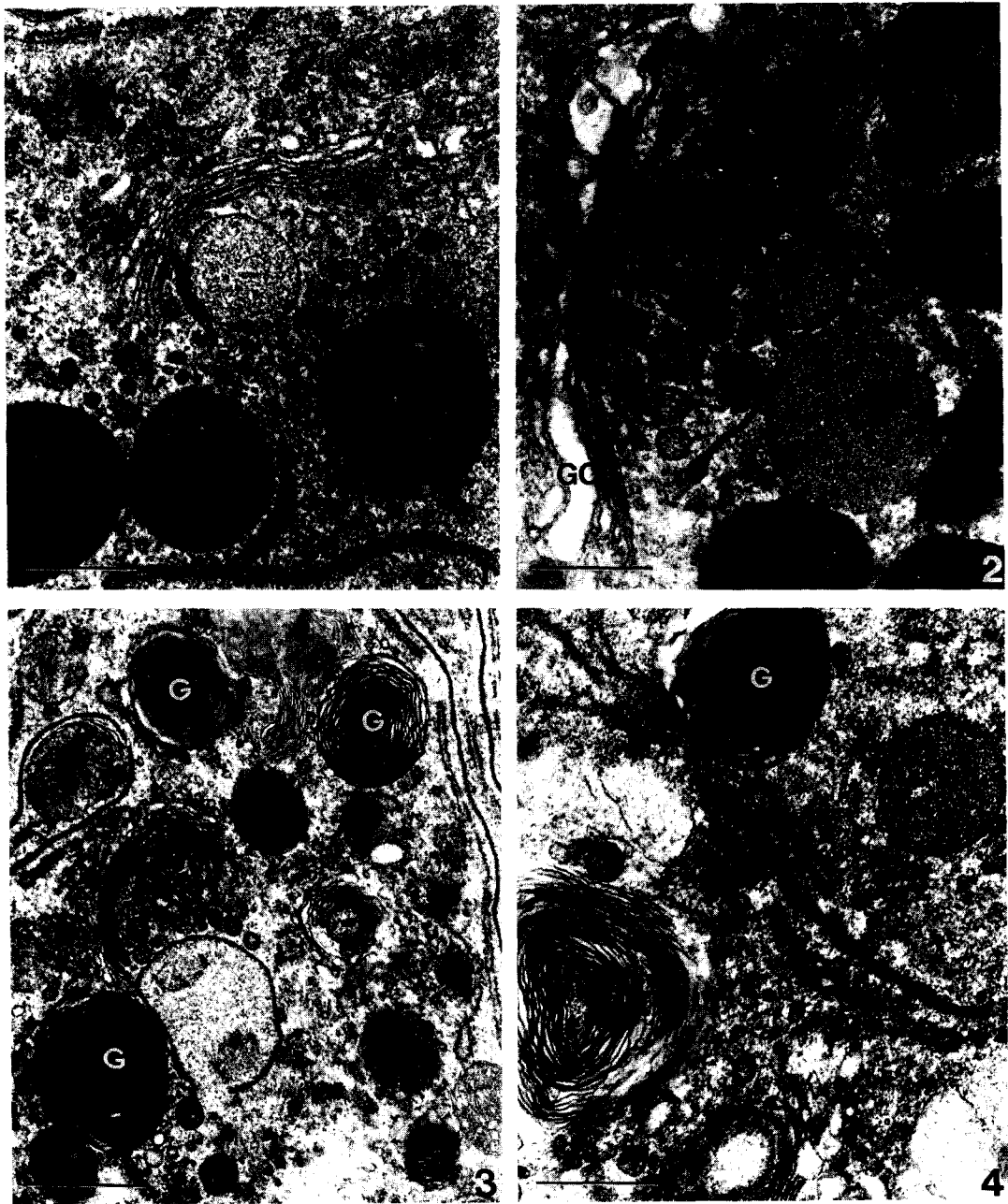


Fig. 2. Electron micrographs of the venomous secretory material production within the glandular epithelial cells of the venom gland in the spider, *Agelena limbata*. 1. In the cytoplasm of the glandular epithelial cell, rough endoplasmic reticulum (ER) and Golgi complex (GC) which related to production of secretory materials are well developed. Bar: 5.0 μm . 2. Precursors of the venomous secretory material (arrows) are vesiculated at the maturing surface of the Golgi complex (GC). Bar: 5.0 μm . 3. As a result of persistent accumulation of the venomous material, concentric lamellar shaped granules (G) are formed. GC: Golgi complex, Bar: 5.0 μm . 4. Mature electron dense granules (G) are produced from the concentric lamellar granules. These granules are also originated from the Golgi complex of the glandular epithelial cells. Bar: 2.0 μm .

서 생성되었다. 이들 물질의 미세구조적 특징과 분비 위치를 비교한 결과, 전자가 전형적인 독물질(poisonous material)이고, 후자는 점액물질(mucous material)인 것으로 확인되었다(Fig. 3-1). 선분비부의 전부에서 분비되는 독물질의 양은 분비관에서 분비되는 양과 비교할 수 없을 정도의 대단위 합성과정에 의해 생성되었고, 분비물질의 형태도 과립의 집적에 의해 형성된 거대한 덩어리를 이루고 있는 등, 분비관에서 관찰된 것과는 상이한 형태적 특징을 지니고 있었다. 독물질은 내강을 따라 중심 원상으로 배열된 세포질 돌기에 싸여 있었고 내부에는 물질의 농축정도에 따라 다양한 크기의 액포들이 형성되어 있었다(Fig. 3-2).

선분비부의 후부에서 분비되는 점액물질의 생성과정도 선상피세포층에 분포된 전자밀도가 높은 세포로부터 일어나고 있음이 관찰되었다. 세포질에는 조면소포체가 특이적으로 발달되어 있었고, 생성중인 분비과립의 주변부에서는 반드시 골지 복합체가 형성되어 있는 등, 이 세포들의 형태가 분비관이나 선분비부의 전부에서 관찰된 암세포와 일부 유사한 점을 가지고 있었으나, 미세구조적 특징으로 미루어 암세포와는 다른 유형의 세포인 것으로 확인되었다. 또한 생성된 물질이 내강으로 방출되는 방식도 독물질의 분비방식인 부분분비(merocrine secretion)와는 전혀 다른 이출분비(apocrine secretion)의 기작에 의해 방출되었다(Fig. 3-3).

선상피세포에서 생성된 분비물은 세포질의 돌기를 따라 치밀하게 축적되었고, 내강을 중심으로 방사상의 배열을 이루고 있는 선상피세포들이 외각의 것부터 차례로 팽대되어 나감에 따라 방출이 이루어지는 것으로 관찰되었다. 세포질의 돌기를 벗어나 내강속으로 방출된 독물질은 급속히 해체되어 선분비부의 전부에서 분비된 독물질과 함께 혼합된 후, 분비관을 통해 이동되었다(Fig. 3-4).

고찰

거미의 독선에서 생성되어 분비되는 독액은 주로 해부에 의해 적출해 낸 독선 전체를 균질화시키는 방법(Bettini and Toschi-Frontali, 1960; Frontali and Grasso, 1964; McCrone and Hatala, 1967)이나 전기적 자극에 의해 생체로부터 액체상태의 순수 독액을 추출하는 방법(Bucherl, 1956, 1969; Russel and Buess, 1970)에 의해 그 생화학적 특성이 규명되었다. 인간에까지 해를 끼치는 강한 독성으로 인해 관심의 대상이 되어 왔던 *Latrodectus tredecimguttatus*에서 밝혀진 결과에 의하면 독액은 13-17종의 단백질 분획(Russel and Buess, 1970)과 유리 아미노산(Bettini and Toschi-Frontali, 1960)들이 주성분을 이루고 있으며, 이들 물질 외에도 hyaluronidase(Bettini and Maroli, 1978)와 소량의 5-hydroxytryptamine(Pansa *et al.*, 1972), 그리고 지질(Lebez, 1954) 등이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다.

독선의 선분비부에서는 물질의 합성이 매우 활발하여 다량의 분비물질이 함유되어 있었으나, 전체적으로 두가지 종류의 분비물로 이루어져 있음을 확인할 수 있었다. 첫번째 종류는 분비관에서 관찰되었던 것과 동일한 형태의 분비물질로서, 주로 분비관과 가까운 전부에서 전자밀도가 높은 구형 과립의 형태로 암세포에서 생성되어 부분분비에 의해 내강으로 방출되었고, 다른 한가지 종류는 주로 후부 선상피세포의 내부에 덩어리의 형태로 집적된 후, 이출분비의 기작에 의해 방출되는 것으로 관찰되었다.

이들 두가지 종류의 분비물질은 모두 전자밀도가 높은 선상피세포로부터 생성된다는 공통점을 가지고 있었으나, 세포의 내강면 원형질막에 형성된 미세융모의 유무나, 생성하는 분비물의 형태, 그리고 분비물 배출방식의 차이 등으로 미루어 이들이 동일한 유형의 세포가 아님을 확인할 수 있었으며, 조직화학적 및 미세구조적 특징을 비교 분석한 결과(Moon, 1992), 전자가 전형적인 독물질이고, 후자는

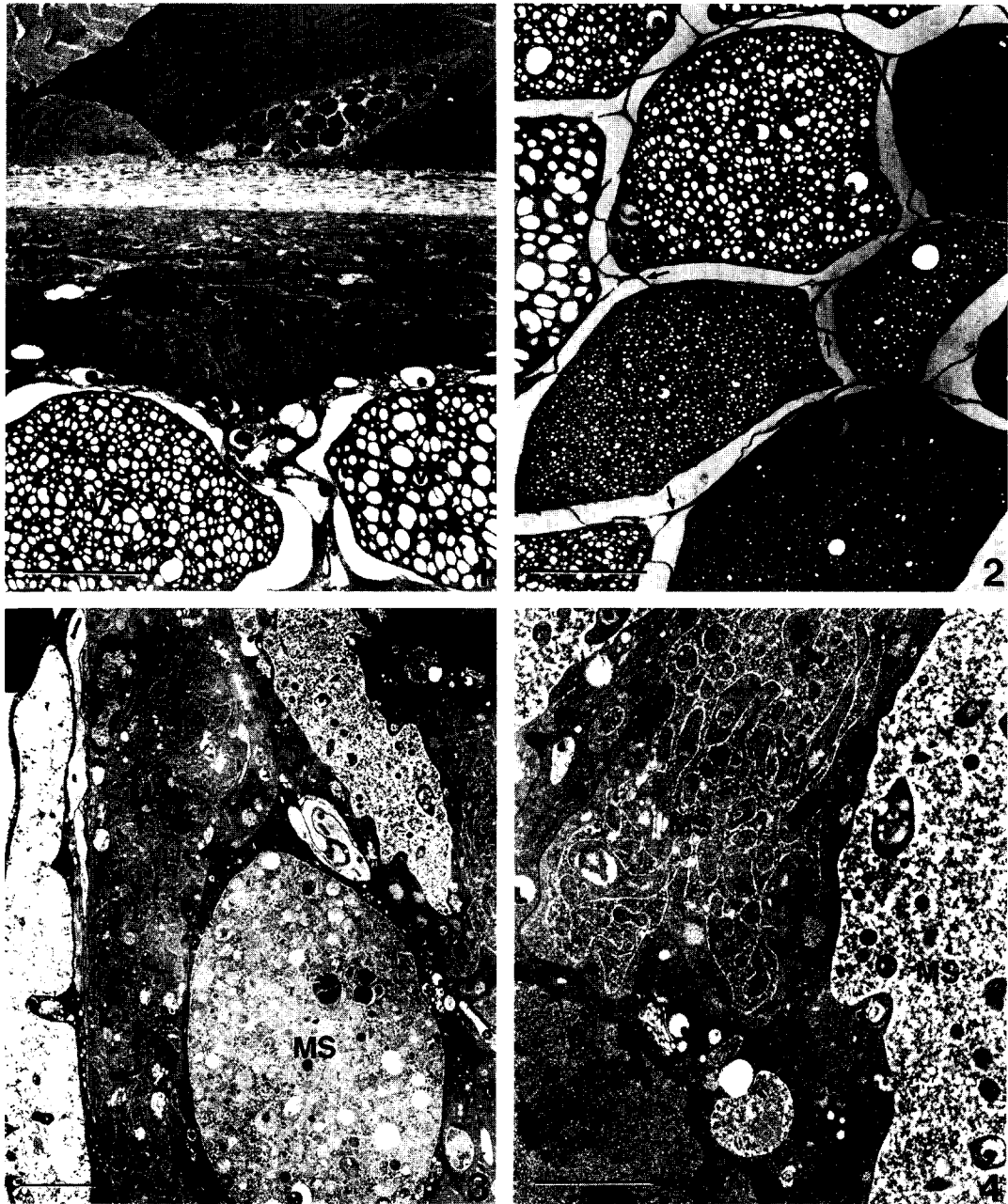


Fig. 3. Electron micrographs of secretory material produced at the secretory sac portion of the venom gland in the spider, *Agelena limbata*. All bars indicate $0.5 \mu\text{m}$. 1. Production of the venomous secretory material (VS) is the most active at this portion. Mature products are accumulated at apical site of the glandular epithelial cell (EP) as a huge mass. Note the absence of the electron lucent glandular epithelial cells at basal portion. 2. The venomous secretory material (VS) is encapsulated by the cytoplasmic processes (arrows) of the glandular epithelial cells. Cross section. 3. Another kind of secretory material also produced at this portion of the venom gland is mucous secretory material (MS). 4. Morphology and internal textures of the mucous material (MS) accumulated at the secretory sac portion of the venom gland. Electron densities of these materials represent large variations according to their maturation levels. N: nucleus.

점액물질인 것으로 확인되었다.

독물질은 전자밀도가 높은 평균 직경 0.8 μm 인 구형 과립의 형태로 관찰되었고, 과립의 성숙정도에 따라서 크기와 전자밀도에 약간의 변이를 가지고 있었는데, 선상피세포에서의 형성과정에는 세포질에 발달된 조면소포체와 골지복합체가 관여하는 것으로 확인되었다. 즉, 세포질에 존재하는 조면소포체로부터 합성된 전구물질이 골지복합체를 거쳐 농축되고 재분비됨으로써 독액 분비물질의 생성이 완료되었는데, 이러한 결과로 미루어 독물질의 생성과정도 세포의 일반적인 물질 합성과정과 동일한 경로를 거쳐 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 이러한 관찰 결과는 골지복합체를 통한 농축과정이 없이 조면소포체로부터 직접 생성되는 것으로 밝혀진(Bell and Peakall, 1969; Moon *et al.*, 1988) 거미 견사(silk)의 분비 방식에 비해 비교적 복잡한 과정에 의해 독액이 생성되고 있음을 알 수 있었다.

한편, 독 분비과립이 생성되는 과정을 투과 전자현미경으로 관찰해 보면, 골지복합체로부터 형성된 소포들이 상호 융합되어 전자밀도가 낮은 섬유상의 내부구조를 가진 구형 과립을 형성하였고, 분비물질이 농축됨에 따라 과립의 가장자리쪽부터 동심원상의 층판 구조가 형성되었으며, 이어서 과립의 중심부로부터 층판 구조가 소실되면서 전자밀도가 높고 단백질 결정구조를 가진 분비과립이 최종적으로 생성되었다. 분비과립의 생성과정에서 나타나는 이러한 미세구조적 변화는 Yasutomi와 Hama (1971, 1972)에 의해 보고된 분비 과립의 성숙 단계와 유사한 것으로서, 성숙단계에 따라 분비과립의 형태가 막상에서 섬유상, 그리고 동심원상의 층판상 등으로 변해 간다는 사실을 확인할 수 있었다.

선분비부의 후부에서 분비되는 점액물질도 선상피세포층에 분비된 전자밀도가 높은 세포로부터 생성되었으나, 미세구조적 특징으로 미루어 독물질을 분비하는 암세포와는 다른 유형의 세포인 것으로 확인되었다. 또한 선상피세포에서 생성된 분비물질은 세포질의 돌기를 따

라 치밀하게 축적되었고, 외각의 선상피세포부터 차례로 팽대되어 독물질의 부분분비 방식과는 전혀 다른 이출분비의 기작에 의해 방출되었다. 이러한 관찰결과로 미루어 독선에서 독액이 생성 분비되는 전체적인 과정은 선분비부의 후부에서 대규모로 생성 분비되는 점액물질에 의해 선분비부 전부와 분비관에서 생성된 독물질이 혼합되어 부분분비(독물질)와 이출분비(점액물질)의 기작에 의해 방출되는 일련의 연속적인 과정에 의해 이루어 지는 것으로 생각된다.

타액이나 피부의 분비물 등에 함유되는 점액물질이 거미의 독선에서도 생성되고 있다는 사실은 비교 발생학적으로 독선이 타액선의 변형이라는 점(Maretic, 1987)과 거미의 독액속에 소화효소(Mommsen, 1978a, 1978b, 1978c)와 hyaluronidase(Bettini and Maroli, 1978) 등이 함유되어 있다는 분석 결과, 그리고 거미의 섭식 생애가 먼저 독액을 먹이의 몸속에 주입한 다음, 그 체액 성분만을 흡입한다는 사실(Schenone and Suarez, 1978) 등으로 미루어 충분히 수긍할 수 있으며, 점액물질에 의한 독물질의 희석 비율에 따라 독성의 강도가 조절될 것으로 사료된다.

인용문헌

- Bell, A.L. and D.B. Peakall, 1969. Changes in fine structure during silk protein production in the ampullate gland of the spider *Araneus sericatus*. *J. Cell Biol.* **42**: 284-295.
- Bettini, S. and M. Maroli, 1978. Venoms of Theridiidae, Genus *Latrodectus*, In: *Arthropod Venoms* (Bettini, S., ed.) Springer-Verlag, Berlin, pp.149-185.
- Bettini, S. and N. Toschi-Frontali, 1960. Biochemical and toxicological aspects of *Latrodectus tredecimguttatus* venom. Proc. XI Inter. Congr. Entomol. Inst. Entomol. Agric. Univ. Pavia, pp.115-121.
- Bucherl. W., 1956. Studies on dried venom of *Phoneutria fera* Perty 1833. *Adv. Sci.* **44**: 95-97.
- Bucherl., W., 1969. Biology and venoms of the most important south American spiders of the genera *Phoneutria*, *Loxosceles*, *Lycosa* and *Latrodectus*. *Am. Zool.* **9**: 157-159.

- Cavalieri, M., N. Corvaja, and A. Grasso, 1990. Immunocytochemical localization by monoclonal antibodies of alpha-latrotoxin in the venom gland of the spider *Latrodectus tredecimguttatus*. *Toxicon* **28**: 341-346.
- Frontali, N. and A. Grasso, 1964. Separation of three toxicologically different protein components of the venom of the spider *Latrodectus tredecimguttatus*. *Arch. Biochem. Biophys.* **106**: 213-218.
- Gates, C.A. and R.S. Rees, 1990. Serum amyloid P component: its role in platelet activation stimulated by sphingomyelinase D purified from the venom of the brown recluse spider (*Loxosceles reclusa*). *Toxicon* **28**: 1303-1315.
- Kaiser, E., 1953. The enzymatic activity of spider venom. *Mem. Inst. Butantan* **25**: 35-39.
- Lebez, D., 1954. Beiträge zum Studium des Giftes von *Latrodectus tredecimguttatus* Rossi. *Hoppe-Seiler's Z. Physiol. Chem.* **298**: 74-76.
- Maretic, Z., 1987. Spider Venome and their Effect, In: *Ecophysiology of Spiders* (Nentwig, W., ed.). Springer-Verlag, Berlin, pp.142-159.
- McCrone, J.D. and J.R. Hatala, 1967. Isolation and Characterization of a Lethal Component from the Venom of *Latrodectus mactans*, In: *Animal toxins* (Russell, F.E. and P. Saunders, eds.). Pergamon Press, Oxford, pp.29-34.
- McCrone, J.D. and M.L. Netzloff, 1965. An immunological and electrophoretical comparison of the venoms of the North American *Latrodectus* spiders. *Toxicon* **3**: 107-110.
- Mommsen, T.P., 1978a. Digestive enzymes of a spider (*Tegenaria atrica* Koch). I. General remarks, digestion of proteins. *Comp. Biochem. Physiol.* **60**: 365-370.
- Mommsen, T.P., 1978b. Digestive enzymes of a spider (*Tegenaria atrica* Koch). II. Carbohydrates. *Comp. Biochem. Physiol.* **60**: 371-375.
- Mommsen, T.P., 1978c. Digestive enzymes of a spider (*Tegenaria atrica* Koch). III. Esterases, phosphatases and nucleases. *Comp. Biochem. Physiol.* **60**: 377-382.
- Moon, M.J., 1992. Ultrastructural study on the poison secreting organ of the spider. *Korean J. Electron Microscopy* **22**: 128-142.
- Moon, M.J., C.W. Kim, and W.K. Kim, 1987. Study on the ultrastructure of the venom gland in the spider, *Nephila clavata* L. Koch. *Korean Arachnol.* **3**: 103-116.
- Moon, M.J., C.S. Kim, and W.K. Kim, 1988. Ultrastructure of the ampullate gland in the orb web spider, *Nephila clavata* L. Koch. II. Sac and tail portion of the large ampullate gland. *Korean J. Electron Microscopy* **18**: 91-101.
- Morgan, P.N. and W.W. Felton, 1965. Utilization of mammalian cell cultures in spider venom studies. *Proc. 65th Ann. Meet. Bacteriol.*, pp.120-127.
- Odell, G.V., T.K. Green, C.K. Lee, B.C. Ward, and D.E. Howell, 1975. Chemical and biological properties of tarantula and brown recluse venom toxins. *Fed. Proc.* **34**: 504-510.
- Pansa, M.C., G. Migliori-Natalize, and S. Bettini, 1972. 5-Hydroxytryptamine content of *Latrodectus tredecimguttatus* venom from gland extracts. *Toxicon* **10**: 85-86.
- Russell, F.E. and F.W. Buess, 1970. Gel electrophoresis: a tool in systematics. Studies with *Latrodectus mactans* venom. *Toxicon* **8**: 81-84.
- Schenberg, S. and F.A. Pereira-Lima, 1971. *Phoneutria nigriventer* Venom—Pharmacology and Biochemistry of its Components, In: *Venomous Animals and their Venoms* (Bucherl, W. and E.E. Buckley). Academic Press, London, Vol. 3, pp.279-297.
- Schenone, H. and G. Suarez, 1978. Venoms of Scytodidae, Genus *Loxosceles*, In: *Arthropod Venoms* (Bettini, S., ed.). Springer-Verlag, Berlin, pp.247-275.
- Spence, I., D.J. Adams, and P.W. Gage, 1977. Funnel-web spider venom produces spontaneous action potentials in nerve. *Life Sci.* **20**: 243-250.
- Sutherland, S.K., 1972. The Sydney funnel-web spider (*Atrax robustus*): fractionation of the female venom into five distinct components. *Med. J. Aust.* **2**: 593-596.
- Sutherland, S.K., 1973. Isolation, mode of action and properties of the major toxin (Atraxotoxin) in the venom of the Sydney funnel-web spider (*Atrax robustus*). *Proc. Aust. Soc. Med. Res.* Vol. 3, pp.172.
- Wasserman, G.S. and P.C. Anderson, 1983. Loxoscelism and necrotic arachnidism. *J. Toxicol. Clin. Toxicol.* **21**: 451-472.
- Yasutomi, M. and T. Hama, 1971. Ultramicroscopic study on the development change of the xanthophore in the frog, *Rana japonica* with special reference to pterinosomes. *Devel. Growth Differ.* **13**: 141-149.
- Yasutomi, M. and T. Hama, 1972. Electron microscopic study of the xanthophore differentiation in *Xenopus laevis*, with special reference to their pterinosomes. *J. Ultrastruct. Res.* **38**: 421-432.

(Accepted August 15, 1992)

Venom Production within the Poison Secreting Organ of the Spider
(*Agelena limbata*)

Myung Jin Moon (Department of Biology, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea)

Venom production within the poison secreting organ of the funnel web spider, *Agelena limbata* was studied using electron microscope. Spider venoms were produced and released within the venom gland, and were subdivided into two types according to their locations and internal textures. One type was poisonous material which produced at the excretory duct and anterior sac portion. This poisonous material was observed in electron dense round granules, and released to lumen by merocrine secretion. The other type was mucous material which produced only at posterior sac portion as a large mass of secretory material and released by apocrine secretion. These two types of venoms were synthesized from the rough endoplasmic reticulum and vesiculated through the Golgi complex of the glandular epithelial cells commonly. But the morphology of the venomous secretory material had large variation according to their maturation levels.