한국패류학회지: 제 12 권 1 호
Korean J. Malacol.
Vol. 12 (1) : 1 - 17, 1996

한국산 산민달팽이(*Incilaria fruhstorferi*) 후촉각의 형태 및 조직화학적인 연구

김 영 언 · 장 남 섭

목원대학교 이공대학 생물학과

= Abstract =

A Morphological and Histochemical Study on the Posterior Tentacle Antenna of the Korean Slug, *Incilaria fruhstorferi*

Young Un Kim and Nam Sub Chang

Department of Biology, College of Science and Engineering, Mokwon University

Morphological and histochemical characteristics of the cells in posterior tentacle antenna of Korean slug, *Incilaria fruhstorferi* were observed with light microscope.

The epithelium of the posterior tentacle antenna was composed of supporting cells, sensory neurons and type-a clear cells. The columnar supporting epithelium was widely distributed in the posterior tentacle antenna, and the upper end of the cell was covered with acidic mucopolysaccharide.

Nerve endings of the sensory neuron were distributed between type-a clear cells. It was usually located in tentacular knob, and the number of them gradually decreased as close as tentacular stalk. Several cilia were observed on the nerve ending. Type-a clear cells were very brightly stained with all staining used, and the neutral mucous granules distributed in the cytoplasm.

Collar cells, type-b clear cell and various types of secretory cells distributed in the connective tissue. The collar cells were clustering in connective tissue, and the cytoplasm were filled with neutral mucous granules. The cells and granules were stained with dark brown by silver nitrate stain. Type-b clear cells were irregular in shape and their cytoplasms were brightly stained with many stains used. Ten types of secretory cells evenly distributed in the connective tissue and muscle layers of the posterior tentacle antenna. The five types of the secretory cells (A, B, E, J and L) seemed to secrete acidic mucopolysaccharide, and the other five types of the cell (C, D, F, H, and I) seemed to secrete neutral mucopolysaccharide.

Muscular tissue composed of well-developed thick longitudinal muscle layers and thin circular muscle layers. Type-L secretory cells clustered only in muscular layers and they contained acidic mucopolysaccharides.

서 론

연체동물(Mollusca) 복족류(Gastropoda)의 촉각상피에 관한 광학현미경 연구는 1870년 Flemming의 *Helix pomatia* 시촉각(optic tentacle)상피에 관한 연구를 필두로 하여 연구가 시작되었다.

복족류 눈의 망막과 각막 그리고 신경세포에 관한 광학현미경 연구로는 Hesse(1902a, b)가 있고, 전자현미경 연구로는 Lane(1962, 1963b, 1964a), Röhlich와 Török(1963), Mayes와 Hermans(1974), Wright (1974b), Kataoka(1975, 1977), Gillary와 Gillary(1979), Moffett와 Austin(1981), Jeong과 Lee(1994) 등이 있다.

복족류 촉각의 상피세포에 관한 미세구조 연구에는 Schwalbach와 Lickfeld(1962)의 *Helix pomatia*(Lane, 1963a, 1964b)과 Rogers(1969, 1971)의 *Helix aspersa*, Wright(1974a)의 *Arion ater*, Kataoka(1976)의 *Limax flavus*, Wondrak(1981, 1984)의 *Pomatia elegans*와 *Helix pomatia*, Song(1986)의 *Cipangopaludina chinensis malleata* 등 많은 연구가 있다.

촉각근의 근다발을 싸고 있는 근원형질막의 미세구조 연구는 Prescott와 Brightman(1976), Reger와 Fitzgerald (1981), Song(1986) 등에 의해 이루어졌다.

또한 촉각의 결합조직 내에 밀집되어 있는 칼라세포(collar cell)에 관한 광학현미경 연구는 Jobert(1871), Flemming(1872), Retzius(1892), Yung(1911), Simroth (1976) 등이 있고, 전자현미경 연구로는 Demal(1955), Lane(1962, 1963b), Rogers(1969), Kataoka(1976), Song (1986) 등이 있지만, 칼라세포 기능에 관해서는, 순수한 분비세포라는 견해(Jobert, 1871; Yung, 1911; Demal, 1955; Kataoka, 1976; Simroth, 1976; Song, 1986)와 신경분비세포라는 견해(Flemming, 1872; Rerzius, 1892; Lane, 1962)등이 있을 뿐이다.

Wondrak(1981)은 *Pomatia elegans* 촉각의 외형을 말단결절(tentacular knob)과 촉각병(tentacular stalk)으로 나누고, 그 내부조직을 상피조직, 근조직 그리고 신경조직으로 나누었으며, 특히 말단결절을 이루는 상피조직에서 감각세포의 존재도 확인하였다. Wondrak (1984)은 *Ovatella myosotis*의 촉각상피조직에서 지지세포와 감각세포 이외 배상세포 등을 관찰한 바도 있다.

*Cipangopaludina chinensis malleata*를 재료로 하여 Song(1986)은 *Pomatia elegans*(Wondrak, 1981)에서처럼, 촉각을 상피조직, 근육조직 그리고 신경조직 등으로 나누었고 그들의 미세구조를 관찰한 결과, 상피조직에서 투명세포, 분비세포(A형, B형, C형), 지지세포, 감각세포, 섬모세포 그리고 기저세포 등 6종류의 세포를 분류하고 그들의 형태적 특징을 규명한 바 있다. 그러나 달팽이의 후촉각을 재료로 하여 그들을 부위별로 나누고, 부위별로 나타난 세포의 특징을 조직화학적 방법을 통해 성분을 분석한 논문은 별로 없다. 이에 본 연구에서는 산민달팽이의 후촉각을 상피조직, 결합조직, 근육조직 등 3부위로 나누고, 각 조직층에 분포하고 있는 세포의 형태 및 점액질의 특성을 조직화학적 방법을 이용 상세히 관찰하였기에 이에 보고하는 바이다.

재 료 및 방 법

1. 재 료

1994년 4, 5월경 계룡산 근교의 야산에서 산민달팽이를 채집하여 실험실로 옮긴 다음, 25℃, 80%의 습도에서 3~4일간 사육한 후, 실험 재료로 사용하였다.

2. 방 법

산민달팽이의 촉각은 매우 민감하여 자극을 받을 시 신속하게 머리속으로 수축하여 들어감으로, 후촉각을 절취하기 위해서 예리한 칼과 작은 가위를 필요로 하였다. 후촉각을 절취한 후, 2.5% paraformaldehyde - 3% glutaraldehyde에 2시간 전고정 하고, phosphate buffer(pH 7.3)로 각각 5분씩 수세한 후, 1% OsO4에 2시간 후고정을 실시하였다. 이어, 통상적 방법인 alcohol과 acetone 농도순으로 탈수와 투명을 시켰으며, Epon 812 - Alaldite에 포매한 후, 60℃의 paraffine oven에서 40시간 경화 시켰다. 박편은 LKB-V ultramicrotome를 사용 1 μm 두께로 횡단 및 종단 절편을 만들어 조직화학적 방법을 이용하여 염색하였다. 염기호성물질의 확인을 위해서 methylene blue - basic fuchsin 이중염색(이하 m-b 이중염색이라 칭함)을 실시 하였고, 산성 및 중성 점액다당류의 물질 확인을 위해서 PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응을 실시 하였다. 또한, 점액질 확인을 위해서는 Mayer's mucicarmine 염색을 하였고, 신경세포와 칼라세포를 확인하기 위하여 도은법(silver nitrate stain)을 시도하였다. 사진은 카메라가 부착된 Olympus BH-2 광학현미경으로 촬영하였다.

결 과

산민달팽이(*Incilaria fruhstorferi*) 후촉각의 종단면(Fig. 9)과 횡단면(Figs. 10, 11)을 관찰한 결과, 후촉각

은 외형적으로 말단결절(Fig. 10)과 촉수병(Fig. 11)으로 구성되어 있는데, 말단결절은 표면에 주름이 없어 매끄러운 반면, 촉각병에는 주름들이 많이 관찰되었다. 또한 그 내부 구조를 상피조직, 결합조직 그리고 근육조직 등 3부위로 나누었고, 이들 조직에서 관찰된 세포와 분비과립들을 조직화학적 방법을 이용, 관찰한 결과(Table 1)는 다음과 같다.

1. 상피조직

후촉각을 구성하는 상피조직은 투명세포, 지지세포, 감각신경세포 등 다양한 세포들로 구성되어 있는데 대부분 단층원주형태의 세포들로 나타났다. 지지세포 수는 촉각의 하단으로 갈수록 증가하였으나 투명세포와 감각신경세포 수는 감소하였으며, 감각신경세포는 말단결절의 상단부에서 주로 관찰되었다.

또한 상피조직의 상단부에는 미세융모의 발달이 있어 선조연이 뚜렷하였고 결합조직 내의 점액 분비세포에서 분비된 alcianophilia성 물질이 선조연의 상단을 덮고 있었다.

1) 지지세포(Supporting cell)

지지세포는 상피조직에 일반적으로 많이 분포하는 세포로서 세포의 형태는 원주형 또는 방추형이고, 이들이 소지한 핵은 타원형으로서 중심에서 약간 벗어나 있으며, 이질염색질이 발달해 있었다. 이들은 m-b 이중염색에 푸르게 염색된 반면(Fig. 15), PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서는 PAS에 양성 반응을 나타내었으며, 세포의 자유면은 선조연이 뚜렷하였다. 선조연은 여러 분비세포들로부터 방출된 물질에 의해 덮여 있었는데, 이들은 m-b 이중염색에 푸르게 염색되거나, PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서 alcianophilia를 나타내어 산성 점액다당류로 확인되었다.

2) 감각신경세포(Sensory neuron)

말단결절의 상피조직내 분포하고 있는 감각신경세포는 그 들의 수상돌기를 a형 투명세포나 지지상피세포 사이로 내고 있으며, 그들의 상단부에는 감각성 섬모가 관찰되었다. 이들의 세포질은 m-b 이중염색에 푸르게 염색되고(Fig. 12), 도은법에서는 진한 갈색으로 염색되어 감각신경세포로 확인되었다(Fig. 5).

3) a형 투명세포(Type-a Clear cell)

a형 투명세포는 말단결절의 상단부 상피조직에서 집단으로 관찰되고, 촉각병으로 갈수록 그 출현 빈도는 감소되었다. 세포의 형태는 원주형이고, 이들이 소지한 핵은 타원형 이였으며, 중심에서 벗어나 있고, 진염색질로 충만 되어 있는 핵질 내에는 인이 뚜렷이 관찰되었다. 세포는 전자밀도가 매우 낮아 투명하게 보였고, 세포질은 m-b 이중염색에서 무반응이었으며(Fig. 12), PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서는 alcianophilia를 나타내었다. 이들의 기저부에는 구형의 작은 과립들이 산재해 있고, m-b 이중염색에서 과립들은 methylenophilia를 보였으며, PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서는, PAS에 양성 반응을 보여 중성 점액과립으로 확인되었다.

2. 결합조직

본 실험에서 결합조직은 근육조직(이 조직을 분리 관찰함)을 제외한 부분으로 한정 관찰하였다. 결합조직 내에서 9종의 분비세포들이 관찰되었는데, 이들 분비세포 중 A형, C형, D형 및 H형 세포들은 결합조직 내에서 형성되어 상피세포 사이를 뚫고 분비되는 것이 관찰되었으며, F형과 I형 분비세포는 신경조직과 근육조직 사이에 있는 결합조직 내에서 형성되어 근육조직 사이를 뚫고 상피 밑까지 이동하기도 하였다. 또한 결합조직 내에는 칼라세포와 b형 투명세포도 관찰되었는데, 이들 중 칼라세포는 결합조직 내에서만 집단을 형성하고 있었다.

1) 칼라세포(Collar cell)

칼라세포는 신경조직 주위로부터 상피조직 하단까지 광범위하게 분포하고 있었다. 이들의 형태는 불규칙하고 세포질에 비해 핵은 타원형으로 크고 뚜렷하였으며, 잘 발달된 이질염색질 사이에서 인도 관찰되었다. 세포질 사이에서 관찰된 과립들은 m-b 이중염색에서는 반응하지 않았으며(Fig. 19), PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서는 PAS에 약한 양성 반응을 나타내어 중성 점액과립으로 확인되었다. 도은법에서는 세포와 과립들이 모두 진한 갈색으로 염색되었다(Fig. 6).

2) b형 투명세포(Type-b clear cell)

b형 투명세포는 결합조직에서 관찰되었는데, 이 들의 형태는 불규칙하고, 핵은 구형으로 대부분 진정염색질로 충만 되어 있어 전형적인 차륜핵을 나타내었다. b형 투명세포는 m-b 이중염색에서 반응이 없어, 다른 세포들에 비해 밝게 관찰되었는데, 핵막과 이질염색질은 푸

르게 염색되었다(Fig. 18).

3) 분비세포(Secretory cell)

(1) A형 분비세포(Type-A Secretory cell)

A형 분비세포는 촉각병의 결합조직에서 공히 관찰되는 세포로서, 세포의 형태는 타원형이지만, 분비 시에는 긴 장타원형이 되면서 상피세포 사이를 뚫고 분비되었다. 핵은 구형으로 이질염색질이 성글게 관찰되었으며, 분비과립에 의해 세포막 쪽으로 치우쳐져 있었다. m-b 이중염색에서 핵은 푸른색으로 염색된 반면, 과립들은 두 염색액에 모두 양성 반응을 보여 보라색을 나타내었다(Figs. 13, 14, 15). 이어 PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서 과립들은 alcianophilia를 나타내어 산성 점액과립으로 확인되었고(Fig. 2), Mayer's mucicarmine 반응에서는 양성반응을 나타내어 붉게 염색되었다(Fig. 1).

(2) B형 분비세포(Type-B Secretory cell)

말단결절과 촉각병의 결합조직 그리고 근육조직층에서 많이 관찰되었다. 세포의 형태는 불규칙하였으며, 이질염색질이 성글게 발달한 불규칙한 형태의 핵을 소지하고 있었다. 이들이 소지한 과립들은 크기가 균일하며, 동심원상의 무늬를 포함하고 있었는데(Figs. 15, 22), 이들은 특이하게도 결합조직 내에서 한 줄로 배열되어 나타났다. m-b 이중염색에서 과립들은 양성 반응을 보여 약한 보라색으로 염색이 되며, PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서는 alcianophilia를 나타내어 산성 점액과립으로 확인되었다.

(3) C형 분비세포(Type-C Secretory cell)

이 세포는 촉각병의 결합조직에서 관찰되었는데, 세포의 형태는 장타원형이고, 핵은 난원형으로서 밝게 관찰되었다. 세포질에는 균일한 크기의 작은 구형의 과립들을 포함하고 있었는데, 이들은 상피세포 사이를 뚫고 분비되었다. 과립들은 m-b 이중염색에서 두 염색액에 양성 반응을 보여 자색으로 염색된 반면, 세포질은 methylenophilia를 나타내어 푸르게 염색되었다(Figs. 13, 16). 이어 PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서 과립은 PAS에 양성 반응을 보인 반면, 세포질은 alcianophilia를 나타내었다.

(4) D형 분비세포(Type-D Secretory cell)

이 세포는 촉각병의 결합조직에서 관찰되는 분비세포로서, 세포의 형태는 타원형이고, 이질염색질이 발달해 있는 핵은 분비물에 밀려 세포막 가까이에 치우쳐져 있었다. m-b 이중염색에서 핵은 진한 푸른색으로 염색되었으며, 세포질에는 균일한 크기의 작은 과립들로 가득차 있었는데, 이들은 methylenophilia성으로 푸르게 염색되었고(Figs. 17, 23), PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서는 세포질은 alcianophilia를 나타낸 반면, 과립들은 PAS에 양성 반응을 나타내어 중성 점액다당류로 확인되었다. 이들 과립들은 상피세포 사이를 뚫고 미세융모 사이로 분비되었다.

(5) E형 분비세포(Type-E Secretory cell)

이 세포 역시 촉각병의 결합조직과 근육조직 사이에서도 간헐적으로 관찰되는 불규칙한 형태의 세포로서,

Table 1. Staining reactions of the secretory granules in cell types

Stain	Types of secretory cell									
	A	B	C	D	E	F	H	I	J	L
Methylene blue	++	+	++	+	-	+++	++	-	-	++
Basic fuchsin	++	+	++	-	++	-	-	+++	-	-
PAS	-	-	+	+	-	++	++	++	-	-
Alcian blue(pH2.5)	++	+	-	-	+	-	-	-	++	++
Mucicarmine	++	-	-	-	-	-	-	++	-	-

Abbreviations : +++ = strong ; ++ = moderate ; + = weak ; - = negative

이질염색질이 발달해 있는 핵은 과립들에 밀려 세포막 쪽으로 치우쳐 있었다. 과립들은 m-b 이중염색에서 basic fuchsinophilia를 나타내 붉게 염색되었으며(Fig. 25), PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서는 alcianophilia를 나타내 산성 점액과립으로 확인되었다.

(6) F형 분비세포(Type-F Secretory cell)

말단결절의 결합조직과 근육조직에서 집단을 이루는 세포로서, 세포의 형태는 불규칙하고, 이질염색질이 과립상으로 잘 발달된 난원형의 핵을 소지하고 있고, 세포질에는 균일한 크기의 구형 과립들로 가득차 있었다. m-b 이중염색에서 이들은 methylenophilia를 나타내어 푸른색으로 염색되고(Figs. 20, 24), PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서는 PAS에 양성 반응을 보여 중성 점액과립으로 확인되었다(Fig. 8).

(7) H형 분비세포(Type-H Secretory cell)

촉각병의 결합조직에서 공히 관찰되는 분비세포로서, 세포의 형태는 타원형이지만, 분비 시에는 긴 장타원형의 돌기를 내어 상피세포 사이를 뚫고 분비되기도 하였다. 핵은 이질염색질이 잘 발달해 있고, 뚜렷한 인도 소지하고 있었는데, 이들은 점액질에 밀려 세포막 가까이에 밀착되어 나타났다. 점액질은 m-b 이중염색에서 초록색으로 염색되었으며(Figs. 14, 21, 23), PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서는 PAS에 양성 반응을 보였다.

(8) I형 분비세포(Type-I Secretory cell)

이 세포는 촉각병의 결합조직과 근육조직에서 집단으로 관찰된 세포로서, 근육조직 사이를 뚫고 이동하여, 상피조직 밑 결합조직까지 이동하였다. 세포의 형태는 불규칙하고, 이질염색질이 성글게 발달해 있는 핵을 소지하고 있었다. 점액질은 m-b 이중염색과 Mayer's mucicarmine 염색에서 각각 붉게 염색되었으며(Figs. 3, 26, 27), PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서는 PAS에 양성 반응을 보여 중성 점액다당류 물질로 확인되었다(Fig. 4).

(9) J형 분비세포(Type-J Secretory cell)

촉각병의 결합조직과 근육조직에서 관찰된 세포로서, 세포의 형태는 타원형이고, 핵은 점액질에 의해 세포벽 쪽으로 밀려 납작하게 보였다. 핵은 m-b 이중염색에서 methylene blue에 강하게 반응하여 진한 푸른색으로 염색되는 반면, 점액질은 반응을 보지 않았다(Fig. 22). PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서 점액질은 alcianophilia를 나타내 산성 점액다당류의 물질로 확인되었다.

3. 근육조직

후촉각의 상피조직 밑에는 잘 발달된 두터운 종주근층과 얇은 환상근층이 있다. 특히 환상근층과 종주근층 사이에는 매우 큰 공간이 위치해 있는데, 이는 아마도 촉각이 자극을 받으면 강한 수축으로 인해 촉각이 밀려들어갈 때, 상피조직과 근육조직 사이에 생기는 공간일 것으로 간주된다. 근육조직 내에서도 여러 종류의 분비세포(B형, E형, F형, I형, J형 및 L형 분비세포 등)들이 관찰되는데, 그 중 B형, E형, F형, I형 및 J형 세포는 상피조직 밑 결합조직과 근육조직에서 관찰되는 반면, L형 분비세포는 근육조직에서만 관찰되었다.

L형 분비세포(Type-L Secretory cell)

근육조직에서 관찰되는 분비세포로서, 세포의 형태는 불규칙하고, 이질염색질이 성글게 발달한 불규칙한 형태의 핵을 소지하고 있었는데, 핵은 점액질에 의해 밀려 세포막 쪽에 치우쳐져 있었다. 점액질은 m-b 이중염색에서 methylenophilia를 나타내 푸른색으로 염색되고(Fig. 20), PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서는 alcianophilia를 나타내어 산성 점액다당류로 확인되었다(Fig. 7). 특히 세포들은 집단을 형성하고 있어 한 개의 큰 세포처럼 보였으며, 그 주위는 근다발로 둘러싸여 있었다.

고 찰

1. 상피조직

Wright(1974a)는 *Arion ater*의 촉각이 지지세포와 sensory dendrite를 포함하는 단층원주 상피조직으로 구성되어 있다고 하였으며, Kataoka(1976)도 *Limax flavus*의 상피조직이 원주상피세포로 되어 있고, 신경 축색돌기의 말단과 칼라세포의 돌기가 상피세포 사이까지 뻗쳐 있다고 하였다. 또한 *Pomatia elegans*에서 Wondrak(1981, 1984)은 상피조직이 지지세포, 감각세포 그리고 과립들을 포함하는 선세포로 구성되어 있고, *Ovatella myosotis*에서도 위의 두 세포와 배상세포가

관찰된다고 보고하였다. 논우렁이(*Cipangopaludina chinensis malleata*)를 재료로 한 연구에서 Song(1986)도 6종류의 다양한 세포들(지지세포, 분비세포 3종, 투명세포, 감각세포, 섬모세포, 기저세포)이 관찰된 바 있다고 하였는데, 본 실험에서도 산민달팽이의 촉각상피가 단층원주상피세포로 이루어져 있고, 상피조직 사이에서 a형 투명세포, 지지세포 그리고 감각신경세포들이 관찰되어, *Arion ater*(Wright, 1974a), *Pomatia elegans* (Wondrak, 1981) 그리고 *Cipangopaludina chinensis malleata*(Song, 1986) 등의 내용과 일치되는 점이 많다.

촉각상피를 구성하는 지지세포에 관한 미세구조 연구에는 Rogers(1971), Wright(1974a), Kataoka(1976), Wondrak(1981, 1984) 그리고 Song(1986) 등에 의해 많이 이루어 졌다. 그 중 Song(1986)은 *Cipangopaludina chinensis malleata*의 촉각상피를 이루고 있는 지지세포의 상단에는 분비세포로부터 방출된 점액질에 의해 상단이 덮여 있고, 이들은 PAS-alcian blue(pH 2.5) 반응에서 alcian blue에 양성 반응을 보인 바 있다고 보고하였지만, Lane(1963a)은 *Helix pomatia*의 촉각표면을 덮고 있는 물질이 PAS에 양성 반응을 보이는 물질이라고 하였다. 본 실험에서도 지지세포 상단을 점액질이 덮고 있었는데, 이들은 PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서 alcianophilia를 나타내는 산성 점액다당류의 물질로 확인되어, Song(1986)의 결과와 일치하고, Lane(1963a)의 결과와는 달랐는데, 이는 종의 차이에서 오는 결과이거나, 분비물의 성숙도에 그 원인이 있을 것으로 사료되지만, 상세한 것은 앞으로 더욱 심도 있는 연구를 해야 할 것으로 생각된다.

감각신경세포는 Renzoni(1968)가 *Vaginulus borellianus* 촉각상피조직에 분포하고 있는 신경종단에 대하여 언급한 바 있으며, 종단의 자유면은 섬모나 미세융모로 덮여져 있다고 하였다. 이어, Wright(1974a)도 *Arion ater*의 촉각상피에서 sensory dendrites를 관찰하였고, *Notoacmea scutum*의 촉각상피(Phillips, 1979)에서도 관찰되었다. 특히 Wondrak(1984)은 *Ovatella myosotis*의 감각세포의 유리면에는 섬모가 있는 것과 섬모가 없는 2종의 세포가 있다고 보고하여, 감각세포에는 2종이 있음을 언급한 바 있는데, 본 실험에서도 후촉각 말단결절의 a형 투명세포 사이에서 감각세포의 신경종단이 관찰되어, 같은 결과를 나타냈으며, 촉각병으로 갈수록 그 수는 차츰 감소하였다.

Song(1986)은 *Cipangopaludina chinensis malleata*의 촉각상피 연구에서 처음으로 여러 염색약에 염색되지 않는 세포를 관찰하고, 이를 투명세포라고 하였다. 투명세포는 촉각의 말단결절에서 집단으로 관찰되었으며, 세포질내 구형과립들을 포함하고 있다고 하였다. 본 실험에서도 말단결절에서 a형 투명세포들이 집단으로 관찰되었으며, 이들은 세포질내 구형과립들을 소지하고 있었는데, 이들은 PAS - alcian blue(pH 2.5)반응에서 PAS에 양성 반응을 보여 중성 점액과립으로 확인되었다.

2. 결합조직

촉각에서 결합조직은 상피조직 밑에서부터 신경조직 사이까지 매우 두터운 층을 형성하고 있는데, 결합조직 내에서 다양한 종류의 분비세포와 칼라세포, 거대세포 그리고 b형 투명세포 등이 관찰되었다.

칼라세포에 관해서는, Flemming(1870)이 *Helix pomatia* 시촉각(optic tentacle)의 상피조직 아래에서 Z-cell이, 신경절 주위에서는 Z'-cell이 관찰된다고 보고하였다. 이후 Lane(1962)은 Z-cell을 lateral cell이라고 칭하고, Z' cell은 collar cell이라고 칭하였는데, 이들은 병안목 육산 달팽이류의 시촉각에서만 관찰된다고 하였으며, 이들의 분비성 소포 속에는 phospholipid가 들어 있다고 하였다. 이어 Song(1986)은 복족강 기안목 *Cipangopaludina chinensis malleata*의 촉각에서도 칼라세포가 관찰되고, 칼라세포의 분비물이 외부 환경으로부터의 자극을 감각세포까지 전달하는데 돕는 일을 수행하고 있으며, 유독성 물질의 침투까지도 방어할 것이라고 하였다. Rogers(1969)는 *Helix aspersa*의 칼라세포를 도은법으로 염색하고, 세포체가 호은성을 보인 바 있다고 하였다. 본 실험에서도 칼라세포가 결합조직 내에서 집단을 형성하고 있었는데, 세포질내 과립들은 PAS에 양성 반응을 나타내고, 도은법에서는 갈색으로 염색되어, Rogers(1969)의 실험 결과를 뒷받침할 수가 있었다.

투명세포에 관해서는 Chang(1988)이 *Limax flavus* 표피상피조직 밑 유조직에서 관찰한 바 있는데, 핵은 전형적인 차륜핵을 나타내었으며 세포질에 비해 크고, m-b 이중염색에 무반응이어서 세포 전체가 투명하게 관찰된다고 하였다. 본 실험에서도 이와 비슷한 b형 투명세포가 관찰되었는데, 이들의 형태는 불규칙하고, 핵질내 이질염색질이 성글게 발달된 차륜핵을 나타내었으며, m b 이중염색에서 세포질은 아무 반응도 나타내

지 않았다.

분비세포 중 A형은 Newell(1977)이 *Arion hortensis*의 배 상피조직에서 관찰한 점액선이나, Chang과 Lim(1989)이 *Incilaria fruhstorferi*의 표피상피에서 관찰한 분비세포와도 형태적으로 비슷하였다. Chang과 Lim (1989)은 이 분비세포를 산성 점액세포(acid mucous granules)라 칭하였는데, 이 세포는 산민달팽이(*Incilaria fruhstorferi*) 촉각의 상피조직과 결합조직에서도 넓이 분포하고 있음이 확인되었다. 점액질은 상피를 덮고 있어 체내의 수분 이탈을 방지하고 땅을 기는데도 적합하며, 외부 환경으로부터 자신을 보호하는 것으로 널이 알려졌다.

Chang(1988)이 *Limax flavus*의 표피상피에서 관찰한 바 있는 B형 중성 점액과립세포는 m-b 이중염색에서 자색으로 염색되었고, PAS와 alcian blue에서도 두 염색액에 모두 양성 반응을 보인 바 있어, 본 실험에서 관찰된 C형 분비세포와 세포의 형태나 m-b 이중염색성은 같았지만, PAS에는 양성 반응을 보인 바 있어 다소간의 차이가 인정되었다.

F형 분비세포는 methylene blue와 PAS에 강한 양성 반응을 보여 중성 점액다당류로 확인된바 있는데, 이들은 Chang(1988)이 *Limax flavus*에서 관찰한 A형 세포와 그 형태나 염색성이 거의 같았다. 또한, I형 세포는 m-b 이중염색에서 basophilia를 나타내고, PAS - alcian blue(pH 2.5) 반응에서는 중성 점액다당류로 확인된 세포로서, *Limax flavus*(Chang, 1991)의 복측부 체강 벽에서도 관찰된 바 있다.

그러나 B형, D형, E형, H형, J형 및 L형 분비세포들은 지금까지 거의 연구된 바 없다. 이들은 결합조직과 근육조직 내에 고루 분포하고 있었는데, 그중 B형, E형, J형 및 L형 분비세포는 산성 점액다당류의 물질을 포함하고 있고, D형과 H형 분비세포는 중성 점액다당류 물질을 포함하고 있어, 분비세포들이 다양하게 관찰되었는데 이 세포들이 다른 종의 달팽이류, 고등류 또는 소라류 등에서도 존재하고 있는지의 여부는 지속적인 연구가 뒷받침 되어야할 것으로 생각된다.

3. 근육조직

촉각의 근육조직에 관한 연구는 Prescott와 Brightman (1976), Reger와 Fitzgerald(1981) 그리고 Song(1986) 등에 의해 연구가 활발히 이루어졌지만, 근육조직 내에 분포하고 있는 분비세포에 관해서는 거의 연구가 미진한 상태이다. 그러나 산민달팽이를 재료로 한 본 실험에서는 근육조직 내에서 6종류의 분비세포들이 관찰되었는데, 그 중 B형, E형, F형, I형 및 J형 분비세포는 결합조직과 근육조직에서 공히 관찰된 반면, L형 분비세포는 근육조직 내에서만 관찰되었다. L형 세포는 그 형태가 매우 불규칙하고, 몇 개의 분비세포가 덩어리를 이루면서 형성되는 특징을 보였는데, 이들 점액질은 m-b 이중염색에 푸르게 염색되고, PAS - alcian blue(pH 2.5)반응에서는 alcian blue에 양성 반응을 보여 산성 점액다당류의 물질로 확인된바 있다. 이들은 아마도 촉각의 신속한 수축과 이완시 생기는 마찰을 줄여주는 역할을 수행할 것으로 생각되어진다.

결 론

한국산 산민달팽이(*Incilaria fruhstorferi*)의 후촉각을 구성하고 있는 세포의 형태적 특징과 조직화학적인 특징을 광학현미경을 통해 관찰하였는데, 그 결과는 다음과 같다.

1. 상피조직

후촉각의 상피조직은 지지세포, 감각신경세포 그리고 a형 투명세포로 구성되어 있었다.

지지세포는 후촉각의 상피조직에 넓게 분포하고 있는 원주형세포로서, 세포의 상단은 산성 점액다당류의 물질로 덮여 있었다.

감각신경세포의 신경종단이 a형 투명세포 사이에서 관찰되었다. 이들은 촉각의 말단결절에서 많이 관찰되고, 촉각병으로 갈수록 그 수는 감소하였는데, 신경종단의 끝에는 여러 개의 섬모가 관찰되었다.

a형 투명세포는 모든 염색에서 매우 밝게 관찰되었고, 세포질에는 중성 점액과립을 포함하고 있었다.

2. 결합조직

결합조직에는 칼라세포와 b형 투명세포를 포함하고 있으며, 또한 다양한 분비세포(A형, B형, C형, D형, E형, F형, H형, I형, J형)들도 관찰되었다.

칼라세포는 결합조직 속에서 무리 지어 관찰되었는데, 세포질에는 중성 점액과립들로 충만되어 있었고, 도은법에서 세포와 과립들은 진한 갈색으로 염색되었다.

b형 투명세포는 불규칙한 형태의 세포로서, 세포질은

모든 염색에서 밝게 관찰되었다.

분비세포는 후촉각의 결합조직과 근육조직 내에 고루 분포하고 있었다. 후촉각에서는 A형, B형, C형, D형, E형, F형, H형, I형, J형 및 L형 등 10종류가 관찰되었다. 분비세포 중 A형, B형, E형, J형 및 L형 등 5종류는 그 성분이 산성 점액다당류로 확인되었고, C형, D형, F형, H형 및 I형 등 5종류는 중성 점액다당류의 물질을 포함하고 있는 것으로 확인되었다.

3. 근육조직

근육조직은 잘 발달된 두터운 종주근층과 얇은 환상근층으로 구성되어 있었다. L형 분비세포는 근육조직층 내에서만 관찰되고, 산성 점액다당류의 물질을 함유하고 있었는데, 이들은 여러 개의 세포가 모여서 집단을 형성하는 특징을 보였다.

참 고 문 헌

Chang, N.S. (1988) Ultrastructural and histochemical studies on the epithelial cells and mucus-producing cells of Korean slug (*Limax flavus* L.). *Korean Electron Microsc.*, **18**(2): 1-20.

Chang, N.S. (1991) Comparative studies on the structure of the coelomic walls of the Korean terrestrial slugs (*Limax flavus* and *Incilaria fruhstorferi*). *Korean J. Zool.*, **34**(3): 368-381.

Chang, N.S. and Lim, Y.S. (1989) Ultrastructural and histochemical studies on the epithelial cell of Korean terrestrial slug (*Incilaria fruhstorferi*). *Korean J. Zool.*, **32**(2): 93-106.

Demal, J. (1955) Essai d'histologie comparee des organces chemorecepteurs gastropodes. *Mem Acad. oy. Mer. Belg.*, **29**: 1-83.

Flemming, W. (1870) Untersuchungen über Sinnes epithelien der Mollusken. *Arch. Mikrosk. Anat.*, **6**: 439-471.

Flemming, W. (1872) Zur Anatomie der Land Schnecken Fuhler und Zur Neurologie der Mollusken. *Z. Wiss. Zool.*, **22**: 365-372.

Gillary, H.L. and Gillary, E.W. (1979) Ultrastructural features of the retina and optic nerve of *Strombus luhuanus*, a marine gastropod. *J. Morph.*, **159**: 89-116.

Hesse, R. (1902a) Untersuchungen über die Organs der Lichtemp Findung bei Niederen Theiren.Ⅷ. *Z. Wiss. Zool.*, **72**: 565-656.

Hesse, R. (1902b) Über die Retina des Gastropoden Auges. *Verh. Deutch. Zool. Ges.*, **12**: 121-125.

Jeong, K.H. and Lee, H. (1994) An anatomical and ultrastructural study on the eye of a land snail, *Nesiohelix samarangae*. *Korean J. Malacol.*, **10**(1): 1-8.

Jobert, C. (1871) Contribution a l'etude du systeme nerveux sensitif. *J. Anat. (Paris)*, **7**: 611-632.

Kataoka, S. (1975) Fine structure of the retina of a slug, *Limax flavus* L. *Vision Res.*, **15**: 681-686.

Kataoka, S. (1976) Fine structure of the epidermis of the optic tentacle in a slug, *Limax flavus* (L.). *Tiss. Cell*, **8**: 47-60.

Kataoka, S. (1977) Ultrastructure of the cornea and accessory retina in a slug, *Limax flavus* L. *J. Ultra. Res.*, **60**: 296-305.

Lane, N.J. (1962) Neurosecretory cells in the optic tentacles of certain pulmonates. *Q. J. Microsc. Sci.*, **104**: 495-504.

Lane, N.J. (1963a). Microvilli on the external surfaces of gastropod tentacles and body-walls. *Q. J. Microsc. Sci.*, **104**: 495-504.

Lane, N.J. (1963b) Neuroscretion in the tentacles of pulmonate gastropods. *J. Endocr.*, **26**: 19-20.

Lane, N.J. (1964a) A study of neurosecretory cells in the optic tentacles of certain gastropods. *In:* Comparative neurochemistry (ed. by Richer, D.). pp. 281-301, *Pregamon Press. London.*

Lane, N.J. (1964b) The fine structure of certain secretory cells in the optic tentacles of the snail, *Helix aspersa*. *Q. J. Microsc. Sci.*, **105**: 35-47.

Mayes, M. and Hermans, C.O. (1974) Fine structure of the eye of the prosobranch mollusk, *Littorina scutulata*. *Veliger*, **16**(2): 166-168.

Moffett, S. and Austin, D.R. (1981) Implanted cerebral ganglia produce supernumerary eyes and tentacles in host snails. *J. Exper. Zool.*, **216**: 321-325.

Newell, P.F. (1973) Etude de l'ultrastructure de l'epithelium dorsal et pedieux des limaces *Arion hortensis* Ferussac et *Agriolimax reticulatus* (Müller). *Haliotis*, **3**: 131-141.

Phillips, D.W. (1979) Ultrastructure of sensory cells on the mantle tentacles of the gastropod, *Notoacemea scutum*. *Tiss. Cell*, **11**: 623-632.

Prescott, L. and Brightman, M.W. (1976) The sarcolemma of *Aplysia* smooth muscle in freeze-fracture preparations. *Tiss. Cell*, **8**: 241.

Reger, J.F. and Fitzgerald, M.E. (1981) Studies on membrane specializations in tentacukar retractor muscle of the gastropod, *Limax* sp. *Tiss. Cell*, **13**: 535-540.

Renzoni, A. (1968). Osservazioni istologiche, istochimiche ed ultrastrutturalisui tentacoli di *Vaginulus borellianus* (Colosi), Gastropoda Soleolifera. *Z. Zellforsch.*, **87**: 350-376.

Retzius, G. (1892) Das sensible Nerven System der Mollusken. *Biol. Unters.*, **4**: 11-18.

Rogers, D.C. (1969) The fine structure of the collar cells in the optic tentacles of *Helix aspersa*. *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.*, **102**: 113-128.

Rogers. D.C. (1971). Surface specializations of the epithelial cell at the tip of the optic tentacle, dorsal surface of the head and ventral surface of the foot in *Helix aspersa*. *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.*, **114**: 106-116.

Röhlich, P. and Töröck, L.G. (1963) Die Feinstrucktur des Auges der Weinbergs Schnecken (*Helix pomatia* L.). *Z. Zellforsch.*, **60**: 308-348.

Schwalbach, G. and Lickfeld, K. (1962) Die Epidermismorphologie der Sinneskalotte von *Helix pomatia* (L.). *Z. Zellforsch.*, **58**: 277-288.

Simroth, H. (1976) Übers die Sinnesweak Zeuge die Einheimischen Weichtiere. *Z. Wiss. Zool.*, **26**: 227-292.

Song, Y.S. (1986) An ultrastructural study on the tentacles of the Chinese mystery snail (*Cipangopaludina chinensis malleata*). Ph.D. thesis, Graduate School, Korean Univ.

Wondrak, G. (1981) Ultrastructure of the supporting cells in the chemoreceptor areas of the tentacles of *Pomatia elegans* Muller (Mollusca, Prosobranchia) and the basommatophore of *Helix pomatia* L. (Mollusca, Pulmonata). *J. Morph.*, **167**: 211-230.

Wondrak, G. (1984) Ultrastructure of the sensory epithelia of oral tube, fungiform sensory bodies, and terminal knobs of tentacles of *Ovatella myosotis* Drapanaud (Archaeopulmonata, Gastropoda). *J. Morph.*, **11**: 333-347.

Wright, B.R. (1974a) Sensory structure of the tentacles of the slug, *Arion ater* (Pulmonata, Mollusca). 1. Ultrastructure of the distal epithelium, receptor cells and tentacular ganglion. *Cell Tiss. Res.*, **151**: 229-244.

Wright, B.R. (1974b) Sensory structure of the tentacles of the slug, *Arion ater* (Pulmonata, Mollusca). 2. Ultrastructure of the free nerve endings in the distal epithelium. *Cell Tiss. Res.*, **151**: 245-257.

Yung, E. (1911) Anatomie d'une malformation du grande tentacule de l'escargot (*Helix pomatia*). *Rev. Suvisse Zool.*, **19**: 339-382.

Explanation of Figures

Fig. 1. Type-A secretory cells secreting through the epithelium. Mucicarmine stain. Scale bar = 0.2 μm.

Fig. 2. Type-A secretory cells stained with PAS. PAS - alcian blue reaction. Scale bar = 0.2 μm.

Fig. 3. Type-I secretory cells stained with mucicarmine stain. Mayer's mucicarmine stain. Scale bar = 0.2 μm.

Fig. 4. Type-I secretory cells contain neutral mucopolysaccharide. PAS - alcian blue reaction. Scale bar = 0.2 μm.

Fig. 5. The epithelium showing the nerve ending(arrowhead) and type-a clear cells. Silver nitrate stain. Scale bar = 0.2 μm.

Fig. 6. Light micrograph showing a group of the collar cells. Silver nitrate stain. Scale bar = 0.2 μm.

Fig. 7. Light micrograph of cross section through the tentacular knob of the posterior tentacle. Type-L secretory cells contain acidic mucopolysaccharide. PAS - alcian blue reaction. Scale bar = 0.2 μm.

Fig. 8. Light micrograph of cross section through the tentacular knob of the posterior tentacle. Type-F secretory cells stained with PAS. PAS - alcian blue reaction. Scale bar = 0.2 μm.

Fig. 9. Longitudinal section through the posterior tentacle.
Ep, epithelium; M, muscle; Ne, nervous tissue. Methylene blue - basic fuchsin stain.
Scale bar = 5 μm.

Fig. 10. Cross section through the tentacular knob of the posterior tentacle.
CT, connective tissue; Ep, epithelium; M, muscle; Ne, nervous tissue.
Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 10 μm.

Fig. 11. Cross section through the tentacular stalk of the posterior tentacle.
CT, connective tissue; Ep, epithelium; M, muscle; Ne, nervous tissue.
Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 10 μm.

Fig. 12. Epithelium containing Type-a clear cells(Ac) and nerve ending.
Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 5 μm.

Fig. 13. Epithelium containing type-A secretory cell(A) and type-C secretory cell(C).
Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 5 μm.

Fig. 14. Type-A secretory cell and type-H secretory cell(H) secreting through the epithelium.
Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 5 μm.

Fig. 15. Connective tissue containing type-A secretory cell(A) and B-type secretory cell(B).
Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 5 μm.

Fig. 16. Connective tissue containing type-C secretory cells(C).
Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 5 μm.

Fig. 17. Type-C secretory cells(C) and type-D secretory cells(D) producing in connective tissue, type-D secretory cells(D) secreting through the epithelium.
Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 5 μm.

Fig. 18. Light micrograph showing the type-b clear cell(Bc) and type-I secretory cells(I).
M, muscle. Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 5 μm.

Fig. 19. Light micrograph showing a group of the collar cells(Co).
Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 5 μm.

Fig. 20. Light micrograph showing the Type-L secretory cell(L) and type-F secretory cells(F). Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 5 μm.

Fig. 21. Light micrograph showing the type-H secretory cell(H) stained with methylene blue in the connective tissue. Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 5 μm.

Fig. 22. Cross section through the type-B secretory cell(B) and type-J secretory cell(J) in the muscular layer. Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 5 μm.

Fig. 23. Light micrograph showing the type-D secretory cell(D) and type-H secretory cell(H) in the connective tissue. Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 5 μm.

Fig. 24. Cross section through the tentacular knob of the posterior tentacle. F, type-F secretory cells. Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 5 μm.

Fig. 25. Section through the tentacular stalk of the posterior tentacle. type-E secretory cell(E) in muscular layer. Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 5 μm.

Fig. 26. Cross section through the type-I secretory cells(I), which are removing through muscular layer. Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 1 μm.

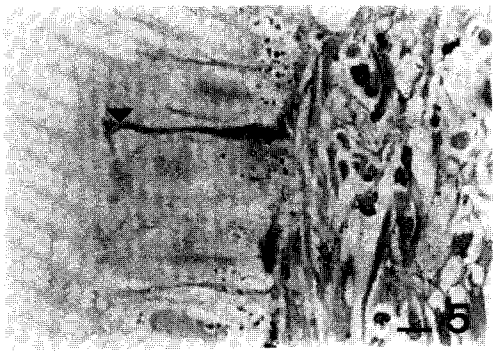
Fig. 27. Light micrograph showing a group of the type-I secretory cells(I). Methylene blue - basic fuchsin stain. Scale bar = 5 μm.

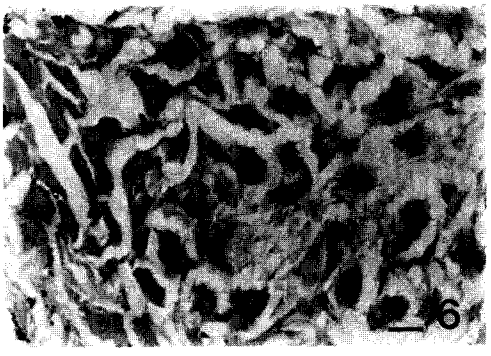
1

2

3

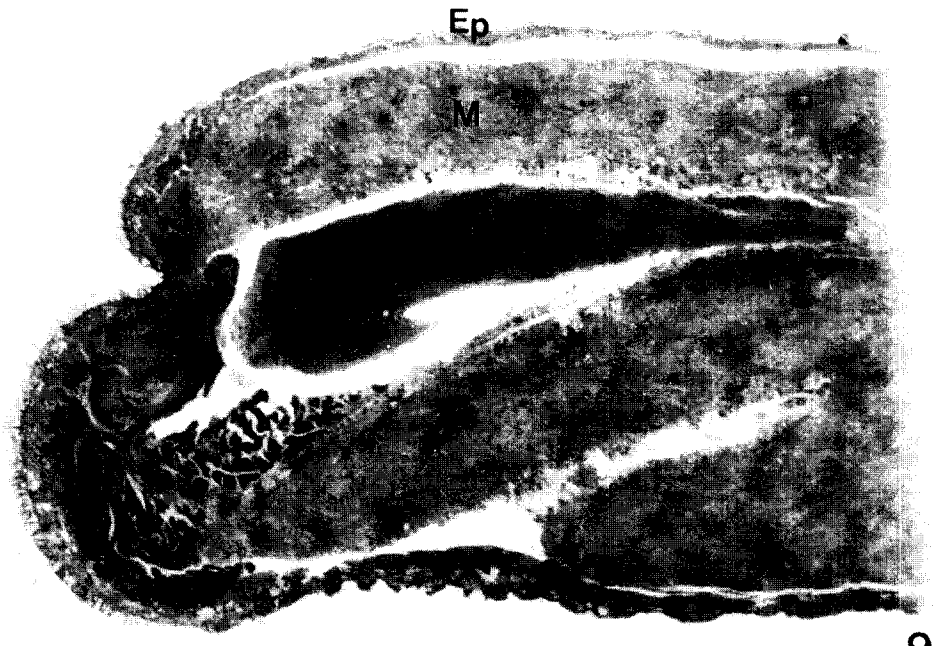
4


5

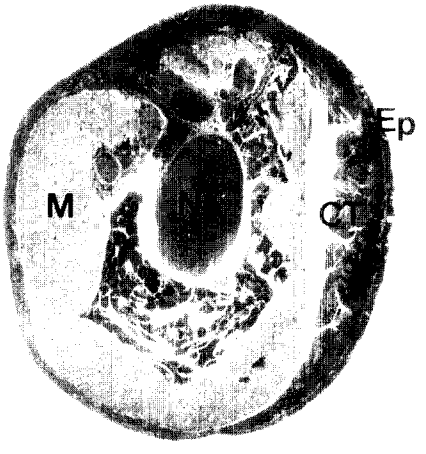

6

7

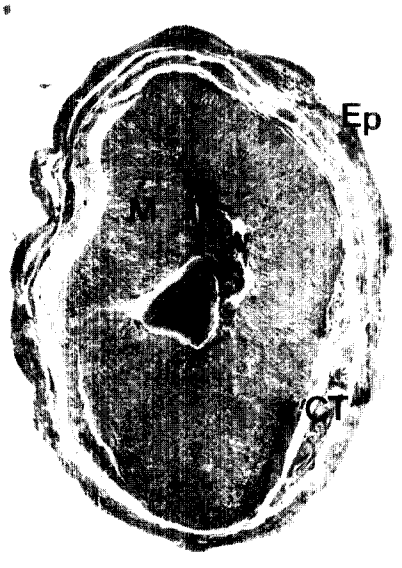
8



9



10



11

N
Ac
A

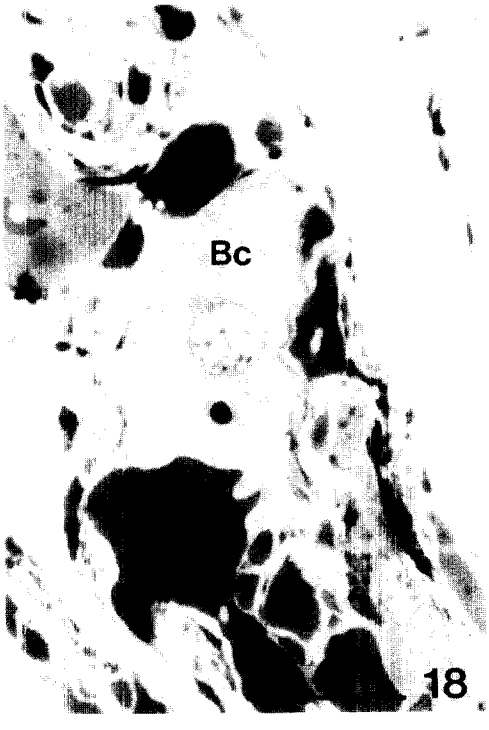
A
C

14

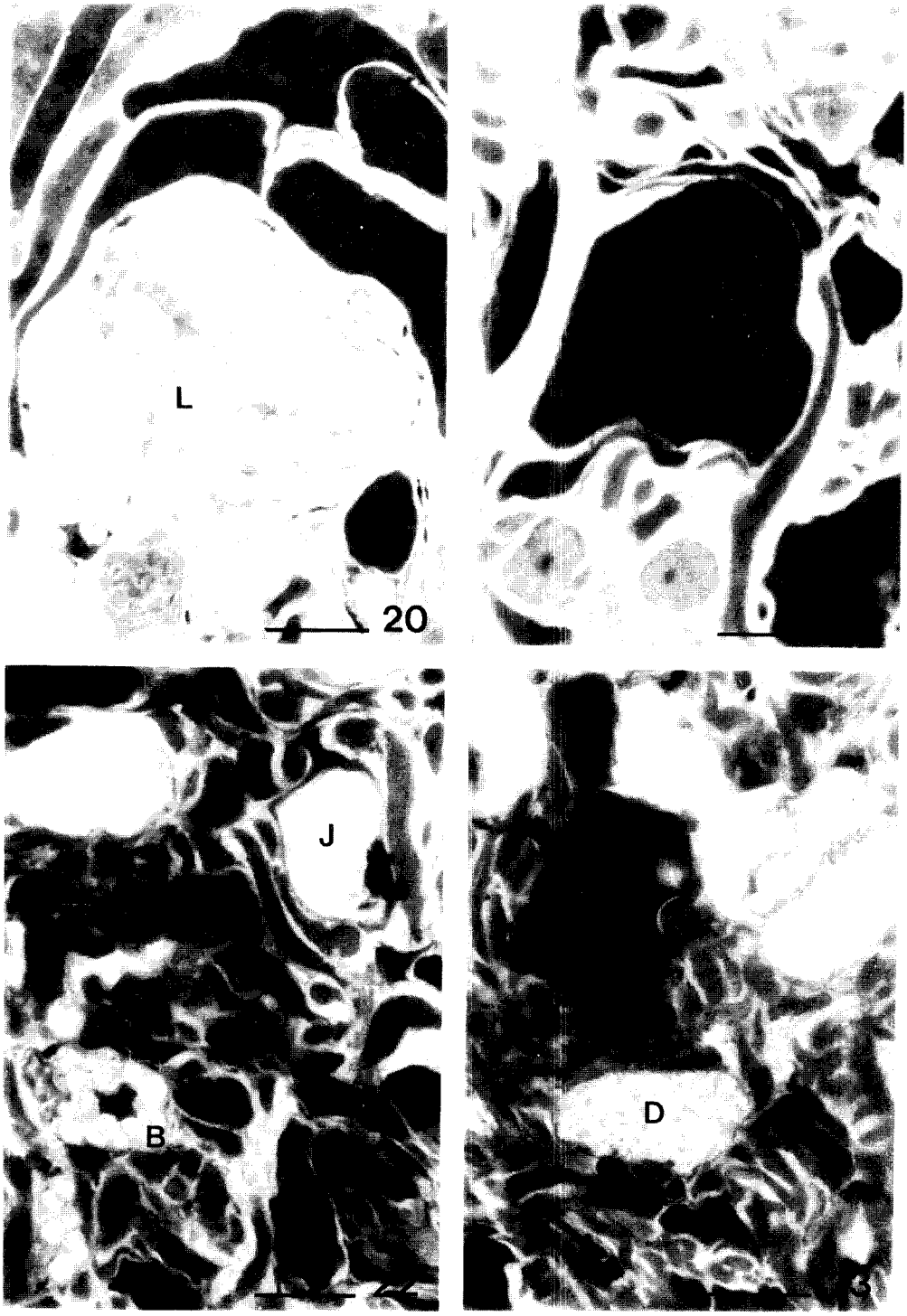
B
A
15

C
16

B


Bc
18

19


L
20
J
B
D

B
25

M
26

I
27