

한국산 꿩 난관의 술잔세포에 관한 조직화학적 연구

최성도¹ · 로경란² · 김인식² · 양홍현^{3,†}

¹중국 연변대학 농학원, ²전북대학교 수의과대학, ³전북대학교 생체안전성연구소

Histochemical Studies of the Goblet Cell of the Oviduct in Korean Ring-necked Pheasants (*Phasianus colchicus karpowi*)

C. D. Cui¹, J. L. Lu², I. S. Kim² and H. H. Yang^{3,†}

¹College of Agriculture, Yanbian National University, China, ²College of Veterinary Medicine,

³Bio-Safety Research Institute, Chonbuk National University, 664-14 Dukjin-dong 1Ga, Dukjin-gu, Chonju, Chonbuk 561-756, South Korea

ABSTRACT : The study was designed to investigate the aspects of the goblet cell of the oviduct in laying Korean ring-necked pheasants by histochemical methods (PAS, alcian blue-PAS, alcian blue pH 2.5, alcian blue pH 1.0, and aldehyde fuchsin-alcian blue stain). Twelve laying Korean ring-necked pheasants were used. The results were summarized as follows. The goblet cell of the oviduct of the Korean ring-necked pheasant contained sulfated acid mucosubstances and neutral mucosubstances in the infundibulum. The compounds of sulfated acid mucosubstances, nonsulfated acid mucosubstances, and neutral mucosubstances are present in goblet cells of the magnum, vagina and openings of the tubular gland of the uterus of the oviduct in the Korean ring-necked pheasant. The goblet cell of the isthmus and uterus of the oviduct of the Korean ring-necked pheasant contained neutral mucosubstances except openings of the tubular gland of the uterus. The histochemical characteristics of secretory granules of goblet cells in oviduct of the Korean ring-necked pheasant were not related to the position of eggs in oviduct.

(Key words : Korean ring-necked pheasant, oviduct, goblet cell, histochemistry)

서 론

조류 난관의 점막상피는 섬모세포(ciliated cell)와 술잔세포(goblet cell)로 구성되어 있고 이들 세포의 수효와 형태는 난관의 부위에 따라서 많은 차이를 나타내고 있다(Aitken and Johnston, 1963, 1971; Blom, 1973; Hodges, 1974). 술잔세포는 특수화된 상피세포로 점액을 생성해서 상피표면으로 분비하며 분비물이 세포 내에서 합성됨에 따라서 이들 분비물은 세포의 첨단부위에 축적되고 핵은 세포의 좁은 기저부 위쪽으로 밀려나서 세포의 모양이 현저하게 술잔모양이 된다(강종구 등, 2001). 알 형성과정에서 분비기능을 가진 술잔세포는 일반적인 술잔세포의 형태적 특징을 가지고 있으나 부위에 따른 이들 세포의 분비물질의 양과 알 형성과정에서의 역할은 서로 다른 것으로 보고되어 있다(田村, 1976;

Gillbert, 1981; Freeman, 1983).

조류 난관의 점막 상피세포에 관하여 Surface(1912), Richardson(1935), Aitken and Johnston (1963), Wyburn et al. (1970), Hodges(1974)를 포함한 많은 연구자들로부터 조직학적인 연구가 시행되어 왔다. 그러나 이들의 연구는 주로 상피세포에 관한 형태학적인 간단한 형태의 변화만 관찰하였고 술잔세포 분비물질의 조직화학적인 특징에 관한 보고는 매우 제한되어 있다. 현재까지 술잔세포의 분비물질에 관한 조직화학적 연구는 닭(Aitken and Johnston, 1963; Johnston et al., 1963; Fujii et al., 1965; Wyburn et al., 1970), 메추라기(Tamura and Fujii, 1966a)와 검은 솔새(Chakravorti and Sadhu, 1961)에서 행하여졌다. 이들 조류에 관한 조직학적 연구결과는 조류의 종간에도 일정한 차이를 보이고 또한 연구자에 따라 견해 차이가 있어 아직도 모호한 점이 많다. 그리고 한

† To whom correspondence should be addressed : hhyang@chonbuk.ac.kr

본 연구는 2002년도 전북대학교 생체안전성연구소 학술연구비의 일부 지원으로 이루어졌음. (CNU-BSRI No. 2002)

Table 1. Grouping of the pheasant according to the position of the egg in the oviduct

	Position of the egg	No. of animals
Group 1	No egg in the oviduct after laying	4
Group 2	An egg covered with incompletely or completely formed shell	3
Group 3	A soft egg covered with shell-membrane in the uterus	3
Group 4	A soft egg covered with shell-membrane in the isthmus	2

국산 꿩의 난관 점막상피에 관한 연구는 단지 저자들(최성도 등, 1999)이 난관 깔때기의 조직학적 연구뿐이고 깔때기 이외의 다른 부위의 조직학적 및 조직화학적 연구보고는 찾아 볼 수 없다.

따라서 산란기 한국산 꿩을 실험동물로 하여 꿩 난관 술잔세포가 함유하는 분비물질의 조직화학적 특징을 규명하여 계절번식 조류의 번식생리분야에 폭 넓게 활용할 수 있는 형태학적인 기초자료를 얻고자 이 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

꿩의 번식계절인 4월에 꿩 농장(전북 완주군 소양면 소재)으로부터 꿩알을 구입하여 전북대학교 수의과대학 해부학 교실에서 자동부화기(Lyon, England)를 이용하여 온도(38℃)

와 습도(86~88%)를 유지시키며 인공 부화시킨 후 12~14개 월령(체중 750~1,000 g)까지 사육한 산란중인 한국산 암꿩 12수를 실험에 사용하였다. 실험에 사용한 모든 실험동물은 xylazine (1 ml/개/Kg)을 흉부 근육에 주사하여 마취시킨 후 오전 10시를 기준으로 일정 시간에 개복하여 난관 내에 알의 존재 여부와 알의 위치를 확인하고 난관을 적출하였다 (Table 1). 적출한 난관은 난관깔때기, 난관팽대부, 난관좁은 부분, 자궁 및 질 부위별로 나누어 10% 중성 포르말린 또는 10% 완충 포르말린에 24시간동안 고정하고 수세하여 일반적인 조직표본 제작방법에 따라 파라핀에 포매하고 박절기 (Shandon, Hypercut)를 이용하여 5~6 μ m 두께의 연속절편을 제작하였다.

난관 점막 술잔세포의 조직화학적 변화를 관찰하기 위하여 알코올을 사용하여 함수와 탈수를 시키고 PAS(McManus, 1948), alcian blue-PAS(Mowry, 1956), alcian blue pH 2.5 (Steedman, 1950), alcian blue pH 1.0(Lev and Spicer, 1964), aldehyde fuchsin-alcian blue(Spicer and Meyer, 1960) 등의 염색을 실시하여 canada balsam으로 봉입한 후 광학현미경 (Leica, DMRBE)으로 관찰하고 사진 촬영하였다.

결 과

한국산 꿩 난관 부위별 술잔세포의 조직화학적 관찰결과 는 Table 2와 같다.

PAS반응에서 난관 각 부위 술잔세포의 분비물질 모두가 양성반응을 나타내었다. 그 중에서도 깔때기 부위의 목 부

Table 2. Histochemical reactions of mucins of goblet cells in Korean ring-necked pheasants

	Infundibulum	Magnum		Isthmus		Uterus	Vagina
	Middle to posterior	Anterior to posterior	Mucous region	Anterior	Posterior	Anterior to posterior	Anterior to posterior
PAS	+++	+++	++++	++++	++++	+→++	++
AB pH 1.0	+→++	+→++++	+++	-	-	-, +*	+→++
AB pH 2.5	+→++	+→++++	+++	-	-	-, +*	+→++
AB-PAS	PAS-AB	PAS-AB	PAS-AB	PAS	PAS	PAS, PAS-AB*	PAS-AB
AF-AB	Deep purple	Deep purple or blue	Deep purple or blue	-	-	-, Deep purple or blue*	Deep purple or blue

Remarks in reactions :

- ; negative, + ; weakly positive, ++ ; moderate positive, +++ ; strong positive, ++++ ; very strong, * ; goblet cells of openings of the tubular gland, PAS ; periodic acid-Schiff, AB ; alcian blue, AF ; aldehyde fuchsin.

위, 팽대부의 앞. 뒤쪽에서 술잔세포의 분비물질은 강한 양성 반응을 보이고 팽대부위의 점액부위, 난관 좁은 부분의 앞쪽과 뒤쪽에서는 매우 강한 양성반응을 나타내었으며, 자궁과 질의 분비물질은 상대적으로 약한 양성반응을 나타내었으며 특히, 자궁 앞쪽에서 약한 양성반응을 보였다(Fig. 1~5).

alcian blue pH 1.0과 pH 2.5 염색에서는 부위에 따라서 같은 양상으로 관찰되었다. 난관 깔때기 부위의 중간에서는 약한 양성 반응을 나타내었고 뒤쪽에서는 중등도의 반응을 보였다. 난관 팽대부위의 앞쪽에서는 중등도의 양성 반응을 나타내었고 뒤쪽과 점액부위에서는 강한 양성반응을 나타내었으며 난관 좁은 부분에서는 전 부위에 걸쳐서 음성으로 관찰되었다. 자궁에서는 관상샘 개구부의 술잔세포(기저세포, basal cell)에서만 약한 양성반응을 보였고 앞쪽은 음성으로 관찰되었다. 질의 앞쪽에서는 약한 양성 반응을 나타내었고 뒤쪽으로 갈수록 증가하여 중등도의 반응으로 관찰되었다(Fig. 6~9).

alcian blue-PAS 복합염색에서는 깔때기 부위의 목 부위, 팽대부, 자궁 관상샘의 개구부, 질의 술잔세포의 분비물질은 PAS양성물질과 alcian blue양성물질이 서로 다른 비율로 혼재되어 있었고, 깔때기부 목 부위의 술잔세포는 alcian blue 양성반응물질이 매우 적게 관찰되었다. 자궁의 관상샘 개구부를 제외한 기저세포와 좁은 부분의 술잔세포는 단지 PAS 양성반응을 나타내었다(Fig. 10~12).

Aldehyde fuchsin-alcian blue 염색에서 깔때기 부위의 목 부위와 팽대부 술잔세포의 분비물질은 암자색(deep purple)을 나타내었다. 팽대부 앞부분과 중간부위, 질과 자궁의 관상샘 개구부의 술잔세포의 분비물질은 암자색과 청색으로 염색되는 물질이 모자이크 상으로 혼재하는 양상을 보였고 좁은 부분의 대부분 술잔세포의 분비물질은 음성반응을 나타내었다(Fig. 13~16).

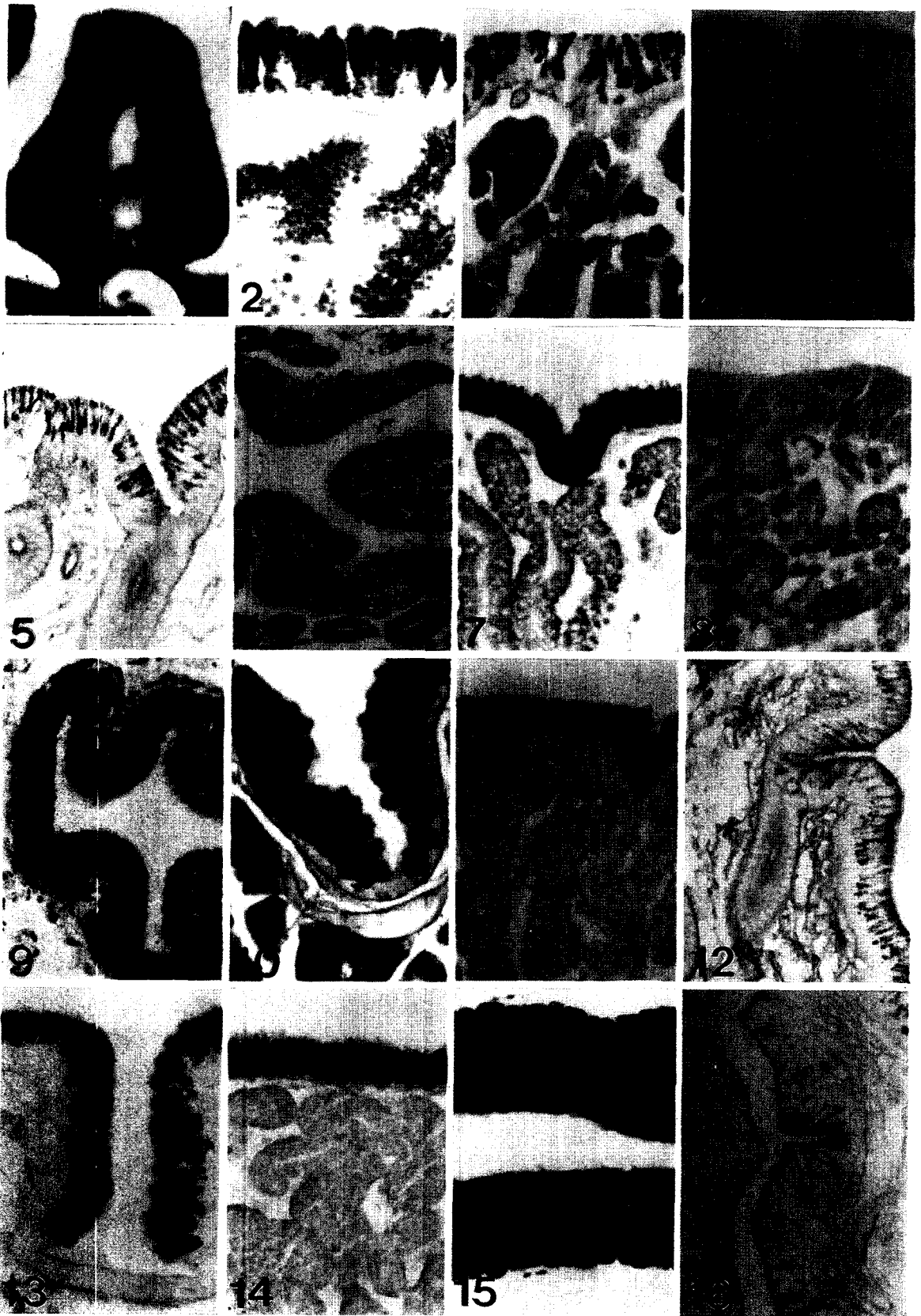
고 찰

조류의 난관 술잔세포는 주로 난관깔때기 부위의 목부위, 난관팽대부, 난관 좁은 부분, 자궁과 질의 점막 상피층에 있는 분비세포이며(Aitken and Johnston, 1971), 세포의 기능, 형태, 분비물질의 특성에 따라 과립세포(Wyburn, et al., 1970), 비섬모세포(Hodges, 1974), 점액세포(Hodges, 1974; 田村, 1976)등으로 명명되어져왔다. 본 논문에서는 세포의 형태를 중요시하여 술잔세포로 명명하여 기술하였다. 또한 난관의 각 부위에서 난이 머무는 시간이 닭에서는 난관깔때기 부위

에서는 20~25분, 난관 팽대부에서는 3시간, 난관 좁은 부분에서는 1시간 15분, 자궁에서는 20시간, 질에서는 5분 내지 10분으로 알려져 있다(강종구 등, 2001). 꿩에서는 이와 같은 생리학적인 기초 연구가 수행되지 않아 본 연구에서는 오전 10시를 기준으로 일정 시간에 실험용 꿩을 개복하여 산란 추정시간과의 오차를 최대한 줄이려는 시도를 하였다.

조류의 난관 점막상피의 술잔세포가 함유한 분비물질에 관한 조직화학적 연구에서 Fujii et al.(1965) 등은 닭 난관 깔때기의 술잔세포는 황화점액다당류(sulfated mucopolysaccharides)와 비황화점액다당류(nonsulfated mucopolysaccharides) 물질을 함유하고 있으나 그 중에서도 황화 점액다당류 물질이 더욱 풍부하다고 하였으며, Tamura and Fujii (1966a)는 메추라기 난관 깔때기의 술잔세포는 다만 황화산성점액다당류를 함유한다고 하였다. 본 실험에서 산란기 한국산 꿩의 난관깔때기 목 부위의 술잔세포에서 분비물질은 alcian blue(pH 1.0 또는 pH 2.5)염색에서 약하게 양성반응을 나타내었으며 이들 반응물질은 뒤쪽으로 가면서 차츰 증가하는 경향이 있었다. alcian blue-PAS 이중염색에서 이들 분비물질의 대부분은 PAS양성반응을 나타내었고 alcian blue 양성반응물질은 매우 미약하게 나타났으며 뒤쪽으로 가면서 증가하는 경향을 보여주었다. aldehyde fuchsin-alcian blue 염색에서 술잔세포의 분비물질은 암자색으로 염색되었다. 이러한 결과는 난관깔때기 부위의 술잔세포는 황화산성점액물질과 중성점액물질을 함유한다는 것을 확인할 수 있었고 황화산성점액물질의 양은 중성점액물질에 비하여 매우 적고 이들 물질의 양은 중성점액물질과 같이 뒤쪽으로 갈수록 점차 증가한다는 것을 알 수 있었다.

Fujii et al.(1965)의 연구에 의하며 닭 난관 팽대부의 술잔세포가 함유한 분비물질은 난관 깔때기와 유사하며 뒤쪽으로 황화점액다당류가 증가하여 난관팽대부 말단부위의 술잔세포는 다만 황화점액다당류물질을 함유한다고 하였다. Tamura and Fujii(1966b) 등은 메추라기 난관팽대부의 술잔세포는 황화산성점액다당류를 함유하고 있다고 기술하였다. 본 실험에서 산란기 한국산 꿩 난관팽대부 술잔세포의 분비물질은 alcian blue(pH 1.0, 2.5)염색에서 양성 반응을 나타내었고, alcian blue-PAS 이중 염색에서 alcian blue양성반응을 나타내는 물질과 PAS 양성반응을 나타내는 물질이 서로 다른 비율로 혼재하였으며 aldehyde-alcian blue 이중 염색에서는 암자색으로 나타나는 물질과 푸른색으로 나타나는 물질이 뒤섞여 나타났다. 따라서 이들 부위의 술잔세포의 분비물질은 황화산성점액물질, 비 황화 산성 점액물질과 중성 점액물질 등 3가지 물질을 함유하고 있다는 것을 알 수 있었다.



- Fig. 1.** Anterior portion of the neck of the infundibulum of the oviduct. The secretory materials of the goblet cell of the epithelium showed strong positive reaction in the PAS reaction. $\times 400$.
- Fig. 2.** Middle portion of the magnum of the oviduct. The secretory materials of the goblet cell showed positive reaction in. PAS stain. $\times 400$.
- Fig. 3.** Anterior portion of the isthmus of the oviduct. The goblet cell reacted as in the magnums. The secretory materials of goblet cells and tubular gland cells were PAS-positive. PAS stain. $\times 400$.
- Fig. 4.** The uterus of the oviduct (no egg in oviduct). The secretory material of goblet cells(basal cell) stained weakly in the PAS reaction. PAS stain. $\times 400$.
- Fig. 5.** Anterior portion of the vagina of the oviduct. The secretory material of goblet cells showed weakly reaction in PAS stain like the uterus. PAS stain $\times 200$.
- Fig. 6.** Middle portion of the infundibulum neck of the oviduct. The secretory material of goblet cells contained alcian blue-positive materials. Alcian blue(pH 1.0) stain. $\times 200$.
- Fig. 7.** Middle portion of the magnum of the oviduct. The secretory material of goblet cells showed strong positive reaction in the alcian blue (pH 1.0) stain. $\times 200$.
- Fig. 8.** The uterus of the oviduct. The secretory granules of goblet cells of the openings of tubular glands were alcian blue(pH 2.5)-positive. Alcian blue(pH 2.5) stain $\times 400$.
- Fig. 9.** The vagina of the oviduct. The secretory material of goblet cells contained alcian blue-positive secretory materials. Alcian blue(pH 1.0) stain. $\times 200$.
- Fig. 10.** Middle portion of the magnum of the oviduct. The secretory materials of goblet cells contained alcian blue-positive and PAS-positive secretory granules. Alcian blue-PAS stain. $\times 200$.
- Fig. 11.** The uterus of the oviduct. The goblet cell was not developed and their secretory materials were PAS-positive except opening of the tubular gland. The goblet cells of the opening contained PAS-positive and AB-positive secretory granules. Alcian blue-PAS stain. $\times 400$.
- Fig. 12.** Anterior portion of the vagina of the oviduct. The goblet cell of the epithelium contained PAS-positive and alcian blue-positive secretory materials. The tubular gland cell was weak PAS-positive, but no PAS-positive secretory granules. Alcian blue-PAS stain. $\times 200$.
- Fig. 13.** Anterior portion of the infundibulum neck of the oviduct. The secretory materials of goblet cells showed deep purple colour. AF-alcian blue stain. $\times 400$.
- Fig. 14.** Middle portion of the magnum of the oviduct. The secretory materials of goblet cells contained blue and deep purple colour secretory granules. AF-alcian blue stain. $\times 200$.
- Fig. 15.** Mucous region of the magnum of the oviduct. The secretory materials of the goblet cell showed deep purple colour. AF-alcian blue stain. $\times 400$.
- Fig. 16.** Anterior portion of the vagina of the oviduct. The goblet cell contained blue and deep purple colour secretory materials. AF-alcian blue stain. $\times 200$.

닭 난관 좁은 부분과 자궁의 술잔세포는 중성다당류(neutral mucopoly saccharides)물질을 함유하며 질의 술잔세포는 비 황화 점액다당류 물질을 함유하고 있다(Fujii et al., 1965). 메추라기의 자궁 술잔세포는 황화산성 점액다당류를 함유하며 좁은 부분과 질의 술잔세포의 분비물질은 중성점액다당류의 성질을 띠고(Tamura and Fujii, 1966b), 검은 술새의 자궁과 질의 점막상피 술잔세포는 산성점액물질을 함유하고 있는 것으로 보고되어 있다(Chakravarti and Sadhu,

1961). 이와는 달리 Johnston and Aitken(1963)은 닭 난관 자궁에는 2가지 유형의 점액세포가 존재하는 데, 앞부분의 술잔세포는 산성 점액물질을 함유하고 있고, 뒷부분의 술잔세포는 중성 점액물질을 함유하고 있다고 보고하였다. 본 실험에서 산란기 한국산 평 난관 좁은 부분과 관상샘 개구부를 제외한 자궁의 모든 술잔세포의 분비물질은 alcian blue(pH 1.0, 2.5) 염색, aldehyde-alcian blue 이중 염색에서 음성반응을 보여주는 반면에 alcian blue-PAS 이중 염색에서는 PAS

양성반응을 보여 주기 때문에 이들 술잔세포들은 중성점액 물질을 함유하고 있다는 것을 확인할 수 있었으며 자궁의 관상샘 개구부와 질 술잔세포의 분비물질은 난관팽대부 술잔세포의 분비물과 같은 물질을 함유하고 있음을 알 수 있었다.

조류난관 술잔세포의 일반적인 기능에 관한 연구를 살펴 보면 술잔세포의 기능은 난관의 위치에 따라 일정한 차이를 제시하고 있다. 즉, 깔때기 부위의 술잔세포는 난대의 형성, 팽대부의 술잔세포는 난백의 형성, 좁은 부분의 술잔세포는 난각막의 형성, 자궁의 술잔세포는 난각형성과 큐티클의 형성에 관여하고 질의 술잔세포는 알의 운송(Freeman, 1983; Gillbert; 1981; 田村, 1976) 등의 기능을 수행하는 것으로 보고되어 있다. 그러나 이상의 보고는 주로 세포의 형태적 특징에 의하여 얻은 결론으로써 기능과 형태를 결부시킨 확실한 증거는 없는 상황이다. 따라서 본 실험에서 난관내의 알의 존재 여부와 알의 위치를 확인하고 알의 위치와 결부된 술잔세포의 조직화학적 특징을 관찰한 결과 한국산 꿩 난관 각 부위 술잔세포의 분비물질의 조직화학적 특징은 개복 시 알의 위치와 연관성이 없었고 또한 각 부위의 술잔세포내 분비물질은 양적인 변화가 있을 뿐 구성성분 상의 차이점은 명확하지 않은 것으로 관찰되었다.

이상의 실험결과를 보면 한국산 꿩 난관 점막상피의 술잔세포는 닭, 메추라기 등 다른 조류의 술잔세포와 같이 부위에 따라 술잔세포의 수효와 형태가 서로 다르며 세포가 함유한 분비물질의 양과 특성도 차이가 있음을 알 수 있었다. 그러나 난관 각 부위 술잔세포의 분비물질의 구성성분은 닭, 메추라기와 검은 솔새 등 다른 조류와 일치하지 않고 차이가 있는 것을 관찰할 수 있었다. 그 중에서도 특히 자궁과 질의 술잔세포가 더욱 뚜렷하였다. 이상과 같은 차이점은 주로 종간의 차이로 인한 결과로 추측되나 이를 확인하기 위하여는 성분의 분석을 위한 다른 각도의 접근이 필요할 것으로 생각된다.

적 요

산란기 한국산 꿩 난관의 술잔세포를 조직화학적으로 분비물의 성상을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 한국산 꿩 난관 깔때기부의 술잔세포는 황화산성점액물질과 비황화중성점액물을 함유하였다. 난관팽대부, 자궁의 관상샘 개구부, 질의 술잔세포는 황화산성점액물질, 비황화산성점액물질과 중성점액물질을 함유하였다. 관상샘 개구부의 술잔

세포를 제외한 자궁과 난관 좁은 부분의 술잔세포는 중성점액물질을 함유하였다. 한국산 꿩 난관 술잔세포 분비물질의 조직화학적 특징은 난관내의 알의 위치와 연관성이 없었다. (색인어: 한국산 꿩, 술잔세포, 난관, 조직화학적 특징)

인용문헌

- Aitken RNC, Johnston HS 1963 Observations on the fine structure of the infundibulum of the avian oviduct. *J Anat* 97 : 87-99.
- Aitken RNC, Johnston HS 1971 The oviduct. Pages : 1237-1289. In : *Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl*. London; Academic Press.
- Blom L 1973 Ridge pattern and surface ultrastructure of the oviducal mucosa of the hen(*Gallus domesticus*). *K Danske Vidensk Selsk Ske* 20 : 1-15.
- Chakravorti KP, Sadhu DP 1961 Some aspects of the histological and histochemical studies on the oviduct of the kite, *Milvus mifrans govinda Sykes*. *Anat Anz* 110 : 160-164.
- Freeman BM 1983 *Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl*. Pages : 379-419. London Academic Press.
- Fujii S, Tamura T, Kunisaki H 1965 Histochemical study of mucopolysaccharides in goblet cells of the chicken oviduct. *J Fac Fish Anim Husb* 6 : 25-35.
- Gillbert AB 1981 *Form and function in birds*. Vol. 2. Pages : 205-360. London Academic Press.
- Hodges RD 1974 *The Histology of the Fowl*. Pages : 347-387. London Academic Press.
- Johnston HS, Aitken RNG, Wyburn GM 1963 The fine structure of the uterus of the domestic fowl. *J Anat* 97 : 333-344.
- McManus JFA 1948 Histological and histochemical uses of periodic acid. *Stain Tech* 23 : 99-108.
- Mowry RW 1956 Alcian blue technique for histochemical study of acidic carbohydrates. *J Histochem Cytochem* 4 : 407-409.
- Richardson KC 1935 The secretory phenomena in the oviduct of the fowl, including the process of shell formation examines by microincineration technique. *Phil Trans Roy Soc B* 225 : 49-196.

- Spicer SS, Meyer DB 1960 Histochemical differentiation of acid mucopolysaccharides by means of combined aldehyde fuchsin-alcian blue staining. *Am J Clin Pathol* 33 : 453-459.
- Steedman HF 1950 Alcian blue 8G: a new stain for mucin. *Q J Micro Sci* 91 : 477-479.
- Surface FM 1912 The histology of the oviduct of the domestic hen. *Bull Maine Agric Exp Stn* 206 : 395-430.
- Tamura T, Fujii S 1966a Histological observations on the quail oviduct; Histochemical observations on the secretions of the glands and the mucous cells. *J Fac Fish Anim Husb* 6 : 373-393.
- Tamura T, Fujii S 1966b Histological observations on the quail oviduct; On the secretions in the mucous epithelium of the uterus. *J Fac Fish Anim Husb* 6 : 357-371.
- Wyburn GM, Johnston HS, Draper MH 1970 Fine structure of the oviduct of the laying hen. *Ann Biol Anim Biochem Biophys* 2 : 53-55.
- Wyburn GM, Johnston HS, Draper MH, Davidson MF 1970 The fine structure of the infundibulum and magnum of the oviduct of *Gallus domesticus*. *Q J Exp Physiol* 55 : 213-232.
- 田村達堂 1976 家禽卵管構造 機能. *日畜會報* 47(6) : 347-353.
- 강종구, 광수동, 김무강, 김성호, 신태균, 양홍현, 윤여성, 이재현, 이준섭, 장병준 2001 최신 수의조직학 Pages : 256-258. 이공월드.
- 최성도, 이영훈, 김인식, 양홍현 1999 한국산 평 난관갈때기의 조직학적 연구. *한국가금학회지* 26(3) : 171-177.