

シカの十二指腸腺に関する研究

竹花一成*・阿部光雄*

A Study of the Duodenal Glands in the Deer

Kazushige TAKEHANA* and Mitsuo ABE*

(May, 1982)

緒 論

十二指腸腺は、1679年 Wepfer¹⁴⁾により発見された外分泌腺で、粘膜下組織に存在し、「粘膜下組織腺」とか「ブルネル氏腺」と呼ばれている哺乳動物特有の外分泌腺である。シカの十二指腸腺に関する形態学的研究は、未だ明らかにされていないので著者らは十二指腸腺の分布範囲及び分布密度、腺細胞の形態、腺細胞より分泌される粘液、特に糖質について光学顕微鏡（以下光顕と略）的、電子顕微鏡（以下電顕と略）的、組織化学的に追究し、先に報告した^{10),11),12)}馬、牛、犬の十二指腸腺と比較検討した。

材料及び方法

材料として、シカ（エゾジカとニホンジカの雑種）7例を使用した。これらは放血後、直ちに開腹して、小腸全体を摘出した。うち2例は、小腸腸間膜縁に沿って腸を切開し、60% 酢酸水溶液に約5時間浸漬した後、筋層及び粘膜固有層を剥ぎ取って粘膜下組織のみとし、これを Harris の Hematoxylin で染色し全体標本として、十二指腸腺の分布範囲及び分布密度を観察した。残りの5例は、幽門より後位約1cmの部位の十二指腸を採取し、2% 酢酸カルシウム—10% ホルマリン溶液¹⁾で24~48時間固定、アルコール脱水後、パラフィンに包埋、6 μ 厚の切片を作製し、Hematoxylin-Eosin 染色の他、以下のような組織化学的反応を実施して光顕で観察した。

1) 多糖類の検出

過沃素酸—シッフ反応⁵⁾ (Periodic acid-Schiff reaction ; PAS と略)

2) グリコーゲンの同定

ジアスターゼ消化試験⁸⁾ (Diastase digestion test ; D-D と略)

* 獣医学科、家畜解剖学教室

Laboratory of Veterinary Anatomy, Department of Veterinary Medicine, The College of Dairying, Ebetsu, Hokkaido 069-01, Japan

3) 酸性ムコ糖の検出

アルシアンブルー, PAS 法⁵⁾ (Alcian blue-PAS; AB-PAS と略)

4) 強酸性ムコ糖の検出

a) アルシアンブルー, pH 1.0 法⁴⁾ (Alcian blue at pH 1.0; AB, pH 1.0 と略)

b) 高鉄ジアミン法⁸⁾ (High iron diamine; HID と略)

5) 弱酸性ムコ糖の検出

a) アルシアンブルー, pH 2.5 法⁹⁾ (Alcian blue at pH 2.5; AB, pH 2.5 と略)

b) 低鉄ジアミン法⁸⁾ (Low iron diamine; LID と略)

6) 中性糖の検出

a) 過沃素酸酸化 HID 法⁸⁾ (酸化 HID と略)

b) 過沃素酸酸化 LID 法⁸⁾ (酸化 LID と略)

7) シアル酸の同定

シアリダーゼ消化法⁹⁾ (Sialidase digestion test)

また、電顕観察のために、光顕材料と同じ部位を、2.5% グルタルアルデヒドと1% 四酸化オスミウムとの二重固定を施し、法の如くアルコール脱水、エポン包埋し、Porter-Blum MT-1 型 ultramicrotome または JUM-7 型 ultramicrotome で超薄切片を作製した。超薄切片には酢酸ウラニール・クエン酸鉛による電子染色を施し、JEM-100 S 型電顕で観察した。

結 果

シカの小腸全長は、7例の計測では平均約7m、うち十二指腸は約40cmで、シカには胆のうはなく、大十二指腸乳頭は幽門より後方約30cmの部位に存在した。全体標本から、十二指腸腺の分布範囲は、幽門から後方約40cmまでであり、十二指腸全域に渡っていた。その分布密度は幽門より後方に行くに従って徐々に減少した (Fig. 1)。光顕的に十二指腸腺の終末部は、一種類の約 $13 \times 10 \mu\text{m}$ の単層上皮から成り立っていた (Fig. 2)。その細胞の核は円形で暗く基底に位置し、細胞上部にはエオジン好性の細胞質の部分が見られた。電顕的には、核周囲にはよく発達したゴルジ装置及びミトコンドリアがみられ、粗面小胞体や遊離リボゾームは分泌顆粒間にわずかに認められるにすぎなかった。また細胞上部には光顕のエオジン好性部と一致して、大部分融合した電子密度の低い多角形顆粒が認められた (Fig. 3)。細胞自由面には、ごく少数の微絨毛が存在し、アポクリン様突起もみられ、基底板に接する面はほぼ平坦であった (Fig. 4)。まれに終末部には内分泌細胞も見られた (Fig. 5)。

Table 1. Histochemical reactions of the duodenal glands

Staining methods	Deer mucous cell
PAS	+
PAS after D-D	+
AB, pH 1.0	+
AB, pH 2.5	+
AB-PAS	purple
HID	+
Oxidized HID	+
LID	+
Oxidized LID	+
Sial-AB*	+

* Sial-AB: AB, pH 2.5 after sialidase digestion.

十二指腸腺終末部の細胞の分泌物、特に糖質の組織化学的反応は Table 1 のようであった。すなわち腺腔側の分泌物は PAS 陽性 (Fig. 6) で、これは D-D 後の PAS においても反応性は低下しなかったのでグリコーゲンを含んでないと判断された (Fig. 7)。この分泌物は、AB-PAS で赤紫色に染まり (Fig. 8)、強酸性ムコ糖検出のための AB, pH 1.0, HID 及び弱酸性ムコ糖検出のための AB, pH 2.5 (Fig. 9) 及び LID で共に陽性を呈したので、酸性ムコ糖の存在が確認された。また中性糖検出のための酸化 HID 及び酸化 LID も陽性を示した。シアリダーゼ消化試験後の AB pH 2.5 では対照に比して染色性は低下し、シアル酸の存在が確認された (Fig. 10)。

考 察

本試験に用いたシカはニホンシカとエゾシカとの雑種である。十二指腸腺の分布範囲は幽門より後方約 40 cm まで存在した。これは後十二指腸曲付近までで、十二指腸全体すなわち小腸全長に相当する。これをこれまで著者¹⁰⁾が報告した牛、馬の小腸全長に対する十二指腸腺の存在割合と比較すると Table 2 のようになる。すなわち、シカのそれは同じ亜目である牛の 1.4~2.9% よりは大きく、草食獣であるが胆のうを持たない馬の 15.6~37.8% よりは少なく、牛と馬の中間の値を示した。十二指腸腺の分布範囲については Cooke²⁾によると、肉食獣は草食獣よりも腺の分布範囲は短く、雑食獣は肉食獣と草食獣の中間型であるとされている。また Opper¹⁶⁾, Villemin¹³⁾ は、胆管及び膵管の開口部が幽門より離れる動物ほど、十二指腸腺の分布範囲が長いと記載している。著者¹⁰⁾のこれま

Table 2. Location of duodenal gland in the horse, cow and deer

	Horse	Cow	Deer
Location of duodenal gland caudal from pylorus (A)	2.8-6.8 m	0.6-1.2 m	0.4 m
Length of small intestine (B)	18 m	42 m	7 m
Percentage of A to B	15.6-37.8	1.4-2.9	5.7
Distance from pylorus to opening of bile duct	0.2 m	0.4 m	0.3 m
Distance from pylorus to Flexura duodeni cranialis	1 m	1 m	0.4 m

での報告で、十二指腸腺の分布範囲は、胆管開口部が最も幽門に近い馬では長く、最も遠い牛では短かったこと及びシカの結果からも、この説には賛同し難い。むしろ、Cooke²⁾の報告のように十二指腸腺の分布範囲は食性に関係するという考え方に賛同したい。さらに加えるならば、著者らは胆のうの有無も十二指腸腺の分布範囲に関係があるように考える。なぜならば、馬は胆のうがなく、十二指腸腺の分布範囲が長く、十二指腸ばかりでなく空腸までのびている。また、馬と同様に胆のうがないシカは、同じ垂目である胆のうのある牛よりも、小腸全体に対する十二指腸の分布範囲の割合が大きいからである。胆のうが存在しないと何故十二指腸腺の分布範囲が長いのかについては、次のように考えられる。胆のうが存在する動物では一度に多量の胆汁を排出するのに対し、胆のうが存在しない動物では常時少量ずつ胆汁が十二指腸に注がれていて、胆汁は十二指腸の内容物の pH を中和する働きがあるので、このような動物では胆汁の量が不足し、そのための補充液として十二指腸腺が必要なので、十二指腸腺の分布範囲が長いのであろう。この仮説の立証のためには今後、動物種を加えて検討したいと考える。

シカの十二指腸腺の分布密度は馬¹⁰⁾と同様、幽門より後方に向かうにつれて徐々に減少する傾向がみられ、その形態学的観察で、十二指腸腺の終末部は一種類の細胞から成っていた。細胞の腺腔側にはエオジン好性で電子密度の低い多角形顆粒が融合した形で存在し、ゴルジ装置及びミトコンドリアの発達した細胞で牛¹⁰⁾のそれと形態学的に一致した。組織化学的にシカ十二指腸腺の分泌物は、PAS 及び AB pH 2.5 共に陽性で、Schackelford and Klapper⁷⁾の分類によると粘液細胞と同定され、これも牛¹⁰⁾の十二指腸腺終末部の細胞と一致していた。シカ十二指腸腺終末部の細胞の分泌物、特に糖質は馬¹¹⁾、牛¹¹⁾、犬¹²⁾と同様で、強酸性ムコ糖、弱酸性ムコ糖、中性糖を含んでいた。また糖質の安定化に必要であると考えられているシアル酸も馬¹¹⁾、牛¹¹⁾、犬¹²⁾と同様シカに含まれていた。従って、シカ十二指腸腺の分泌物はこれまで著者ら^{11),12)}が馬、牛、犬について報告したと同様シアルロムチンであることが明らかになった。

要 約

シカの十二指腸腺の分布範囲、分布密度、腺細胞の形態、腺細胞の分泌物、特に糖質について組織化学的に観察し馬、牛、犬のそれと比較検討し次の結果を得た。

1. 十二指腸腺の分布範囲は、幽門より後方約 40 cm 付近までであった。
2. 十二指腸腺の分布密度は、幽門より後方に行くにしたがって徐々に減少した。
3. 十二指腸腺の分布範囲は、胆のうの有無に何らかの関係があると推測された。
4. 腺細胞は、単層円柱で腺腔側にエオジン好性の部分を有し、核は円形で基底に位置する一種類の粘液細胞より成っていた。
5. 腺細胞より分泌される分泌物には強酸性、弱酸性ムコ糖、中性糖及びシアル酸が含まれていた。

謝 辞

稿を終えるにあたり、御助言、御協力いただいた、酪農学園大学獣医学科、岩佐憲二、平賀武夫両講師に感謝の意を表します。

なお、本論文の要旨は第 92 回日本獣医学会 (1981 年 9 月) で報告した。

文 献

- 1) Conklin, J. L. 1963. Staining reaction of mucopolysaccharides after formalincontaining fixative. *Stain Technol.* **38**: 56-59.
- 2) Cooke, A. R. 1967. The glands of Brunner. In *Handbook of physiology*, American physiological Society, Washington, 1087-1095.
- 3) Grossman, M. I. 1958. The glands of Brunner. *Physiol. Rev.* **38**: 675-690.
- 4) Lev, R. and Spicer, S. S. 1964. Specific staining of sulphate groups with alcian blue at low pH. *J. Histochem. Cytochem.* **12**: 309-311.
- 5) Mowry, R. W. and Morand, J. C. 1957. Distribution of acid mucopolysaccharides in normal kidney, as show by the alcian blue-Feulgen (AB-F) and alcian blue periodic acid Schiff (AB-PAS) stain. *Am. J. Pathol.* **33**: 620-621.
- 6) Opper, A. 1897. *Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere*, vol. 2, Jena, Fischer.
- 7) Shackelford, J. M. and Klapper, C. E. 1962. Structure and carbohydrate histochemistry of mammalian salivary glands. *Am. J. Anat.* **111**: 25-47.
- 8) Spicer, S. S. 1965. Diamine methods for differentiating mucosubstances histochemically. *J. Histochem. Cytochem.* **13**: 211-234.
- 9) Spicer, S. S., Horn, R. G. and Leppi, T. J. 1967. In the connective tissue, Wagner, B. M. and Smith, D. E. editors, the Williams & Wilkins Co., Baltimore. 251-303.
- 10) 竹花一成 1980. 馬・牛・豚の十二指腸腺の比較形態学的研究. 酪農学園大学紀要. **8**: 385.
- 11) 竹花一成・阿部光雄 1980. 馬・牛・豚の十二指腸腺のムコ糖の組織化学. 酪農学園大学紀要. **8**: 321-326.

- 12) 竹花一成・阿部光雄 1981. 犬の十二指腸腺に関する研究. 酪農学園大学紀要. **9**: 107-114.
 13) Villemin, F. 1922. Le duodenum de l'homme et des mammiferes. Arch. Morphol. Gen. Exp. **3**: 1-142.
 14) Wepfer, J. J. 1679. Cicutae aquaticae historia et noxae. Basileae. (cited from (3)).

Summary

In a study of the duodenal glands in the deer, the site, the distribution, the cell formation and the mucosaccharides of the duodenal glands were observed.

The results are summarized as follows:

- 1) The location of the duodenal glands was about 40 cm caudally to the pyloric region.
- 2) Distribution of duodenal glands gradually decreased at a distance from pylorus.
- 3) It seems that the site of the duodenal glands has some relations to the existence of the gall bladder.
- 4) The acinous cells of the duodenal glands in the deer consisted of a kind of mucous cells. They were simple columnar epithelium and their apical portions of cytoplasm are eosinophilic.
- 5) The acinous cells in the duodenal glands contained neutral mucosaccharides, sulphated and carboxylated acidic mucosaccharides and sialic acids.

Explanation of Figures

- Fig. 1. Diagram showing the exact site and distribution of the duodenal glands in the deer. P.p.: Pars pylorica. Ma: Papilla duodeni major.
- Fig. 2. Light micrograph of aciner cells located at about 1.5 cm caudally to the pyloric region. H.-E. $\times 120$.
- Fig. 3. Transmission electron micrograph of acinar cells. Secretory granules of low densities are present in the apical portion. An apocrine process projects into the lumen (arrow). G: Golgi complex. M: Mitochondria. $\times 9700$.
- Fig. 4. Aciner cells containing well-developed Golgi apparatus and numerous mitochondria are observed in the cytoplasm. A few microvilli extend into the lumina. MG: Mucous granules. $\times 9000$.
- Fig. 5. Enterochromaffin cell (arrow) is shown. $\times 3400$.
- Fig. 6. Duodenal glands in the deer showing PAS-positive mucosaccharides. PAS. $\times 300$.
- Fig. 7. Duodenal glands in the deer showing PAS-positive mucosaccharides after treatment with diastase. PAS after D-D. $\times 300$.
- Fig. 8. Duodenal glands in the deer showing AB-PAS-positive acidic mucosaccharides. AB-PAS. $\times 300$.
- Fig. 9. Duodenal glands in the deer showing AB, pH 2.5-positive carboxylated acid mucosaccharides. AB, pH 2.5. $\times 300$.
- Fig. 10. Duodenal glands in the deer showing AB, pH 2.5-positive mucosaccharides after treatment with sialidase. AB, pH 2.5. $\times 300$.





