

# 黒毛和種の出生前後における前胃の組織発生について

斎藤 勇夫\*・柴田 勲\*・村上 隆之\*

## Histogenesis on Fore-stomach of the Japanese Black Cattle Immediately Before and After Birth

Isao SAITO, Isao SHIBATA and Takayuki MURAKAMI

(1978年5月8日受理)

### 緒 言

反すう動物の前胃(第一胃, 第二胃, 第三胃)は摂取した多量の食物をかくはん混合し, それを逐次腺胃(第四胃)に送りこむ働きを営んでいる。そのため, 前胃粘膜には, 第一胃に第一胃乳頭, 第二胃に第二胃小室と第二胃乳頭, 第三胃に第三胃葉と第三胃乳頭などを形成している。Wardrop<sup>1)</sup>は胎齢46日目から生後77日めのめん羊を用いて, これら小器官の組織発生を研究しているが, そのほかには Tiwari ら<sup>2)</sup>と Borik ら<sup>4)</sup>が出生後1日目から30日目までの子牛の第一・二胃上皮中における移行層の発生を観察した部分的な研究報告があるにすぎない。

子牛の離乳時期や飼養法の適正化をはかるために, 前胃の大きさや第一胃乳頭の発達を促す研究が数多く行われている<sup>5)6)</sup>。これらの問題を解決するには, 飼料の面からだけでなく, その要因を組織発生学の立場から究明することもまた重要なことと考えられる。そこでわれわれは黒毛和種の前胃粘膜がどのようなメカニズムで形成され発達するかを観察しようとして本研究を行った。

### 実験材料および方法

実験材料には3, 4, 5, 7, 8ヵ月齢の胎児各1頭および出生後2日めの子牛3頭, 3日め1頭, 4日め2頭, 6日と1ヵ月め各1頭(計13頭)の胃を用いた。採取した胃は噴門と幽門から内容物を除去後, 胃腔に10%ホルマリン液を注入して原形を整え, その形が崩れないように別に用意した同濃度のホルマリン液に浸漬して固定した。肉眼的観察用の標本は固定後の第一胃腹囊, 第二胃および第三胃の大彎側からそれぞれ約1cm<sup>2</sup>の胃壁を切り出し, その粘膜表面を実体顕微鏡の併用により観察した。また組織学的観察用の標本は厚さ5, 6μmのパラフィン切片を作り, ヘマトキシリン・エオシン染色またはアザン染色を施して鏡検した。

### 観察結果および考察

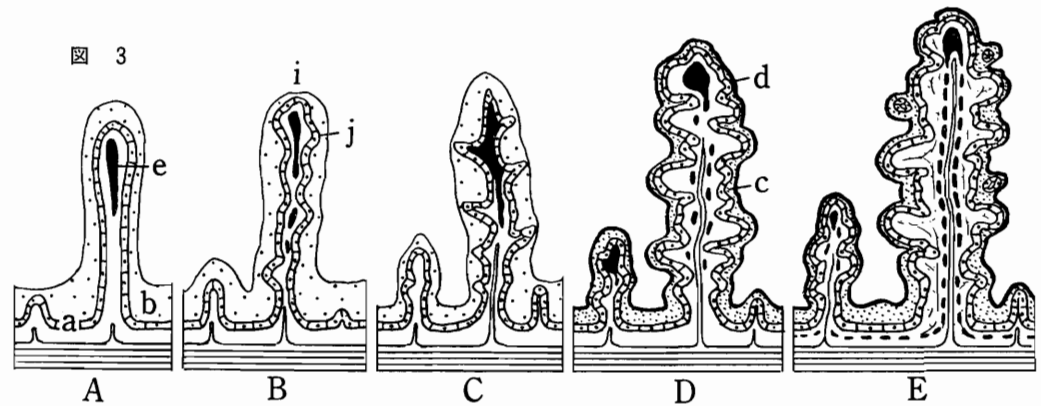
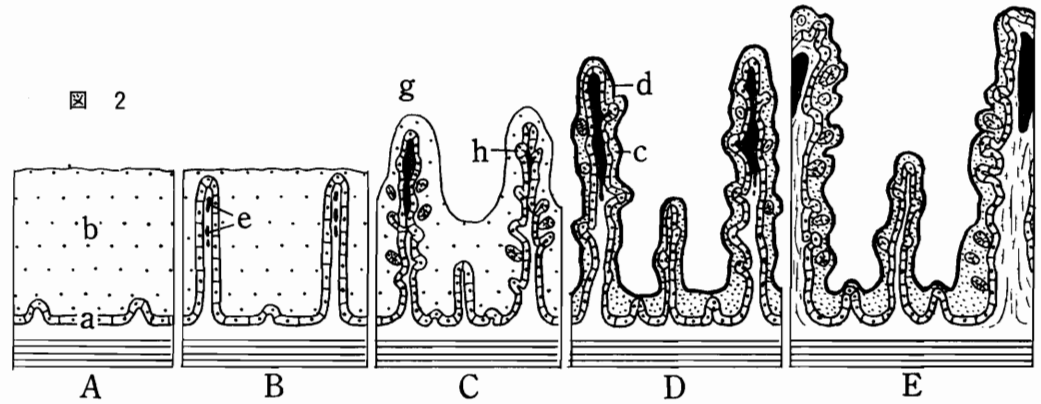
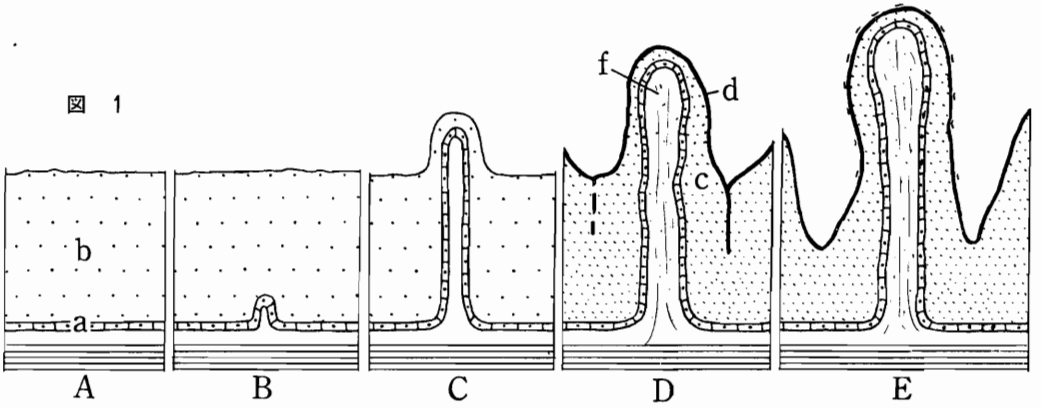
#### 1. 第一胃の所見

肉眼的観察において, 3, 4ヵ月齢胎児の第一胃粘膜表面は平たんであり, まだ第一胃乳頭の発生を見なかった。5ヵ月齢胎児になると, 粘膜表面にわずかに凹凸が見られるが, 乳頭を認めるにはいたらなかった(写真1)。7ヵ月齢胎児になると, この凹凸はさらに目だつようになり, 8ヵ月齢胎児では, 粘膜表面にわずかに隆起する半球状の第一胃乳頭が密生していた。生後2日めになると, 粘

膜表面に円錐形ないし半球状の乳頭が密生するのが明白となり (写真2), 4日齢では, 個々の円錐形乳頭がより明らかになった. 第一胃乳頭の高さは生後1ヵ月めになってもそれほど伸長していなかった (写真3). 第一胃乳頭は授乳期に増大するという報告 (Wardrop<sup>1)</sup>) や未発達にとどまる (Dellmann and Brown<sup>2)</sup>), 退縮する (玉手<sup>3)</sup>), 退縮と増数を行う (Tiwari and Jamdar<sup>2)</sup>) といった報告がある. われわれの観察では, 第一胃乳頭は生後4日から1ヵ月めまではあまり発達をみなかった.

組織学的観察において, 第一胃の粘膜上皮層は既に3ヵ月齢胎児で明りょうに認められ, 円柱状細胞からなる基底層と大型多角形細胞からなる未分化上皮層によって構成されていた (図1-A). 5, 6細胞層からなる基底層細胞は核が卵円形で濃く染まり, 細胞質に乏しかった. 一方, 20~25細胞層からなる未分化上皮層細胞は細胞質が色素にほとんど染まらず, 細胞膜と核だけがよく目立ち, 層全体が網目構造を呈していた. 4ヵ月齢胎児になると, 稜柱状の粘膜固有層乳頭が生じ, これが基底層とともに未分化上皮層に突き入り, 第一胃乳頭の原因を発生した (図1-B, 写真4). 5ヵ月齢胎児では, 第一胃乳頭の原因が増数するとともに, 基底層の厚さが薄くなり, 徐々に単層に近づく傾向を示した. 7ヵ月齢胎児になると, 第一胃乳頭原因は未分化上皮層の表層近くまで伸び, さらに8ヵ月齢胎児では, それが粘膜表面に突出して第一胃乳頭を形成した (図1-C). なお, この月齢に達しても, 基底層と未分化上皮層を構成する細胞の形態は3ヵ月齢胎児のものとは大差がなかった.

生後2日めの子牛の粘膜上皮層を見ると, これまでとは異なり, その未分化上皮層が有棘層と角質層に分化していた (図1-D). 有棘層の厚さは上皮層の大部分を占め, その構成細胞は多角形で大きく, 胎児期の未分化上皮細胞よりも強い染色性を示した. またこの有棘細胞の核周囲に空胞を有するものを認めたが, これは Henriksson and Habel<sup>5)</sup> のいう paranuclear vacuole であろう. Tamate<sup>9)</sup> はこの空胞を吸収に関係あるものと考えている. 一方, 角質層は1~3層の鱗状細胞からなり, エオシンに好染し, 扁平核を保有していた. Henriksson and Habel<sup>5)</sup> は角質層細胞に核が残存するのは病的ではなく, 本来, parakeratosis の状態であると述べている. また角質層の直下に単独に存在する膨化細胞を小數認めた. Henriksson and Habel<sup>5)</sup>, Janacek<sup>9)</sup> はこの細胞を移行層細胞と呼び, 子牛に乾草や穀類などを与えると, この細胞が増加すると報告している. 生後2日めになると, 第一胃乳頭は粘膜表面に伸長する一方, 乳頭基部の分離を開始した (図1-D). すなわち, この時期の乳頭基部はその下部1/2ないし1/3がまだ部厚の有棘層内にうずもれた形になっているが, やがて乳頭間の有棘細胞の一部に角質化が進み, これらの細胞で各乳頭を縦に区切る薄い有棘層内角質板を形成した. この角質板は粘膜表面をおおう既成の角質層と連絡したのち開離し, このことによって各乳頭は全く独立した形になった. Tiwari<sup>2)</sup> は既に独立した乳頭でさえも, これと同様の方法によって大・小に分かれ, 乳頭を増数を行うとしている. 観察例のなかには, 乳頭基部が分離する際, 有棘層内角質板を形成することなく, 当該部の有棘細胞が膨化崩壊して空けきを生じ, この部位から第一胃乳頭の基部が分離すると思われるものがあった. これが正常なものであるかどうかは明らかでないが, これと前記の方法とでは, 有棘細胞が開離前に角質化するか開離後に角質化するかの問題であって, 結果的には同じことだと考えられる. 生後3, 4日めの子牛の粘膜上皮層は2日めのものとはほぼ同じ形態を示した. ただ, 4日めになると, 角質層の直下に顆粒細胞が所々に存在したが, まだ顆粒層を形成するにはいたらなかった. 生後6日めの有棘層はこれまでの日齢のものよりち密で, その構成細胞の形態は次第に成牛のものに近づく傾向が見られた. 生後1ヵ月めの子牛の粘膜上皮層で特に目だった変化は角質層の発達であった (図1-E). この層は2~4層の角質化細胞からなり, 表層のものは所々で落屑し始めていた. そのほか, 角質層の直下に膨化した移行層細胞や顆粒層細胞を散



黒毛和種における前胃壁の組織発生模式図

A 3ヵ月齡胎兒, B 4ヵ月齡胎兒, C 8ヵ月齡胎兒, D 生後2日めの子牛, E 生後1ヵ月めの子牛  
 a 基底層, b 未分化上皮層, c 有棘層, d 角質層, e 平滑筋, f 第一胃乳頭, g 第二胃小室ヒダ  
 h 第二胃乳頭, i 第三胃葉, j 第三胃乳頭

図 1 第一胃乳頭の発生経過を示す  
 図 2 第二胃小室ヒダおよび第二胃乳頭の発生経過を示す  
 図 3 第三胃葉および第三胃乳頭の発生経過を示す

見したが、これらの細胞はまだ連続した層を形成するにはいたってなかった。Tanacek ら<sup>3)</sup>は生後1ヵ月めの子牛で、移行層細胞は1, 2層の連続した層をつくと報告している。

第一胃壁には粘膜筋板を欠くため、粘膜固有層と粘膜下組織とを明りょうに区別することは困難である。これらの組織は3ヵ月齢胎児で上皮層と筋層の間に薄い層を形成し、円形ないし長楕円形核を持つ種々の形の細胞からなっていた。4ヵ月齢胎児になると、これらの組織から第一胃乳頭の芯部をなす粘膜固有層乳頭が発生した。

第一胃の筋層は3ヵ月齢胎児で既に内筋層と外筋層の区別ができ、筋柱部では内筋層がかなり把厚して筋柱を形成するのが見られた。この時期の筋構築はまだ疎であるが、日齢が進むにつれて次第に厚くち密になった。なお、筋層は観察した全例において内筋層のほうが外筋層よりも厚かった。

## 2. 第二胃の所見

肉眼観察において、3ヵ月齢胎児の第二胃粘膜はほとんど平滑であるが、やや濃く見える網目状の第二胃小室の原形が認められた。4, 5ヵ月齢胎児になると、粘膜表面に多角形を呈する第二胃小室ヒダがわずかに隆起し、小室がより明白になった(写真1)。7, 8ヵ月齢胎児の第二胃小室は蜂巢構造がより明確となり、生後のものとよく似た形を呈していた。生後2日めになると、蜂巢構造はいっそう発達し、小室ヒダや小室底の表面に半球状の第二胃乳頭が密生した(写真2)。この乳頭は生後4日から1ヵ月めになるにつれて、円錐状ないし指状に変形したが、大きさにはあまり変化がなかった(写真3)。

組織学的観察において、3ヵ月齢胎児の第二胃粘膜上皮層は基底層と未分化上皮層からなり、未分化上皮層中には第二胃小室ヒダの原基をなす粘膜固有層乳頭が板状に突き入っていた(図2-A)。4ヵ月齢胎児になると、第二胃小室ヒダ原基は未分化上皮層の表面近くまで伸び、さらに小室底相当部には新たに第二胃稜の原基を発生しつつあった(図2-B, 写真5)。第二胃小室ヒダ原基は5ヵ月齢胎児で粘膜表面に隆起した。7ヵ月齢胎児になると、小室ヒダに囲まれた未分化上皮層に大きな溝やくぼみを生じ、ヒダを分離しようとする徴候が現われた。そして小室ヒダや小室底の粘膜固有層には第二胃乳頭の原基を発生しつつあった。第二胃小室ヒダは8ヵ月齢胎児で分離独立したが、第二胃乳頭の原基はまだほとんど未分化上皮層にうずもれた状態であった(図2-C)。

生後2, 3日めの子牛の第二胃上皮層は、第一胃の場合と同じく、基底層、有棘層および角質層に分化していた(図2-D)。ただ第一胃に比べて有棘細胞内の空胞は少ないようであった。生後4日め以降になると、第二胃乳頭は粘膜表面に突出するようになるが、生後1ヵ月めまでは、移行層細胞や顆粒層細胞はほとんど見かけなかった(図2-E)。Borik and Holman<sup>4)</sup>は生後1日めの子牛の第二胃小室ヒダに移行層細胞を認め、30日めの子牛ではそれが層をなしたと報告しているが、これは組織固定液の差異に基づく結果かもしれない。第二胃の粘膜固有層、粘膜下組織および筋層のうち、第一胃の所見と異なる点は、第二胃小室ヒダの固有層に粘膜筋板が発生することであった。すなわち、最初4ヵ月齢胎児の小室ヒダ上部の固有層中に幼弱な平滑筋線維が出現し、5ヵ月齢胎児ではそれがいっそう明りょうとなり、7, 8ヵ月齢胎児で筋板の形をなした。

## 3. 第二胃溝の所見

第二胃溝の上皮層の分化や乳頭の発生は第一・二胃の場合と同様に経過した。第二胃溝底の粘膜固有層中には、3, 4ヵ月齢胎児で幼弱な平滑筋線維が現われ、7, 8ヵ月齢胎児になると、それが不連続的な粘膜筋板を形成し、溝底のみならず溝唇や大乳頭にも入り込んだ。

## 4. 第三胃の所見

肉眼的観察において、第三胃は3ヵ月齢胎児で既に大・中・小・最小葉を形成し、4, 5ヵ月齢胎

児では第三胃葉表面に第三胃乳頭のきざしが見られた(写真1)。Wardrop<sup>1)</sup> はめん羊で大・中・小・最小葉が形成し始めるのは70日齢胎児だとしている。生後2～4日めの子牛になると、胃葉表面に半球状の小乳頭が密生し、胃葉の間隔が広がっているが(写真2)、生後1ヵ月めになっても、それ以上の顕著な発達は認められなかった(写真3)。

組織学的観察によると、3ヵ月齢胎児で上記胃葉のほかに腺状葉が認められた。この葉はまだ未分化上皮層中にうずもれていた(図3-A)。第三胃葉の粘膜上皮層は3ヵ月齢胎児で基底層と未分化上皮層からなり(写真6)、4ヵ月齢胎児になると、未分化上皮層に突き入る第三胃乳頭原基を発生した(図3-B)。この乳頭原基は8ヵ月齢胎児で未分化上皮層の表面近くまで伸びるが、まだ粘膜表面に盛り上げるまでにはいたらなかった(図3-C)。

生後2日めの子牛の粘膜上皮層においては、未分化上皮層が棘層と角質層に分化していた。しかし棘細胞内の paranuclear vacuole は第一胃のものより少なかった(図3-D)。生後3日めになると、第三胃葉表面に半球状の乳頭が突出した。その後1ヵ月めまでは第三胃葉にあまり大きな変化は認められず、また移行層や顆粒層細胞も出現しなかった(図3-E)。

第三胃の粘膜固有層、粘膜下組織および筋層のうち、第一・二胃の所見と異なる点は第三胃葉内の筋構築であった。すなわち、第三胃葉中には、3ヵ月齢胎児で粘膜筋板の形成域にまばらな幼弱平滑筋線維が出現する一方、胃壁内筋層からその一部が胃葉中に進入し始めていた。5ヵ月齢胎児になると、それぞれの筋板はいっそう明りょうとなり、7、8ヵ月齢胎児では胃葉の先端部に筋板の肥厚部を形成した。生後2日め以降、これらの筋板に大きな変化は認められなかった。

以上述べた黒毛和種における前胃の組織発生と Wardrop<sup>1)</sup> がめん羊で観察した所見とでは、発生時期に若干の違いはあるが、組織発生のメカニズムは全く同様であった。

## 要 約

黒毛和種の3, 4, 5, 7, 8ヵ月齢の胎児各1頭と生後2, 3, 4, 6, 30日めの子牛各1～3頭(計13頭)を用い、前胃壁の組織発生を観察した。その結果は次のとおりである。

1. 肉眼的観察：第一胃の粘膜表面は3, 4ヵ月齢胎児でほとんど平坦であるが、8ヵ月齢胎児になるとその表面に半球状の第一胃乳頭が出現し、生後2～4日めの子牛ではそれがよく目だった。第二胃の粘膜表面は7, 8ヵ月齢胎児で蜂巢状の第二胃小室を現わし、生後2日めには小室ヒダや小室底に半球状の乳頭が密生していた。第三胃粘膜表面には3ヵ月齢胎児で既に大・中・小・最小葉の形成が見られ、生後2日めの子牛では胃葉上に半球状の第三胃乳頭が発生した。第一胃乳頭、第二胃小室ヒダおよび第三胃葉は生後1ヵ月めまではほとんど伸長しなかった。

2. 組織学的観察：前胃各部の上皮層は8ヵ月齢胎児までは基底層と未分化上皮層からなり、未分化上皮層は生後2～4日めの子牛で棘層、不連続的な顆粒層および角質層を形成した。胃乳頭、第二胃小室ヒダおよび第三胃葉は固有層が上皮基底層とともに未分化上皮層に突き入り、これらが粘膜表面に突出することによって形成された。第一胃乳頭は4ヵ月齢胎児でその原基を現わし、8ヵ月齢胎児で粘膜表面に突出した。第二胃小室ヒダは3ヵ月齢胎児でその原基を現わし、7ヵ月齢胎児で粘膜表面に突出した。そしてその粘膜固有層から第二胃乳頭原基を発生した。第三胃葉は3ヵ月齢胎児で既に大・中・小・最小葉の形成を終わり、4ヵ月齢胎児で胃葉に第三胃乳頭原基を発生した。第二胃小室ヒダおよび第三胃葉の粘膜固有層には、3ヵ月齢胎児で平滑筋線維が出現し、5ヵ月齢胎児でそれが筋板の形をなした。胃壁筋層は3ヵ月齢胎児で厚い内筋層と薄い外筋層に分かれ、第二胃

溝唇および筋柱部では内筋層が肥厚して筋構築の基本的構造をほぼ完了していた。

本研究の要旨は第85回日本獣医学会(東京, '78)において口頭発表した。

## 文 献

- 1) Wardrop, I. D. : J. Agric. Sci., 57, 335 (1961).
- 2) Tiwari, G. P. and Jamder, M. N. : Indian J. Anim. Sci., 43, 168 (1973).
- 3) Janacek, P., Borik, L. and Holman, J. : Acta Vet. Brno, 41, 135 (1972).
- 4) Borik, J., Janacek, P. and Holman, J. : Acta Vet. Brno, 43, 99 (1974).
- 5) 大森昭一郎: 日畜会報, 43, 231 (1972).
- 6) 玉手英夫: 乳牛の科学, 農山漁村文化協会, 東京 (1975), pp. 48-56.
- 7) Dellmann, H. D. and Brown, E. M. : Textbook of Veterinary Histology, Lea and Febiger, Philadelphia (1967), pp. 234-241.
- 8) Henriksson, N. B. and Habel, R. E. : Anat. Rec., 139 (1961).
- 9) Tamate, H., Ishida, K. and Itikawa, O. : Tohoku J. Agri. Res., 14, 195 (1964).

## Summary

Using each one of 3, 4, 5, 7 and 8 month fetus and each 1-3 of 2, 3, 4, 6 and 30 day newborns of the Japanese Black Cattle, histogenesis of the wall of fore-stomach was observed, the results of which are as follows.

### 1. Macroscopical observation:

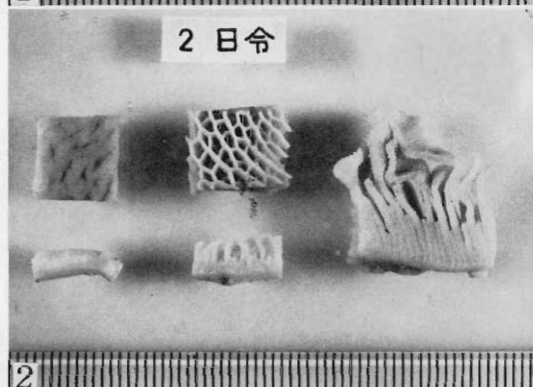
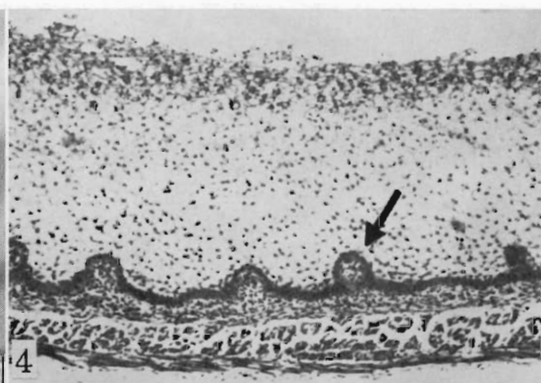
Mucosal surface of rumen was nearly flat with 3-4 month fetus, but 8 month fetus showed semispherical rumen papillae on the surface, which was apparent on 2-4 days after birth. Mucosal surface of reticulum in 7-8 month fetus indicated honeycomb reticular cells, and on the 2nd day after birth semispherical papillae grew thickly on crests and bottom of cells. Mucosal surface of the omasum in 3 month fetus already showed formation of omasal laminae in large, medium and small as well as very small size, and on the 2nd day after birth semispherical omasal papillae grew on omasal laminae. Rumen papillae, reticular crests and omasal laminae did not grow much until one month after birth.

### 2. Histological observation:

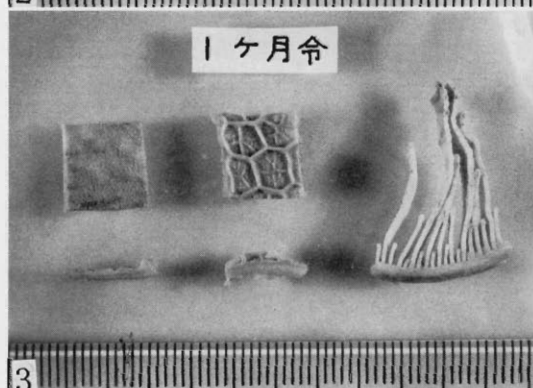
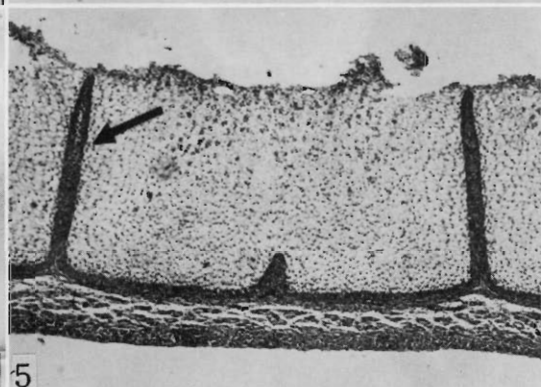
Up to 8 months of fetal age epithelial layer of fore-stomach in every portion consisted of stratum basale and indifferent epithelial layer, and the latter formed by 2-4 days after birth stratum spinosum, discontinuous stratum granulosum and stratum corneum. Rumen papillae, reticular crests and omasal laminae were formed by lamina propria together with stratum basale, which stretched into indifferent epithelial layer, and stretched out of mucosal surface. Rumen papillae indicated its anlage in 4 month fetus, and stretched out of mucosal surface in 8 month fetus. Reticular crests showed its anlage in 3 month fetus and stretched out of mucosal surface in 7 month fetus. And from its mucosal lamina propria, anlage of reticular papillae were yielded. Omasal laminae in 3 month fetus already completed its formation in large, medium, small and very small size, and in 4 month fetus anlage of omasal papillae was yielded on omasal laminae. On lamina propria mucosae of reticular crests and omasal laminae smooth muscle fibers appeared in 3 months of fetal age and became muscle plate by 5 months of fetal age. Tunica muscularis of tripe was divided in 3 month fetus into thick inner layer and thin outer layer, and at lip of the reticular groove and muscular pillar the inner tunica muscularis was thickened and the basic structure of muscular construction was nearly completed.



妊娠 5 ヶ月胎児



2 日令



1 ヶ月令

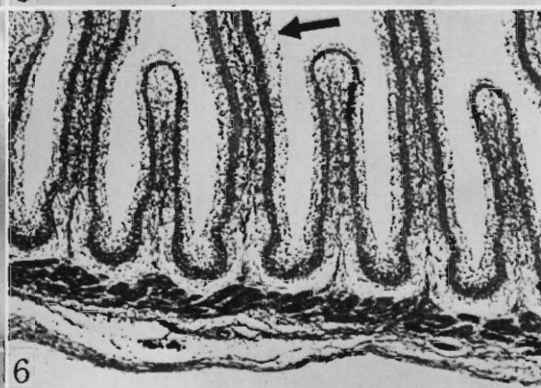


写真 1~3 各月齢における前胃壁の肉眼的発達を示す。左から第一胃、第二胃（いずれも上段が粘膜面、下段が胃壁断面）、第三胃（胃壁断面）。

写真 4 4 ヶ月齢胎児の第一胃乳頭の発生を示す（矢印）。

写真 5 4 ヶ月齢胎児の第二胃小室ヒダの発生を示す（矢印）。

写真 6 3 ヶ月齢胎児の第三胃葉の発生を示す（矢印）。