

高ペクチン食による胃粘膜表層の形態的変化 ならびに胃液の変化

片山(須川) 洋子・泉田明子¹⁾

Changes of Stomach Mucosal Surface and Gastric Juice in the Rat Fed High Pectin Diet

YOHKO SUGAWA-KATAYAMA and AKIKO IZUTA¹⁾

食物繊維はヒトの消化酵素で分解されないために、生体内においてエネルギー源としてはあまり利用されない。一方、食物繊維には整腸作用のあることが古くから知られていたが、実際に精製食品を多く摂取している人は大腸癌や動脈硬化症、高脂血症等にかかる率の高いことが明かにされるにつれて、食物繊維の生理的役割を追求する研究が数多く行われるようになった。

現在、食物繊維の消化管における役割について次の二つが考えられている。(1)食物成分や、消化液あるいはまた腸内細菌と食物繊維が相互に作用する。(2)食物繊維が消化管の組織そのものに影響をおよぼすために栄養素の消化吸収能を変化させる。前者に関して、食物繊維は脂質やタンパク質の糞中への排泄を増加させ^{1) 2)}、小腸内容物の量や内容物中の消化酵素の活性を変動させる^{3) 4)}。後者については、食物繊維を摂取することによってラットの小腸管の長さ及び小腸壁の厚さが変化したり^{5) 6)}、小腸絨毛の高さや⁷⁾ Goblet cell の数⁸⁾ も影響を受け、さらに小腸吸収細胞の微絨毛の配列が粗になる⁹⁾ という。

食物繊維の消化管内における作用は、食物繊維すべてに共通しているのではなく、食物繊維の種類によってそれぞれに異なるものである。Dunaif ら¹⁰⁾ は、*in vitro* で、ヒトの膵液と食物繊維を混合した後、膵液中の消化酵素の活性を測定したところ、ペクチンと膵液を混合すると、アミラーゼ、キモトリプシン、およびリパーゼの活性は上昇したのに対し、セルロース、ふすま、アルファルファはこれらの酵素活性を反対に減少させるこ

とを見出している。

ペクチン、グアガムの両者は、ゲルを作るという性質をもっており、消化管内におけるゲル形成によって食物成分が消化管内に滞留する時間、即ち滞胃時間や腸内滞留時間が延長されるものと推察される^{11) 12) 13)}。一方、ふすま、セルロースにはゲル形成の性質がないために、腸内滞留時間が相対的に短縮されるのであろう^{11) 12) 14)}。

Cassidy ら⁹⁾ は、ラットにアルファルファ、またはペクチンを与えると、小腸の絨毛先端部の吸収細胞が脱落するという異常な組織像を観察しており、一方、食物繊維の中でも小麦ふすまやセルロースを与えたラットの腸絨毛には異常が認められなかったと報告している。

Jacobs¹⁵⁾ は、飼料中にグアガムを加えて飼育したラットの腸粘膜の湿重量および DNA 量は増加したのに、ペクチン、ふすまを加えて飼育したラットでは変化がみられず、腸絨毛の高さはペクチンを与えて飼育したラットにのみ変化がみられたと報告している。

ペクチンは分子構造の中の一部がメチルエステル化したガラクトuron酸のポリマーである。ペクチンが消化管に与える影響や血中のコレステロールレベルに与える影響は他の食物繊維に比べてはるかに大きい。ペクチンは、ラット小腸の内容物の量を増大させ、内容物中の酵素活性を上昇させる⁴⁾。また、ペクチンは、脂質の糞中への排泄を増加させる⁵⁾。Forman ら¹⁶⁾ はペクチンを加えた飼料がラットの胃内に長く留まっていることを見出し、滞胃時間の延長と小腸での吸収の低下との間には相関関係があることを示唆している。

Kay ら¹⁷⁾ は、高コレステロール血症の患者に1日15gのペクチンをゼリー状にして与えたとき、2週間後、血中のコレステロールレベルが有意に低下したと報告して

1) 新姓：奥田明子、現在 大阪市立大学医学部微生物形態学教室

いる。

本研究は、生理的に有効なペクチンの摂取量を求めるための基礎研究の一つとしてラットの消化管の微細構造および機能に対するペクチンの影響について検討した。さきに、著者らは4%ペクチン食を長期間与えて飼育したラットにおいて、大豆油を注入して6時間後に胃内容物中に残存する総脂質量がセルロース食ラットに比べて多いことを報告している¹⁰⁾。そこで、ペクチンを含む飼料が長く胃に留まることがラットの胃粘膜になんらかの変化を与え、その機能も減退するのではなからうかと推測されるので、胃粘膜表層の形態的变化と胃液の組成およびペプシン活性を測定した。

実験方法

(実験1)

ペクチンを大過剰に摂取した場合ラットの消化管においてどのような応対が起こるのかを知るために、ラットにペクチン含量の異なる飼料を与えて飼育した。1, 2, 3および4週間後に、ラットの胃粘膜表層の形態的变化を走査型電子顕微鏡によって観察した。同時に胃液の組成を細管式等速電気泳動装置によって分析した。

動物の飼育法

5週齢のSprague Dawley系雄ラット96匹に、固形飼料(日本クレアKK製, CE-2)を与えて1週間予備飼育した。ラットを(1)セルロース食群(5, 20%) (2)ペクチン食群(5, 10, 15, 20%)に分けた後、各群4匹ずつとし、1, 2, 3および4週間それぞれの飼料と水を自由に与えて飼育した。飼育室は午前8時から午後8時まで蛍光灯で照明し、室温を23℃に調節した。またラットは1匹ずつケージに置いて飼育した。

飼料組成

各群の飼料組成はTable 1に示すとおりである。

ペクチンはレモンから精製されたもの(和光純薬, メトキシル基7%)を使用した。

解剖

ラットは解剖の前日から24時間絶食にした。ただし、水は自由に与えた。ラットにネンプタール(0.2mg/100g weight)を腹腔内注射して麻酔し、腹部大動脈から採血してのち、すばやく胃を採取した。

走査型電子顕微鏡による観察のための試料作製法

胃の大弯側を切り開き、胃壁を傷つけないように注意しながら生理的食塩水で内容物を洗って除去した。ついで蛋白質分解酵素(プロナーゼE)をカコジル酸緩衝液(pH 7.4)に0.1%の割合で溶かした溶液に10分間浸して処理した。再び生理的食塩水でよく振り洗いし、胃体部を約1cm角に切り、1.5%グルタルアルデヒド溶液中で2時間前固定を行った。

さらに1%オスミウム酸溶液中で一晩、後固定を行った。次にアルコール系列により脱水し、酢酸イソアミルに置換した後、臨界点乾燥をした。これを試料台に銀ペーストではりつけ、イオンコーターで金を蒸着したサンプルを走査型電子顕微鏡(日本電子, JEOL 50A)によって観察して写真撮影をした。

(実験2)

胃粘膜組織像に異常な変化の見られたラットの胃液の組成を分析した。なお、胃液の分泌を促すための条件として、摂食させるという刺激を与えた。

5週令のSprague Dawley系雄ラット24匹を固形飼料(日本クレアKK製, CE-2)を与えて1週間予備

Table-1 Composition of Diets (%)

	Diet					
	5%-Cellulose	20%-Cellulose	5%-Pectin	10%-Pectin	15%-Pectin	20%-Pectin
Corn starch	63.0	48.0	63.0	58.0	53.0	48.0
Casein	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Soybean oil	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Salt mixture	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Vitamin mixture	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Cellulose	5.0	20.0	—	—	—	—
Pectin	—	—	5.0	10.0	15.0	20.0

飼育した。ラットを(1)セルロース食群(5%)、(2)ベクチン食群(5, 10%)に分けたのち、4週間それぞれの飼料を自由に与えて飼育した。

ラットは解剖の前日から24時間絶食にした。ただし、水は自由に与えた。各群とも5gの飼料を30分間与え、残っている飼料を回収して秤量した。飼料を与え始めてから60分後に、ネンプタル(0.2mg/100g weight)を腹腔内に注射し、腹部大動脈から採血し、すみやかに胃を採取した。

胃液の調製

胃液はセルロース食(5%)およびベクチン食(5, 10%)で4週間飼育したラットについて採取した。胃は大弯側を切り開き、再蒸留水中でよく振り洗いた。胃壁をよく洗い、洗浄液すべてを遠心管に集めた。洗浄液は10,000rpmで15分間遠心分離し、さらにNo.3の濾紙で濾過して、濾液を50mlにメスアップした。この胃液サンプルについてのpH、陰イオン濃度およびペプシン活性の測定を行った。

胃液の陰イオンの測定

細管式等速電気泳動分析装置(島津製作所製 2A)によって胃液の陰イオン(Cl^- , HPO_4^{2-} , SO_4^{2-})を分析した。 Cl^- , HPO_4^{2-} は、リーディング液を0.008M-硝酸カドミウム水溶液、ターミナル液を0.01Mクエン酸水溶液とし、first stage: 200 μA , 5 min, second stage: 150 μA の条件下で泳動させて分析した。プレカラムは3cm, キャピラリーチューブは10cmとした。なお、NaCl水溶液、 Na_2HPO_4 水溶液を Cl^- および HPO_4^{2-} のstandardとして、それぞれの標準曲線を作成した。

SO_4^{2-} はリーディング液を0.01Mヒスチジンの50%アセトン溶液、ターミナル液を0.01Mカブロン酸の50%アセトン溶液とし、first stage: 50 μA , 10 min, second stage: 25 μA の条件下で泳動させて分析した。プレカラムは3cm, キャピラリーチューブは10cmとした。 SO_4^{2-} のstandardは Na_2SO_4 水溶液を用いた。標準溶液も胃液サンプルもともに5 μl を注入した。胃液中の陰イオン濃度はそれぞれの標準曲線と比較して算出した。

ペプシンの活性の測定

胃液のペプシン活性は胃液測定法検討委員会法¹⁹⁾に従って測定した。

実験結果

(実験1)

飼育時及び解剖時の所見

飼育の開始から1-2日後に、セルロース食のラットとベクチン食のラットの糞の性状に差異がみられた。セルロース食を与えたラットの糞は、やや黄色がかかった白色で、細長い形をしていた。5%セルロース食のラットに比べて、20%セルロース食のラットの糞の量が多かった。一方、ベクチン食を与えたラットの糞は、5%ベクチン食では緑色がかかった黒色をしており、大きさもその量も、5%セルロース食のラットのものに比べて小さかった。飼料中にベクチン含量が増加すると、ラットの糞は柔らかくなり、量が多くなった。色は、はじめは薄い色で、時間がたつにつれて黒くなった。

飼育開始から1週間は、6群(5, 20%セルロース群、および5, 10, 15, 20%ベクチン食群)の間に体重増加量の差はみられなかった。ところが、2週間目から、5, 15, 20%ベクチン食群のラットの体重増加が小さくなり、3週間後には15%と20%ベクチン食群のラットの体重が5%セルロース食群にくらべて明かに小さかった。

胃粘膜層の形態的变化

(1週間後)

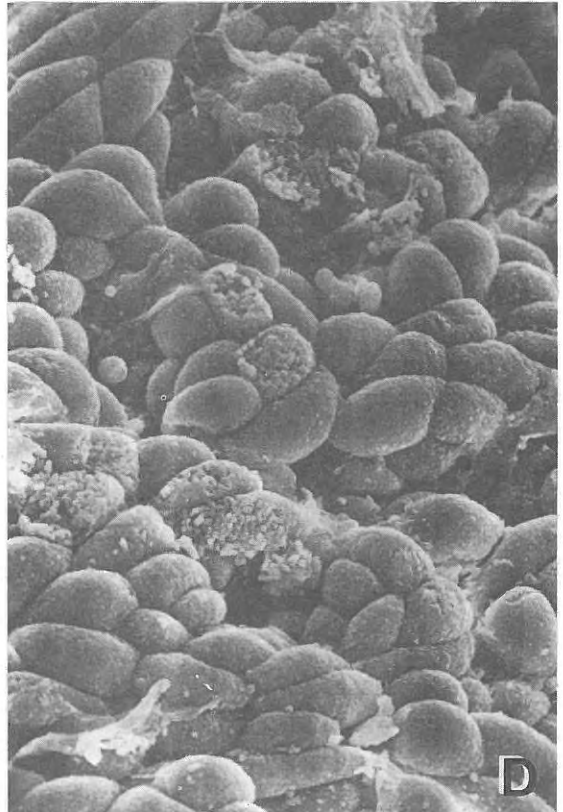
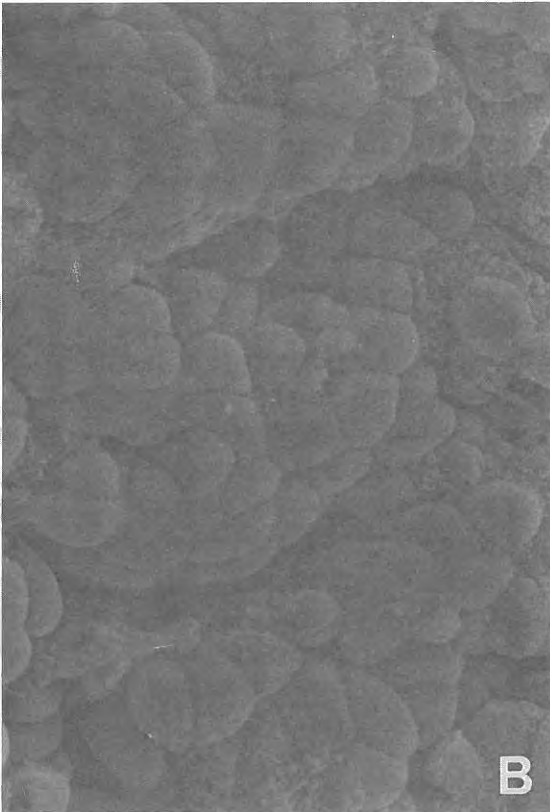
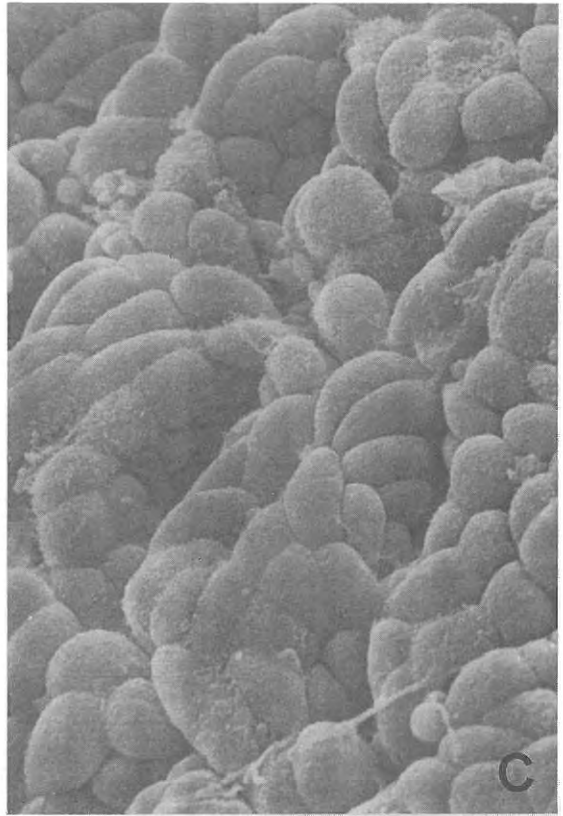
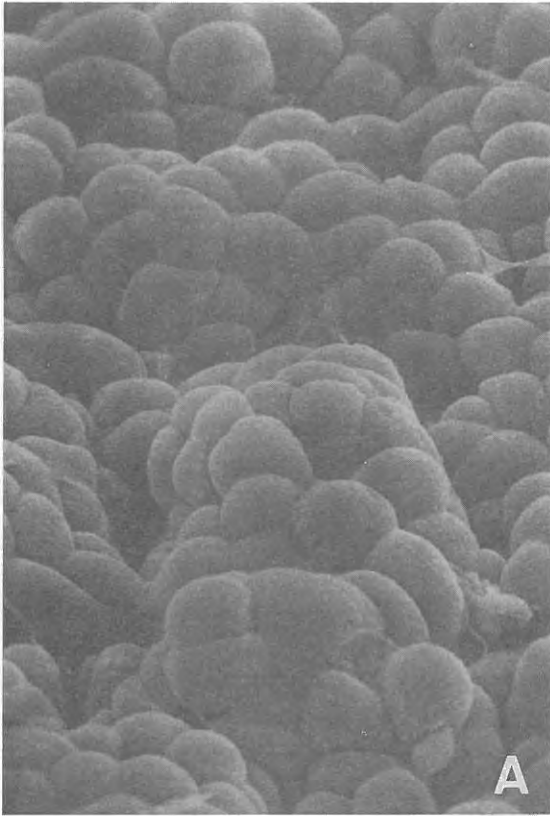
5%セルロース食で1週間飼育したラットの胃粘膜の表層は、ふっくらとした細胞があたかもブドウの房のように規則正しくなっており、一定の間隔で胃小窩が観察された。細胞の1つ1つは表面がなめらかであった。(Fig. 1-A)

ベクチン食で1週間飼育したラットの胃粘膜の表層には、5%セルロース食で飼育したラットにはみられない変化が認められた。

5%ベクチン食で1週間飼育したラットの胃粘膜の表層は細胞が規則正しく配列し、細胞の表面がなめらかなものと、胃小窩がやや開き細胞の表面がくずれて、あたかもザクロの実を割ったような様相を呈しているものと二種類が観察された。(Fig. 1-B)

15%ベクチン食で1週間飼育したラットの胃粘膜表層は、5%セルロース食のものにくらべて、1つ1つの細胞の境界がはっきりしており、ところどころで細胞と細胞の間に隙間が開いているのが観察された。また、5%ベクチン食のものと同様に、胃小窩がやや開き、細胞の表面がくずれているものも観察された。(Fig. 1-C)

(2週間後)



5%セルロース食で2週間飼育したラットの胃粘膜の表層は、1週間のものと同様に、ふっくらとした細胞が規則正しく配列していた。ペクチン食で2週間飼育したラットの胃粘膜の表層は1週間飼育したものとはほぼ同じ様な変化をしめた。

10%ペクチン食で2週間飼育したラットの胃粘膜の表層は、胃小窩がやや開き、細胞の表面がくずれているのが認められた。(Fig. 1-D)

15%ペクチン食で2週間飼育したラットの胃粘膜の表層は、ところどころで細胞と細胞の間に隙間が開き、細胞がくずれているが観察された。

(3週間後)

5%セルロース食で3週間飼育したラットの胃粘膜の表層は、1週間および2週間のものと同様に、ふっくらとした形の細胞が規則正しく配列していた。

ペクチン食で3週間飼育したラットの胃粘膜の表層は、1週間および2週間のものと同様に、5%セルロース食のラットとは異なる様相を呈していた。しかし、1週間および2週間飼育したものでは、飼料中のペクチン含量が変化しても、胃粘膜表層の変化には大きな差異はみられなかったのに対して、3週間飼育したものでは、胃粘膜組織像も異常な変化を呈していた。

5%ペクチン食で3週間飼育したラットの胃粘膜の表層は、粘液を分泌している細胞が多くなっているのが観察された。また、細胞の表面が崩れているものも見られた。

10%ペクチン食で3週間飼育したラットの胃粘膜の表層は、細胞の配列が乱れ、ところどころで細胞が抜け落ちた後の基底部分が露出しているのが観察された。(Fig. 2-E)

さらに、15%ペクチン食で3週間飼育したラットの胃粘膜の表層は、10%ペクチン食のものよりも著しく細胞

の配列が乱れ、基底部分が露出している部分が大きくなっていた。(Fig. 2-F)

20%セルロース食で3週間飼育したラットの胃粘膜の表層は、細胞の配列が正常であり、ところどころで胃小窩がやや開いているものと、細胞の配列が乱れているものとが観察された。しかし、ペクチン食で飼育したものにみられたような、細胞の表面が崩れたり、基底部分が現れるという異常は認められなかった。

(4週間後)

5%セルロース食で4週間飼育したラットの胃粘膜の表層は1、2および3週間飼育したものと同様に、ふっくらとした形の細胞が規則正しく配列しており、細胞の表面は滑らかであった。

ペクチン食で4週間飼育したラットの胃粘膜の表層は、3週間飼育したものよりも、さらに異常な様相を呈していた。

5%ペクチン食で4週間飼育したラットの胃粘膜の表層は、細胞の配列が乱れ、形の崩れた細胞が抜け落ちている像が観察された。(Fig. 2-G)

10%ペクチン食で4週間飼育したラットの胃粘膜の表層は、細胞の配列が著しく乱れ、基底部の露出している部分が多くなっていた。(Fig. 2-H)

(実験2)

解剖時の所見

3群(5%セルロース食群、5%ペクチン食群、および10%ペクチン食群)のラットとも、解剖の60分前から30分間与えた飼料のほとんどが胃内に残っていた。胃の容量は絶食時の2-3倍になっており、胃壁は非常に薄くなっていた。胃を切り開いたとき、5%セルロース食群のラットの胃内内容物は流動性であったのに対して、ペクチン食の胃内内容物はゲル状にかたまっており、それを均一にするためにガラス棒でつぶした。なお、胃内内容物のゲル化の程度は、5%ペクチン食よりも10%ペクチン食の方が強かった。

胃液中の陰イオン濃度

胃液中の Cl^- 濃度をTable 2に示した。3群の間には有意差はなかったが、10%ペクチン食を与えたラットの胃液中の Cl^- 濃度は5%セルロース食、5%ペクチン食を与えたラットにくらべて低い傾向を示した。

胃液中の HPO_4^{2-} 濃度も5%セルロース食を与えたラットと5%ペクチン食を与えたラットの間には有意差は認められなかったが、10%ペクチン食のラットは、

Fig. 1 Scanning Electron Micrograms of Stomach Mucosal Surface of Rats

- A : Fed 5% cellulose diet (control) for one week.
 B : Fed 5% pectin diet for one week.
 C : Fed 15% pectin diet for one week.
 D : Fed 10% pectin diet for two weeks.
 (magnification : $\times 2000$)

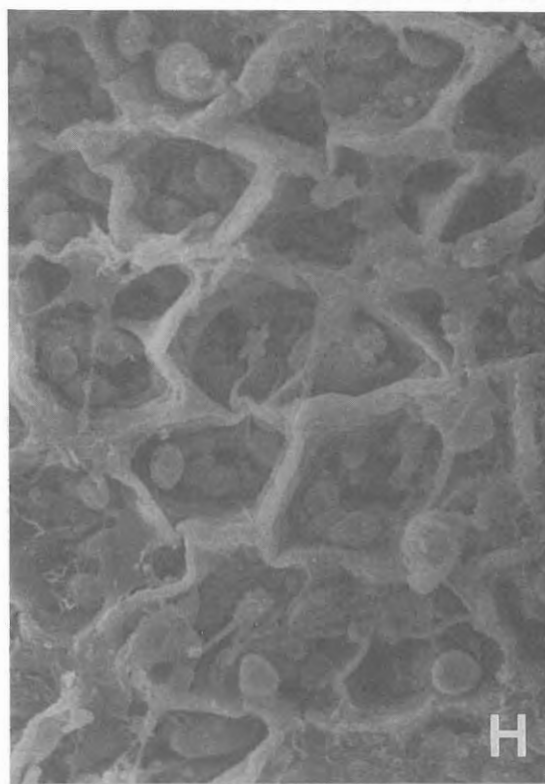
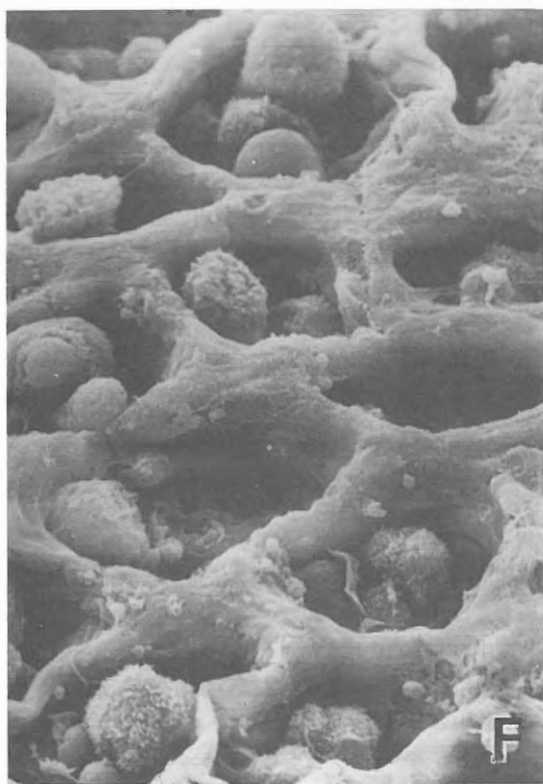
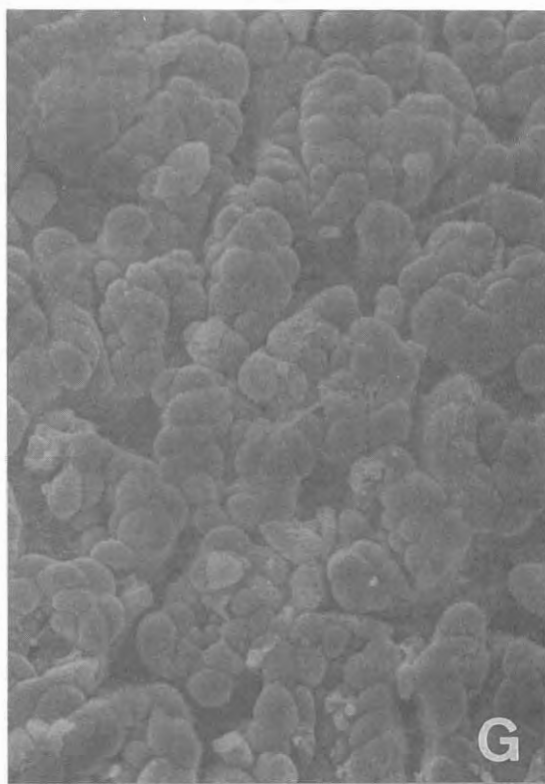
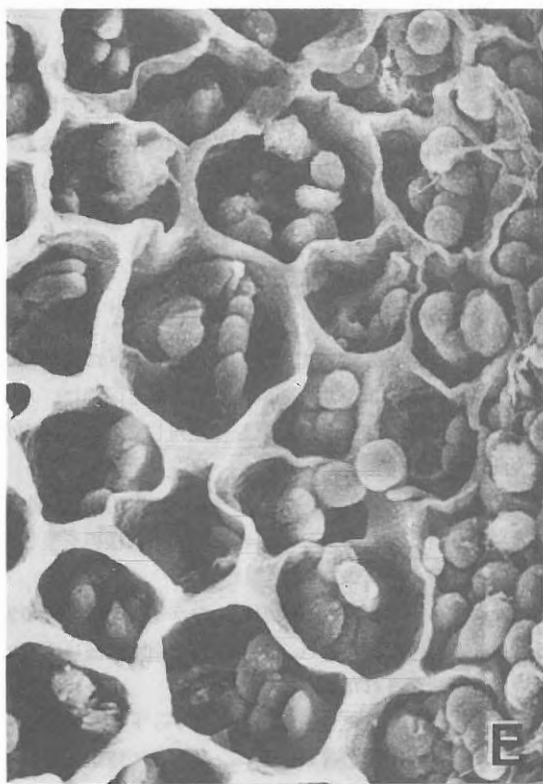


Table-2 Anion Concentration and Pepsin Activity of Gastric juice

Diet Group		5 % Cellulose	5 % Pectin	10% Pectin
Anion Concentration (μmol)	Cl^-	307.1 \pm 46.2	306.2 \pm 39.5	221.1 \pm 32.1
	HPO_4^{2-}	405.8 \pm 99.0	394.3 \pm 76.3	204.5 \pm 37.1**
	SO_4^{2-}	41.5 \pm 8.1	47.0 \pm 6.6	30.6 \pm 3.0
Pepsin Activity (tyrosine μg)		430.3 \pm 87.3	508.3 \pm 108.4	433.9 \pm 40.8

(mean \pm SEM)

**P<0.01 significant difference from 5 % cellulose diet

5 %ペクチン食にくらべて有意に低かった。

胃液中の SO_4^{2-} 濃度は、5 %ペクチン食と5 %セルロース食はよく似た値を示した。一方、10%ペクチン食は、5 %セルロース食に比べて、低い傾向を示した。5 %と10%ペクチン食の間にも有意な差が認められた。

胃液中のペプシン活性

胃液中のペプシン活性(ペプシン分泌量)は、3群の間に有意差は認められなかった。(Table 2)

考 察

ペクチンを含む飼料がセルロースやふすまを含む飼料よりも長く胃に留まることは、Formanら¹⁶⁾によっても明らかにされている。これは、ペクチンのゲル形成という性質と深く関係していると考えられる。本実験の結果からも、ペクチンを含む飼料がラットの胃の中でゲル状になっていることは明かであった。胃内においてゲル状の内容物が長時間留まる条件が胃粘膜の微細形態に影響を及ぼし、分泌機能にも変化をもたらすものと推察される。

著者らが走査型電子顕微鏡によって観察した成績からラットの胃粘膜は段階的に変化するものと考えられる。その変化は、まず、ペクチン食の投与により胃の上皮細胞の先端が最初に崩れる。10%および15%ペクチン食で2週間飼育した場合、胃粘膜表層の細胞像がまるでザクロの実が割れたかのようにみられた変化である。次いで、細胞の配列が乱れる。10%ペクチン食で3週間、あるいは5 %ペクチン食で4週間飼育した場合にみられた変化である。さらに、細胞が抜け落ちてその基底部があらわに露出する。15%ペクチン食で3週間、あるいは10%ペクチン食で4週間飼育した場合にみられた異常な変化である。

以上のように、飼料中にペクチン含量が多いほど、あるいはペクチン食による飼育期間が長くなるほど胃粘膜の形態的变化が著しく異常な様相を呈してくることがわかる。

より高い粘度のゲル状態によって、また長時間ゲル状物質に胃粘膜がさらされることによって、胃粘膜表層が変化を受けて異常な組織像がみられるようになるのであろう。

正常な胃粘膜の表層は常に粘液によって保護されている。この保護作用がなんらかの刺激によって傷つけられると、胃粘膜は胃液の塩酸などに直接おかれ、ついには胃潰瘍になることはよく知られている。ペクチンを含む飼料が胃の中でゲルを形成するとき、粘液をも同時にゲルの中に取り込んでしまうとすれば、飼料中のペクチン含量が低い場合でも、胃粘膜の組織像になんらかの変化が起こる可能性がある。

本実験において、5 %ペクチン食で3週間飼育した場合に、5 %セルロース食で飼育したラットの胃粘膜に比べて、粘液分泌細胞の数が多かったが、これは胃腔へ分泌された粘液がペクチンのゲルの中に取り込まれてしまうために粘液分泌細胞の数が多くなって、失われた粘液を捕おうという適応現象なのかも知れない。

Fig. 2 Scanning Electron Micrograms of Stomach Mucosal Surface of Rats

E : Fed 10% pectin diet for three weeks.
(magnification : $\times 1000$)

F : Fed 15% pectin diet for three weeks.
(magnification : $\times 2000$)

G : Fed 5 % pectin diet for four weeks.
(magnification : $\times 1000$)

H : Fed 10% pectin diet for four weeks.
(magnification : $\times 1000$)

ところが、飼料中のペクチン含量が多くなり、あるいは飼育期間が長くなると、胃粘膜に対する保護作用はさらに減退し、細胞の配列が乱れ、一部では基底部までも露出するようになる。正常な胃粘膜では、細胞そのものに一定の寿命があって、常に最先端部から細胞の剥離が起こっているが、この細胞の剥離する状態を走査型電子顕微鏡及び透過型電子顕微鏡で観察してみると、隣接する細胞が移動して最先端部の細胞を押し出してしまう²⁰⁾が、しかし、ペクチン食によってみられたような異常な細胞の配列はみられない。従って、細胞の配列が乱れたり、あるいはまた基底部が露出する変化は、もはや正常な胃粘膜細胞の turn over とは考えにくい。ペクチン食を投与したラットの胃内では、ペクチンのゲル化によって正常な turn over のリズムがおそらく失われてしまうのであろう。

ペクチン食を与えて2週間飼育後のラットの胃粘膜は、細胞の先端が崩れるという変化を示していたが、飼料中のペクチン含量が異なっても(10%,あるいは15%),その変化に大きな差異はなかった。これに対して3週間および4週間飼育したラットでは、胃粘膜表層は飼料中のペクチン含量(5, 10, および15%)によってそれぞれ異なった変化を示した。飼育を始めてからおよそ2週間はペクチン食(5, 10%)のラットと対照(5%セルロース食)のラットとの体重増加量に差がなく、3週間すると10%ペクチン食のラットの体重増加がやや鈍くなったことを併せて考えると、飼育を始めてから3週間後にはラットの胃粘膜表層は turn over のリズムのみならず、代謝のリズムまでがペクチン食の投与によって影響を受けているものと推察される。

このような胃粘膜表層の形態学的変化は機能的な変化をともなっていると予想される。そこで胃粘膜の機能を調べるために胃液の組成を分析してみた。

5%ペクチン食で4週間飼育したラットの胃液組成は、5%セルロース食で4週間飼育したラットのものと同様の値を示した。このことから胃粘膜の機能は胃粘膜表層の組織が受けたほどの損傷は受けておらず、5%ペクチン食での胃液組成はほぼ正常であった。

一方、10%ペクチン食で4週間飼育したラットの胃液中の陰イオン濃度は5%セルロース食のラットよりも低かった。これは細胞の配列が大きく乱れ、細胞が抜け落ちた後の基底部までが露出するほど異常な形態変化を示した胃粘膜は、その機能にも影響を受けており、10%ペクチン食に長期間さらされることはラットの胃粘膜に有害であると言えよう。

胃粘膜がペクチンのゲル化の状態に長期間さらされる

ことによって正常な turn over のリズムが乱れてしまう。このように変化を受けた胃粘膜が、ペクチンの投与が中止された場合、果してどのような応答を示すのか、非常に興味深い問題である。

文 献

- 1) J. H. Cummings : *Am. J. Clin. Nutr.* 34 218-228 (1981)
- 2) C. Kies : *J. Food Sci.* 42 440-443 (1977)
- 3) B. O. Schneeman and D. Gallahr : *J. Nutr.* 110 584-590 (1980)
- 4) B. O. Schneeman : in *DIETARY FIBER in Health and Disease* (Eds. G. V. Vahouny and D. Kritchevsky) Plenum Press, New York 73-83 (1982)
- 5) G. Isaksson and I. Ihse ; *Scand. J. Gastroenterol.* 18 417-423 (1983)
- 6) S. Ikegami, F. Tsuchihashi, H. Harada, N. Tsuchihashi, E. Nishide and S. Innam : *J. Nutr.* 120 353-360 (1990)
- 7) P. L. Farness and B. O. Schneeman ; *J. Nutr.* 112 1315-1319 (1982)
- 8) B. C. Brown, J. Kellehr and M. S. Losowsky : *Br. J. Nutr.* 42 357-365 (1979)
- 9) M. M. Cassidy, F. G. Lighthoot, L. E. Grau, J. A. Story, D. Kritchevsky and G. V. Vahouny : *Am. J. Clin. Nutr.* 34 218-228 (1981)
- 10) G. Dunaif and B. O. Schneeman ; *Am. J. Clin. Nutr.* 34 1034-1035 (1981)
- 11) J. W. Anderson and W. J. L. Chen : *Am. J. Clin. Nutr.* 32 346-363 (1979)
- 12) R. M. Kay and S. M. Strasberg : *Clin. Invest. Med.* 1 9-24 (1978)
- 13) D. J. A. Jenkins, T. M. S. Wolever and A. R. Leeds : *Br. Med. J.* 1 1392-1394 (1978)
- 14) R. W. Kirby, J. W. Anderson and B. Sieling : *Am. J. Clin. Nutr.* 34 824-829 (1981)
- 15) L. R. Jacobs : *Am. J. Clin. Nutr.* 37 954-960 (1983)
- 16) L. P. Forman and B. O. Schneeman : *J. Nutr.* 112 528-533 (1982)
- 17) R. M. Kay and A. S. Truswell : *Am. J. Clin. Nutr.* 30 171-175 (1977)
- 18) 片山(須川)洋子, 菊崎泰枝, 泉田明子 : 日本栄養・食糧学会誌, 40, 64 (1987)

19) 金井正光（編）：臨床検査法提要，金原出版 687—689 (1983)

terol. 72 857—863 (1977)

(平成3年10月11日受理)

20) R. K. Harding and G. P. Morris : Gastroen-

Summary

In order to know physiological intake of pectin, the fine structure and function of stomach were studied in the rat fed high pectin diet.

Male Sprague Dawley strain rats were divided into six groups : pectin diet containing 5, 10, 15 and 20%, cellulose diet containing 5 and 20%.

Each group was fed for 1, 2, 3 and 4 weeks respectively, stomach mucosal surface was observed by scanning electron microscope and anion concentrations of gastric juice were analysed by isotacophoresis.

After 1 week from the beginning of feeding, there was no difference in body weight gain among six groups, but 2 weeks after the weight gain decreased in the groups of 10, 15 and 20% pectin diet, further, 3 weeks after there were significant differences in the groups of 15 and 20% pectin diet from the 5% cellulose diet.

The scanning electron micrograms show the stomach mucosa has changed step by step ; First, the top of cell was damaged in the rat fed 10 and 15% pectin diet for 2 weeks.

Next, the disorder of cell arrangement was observed in the rat fed 10% pectin diet for 3 weeks or 5% pectin diet for 4 weeks.

Finally, the cell surface was scrapped, then inner basal part was appeared in the rat fed 15% pectin diet for 3 weeks or 10% pectin diet for 4 weeks.

The anion concentrations and pepsin activity of gastric juice were not so changed as stomach histological structure. But in the rat fed 10% pectin diet for 4 weeks, both anion concentrations and pepsin activity were lower than in the rat fed 5% cellulose diet for 4 weeks.

These results suggest that more than 10% pectin level has bad effect not only on stomach fine structure but also on its function.