



Title	人胃の消化機能に関する研究(そのII) レ線による人胃内食物推移の経時的追求 : 所謂層状形成に就いての検討(其の1) 健康人に於ける普通食餌摂取の場合
Author(s)	遠山, 富也; 飯沼, 龍一
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1964, 24(2), p. 183-194
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20437
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

人胃の消化機能に関する研究（その II）
 — レ線による人胃内食物推移の経時的追求 —
 所謂層状形成に就いての検討（其の 1）
 健康人に於ける普通食餌摂取の場合

千葉大学医学部放射線医学教室（主任 寛 弘毅教授）

遠 山 富 也

新潟通信病院薬局（院長 長谷川一男博士）

飯 沼 龍 一

（昭和39年4月6日受付）

Studies on Digestive Function of Human Stomach (II)
 — Periodical Roentgenographic Observation on Movement
 of Foods in Human Stomach —
 Studies on so-called Layer Formation (I)
 On taking the usual foods in healthy individuals.

By

Tomiya Tôyama, M.D.

Assistant Professor of Chiba University, Department of Radiology,

Chiba University School of Medicine, Chiba, Japan

(Director: Prof. Hirotake Kakehi)

Ryuichi Iinuma, M.D.

Head of Pharmaceutical Section, Niigata Communication Hospital

(Chief: Kazuo Hasegawa, M.D.)

In the human stomach studied was the ways how foods to be moved and processed after swallowed into the stomach. The special barium lumps of various shape were made lest they should be dissolved in the stomach. These barium lumps were then taken between meals for the studies. No such studies have been ever done in the human stomach, and all similar studies done in the past were of experimental animals. In this study, the following results have been obtained.

- 1) Swallowed foods were not immediately mixed in the stomach, but showed so-called "layer formation", although incomplete.
- 2) Layer formation in the human stomach was quite different from that known with animal experiments. The pyloric portion and the gastric fundus were filled at first, and next foods were laid upwards in the gastric body, as though coal deposited in a stove.
- 3) This layer formation in the stomach was kept at least for about one hour.
- 4) With the time lapsed, foods were mixed considerably in the pyloric portion, and

then the liquid portion of foods was passed out of the stomach through the pylorus. Therefore, it is not necessarily true that the lumps of foods swallowed earlier were transferred to the duodenum faster.

5) Foods were not mixed at all in the body of the stomach. The above-mentioned results have only become possible with the specially designed methods.

内容目次

はじめに

I. 研究に必要な材料を得るための基礎的実験

- 1) 硫酸 Barium 入カプセルの試作
- 2) Ba 粒の試作, 及びその改良
- 3) Ba 粒の比重の問題

II. 層状重積に就いて

- 1) 研究方法
- 2) 研究成績及びその考察

III. 個々の Ba 粒相互の経時的態度

- 1) 基礎的実験: Ba 粒の作製その他
- 2) 研究方法
- 3) 研究成績及びその考察

IV. 総括並びに考察

- 1) 本法の利点及び意義
- 2) 実験方法に就いての経過並びに検討
- 3) 得られた知見のまとめ

おわりに

文 献

はじめに

胃内の食物が蠕動運動により時間の経過と共に, どのように推移してゆくかということに関しては, 古くより多数の生理学者による動物についての研究報告があり, ウサギなどでは, 摂取された食物は胃内で所謂“層状重積”をなすことが報告されている。

併しながら日常の生活における体位に於て, 又, 胃の形に於て上記の動物とは可なり違ひのある人の胃に於ても果して全く同様なことがいえるであろうか。

従来の研究にも, レントゲン法が補助的に用いられてはいるが, 動物実験の性質上, 剥出胃冰結法(木野勢), 腹窓法(福原)には遙かに及ばず, 方法論的に劣る点が少くない。そして, その点の改良について特に新しい工夫もされなかつたようである。

私共は前回の研究で胃内不溶性のカプセルを作ることが出来たので, これをを利用して, 生体に於ける胃内食物の推移を経時的に追求しようとした。

I. 研究に必要な材料を得るための基礎的実験

1) 硫酸 Barium 入カプセルの試作

胃内で溶解しないカプセルの試作に成功したので(前報), これに適当に硫酸 Barium (以下単に Ba. と記す。) を填め, 胃内に於ける標識にしようとした。即ち, 内腔全部に Ba. を填めたもの, $1/2$ だけ Ba. を填め, 他を造影剤以外の乳糖等で埋めたもの, 又, Ba. 乳糖を交互に填め Ea. を二層にしたもの, の 3種を作製した。

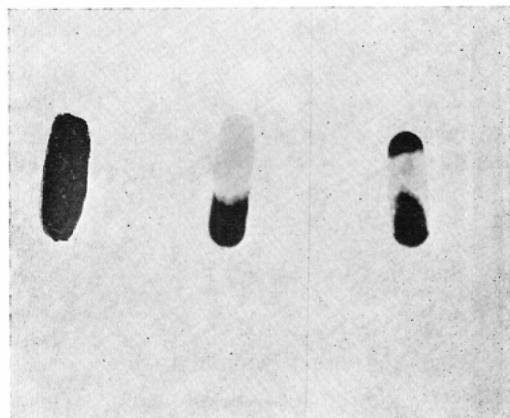


Figure 1: Trial capsules with barium packed.
 a: only with barium b: with barium and lactose c: Barium and lactose alternately packed.

They are all too big to give in many numbers, measuring 18×5 mm in diameter.

此等は併し作製技術の上でどうしても形が大きくなりがちで, 長さ18mm, 直径5mm程のものとなり, 如何にしても数多く食せしめるには不適当であつた(第I図)。

2) Ba. 粒の試作, 及びその改良

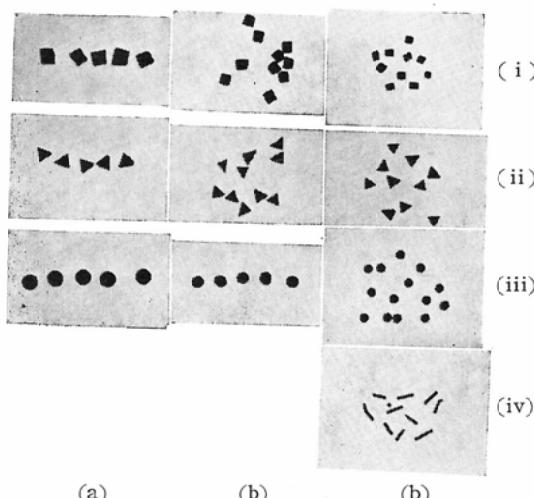


Figure 2: Trial barium lumps. (They are fixed with arginie acid and coated with calcium salts, lest they should dissolve in the stomach.)

- a: i. a cube, 5 mm in each dimension.
- ii. a tetrahedron, 5 mm in each dimension.
- iii. a sphere, 5 mm in diameter.
- b: the same as above, 3 mm in each dimension or diameter.
- c: the same as above, 2 mm in each dimension or diameter.
- iv. a rod, 10×1.5 mm.

そこで、カプセルを使用することを中止し、Ba自体を粒状に固定し、胃内で不溶性にするために適當な被膜で被うことを考えた。即ち、Ba粒をアルギン酸の液に漬けて後取出し、乾燥せしめた。これは酸には強いが併し水に暫く入れておくと、形が崩れてしまう虞れがあつた。そこで更に表面を塩で固定すべく取敢ず手軽に出来る各種の塩、Al塩、Mg塩、Ca塩について夫々実験してみたところ、Ca塩が一番手軽で、且目的に叶つていることがわかつた。

以上のことから、次のような製法でBa粒を作製することとした。即ち“アルギン酸ナトリウム10%溶液に硫酸バリウムを混合した後、型押、乾燥、更に塩化カルシウム10%溶液中に入れ、表面をアルギン酸カルシウム塩の膜とし、しつかり固定する”という方法である。

始めは一辺5mmの立方体、正四面体、直径5mmの球を作製したが、次に3mmとし、現在は直径2

mmの球、一辺2mmの正四面体、立方体、更に長さ10mm径1.5mmの棒状のものも作製している(第2図a~b~c)。

3) Ba粒の比重の問題

さて、胃内に此等のBa粒が入つた場合、一般食物との比重の関係は如何なるであろうか、これは重大な問題であつて、不用意に作製した初期の頃のBa粒は、明らかにその重さのために胃底に沈澱し、一塊りをなして私共の目的にそぐわなかつた。

これらの缺点を除くため、Ba粒の比重を考慮し、大凡3分粥に混じて釣合う程度に作製することとした。これは口中で咀嚼されて入つた直後の胃内容が大体この程度であろうことが経験的に推定されるからである(第3図a~b)。

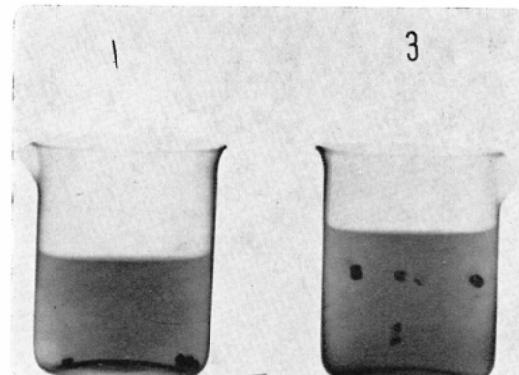


Figure 3: a: 10% rice-gruel. b: 30% rice-gruel.

II 層状重積に就いて

1) 研究方法

健康人約50人を選び、12時間以上絶食せしめた後に、普通食餌：所謂定食(一汁一菜の米食)、比較的水気のない弁物、パン食(牛乳1本附)等を食せしめる。この際、被検者は透視台を背に踏台に坐したまゝ食事をする。始め食事を2~3口食べると、AのBa粒10コを食べ、レ線撮影し、再び食事を2~3口食べるとBのBa粒(Aと形の違うもの)を10コ食べ、別のフィルムに再び撮影、……このようにして4種類のBa粒、計40コを食べ、食事が終了するまでの10~20分間に計4回レ線撮影をして食事を終る。食事が終了後は自由に行動させ、食事が終了より30分毎にその都度再び呼出

して撮影（立位）をつづけ、3時間後まで追求した。

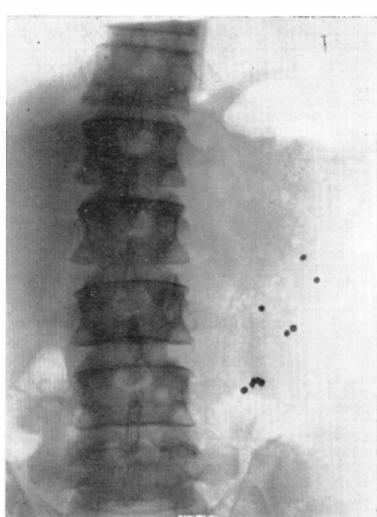
2) 研究成績及びその考察

以上の如くにして次々に摂取された食餌は Ba 粒と共に噴門から胃体上部を充たし、拡充しながら順次に胃の前後両壁を膨開しつゝ胃底に降下し、更に胃底を越えて幽門に至る迄を充たしつゝ胃の形を現わしてくるのが透視によつて認められる。勿論造影食餌を使用した場合と異り、辺縁をはつきり認めることはむつかしいが、相接して

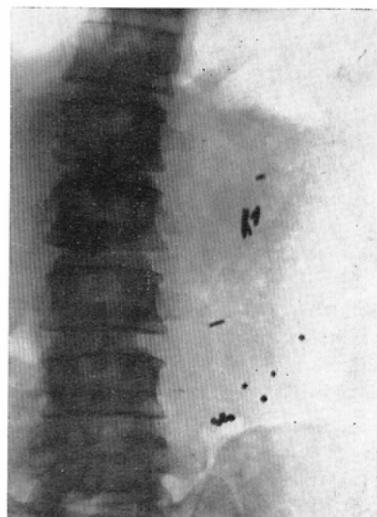
いる大腸ガス等によつて胃の外縁は認めることが出来る。此の際食事は必ずしも小弯に沿つてのみ降下するものとは限らないことは Becker によつて造影食餌で確かめられたことと同じである。

さて、食餌と共に摂取された Ba 粒は食事終了後30~60分後までは種類別に大体或は順序を以て列んで居る様である。勿論動物実験に於ける剔出胃冰結法に依つて示される程には、これを判然と示現し難いが、少くとも食事直後から互に混じることはない。仰臥位又は腹臥位にしてみても全体

b



a'



b'

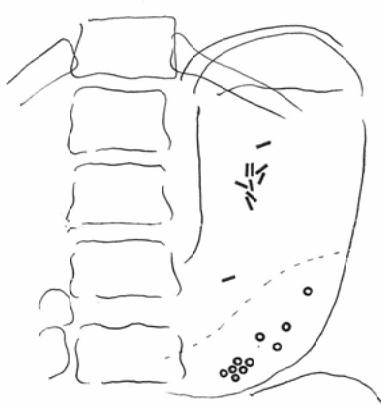
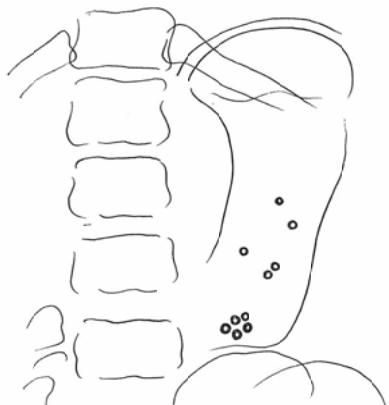


Figure 4: a: immediately after the first barium lumps (10) taken.

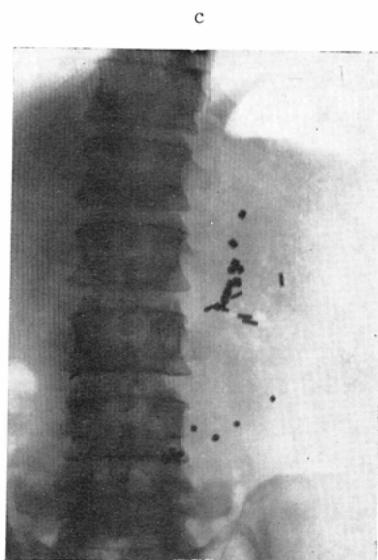
a': descriptive chart of the same.

b: immediately after the second barium lumps (10) taken.

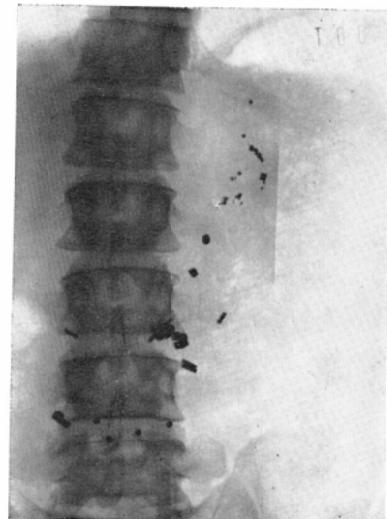
b': descriptive chart of the same.

としての移動はあつてもこの相互関係はかわらない。特に下垂胃の場合にはむしろ腹臥位でこの関係がはつきりみられる。併しながら従来の動物実験で云われる様に、10分以内にそのままの順で胃の各々の蠕動毎に幽門から排出が始まると云う確証も認められない。

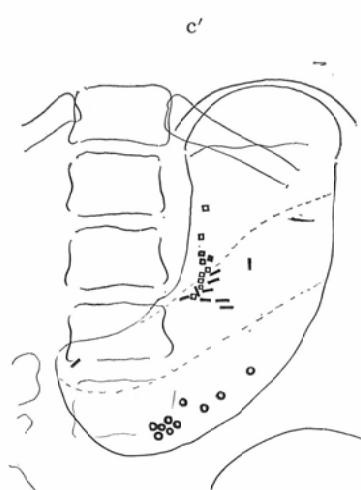
以上の成績を取まとめてみると大凡次のことが云えるようである。即ち、



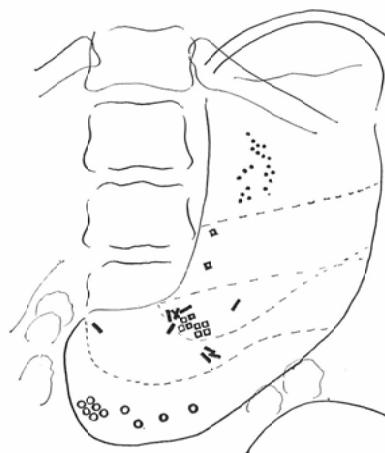
c



d



c'



d'

c: immediately after the third barium lumps (10) taken.

c': descriptive chart of the same.

d: immediately after the fourth barium lumps (20) taken.

d': descriptive chart of the same.

(All these photographs were taken in a standing posture.)

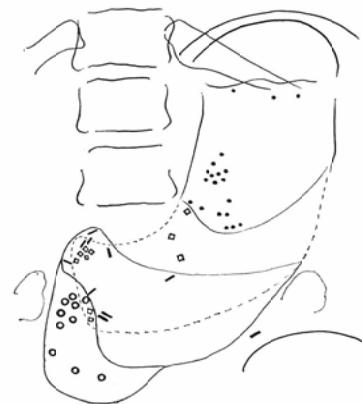
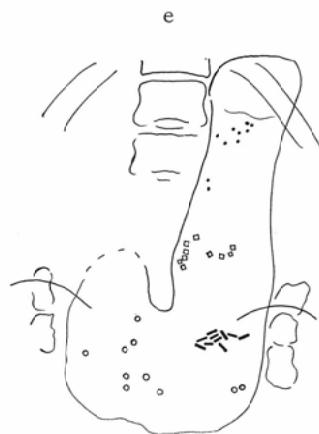


Figure 5: 30 minutes after meal.

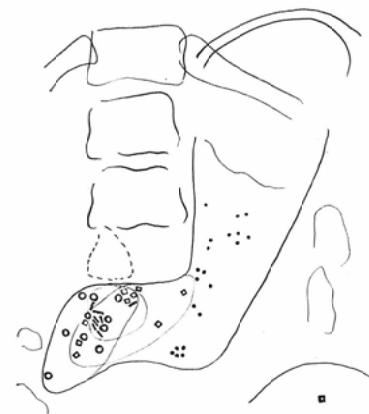
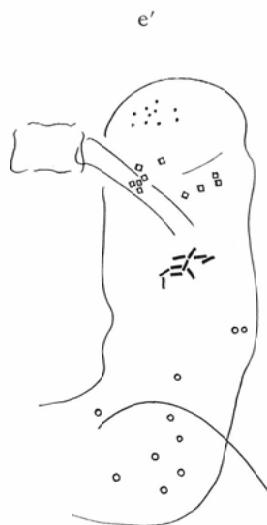


Figure 6: 60 minutes after meal.

e: The case of gastroparesis, in a standing posture.

e': The same, in a prone position.

食餌の合間に摂取した各形の Ba 粒によつて明らかに示現されている（第4図a～a', b～b', c～c', d～d', e～e'）。

② 此の配列順序は30分後に到り幽門部で互に相接してくるが、併しまだ互に完全に混じ合うことはない。幽門よりの排出もあまり盛んではない（第5図）。

③ 60分後近くなると、明らかに幽門部では混和が起り、消化、流動状になつた食餌が幽門から排出してゆくようである。Ba 粒の排出も混和し



Figure 7: 90 minutes after meal.

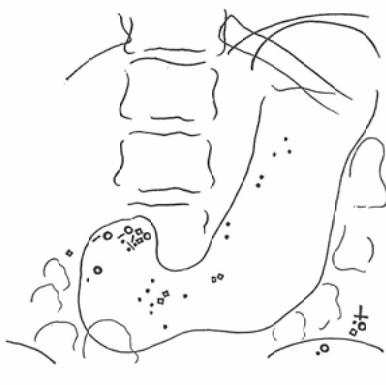


Figure 8: 120 minutes after meal.



Figure 9: 180 minutes after meal.

たまゝで見られ（第6図）、以下90分後（第7図）、120分後（第8図）、180分後（第9図）と、混和流動状になった食餌は互に混じ合つた各種Ba粒と共に排出されてゆく。

以上の結果から人胃に於ても、摂取された食物は直ちには互に混和することなく、或る層状をして重積することが確かめられた。併しこの層状重積の態度は図に於てわかる様に従来の動物におけるものと可なり異つてゐる。このことは、人胃が動物のそれと形態を著しく異にするためであろうと思われる。常に身体を起している（従つて胃が立上つてゐる）という条件は、それほど影響しないであろうことは立位にした動物の実験によつ

て木野勢が明らかにしているが、私共の人胃における実験でも、体位はあまり影響のないことがわかつた。

幽門部に於ても重積の見られることは食餌摂取直後に於ては動物実験に於ける場合と同様であるが、併し“幽門部に重積せられた食餌は此處で混和せられることなく、そのまゝ全層同時に胃蠕動毎に小量宛十二指腸に排出せられる”とする点は、少くとも人胃に於ける成績では認め難い。

さて、重積の形をみると、上述の如くこれは人胃の形によつて動物と異なるのであつて、噴門と幽門との距離が動物のそれに比し著しく大きいことが主たる原因のようである。即ち、第一の層は幽門部大弯に沿つて幽門に至り、順次内弯側からこの上に各層が重積するのであるが、人胃の胃体部が比較的長く、又胃底部の拡張は動物ほど著しくないため、食餌塊は、幽門部、胃底部を充した後は、胃体部の上方に積上げられる形となる（第4図a～a', b～b', c～c', d～d'）。一言に云つて極めて卑近な喩を引くと、恰かも貯炭式ストーブの如く上から順に来た石炭は、焚口で軟く溶けて混和が起り、燃えてゆくのに似ている、と云つてよいかも知れない。

III 個々のBa粒相互の経時的態度

前述の実験で人胃内食物の推移経過が可なり判明したが、更に同一層（当然のことながら、層と云つても食餌が異なるわけではないので同じ時間に摂取した食餌したという意味）の個々のBa粒は互にどのような経時的動きをとるであろうかを知ろうとした。これが判明すれば胃内に於ける食餌の動きが或程度わかる筈である。

1) 基礎的実験：Ba粒の作製その他

なるべく数多くの形の異つたBa粒を作ることに努力したが、大きさの問題があるので或程度の制約を受け、更に最大の難事は、胃内に入つてどのような方向に位置するかもわからぬため、あらゆる方向からみて夫々が区別されねばならぬことであつた。以上の条件を或程度充たすものとして7コのBa粒を作製した。大きさは前回実験のものと略々同じである。比重の問題についても前実験と同様の条件を夫々満足させていることは勿論

である。

2) 研究方法

食餌は前実験と同様である。健康人10名を選び、始めに全量の略々 $1/3$ を食せしめた後、食餌半口毎に1コづゝ7コのBa粒を食せしめ、ついで、のこり $1/3$ の食餌を食せしめて食事を終らせ、直後より30分毎に撮影し、3時間後まで経過を追求した。7コ一度に食せずに半口毎にしたのは互に重なり合つて観察に不便となるため適当に散らされるようにしたためである。事実、実験始めの1～2例に於ては、一度に食せしめたため観察に極めて不便であつた。又、7コのBa粒を食せしめる時期（順序、或いは層といつてもよい）を全食餌の中 $1/3$ に選んだのは、胃体上部から幽門に移動してゆく経時的経過を良く観るためにあり、後 $1/3$ にしなかつたのは人胃の位置関係から噴門部は観察に必ずしも適当でないことが2～3の予備実験の結果わかつたからである。

以上のようにして得られたフィルム像を夫々模写し、更に同一紙上に標識を夫々種類別に、経過時間に従つて走行を結んでみた。又、種類に關係なく、経過時間別にのみ夫々全標識を結び、此等の線の画く形から、種々検討を試みた。

3) 研究成績及びその考察

以上の様にして得られた経過は模写図の如きも

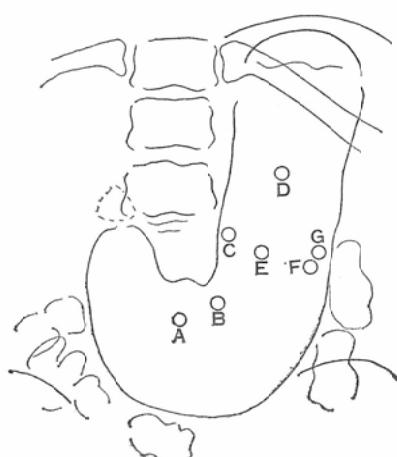


Figure 10: Immediately after meal. 7 barium lumps of different shapes were taken at the middle $1/3$ period of the meal time.

のである。直後(第10図)、30分後(第11図)、60分後(第12図)、90分後(第13図)、120分後(第14図)、180分後(第15図)。更に各種類別に走行を結んだ模写図は第16図a。種類に關係なく経過時間別に全標識を結んだのが第16図b. である。

成績をまとめてみると大凡次のようにいえる。即ち、

① 食後1時間前後まで(パン食一牛乳1本附一では30～40分程度、丼物では90分前後)特に胃体部から胃底に到るまでは略々互に混和することなく順次に下つてゆく。

② 下降してゆくさまを図から判断してみると、平面的にみた限りでは小弯側に入つたものは小弯に沿つて中等度の速さで幽門方向に動き、距離の關係で一番速く出る。大弯側のものは速度は最も大きいが幽門附近から真すぐに排出されることもあるが、また一旦小弯側に逆行性に巻込まれ、その後小弯に沿つて幽門に到ることもある。中央部に入つたものは移動速度が最もおそく、大弯側に移動することは殆どなく、大てい小弯側に移動する。

③ 食餌摂取後、特に1時間前後から2時間にかけて、幽門部においては可なりの混和がある。

④ 食餌は幽門部に到つて混和し、融解がおこり、融解したものから排出されてゆくことが想像される。即ち時間の経過と共に排出が行われ、2時間後、胃がかなり縮少してきても尚大部分のBa粒が残つているが、このBa粒は、立位では一番下位になる胃底に存在せずに、それよりかなり上位に存在することから、重さによる沈澱のために残つているとは考えられない。食事直後胃体部に積上げられて位置した中 $1/3$ の層が尚融解が充分でなく、まだ排出の状態に至らないのだ、と考えられるからである。

以上の結果から、やはり前実験でわかつたように、摂取された食餌塊は幽門、胃底部を充した後は胃体部の上方に積みあげられる形となり、時間の経過と共に幽門部で混和し、次第に排泄されてゆく。即ち食餌摂取後少くとも1時間前後までの胃体部、胃底部の状態は貯炭式ストーブの喰が当を得ていると思われる。

IV 総括並びに考察

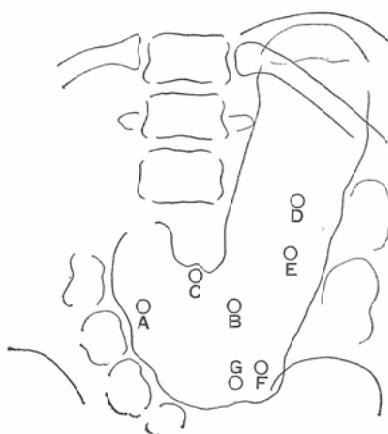


Figure 11: 30 minutes after meal.



Figure 12: 60 minutes after meal.

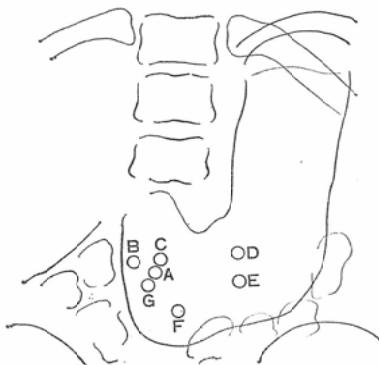


Figure 13: 90 minutes after meal.



Figure 14: 120 minutes after meal.



Figure 15: 180 minutes after meal.

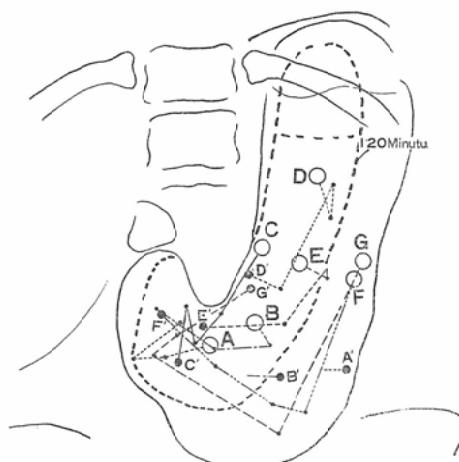
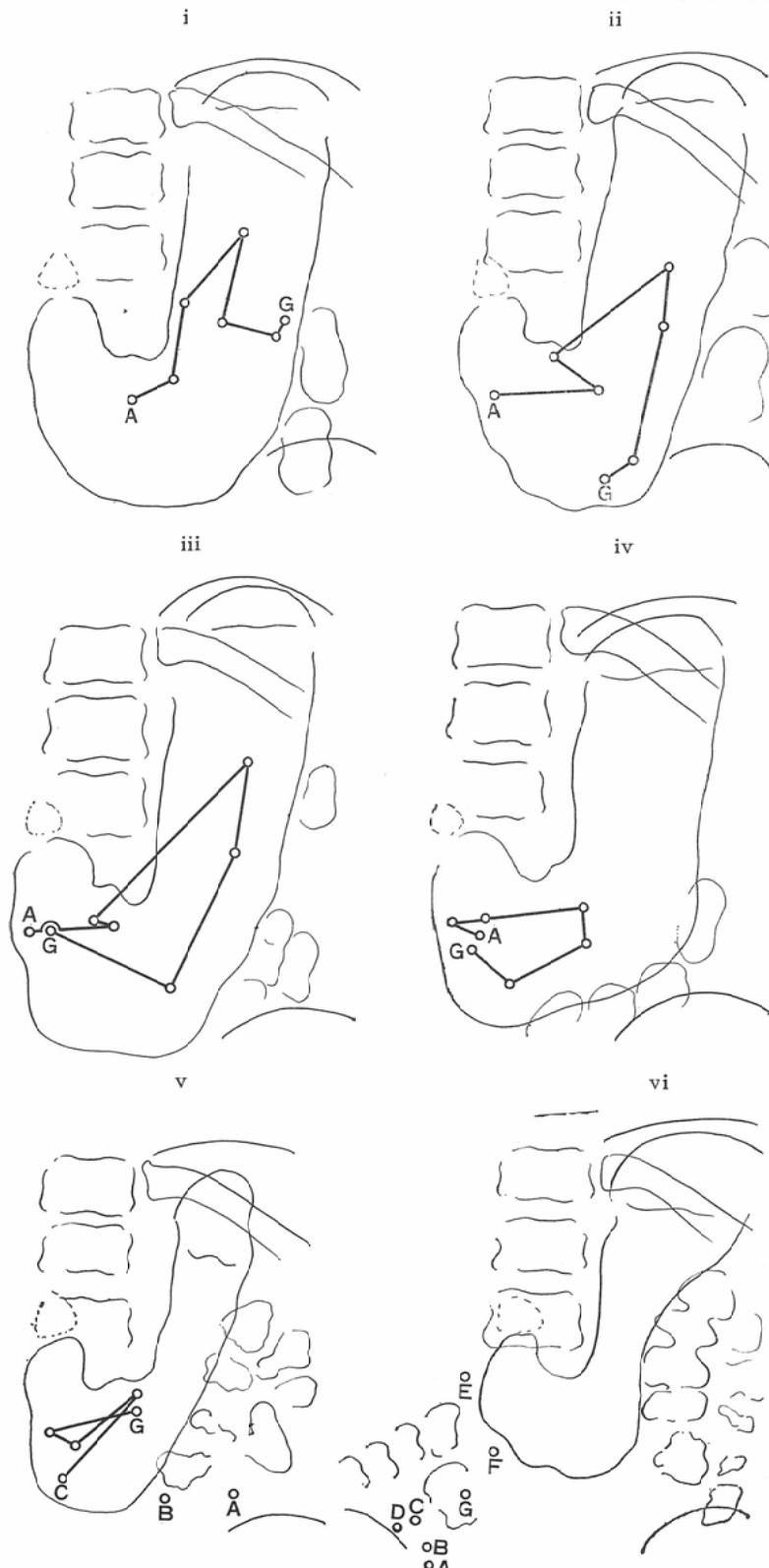


Figure 16: a. The positions of each different barium lumps were traced every 30 minutes.



b. Regardless of the kind of the barium lumps, 7 barium lumps were connected according to the time lapsed after meal.

i: Immediately after meal, ii: 30 minntes after meal, iii: 60minntes after meal, iv: 90minntes after meal, v: 120 minntes after meal, vi: 180 minntes after meal.

1) 本法の利点及び意義

胃内食物の重積に関する研究は、古くより多数の生理学者によつて、主として動物を用いて行われておつり、我国に於ても、福原、木野勢等の“腹窓法”、“剔出胃冰結法”を用いた詳細なる優れた業績がある。

併し、人胃に関するGroedel、Dietlen等がわざかに触れているにすぎない。私共は、前述の如き特殊な Ba 粒を作製し、これを用いて、摂取された普通の食物の人胃内に於ける態度を可なり長時間に亘り比較的はつきり追求し得た。即ち、此の研究に関する限り従来あまり重要視されず、一つの補助的方法にすぎない（木野勢）と、されていたレントゲン法も、斯る特殊な手段が考案されたことによつて可なり詳細に胃内の状態を示現し得るようになつたのである。このことは、現在レントゲン法に頼る以外、何等、他に方法のない人体実験に於ては、大いに意義のあることであつて、その結果人胃に於ても所謂重積が行われるということ、しかもその様相が動物とは異なることを明らかにし得た。

2) 実験方法に就いての経過並びに検討

この研究の始め Ba 粒の大きすぎたこと、重かつたこと、又、数の少なかつたこと、等による数々の不備があつた。即ち摂取に困難を感じたり、或いは異物として胃底に沈澱し、更には層というにはあまりにも Ba 粒の数が少なすぎたこと、等の失敗である。又、経時的ということに拘泥しすぎて、10分毎に撮影を強行し、大なる努力を払つたにも拘らず殆ど全く、追求という点では移動の変化のないことを発見したりした。

Ba 粒は何といつても異物であることには違ひないし、幽門よりの排出が「粒」と食粥で全く同じであるとは必ずしもいえまいが、併し、全食餌の中 $1/3$ の層に入つた Ba 粒が、2時間後に一部分排出、3時間後には全部排出しており、そのあと尚、胃に残りの $1/3$ の食餌内容と思われるものが残つてゐることから、Ba 粒が可なり大きいものは別として、この程度の大きさ、比重であれば、異物であるから、固形であるから、ということのみが原因で胃内に残るといふこと

はいえないと、事実、透視でよく観察すると、幽門部では食餌の融解と共に Ba 粒はよく動き、胃の蠕動運動につれて幽門から排出されるのを認め得る。

観察は、全部普通の透視法によるスポット撮影を用いたのであるが、所謂直接撮影のため、使用フィルム枚数が相当の数になる（最少1人6ツ切10枚）について、常備カセットの数の関係等で非常な努力を必要とした。そこで、間接撮影（6×6版）を数例に試みてみた。これは併し実験の結果、私共の目的には不適当であつた。即ち Ba 粒の大きさを或程度増せば可なり観察は正確ではあつたが、Ba 粒を出来るだけ小さく軽く、という方針に対しては現出能、判読区別の点で自ら限界があつた。又、一枚一枚を模写し、色分けにして検討するといった正確な分析に困難を感じたので引続いての実験には採用しなかつた。

以上のような経過並びに検討の結果、前述の実験方法に決定し、研究を行つたのである。

3) 得られた知見のまとめ

① 人胃内に於ても摂取された普通の食餌は、直ちに混和することなく不完全ながら所謂層状重積をなす。

② その層状重積の形は、従来の動物に於て見られたものゝ如き、噴門を中心とする同心円的のもの、或いは幽門部よりの放射状の配列ではなくて、食餌塊は、幽門部、胃底部を充したのちは、胃体部の上方に積みあげられる形となる。（貯炭式ストーブ型）

③ この層状重積は1時間前後は続く。

④ 時間の経過と共に幽門部に到つたものは、そこで可なりの混和が起り、混和流動状になつたものから出てゆく。従つて、一口先きに食べたからそれだけ早く先きに出ていくとは限らない。

⑤ より小さな単位の食餌塊についてみても同様で、胃体部あたりでは殆ど全く互に混和せず下降し、時間の経過と共に幽門部に到つて始めて互に混和し、排出がおこる。

おわりに

摂取された食餌が人胃内で経時的に、どのように推移してゆくかということに関しては、従来、

精わしく実験研究を行い難かつたが、私共は特殊な方法を考案し、これを用いたレントゲン法によつて可なり正確に胃内食餌の推移を観察することが出来、新知見を得た。

本実験に就いては、千葉大寛教授、新大野崎教授、小林教授の御支援、御助言、並びにX線機能検査法班々長、東北大古賀教授を始めとする諸先生方の好意ある御支援、御激励に負う所が多い。ここに厚く感謝の意を表します。

更に研究当初より面倒な材料を作製する上に御協力戴いた森下製薬KK東京工場試験部長、丸山行道氏に重ねて感謝致します。

最後に新大並びに横浜医大名誉教授、田宮知耻夫博士に御校閲を賜つたことは身に余る光榮であり、衷心より感謝の意を表します。

本論文の一部は、昭和34. 11. 8. 日本医学放射線学会第19回北日本部会で口述した。

文 献

- 1) 木野勢新次郎：日本生理誌、4:3, 昭14. -2) 遠山富也、飯沼竜一：X線機能検査法班研究協議会、34-1-6 (昭34. 5. 15). -3) 遠山富也、飯沼竜一：X線機能検査法班研究協議会、34-2-18 (昭34. 9. 26). -4) 遠山富也、飯沼竜一：X線機能検査法班研究協議会、34-3-22 (昭35. 1. 16). -5) 遠山富也、飯沼竜一：X線機能検査法班研究協議会、35-1-21 (昭35. 5. 21). -6) 遠山富也、飯沼竜一：X線機能検査法班研究協議会、35-2-16 (昭35. 9. 30). -7) 福原武：消化管運動の生理、医学書院 (昭28. 4. 30). -8) Becker: 田宮知耻夫：内科レントゲン診断学 (II) による。-9) Dietlen: 福原による。-10) Groedel: Fortschr. Röntgenstr. Bd. XXXIII. Kongressheft. 33: 8 (1925).