

自作ファントムによる硫酸バリウム製剤の濃度及び混合比の検討

渋谷光一 宮原智則¹⁾ 鷲見和幸¹⁾ 大倉保彦¹⁾ 三宅浩一¹⁾ 奥田和裕¹⁾
丹谷延義¹⁾ 東 義晴 後藤佐知子 丸山敏則 中桐義忠 杉田勝彦 平木祥夫²⁾

要 約

胃X線検査に造影剤として用いられる硫酸バリウム懸濁液の濃度を、簡便に、客観的に決定する目的で、歯科用アルギン酸塩印象材を用いて、コインの図柄を写しとったファントムを制作した。これを使って二種類の硫酸バリウム製剤の適正濃度(PD)を調べた結果、BARITOP PとBARICON MEALを単体、若くは混合した場合には、おおよそ、 $PD(W/V\%) = 0.75C + 165$ (ただし、CはBARICON MEALの混合比(%))となった。また、BARICON MEALはコントラストが高く、精密検査に有利だと考えられ、BARITOP PとBARICON MEALを混合すると濃度の許容範囲が広がるため、通常の検査に都合がよいと考えられた。更に、このファントムは簡便に作成することができ、しかも、硫酸バリウム懸濁液との親和性も良いことから、硫酸バリウム製剤やX線TV装置の評価、増感紙・フィルム系の評価等にも応用できると考えられた。

キーワード：造影剤, 硫酸バリウム, 胃X線検査, アルギン酸塩印象材, ファントム

はじめに

胃X線検査用造影剤として硫酸バリウム製剤が用いられている。硫酸バリウム製剤にはゾル状のものや粉末状のものがある。硫酸バリウムは水に殆ど溶けず、臨床的には様々な大きさの硫酸バリウム粒子が水の中に分散した懸濁液の形で使用される。硫酸バリウム粒子の大きさは、製品によって異なるが、一般に $0.1\mu\text{m}$ から $35\mu\text{m}$ 程度である。硫酸バリウム製剤中の純硫酸バリウムの割合は90数%で、この他に分散剤や界面活性剤等が添加されている。硫酸バリウム懸濁液の濃度は「重量/容積%(W/V%)」で表わされる。堀井薬品工業の全国5,676軒を対象にした1995年の調査によると、ゾル製剤と粉末製剤の平均使用濃度は、それぞれ128W/V%, 159W/V%と報告されている。近年、高濃度低粘性製剤が普及したことから、使用濃度が高くなる傾向が見られる。

高濃度低粘性製剤については、一般にコントラストが高いが、その反面、過付着、粒子の沈降が早い等の問題が指摘されている¹⁻⁸⁾。そのため、従来の粉末バリウム製剤と高濃度粉末バリウム製剤とを混合して使用している施設も少なくない⁹⁾。

硫酸バリウム懸濁液の適正濃度は、製剤により異なり、また、使用する術者や被検者の胃内生理状態によっても違ってくると考えられるが、この濃度の調整は懸濁液の粘度を決め、流動拡散性や胃粘膜への付着性、示顕能に大きな影響を与えるため極めて重要である⁹⁻¹²⁾。しかし、この濃度の決定は臨床的に、経験的に行われており、施設によって一定していないのが現状である。

今回我々は、簡便に、しかも、できるだけ客観的に懸濁液の混合比や濃度を決定する方法を確立することを目的にして、歯科用印象材を用いてファントムを自作し、これを使って硫酸バリウム製

岡山大学医療技術短期大学部診療放射線技術学科

1) (財)倉敷成人病センター放射線部

2) 岡山大学医学部放射線医学教室

剤の適正な混合比及び懸濁液の適正濃度について検討した。

使用機器及び材料

X線撮影装置：

HITACHI TU-130XF

X線管球：

HITACHI UH-6FC-206TL

(焦点寸法 0.3mm×0.3mm/0.65mm×0.65mm)

増感紙：

Fuji HG-M

フィルム：

Fuji UR-2 (四切)

自動現像機：

KONICA SRX-1001 (90秒処理)

粉末硫酸バリウム製剤：

BARITOP P (堺化学), 高濃度バリウム
BARICON MEAL (堀井薬品)

ファントム：

アルギン酸塩印象材 (QUICKY ;
NISSIN DENTAL PRODUCTS INC.),
アクリルファントム (10cm厚×2)

方 法

1. ファントム

ランチボックスの底に数種類のコインを張り付け、これに水で溶いた歯科用アルギン酸塩印象材を流し込んで固め、各種コインの絵柄を型取りし、ファントムを作成した (Fig. 1)。このファントムは、時間の経過と共に、水分の蒸発による収縮が起こるため、製作後直ちに実験に用いた。

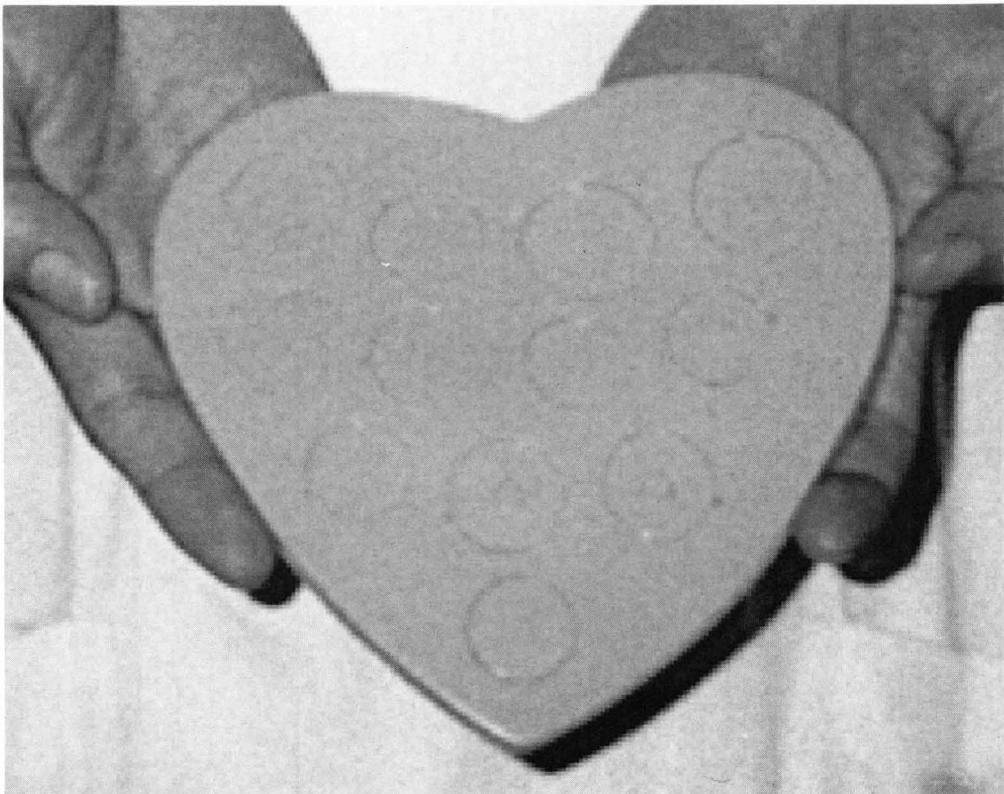


Fig. 1 Originally created phantom :

This phantom was created with alginate dental impression material. Designs of some coins were copied on it.

2. 硫酸バリウム懸濁液

Table 1 に☆印で示すように、BARITOP P 及び BARICON MEAL について、単体のものと混合したものを各種濃度に調整した。なお、これ以上の高濃度部分については、流動性が極めて悪く、実用的ではないと判断された。付加する水の量は、純硫酸バリウムの比重を4.5、添加物の比重を1.0と仮定して、次式によって計算した¹³⁾。

$$W/V\% = \frac{a}{(V_a + V_b) + V_c} \times 100\%$$

$$= \frac{a}{(0.222a + b) + c} \times 100\%$$

$$c = \frac{a}{W/V} \times 100 - (0.222a + b)$$

但し、

W/V%：懸濁液の「重量/容積%」濃度

a：純硫酸バリウムの重量(g)でWに等しい

b：添加物の重量(g)

c：付加する水の重量(g)

a + b：粉末製剤の重量(g)

V_a：純硫酸バリウムが懸濁液中で占める容積で、比重4.5の場合そのa(g)は0.222 a (ml)

V_b：添加物の占める容積 b (ml)

V_c：付加する水の容積 c (ml)である。

3. 撮影方法

ファントム表面のコイン痕の各窪み部分に硫酸バリウム懸濁液を十分に溜め、それを10秒間垂直に立てて懸濁液を流した後、Fig. 2に示すように、

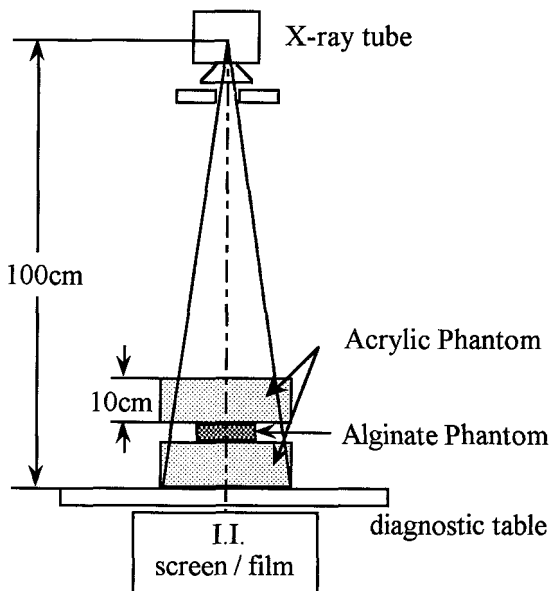


Fig. 2 Diagram of experiment

Table 1 Materials of balium preparations

Materials	Density(W/V%)												
	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
P 100	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆				
P 10+M90	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆			
P 20+M80	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆			
P 30+M70	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆			
P 40+M60		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆		
P 50+M50		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆		
P 60+M40		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆		
P 70+M30			☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
P 80+M20			☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
P 90+M10			☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
M100				☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆

The suspensions marked with stars were used in this study.

P100 and M100 meant 100% BARITOP P and 100% BARICON MEAL respectively and P10+M90, for example, meant a blend of 10% BARITOP P and 90% BARICON MEAL.

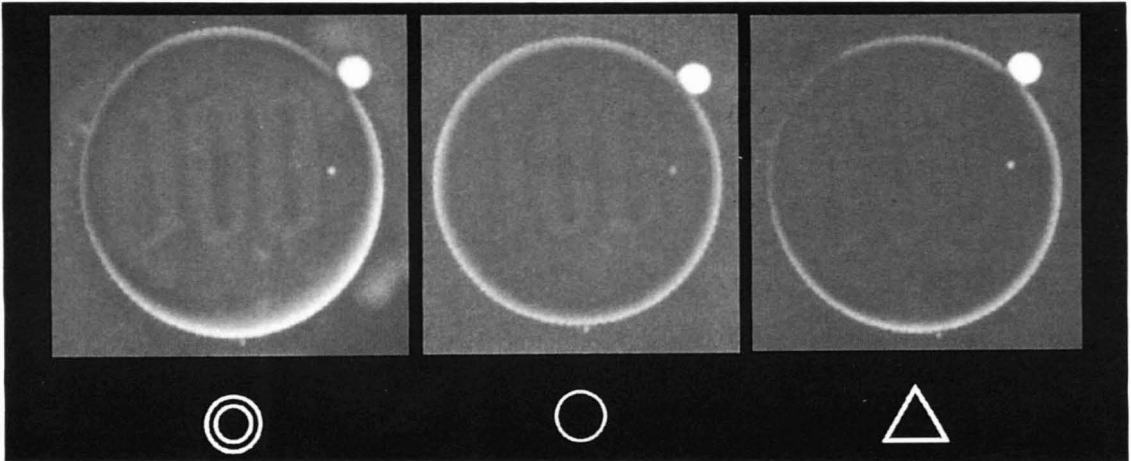


Fig. 3 Examples of evaluations :

Three ranking were used to evaluate the pictures. The picture on the left got the high ranking ◎, the right one did low ranking △, and the one in the center did middle ranking ○.

上下10cmのアクリルファントムの中に素早く挟み、フィルムに撮影した。撮影は全て88kV、オートショットで行った。

4. 評価方法

撮影したX線写真の評価は、コインの絵柄がはっきり識別できるものを◎、コインの種類がかわらうじて識別できるものを△、その中間を○とした。また、コインの種類が全く識別できないものは除外した。評価は放射線技師6名で行い、意見が分かれるものについては多数意見を採用した。Fig. 3はそれぞれの評価群から一枚ずつを取り出して、百円硬貨の部分を広げて並べたもので、左から◎、○、△の評価とした。

結 果

Table 2 に実験結果を示す。

BARITOP P 単体では◎の評価はなく、140W/V%から180W/V%の濃度で○の評価であった。高濃度バリウムである BARICON MEAL は、単体では230W/V%と240W/V%の濃度が◎の評価であった。特に240W/V%は、辺縁が強調され、本実験中で最も高い評価を得た。しかし、それ以外の濃度では極端に評価が悪くなった。

BARITOP P と BARICON MEAL を混合した場合には、BARICON MEALの含有率が60%

のとき、170W/V%から210W/V%の広い濃度範囲で◎の評価であった。同様に、BARICON MEALの含有率が50%と40%でも180W/V%から220W/V%の広い範囲で◎の評価であった。

次に、グラフの縦軸に濃度 (W/V%)、横軸にBARICON MEALの混合率(%)をとり、これに各試料群の最高評価濃度範囲の中心をプロットすると Fig. 4の直線を得ることができた。これより、BARITOP P 及び BARICON MEAL につい

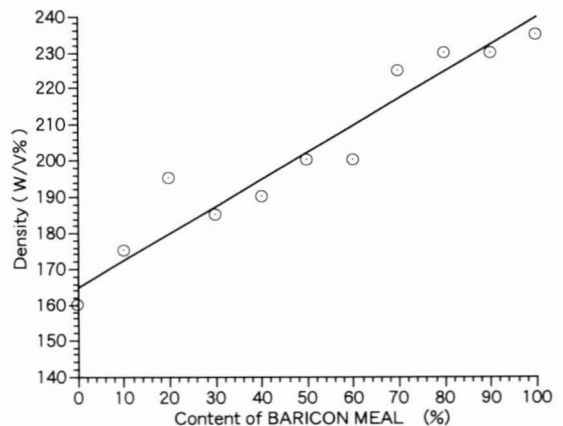


Fig. 4 Proper Density(PD W/V%) in case of blending BARITOP P with BARICON MEAL: PD (W/V%)=0.75C+165(C: content of BARICON MEAL(%))

Table 2 Results of evaluations

Materials	Density(W/V%)												
	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
P 100	—	—	○	○	○	○	○	—	—				
P 10+M90	—	—	—	△	○	○	○	○	—	—			
P 20+M80	—	—	—	○	○	○	○	◎	◎	△			
P 30+M70	—	—	○	○	○	○	◎	◎	○	○			
P 40+M60		—	—	△	○	◎	◎	◎	◎	◎	○		
P 50+M50		—	—	—	—	△	◎	◎	◎	◎	◎		
P 60+M40		—	—	—	—	△	◎	◎	◎	◎	◎		
P 70+M30			—	—	—	—	—	—	△	○	◎	◎	
P 80+M20			—	—	—	—	—	—	—	○	○	◎	
P 90+M10			—	—	—	—	—	—	—	△	△	◎	
M100				—	—	—	—	—	—	—	△	◎	◎

て、単体及び混合した場合の適正濃度 PD(Proper Density) (W/V%) はおおよそ、

$$PD(W/V\%) = 0.75C + 165$$

となった。ただし、C は BARICON MEAL の混合率(%)である。

考 察

単体の BARICON MEAL 240W/V%が本実験中で最も評価が高く、また、BARITOP P と BARICON MEAL を混合すると濃度の許容範囲が広がった。実際の臨床では、被検者の胃内の生理状態は様々であり、特に、胃液が多い場合には硫酸バリウム懸濁液が希釈され、胃粘膜面が十分に描出されない場合が少なくない。したがって、通常のルーチン検査に BARITOP P または BARICON MEAL を用いる場合には、それらを 2 : 3 から 3 : 2 の範囲で混合して用いると、濃度の許容範囲が広がって有利であると考えられる。一方、精密検査のように胃内を洗浄して、検査の障害となる胃液等を予め排除させて検査する場合には、コントラストが強調される BARICON MEAL を用いると、病変描出に有利であると考えられる。原田らも、精密検査では BARICON MEALの方が、従来のバリウムよりも良好であったと報告している⁶⁾。なお、BARICON MEAL を使用した場合、一般に“べたつき”と呼ばれる過

付着の現象が起こることがあるが⁴⁻⁶⁾、これは被検者の体位変換を繰り返して、バリウムを胃粘膜に繰り返し付着させる場合に見られることである。検診車での検査のように、時間の制約があって、しかも、小さなフィルムで間接撮影を行うような場合には高濃度バリウムが有用であると考えられる¹⁾。

BARITOP P と BARICON MEAL を混合した時の懸濁液の適正濃度 (PD W/V%) は、BARICON MEAL の混合率を C % とすると、おおよそ PD(%) = 0.75C + 165 であった。この結果は、混合バリウムの濃度決定において、一応の目安になると思われるが、臨床報告によると、BARICON MEAL 単体では 220W/V% の評価が高く^{5,6)}、BARITOP P 単体は、140W/V% から 160W/V% で使用されてきた⁶⁻⁸⁾。従って、臨床的には Fig. 4 の直線よりも 20W/V% 程度低い濃度で評価が高くなる可能性がある。今回の実験では、ファントムに硫酸バリウム懸濁液を付着させて、これを 10 秒間垂直に立てることによって、付着させたバリウムを流して撮影したわけであるが、今後臨床的な調査を通じて実験方法の改善を検討する必要がある。

ファントムの材料として用いた歯科用アルギン酸塩印象材は、安価で、微細な構造をコピーする能力を持っている¹⁴⁾。我々はすでに、これを胃粘膜

ファントムに利用して、硫酸バリウム製剤のコントラスト特性や撮影タイミングの検討を行ってきたが¹²⁾、硫酸バリウム懸濁液との親和性も良好であった。特に、今回のコインの図柄を写しとったファントムの場合には、制作も容易であり、微妙な条件の違いがそのまま写真の出来に反映することも明らかになった。従って、これを胃X線撮影用ファントムの材料に用いることにより、バリウム製剤の評価やX線テレビ装置の評価、或いは消化管撮影用の増感紙・フィルム系の評価等が、簡便に、より客観的に行えると考えられる。

文 献

- 1) 夏川浩一, 黒瀬哲也, 小笠原光男, 渋谷光一, 丹谷延義: 高濃度硫酸バリウム製剤の胃集検間接撮影における有用性. 日本放射線技術学会岡山支部会誌 5: 21-26, 1995.
- 2) 鈴木輝雄, 林久仁彦, 遊佐 亨, 神山哲也, 佐々木清貴, 鈴木安名, 洞田克己, 前久保博士: 高濃度・低粘性バリウム懸濁液(バリコンミール 200W/V%)の物性解析と臨床応用. INNERVISION 6(6): 65-73, 1991.
- 3) 田島なつき, 飯田英次, 孫田誠三, 山本 鼎, 松尾健司, 池田幸好: 新しい高濃度硫酸バリウムの有用性について—造影能の基礎的検討と飲みやすさの比較—. 映像情報 23(9): 453-457, 1991.
- 4) 河野通雄, 佐古正雄, 榎林 勇, 牛尾啓二, 森田瑞穂: 高濃度・低粘性新硫酸バリウム製剤 BA-HD の臨床評価—97%硫酸バリウム製剤(パロスパー)との多施設比較臨床試験—. 基礎と臨床 22(9): 384-390, 1988.
- 5) 井田和徳, 奥田順一, 加藤隆弘: 胃X線二重造影検査に使用した新硫酸バリウム製剤「バリコンミール」の評価. 基礎と臨床 24(4): 497-501, 1990.
- 6) 原田容治, 高瀬雅久, 山田孝史, 中田 薫, 池田 肇, 齊藤利彦, 芦澤眞六, 菅原紀光, 洪永 隆, 大原博照, 飯田高志, 高橋 総, 飯塚康雄, 那須亮一, 坂本芳行: 胃X線検査における高濃度バリウムの臨床的有用性の検討. 基礎と臨床 24(14): 360-371, 1990.
- 7) 田島なつき, 飯田英次, 孫田誠三, 山本 鼎, 坂本光史, 村田雄一: 新しい高濃度バリウム BHD による胃集団検診. 日消集検誌 32(1): 72-75, 1994.
- 8) 竹田芳弘, 山本道法, 藤島 護, 新屋晴孝, 木本 真, 上者郁夫, 平木祥夫: 混合高濃度バリウムの臨床評価. 新薬と臨床 41(2): 265-277, 1992.
- 9) 窪田博吉(監), 海老根精二(編): 放射線技師のための消化管撮影技術. 金原出版株式会社, 東京. 204-254, 1986.
- 10) 遠藤矢市: 硫酸バリウム造影剤の有効性(造影能)について. 胃集検技術 4(2): 39-49, 1991.
- 11) 佐藤 忠, 海老根精二, 天羽 洋: 胃バリウム像分類と見逃し症例の関係. 消化管検診技術 8(1): 11-31, 1995.
- 12) 渋谷光一, 中桐義忠, 東 義晴, 杉田勝彦, 小橋高郎, 大倉保彦, 丹谷延義, 三上泰隆, 平木祥夫: 胃X線検査用造影剤のコントラスト特性と撮影タイミングについて. 岡山医誌 107(1~5): 1-5, 1995.
- 13) 平井和三: 消化管造影用硫酸バリウムの基礎的研究 第II編硫酸バリウムの濃度表示法. 大阪医大誌 34(3・4): 21-25, 1975.
- 14) Cohen BI, Pagnillo M, Deutsch AS, Musikant BI: Dimensional accuracy of three different alginate impression materials. Journal of Prosthodontics 4(3): 195-199, 1995.

(Original)

Examination of density and mixing ratio of barium preparations, using an originally created phantom

Koichi SHIBUYA, Tomonori MIYAHARA¹⁾, Kazuyuki SUMI¹⁾, Yasuhiko OKURA¹⁾, Koichi MIYAKE¹⁾,
Kazuhiro OKUDA¹⁾, Nobuyoshi TANDANI¹⁾, Yoshiharu AZUMA, Sachiko GOTO,
Toshinori MARUYAMA, Yoshitada NAKAGIRI, Katsuhiko SUGITA and Yoshio HIRAKI²⁾

Abstract

A phantom copied designs of coins was created with alginate dental impression material to establish a objective, simple and easy method for deciding density of barium sulfate suspensions which are used for stomach X-ray examination as contrast media. As a result of examining proper density (PD) of two kind of barium preparations with this phantom, in case of BARITOP P and BARICON MEAL, PD were almost shown by the next equation : $PD(W/V\%) = 0.75C + 165$ (C meant content of BARICON MEAL (%)). As BARICON MEAL resulted in hight contrast, it was thought to be suitable for a close examination. Mixture of BARITOP P and BARICON MEAL was thought to be suited to a routine examination because of wide permissible level of density. This phantom would be able to apply to the test of balium preparations, X-ray TV systems, screen/film systems and so on.

Key words : contrast media, barium sulfate suspension, X-ray examination of the stomach,
alginate impression material, phantom

School of Health Sciences, Okayama University

1) Dept. of Radiology, Center for Adult Diseases, Kurashiki

2) Dept. of Radiology, Okayama University Medical School