

虫垂内糞石にかんする研究

第 2 編

分光分析法による糞石構成元素の研究

岡山大学医学部第1(陣内)外科教室(指導:陣内教授)

副 手 山 田 勳 男

〔昭和31年11月12日受稿〕

第1章 緒言並びに文献

第1編において、私はX線分析法により糞石の結晶学的研究を行い、糞石の生成には糞便成分が必要なことは勿論であるが、さらに燐灰石の結晶が重要な役割をなしているものであり、しかもこの結晶は炎症と密接な関係があることを明らかにした。また糞石と糞塊との区別はこの燐灰石の結晶の有無によつてなされるべきであることを提唱した。

しからばかかる糞石の構成にあずかる元素はいかなる種類のものであるかについて、従来の文献をみると、これに関する研究は殆ど行われておらず、W. Gerlach¹⁾の研究が唯一のもので、本邦においては全くみられない。これによれば糞石に含有される元素はCa, Mg, P, Sr, Cu, Fe, Al, K, Pb, Zn, Mn, Agであつて、このうち結石生成に有意義の元素はPbであると報告している。

そもそも糞石、糞塊のごとく小さな物質である場合には、通常の化学分析法ではそのすべての含有元素を知ることは非常に困難である。そのために今日では分光分析法が広く用いられている。この方法による他の生体内結石の構成元素の研究は、Gerlach¹⁾, Mathé and Archambeault,²⁾ 石橋³⁾, 関村⁴⁾, 滝野⁵⁾, 向井⁶⁾, 湯田⁷⁾, 多賀⁸⁾, 吉川⁹⁾, 戸田¹⁰⁾, 小林¹¹⁾, などの報告がみられる。

私の研究もこの分光分析法を応用して糞石、糞塊及び普通の糞便の元素について研究し、糞石の成因について考察を試みた。

第2章 実験材料並びに実験方法

第1節 実験材料

本実験に使用した糞石、糞塊はすべてX線分析法による結晶学的研究に使用した試料をそのまま直ちに用いた。

実験総数は32個で、うち糞石19個(試料全体を用いたもの10個、外層5個、内層4個)、判定不明ながら糞石にすべきもの1個(内層)、糞塊12個(試料全体を用いたもの7個、外層2個、内層3個)である。

普通の糞便も同じく、第1編の研究試料をそのまま用い、実験総数は10個である。

第2節 実験方法

分光分析器は島津製石英分光分析器を使用した。光源には島津製分光分析用純粋炭素電極棒を用いた。すなわちこの一端の中央に直径及び深さ3mmの小孔を穿ち、この中に被検材料を入れ、これを陽極とし、しからざる炭素棒を陰極として電弧を作り、露出時間は10秒でそのスペクトル写真を乾板に撮影した。さらにこの実験試料のスペクトル線の波長を決定するために、純粋な鉄棒を用いそのスペクトル写真を試料のそれに接して撮影した。かくしてそのスペクトル線の波長を知り、すでに測定されている各種の元素の波長と照合して、スペクトル線をあたえた各元素の種類を決定したのである。

第3章 実験成績

第1節 糞石、糞塊の含有元素

糞石及び糞塊の総数32個にたいする実験の結果、表1のごとき各元素を検出した。表中の(++)はそのスペクトル線の強さから含有元素を定量的に観察したもののうち、比較的多量のものを示し、(+)は少量のものを示す。

すなわち、糞石、糞塊の含有元素は Ca, Mg,

Al, Si, P, Cu, Na, Mn, B, K, Fe, Ti, の12元素である。このうち Ca, Mg は全例に、P は1個をのぞいてすべてのものにみとめられる。ついで Al, Mn が20個, Si が15個, Na が14個, Cu, Fe が13個, B が11個, Ti が6個で K が2個にみとめられる。各元素の含有量をみると Ca, Mg はすべてにおいて多量に含まれている(図1. 2. 3. 参照)。次で Si の多いもの9個, P の多いもの5個, Mn の多いもの4個, Al, Na の多いもの2個で他は

表1 糞石糞塊の含有元素の種類

試料番号	糞石糞塊 分類	X線分析像	含有元素の種類												実験 部位		
			Ca	Mg	P	Si	Al	Cu	Na	Mn	K	Fe	B	Ti			
No. 1	糞塊	A ₂	++	++		++											全体
2	"	A ₂	++	++	+	++	+	+	+								"
30	"	A ₂	++	++	+	++											"
33	"	A ₂	++	++	+		+				+		+	+	+		"
41	"	A ₂	++	++	+		+				+		+	+	+		外層
42	"	A ₂	++	+	+		+						+	+	+		"
44	"	A ₁ A ₂	++	++	+						+		+	+	+		内層
46	"	A ₂	++	++	+						+		+	+			"
51	"	A ₂	++	++	+				+	+							全体
52	"	A ₂	++	++	+	++			+	+							"
53	"	A ₂	++	++	+	+	+	+									内層
84	"	A ₂	++	+	+		+				+		+	+			全体
63	糞石(±)	A ₂ C	++	++	+		+			++	+		+	+			内層
12	糞石	A ₂ B ₂	++	++	+	+	+				+						全体
13	"	A ₂ B ₂	++	++	+	+	+	+	+								"
14	"	B ₁ B ₂	++	++	++		+	+	+	++		+			+		内層
17	"	B ₁	++	++	++			+	+	+							全体
18	"	A ₂ B ₂	++	++	+		+	+	+	+							"
21	"	A ₁ A ₂ B ₂	++	++	+												外層
22	"	A ₂ B ₂	++	++	+	++											"
29	"	A ₂ B ₁	++	++	+	++		+			+		+				全体
31	"	A ₂ B ₂	++	++	+	++	+		+	+	+		+				"
56	"	A ₁ A ₂ B ₂	++	++	++		+			+	+		+	+			外層
59	"	A ₁ A ₂ B ₂	++	++	+	+	+	+			++						全体
61	"	A ₁ A ₂ B ₂	++	++	+		++	+	+								内層
62	"	A ₁ B ₂	++	++	+	+	++	+	+								全体
68	"	A ₂ B ₂	++	++	+		+				+		+	+			外層
71	"	A ₂ B ₂	++	++	+	++	+		+	+	+						"
76	"	B ₂	++	++	++	+					++						内層
77	"	B ₂	++	++	++	++	+	+	+	++		+					全体
81	"	A ₂ B ₂	++	++	+		+			++	+		+	+			内層
82	"	A ₂ B ₂	++	++	+						+		+	+	+		全体

A₁ 澱粉粗大結晶, A₂ 澱粉微粒結晶, B₁ 磷灰石粗大結晶, B₂ 磷灰石微粒結晶, C 判定不明の廻折彗。

少量であつた。また内層と外層とでは著変を認めなかつた。

なお、表中の試料番号 No. 51, 52 及び No. 59, 61 はそれぞれ同一虫垂腔内にあつた 2 個のものについて行つた実験成績であり、前者では Ca, Mg, P, Cu, Na の 5 元素は共にみとめられたが、Si は一方のみにみとめた。後者では Ca, Mg, P, Al, Cu の 5 元素を共に

みとめたが、Si, Na, Mn は一方のみにみとめられた。またその含有量も Ca, Mg のみがすべてに多量に含まれており、他の元素は不定であつた。

第 2 節 糞便の含有元素

普通の糞便 10 個について行つた実験の結果は表 2 のごとくである。表中の (++) は含有量の比較的多いものを、(+) は少量のものを

表 2 普通糞便の含有元素の種類

番 号	X線分析像	含 有 元 素 の 種 類									
		Ca	Mg	P	Si	Al	Cu	Na	Mn	K	Fe
No. 1	A ₂	++	++	+	+	++	+	+			
2	A ₂	++	++	+	+	++	+	+	+	+	
3	A ₁	++	++	++	++	+	+	+	+	+	
4	A ₂	++	++	+	+	++	+	+	+	+	
5	A ₁ A ₂	++	++	+	+	++	+	++		+	
6	A ₁	++	++	+	+		+	+	+		
7	A ₂	++	++	+	+	+	+	+	+	+	
8	A ₂	++	++	+	+	++	+	+	+		
9	A ₁	++	++	+	+	++	+	+	+	+	
10	A ₁	++	++	+	+		+	+	+	+	

A₁ 澱粉粗大結晶, A₂ 澱粉微粒結晶

示す。

すなわち糞便中に含有される元素の種類は Ca, Mg, Al, Si, P, Cu, Na, K, Mn の 9 元素である。このうち Ca, Mg, Si, P, Cu, Na は常にみとめられ、Al, Mn は 8 個に、K は 7 個にみとめられる。この各元素の含有量をみると Ca, Mg は全個において多量に含有せられ、次で Al の多いものが 6 個、Si, P, Na の多いものが各 1 個みとめられ、他はすべて少量であつた。

第 4 章 総括並びに考按

以上の実験から、糞石及び糞塊には Ca, Mg, P, Al, Si, Cu, Na, Mn, Fe, B, Ti, K の 12 種類の元素が含有されていることを明らかにした。そのうち Ca, Mg は糞石、糞塊をつうじてすべてに常在し、しかも多量に含有されている。P は 1 個をのぞいた糞石、糞塊のすべてに含有されており、その含有量は糞石が糞塊に比較してやや多量に含まれる傾向

がみとめられた。Al, Si, Cu, Na, Mn, Fe などはしばしば検出されるが、糞石或は糞塊に特有な含有状態はみられず、その含有量についても全般的に Si が比較的多量にみとめられるものが多い程度であつた。また B, Ti, K はその検出が比較的多く、含有量もわづかであつた。すなわち、分光分析的にみた糞石、糞塊の相違は、わづかに P の含有量に差がみとめられるだけで、有意の所見はえられなかつた。

一方、糞石、糞塊の主成分である普通の糞便の含有元素は Ca, Mg, P, Al, Si, Cu, Na, Mn, K の 9 元素である。このうち Ca, Mg, P, Si, Cu, Na の 6 元素はすべてに検出され、とくに Ca, Mg の含有はすべてに多量であつた。しかし他の P, Si, Cu, Na の含有量はわづかである。また Al, Mn, K の 3 元素もしばしばみとめられるが、とくに Al は 8 個検出中 6 個が多量に含有していた。しかし Mn, K の含有量は少ない。

すなわち、糞石、糞塊と普通の糞便との含有元素の相違は、前2者には Fe, Ti, B の3元素が後者よりもふえており、また P, Si, Mn の含有量も多い。しかし後者には Al が多量であり、さらに前2者には K が含有されることはまれであるが、後者にはしばしば認められる。

W. Gerlach¹⁾ は17個の糞石について研究し Ca, Mg, P, Sr, Al, Cu, Fe, Zn, Mn, Ag, Pb, K の12元素の存在を証明し、そのうち Ca, Mg, P, Sr, Fe, Cu, K の諸元素を全例にみとめている。そして他の生体内結石、石灰化巣などの分光分析学的研究の結果、それらに Pb が含有されることが比較的多いことをみとめ、しかもこの Pb は Ca の移動をきたす作用があることを指摘して、これがあらゆる結石の生成上意義ある元素と報告している。この点に関しては石橋³⁾ も尿石の研究の結果から同様の見解を報告している。しかしながら一方関村⁴⁾ の報告によれば、同じ尿石の研究にさいしてこれを認めたものはただ1例のみであったことから W. Gerlach の見解にたいして、結石生成上まったく無関係とはいえないとしても、それほど重要とは考えられないと述べている。

私の本邦人の虫垂内糞石にたいする実験では、前述のごとく、この常在元素は Ca, Mg, P と考えられ、しかも Pb の存在をみとめたものは1例もなかつた。このことから私は糞石についてであるが、W. Gerlach の考えと異り、関村と同様の見解をもつものである。

これらの糞石、糞塊に含有される諸元素はなにに由来し、さらに糞石の生成上いかなる意義をもつものであるかについて考察をこころみるに、糞石、糞塊に含有される諸元素の大部分は虫垂腔内に侵入した糞便に由来するものであらうということは容易に予想されるところである。このような予想のもとに行つた実験の結果、糞石、糞塊に含有される12元素のうち Ca, Mg, Al, Si, P, Cu, Na, Mn, K の9元素は普通の糞便中にも含有されることを知つた。すなわち、糞石、糞塊中の9元

素は主成分たる糞便に由来するものと考えられる。この点に関しては、W. Gerlach も食物中の含有元素を調査して、糞石中の諸元素の大半はこの食物に由来するものであると述べている。

次に、糞石、糞塊のみにみとめられる Fe, B, Ti の3元素並びに普通の糞便の元素含有量との間に差のみられる P, Si, Mn, Al, K などの諸元素は、いかなる理由にもとづいているものであらうかという点について文献的考察をこころみよう。すなわち向井⁶⁾ は胆石の構成元素に関する研究で、人類の正常胆汁内には Ca, Mg, Al, Si, P, Mn, Cu, Na, K の諸元素を証明し、炎症性胆汁内にはこの諸元素の他に Fe, Ti がくわわり、さらに Al, Si, Mn が正常胆汁に比較して著明に出現することをみとめている。また実験的に犬の胆汁においても同様の成績がみられることをあきらかにして、かかる現象は炎症と密接な関係があることを示すものにほかならないと報告した。湯田⁷⁾ も同様の研究を行い、Si は正常人の胆汁にもみとめられることがあるが、病的胆汁ではそれが著明に出現し常在元素となる。さらに Ti, Mn, Fe の検出率は正常人の胆汁に少なく、病的人の胆汁に著明で、炎症性胆石では常在元素となることをみとめ、このことは胆石の生成を論ずるにあたり看過すべからざる論証をあたえるものと思うと報告している。多賀⁸⁾ は尿石の研究で、人類及び家兎の尿中の元素含有量は、尿石のそれに比較して Na 及び K がはなはだ多いことを認めている。吉川⁹⁾ も尿路結石者の尿中には、正常人に比較して Ca, P, Fe, Al, Ti, Cu, Mn, Mg, K が多量になることを報告している。さらに五味¹²⁾¹³⁾、富田¹⁴⁾¹⁵⁾などは喀痰、石灰化巣、血清などの研究で前2者は後者に比較して Si, K が減少し P が増加していることをみとめ、これは石灰化にさいして Si 及び K が除外されるためであらうと報告している。以上のべた如く、他の生体内結石或は石灰化巣などにおける諸家の研究の結果は、その成績に多少の差はあるが大體炎症にさいして

Fe, Ti が出現し, P, Al, Si, Mn などの含有量が増加し, K が減少することを認めている。

私の糞石, 糞塊にたいする研究では, 前述のごとく普通の糞便に比較して Fe, B, Ti の出現, さらに P, Si, Mn などの増加をみとめ, Al, K の減少を来すごとき結果をえているが, 前記のことから考えて, これらの含有元素の変動は炎症と密接な関係をもっているものと考えられるのである。しかも糞石の内層, 外層についての成績も全く同様の所見をうることができたが, このことは糞石の内層も炎症性作用の影響を受けていることを示すとともに, 糞石の生成が炎症と密接な関係があるものであることを物語つていよう。すなわちこれは糞石の生成機転を含有元素の面から明らかになしえたものと考えらる。

しかしながら, 同じ炎症性虫垂腔内でも, あるものは磷灰石の結晶をもつ糞石となり, あるものはそれを含まない糞塊としてとどまっているという相違は, 含有されるこれら構成元素の量的関係によるものではないかと推測される。

なお同一虫垂腔内にみとめられた2個の糞石或は糞塊の含有元素の種類或は含有量は, Ca, Mg, P 以外の諸元素ではかなりの変動が

みとめられ, 同一虫垂腔内といえども同じ含有状態は示さなかつた。

第5章 結 論

1) 虫垂内糞石の分光分析学的研究により, その構成元素は Ca, Mg, P, Al, Si, Mn, Na, Cu, Fe, K, Ti, B の12元素であり, その常在元素は Ca, Mg, P の3元素であることを知つた。

2) 普通の糞便の構成元素は Ca, Mg, P, Al, Si, Mn, Na, Cu, K の9元素であり, その常在元素は Ca, Mg, Si, P, Cu, Na の6元素であつた。

3) 糞石は普通の糞便に比較して P, Si, Mn が多量に含有され, Al, K が減少していた。

4) 糞石における Ti, Fe, B の増加及び P, Si, Mn, Al, K の変動は炎症性作用の結果と考えられる。

5) 糞石の内部においても, 炎症性作用を受けたと思われる元素の変動が認められた。

6) 同一虫垂内に存在する2個の糞石の含有元素は Ca, Mg, P 以外の元素にはかなりの相違がみられた。

主 要 文 献

- 1) W. Gerlach: Vorhandlungen der Deutschen Pathologischen Gesellschaft, 27, 277~282 (1934)
- 2) Mathé and Archambeault: Urologic and cutaneous Review, 44, 161~164 (1940)
- 3) 石橋: 生化学, 20, 107~108 (昭23)
- 4) 関村 日本泌尿器科学会雑誌, 36, 252~261 (昭19)
- 5) 滝野 日本病理学会雑誌, 34, 52 (昭19)
- 6) 向井: 医学と生物学, 10, 327~330 (昭22)
- 7) 湯田: 日本消化器病学会雑誌, 51, 18~19 (昭29)
- 8) 多賀 福岡医学会雑誌, 40, 124 (昭24)
- 9) 吉川: 医学研究, 19, 269~284 (昭24)
- 10) 戸田: 臨床と研究, 21, 753~754 (昭19)
- 11) 小林他: 医学と生物学, 13, 283~284 (昭23)
- 12) 五味他: 日新医学, 38, 222~228 (昭26)
- 13) 五味: 結核, 25, 491 (昭25)
- 14) 富田: 最新医学, 7, 499~506 (昭27)
- 15) 富田: 慶応医学, 27, 312 (昭25)

Ist Department of Surgery, Okayama University Medical School
(Director : Prof. D. Jinnai)

Studies on Fecal Stone in the Appendix

Part II

A study on component elements of fecal stone by spectrometric analysis

By

I. YAMADA

Fecal stones and fecal masses in the appendix and the normal feces were examined by spectrometric analysis, and the following results were obtained.

1. The component elements of the fecal stone or fecal mass were Ca., Mg., P., Al., Si, Mn, Na, Cu, Fe, K, Ti and B, among which Ca, Mg and P were always found.
 2. No difference was observed in the component elements between the fecal stone and the fecal mass.
 3. The component elements of the normal feces were Ca, Mg, P, Al, Si, Mn, Na, Cu and K, among them Ca, Mg, Si, P, Cu and Na were always found.
 4. The fecal stone contained more P, Si and Mn and less Al and K than the normal feces.
 5. The increase of Ti, Fe and B and the changes of P, Si, Mn, Al and K in the fecal stone are considered to be due to the inflammatory process, and this fact was observed even inside of the stone.
 6. A considerable quantitative difference of the component elements except Ca, Mg and P was seen between the two stones in the same appendix.
-

山田論文附図

図 1.

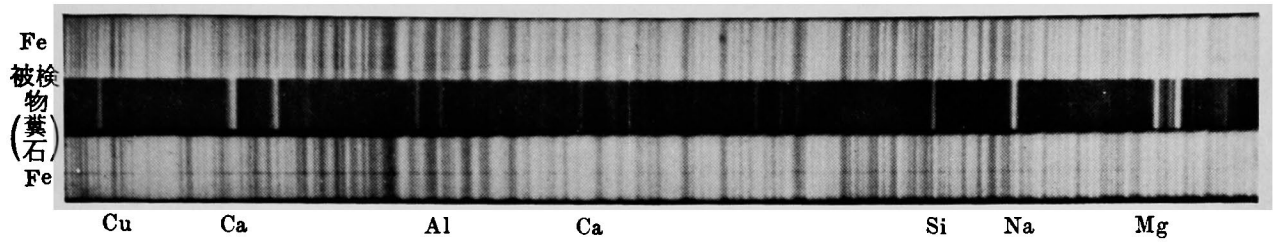


図 2.

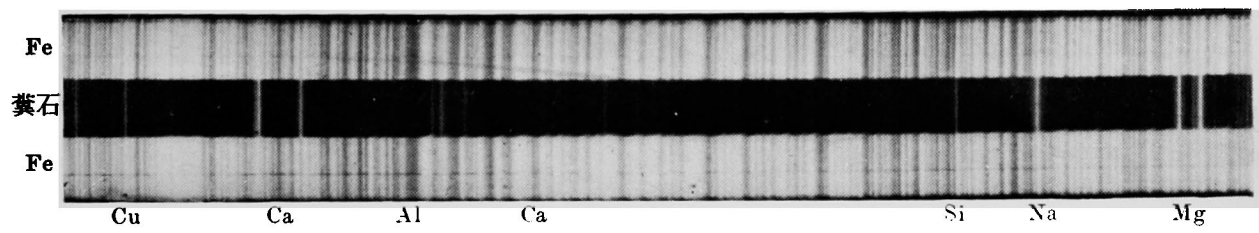


図 3.

