

尿 路 結 石 の 研 究

第4報：赤外線分光分析による尿路結石成分と臨床像との検討

聖マリアンナ医科大学泌尿器科学教室（主任：井上武夫教授）

長	田	尚	夫
井	上	武	夫
平	野	昭	彦
田	中	一	成

STUDIES OF URINARY STONES

FOURTH REPORT: INFRARED SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS
OF URINARY CALCULI AND CLINICAL MANIFESTATIONS

Takao OSADA, Takeo INOUE,

Kazunari TANAKA and Akihiko HIRANO

From the Department of Urology, St. Marianna University School of Medicine, Kawasaki, Japan

187 urinary stones were analyzed by infrared spectroscopy.

1) The composition of 187 calculi was as follows. Calcium oxalate combined with calcium phosphate composed 47.1% of 187 stones, calcium oxalate alone 27.1%, combination of calcium phosphate and magnesium ammonium phosphate 7.0%, combination of calcium oxalate, calcium phosphate and magnesium ammonium phosphate 4.8%, magnesium ammonium phosphate alone 3.2%, uric acid 1.6% and cystine 1.1%.

2) 75.8% of urinary stones contained calcium in some form, and 93% contained oxalate or phosphate.

3) Recurrent calculi (in 8 patients) showed not always the same composition as the former calculi.

4) The most common upper urinary tract calculus was calcium oxalate calculus combined with apatite, but in staghorn calculi, magnesium ammonium phosphate was the most common.

5) Magnesium ammonium phosphate stone and acid uric ammonium stone were more frequent in bladder stones than in upper urinary tract stones and often accompanied urinary tract infection.

6) The total recurrence rate was 24.9%.

は じ め に

尿路結石症は泌尿器科領域において最も重要な疾患の一つであるが、その成因や予防についていまだじゅうぶんに解明されてはいない。本症を理解するためには、結石の化学的な成分を知ることが必要不可欠のものとなっている。

今回、われわれは赤外線分光分析法によって尿路結石の組成成分を分析した成績をまとめるとともに、あ

わせて臨床像との関連において検討をおこなった。

対象および方法

症例は聖マリアンナ医科大学泌尿器科が開設された1971年4月より1977年3月まで、大学病院 および東横病院において、手術あるいは自然排出により得られた尿路結石のうち、赤外線分光分析をおこなったものが261個となった。このうち、臨床所見が明らかな187個を対象とした。

赤外線分光分析は、大学病院が開院するまでの前半は日本分光工業株式会社に、開院後の後半はプリストラボラトリーおよび保健科学研究所に依頼したものである。いずれも KBr 法によって試料を調製してある。

成 績

1. 結石成分

検索した尿路結石をその成分によって分類し、頻度の多い順に並べると Table 1 の成績となる。蓚酸カ

ルシウム＋磷酸カルシウムの混合成分結石が、検索した結石中では最も多く、187個中88個(47.1%)であった。次いで、蓚酸カルシウムの単一成分結石が52個(27.8%)、磷酸カルシウム＋磷酸マグネシウムアンモニウムの混合成分結石が13個(7.0%)、蓚酸カルシウム＋磷酸カルシウム＋磷酸マグネシウムアンモニウムの混合成分結石が9個(4.8%)、磷酸マグネシウムアンモニウムの単一成分結石が6個(3.2%)、蓚酸カルシウム＋磷酸マグネシウムアンモニウムの混合成分結石

Table 1. Composition of 187 urinary calculi analyzed by infrared spectroscopy.

成 分	例 数	%
蓚酸カルシウム + 磷酸カルシウム	88	47.1
蓚酸カルシウム	52	27.8
磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	13	7.0
蓚酸カルシウム + 磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	9	4.8
磷酸マグネシウムアンモニウム	6	3.2
蓚酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	4	2.1
尿 酸	3	1.6
チ ス チ ン	2	1.1
蓚酸カルシウム + 酸性尿酸アンモニウム	2	1.1
磷酸マグネシウムアンモニウム + 酸性尿酸アンモニウム	2	1.1
磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム + 酸性尿酸アンモニウム	2	1.1
磷酸カルシウム	1	0.5
酸性尿酸アンモニウム	1	0.5
尿酸 + 酸性尿酸ナトリウム	1	0.5
蛋 白	1	0.5
計	187	100.0

が4個(2.1%)、の順となる。尿酸結石は3個(1.6%)、チスチン結石は2個(1.1%)であった。また、単一成分結石は、蓚酸カルシウム、磷酸マグネシウムアンモニウム、尿酸、チスチン、酸性尿酸アンモニウム、磷酸カルシウムの合計65個(34.8%)で、混合成分結石がおよそ2/3を占めていた。

次に、これらの結石を、蓚酸、磷酸、尿酸といった塩基の種類によって分けると、Table 2 の成績となる。塩基が単一成分から成る結石は、蓚酸塩52個(28.0%)、磷酸塩20個(10.5%)、尿酸および尿酸塩5個(2.9%)、チスチン2個(1.1%)であるのに対し、蓚酸塩＋磷酸塩は101個(54.3%)と過半数を占めた。すなわち、尿路結石の大部分(93.0%)は蓚酸塩と磷酸塩の単一成分ないしは混合成分結石であった。

これらの結石を陽イオンの種類によって分けると、Table 3 の成績となる。カルシウム塩のみからなる結石が141個(75.8%)であった。これはいずれも蓚酸カルシウムあるいは磷酸カルシウムの単一ないしは混

Table 2. Composition conformed on a stone base.

	例 数	%
蓚酸塩 + 磷酸塩	101	54.3
蓚 酸 塩	52	28.0
磷 酸 塩	20	10.8
尿酸 + 尿酸塩	5	2.7
磷酸塩 + 尿酸塩	4	2.2
チ ス チ ン	2	1.1
蓚酸塩 + 尿酸 (または尿酸塩)	2	1.1
計	186	100.0

合成分結石である。次いで、カルシウム塩＋マグネシウム塩の26個(14.0%)、マグネシウムアンモニウム塩6個(3.2%)の順で、その他はわずかにしかみられなかった。すなわち、尿路結石の約3/4はカルシウム塩結石であった。

Table 3. Composition conformed on a stone cation.

	例 数	%
カルシウム塩	141	75.8
カルシウム塩 + マグネシウムアンモニウム塩	26	14.0
マグネシウムアンモニウム塩	6	3.2
尿 酸	3	1.6
チ ス チ ン	2	1.1
カルシウム塩 + アンモニウム塩	2	1.1
マグネシウムアンモニウム塩 + アンモニウム塩	2	1.1
カルシウム塩 + マグネシウムアンモニウム塩 + アンモニウム塩	2	1.1
アンモニウム塩	1	0.5
ナトリウム塩 + 尿酸	1	0.5
計	186	100.0

結石の中心部と周辺部とを別々に資料をとって分析比較した24個の結石についてみると、Table 4 の成績となる。24個のうち、中心部と周辺部とが同一成分であったものが12個、異なった成分であったものが12個と、相なかばしていた。前者は、蓚酸カルシウム+磷酸カルシウム6個、磷酸カルシウム+磷酸マグネシウムアンモニウム2個、尿酸2個、蓚酸カルシウム1個、磷酸カルシウム+酸性尿酸アンモニウム1個である。後者は、中心部が蓚酸カルシウム+磷酸カルシウムで周辺部が蓚酸カルシウムという組成が8個で2/3を占

めていたのに対し、中心部と同じで周辺部が磷酸カルシウムというのは1個しかみられなかった。残りの3個はいろいろな組合せで一定の傾向は認められなかった。

結石の再発を起こした患者で、初発結石と再発結石の成分をそれぞれ分析比較したものが8例（男5例、女3例）あった。うち2例は再発を2回起こして合計3個の結石を分析できたものである。初発結石と再発結石とが同一成分であったもの3例、異なった成分であったもの5例である。前者は、蓚酸カルシウム2

Table 4. Composition on central and surrounding part of stone.

中心部と周辺部が同一組成のもの（12個）

成 分	個 数
蓚酸カルシウム + 磷酸カルシウム	6
尿 酸	2
磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	2
蓚酸カルシウム	1
磷酸カルシウム + 酸性尿酸アンモニウム	1

中心部と周辺部が異なつた組成のもの（12個）

中 心 部 成 分	周 辺 部 成 分	個 数
蓚酸カルシウム + 磷酸カルシウム	蓚酸カルシウム	8
蓚酸カルシウム + 磷酸カルシウム	磷酸カルシウム	1
蓚酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	磷酸マグネシウムアンモニウム	1
磷酸カルシウム + 酸性尿酸アンモニウム	磷酸マグネシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	1
蓚酸カルシウム + 磷酸カルシウム（主成分） + 磷酸マグネシウムアンモニウム（主成分）	蓚酸カルシウム + 磷酸カルシウム	1

Table 5. Relationships between composition of initial and recurrent stones.

同一組成の再発結石（3例）

結石成分	例数
尿酸カルシウム	2
尿酸カルシウム + 磷酸カルシウム	1

組成を異にする再発結石（5例）

上部 尿路 結石	第1回結石成分	第2回結石成分	第3回結石成分
	磷酸カルシウム（主成分）+ 磷酸マグネシウムアンモニウム + 尿酸カルシウム	磷酸マグネシウムアンモニウム	磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウム アンモニウム
	磷酸カルシウム	尿酸カルシウム + 磷酸カルシウム	
	尿酸カルシウム	尿酸カルシウム + 磷酸カルシウム	
膀胱 結石	第1回結石成分	第2回結石成分	第3回結石成分
	磷酸マグネシウムアンモニウム	磷酸カルシウム + 酸性尿酸アンモニウム	
	磷酸カルシウム + 酸性尿酸アンモニウム	磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	磷酸カルシウム + 酸性尿酸アンモニウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム

例、尿酸カルシウム+磷酸カルシウム1例で、いずれも上部尿路結石であった。後者のうち、上部尿路結石3例は、磷酸カルシウムが主成分である。磷酸カルシウム+磷酸マグネシウムアンモニウム+尿酸カルシウム→磷酸マグネシウムアンモニウム→磷酸カルシウム+磷酸マグネシウムアンモニウム、磷酸カルシウム→4:1の割合の尿酸カルシウム+磷酸カルシウム、尿酸カルシウム→尿酸カルシウム主成分の尿酸カルシウム+磷酸マグネシウムであった。後者のうち、膀胱結石2例は、いずれも膀胱瘻のおかれている患者で、磷酸カルシウム+酸性尿酸マグネシウム→磷酸カルシウム+磷酸マグネシウムアンモニウム→磷酸カルシウム+酸性尿酸アンモニウム+磷酸マグネシウムアンモニウム、磷酸マグネシウムアンモニウム→磷酸カルシ

ウム+酸性尿酸アンモニウムであった（Table 5）。

II 結石成分と臨床像

上述の結石分析成績をもとに、尿路結石症の臨床像との関連を検索した。

(1) 結石成分と結石存在部位（Table 6）

存在部位によって、上部尿路（腎杯、腎盂および尿管）と、下部尿路（膀胱および尿道）に分けると、前者は163個（85.3%）、後者は28個（14.7%）で、上部尿路結石が圧倒的に多い。なお、自然排石したが結石存在部位が明らかでなかった8個はこの項目では除外してある。

上部尿路結石の成分として最も多いものは、尿酸カルシウム+磷酸カルシウム混合成分結石の82個で、全上部尿路結石の50.3%を占め、しかもその3/4は尿

Table 6. Relationships between stone composition and site.

結石成分	上部尿路			下部尿路			不明	合計
	腎	尿管	計	膀胱	尿道	計		
尿酸カルシウム + 磷酸カルシウム	22	60	82	8	3	11	3	96
尿酸カルシウム	10	38	48	1	2	3	4	55
磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	5	5	10	4	0	4	0	14
尿酸カルシウム + 磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	3	5	8	1	0	1	0	9
磷酸マグネシウムアンモニウム	3	3	6	0	0	0	0	6
尿酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	0	3	3	0	1	1	0	4
尿酸	0	1	1	1	0	1	1	3
チスチン	0	2	2	0	0	0	0	2
尿酸カルシウム + 酸性尿酸アンモニウム	0	0	0	2	0	2	0	2
磷酸マグネシウムアンモニウム + 酸性尿酸アンモニウム	1	0	1	1	0	1	0	2
磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム + 酸性尿酸アンモニウム	0	0	0	2	0	2	0	2
その他	0	2	2	2	0	2	0	4
合計	44	119	163	22	6	28	8	199

管結石である。次に多いものは蓚酸カルシウム単一成分結石の48個(29.4%)で、その4/5は尿管結石であった。蓚酸カルシウム+磷酸マグネシウムアンモニウム10個、蓚酸カルシウム+磷酸カルシウム+磷酸マグネシウムアンモニウム8個、磷酸マグネシウムアンモニウム6個、蓚酸カルシウム+磷酸マグネシウムアンモニウム3個の順である。すなわち、上部尿路結石の大部分(80.0%)が蓚酸カルシウムか、これを含む混合成分のカルシウム結石で占められていることとなる。

上部尿路結石を結石発見時の部位によって腎結石と尿管結石とに分けてみる。腎結石の44個についてみると、蓚酸カルシウムかこれを含む混合成分のカルシウム結石は32個(72.7%)、磷酸マグネシウムアンモニウムかこれを含む混合成分結石は12例(27.3%)であった。これに対し、尿管結石の119個ではそれぞれ98個(84.5%)、16個(1.38%)であった。腎と尿管の結石を比較すると、腎が尿管よりマグネシウムアンモニウム塩を混在した結石が多く、カルシウム塩結石が少ない。また、腎結石のうちサンゴ状結石または鑄型結石であった12個についてみると、磷酸カルシウム+磷酸マグネシウムアンモニウム4個、磷酸マグネシウムアンモニウム3個、蓚酸カルシウム2個、蓚酸カルシウム+磷酸カルシウム2個、磷酸マグネシウムアンモニウム+酸性尿酸アンモニウム1個で、この2/3にあたる8個が磷酸マグネシウムアンモニウムを含んでいた。

下部尿路結石の成分として膀胱結石と尿道結石とに分けてみると、6個の尿道結石はすべて蓚酸カルシウムかその混合成分結石であるのに対し、22個の膀胱結石は多様であった。すにわち、蓚酸カルシウム+磷酸カルシウム8個、磷酸カルシウム+磷酸マグネシウムアンモニウム4個、蓚酸カルシウム+酸性尿酸アンモニウム2個、磷酸カルシウム+磷酸マグネシウムアンモニウム+酸性尿酸アンモニウム2個の順である。膀胱結石は上部尿路結石で多い蓚酸カルシウムがかなり低率となり、その代り磷酸マグネシウムアンモニウムや酸性尿酸アンモニウムを含む結石が多くなっている。

(2) 結石成分と年齢および性別 (Table 7)

最低3歳から最高78歳にわたるが、30歳代が最も多く、次いで40歳代、20歳代の順となっている。すなわち、20～49歳の青壮年層が78.0%を占めていた。しかし、結石成分による相異はみられなかった。

性別でみると、男性134個(71.6%)、女性53個(28.4%)で、男性が多かった。女性に多い結石成分をみると、磷酸カルシウム+磷酸マグネシウムアンモニウムが男性の3倍以上、蓚酸カルシウム+磷酸マグネシウムアンモニウムが3倍、磷酸マグネシウムアンモニウムが2倍、蓚酸カルシウム+磷酸カルシウム+磷酸マグネシウムアンモニウム1.3倍である。これらの結石成分を一括してみると、磷酸マグネシウムアンモニウムを含む結石は女性に多いといえる。

(3) 結石成分と結石数 ((Table 8)

Table 7. Relationships between stone composition and ages, sex.

性 別		結 石 成 分	年 令								
			0～9	10～19	20～29	30～39	40～49	50～59	60～69	70～79	80 以上
69	19	磷酸カルシウム + 磷酸カルシウム	0	3	18	35	17	9	3	3	0
43	9	磷酸カルシウム	0	1	10	19	19	2	1	0	0
3	10	磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	0	2	2	2	2	3	0	2	0
4	5	磷酸カルシウム + 磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	0	0	0	6	1	0	2	0	0
2	4	磷酸マグネシウムアンモニウム	0	0	1	2	1	1	1	0	0
1	3	磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	1	0	0	1	2	0	0	0	0
3	0	尿 酸	0	0	0	0	1	1	1	0	0
2	0	チ ス チ ン	0	0	1	0	1	0	0	0	0
1	1	磷酸カルシウム + 酸性尿酸アンモニウム	0	0	0	0	0	1	0	1	0
1	1	磷酸マグネシウムアンモニウム + 酸性尿酸アンモニウム	0	0	1	0	0	0	0	1	0
1	1	磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム + 酸性尿酸アンモニウム	0	0	0	0	1	0	0	1	0
4	0	そ の 他	0	0	1	0	2	0	0	1	0
134	53	合 計 187個	1	6	34	65	47	17	8	9	0

Table 8. Relationships between stone composition and numbers.

結 石 成 分	結 石 数	単 発 1 個	多 発				合 計
			2 個	3 個	4 個以上	計	
酢酸カルシウム + 燐酸カルシウム		69	11	0	6	17	86
酢酸カルシウム		44	3	1	3	7	51
燐酸カルシウム + 燐酸マグネシウムアンモニウム		9	1	0	3	4	13
酢酸カルシウム + 燐酸カルシウム + 燐酸マグネシウムアンモニウム		9	0	0	0	0	9
燐酸マグネシウムアンモニウム		4	1	0	1	2	6
酢酸カルシウム + 燐酸マグネシウムアンモニウム		2	1	0	0	1	3
尿 酸		2	0	0	1	1	3
チ ス チ ン		2	0	0	0	0	2
酢酸カルシウム + 酸性尿酸アンモニウム		1	0	0	1	1	2
燐酸マグネシウムアンモニウム + 酸性尿酸アンモニウム		2	1	0	0	1	3
燐酸カルシウム + 燐酸マグネシウムアンモニウム + 酸性尿酸アンモニウム		2	1	0	1	2	4
合 計		148	18	1	16	35	183

ほとんどの結石が単発で、148個 (80.8%) であった。2 個以上の多発結石は、2 個18例、3 個1例、4 個以上16例であった。しかし、結石成分による相異はみられなかった。

(4) 結石成分と症状 (Table 9)

主訴を結石成分別にみたものが Table 9 である。疼痛が最も多く、血尿がこれに次ぎ、あとの症状は少なくなっている。結石成分との関係はとくに認められなかった。

(5) 結石成分と尿路感染 (Table 10)

尿路感染の有無は主として第1回診察時の尿所見 (尿中の白血球および細菌) によって判定した。尿路感染と結石成分との関係は Table 10 に示す。なお、土は尿中白血球毎視野 4~5 個までで細菌陰性のもの

であり、本項では尿路感染ありとしたものは+のみとした。

全体では186個中、感染を伴ったもの48個 (25.8%)、伴わないもの138個 (74.2%) である。単一成分結石である酢酸カルシウム51個のうち、感染を伴うものはわずかに5 個 (9.8%) であるのに対し、酢酸カルシウムに磷酸カルシウムが混合すると、88個中17個 (19.3%) となり、感染を伴うものが増加する。また、磷酸マグネシウムアンモニウムの単一成分結石は6 個中5 個 (83.3%) とほとんど感染を有し、磷酸マグネシウムアンモニウムを含む混合結石30個中16個 (53.3%) に感染を有していた。酸性尿酸アンモニウムを含む混合成分結石になると6 個すべてに感染を有している。尿酸結石では感染を認めず、チスチンでは2 個中1 個に感

Table 9. Relationships between stone composition and symptoms.

結 石 成 分	症 状		疝 痛	鈍 痛	血 尿	排尿困難	排尿痛	その他	合計
酢酸カルシウム + 磷酸カルシウム	52	9	13	6	3	7	90		
酢酸カルシウム	34	6	10	0	1	4	55		
磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	3	2	3	1	0	4	13		
酢酸カルシウム + 磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	3	2	1	0	1	2	9		
磷酸マグネシウムアンモニウム	2	2	0	0	0	2	6		
酢酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム	2	0	0	0	0	1	3		
尿 酸	1	0	1	0	0	1	3		
チ ス チ ン	2	0	0	0	0	0	2		
酢酸カルシウム + 酸性尿酸アンモニウム	0	0	1	0	0	1	2		
磷酸マグネシウムアンモニウム + 酸性尿酸アンモニウム	1	0	0	1	0	0	2		
磷酸カルシウム + 磷酸マグネシウムアンモニウム + 酸性尿酸アンモニウム	0	0	2	0	0	0	2		
そ の 他	2	0	0	1	0	0	3		
合 計	102	21	31	9	5	22	190		

Table 10. Relationships between stone composition and urinary infection.

結 石 成 分	尿 路 感 染			合 計
	⊕	⊕	⊖	
蔞酸カルシウム + 蔞酸カルシウム	17	13	58	88
蔞酸カルシウム	5	4	42	51
蔞酸カルシウム + 蔞酸マグネシウムアンモニウム	7	2	4	13
蔞酸カルシウム + 蔞酸カルシウム + 蔞酸マグネシウムアンモニウム	3	0	6	9
蔞酸マグネシウムアンモニウム	5	1	0	6
蔞酸カルシウム + 蔞酸マグネシウムアンモニウム	2	2	0	4
尿 酸	0	1	2	3
チ ス チ ン	1	0	1	0
蔞酸カルシウム + 酸性尿酸アンモニウム	2	0	0	2
蔞酸マグネシウムアンモニウム + 酸性尿酸アンモニウム	2	0	0	2
蔞酸カルシウム + 蔞酸マグネシウムアンモニウム + 酸性尿酸アンモニウム	2	0	0	2
そ の 他	2	0	2	4
合 計	48	23	115	186

染を有していた。

すなわち、尿路感染の有無と、蔞酸マグネシウムアンモニウムおよび酸性尿酸アンモニウムの存在との間に明らかに関連性が認められる。

(6) 結石成分と再発 (Table 11)

尿路結石の再発については、初診時の既往歴よりあ

きらかに尿路結石を経験したと考えられる場合、および初診後の経過観察中に新たな結石の発生が認められたものをもって再発とした。すべての症例が長期間にわたって追跡されているわけではなく、なかには自然排石や手術的摘出以後いちども受診していない症例もあるので、完全な再発率とはいいがたい。

Table 11. Relationships between stone composition and recurrences.

結 石 成 分	初 回	再 発				合 計
		2回目	3回目	4回以上	計	
蔞酸カルシウム + 蔞酸カルシウム	70	10	6	1	17	87
蔞酸カルシウム	33	8	5	4	17	50
蔞酸カルシウム + 蔞酸マグネシウムアンモニウム	12	1	0	0	1	13
蔞酸カルシウム + 蔞酸カルシウム + 蔞酸マグネシウムアンモニウム	8	0	1	0	1	9
蔞酸マグネシウムアンモニウム	3	1	0	2	3	6
蔞酸カルシウム + 蔞酸マグネシウムアンモニウム	2	1	0	0	1	3
尿 酸	1	1	0	1	2	3
チ ス チ ン	1	1	0	0	1	2
蔞酸カルシウム + 酸性尿酸アンモニウム	2	0	0	0	0	2
蔞酸マグネシウムアンモニウム + 酸性尿酸アンモニウム	1	1	0	0	1	2
蔞酸カルシウム + 蔞酸マグネシウムアンモニウム + 酸性尿酸アンモニウム	2	0	0	0	0	2
そ の 他	2	1	0	0	1	3
合 計	137	25	12	8	45	181

われわれの調査した臨床経過からの再発と結石成分との関係についてみたものが Table 11 である。全体では、181個中、再発結石は45個で、24.9%である。これを結石成分別にみると、蔞酸カルシウム単一成分結石の再発率は50個中17個 (34.0%) であるが、これに蔞酸カルシウムの加わった蔞酸カルシウム+蔞酸カルシウム混合成分結石では87個中17個 (24.3%) と低率になっている。再発率の高い結石成分をみると、数は少ないが、尿酸67%, チスチン50%, 蔞酸マグネシ

ウムアンモニウム50%, 酸性尿酸アンモニウム50%であった。

(7) 特殊な尿路結石症と結石成分

① 副甲状腺機能亢進症：手術により腺腫を確認、摘出した1例の結石成分は、蔞酸カルシウム+蔞酸カルシウム混合成分結石であった。

② Cushing 症候群：手術、自排、自排と3個の結石成分は、蔞酸カルシウムを主成分とした蔞酸マグネシウムアンモニウム、蔞酸カルシウムの混合成分、蔞

酸マグネシウムアンモニウム単一成分、磷酸カルシウム＋磷酸マグネシウムアンモニウム混合成分の結石であった。副腎過形成によるもので、一侧全摘、一侧亜全摘の手術後、結石の再発をみない。

③ 痛風：痛風を合併疾患にもったものが2例みられた。1例は尿酸結石であったが、1例は蓚酸カルシウム単一成分結石であった。いずれも高尿酸血症を有していた。

考 察

尿路結石の成分を知ることは、その成因を明らかにする手がかりであり、治療方針や再発予防対策をたてるうえで必要である。

結石の赤外線分光分析は Beischer による最初の報告以来、臨床的に広く応用されている。この特徴は、少量の試料で分析が可能、1回の測定で結石の構成成分がわかり、操作は比較的簡単で、分析に要する時間が短いことなど、多くの利点があげられている。

われわれの187個についての結石分析結果は、わが国の赤外線分光分析による成績とおおむね一致している。どの報告も、蓚酸カルシウム＋磷酸カルシウム混合成分結石が多く、斎藤の44.0%から桑原の66.0%である。蓚酸カルシウム単一成分結石がこれに次ぎ、稲田の17.0%から河村の23.4%である。われわれの成績がこれまでの報告より、蓚酸カルシウムがやや多く、蓚酸カルシウム＋磷酸カルシウムがやや少ない。塩基を基準とした分類で、蓚酸塩が83%というわれわれの成績も、これまでの報告のどれよりも高かった。そして、磷酸塩も67%と低い傾向にあった（桑原のわが国における尿路結石分析の集計によれば、蓚酸塩67%、磷酸塩72%である）。このことは Hodgkinson & Marshall の過去10年間にわたる2,100個の結石分析から、年々平均蓚酸カルシウム量が増加し、平均磷酸カルシウム量が減少していることを注目し、磷酸カルシウム結石形成に影響を与える状態の有効な治療法が進歩したことにより、非感染性上部尿路結石が増加したためと述べていることと、同じ意味をもつことと考えている。陽イオンを基準にしてみると、圧倒的にカルシウム塩が多く、他のものとの混合結石を含めると90.9%になる。塩基と陽イオンの両者を合わせ考えるとき、大部分の結石は蓚酸カルシウムまたは磷酸カルシウムが結石形成の基盤であるといえよう。また、尿酸結石は1.6%、尿酸塩結石を含めた単一成分結石は2.7%で、他成分との混合結石を合わせると6.0%となる。諸家の指摘するように外国の頻度より低いが、わが国では平均的な数字である。チスチン結石はどの報

告も1%内外で、われわれの成績と類似している。

上部尿路結石では、蓚酸カルシウム単一成分ないしは磷酸カルシウムとの混合成分結石が多く、下部尿路結石では、磷酸マグネシウムアンモニウムを含む結石が多くなる。そして、上部尿路結石でも腎盂内に比較的長期間存在しているサンゴ状結石は、磷酸マグネシウムアンモニウムが含まれていることが多い。磷酸マグネシウムアンモニウムの析出は感染や尿停滞が要因の一つといわれている。われわれの成績も同様な傾向であった。

結石の中心部と周辺部とを別々に採取したわれわれの成績は、同一成分であるものと異なる成分であるものとが相なかばしていた。両者が異なっていたものを検討してみると、中心部と周辺部が全く違っていたものではなく、かならず共通した成分があった。12個のそれは、蓚酸カルシウム8個、磷酸カルシウム2個、磷酸マグネシウムアンモニウム1個で、蓚酸カルシウム＋磷酸カルシウム1個である。ほとんどが、蓚酸カルシウム、磷酸カルシウム、磷酸マグネシウムアンモニウムの組合せであるので、中心部であっても周辺部であっても基本的には同一原因で起こるものと想像される。同じような検索を、斎藤が15個の結石についておこなっており、その成績は同一成分のもの9個、異なるもの6個で、後者の大部分は、蓚酸カルシウム＋磷酸カルシウムであったと述べ、高崎は、蓚酸カルシウム＋磷酸カルシウム混合成分結石の両成分比を調べ、周辺部よりも中心部に磷酸カルシウムが多く含まれているという。どちらの点もわれわれの成績と一致している。

同一患者で再発結石の成分と初発結石のそれとを比較したわれわれの成績は、同一成分のもの3例、異なった成分のもの5例であった。後者について検討してみると、上部尿路結石3例では、うち2例は蓚酸カルシウムと磷酸カルシウムが単一成分結石であったり混合成分結石であったりしたもので、両者の混合比の違いといえることができるかも知れない。もう1例は磷酸マグネシウムアンモニウムが共通の成分で、磷酸カルシウムと蓚酸カルシウムが加わる。磷酸塩が基本であるが、なぜ磷酸マグネシウムアンモニウム単一成分結石であったり、磷酸カルシウム主成分混合結石であるのかの理由は不明である。膀胱結石2例でも、磷酸塩が基本的であると考えられても、磷酸マグネシウムアンモニウム単一成分結石であったり、磷酸カルシウム＋尿酸塩混合成分結石であるかは明らかではない。同じような見地から、再発と結石成分との関係をみた高崎の観察では、再発（多発）した結石を分析した31例

の成分を比較し、同一症例ではきわめて組成が類似し、しかも、蓆酸カルシウム＋磷酸カルシウム混合成分結石ではその混合比率もほとんど同じであると述べている。しかし、斎藤の成績では、尿酸および尿酸塩結石を除いた12例のうち、同一成分のもの8例、組成をやや異にしていたもの4例であった。現在の結石再発予防の考え方は、同一人においては相当期間にわたり結石発生の機序は続くという前提になっているので、再発結石成分が初発結石成分と異なるとすれば、結石の成因や再発予防に関して再考を要するなど、今後解決しなければならない問題点となる。この点に関してはっきり触れた文献が見当たらないので、さらに症例を重ねて検討する必要がある。

再発についてのわれわれの統計では24.9%となっている。しかし、Williamsの20年以上の観察期間での再発率のような完全なものではない。結石成分別に比較できるので、その点を検討してみた。最も多い蓆酸カルシウム単一成分結石と、これに磷酸カルシウムの加わった混合成分結石との再発率が、10%も違っていた。これがどのような理由かは明らかではない。また、諸家が指摘するとおり、尿酸、チスチンでは高いが、これは代謝障害が結石形成の原因であるから当然といえよう。磷酸マグネシウムアンモニウム、酸性尿酸アンモニウムは尿路感染と関係があるものと考えられる。

副甲状腺機能亢進症による結石成分は、高崎、斎藤の報告と一致して、われわれの症例も蓆酸カルシウム＋磷酸カルシウム混合成分結石であった。痛風を合併したわれわれの2例は、いずれも高尿酸血症を伴っており、1個が尿酸結石、1個が蓆酸カルシウム単一成分結石であった。Smithらによると、高尿酸血症は尿酸結石の原因ばかりではなく、蓆酸塩系結石の原因になりうると述べていることから、われわれの症例においてはまるようである。

結 語

自然排出あるいは手術的に摘出した尿路結石のうち、臨床所見が明らかな187個について赤外線分光分析法により、その組成を分析し、あわせて臨床像との関係について検索した。

(1) 分析結果を頻度の多い順に並べると、蓆酸カルシウム＋磷酸カルシウム88個(47.1%)と最も多く、次いで、蓆酸カルシウム52個(27.8%)、磷酸カルシウム＋磷酸マグネシウムアンモニウム13個(7.0%)、蓆酸カルシウム＋磷酸カルシウム＋磷酸マグネシウムアンモニウム9個(4.8%)、磷酸マグネシウムアンモニウ

ム6個(3.2%)の順であった。尿酸は3個(1.6%)、チスチンは2個(1.1%)であった。

(2) 塩基の種類で分けると、尿路結石の大部分(93.0%)は蓆酸塩と磷酸塩の単一成分ないしは混合成分結石であった。

(3) 陽イオンの種類で分けると、尿路結石の約3/4はカルシウム塩結石であった。

(4) 結石の中心部と周辺部とを別々に分析比較した24個では、両者の成分が同一であったものと異なったものが相なかばしていたが、後者にもかならず共通成分が存在していた。

(5) 同一人で再発した結石を、初発結石と分析比較した8例では、同一成分であったもの3例、異なった成分であったもの5例であった。後者の解釈には今後の検討が必要である。

(6) 上部尿路結石の大部分(80.0%)は、蓆酸カルシウムか、その混合成分結石であったが、腎サンゴ状結石ではその2/3に磷酸マグネシウムアンモニウムを含んでいた。

(7) 下部尿路結石のうち、膀胱結石では上部尿路結石よりも磷酸マグネシウムアンモニウムや酸性尿酸アンモニウムを含む結石が多かった。

(8) 性別にみると、全体では男性に多いが、磷酸マグネシウムアンモニウムを含む結石は女性に多かった。

(9) 磷酸マグネシウムアンモニウムと酸性尿酸アンモニウムの存在では、尿路感染が高率にみられた。

(10) 全体の再発率は24.9%であった。

本論文の要旨は第42回日本泌尿器科学会東部連合総会で発表した。

文 献

- 1) Beischer, D.E.: Analysis of renal calculi by infrared spectroscopy. J. Urol., 73: 653~659, 1955.
- 2) 市川篤二・柿崎 勉・今村一男・高崎悦司・千原 呉郎：尿石の赤外線スペクトルによる分析。第1編 定性的応用。日泌尿会誌, 50: 1~21, 1959.
- 3) 高崎悦司：尿石の赤外線スペクトルによる分析。第2編 定量的応用。日泌尿会誌, 51: 639~663, 1960.
- 4) 蔡 衍欽：尿路結石症の研究。一殊に臨床的観察並びに赤外線分光分析について。日泌尿会誌, 51: 117~163, 1961.
- 5) 中溝慶正・相戸賢二：尿路結石の統計的観察。皮と泌, 24: 59~66, 1962.

- 6) 江本侃一・藤本伸太・大倉美貢・森川俊宏・宇都宮貞俊：皮と泌，**25**：615～624，1963.
- 7) 相戸賢二・日高正明・南里和成：本邦尿石1702個の分析成績について。附，チスチン結石症の1例。皮と泌，**28**：886～892，1966.
- 8) Otsuji, S., Kamisage, T., Maeda, S. and Sukimoto S.: Infrared absorption analysis of renal calculi. *Acta Med. Univ. Kagoshima*, **10**: 169～184, 1968
- 9) 稲田 務：尿石症の研究。日泌尿会誌，**57**：917～929，1968.
- 10) 高崎悦司：尿路結石の構成成分と種類。治療，**52**：1657～1666，1970.
- 11) 斎藤 隆：尿路・性器系結石の赤外線分光分析によるよ検索，とくに臨床病像との関連について。日泌尿会誌，**63**：860～872，1972.
- 12) 高崎悦司：尿路結石の再発—尿石患者700例735結石の分析を基礎として。日泌尿会誌，**65**：423～436，1974.
- 13) 河村 毅：尿酸代謝よりみた尿路結石症の基礎的ならびに臨床的研究。第1編 尿路結石症の臨床統計，とくに尿酸塩結石症例の血中尿酸値，尿中尿酸排泄量の検討，日泌尿会誌，**66**：656～660，1975.
- 14) 桑原正明：尿路結石の分析—秋田大学泌尿器科における赤外線分光分析結果および本邦3123個の結石分析報告の集計について。泌尿紀要，**22**：257～262，1976.
- 15) 高橋宣久，佐々木忠正，増田富士男，町田豊平：慈恵医大泌尿器科における尿路結石症の臨床統計（第1報）—赤外線分光分析を中心に。—第372回日本泌尿器科学会東京地方会で口演。東京，1977.
- 16) Hodgkinson A. and Marshall, R.W.: Changes in the composition of urinary tract stones. *Invest. Urol.*, **13**: 131～135, 1975.
- 17) Williams, R.E.: Long-term survey of 538 patients with upper urinary tract stone. *Brit. J. Urol.*, **35**: 416～443, 1963.
- 18) Williams, R.E.: The results of conservative surgery for stone. *Brit. J. Urol.*, **44**: 292～295, 1972.
- 19) Smith, W.J.V., Hunt, L.D. King, J.S., Jr. and Boyce, W.H.: Uricemia and Urolithiasis. *J. Urol.*, **101**: 637～642, 1969.

(1977年11月21日受付)