成分，構築よりみたサンゴ状結石の治療

京都大学医学部泌尿器科学教室（主任：吉田 修教授）
竹内 秀雄，吉田 修

TREATMENT OF STAGHORN CALCULI ON THE BASIS OF COMPOSITION AND STRUCTURE

Hideo Takeuchi and Osamu Yoshida
From the Department of Urology, Faculty of Medicine, Kyoto University

Most staghorn calculi are infection stones composed of struvite and/or carbonate apatite. Sometimes, cystine, uric acid, whewellite and brushite stones also assume a staghorn configuration when located in the kidney. It is very important in stone crushing to know the composition and architecture of the stones.

Struvite stones show a concentric laminal structure and are fragile because of wide interstices of crystals and rich organic matrix. These stones usually contain many bacterial colonies in the interstices of crystals and bacteria break out of the stones when they are crushed. Therefore, perioperative administration of antibiotics is neccesary for prevention of bacteremia and sepsis.

Whewellite stones and uric acid stones have a smooth surface and reveal compact radial and laminal structure especially in the peripheral layar. They are very hard and are refractory to crushing, and the fragments are large.

Cystine stones show a compact radial monomineral texture and are very hard. The fragments made by crushing are large. Therefore, combination therapy of stone crushing and irrigation of alkali solution may be useful for treatment of cystine stones as well as uric acid stones.

Calcium phosphate stones, hydroxyapatite or brushite stones, are rare and are formed in hyperparathyroidism, Cushing syndrome and renal tubular acidosis. Hydroxyapatite stones are rich in matrix and fragile. Brushite stones reveal radiate structure and are hard.

There is no general method of treatment for staghorn calculi but we should select the most resonable method including open surgery for each case taking into consideration the stone composition, predisposing factors and possibility of stone residue and recurrence.

(Acta Urol. Jpn. 39: 1071-1076, 1993)

Key words: Staghorn calculi, Treatment, Architecture

緒 言

尿路結石の治療は従来の開放手術に変わり体外衝撃波結石破砕術（ESWL），経皮的腎切石術（PNL）などのエンドウロロジーが主たる治療法となってきたが，サンゴ状結石の治療には治療回数，合併症，残石などなお種々の問題がある．

ここではサンゴ状結石を目の前にしたとき，成分は何か，どの様な構築をしているか，どう治療するのがよいかなどについて述べる．

結石成分の推定

まずX線像と尿所見より成分を推定する．サンゴ状結石には種々の成分があるが，ほとんどが感染結石（struvite および carbonate apatite）である[1]．ときにシスチン，尿酸，蓚酸カルシウム，リン酸カルシウム（hydroxyapatite, brushite）などのこともある．治療を行うにあたっては成分の推定が最も重要である．各成分の構築上の特徴としては，感染結石は同心円層構造をとり，X線像でも層構造が確認できたりする．そして感染結石の約1/3は内部に別の成分の結石（蓚酸結石）を含む（Fig. 1）[1]．これはX線像にてわかる時とそうでない時がある．

尿酸も層構造をとるが，X線透過性で陰影はうすく，ときに蓚酸カルシウムを含むことがある（Fig. 2）．蓚酸カルシウムでサンゴ状形態をとるのは1水化物であり[1]，これは層構造をとるが，表面は平滑な結節状になることも多い．X線では一様に濃く写り，たびた

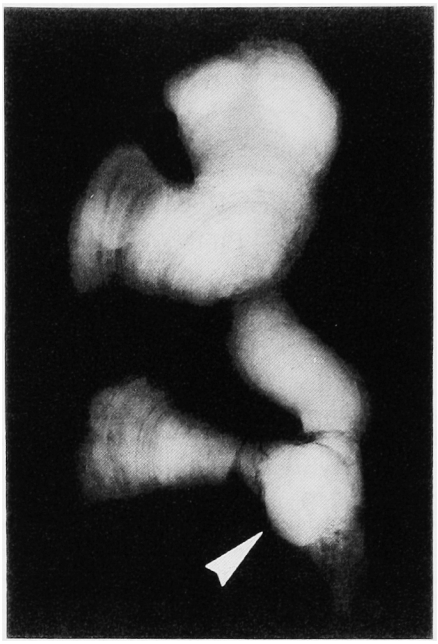

Fig. 1. Soft X-ray roentogenograph of an infectious staghorn stone shows laminal structure of peripheral layers and homogeneous structure of nucleal part (arrow). The peripheral layers are composed of struvite and the nucleus is composed of whewellite.

Fig. 2. A uric acid staghorn stone contains a radiopaque nucleus composed of whewellite (arrow).

Fig. 3. Roentogenograph of a whewellite staghorn stone shows homogeneous and smooth or nodular surface. Multiple daughter stones are seen.

び小結石をともなう（Fig. 3）．シスチンは小さいものはX線に写りにくいが，サンゴ状のとき十分濃く，しかも一様である．リン酸カルシウムは層構造を示し，結石の量の関係でうすく写ることが多い．

検尿では感染結石は膿尿，アルカリ尿（pH 6.5～7.5程度）を示し，細菌培養では *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus saprophyticus* などの尿素分解細菌の感染がみられる[2] *Proteus mirabilis* が同定されたサンゴ状結石はほぼまちがいなく感染結石といえるただし．培養前に抗菌剤を使用していれば無菌尿や菌交代がみられることがある．シスチン結石ではシスチンの結晶が，蓚酸カルシウムではその結晶が，また尿酸では酸性尿（pH 5.0～5.5），尿酸の結晶がみられることがあり推定に役立つ．感染結石以外で尿路感染をともなうことがあるが，非尿素分解細菌のことが多く[3]，X線像とあわせ推定する．また合併症，基礎疾患が明らかなときは逆に成分を推定したりする．上皮小体機能亢進症，クッシング症候群，腎尿細管性アシードシスなどではリン酸カルシウムが，痛風，高尿酸血症では尿酸結石，クローン病や潰瘍性大腸炎術後では蓚酸や尿酸結石ができやすい．

結石構築と破砕の難易

結石が破砕されやすいかどうかは結石の構築に関係する．薄切標本の偏光顕微鏡による観察では，感染結石は Fig. 4 のごとく，大きく不定形の struvite の結晶間隙を小さな apatite の小球体が満たし，またこの結晶間隙には細菌，有機性基質が豊富に認められ，これらは比較的疎に配列，層構造をとっている．Fig. 5 は感染結石の薄切標本（PAS 染色）のもので，有機成分が染色され，核部，層構造が明確に認められる．この種の結石は混合成分にて破砕されやすく，破砕片も小さい．ただし struvite の多いものでは結晶間隙が余りなく，硬く，破砕されにくくなる．これは struvite の結晶構築をみればうなづける．リン酸カルシウムもまた破砕されやすく，破砕片も小さい．

蓚酸カルシウム（1水化物，whewellite）は表面が密な放射状層構造を示し（Fig. 6），硬く割れにくいが，内部は比較的疎で，外殻が破砕されれば内部は比較的破砕しやすいものと推察される．外殻は断層面のころで破砕される．

尿酸も放射状層構造を示し（Fig. 7），やや硬く割れにくく，破砕片も大きい．これも内部の疎なところは比較的割れやすい．

シスチンは放射状で，結晶は密に配列し（Fig. 8），硬く割れにくい．リン酸水素カルシウム（brushite）は放射状で，結晶が密に配列し，これも割れにくい（Fig. 9）．

以上結石構築について述べたが，成分が純粋なものでは結晶密度も大きく，割れにくく，破砕片も大きい傾向がある．

サンゴ状結石の形態分類と治療法の選択

結石の成分，体積，形態，腎盂像の形態（腎盂の拡張の有無），尿路感染などよりどの様に治療するかを検討する．サンゴ状結石の形態的な分類を Fig. 10 に示す．

Type A はほとんど腎盂の拡張がなく，結石の量も少ないほっそりとした結石で，これは ESWL の単独療法に適している．手術療法や PNL はかえって難しい．このタイプの成分は感染結石かリン酸カルシウム（アパタイト）で，破砕されやすく，細かく破砕されるが，stone street にて尿管閉塞をきたす時，感染があると問題となるため stent を留置する方が無難である．抗菌剤にて尿を無菌化しても結石内にはなお細菌が残存しており注意を要する[2]．

Type B は腎盂は軽—中程度拡張があり，多くは感染結石で ESWL の単独療法でも可能であるが，ボリュームがあるため複数回の ESWL が必要で，これは医学的にも，経済的にも問題かもしれない．まず PLN を施行し，残存があればそれに対して ESWL を施行する PNL，ESWL 併用療法が妥当と思われる．Type C は結石の量も多いが，腎盂の拡張も強く，たびたび複数の小結石をともなっているもの．このタイプにはシスチンや蓚酸カルシウム（1水化物）のことが多く ESWL 単独では不可能である．まず PNL これも複数回あるいは複数の tract が必要である．そして残存結石を ESWL にて破砕するか，シスチンなら溶解療法を検討する．このタイプでは開放手術も一つの選択であろう．いづれにしろそれぞれの症例に応じ治療法を選択すべきであろう．

結　　語

サンゴ状結石は苦労して治療しても結石の残存や再発の頻度が高く，再発および増大予防が重要である．サンゴ状に発育するということは結石の形成増大が盛んであり，何らかの原因があることを意味する．したがって，感染結石なら VUR，神経因性膀胱，尿路奇形など持続する感染の原因を，代謝結石ならそれぞれの異常を検索し，基礎疾患を明らかにしてこれを取り除き，その上で予防に努めなければならない．

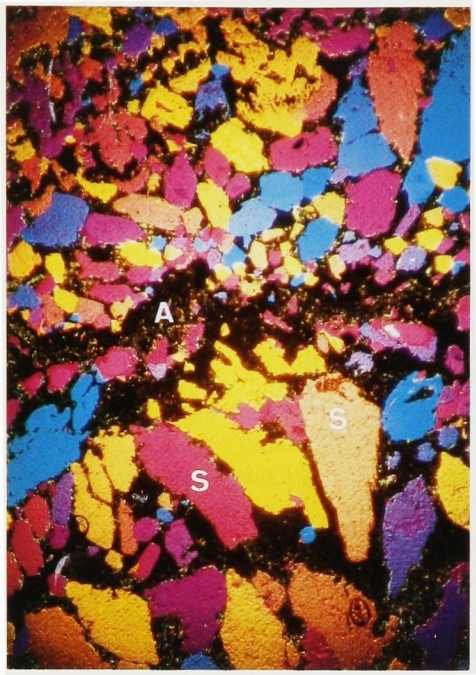

Fig. 4. Thin section of a infection stone shows two components, large struvite crystals (S) and amorphus apatite (A). (polarized light, ×20)

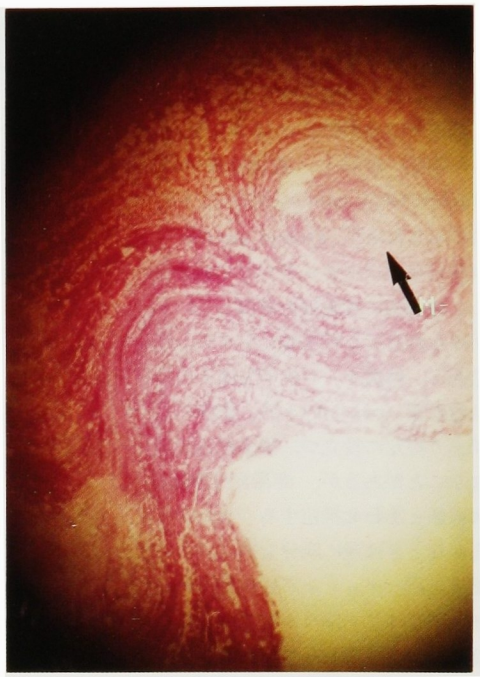

Fig. 5. Thin section of a infection stone shows rich organic matrix and concentric laminal structure surrounding the nucleus (arrow). (PAS stain, ×10)

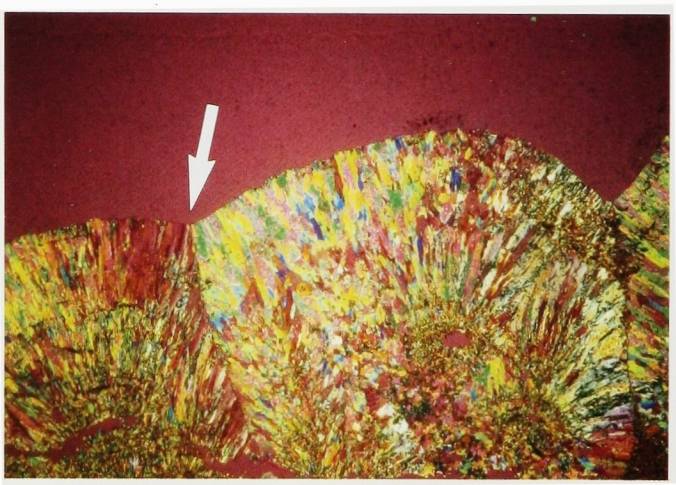

Fig. 6. Thin section of a whewellite staghorn stone shows compact radial structure in the outer layers. The arrow indicates a breakthrough for fragmentation. (polarized light, ×10)

Fig. 7. Thin section of a uric acid stone shows concentric layers. (polarized light, ×10)

Fig. 8. Thin section of a cystine staghorn stone shows compact radiate texture. (polarized light, ×20)

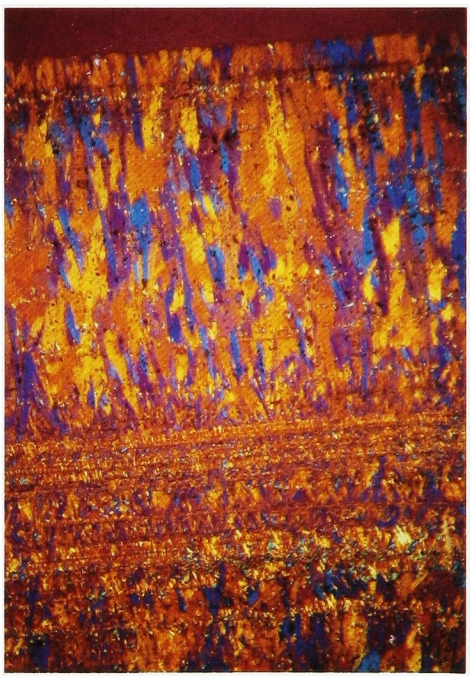

Fig. 9. Thin section of a brushite stone shows compact laminal structure. (polarized light, ×10)

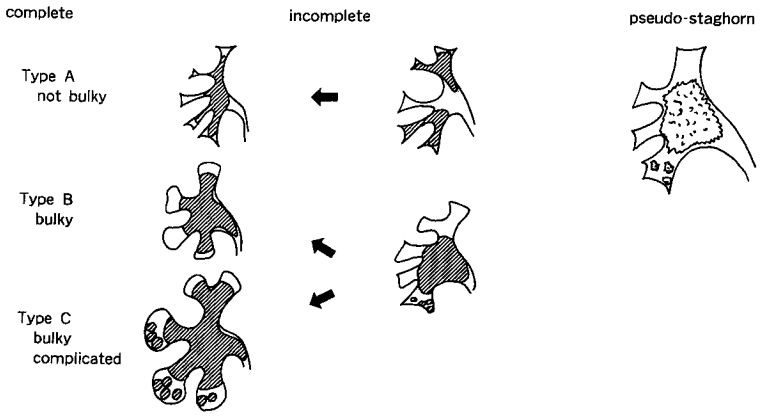

Fig. 10. Classification of staghorn calculi.

文　　献

1) 竹内秀雄，友吉唯夫：サンゴ状結石の成立ち．泌尿紀要 **31**・1381-1385，1985
2) 竹内秀雄，小西　平，高山秀則，ほか：感染結石における結石内細菌と結石構築について．泌尿紀要 **30**：479-487，1984
3) 竹内秀雄，岡田裕作，吉田　修，ほか：結石にともなう尿路感染症 I．尿路感染の意義について．泌尿紀要 **35**：749-754，1989

(Received on August 4, 1993
Accepted on August 10, 1993)
(迅速掲載)