尿路結石の偏光顯微鏡的研究特に構造について

第1編 蓆酸鹽結石

岡山大學醫學部皮膚科泌尿器科教室

(主任: 根岸博教授)

助手 鳥 越 漸

MICROSCOPICAL STUDY ON URINARY CALCULI

Susumu Torigoe

Department of Dermato-Urology, Okayama University Medical School

(Director: Prof. Dr. H. Negishi)

Ninety seven examples of urinary calculi, fifty eight of which are kidney stones, were studied by microscopical and X-ray methods. About one hundred and twenty thin slices were prepared for this purpose, and examined by the polarization (petrographic) microscope.

These calculi are grouped as follows:

- 1) Oxalate calculi (54): Consist of $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaC}_2\text{O}_4\text{H}_2\text{O}$ and apatite, sometimes lacking in $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- 2) Struvite calculi (2): Contains brushite and apatite, one of these contain oxalates.
- 3) Struvite calculi (27): Contains struvite ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) and apatite, frequently accompanied with oxalates.
- 4) Uric acid calculi (12): Contains uric acid, many of these also contain oxalates.
- 5) Cystine calculus (1): Mainly cystine.
- 6) Unknown calculus (1): Mainly an unidentified substance. This is not found in the literatures hither to known.

A substance, forming minute fibres and frequently spherulites, is assumed to be newberyite ($\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Seven calculi contain this substance as a minor component.

Because of its optically isotropic character and of its massive form, it is scarcely possible to identify apatite from other truly amorphous and amorphous-like substances.

These amorphous and amorphous-like substances (mainly apatite) are found in all calculi and the first products of many calculi are these.

Frequently weddellite ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) was crystallized in the already formed part of the amorphous substances, cutting the hands of them.

Whewellite ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) crystals are divided into three types. Granular whewellite is the secondary product after weddellite, fine-grained comes after apatite, and radial is primary one crystallized directly from urine.

The term of whewellitization is proposed for explanation on the relation between weddellite and whewellite, and the crystallization course of whewellite.

The first stage of whewellitization is the change from $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ to $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, and followed by further growth of pseudomorphous whewellite or crystallization of radial whewellite.

The structures of the main components and their crystallization velocity are as follows.

- 1) Apatite: massive (slow).
- 2) Whewellite ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$): granular (pseudomorph after weddellite), fine-grained (from apatite), radial (rapid).
- 3) Weddellite ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$): disordered in apatite (rather slow), dentritic (rather rapid).
- 4) Brushite ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$): rudely radial (rather rapid).
- 5) Struvite ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$): beehive-shaped (slow), zonal alternation with apatite (rather rapid), sutured (rapid).

- 6) Uric acid: granular (rather slow), radial (rapid).
- 7) Cystine: radial (rapid).
- 8) An unidentified substance: radial (rather rapid).

From the paragenetical relations, the crystallization conditions of components are assumed as follows.

- 1) Acidic condition-Uric acid.
- 2) Ordinary condition-Apatite and weddellite.
- 3) Ordinary but pathological condition-Whewellite.
- 4) Alkaline condition-Struvite.

No minute crystal as kernel of a calculus is not found in any slice. As kernels most calculi contain massive apatites and other amorphous substances, with relatively large sizes, and it is notable that an oxalate calculus or its fragment frequently forms the secondary kernel of a calculus of other kind.

I. 緒 言

尿路結石の構造を研究しその生因ないし原因、及びその生成過程を明らかにする試みは古くから部分的に行われていた。しかし結石の組成及び構造の複雑さの爲に未だ見るべき結果は得られていない。結石を構成する物質についての研究も古くより行われていたが Jensen¹⁾、關村²⁾、Prien and Frondel³⁾ 及び Carr⁴⁾ 等の総合的研究によつて長足の進歩がうながされ、個々の結晶の性質は明らかにされた。しかしこれらの研究法は物質の同定には極めて有利であるが、構造の観察には不十分である。尿路結石の薄片を作製してその構造を研究する試みもしばしば行われ Randall⁵⁾ は相當進んだ観察を行つてゐるが尿路結石の全貌を明らかにする所迄行つていない。わたくしは尿路結石について 120 枚餘の薄片を作製し、できるだけ詳細に構造物質の種類、構造を観察しその概貌を明らかにすると共に、生成過程についての推定を行うことができたのでこゝに報告する。

II. 研究方法

研究の方法としては結石薄片についての偏光顕微鏡的観察を主とし、補助的に X 線粉末寫眞によつて構造物質の確認を行つた。顕微鏡は日本光學製偏光顕微鏡 POH 型を使用し、X 線には岡山大學理學部地學教室の島津製作所製分析用 X 線装置 DX-60 型とシマズパウダーカメラ (半径 45 mm) を使用させて戴いた。試料は岡山大學醫學部皮膚科泌尿器科教室所蔵の結石を使用し、尿路結石の原發部が腎に存するとの考えより腎結石を主とし、他の尿路結石は補助的に使用した。使用結石の選定に當つて、腎結石においては所蔵結石中その全形を保てるものの大部を使用し腎結石全般の様子を知るに足る様心掛け尿管結石、膀胱結石及び尿道結石においてはその全形を保てるものの中より適當に選出しこれまた特殊な結石のみを使用しないように留意した。薄片の作製に際して

は、まず X 線單純撮影を行い結石の中心を求め中心を通る面で結石を 2 分し、その一方を使用してできるだけ成長の中心を通るものを得るように心掛けながら薄片を作製し、他の一方は保存試料とし必要によつてはこれを用いて浸液法による屈折率測定或は X 線的研究を行つた。なお珊瑚樹狀結石においてはその形態上必要に應じて 3 分あるいは 4 分し薄片を作製した。このようにして得た薄片は 121 枚であるが、そのうち薄片作製中の事故によりその結石の全體を知るのに困難なものを除外し、また 1 個の結石の異なる部分で同一構造のもの、同一患者から同時に得た 2 個以上の結石の薄片で同一構造のものが 2 枚あるいはそれ以上あるときはそれを綜合して 1 例として計算することになるとその例数は次の如くなる。

腎結石	78 例
尿管結石	7 例
膀胱結石	10 例
尿道結石	2 例
計	97 例

わたくしの行つた薄片による偏光顕微鏡的観察は他の方法に比して長所が多い。その主なものは

- 1) 物質の同定と構造の観察を同時に詳細に行うことができる。
- 2) 1 枚の薄片のみでその結石の全容を見ることが出来、しかもその極く一部についても観察することができる。
- 3) X 線等の方法では検出することのできない微量物質について、それが顕微鏡で見得る大きさ以上であるかぎり、鑑定、観察を行うことができる。
- 4) 永久標本作製するのであるから必要に應じていつでも繰返し観察することができる。

しかしながら一方には缺點もあり、この方法の缺點として考えられることは次の 3 點である。

- 1) 物質の同定に不安がある。
- 2) 1個の結石について通常1枚の薄片を作るのであるから薄片に現われない部分があり、殊に成長の中心を示さない可能性がある。
- 3) 非晶質の物質や結晶していても顕微鏡で認められる以下の微粒の物質及び薄片にしてもなお不透明な物質については同定が不可能である。

以上の3点のうち同定の不安は、わたくしの経験した限り殆んど心配するに及ばない。結石を構成する物質は種類が少なく、しかも互に類似のものが無いので Prien and Frondel,あるいは Carr が他の方法で行った程度の同定は十分に行うことが彼等と同じ方法によって検討した結果示された。

第2の點も殆んど問題にならない。結石の成長の方向によつて根本的に異質の例は殆んどなく、中心を通る薄片を作製するかぎり1枚で十分のようである。中心の決定を薄片作製前に行うことは困難であり、もし成長の核が微粒結晶であるとするとその捕捉は不可能に近いが、実際には後で述べるように成長の中心は相當の大きさを持つていて、大半の結石はその様子を見ることができた。

また薄片が中心から外れたときには、外れていることが薄片そのものの観察から推定できるのが普通である。このように考えると薄片の枚数さえ多ければ結石1個について1枚の薄片という方法も十分結石の全容を知るに足る方法であると考えられる。第3の點がこの方法の唯一の缺點であり、しかも重大な缺點である。例えば燐灰石 (Apatite) の検出が一般に困難であり、その他の非晶質あるいは非晶質に近い物質と混同される。燐灰石の存在はX線的方法によつて知ることができるが、X線によつても非晶質あるいは巨大分子の物質の研究は不可能である。わたくしの考えでは結石の生成に關する最重要な事項はこの非晶質あるいは非晶質に近い形の物質の研究であるので、薄片による顕微鏡的觀察のみでは、この點は甚だ不十分である。この點は今迄行われた他の方法でも同一であつて (X線的研究はある面では優れているが) 今後別な方法によらざるを得ないものと考えている。X線の研究については稿を改めて詳細を記す豫定であるが、構造物質の確認に本法を利用したので基礎的データを記しておきたい。装置は前述の如く島津分析用X線装置DX-60型と島津パウダーカメラを使用し、Cuを對陰極とし、Niのフィルターを用いてCuK α を主とする特性X線を用いた。試料はあらかじめ薄片を作つて偏光顕微鏡觀察を行つた結石の粉末を用い、ガラス細管内に

封じあるいは絹絲に附着させた。目的によりその結石全體の組成が判るように粉末を作つたものもあり、またその一部分のみを粉末にしたものもある。

現在迄に行つた實驗は次の3つの事項を目的としたものである。

- 1) 結石を構成する物質の標準的粉末寫眞を作製して今後の研究の基礎とすること。
- 2) 薄片による顕微鏡觀察の際の疑問を明かにすること。これについては後に記載するが、例えば $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ には顕微鏡下での様子が異なる種々のものがあり、これらが同一物であることを確めたり、蓆酸鹽結石中の燐灰石と燐酸アンモニウムマグネシウム結石中の燐灰石がX線的に同一かどうかを調べたりした。
- 3) 一般の結石は2種以上の物質の混合物であり、これの寫眞は各構成物質の線が重複して現れるが、この寫眞から物質の檢出および半定量的測定を行うこと。

以上のような各目的に合致する試料についての寫眞を32枚得ている。これらの寫眞は特殊な試料を撮つたものが多く統計的な目的には全く不適當である。

物質名 (又は礦物名)	化 學 式	X線的他の物質 に純粹と混合し な寫眞た寫眞	
Whewellite	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	4	5
Weddellite	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3	4
Apatite	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4\text{CO}_3\text{OH})_6(\text{OH})_2$	2	6
Struvite	$\text{Mg NH}_4 \text{ PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	3	6
Brushite	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2	0
Uric acid	$\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$	4	2
Cystine	$\text{SCH}_2 \text{ CH}(\text{NH}_2) \text{ COOH}$	1	0
Newberyite	$\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	0	2

X線粉末法において最もしばしば利用される方法はその物質の標準寫眞を作製しておいて問題の物質から得られる廻折寫眞と對比することである。この對比は文獻あるいは人工物の寫眞を利用して行うこともできるが種々の困難があり、できれば實際の結石を利用し對比すべき寫眞と同一條件で作つた標準寫眞を準備すべきである。標準寫眞を作るためにはできるだけ純粹な結石中から選り、これの寫眞を人工物あるいは文獻の値と比較して確認する。第1表は $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ について人工物および文獻の値と比較したものである。

第2表はこのようにして得た7種の物質についての標準寫眞の面間隔と強度の値である。強度は眼で見て線の濃さに順位をつけ、最強を10とし最弱を1とした値であつて、眞の強度と必ずしも比例していない。これらの一部には人工物との直接の對比を行っていないものもある

第1表 標準寫眞とした $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ と人工物および文獻との比較

研究者 (年)	鳥越 (1954)		鳥越 (1954)		Hanawalt etc.* (1938)		Prien and Frondel (1947)		Pecora and Kerr** (1954)	
種類	尿路結石		人工		人工?		?		礦物	
面 間 隔 お よ び 強 度	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
	5.9	10	5.9	10	5.9	1.00			5.94	100
									5.80	10
	4.42	1	4.48	1					4.52	5
									3.779	5
	3.65	9	3.63	9	3.65	.83	3.69	8	3.650	90
	3.31	1	3.33	1			3.36	1	3.402	1
									3.106	1
	2.97	8	2.98	8	2.98	.53	3.00	9	2.966	60
							2.92	1	2.909	10
	2.84	2	2.84	2			2.85	5	2.842	10
	2.50	6	2.50	6	2.50	.33	2.51	7	2.494	40
							2.44	1		
	2.36	7	2.36	7	2.35	.58	2.36	10	2.354	80
	2.26	5	2.27	4	2.26	.20	2.27	6	2.263	30
	2.22	2	2.23	1	2.21	.03	2.21	3	2.212	10
	2.13	1	1.19		2.13	.03	2.14	1	2.129	1
	2.08	6	2.08	5	2.07	.20	2.08	7	2.079	30
	1.98	4	1.99	3			1.99	4	1.978	10
	1.94	3	1.94	3	1.95	.13	1.94	2	1.954	10
									1.930	10
	1.90	2					1.90	4	1.890	10
	1.86	2	1.84	1			1.86	4	1.850	5
	1.81	1			1.82	.07	1.82	4	1.818	10
	1.80	2	1.79	1			1.80	4	1.792	10
	1.74	3	1.74	2	1.73	.10	1.74	4	1.737	10

(註) X線の波長および強度の表現法は研究者によつて異なる

* J.D. Hanawalt etc.⁷⁾

** W.T. Pecora and J.H. Kerr⁸⁾

第2表 各種構成物質を主成分とする結石のX線粉末寫眞*

構成物質	Whewellite $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$		Weddellite $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		Apatite $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4, \text{CO}_2, \text{OH})_6(\text{OH})_2$		Struvite $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$		Brushite $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		Uric acid $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$		Cystine $\text{SCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	
結石番號	N 163		N 148		B 226		Ut 20		B 113 (大)		B 111 (大)			
面 間 隔 お よ び 強 度	d	I [†]	d	I [†]	d	I [†]	d	I [†]	d	I [†]	d	I [†]	d	I [†]
									7.7	10				
			6.25	9			6.1	3			6.6	7		
	5.9	10					5.8	4						
							5.5	6			5.6	5		
							5.3	2					5.2	?
							4.65	2			4.92	8	4.71	10
	4.42	1	4.44	7	4.25	?	4.29	10	4.28	9	4.31	2	4.23	3
			3.92	4	3.82	2	4.12	2	3.82	1	3.86	9	4.05	4
	3.65	9	3.67	4			3.50	3						
	3.31	1	3.42	1	3.45	9	3.31	5	3.38	1			3.33	3
											3.22	5	3.17	8
			3.10	6	3.10	4					3.10	10	3.10	9
							3.05	1	3.08	8			3.05	2
	2.97	8	2.97	1			2.95	8	2.96	7	2.88	6		
	2.84	2	2.79	10	2.81	10	2.81	7	2.80	1	2.77	2		
			2.70	1	2.73	4	2.69	9					2.70	7

				2.63	3			2.64	9	2.58	5	2.60	6
2.50	6	2.43	5			2.53	1	2.44	5	2.42	1		
2.36	7	2.36	1			2.37	2					2.34	5
2.26	5	2.25	8	2.27	7	2.27	1	2.26	1	2.25	4	2.30	1
2.22	2	2.22	1	2.16	1	2.19	1	2.18	3	2.19	2		
2.13	1	2.13	3			2.14	1	2.17	2			2.14	5
2.08	6			2.06	1	2.08	2	2.10	1				
1.98	4	2.03	2			2.03	1	2.01	2	2.04	2	2.02	4
1.94	3	1.96	3	1.95	6	1.97	3					1.95	5
1.90	2	1.90	4			1.88	1	1.89	4	1.88	1	1.91	1
1.86	2	1.84	3	1.85	8							1.87	1
1.81	1					1.82	3	1.82	6				
1.80	2	1.80	1			1.76	2			1.80	3	1.77	5
1.74	3	1.74	2	1.72	6	1.74	2			1.74	1	1.74	1
1.70	1	1.70	1			1.67	1			1.68	1	1.69	4

* 對陰極 Cu, フィルター Ni
 牛 肉眼で見て順位をつけた値で, 數値は強さに比例していない.

が, 文獻についてはできるだけ多くのものと比較して確めてある. 大部分の結石は 2 種以上の物質の混合でありその粉末寫眞には構成各物質に相當する廻折線が重複して現れる. 第 3 表, 第 4 表, 第 5 表は混合結石の粉末寫眞から構成物質を決定した例である. 偏光顯微鏡によつて數種の不明物質の存在を認めており, それらについては別に報告するが 1 種は Newberyite ($\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) と推定し報告しておく. 詳細は後編において記載するが, この物質は $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 結石中に極く微細な結晶をなして少量含まれ, 顯微鏡によつて觀察

した 121 例中の 7 例の結石に存在が認められている. いまだ純粹な試料を得ることができず, これの存在する粉末の寫眞には $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ の線に數條のこの物質の線が含まれるにすぎない. しかし $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ との共生關係や光學的性質も $\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ であることの肯定材料となつていたので, この推定は相當確實と考えている. このものの X 線粉末寫眞の表は後にかかげる.

現在迄に認められた物質の種類は確定 7, 推定 1 であつて, これを多數例を検した文獻と比較すると Jensen は 84 例を検して Cystine を認めず Whitlockite ($\beta\text{-Ca}$

第 3 表 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
 および磷灰石を含む混合結石
 (結石番號 N 53)

d	I	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	磷灰石
6.1	7	○		
6.0	8		○	
4.44	5	○	△	
3.88	1	○		△
3.65	9	○	○	
3.47	1			○
3.36	1	○	△	
3.09	2	○		○
2.97	5		○	
2.79	10	○	△	○
2.71	1			○
2.51	2		○	
2.44	2	○		
2.35	6		○	
2.25	4	○	○	△
2.22	1		○	
2.13	2	○	○	
2.08	2		○	
1.96	4	○	△	△
1.90	4	○	○	
1.85	4	○	○	
1.80	1		○	
1.75	3	○	○	

○: 確實 △: 不確實

第 4 表 $\text{Mg NH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ と
 磷灰石との混合結石
 (結石番號 U 72)

d	I	$\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	磷灰石
6.0	4	○	
5.6	6	○	
5.3	2	○	
4.80	2	$\beta ?$	
4.28	10	○	○
4.12	3	○	
3.88	1		○
3.49	5	○	○
3.31	3	○	
3.05	1	○	△
2.95	7	○	
2.83	9	○	○
2.70	8	○	○
2.53	1	○	
2.38	2	○	
2.27	2	○	○
2.07	1	○	△
1.97	2	○	△
1.81	2	○	△
1.74	2	○	△

○: 確實 △: 不確實

第5表 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ および $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が混合した結石
(結石番號 3 (不))

d	I	尿 酸	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
6.7	3	○		
6.2	3		○	
5.9	3			○
5.7	3	○		
4.92	8	○		
4.45	3		○	△
3.89	9	○	○	
3.65	7		○	○
3.49	2	β ?		
3.22	2	○		
3.10	10	○	○	
2.98	2		△	○
2.89	2	○		
2.79	5	△	○	
2.58	3	○		
2.42	1	△	○	
2.35	2		△	○
2.26	4	○	○	○
2.09	1		△	○
1.96	2		○	○
1.89	2	△	○	
1.84	2		○	
1.79	2	○	△	△
1.74	2	○	○	○

○: 確實 △: 不確實

(PO_4)₂ を1例認めており、關村⁶⁾は88例を検して Brushite ($\text{Ca HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Apatite ($\text{Ca}_{10} (\text{PO}_4)_6 (\text{OH})_2$) を認めず $\text{CaCO}_3 \cdot \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ および Acetyl-sulfapyridin を認めており、Prien and Frondel は約700例を検してわたくしの確認した7種を認めた外僅か1例中にもみ含まれる、酸性尿酸ナトリウムを認めている。しかしこれらの文獻においても7種以外は必ずしも確實とは言えず、その他の文獻にある他の物質についても極く稀少なもの、あるいはX線的に不確實なものが多い、わたくしの得た結果は極く特殊な結石を除いて主成分となる物質の全部を認めたものと考えられる。また確定した7種について標準となり得る寫眞を得ることができたことは今後の研究を容易にしたと考えている (第1圖)。

現在迄に行つた實驗から、X線粉末寫眞法を他の同定法と比較し、その主な長所短所を擧げると次の如くである。

1) X線的方法は鋭敏ではないが確實である。検出の鋭敏さについては化學的あるいは薄片による顯微鏡的方法に遙かにおとり、少量含まれる物質はなんらかの方法で濃縮しないかぎり認めることができない。しかし他の性質がいかに類似していても結晶構造の異なる2物質を混同

するおそれのないことはこの方法の最大の長所である。

2) 他方法には特別に決定困難な物質があるがX線的方法にはそれほどのものはない。例えば $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ と $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ との區別や、尿酸と尿酸鹽との區別等は化學的方法では困難であり、磷灰石と他の光學的等方物質との區別は顯微鏡的には困難であるが、これらはX線により容易に區別される。

3) 他方法では區別困難な產狀をなす物質がX線的には區別できる。密に混合した2種以上の物質を各別々に決定することは化學的には困難であり、顯微鏡では認め得る大きさに限度があるが、X線にはこれらの困難がなく、混合物は構成物質の線が重複して現われることによつて決定される。

4) 他方法に比して文獻との對比が容易であり推定に頼る範圍がせまい。化學的方法では元素あるいは根の分析をするため化合物としての物質名の決定には想像に頼る範圍が多く、薄片による顯微鏡觀察では文獻に記載されあるいは自分で實驗して定めた光學的諸性質と顯微鏡下での觀察とを對比するには特別な熟練を要するが、X線的方法は寫眞を撮り得るかぎりその後の處置は誰にでもできる部分が多い。

要するにX線粉末法には短所長所があり、他方法と併用することが望ましく、他方法による研究には補助手段としてX線的方法が要求されるものと言ひ得る。前述のごとくわたくしは補助的方法としてX線粉末法を利用したが偏光顯微鏡下における構成物質の同定は、X線粉末寫眞による物質同定と全く同一の結果を示した。このことより全觀察例についても、顯微鏡による物質同定に誤りがなく、正しいものであるとして差支えないものと考えている。

III. 研究成績

尿路結石は一般に相當數の化合物の混合物で純粹に單一物質よりなる結石は殆んど存在しない。わたくしは前述の97例の結石薄片の觀察を行つたが尿酸鹽をその中に含むものは78例存し、19例は全く尿酸鹽を含んでいない。78例中54例は尿酸鹽とその間を埋めた非晶質様物質のみよりなりその他の物質を全く含まない。これらを總稱して尿酸鹽結石と稱しているが、わたくしのいう尿酸鹽結石は Jensen の第I型 (純粹の尿酸鹽および尿酸鹽——磷灰石) に相當し、Prien and Frondel の尿酸カルシウム——磷灰石に相當する。

尿酸鹽結石は全結石の半數以上 (鳥越: 56%, Prien and Frondel: 67%) を占めるのみでなく、他の型の結

石も生成の第一段階として尿酸鹽結石ができて後に他の物質が晶出したものが多いので、尿路結石の構造的研究の第1編として尿酸鹽結石について報告したい。得たる結果を表示すると第6表の如くとなる。以下代表的な7例について詳細を記載する。

第1例 結石番號N 111, 非 Whewellite 化結石
患者 山○由○ 21歳 男
診斷 右腎結石
手術 昭和24年10月28日, 右腎剔除術施行
結石の個數1, 大きさ 2.75cm×2.02cm×1.38cm,
重さ 3.3g

薄片の大きさ 15mm×9 mm (第2圖)
主成分 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 非晶質様物質,
微量成分 粒狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 微晶 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
構造 内核 散點 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 型, 外層 樹枝狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 型, 表面 不平滑
檢鏡所見 内核部は非晶質様物質中に 0.5mm 前後の大きさの $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の自形結晶が不規則な方位を以て散在し, 兩者の比は略々等量である。非晶質様物質は淡灰色から不透明迄種々の明るさの縞をなすが, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 結晶に切られて縞の連續關係は明らかでない。淡色部には 0.05mm 前後の不透明な球狀體ができており,

第 6 表 尿酸鹽結石

結石番號	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2 次 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1 次 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	その他	非晶質 様物質	構造
N 31		◎			○	SO. DO.
39	○	◎			◎	SO. ZO.
45	○	◎			○	SO. DO.
46	○	◎	○		○	SO. RO. SO. RO.
47	○	◎			○	SO. DO.
48		◎	◎		◎	SO. ZO.
54	◎	○			◎	SO. ZO. DO.
55	○	◎	○		○	ZO. RO.
58	●	◎	●		◎	ZO. DO.
66	○	◎	○		◎	SO. DO.
75	○	◎			◎	SO. ZO.
79		○	◎		○	SO. RO.
82		◎	○		○	SO. DO. RO.
92	●	○	○		◎	SO. ZO. RO.
98	○	◎	○		◎	SO. DO.
100	●	◎	●		◎	ZO.
111	◎	●			◎	SO. DO.
112	◎	◎			◎	SO.
114	○	○	●		◎	Am. ZO. DO.
115	○	○	◎		○	SO. DO. RO.
116		◎	◎		○	SO. DO. RO.
119	◎	◎			◎	ZO. DO.
121			◎		○	Am. RO. Am. RO.
123	○	◎			◎	SO. DO.
124	◎	○	○	●	○	SO. DO.
130 ⁽¹⁾			◎		◎	Am. RO. Am. RO.
137	○	◎	◎		◎	SO. ZO.
140	○	◎			○	SO. DO.
141	○	◎			○	DO.
145	●	○	◎		○	Am. RO. ZO.
152	◎	○			◎	SO. DO.
155	○	◎	◎		◎	Am. ZO. DO. RO. ZO.
156	○	◎			◎	Am. SO. ZO.
163	●	◎	◎		○	Am. RO. DO. RO. ZO.
164 ⁽²⁾	●	◎	●		○	SO. DO. ZO.
165	◎	◎			○	Am. DO.
167	◎	◎	◎		◎	Am. RO. DO.
174	○	○	◎		○	SO. RO. ZO. RO. ZO.
175	○	◎	○		◎	SO. RO. ZO.
176	◎	○	●		○	SO. DO.

181		◎	◎	●	◎	?, SO. RO.
182	●	◎	○		○	SO. DO. RO.
183 ⁽¹⁾⁽³⁾		◎	◎	●	○	Am. RO.
184	◎	◎	○		◎	SO. DO.
185		●			◎	Am.
186		○			◎	SO. Am. ZO.
188	●	○			◎	Am. ZO. Am. ZO.
195	○	◎	○		◎	Am. RO. ZO.
U 15	○	◎			○	SO. DO.
25	●	○			◎	Am. ZO.
42	○	○	◎		○	SO. DO.
83		◎			◎	SO. ZO.
B 257	○	◎	◎		○	RO. ZO.
Ut 27	◎	○			◎	Am. DO.

略 号:

◎ 主成分 ○ 副成分 ● 微量成分

Am 非晶質様物質型

ZO 層状碳酸鹽型

SO 散点状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 型 (Whewellite 化されたものを含む)DO 樹枝状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 型 (Whewellite 化されたものを含む)RO 放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 型St 縫合状 $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 型BP 蜂巢状 $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 型ZP 層状 $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 型Br $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 型

Ru 放射状尿酸型

Gu 粒状尿酸型

Cy チスチン型

註:

1. 各種結石内の配列の順序は結石番号によつた。
2. 放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を 1 次のもとし, その他の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を 2 次的 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ とした。
3. 非晶質様物質のおもなものは磷灰石である。
4. 構造の項は簡単にしたため本文の類別とはやゝ異なる。
5. 構造の項に於いては 2 次的の變化を無視した。

その物質は $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ と推定しているが明らかでない。 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶は所謂西洋角封筒状結晶であり薄片中では主として菱形の断面を示す。無色透明でありときには不透明の包有物を果帯構造的に包含している。

外層部は大部分 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ よりなり, 非晶質が少い。この結晶は内核部の散点状をなすものより小さく, 0.1~0.2mm の小結晶が樹枝状の集合をなす。第 3 圖はその顯微鏡寫眞である。

$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ は極く少量で 1 % 以下であり, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 結晶内に包有されている。

(註) 顯微鏡觀察で言う非晶質様物質は鏡下で結晶性が見られないもので, 尿路結石においては多くは磷灰石であり, しばしば炭酸分を含む。また脂肪その他の有機物も非晶質として觀察されるものが多い。

$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を殆んど含まず, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を多量

に含む結石を非 Whewellite 化碳酸結石としたがその例は少い。殊にこの結石の如く相當量の非晶質様物質を含みながら $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を含まない結石はほとんど見られずごく稀なものである。

第 2 例 結石番号 N 112, 弱 Whewellite 化結石 (1)

患者 佐○之○ 29 歳 男

診断 左腎結石

手術 昭和 22 年 9 月 2 日 左腎切石術施行

結石の個数 1, 大きさ 1.6cm × 1.2cm × 0.6cm, 重さ 0.8g

薄片の大きさ 10mm × 6mm (第 4 圖)

主成分 非晶質様物質, 粒状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

副成分 微晶 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

構造 散点 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 型, 表面 不平滑

検鏡所見 非晶質様物質は薄片で淡灰色、褐灰色、黒色を呈し、これらが同心層状に縞模様を示す。この中に大小の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶が散在するが、第1例のものが菱形断面を有するものが多いに反し柱状断面を有するものが多く、最も長い断面は長さ5mmに達する。これらの結晶は第5圖に示す如く非晶質様物質の形成する縞模様を明瞭に切つている。

中心附近の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶は大部分が $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に變つていて假像をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が多数見られる。外部になるに従つて $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ への變化は少なく、外縁部の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ はほとんど變化していない。たゞし微晶 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に變化して汚れた感じを與えるものが多いがこれは結石を取出す以前に生成されたものか、取出して後に變化したものか不明である。1個の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶が部分的に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に變化したものが多数あり、また $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 結晶の集合體は $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の輪廓外に突出しているものではなく、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の結晶集合體と非晶質様物質との境界は直線的である。

(註) 1個の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 結晶が部分的に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に變化していることや、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の結晶が $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ のなした輪廓外に出ていないことは弱Whewellite 化結石の特徴である。

$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 結晶が非晶質様物質のなす縞を切つていことは結晶が非晶質様物質の形成後に晶出したものであることを示す。

柱状断面を有する $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は最初角封筒状結晶として晶出したものがその後の成長で特定方向に伸びたものである。その伸長方向は光學的性質から推定すればC軸に直角な方向である。

第3例 結石番號N66, 弱 Whewellite 化結石(2)

患者 柴○良○郎 43歳 男

診断 右腎結石

手術 昭和18年3月2日 右腎切石術施行

結石の個數10, 薄片を作製せる結石の大きさ2.6cm×2.0cm×0.9cm, 重さ2.6g

薄片の大きさ19mm×9mm(第6圖)

主成分 粒狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 非晶質様物質

副成分 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

構造 核部 散點 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 型, 外層 樹枝狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 型, 表面 不平滑

検鏡所見 この結石は断面の短軸に對しては左右對稱的でなく異極的な成長をなしている。

内部の構造は散點 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 型であつて、菱形断面を有する蓚酸鹽が非晶質様物質中に散點しているが、その實質はほとんど完全に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に變化している。しかし大部分の結晶はもとの $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の輪廓外への成長はしておらず典型的な假像 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ となつている。第7圖に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 結晶集合體が菱形断面を示す様子が見られる。

外層部は樹枝狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 型であつて、これと内部の散點 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 型の部分との間には一部 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の輪廓を超えて成長した $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ があつてこの附近が最も Whewellite 化作用の著しかつたことを示し、更に外層には少量ながら未變化の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が見られる。

(註) わたくしは $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ から變化した $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を含んで、そうでない $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を含まない蓚酸鹽結石を弱 Whewellite 化結石と稱しているが、第3例の結石は弱 Whewellite 化結石のうちでは最も著しく Whewellite 化作用を受けているもので部分的には $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の輪廓を超えて成長した $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が見られる。

第4例 結石番號N58, 強 Whewellite 化結石(1)

患者 國○始○ 32歳 男

診断 右腎結石

手術 昭和17年9月15日 右腎別除術施行

結石の個數1, 大きさ2.3cm×1.6cm×1.0cm, 重さ2.3g

薄片の大きさ13mm×9mm(第8圖)

主成分 粒狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 非晶質物質

微量成分 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

構造 核部 層狀蓚酸鹽型, 外層 樹枝狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 型, 表面 不平滑

検鏡所見 内部は非晶質が同心層状をなしその層間に數層の蓚酸鹽の薄層が挟まれている。この層をなす蓚酸鹽は小さい粒狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ である。部分的に非晶質様物質内に菱形断面に近い形の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 結晶集合體が見られる。これはもとは $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 結晶であつたものが $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に變化し、更に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が成長して $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ のあつた輪廓外へ伸びたものと推定される。第9圖はこのようにしてできた $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の結晶を示した。二次的に成長した $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の結晶一つ一つは柱状の断面を有し、大部分に双晶が見られ、伸長方向は接觸面の軌跡に平行であつて、放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 結晶の伸長方向がb軸に平行であるために

直消光をなすのに對し斜消光をなす。恐らく接觸面に平行な板狀結晶をしているものであろう。

外層は樹枝狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に變化したものよりなり、外縁部に極く少量の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が未變化のまま残っている。

(註) 前例の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 結晶集合體の輪廓が菱形断面を有し、1個1個の結晶が自形でないのに對し、この結石中の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 結晶の多くは菱形の輪廓を超えて成長し、その成長した部分は自形を呈している。これは前例のものより Whewellitization が著しく假像の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を核として非晶質様物質内への $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の成長が行われたことを示している。

第5例 結石番號 N163, 強 Whewellite 化結石(2)

患者 山〇正〇 35歳 男

診斷 右腎結石

手術 昭和27年8月22日 右腎盂切石術施行

結石の個數 14個, 薄片を作製せる結石の大きさ $3.3\text{cm} \times 3.0\text{cm} \times 1.5\text{cm}$, 重さ 7.7g

薄片の大きさ $19\text{mm} \times 13\text{mm}$ (第10圖)。

主成分 放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 粒狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

副成分 非晶質様物質, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

構造 内部 散點狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 型, 外層 放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 型, 表面 葡萄狀

檢鏡所見 内部は菱形断面を有する假像の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が散點し、その各々を包んで放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が成長している。第11圖にその様子を示した。散點狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の状態であつたときには存在したと考えられる非晶質様物質はほとんど溶解し、内部の放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の間には多くの空洞が見られる。

外縁部に近く一層の Whewellite 化作用の十分でない層があり、一部 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が残っている。外層は放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の半球が多數並び葡萄狀の表面を有している。

(註) 急激に結晶した $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ は放射狀をなしこれは Whewellite 化作用の非常に著しかつたことを示している。内部に多數の放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が見られ一見して多數の核を含み、その集合したようであるが、實際は第1例の如く非晶質様物質内に散在して生成された $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が著しく Whewellite 化を受けてできたものである。結石内部に放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が存在するときには非晶質様物質が稀薄であるか、あるいはこの例の如くほとんど無くなつている場合が多い。

第6例 結石番號 N121, 強 Whewellite 化結石(3)

患者 土〇一〇 21歳 女

診斷 左腎結石兼左尿管結石

手術 昭和25年6月20日 左腎剔除術施行

結石の個數 9, 薄片作製に使用せる結石の大きさ $2.8\text{cm} \times 2.3\text{cm} \times 1.2\text{cm}$, 重さ 6.2g

薄片の大きさ $21\text{mm} \times 11\text{mm}$ (第12圖)。

主成分 放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

副成分 非晶質様物質, 粒狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 微晶 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

構造 核部 非晶質型, その外層, 放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 型, その外層, 非晶質型, 最外層放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 型, 表面 平滑

檢鏡所見 中心部は徑1mmの非晶質様暗色物よりなる。詳細に觀察するとこのものは微細な $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の球狀體の集合となつている。これを包んで放射狀の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 層が結晶し、更に層狀をなして中心部と同様の非晶質様物質がこれを包み、その外側には厚い放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 層がある。第13圖はこの結石の一部分で左端に核をなす暗色非晶質様物質が見え、放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ と層をなす暗色物とが見られる。放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ には年輪狀に異物が含まれて層をなし、成長の過程を示している。この異物は内部においては比較的うすい淡色であるが、外縁の1~3mmの層では不透明物質が多く、顯微鏡下で暗黒に見える。

(註) 尿酸鹽結石の晶出の最も激烈なときには放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が生成される。この結石は $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ や粒狀の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ をほとんど含まず、最初から放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ として晶出した結晶によつて構成されている。放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の成長方向は光學的彈性軸のX軸と一致し、結晶軸のb軸と一致する。放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の成長方向がb軸と一致することはX線的方法からも確められている(J.A. Carr)。

第7例 結石番號 U83, 強 Whewellite 化結石(4)

患者 澤〇雄 45歳 男

診斷 右尿管結石

手術 昭和22年10月30日 膀胱内に自然落下せるものを高位切開により摘出す。

結石の個數 1, 大きさ $1.8\text{cm} \times 0.8\text{cm} \times 0.6\text{cm}$, 重さ 0.9g

薄片の大きさ $7\text{mm} \times 6\text{mm}$ (第14圖)。

主成分 粒狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 非晶質様物質

構造 内部 散點狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 型, 外層 層狀痿變型, 表面 不平滑

鏡見 内部は非晶質様物質に多数の長さ 0.5 mm 前後以下の柱状断面を有する $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 結晶が集合しこの結晶はもと假像をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ であつたものが更に Whewellite 化作用を受けて成長したものと思われ自形を呈する部分が多い。第15圖はその顯微鏡寫眞である。大部分の個體が双晶であつて双晶面の軌跡は断面の伸長方向と一致している。非晶質様物質は一般に淡色で内部では結晶に切られ、あるいは一部分は溶解して空洞となつてゐるため共心層状の構造は明らかでないが、外部に行くに従つて明かになり外層部はこれと層状をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が互層をなしている。

(註) 腎以外の尿路にあつた結石においては、腎結石に比して尿酸鹽結石の占める割合は少ない。また腎以外では Whewellitization は著しく $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を多量に含むものは見られず、この例の如く假像が更に成長した結石や、放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を含むものが多く一般に強 Whewellite 化結石である。

IV. 總括並びに考按

A. 構造物質とその同定

尿酸鹽結石は次の3物質の一部あるいは全部を含み、その他の物質を含まないか、含んでもその物質が結石の主成分となることのない物質であるかである。

尿酸カルシウム2水化物(Weddellite) $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

尿酸カルシウム1水化物(Whewellite) $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

非晶質様物質(磷灰石その他顯微鏡下で等方に見える物質)

尿酸石灰に關して詳細な研究を行つた G. Hammersten⁹⁾は $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ の3種の存在を證明し、その結晶形は夫々單斜晶系、正方晶形、Chloesterin 様斜方系板状結晶であると報告し1水化物は最安定、2水化物は準安定、3水化物は不安定であるとした。従つて結石構造物質として1水化物、2水化物は存在するが、3水化物はもし結石生成に關與し、極く初期においては晶出するものとしても結石生成後には存在しないであらうと考える。わたくしの檢した120枚餘の薄片中にも $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ は認めることができなかった。

尿路結石を構成する物質の同定に關する基礎的研究は關村, Prien and Frondel によつて一應完成を見ており、これ等の結果を利用することができるが、Prien 等の方法は結石粉末について光學のおよびX線の性質を調べている。この方法では構造の觀察に困難が多いので、わたくしは薄片の偏光顯微鏡的觀察によつて、構造の觀

察と同時に物質の同定を行つた。それ故同定については稍々方法を異にするのでまず Frondel と同一方法によつて檢討した。その結果は薄片によるものも粉末による方法も大體同じ結果を得ることを知つた。稍々異なる點はX線的方法によれば普通に5%以下(時には更に多量)の物質の存在を知ることはできないが、薄片による方法は顯微鏡で認め得る大きさ以上の物質は如何に含有量が少くともその存在を知ることができる點と、X線的方法では結晶が如何に微細でも存在量さえ多ければ檢出できる點であり、共通の缺點としては眞に非晶質な物質については共に無力であることである。尿路結石中には非晶質様物質が常に含まれており、それをX線的方法によつて調べれば常に磷灰石の存在が認められる。そのため Prien等はこれを單に磷灰石(Apatite)と斷定しているようであるが、わたくしは相當量の異物質を含有するものと考え、磷灰石をも含めて非晶質様物質と呼ぶことにしている。これはX線的方法と薄片による顯微鏡的方法との名稱の差異であつて、わたくしの非晶質様物質と Prien の磷灰石とは同一物質と考えられる。

顯微鏡的方法のための光學の性質は關村の報告した値, Prien and Frondel の表示した値と、わたくしが夫々の物質の項目に記した説明とによつて知り得るのでこ

第7表 放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ と粒狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ との比較

構成物質	放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$		粒狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	
	N 79		N 58	
結石番號				
面 間 隔 お よ び 強 度	d	I	d	I
	5.9	10	5.8	10
	5.29	1		
	4.54	2		
	3.64	8	3.63	8
			3.41 ±	2
	3.32	1		
	2.96	7	2.96	7
	2.87	2	2.84	4
			2.77 ±	3
			2.67 ±	1
	2.50	4	2.48	3
	2.34	7	2.34	7
	2.26	2	2.25	3
	2.07	3	2.07	3
	1.98	2	1.96	2
	1.94	3	1.92	2
	1.85	2	1.84	1
	1.79	2	1.80	1
	1.74	2	1.734	1
	1.69	1		

には記載しない。またX線的方法による値も前項に記述したので詳細は省略するが、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ について Prien の値と比較すると第1表に示す通り実験誤差の範囲内でほとんど一致している。ただ面間隔 $5.9\text{\AA}$ の線は Prien は記載していないがわたくしは多数の寫眞より、また人工的に作った $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の値より $5.9\text{\AA}$ の線は存在するものと考え、また Hanawalt 及び Pecora and Kerr の文獻においてもわたくしの得た値と同じ値を示している。また $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ は放射状のものとそうでないものがあり、顕微鏡下で一見したときには異なった物質かとも疑われるが、X線的方法によれば両者が同一物質であることが確認される。第7表には放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を主とする結石と、粒状の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を主とする結石とを比較した。後者には常に相當量の燐灰石を伴うのでその弱い線が出ているがその他の線についてはよく一致し両者が同一物質であることが確認された。

B. 尿酸カルシウム 2 水化物

尿酸 カルシウム 2 水化物 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は鑛物名で Weddellite と稱され、結晶系は正方晶系に屬し、101面よりなる四角重錐をなし薄片中では菱形あるいはそれに近い形に見える。結石の成分としては大きな結晶をなすもので屢々 1mm 前後の大きさに達し、わたくしの觀察した最大のものは薄片中で長さ 5mm の細長い断面の見られる結晶であつた。非晶質様物質の内部に成長した $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は比較的大きな結晶をなし、既存物質の外側に附着して晶出したものは細粒である。

顕微鏡下ではほとんど無色透明であるが時に褐灰色に汚濁し、果带状に不透明に近い物質を包有することがある。光學的性質は1軸正で、屈折率は $\omega=1.523$, $\varepsilon=1.544$, 複屈折は $\varepsilon-\omega=0.021$ (いづれも Prien and Frondel) である。普通の厚さの薄片では一般に一次の鮮かな干涉色を呈し、方向によつては白色あるいは灰色の干涉色も見られる。細長い断面を有するときの伸長方向は負であつて光學性と反對になつており、C軸に直角な方向に伸長することを示している。顕微鏡下では特有な菱形の断面と、その干涉色とによつて他の物質と明瞭に區別されるがときに $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ との區別の困難なことがある。 $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ との區別は $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が1軸であることにより、また屈折率の違いによつて行いうる。

尿路結石97例中45例に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が觀察され、そのうち11例は多量の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を含有している。なお $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は二次的に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に變化する

ことが多いので現在 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が見られなくても、結石生成途上に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を含有したことのある結石までを含めると、その例は更に多くなり全例の約 $\frac{2}{3}$ に達する。

$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の産状は次の3種に分類できるが、3種共に根本的な差異はなく、漸移することも多くこの分類は單に便宜上のものにすぎない。

1) 非晶質様物質のなかに比較的大きな自形結晶をなす。

この例は極めて多く1水化物 (Whewellite) に變化したもので加えると、檢した結石中の約半数に觀察され、そのほとんど全部が結石形成の最初の段階に見られ結石の成因上重要な産状である。このものは非晶質様物質が生成された後に (恐らくゲル状をなしていただろうと考えられる)、非晶質様物質の内部で晶出したものと推定される。推定の根據は、a) 結晶にはしばしば果帯構造が見られ(第16圖)、それによつて結晶の成長した方向が判るが、この産状の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は外方のみ成長したものでなく、結石の内方に向けても成長したことが知られること、b) 非晶質様物質内での $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 結晶の方位が不規則であつて、外方に向つてのみ成長する結晶にはこの様な不規則な方位は見られないこと、c) 結晶が非晶質様物質のなす縞を明瞭に切つて成長している例が多いこと(第5圖, 第17圖)、d) 非晶質様物質のなす縞をこの産状の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の多いものと少ないものあるいはないものについて比較すると、結晶の多く大きい程著しく亂れた縞をなしており、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の晶出に際して曲げられたと考えられること、等である。

2) 多数の結晶が樹枝状の集合をなし、外方に向つて粗な放射状をなす。

$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の晶出が更に續けば非晶質の輪廓を超えて外側に成長する。非晶質のものの内部で成長していたときには大きな結晶であつた $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ も成長が進んで非晶質様物質の外側に伸びるようになると、分岐を生じて一本の幹から多数の枝が出ているような形状、あるいは太い幹がなくて枝のみからなるような形状を呈して、各個の結晶は小さくなる。このとき側方に向うものは成長が止められ、外方に向くもののみが著しく成長して結石は粗い放射状の構造を呈する(第3圖, 第18圖)。

樹枝状集合體の幹に相當する結晶は常に負の伸長(伸長方向がX'と一致する)をなし、枝に相當する結晶も大體そのようであり、断面が常に細長いことと考え合わせると $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が1軸正の光學性を有し、正方晶系

と考えられていることに矛盾するようであり、結晶の成長の面からも興味ある点である

3) 既存物質を蔽つて薄膜状に粒状結晶集合體が存在する。

非晶質様物質あるいは $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ などの結晶質の表面に多数の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が生ずることも多い。このときは一般に間もなく成長が止つて、更にその上に非晶質様物質その他が沈着し、両者が互層関係を示す例が多い(第19圖)。

互層状の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ にはあるいはリーゼガング現象による後生的なものも含まれているかも知れないがまだ明らかでない。

この産物の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ も他の産物のものと同様に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に變化することが多いが、結石の最外層には未變化の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ がしばしば見られる。

$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の産物中構造上重要なものは以上の3種類であるが、その他結石内の空洞壁に柱状集合體をなし、あるいは他の結晶の間に少量混在するなどの例もある。

C. 尿酸カルシウム 1 水化物

尿酸 カルシウム 1 水化物 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ は礦物名で Whewellite と呼ばれる。単斜晶系に属し、放射状集合體あるいは大小の粒状をなし、ときには短柱状の断面をなして自形に近い形をなすこともある。

顕微鏡下で無色乃至淡褐色で多色性はほとんどないが複屈折が大きいので僅かに多色を有する如く見えることもある。光學的性質は2軸正で、 $\alpha=1.491$, $\beta=1.555$, $\gamma=1.650$, $2V=84^\circ$ (Prien and Frondol) である。

數次の干渉色を示し十字ニコル下で虹に似た色調を呈するが尿酸ほど高次ではない。しばしば双晶が見られ接合面を境として消光の位置を異にする。顕微鏡下では數次の干渉色を呈することから $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg NH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ などの複屈折の小さい物質とは明瞭に區別される。尿酸は $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ より更に複屈折が大であつて、高次の白色を呈するので區別することができ、屈折率も異つており、また一般には尿酸に著しい多色のあることから區別できる。Cystine とは屈折率、複屈折共に近くて區別が困難である。わたくしの檢した Cystine は結晶が撓曲しており放射状をなす様子も不規則であつたので區別できた。またC軸に直角な薄片では Cystine は一軸負であることが觀察され明確に區別される。

$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (Whewellite) は尿路結石中の大半に認

められ、わたくしの調べた97例では79例にこれが認められ、その中55例の結石は多量の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を含む。尿酸鹽結石中にはほとんど常に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が存在し $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を含んで $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を含まない例は僅かに1例のみであつた。

$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の結晶は放射状をなすものとそうでないものがあり、両者は一見物質が異なる如き感を与える程様子が違つているのでここに2分して記載するが、ときには両者のいずれとも區別できない層をなすこともある。

1) 放射状をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

針状結晶が核の周圍に密生して放射状を呈する。この時既成物質の表面全體が一個の核となつているときには表面を層状に蔽ひ晶出の進むにつれて球状その他平滑な表面を有する結石となる。既成物質の表面に數個あるいは多数の核が生じてその各々を中心放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が成長するときには、最初半球状の附着物となり更に成長の進むにつれて葡萄状を経て平滑な表面を有する結石となるがその途中で成長の止まつた結石も多い(第20, 21圖)。

放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ は既成物質の中に多数の核を中心にしてその周圍に放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が晶出し、不規則な集合體をなす。このとき薄片觀察ではあたかも放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を核としてその上に他種の物質が成長して結石を形成した如く見えることが多いが事實はその反對である。この現象は非晶質様物質内部に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の晶出するのと同様な現象であつて非晶質様物質のなす縞を亂し、かつしばしば縞を切つて成長している。結石の生成中に空洞のできた時も同様に空洞内への放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の成長が見られることがある。

放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の薄片を觀察するときに薄片の切斷方向が成長に直角あるいは直角に近いときには縫合状をなして集合する断面が見られる。このために中心を少しはずれた薄片では、縫合状構造の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 集合體を核として放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が成長した如き感を呈するが立體的に考えればこのような構造は存在しない(第22圖A及びB)。

放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の針状結晶の1個1個は必ずしも眞の針状ではなく、時に紡錘状あるいは錐状をなし、1個の結晶が相當の擴がりを持つことが多く縫合断面の見られるのもそのためである。

放射状をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 結晶は消光角が小さく常に負の伸長を示す。このことは成長が大體光學的彈性軸

Xに平行であることを示し、Xがb軸に一致するとすれば成長の方向はb軸の方向となり、Carr⁴⁾がX線的に出した結果と一致する。放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 中には紅色で多色の著しい物質が層状に挟まれることがあり注目されるが微量のため同定することができない。また酸性尿酸ナトリウムに似た物質も認められるが、明らかでない。

2) 放射状をなさない $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

a) $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 中に含まれ、あるいは $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 後の假像をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

これは大部分の蓚酸鹽結石中に含まれ、その集合體の輪廓および産状はほとんど $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ と同一である。ただ $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の核となつてゐることはなく、常に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に變化した後に放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が成長している (第23圖)。これの産状および $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 後の假像であると推定した根據については後に記す。

b) 柱状断面を示す $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (第15圖)。

放射状をなさない $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の大部分は $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ から變つたことが明瞭なものであるが稀には $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の輪廓を示さず自形に近い形の柱状結晶をなすものがある。このものの一部は假像をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の輪廓を超えて成長したものであるが一部にはまだ産状の不明なものもある。

この産状の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ は少くともその晶出の末期においては一次的に結晶したものと考えられ、同じ様に一次的な $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ である放射状のものとの成因の區別が問題になるが、この産状が少数例であり十分調べていないので現在確實なことはなにも言えない。結晶の一般的性質から考えて徐々に晶出した $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ は放射状をなさないのではないかと考えている。

柱状をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の伸長方向は双晶面と平行であり、消光角は放射状のものに比して大きく一般に正である。

c) 微粒結晶をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

薄片観察に際してその光學的性質を十分明かにすることができない程ごく微粒の物質が見られることがある。その中には複屈折の殆んど認められないものもあるが、相當複屈折の著しいものがあり、後者は一應 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ であると考えている。

微粒でしかも結石中の含有量の少い物質についての同定法はまだ知られていないが、このものが假像をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に漸移している例があり、結石成分として

の蓚酸鹽、磷酸鹽には $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ のほか複屈折の著しい物質がないので假に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ としているのであつて、あるいはその一部は方解石、Aragonite などの炭酸鹽かとも疑つてゐる。

微粒をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ は蓚酸鹽結石の核をなす非晶質様物質中および $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 結石の非晶質様物質中に少量ではあるがしばしば觀察される。ゲル状の非晶質物質中に一次的に混在し、あるいは一部交代して生じたものであろう。

a, b, c の3種の構造中、結石中の頻度および含有量から考えればaの假像をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が大部分であつて、放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が一次的なものであるに反してそうでない $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の大部分は二次的なものであるといふことができる。

なおこの報告においては $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は産状によつて類別し、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ は構造によつて類別したので次に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の類似の如く産状によつて類別しておく。

- 1) 非晶質の内部で成長したもの……假像柱状、放射状。
 - 2) 結石外方に向う放射状をなすもの……放射状、假像。
 - 3) 薄膜状をなすもの……微粒状、放射状、假像。
- D. 非晶質様物質

蓚酸鹽結石を偏光顯微鏡で觀察したときには、常に多少の非晶質あるいはこれに近く見える物質が存在する。

薄片での色は無色、灰色、淡褐色あるいは不透明であつて、多くの場合これらの色調が共心の縞模様をなしている。

形と光學的性質とを利用しての同定法である偏光顯微鏡觀察からはこのものがなんであるかは決定できない。X線粉末寫眞法によれば常に磷灰石の線が認められ、非晶質様物質中の相當部分が磷灰石であることが知られるが、他の物質を含むかどうかは判らない。私は顯微鏡觀察を主にしたので磷灰石の存在を知りながら、なお非晶質様物質と呼ぶことにしているが、これは Prien and Frondel あるいは Carr 等の云ふ磷灰石 (Apatite) と同一物と考えられる。

非晶質物質は殆んどすべての結石中に含有され、しかも生成の最初の段階を示すものが多く、ことに蓚酸鹽結石においてはその成因を考究する上に極めて重要な存在でありながら、現在では疑問のみが多くて確實なことは何もない。今後の參考として次にその疑問點を記してお

きたい。

1) 非晶質様物質の總てを同一視してよいかどうか判らない。多數の結石の非晶質様物質の色調および構造が大體等しいことと、X線的に今迄同じ結果を得ていることから特別異様なものを除いて大部分は同一物と豫想してはいるが確實でない。

2) 非晶質様物質が最初から磷酸鹽等の無機物として生成されたか、脂肪蛋白質その他の有機物が無機物によつて置換されたものか明かでない。私は恐らくゲル状の磷酸鹽に相當量の不純物(有機物および無機物)を混入したものが最初の状態であつたと推察しているが確實な證據はない。

3) 非晶質様物質中に見られる共心の縞模様が成長過程の條件の變化に伴う年輪的なものか、あるいは膠状體にしばしば見られるリーゼガング環の如く後生的なものか不明である。

4) 非晶質様物質の生成には核の存在が必要であるかどうか判らない。薄片の觀察によれば稀に核として一般の非晶質様物質とは性質を異にする非晶質が存在することもあるが、大部分の薄片には核は見られない、しかし薄片中に認められないからと云つてただちに核の存在を否定することはできず疑問のまま残つてゐる。

この様に疑問が多いが、次の2點はわたくしの成長解釋の基礎となつてゐる。

1) 微少の核があつたかどうかは別として、大部分の結石の生成の最初の段階は非晶質物質の形成である。

2) 非晶質様物質は生成當初は剛性の小さな物質であつた。非晶質様物質のなす共心縞模様は一般に波状を呈し、生成當初からの剛體とは考えにくく、またその中から $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ や時には $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が晶出することや、晶出に際して著しく縞模様が亂されていることから考えて、少くとも生成の當初はゲル状物質であつたと推定している。

E. 非晶質様物質内に晶出した尿酸カルシウム

非晶質様物質中にはしばしば尿酸カルシウムの結晶が含まれているが、そのうちには非晶質様物質が析出した後にその内部に晶出したものがある、非晶質様物質の主成分は磷酸灰であつて析出當初はゲル状あるいはゲルに近い不完全な結晶をなしているが、その中の石灰分が尿中の尿酸分と反應して尿酸カルシウムを生じ、あるいは尿中の尿酸カルシウムがゲル状物内に散點する核を中心に結晶したものと考えられる。この様にして出來た尿酸カルシウムの結晶の多くは $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ あるいはその

假像をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ であるが、放射狀の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ も見られる。放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の核としては大部分が假像をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ である。

これらの結晶の特徴は次の諸點である。

1) 全方向に成長の自由度を持つて晶出している。個體の表面に結晶が生じるときには成長は外方へのみ自由度を有し、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は第24圖aの如く、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ はcのようになるが、ゲル狀物は結晶を内部に保持することはできてもその成長をさまたげるものがないため、結晶は第24圖b, dの如く全方向に成長することができる。このため $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は結石の内方に向つても(外方に對してより弱くはあるが)成長した様子が、その果帶構造から觀察され、放射狀の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ では結晶は球狀をなす。

第24圖 尿酸カルシウム結石の成長模型圖

2) 一般に多數の核が無秩序に存在するためそれに應じた結晶の散點となる。 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は多數の菱形斷面(實際には封筒狀結晶)が互に不規則な方位で散點し(第16圖, 第17圖), 放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ は多數の小球あるいはその連續したものとなつてゐる(第13圖, 第20圖, 第21圖)。

3) 非晶質様物質の縞は結晶により切られ、著しく曲げられてゐる。非晶質様物質は成分(或は不純物)の相異による縞模様を有しているが、縞ができたのちに内部に多數の大きな結晶ができたため、その縞は著しく曲げられており、又結晶によつて切られてゐる(第5圖, 第17圖)。

尿酸カルシウム結晶にはa, cのような産狀のものと共にb, dのような非晶質様物質内部で晶出したものが多いことは結石の形成を考究する上に重要なことであり構造上から言えば内部のものほど早期にできたとのみ言えないこととなり、固化の點からはこのような結晶の生成のために結石が固くなることもある點は注目すべきであらう。

リーゼガング環に相當する縞模様についてはまだその

存否が明かでないが、その存在が全く否定されるまで一應リーゼガング環のことも考慮に入れて置かねばならぬと考えている。

F. Whewellitization

既述の如く 2 種の蓚酸カルシウムは組成についても産状についても類似点が多く、1 個の結石中にも共存するので両者になんらかの特別な関係があるという疑はしばしば述べられてきた。例えば Jensen は $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の脱水によつて $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が生ずると述べ、Randall も 2 水化物が變化して 1 水化物を生じたものと考えている。しかし一方においてはこれに反對する説もあり、例えば Prien and Frondel は Jensen の説に詳細な反論を述べ、關村¹⁰⁾ も兩種の結晶がおのおの獨立に晶出したものとしている。この様に今迄の文獻には定説がなかったが、今回の研究によつてこの点についての事情を明瞭にすることができた。

わたくしの觀察の結果、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ には 2 水化物から變化したものもあり、液から直接に晶出したものもあつて上記の文獻の所説はいずれもその一面のみから極端な結論を導いていることが明らかになった。以下これについて詳しく論じたい。

まずわたくしの結論を簡単にまとめると次の如くである。

- 1) 液が $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を晶出する条件にあるときには $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が晶出する。
- 2) 液が $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を晶出する条件になつたときには、まず既成結石中にある 2 水化物が 1 水化物に變化し、その後に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の晶出が起る。
- 3) 結石生成の一般過程としては、まず $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が晶出し、次で 2) の条件になるが、この兩條件は 1 個の結石の生成中にしばしば繰返され、時にはこの兩條件の繰返しが相次いで起り、1 水化物に變化しながら 2 水化物が成長して行くこともある。

わたくしは上記の 2) の現象を Whewellitization と呼んでいる。Whewellitization とは Whewellite ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の礦物名) のできる現象で、その第 1 段階は 2 水化物の 1 水化物への變化による 2 水化物 (礦物名 Weddellite) 後の假像 (Pseudomorph after Weddellite) をなす 1 水化物生成であり、第 2 段階は假像をなす 1 水化物がもとの 2 水化物結晶の輪廓を超えて成長することおよび微細結晶をなす 1 水化物の生成であり、第 3 段階は放射狀 1 水化物の晶出である。

Whewellitization の程度により、第 1 段階に止ると

きもあり、第 2 段階にまであるいは第 3 段階まで進むことがある。これらの關係から蓚酸鹽結石を表 8 の如く分類することができるが、Whewellitization はしばしば繰返され、そのたびごとにその強さはいくぶん異なるので結石全體についての分類としては表 8 に示す 3 種以上に詳しく分けることはできない。

第 8 表
Whewellitization の分類

わたくしの觀察した尿路結石中に 1) は殆んどなく、2) および 3) は略々同數で、稍々 3) が多い。強 Whewellite 化結石中に 2 水化物が存在するのは外液から絶縁された内部に残存するものおよび最外層に新しく晶出しまだ Whewellitization を受けてない水化物が存在するためである。

以上の如きわたくしの考えの根據を次に示すが、まず假像をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の存在については次の如くである。

1) $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の單結晶と $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の粒狀結晶集合體とが全く同様の形狀をなすことが多く、結石構造上の位置も大體等しい。1 水化物の集合體には直線的な輪廓で圍まれ、たとえ 2 水化物の存在がなくてもなにかの假像と推定せざるを得ないものがあるが、これらの形は全く 2 水化物のそれと同様であつて薄片で菱形あるいは卒塔婆狀の斷面を示すので、これが 2 水化物の假像であることが明かである (第 7 圖, 第 11 圖, 第 23 圖)。一方 2 水化物は自形を呈し、また一點を中心にした果帶構造を示すことが多く、一次的な結晶であることが知られる (第 16 圖)。

2) 1 つの菱形 (あるいは卒塔婆狀) 斷面内に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ と $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ とが共存する例が多く、その量比に連續的の變化が見られる (第 5 圖, 第 25 圖 A, B, 第 26 圖 A, B, 第 27 圖 A, B)。このとき $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の集合體は結晶學の方位が一定していないが、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は數カ所に分れていても同一菱形斷面内では方位が一定している。

次にこの假像の形成が單なる脱水ではなく $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot$

H₂Oを晶出し得る条件において行つたことは次の事實から知られる。

3) $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ には、2水化物後の假像をなす場合を含めて、容積の減少による空隙と思われるものが認められない。

4) 同一菱形断面内に2水化物と1水化物とが共存するときには1水化物はその輪廓外に突出していることはないが、2水化物がなく1水化物のみのものでは結晶はしばしば菱形断面の外側へ突出し、1水化物は自形を呈する。また、このとき假像部の1水化物と新たに晶出した水化物とは結晶學的に連絡し、境界は見られず、假像の形成から輪廓外への成長の變化が連続的であることを示している(第7圖, 第9圖, 第15圖, 第19圖)。

このことは假像の生成と新しい晶出とが同一条件で引續いて行われたことを示し、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が晶出条件になつたときにはまず成分交換の可能な範囲内で $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に變化し、引續いて $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の晶出が起ることを示している。

更に Whewellitization の最後の段階が放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の晶出であることは次の點から知られる。

5) 放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ は2水化物とは全く違つた形狀を有し、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の多い結石は放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ は少く、放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の多いものは $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は少い。ことに假像をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が存在せずに、放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ と未變化の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ とが共存する例は殆んどない。また放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の存在する結石の多くは假像をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が假像の輪廓外へ成長している。

これらの諸點を総合的に説明するものが、Whewellitization の考えである。文獻のうちでも顯微鏡的觀察を主とした Randall は假像の存在を認めており、粉末法によつても Jensen は脱水によつて2水鹽が1水鹽に變化することを認めているが、その機構を十分明らかにすることができなかつたため、最近の報告においても Prien and Frondel あるいは關村の如く2種の水化物がおのおの獨立に生成されたと考える説も行われている。これらのうち特にこの問題を詳細に論じた Jensen の報告とそれに反論を加えた Prien and Frondel の報告を述べて批判を行いたい。

Jensen は一次的に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が生じ、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ は二次的なものと考えた。その理由としては1) 結石表面に新しく晶出した蓆酸鹽の結晶は2水化物であり1水化物よりなる表面は汚れている、2) 大結石の表層

には1水化物が多く、1水化物層の内部に2水化物の層は見られない、この2つの構造的な觀察と、3) 水溶液のなかでは $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の結晶の方が易溶であつて飽和濃度が高く、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が晶出するより前に難溶の2水化物が晶出することを擧げている。

これに對し Prien and Frondel は、1) 結石の表面に2水化物が多くて内部に1水化物の多いこと、2) 2水化物と1水化物との境は明瞭であつて漸移帯のないこと、また5年経過しても2水化物が1水化物に變化しなかつたこと、3) 1水化物には容積減少を示す空隙がなく、放射狀1水化物は2水化物とは全く異なつた外觀を示すこと、4) 2水化物を中心にして放射狀1水化物が晶出している例のあること、を理由として Jensen の説に反對している。

これ等の所説には私の觀察と相反することが多い。例えば Prien and Frondel が漸移帯の存在を否定し、放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の核として2水化物の存在を報告していることは私の觀察結果からはとうてい首肯できない所である。漸移帯の存在は私の理由の第2に述べた所で(第5圖, 第25圖A,B, 第26圖A,B)によつても明らかである。また放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の核も多數觀察したが1例も $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を認めることができなかった。反對に菱形断面を有する $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を核とする例は非常に多い(第11圖, 第23圖, 第28圖)。彼等は双眼顯微鏡で觀察したのであるから極く小さい結晶をなす物質の同定が不確實であつて、恐らく假像をなす1水化物を2水化物と見誤つたものであろう。Jensen においてもその第1項は確實な事實とは云えず、第2項の後半も事實に反する。これ等の項を除けば、擧げられた諸點は大體において正しく、しかもこれ等の點以外は私の Whewellitization を肯定する材料である。

Jensen の擧げた大結石の表層に1水化物の多いことは一般的に言えば正しく、大結石をなすためには著しい病變が起るのが普通であり、その時には Whewellitization も著しく放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が晶出する。しかしこれは一般的傾向にすぎず確定的な事實ではない。反對に Prien and Frondel の第1項の結石の表面に2水化物が多いことも一般的に正しく、これは内部にあるもの程長期間液中に存在したために Whewellitization を受ける機会が多く、最外層のものは Whewellitization を受けないままに取出された可能性が多いためと考えられる。

1水化物に容積の減少を示す空隙がないことも一般的

第1圖 尿路結石中の物質のX線粉末写真

(1) Whewellite
 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

(2) Weddellite
 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

(3) Apatite
 $\text{Ca}_{10} (\text{PO}_4)_6 (\text{OH})_2$

(4) Strunite
 $\text{MgNH}_4 \text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

(5) Brushite
 $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

(6) 尿酸

(7) チスチン

第 2 圖

A

第1例 N 111 結石

- A. 全 景
- B. X線單純撮影像及び切斷部位
- C. 薄片全景

B

C

第 4 圖

A

第2例 N 112 結石

- A. 全 景
- B. X線單純撮影像及び切斷部位
- C. 薄片全景 (向つて右端は薄片作製時生ぜし欠損あり)

B

C

第 6 圖

第3例 N 66 結石

- A. 全 景
- B. X線單純撮影像及び切斷部位
- C. 薄片全景

第 8 圖

第4例 N 58 結石

- A. 全 景
- B. X線單純撮影像及び切斷部位
- C. 薄片全景

第 10 圖

A

第 5 例 N 163 結石

- A. 全 景
- B. X 線單純撮影像及び切斷部位
- C. 薄片全景 (B圖 a の部位)

B

C

第 12 圖

A

B

T

第 6 例 N 121 結石

- A. 全 景
- B. X 線單純撮影像及び切斷部位
- C. 薄片全景 (B圖 a の部位)

C

第 14 圖

A

第 1 例 U 83 結石

A. 全 景

B. X線單純撮影像及び切斷部位

C. 薄片全景 (右上方に薄片作製時の
の缺損部が見られる)

B

C

第 3 圖 ×50

樹枝狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 結晶. 向つて左上方の暗黒部は薄片外である (十字ニコル).

第 5 圖 ×50

層狀をなす非晶質様物質を鋭く切つて $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が晶出し, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の一部は $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に變化している.

第 7 圖 ×50

← $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の結晶集合體が菱形斷面を有し $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の輪廓外への成長は見られない。

第 9 圖 ×40

→ 非晶質様物質内に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が層狀をなして狭まれ寫眞中央にみられる $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 結晶は $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ であつたものが $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に變化し、更にこれが菱形斷面の輪廓外へ成長したものである(十字ニコル)。

第 11 圖 ×40

← 菱形斷面を有する $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が散點しそれらを包んで放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が成長している。

第 13 圖 ×50

→ 左端に核部をなす暗色非晶様物質が見え、これを包んで放射狀 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が晶出し、更に中心部と同様の非晶様物質があり、その外側に再び $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の放射狀結晶が成長している。

第 16 圖 ×50

自形を呈する $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 結晶で非晶質様物質内（黒色部）に晶出し明らかな累帯構造が観察され、これより結晶が全ての方向に向つて生長し、その生長の量は外方（圖の左方）に向う方向に稍々大である。

第 18 圖 ×40

非晶質様物質外に成長した $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 結晶で、側方に向うものはその成長が止められ外方に向うもののみ著しい成長を示している。

←

第 15 圖 ×100

柱狀斷面を有する $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 結晶. もと假像をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ であつたものが更に Whewellitization をうけて成長し1個1個の結晶は晶出の容易な方向に伸びて柱狀をなしたものと思われる。

→

第 17 圖 ×40

非晶質様物質内に晶出した $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が非晶質様物質のなす縞を明瞭に切つて成長しており、且つ累帯構造が明瞭に認められる。

←

→

第 19 圖 ×40

← 非晶質様物質と互層をなして晶出した $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 結晶, この結晶は晶出後 Whewellitization をうけて $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に變化している (十字ニコル).

第 20 圖 ×40

→ 假像をなす $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の處々を核として半球状をなし放射状同心層状に $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が成長している. この成長が続けば第21圖に示す如く各半球は連続して平らな表面となる (十字ニコル).

第 21 圖 ×40

← 第20圖に示した如き半球状の放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 結晶の成長が続いて互に半球が連続し平らな表面を示している.

第 22 圖 A ×40

→ 放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が縫合状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を核として晶出した如く見えるが, この薄片は中心を外れて切断されており, そのため中心部が縫合状をなして観察されるので実際にはこの様な構造は存在しない.

第 23 圖 ×40

$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が完全に粒状の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に変化しこれを核として放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が成長している。

第 25 圖 B ×40

第25圖 A の十字ニコル下の寫眞。

第 22 圖 B ×40

A 圖の十字ニコル下の寫眞。1 個 1 個の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の放射状結晶が明らかに見られる。

第 25 圖 A ×40

菱形斷面を有する $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 結晶が Whewellitization をうけ一部 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の粒状結晶に変化し、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 結晶は $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ のなす菱形輪廓外へは成長していない。

第26圖 A ×40

Whewellitization $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 結晶の示す累帯構造に明確に中絶されている。

第 26 圖 B' ×40

第26圖Aの十字ニコル寫眞, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が同一菱形断面内では一定の結晶學的方位を有することが示されている。

第 27 圖 A ×40

$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 結晶は Whewellitization をうけ $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 結晶に變化している。

第 27 圖 B ×40

第27圖Aの十字ニコル寫眞。

第 28 圖 ×50

菱形断面を有する $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 粒状集合體 ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 後の假像) を核として放射状 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が始め半球狀に續いて層狀に成長している。

な事実でありこれについては前に述べた、放射状 1 水化物が 2 水化物と全く異なつた外觀を示して 2 水化物から變化したものと考えられないという Prien and Frondel の考えは私も賛成する所である。

Jensen が化學實驗を行なつたことは敬服すべきであつて、私はまだ化學的考察を行なつていないが今後この方面からの研究は必要と思われる。しかし事實として 1 水化物が存在する以上、1 水化物を晶出しうる條件の存在することは否定できない。これはわたくしの如く 2 水化物を晶出する條件と 1 水化物を晶出する條件とは異なつてはいるが、いずれも結石生成中に起るものであると考えるべきであらう。わたくしは 1 水化物の生成される條件は 2 水化物晶出の條件に比して一層病的であつて、病變の起つた後に生起し、病變の程度によつて兩條件が繰返されると考えているが、この點には確實な根據はない。

Jensen および Prien and Frondel その他文獻に記載の説の大部分は、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 全體を一次的か二次的かに決定しようとし、二次的のものがあれば全體を二次的と考え、二次的と考えられない 1 水化物があれば全體を一次的と考えている。私の意見は $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ には二次的なものも一次的なものもある、すなわち $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ から變化したものもあり、液から直接に晶出したものもあるというのであつて、この兩者を Whewellitiza-

tion の考えによつて統一したものである。

G. 結石生成過程の考察

前項迄に記述した諸事項より、わたくしは尿酸鹽結石の一般的生成過程を次の如く推定している。

1) 尿酸鹽結石の生成は、非晶質様物質の形成から始る。この形成に際して核が存在したことを明瞭に示す例もあるが、大多數の薄片では核の存在は認められず、非晶質様物質の形成に核が必要か否かは不明である。

2) 非晶質様物質については不明な點が多いが、恐らく大部分はゲル狀の磷灰石として形成され、その中に炭酸カルシウムその他の無機物及び有機物を混在したものであらう。多くの場合は磷灰石の結晶質化及び内部への尿酸カルシウムの晶出によつて固化される。

3) 最初にできる結晶は $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ で非晶質様物質の内部にも晶出し、外側にも成長する。

4) 次の段階は $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の Whewellitization であつて、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の粒狀結晶を生じる。

5) Whewellitization が著しいときは一次的の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 結晶ができ、多くの場合は放射狀を呈する。

6) 之等の諸段階が繰返されて 1 個の尿酸鹽結石ができる。

(文獻は第 3 編にゆずる)