走査電子顕微鏡による唾石の観察

倉地 洋一・松本 英彦・南雲 正男
榎 本 昭 二・滝 口 励 司*

Scanning electron microscopic study of the salivary calculi

Yoichi KURACHI・Hidehiko MATHUMOTO・Masao NAGUMO
Shoji ENOMOTO・Reiji TAKIGUCHI*

緒 言

唾石症は、唾液腺あるいはその導管の中に結石形成を伴う疾患で、臨床的には食物摂取時の腫脹と唾仙痛が特徴的な症状である。唾石の成因については、今まで種々の方法で検索がなされてきたが、いまだ明確な結論を出すに至っていないようである。唾石の構造に関する形態学的な面からの検索として、偏光、金属、光学顕微鏡による観察がなされている^{1,2)}。最近では電子顕微鏡による観察³⁾も行われているが、走査電子顕微鏡を用いての詳細な観察⁴⁻⁶⁾は少ないようである。今回われわれは、顎下腺管内唾石7症例について、剖面ならびに表面構造を走査電子顕微鏡を用いて観察し、あわせて同一唾石についてエネルギー分散型X線分析計による元素分析を行い、唾石の成因に関する若干の知見が得られたので、その概要を報告する。

研究材料および方法

1. 観察症例

観察した唾石は、表1のごとく昭和大学歯科病院第2口腔外科で経験した7症例であり、すべて顎下腺ワルトン管内のもので、大きさは直径1mm前後から、最大径8mmであった。

表 1 観察症例

症例	年齢	性	部 位	大きさ	剖面， 核の有無
1	36	男	左顎下腺管内	6×5×5mm	1核
2	52	女	右顎下腺管内	3×2×3mm	無
3	22	女	左顎下腺管内	8×6×6mm	2核
4	52	女	右顎下腺管内	7×7×5mm	1核
5	42	男	左顎下腺管内	5×6×5mm	1核
6	46	女	左顎下腺管内	φ1mm 以下 20数個	無
7	8	女	左顎下腺管内	2×2×2mm	無

2. 観察方法

ワルトン管内より摘出した唾石は、2.5% glutar aldehyde 溶液（リン酸緩衝液 pH 7.4）で3時間固定、4% NaOCl 溶液中に10分間浸漬して軟組織を可及的に除去し、蒸留水にて洗浄後、アルコール系列にて脱水、凍結割断し、自然乾燥、カーボン蒸着し、日立X560型微小部走査X線分析装置に、Kevex 7000型エネルギー分散型X線分析装置を取りつけた装置を使用して、走査電顕像を観察し、同時に点分析法により含有元素の特性X線を検出した。また、一部の試料は、臨界点乾燥、白金蒸着後、明石 MSM 102 型走査電子顕微鏡にて観察した。

観 察 所 見

1. 剖面構造

剖面構造で、中心に核様構造を有する症例が7例中4例（症例1，3，4，5）で、他の3例には核様構造がみられなかった。症例3は2核を有していた（図1）。核を有する症例の剖面像は、全体としては同心円状の層状構造を示し、次の3つの部分に分けることができる。すなわち、中心核部、層状構造部、最表層部である（図2）。

昭和大学歯学部第2口腔外科学教室（主任：榎本昭二教授）
* 昭和大学歯学部第1口腔解剖学教室（主任：滝口励司教授）
The Second Department of Oral Surgery, School of Dentistry, Showa University (Chief: Prof. Shoji Enomoto)
* The First Department of Oral Anatomy, School of Dentistry, Showa University (Chief: Prof. Reiji Takiguchi)
受付日：昭和55年4月24日

図 1 2核を有する唾石の断面像 (×10)

図 2 断面の全体像 (×20)

中心核の断面像は多様であるが、一般には均質な塊状緻密な物質でしめられており、直径 1μ 前後の球形の顆粒状構造が多数融合し、大きさ不定の顆粒塊を形成していた(図3, 4)。針状結晶様構造が集合している像も観察された。また、一部の症例では球形の有機物質を思わせる像や、桿状構造を呈する像も観察された(図5, 6)。

中心核の辺縁では、わずかな空隙が認められ、その外層は層状構造物でとり囲まれていた。各層は一樣ではないが、その厚さはほぼ一定の幅で中心核をとりまいていた(図7)。層状構造を強拡大で見ると、直径 1μ 前後の小顆粒が密に融合して層板を形成しており、各層の間には間隙が認められた。切断面では、小顆粒が密に融合した部分と粗な顆粒部分とが交互に配列していた(図

図 3 中心核部 (×3,000)

図 4 中心核部 (×3,000)

8)。

層状構造部の外層は無構造で(図9)、強拡大で見ると多くは顆粒状結晶、板状結晶等の均質、緻密な像を示していた(図10)。

中心核が認められない唾石断面は、小顆粒状や針状の結晶様構造物が比較的均質に、放射状や渦巻状に配列した像が観察された(図11)。また一部の症例では、桿状、糸状構造物が網目状に配列した像が観察された(図12)。

図 5 中心核の剖面構造 ($\times 2,000$) 図 6 中心核の剖面像 ($\times 1,100$) 図 7 層状構造部 ($\times 300$) 図 8 図 7 の拡大像 ($\times 2,000$) 図 9 剖面像、層状構造部の外層は無構造に見える ($\times 20$)

2. 表面構造

唾石の表面構造は粗な顆粒状を呈しており、顆粒は大きさ $5 \sim 10 \mu$ の比較的輪郭が明瞭なものから、融合して大きな塊を形成しているものまで種々であった。多くは表面に凹凸があり、小さな顆粒が成長し、あるいは融合していく過程と思わせる像を示していた(図13, 14)。また、一部では有機物と思わせる糸状構造物が観察された。

図 10 無構造部の拡大 (×2,000)

図 12 図11の一部強拡大像 (×6,000)

図 11 核構造のない症例の断面像 (×2,000)

図 13 表面構造 (×200)

3. X線マイクロアナライザーによる元素分析結果

中心核部の元素分析の結果では、Ca, P が全例に検出され、多くの症例にSも検出された(図15)。

層状構造部の元素分析結果では、中心部とはほぼ同様にCa, P が大部分をしめていた(図16)。

表面の元素分析結果では、Ca, P, S を主体に、Mg, Si, Cl, Zn, Cu 等の各種多様な元素が検出された(図17)。

考 察

唾石症は、日常臨床でしばしば遭遇する疾患であり、好発部位は顎下腺および顎下腺管で、耳下腺、舌下腺での発生は少ないようである⁷⁾。これは唾液腺の解剖学的形態と唾液の性状によるものとされている⁴⁾。すなわち、舌下腺は排出管が短く、唾液が停滞しにくいと考えられ、耳下腺は漿液腺であることから唾石ができにくい

図 14: 図13の拡大像 ($\times 2,000$)

図 16 層状構造部のX線マイクロアナライザーの結果

図 15 中心核部のX線マイクロアナライザーの結果

図 17 表面のX線マイクロアナライザーの結果

と考えられる。顎下腺に結石形成が多い理由として、1) 顎下腺の排出管は耳下腺の排出管に比べて長いこと、2) 顎下腺の唾液排出は重力に逆らって下方から上方になること、3) 顎下腺由来の唾液はアルカリ性が高いこと、4) 顎下腺には粘液腺成分が多いことなどがあげられている⁴⁾。今回のわれわれの観察症例もすべて顎下腺ワルトン管内のものであった。

唾石の成因について今日まで種々な方法¹⁻¹⁸⁾で検索されてきたが、いまだ確定した結論を得るに至っていない。構造に関する形態学的方面の検索として、偏光¹⁾、

金属、光学顕微鏡²⁾による観察や電子顕微鏡による超微細構造の観察^{3-6, 19, 20)}も行われているが、成因を解明するに至っていない。

今回われわれは走査電子顕微鏡を用いて、唾石の断面、および表面の微細構造を観察したが、その断面像では、ほぼ中央部に核様構造を持つ症例が4例で、核様構造のないものが3例であった。向山¹⁸⁾は唾石には必ず1個の核が存在し、その位置は中央部ではなく偏在していると報告し、多くの報告者も大部分の症例に核様構造を認めている。われわれの症例では、直径3mm以下の小さな唾石には核様構造が認められておらず、一定の大きさ以上に成長しないと核様構造は生じないと思われる

る。核様構造を示す症例の剖面は、全体として同心円状の層状構造を示しており、大きく中心核部、層状構造部、最表層部に区別することができる。中心核の構造の多くは、均質な塊状緻密な物質であったが、直径1 μ 前後の顆粒状結晶の融合や針状結晶構造もみられ、多様な像を呈していた。このような所見は平出ら⁴⁾、川端ら⁵⁾、森永ら¹⁹⁾、松本ら²⁰⁾も報告している。中心核の中に細菌を思わせる糸状、桿状構造物や、線維性の有機物を思わせる像が観察されたが、これらの物質が核形成の一因となり、そこにCa、Pの沈着が起こり、さらにその周囲にCa、Pを主体とした顆粒状物質が沈着、融合し、唾石が増大していくものと推測される。

中心核の外層には、核をとりまいて同心円状の層状構造がみられたが、この構造は樹木の年輪を思わせるような配列を示している。各層板の厚さは全体的にはほぼ一定の幅を持っているが、おのおのの層板の厚さは多少異なっており、唾石の成長過程が一樣でないことを示しているものと思われた。層状構造部を強拡大で観察すると、直径1 μ 前後の小顆粒が密に融合した部分と、粗な顆粒部分とが交互に配列して、層状構造を形成しているようにみられた。この層板構造について梶山²⁾は、石灰化度の低い部分と高い部分により、交互に構築されて層状を形成するものと述べている。

中心核のない唾石の剖面構造は、比較的均質な小顆粒状結晶の集合で、一部に桿状、糸状構造物がみられ、中心核の剖面構造と類似しており、唾石が初期のもので、さらに唾石が成長すれば、中心核になる可能性があるものと思われた。

表面構造は平出ら⁴⁾、森永ら¹⁹⁾の所見と同様に、粗な顆粒状を呈しており、顆粒の大きさは種々で、表面の状態もさまざまであった。多くは表面に小さな凹凸がみられ、顆粒の接している周辺部位から沈着が繰り返行われて、顆粒が成長し、あるいは融合していく過程を思わせる像を呈していた。

唾石の化学組成は無機質が80%内外をしめ、その主体はリン酸カルシウム(70%)と、炭酸カルシウム(10%)で微量の金属も含み、有機質としてはムコ多糖類、尿酸、コレステリン、キサンチンなどを含んでいる²¹⁾といわれている。今回のX線マイクロアナライザーの元素分析結果では、Ca、Pが主体に検出され、その分布はほぼ均一であった。多くの症例にSも検出されている。表面では、Mg、Si、Cl、Zn、Cu等の各種多数の元素が検出されており、唾石表面に付着した物質によるものと思われる。今後これらの元素の定量分析を行えば、さらに唾石の化学組成が解明されるものと思われる。

無機質の結晶構造については、以前よりX線回折、赤外線分析および熱分析などの方法により分析されており、岡田^{13,14)}、梶山²⁾、Blattら²²⁾はX線回折の結果から、結晶成分はほとんどhydroxyapatiteであると報告して

いる。しかし、結晶成分に関しては、中村²³⁾、吉岡¹⁰⁾のtricalciumphosphate、Jensenら¹¹⁾のwhitelockite、福田¹⁵⁾および金沢ら²⁴⁾のhydroxapatiteとwhitelockite、の両方が含まれるとする報告など一致していない。これはおもに唾石の結晶性の低さからくる解析の困難さが原因⁹⁾と考えられている。

金沢ら²⁴⁾は有機質組成を検討し、顎下腺唾液の蛋白組成がprolineに富む特徴的なパターンを示すのに対し、唾石ではprolineは少なく、glutamic acidやasparaginic acidなどの酸性アミノ酸が多い特徴を示しており、唾液中の蛋白質の特定成分が、唾石構成に関与しているとの興味ある報告をしている。

唾石の成因に関しては、炎症説、異物説、細菌説、外傷説、体質説、内分泌説、唾液貯留説などの原因が考えられているが、定説はないようである^{4,25)}。池田²⁶⁾は炎症が第一次の原因であると述べ、炎症の結果組織の浮腫、上皮細胞の剥脱ならびにこれに伴い有機物の沈着をきたし、石灰塩類の沈殿を起こすためと述べている。石川²¹⁾は分泌液のコロイド溶液状態に異常が起こり、無機質が析出してくるもので、唾液の化学的性状の変化、唾液の停滞、局所の炎症などが原因となると述べている。一般には、核芯となるべき固形物体の存在と、炎症による唾液の性状の変化の二元説が支持されているようである⁴⁾。Pratt²⁷⁾によれば、歯ブラシの毛、松葉、草葉、小麦の穂、魚骨、爪などを異物として報告している。今回観察した症例では、細菌を思わせる構造物や、線維性の有機物を思わせる像が観察されており、これらが核形成の一因となり、そこにCa、Pの沈着が起こり、さらにその周囲にCa、Pを主体とした顆粒状物質が沈着、融合し、唾石が増大していったものと推測される過程が、形態的に観察された。今後さらに症例を追加して検索する必要があると思われる。

結 語

顎下腺ワルトン管内から摘出した唾石7症例について、走査電子顕微鏡を用いて剖面ならびに表面の構造を観察し、あわせて同一唾石について、エネルギー分散型X線分析計による元素分析を行い、次のような結果を得た。

1. 唾石剖面では核様構造を有する症例4例で、全体的に層状構造をなし、中心核部、層状構造部、最表層部に区別することができた。
2. 中心核部には細菌を思わせるような、糸状構造物や線維性の有機物を思わせる像が観察され、これらが核形成の一因になるものと推測された。
3. 表面構造は粗な顆粒状を呈し、小さな顆粒が成長し、あるいは融合していく過程を思わせる像を示していた。

4. X線マイクロアナライザーの元素分析結果では, Ca, P が主体に検出され, その分布はほぼ均一であった.

本論文の要旨の一部は, 第33回日本口腔科学会総会において発表した.

引用文献

- 1) 原田 一: 偏光顕微鏡による唾石の光学的研究. 歯科月報 19: 581 1939.
- 2) 梶山 稔: 唾石の構造に関する研究. 九歯会誌 20: 143 1963.
- 3) Anneroth, G., et al.: Ultrastructure of salivary calculi. Scand J Dent Res 86: 182 1978.
- 4) 平出文彦, 他: 唾石の形態学的観察. 耳喉 50: 241 1978.
- 5) 川端五十鈴, 他: 唾石の走査電顕像. 耳鼻と臨床 21: 68 1975.
- 6) 亀山忠光, 他: 自然排出した大きな唾石症の1例. 口科誌 28: 269 1979.
- 7) 原 利通, 他: 唾石症の臨床統計および病理組織学的観察. 日口外誌 25: 1066 1979.
- 8) 鈴木忠彦: X線結晶解析法による唾石内結晶成分の研究. 臨床歯科 1: 575 1939.
- 9) 鈴木忠彦: 唾液腺のレ線学的研究. 臨床歯科 12: 423 1940.
- 10) 吉岡新一: X線回折, X線蛍光分析ならびに分光分析による唾石の結晶構造および含有微量金属の検出についての研究. 日本体質学雑誌 23: 230 1958.
- 11) Jensen, A.T., et al.: X-Ray crystallographic examination of calcium from salivary glands. J Dent R 31: 620 1952.
- 12) 伴 長敬: 唾石の光学的分析について. 京大口科紀要 1: 37 1959.
- 13) 岡田充弘: 生体内結石のX線回折(第1報). 日口外誌 7: 113 1961.
- 14) 岡田充弘: 生体内結石のX線回折(第2報). 日口外誌 8: 1 1962.
- 15) 福田 健: 人唾石の性状に関する物理化学的研究. 阪大歯学誌 12: 235 1963.
- 16) Anneroth, G., et al.: Morphology of salivary calculi. J Oral Path 4: 257 1975.
- 17) Anneroth, G., et al.: Crystalline structure of salivary calculi. J Oral Path 4: 266 1975.
- 18) 向山正秋: 唾石の構造とその形成経過に就いて. 歯科学報 48: 688 1955.
- 19) 森永 太, 他: 走査電子顕微鏡による唾石症の観察. 口科誌 25: 594 1976.
- 20) 松本康博, 他: 走査電顕による唾石の観察. 口科誌 28: 703 1979.
- 21) 石川梧郎, 秋吉正豊: 口腔病理学Ⅱ. 永末書店, 京都, 1975, 880頁.
- 22) Blatt, I.M., et al.: Studies in sialolithiasis. Ann Otol Rhinol Laryngol 67: 595 1958.
- 23) 中村博司: 歯石と唾石との硬組織の組成に関する物理化学的比較研究. 歯科医学 25: 246 1962.
- 24) 金沢拓美, 他: 異所石灰化組織の有機基質について. 骨代謝 12: 434 1979.
- 25) 増田 守: 顎下腺管内唾石の3症例並びにその機器分析結果について. 耳鼻 18: 249 1972.
- 26) 池田裕彦: 顎下腺組織と唾石症. 日耳鼻 62: 595 1959.
- 27) Pratt, L.W.: Foreign body of Wharton's duct with calculus formation. Am Otol 77: 88 1968.