数種の硬組織疾患歯特に齲歯の分裂線について

九州歯科大学解剖学教室(指導: 中山種秋教授)

村上 守 良

(昭和46年1月20日受理)

(本論文の要旨は昭和42年10月第9回歯科基礎医学会総会, 昭和42年11月第27回九州歯科学会総会, 昭和43年4月第73回日本解剖学会総会において発表した)

A STUDY ON THE SPLITTING LINES IN A FEW KINDS OF DISEASE
OF THE HARD TISSUE OF HUMAN TEETH, ESPECIALLY IN THE
CARIES TEETH

By

Moriyoshi MURAKAMI

Department of Anatomy (Director: Prof. Taneaki NAKAYAMA)

Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

The research on the subject of splitting lines has a long history. Benninghoff and his school clarified the meaning of the splitting lines tentatively (1925). However, no interpretation has been presented by them about the irregular splitting lines that frequently appear and are observed in the line systems of the splitting lines. Prof. T. NAKAYAMA, M. D., (1957) attached special importance to the appearance of those irregular splitting lines and disclosed his study, offering the following opinion with regards to their significance. He concluded that the appearance of such irregular splitting lines is a direct functional manifestation that may be interpreted as a sort of defense reaction of the tissue, and insisted that the phase of growth of the organs and tissues should be grasped by the observation and investigation of both line systems and irregular splitting lines together.

Based on the opinion of Dr. Nakayama, the author has made a series of study in order to investigate whether or not such special irritations to the human tooth as dental caries, abrasion, attrition or operative dentistry would cause irregular splitting lines to the dentin of tooth as a defense reaction. The study has led the author to the following views:

1. In the case of human tooth, too, the appearance of the irregular splitting lines as a defense reaction was observed partially in the dentin.
2. The appearance of the irregular splitting lines was not observed on the surface of the dentin.
3. In the cross section of the tooth, no irregular splitting line was observed at the superficial layer of the dentin, while both cases of appearance and non-appearance of those lines observed at the deep layer.
 - i) In the case of non-appearance, the reparative dentin formed as a defense reaction

showed a small protuberance.

ii) In the case of appearance, the formation of the reparative dentin was observed as a large protuberance.

As the cause of such difference, in the case ii) where the growth and formation of the reparative dentin is conspicuous, the growth force influences, as a component, the primary dentin insufficiently calcified in the course of development. The border line between the conspicuous reparative dentin and the deep layer of the primary dentin that come in contact with it makes a marked curvature, convex toward the superficial layer of the primary dentin. The splitting lines develop along this curvature and appear as the irregular ones, which is obviously observed in the microscopic photo (fig. 8-b).

4. Appearance of the irregular splitting lines as a defense reaction, based on the Nakayama theory, is notably observed in the reparative dentin. There are two kinds of irregular lines that run to different directions seen among those lines, one of which is the lines developing along the edge of the rise of reparative dentin, and the others appear at a right angle toward the edge. When these two irregular splitting lines are observed together with the conditions of the caries, the former are seen appearing largely with the chronic caries, while the latter appears oftener with the comparatively acute cases.

5. It is clearly observed in the microscopic photo (fig. 7, 8, 9) that the development of all these splitting lines corresponds to direction of the main arrangement of fibrils of the dentin matrix on the surface of the dentin of the individual teeth examined.

From the way the irregular splitting lines appear in the dentin, the conditions of irritation the tooth sustained and the phase of growth of the reparative dentin formed as a defense reaction may be conjectured.

目 次

I	緒 言
II	材料および研究方法
III	所 見
A	象牙質表面
B	縦断面
1.	齲歯
2.	磨耗歯
3.	咬耗歯
4.	充填処置歯
C	横断面
D	裂隙と象牙質基質繊維との関係
IV	総括ならびに考按
V	結 論
VI	文 献

I 緒 言

各種器官、組織の分裂線に関する研究は、Dupuytren (1836) によって皮膚の裂隙性が研索されて以来、今日まで多くの研究報告がなされて来た。Benninghoff (1925)とその一門の Georg Bessler¹⁾, G. Mauer²⁾らにより比較解剖学的にも研究がなされ、骨緻密質における分裂線の意義が一応明らかにされた。すなわち分裂線は骨の発育構築を示すと同時に機能構築でもあり、また必然的に骨の外形にともなう形態構築をも示すものであることをのべている。Mauer (1933)²⁾は脊柱側彎症の機能的適応に関する研究の中で、分裂線の上から椎骨を3型に分類しその第2型として、分裂線が不整な方向を示していることをすでに見ている。また森 (1954)¹³⁾, 山根 (1956)¹⁴⁾らは骨折治癒部における分裂線の所見の中で不整分裂線の存在を認めているが、何んら見解をのべてはいない。しかし中山 (1957)⁴⁾は従来の分裂線法による研究において軽視されていたこの不整分裂線の存在を重視

し、その意義についても見解を与えた。これに基づいて加齢的变化に関する研究が重ねられ、その結果、これらの不整裂線は骨質の示す一種の防禦反応と解される直接的機能表現であると結論した。さらに軟組織においてもこの見解が成立するか否かが続いて検討され、線系と不整裂線とをあわせて観察検討することによって、その器官、組織の発育様相を把握すべきであると主張している。

一方人の歯についても、Max Brodersen (1933)³⁾、三枝 (1938)⁵⁾、山本 (1961)⁶⁾ らによって分裂線による所見が報告されている。しかしこれらの研究報告は歯の硬組織において特に疾患を見ないものについての所見である。

著者は中山の見解に基づいて、歯に対して特殊な刺激—外力—である齲蝕、磨耗、咬耗、充填処置などにより歯においても防禦反応としての不整裂線の出現を認めることが出来るか否かを検するため本研究を行なった。さらに裂線と象牙質基質繊維との関係をも合せて研索した結果、興味ある所見を得たので報告する。

II 材料および研究方法

研究材料に用いた人歯は、断面における所見の観察に際して、その複雑性を避けるため前歯を選んだ。抜去後10% Formalin 液にて1～2週間固定し、歯の表面に付着する歯石や残存せる軟組織を可及的に除去清掃した。観察に供した歯は抜去時生活歯髄を有するもので、齲蝕、歯頸部磨耗症の歯、咬耗症ならびに充填処置がなされた歯である。これらの歯を次の脱灰液にて5～7日間脱灰した。(脱灰液、 AlCl_3 7g, HCl 7cc, 氷醋酸 5cc, 水 100cc) 脱灰後は十分に水洗した。観察は齲蝕病巣周囲の象牙質表面および断面について行なった。縦断面の作製にあたっては、脱灰歯を Cryostat 中で凍結し、ミクロトームにより象牙質表面から徐々に薄片として削除を行ない歯髄腔中央部における矢状断面および前頭断面を作製した。これを実体顕微鏡下で注意深く通法のごとく針で穿刺し観察に供した。裂線と基質繊維の関係を研索するために用いた歯は、穿刺後(墨汁は使用しない)凍結切片として Bielschowsky—Perdrau³³⁾ の渡銀法により渡銀した。また新鮮な抜去歯を Iontophoresis^{29,30)} による銀染色をなし、脱灰後穿刺して凍結切片となし鏡検した。

III 所 見

A 象牙質表面

齲蝕の象牙質表面における分裂線の状況を観察するにあたって、先づ硬組織疾患が認められない歯の象牙質表

面における分裂線の状況を見ると、図1のA(√2の遠心面)に示すごとくである。すなわち線系は歯の外形にほぼ一致して、歯軸に平行的な縦走線系を示している。切縁部および根尖部では、その尖端に線系は集約されて出現し、特に切縁部では著明である。

この状況をさらに些細に観察すると、歯軸に平行的な縦走線系は歯の中央部に見られるI線系(1)のみである。他はむしろ縦走斜裂線系を示している。すなわち歯の輪廓部では、歯根舌側部を除いて、歯冠部および歯根部ともに切縁と根尖に集約した歯の外形に沿う縦走斜裂線系(2)を示している。歯根舌側部では斜走線系(3)を現している。また歯冠舌側部の辺縁隆線に沿う部では傾斜度は特に強く出現している。一般に裂線の傾斜度は舌側半部が唇側半部に比して、歯冠部歯根部ともに強く認められる。

以上が硬組織疾患をともなわない歯の隣接面における分裂線の所見である。

次に齲蝕における所見であるが、その状況は図1のBからDに示すごとくである。Bは√1の遠心隣接面に生じた軽度の齲蝕で齲窩の形成はほとんど認められない。

(矢印の部が齲蝕病巣部である。)Cは√1の近心隣接面に生じた齲蝕で齲窩の形成が認められる。Dは√1の近心隣接面に大なる齲窩が形成され深部に達する齲蝕である。これらの症例の齲蝕病巣部周囲における分裂線の状況は、図1のAと同様で硬組織疾患をともなわない歯の象牙質表面における所見と特に異った点は認められない。すなわち齲蝕病巣が表在性であれ、また齲窩を形成し深部に達するような症例であれ、いずれにも齲蝕病巣周囲の象牙質表面では中山の見解に基づくところの防禦反応としての不整裂線の出現は認められない。

B 縦断面

縦断面における観察は、矢状断面および前頭断面について、原生象牙質と第2象牙質とを区別して行なった。第2象牙質については、多くの名称と解釈がなされているが、ここで言う第2象牙質とは Orban の Reparative dentin を意味するものである。

齲蝕の縦断面における分裂線の状況を観察するにあたり、先づ硬組織疾患をともなわない歯の矢状断面に見られる分裂線の状況を観察すると次のごとくである。図2のAは上顎右側中切歯の矢状断面である。線系はおおよそ歯軸に対して切縁を頂とし、順次歯根側輪廓部に向って傾斜をなす斜走線系(1)を示している。

歯冠部における斜走線系は歯根部におけるよりもその傾斜度は強い。特に基底結節の部では著しい。しかし根

図 1
表面
齲蝕

写生図

図 2
縦断面
齲蝕

写生図

尖部ではむしろ歯軸に平行的な縦走線系(2)を示している。最内層の髓腔壁の部では、髓腔壁に沿った一連の縦走線系(3)を示している。これらの裂線系の走行状態は、V. Ebnerの象牙層板模型とよく相似し、岡田、三村の醋酸鉛注射²⁸⁾によって示された象牙質生長線に一致した分裂線像を呈するものと考える。

以上が硬組織疾患をともなわない歯の矢状断面における分裂線の所見の概略である。

1 齲蝕の縦断面における分裂線の所見

i) 原生象牙質

該部における分裂線の状況は、明らかに象牙質の表層部と、深層部でその趣を異にしている。すなわち図2のB~Kに示すごとく齲蝕(↑印)が軽度であり第2象牙質の形成が小なる症例B~Eであれ、齲蝕病巣が広範囲におよび齲窩の形成が見られ、第2象牙質の形成が隆起として認められる症例F~Kであれ、いずれもその表層部の線系は、硬組織疾患をともなわない歯の原生象牙質において観察された所見と全く同様に、斜走線系(1)を示し齲蝕による不整裂線の出現は認められない。ところが深層部ではその趣を異にする。すなわち広範な齲蝕症巣が見られる症例、あるいは大なる齲窩の形成が認められる症例では、第2象牙質の形成が著明な隆起として髓腔内に突出し、これに接する原生象牙質深層部に乱れを示す一群の不整裂線(3)が認められる。(図2のF~K, Gは舌側)これらの症例について脱灰前における齲蝕の状況を見ると、Fは歯頸部に磨耗を生じ、さらに該部に齲蝕が認められる。その齲蝕病巣部には特に軟化象牙質が多量に認められ、比較的急性齲蝕の経過を取ったものと思われる。G, H, J(唇側)は、エナメル質において比較的広範囲に浅い齲窩の形成が認められ、病巣部は褐色を呈している。Iは象牙質においても広範な齲窩の形成が認められる症例である。J(舌側), Kはエナメル質における齲窩の形成は比較的浅く軟化象牙質も少く、歯質の広範囲が暗褐色に着色していることから、比較的慢性齲蝕の経過を取った症例と思われる。このように第2象牙質の形成が大なる隆起として認められる症例においてのみ原生象牙質深層部に不整裂線の出現を認め得る。しかしJ, Kのごとく比較的慢性の経過をとったと思われる症例では、その出現は軽微である。ただし深層部であっても齲蝕が軽度で第2象牙質の形成が比較的弱い症例、図2のB~EおよびG(唇側)では、その線系に特に変化を認め難い。

ii) 第2象牙質

該部は象牙質の内層部で刺激に対して防禦反応として

新たに形成された象牙質である。該部においては図B~Kに見られるごとく不整裂線(4), (5)の出現が著明に認められ、しかもそれらの不整裂線には、裂線の方角を異にする2種が区別される。すなわち第2象牙質隆起の辺縁に直交的な裂線(4)と、隆起の辺縁に平行的な裂線(5)とが認められる。これを第2象牙質の形成状況とあわせながら些細に観察するに次のごとくである。隆起の形成が小なる症例のうちには、Eで見られるごとく隆起の辺縁に直交的な裂線(4)を示すものと、B~G(唇側)に見られるごとく隆起の辺縁に平行的な1~2の単純な裂線(5)を示すものがある。

第2象牙質隆起の形成が比較的大なる症例ではFに見られるごとく隆起の辺縁に直交的な裂線(4)のみが認められる症例と、G(舌側), H, Iに見られるごとく裂線(4)の内側(髓腔側)部にさらに裂線(5)の出現が認められる症例、すなわち隆起の辺縁に直交的な裂線と辺縁に平行的な裂線とが同一隆起内に認められるもの、ならびにJ(舌側), Kに見られるように隆起の辺縁に平行的な裂線(5)が1~2連の弧状線系化の傾向を示す症例とが区別されるのである。なおFは脱灰前の齲蝕状況から急性的な齲蝕経過を取った症例と思われるが、第2象牙質の辺縁に直交的な裂線(4)が限局して認められる。J, Kは比較的慢性齲蝕の経過を取ったと思われる症例であり、第2象牙質隆起の辺縁に平行的な裂線(5)が広範囲に認められる。またG(唇側), H, Iでは裂線(4)の内側(髓腔側)部に裂線(5)が認められる。

2 磨耗歯の縦断面における分裂線の所見

磨耗症は機械的摩擦により歯の硬組織の一部が欠損したものである。これを縦断面において観察すると、齲蝕におけると同様に刺激に対し防禦反応として髓腔壁に第2象牙質が形成され隆起として認められる。

本症における分裂線の状況は図3のA~Eに示すごとくである。(↑印は磨耗によりクサビ状欠損を生じた部分である。)

i) 原生象牙質表層部

該部では磨耗が軽度な症例A, Bにおいても、またかなり大なるクサビ状欠損が見られる症例C~Eにおいても分裂線の状況は齲蝕の原生象牙質表層部で観察された所見と全く同様に、線系の乱れは認められない。すなわち硬組織疾患を見ない歯の原生象牙質表層部が示す斜走線系(1)を現している。

ii) 原生象牙質深層部

該部では磨耗が軽度で第2象牙質の形成も比較的小な

図3 磨耗症

写生図

る症例A, Bにおいては, 線系に変化は認められず髓腔壁に沿って出現する一連の縦走線系(2)が認められる。しかし磨耗が更に進み歯質の欠損が大となり, 第2象牙質の形成も著明な隆起として認められる症例C~Eでは齲蝕において認められた所見と同様に線系の乱れを示す不整裂線(3)の出現が認められる。

iii) 第2象牙質

該部における裂線の状況は, 図3のA~E(Cは唇側)に見られるごとくである。すなわち磨耗が軽度で第2象牙質の形成も小なる症例A, Bでは第2象牙質の隆起の辺縁に平行的な裂線(5)が1~2認められる。また大なるクサビ状欠損が認められ第2象牙質も大なる隆起として形成された症例では, 不整裂線(4), (5)の出現が著明に認められる。これは齲蝕における所見と同様であるが, 慢性的な齲蝕に見られたとき裂線(5)が1~2連の弧状線系化の傾向を示す症例は見られない。

3 咬耗歯の縦断面における分裂線の所見

咬耗症における分裂線の状況は, 図4のA~Fに示すごとくである。(↑印は咬耗の部である)

i) 原生象牙質表層部

該部における分裂線の状況には, 特に線系の変化は認

められない。すなわち齲蝕および磨耗症において観察された所見と同様に斜走線系(1)を示している。

ii) 原生象牙質深層部

該部における分裂線の状況は, 齲蝕および磨耗症におけるごとく明確には不整裂線を認め得ないが, 咬耗度の強い症例C~Fにおいては乱れを示す傾向の裂線(3)が僅かに認められる。

iii) 第2象牙質

本症においても歯質の欠損に対して, 防禦反応としての第2象牙質が髓腔内に形成され不整裂線の出現が認められる。図4のA~Cは下顎犬歯であるが第2象牙質は髓腔内に突出する隆起ではなく, 尖頭あるいは切縁に相当する髓室角を充す状態で認められる。図4のD~Fは上顎犬歯で第2象牙質は髓室の舌側壁に隆起して認められ, このようなD~Fでは隆起の辺縁に沿う裂線(4)が1~2連の弧状線系化の傾向を示している。他方髓室角が充されているA~Cでは, 前記の傾向は認められないが, 咬耗の進行方向と平行的に出現する裂線(4)とこれに直交的な裂線(5)とが認められ, 裂線(5)は髓室壁辺縁部において比較的多く出現している。

図 4
咬耗症

写生図

図5
充填処置

写生図

4 充填処置歯の縦断面における分裂線の所見

研究に用いた充填処置歯の脱灰前における状況は、図5のA～Cいずれも金属充填がなされ、Aにおいては充填物の辺縁より2次齲蝕の発生が認められた。

(↑印が充填処置がなされた部である。)

i) 原生象牙質表層部

該部における分裂線の状況は、図5のA～Cで見られるごとく不整裂線の出現は認められない。すなわち斜走線系(1)を示している。

ii) 原生象牙質深層部

該部における裂線の状況は、図5のA～Cにおいて見られるごとく齲蝕、磨耗症などの歯で観察された所見と同様に不整裂線(3)の出現が認められる。

iii) 第2象牙質

該部においては、不整裂線の出現が著明に認められる。すなわち第2象牙質隆起の辺縁に直交的に出現する裂線(4)と、隆起の辺縁に平行的な裂線(5)とが認められる。これらの裂線の出現状況を、各症例について観察すると、Aでは第2象牙質隆起の辺縁に直交的に出現する裂線(4)によってほとんど充てられている。

しかし注意深く観察すると、これらの裂線(4)の外側(原生象牙質側)部、すなわち初期に形成されたと思

われる部に隆起の辺縁に平行的な裂線(5)の出現が僅かながら認められる。Bでは第2象牙質隆起の辺縁に直交的に出現する裂線(4)と、その内側(髄腔側)部に隆起の辺縁に平行的な裂線(5)とが認められるが、後者は一連の弧状線系化の傾向を示している。この状況は齲蝕で観察された図2のG(舌側)～Iにおける状況と相似た所見である。Cでは前者A、Bの所見とはまた異なり、第2象牙質の辺縁に平行的な裂線(5)は1～2連の弧状線系化の傾向を示している。この状況は、齲蝕の慢性経過を取ったと思われる図2のJ、Kにおける所見とよく似通っている。

C 横断面

齲蝕、磨耗症の歯の横断面における分裂線の状況を観察するにあたって、先づ硬組織疾患をともしない歯の横断面における分裂線の状況を見ると、図6のAに示すごとくである。該歯は上顎左側中切歯で歯頸よりやや歯根側の部で横断されたものである。一般に象牙質表層部においては歯髄腔を中心として表面に放射状の裂線(1)が認められ、その内側の深層部では、歯髄腔を中心とした同心円性の裂線(2)が認められる。輪廓が隆起した部や豊隆している部分では特に放射状の裂線が著明に出現している。また歯冠部と歯根部では上記の裂線の

図6
横断面

写生図

出現状況が著しく異なる。すなわち歯冠部では放射状の裂線の出現領域は広範囲であり、同心円性の裂線は髓壁周辺部の小範囲に認められるのに対して、歯根部では逆に同心円性の裂線が広範囲に出現している。これは縦断面において観察されたごとく、歯冠部における斜走線系はその傾斜度が歯根部におけるものより強く、髓壁周辺部において僅かに縦走線系が認められたこと、歯根部では傾斜度は弱く、しかも縦走線系の出現する領域が拡大していたことなどから、横断される位置によって裂線の出現状況に差異が認められることは容易に理解されることと考える。

以上が硬組織疾患をとみなわない歯の横断面に出現する分裂線の一般的状況である。

1 齲歯の横断面における分裂線の所見

i) 原生象牙質表層部

該部における裂線の状況は、図6のB～Eに示すごとく、特にその所見に変化は認められない。(↑印は齲蝕の進行方向である)。

ii) 原生象牙質深層部

該部においては縦断面で観察されたと同様に不整裂線(3)の出現が認められる。

iii) 第2象牙質

横断面においては、第2象牙質は縦断面におけるように明瞭な隆起としては認められないが、不整裂線の出現は著明に認められる。すなわち図6のB、Cは第2象牙質隆起の辺縁に直交的な裂線(4)が局限して出現し、その両端部には隆起の辺縁に平行的な裂線(5)が散見される。これは縦断面では明確には認められなかった所

見である。D、Eでは隆起の辺縁に平行的な裂線（5）の出現が広範囲に認められ、直交的な裂線（4）はその限局性を減じ散在的に認められる。これは齲蝕の縦断面図2のG（舌側）～Iにおける状況と相似た所見である。

2 磨耗歯の横断面における分裂線の所見

i) 原生象牙質表層部

該部における裂線の状況は、図6のF～Hに示すごと

く、特にその線系に変化は認められない。

ii) 原生象牙質深層部

該部における裂線の出現状況を見ると、FおよびGでは線系自体の乱れを明確には認め難いがHにおいては不整裂線（3）の出現が僅かながら認められる。

iii) 第2象牙質

該部においては、不整裂線の出現が明確に認められる。F、Gでは隆起の辺縁に直交的な裂線（4）のみが

図7 A、B共に歯の縦断標本。Iontophoresによる銀染色。図の左下より右上方に縦断された象牙管細が走り、これと交叉して束状に黒染して見られる基質繊維と裂隙Sは一致した方向に生じている。×400

図7 C、Dは共に歯の横断標本。Cは Iontophoresによる銀染色。Dは鍍銀染色。図の上方が象牙質表面である。象牙管細はCでは縦断され右下より左上方に走っている。Dでは図の上部は横断されているが、下部は斜断され縦の方向に走っている。裂隙Sはこれと交叉して走る基質繊維の配列方向に一致して生じている。Cは×100。Dは×400

認められ、Hにおいては辺縁に直交的な裂線（4）は僅かであるが、その内側（髄腔側）部にさらに辺縁に平行的な裂線（5）が認められる。

D 裂隙と象牙質基質繊維との関係

1 原生象牙質表層部

図7のA～Cは Iontophorse による銀染色、Dは鍍銀染色によるものである。A、Bは縦断標本で図の右側が象牙質表面である。左下より右上方に縦断された象牙細管が走り、これと交叉して束状に黒染して見られるのが基質繊維である。裂隙Sはこれと一致した方向に生じている。C、Dは横断標本で図の上方が象牙質表面である。象牙細管は、Cでは縦断されて右下より左上方に走っている。Dでは、図の上部は横断されているが、下部では斜断され縦の方向に走っている。裂隙Sはいずれも象牙細管と交叉して走る基質繊維の配列方向に一致して生じている。

2 原生象牙質深層部

図8のA、Bは縦断標本の鍍銀染色によるもので、左下方が髄腔側である。Aは第2象牙質の形成が著明な隆

図8 歯の縦断標本。鍍銀染色。第2象牙質の形成が著明な隆起として認められる標本で、図の右上部の原生象牙質と、左下部の第2象牙質との境界線が中央部で著明な彎曲をなし斜めに走っている。原生象牙質の象牙細管は縦断され、これと直交的に基質繊維は配列している。裂隙Sはその配列方向と一致し境界線の彎曲に沿って生じている。×400

起として認められる標本である。右上部の原生象牙質と、左下部の第2象牙質との境界線が図の中央部で著明な彎曲をなし斜めに走っているが、第2象牙質の象牙細管が縦断もしくは斜断された部が図の中央部で特に広く見られるがこの部で境界線の彎曲は象牙質表層部に向って凸彎をなしている。基質繊維は縦断された原生象牙質の象牙細管と直交的に配列して認められ、裂隙Sはその配列方向と一致し、境界線の彎曲に沿って生じている。この状況は該部における分裂線を観察した際に第2象牙

図8 歯の縦断標本。鍍銀染色。図の左下方が髄腔側、中央部に象牙細管の走行が不規則な状態を示す第2象牙質が見られ、その形成の程度は僅少である。左下部は象牙前質、右上部は原生象牙質である。原生象牙質の象牙細管は縦断されて横走し、基質繊維はこれと交叉して走り、裂隙Sはその方向に一致して直線的に生じている。×400

質の形成が大なる隆起として認められた症例において、裂線に乱れが認められた状況を示すものと思われる。Bの左下部は象牙前質、右上部は原生象牙質である。図の中央部に象牙細管の走行が不規則な状態を示す第2象牙質が見られるが、その形成程度は僅少である。原生象牙質の象牙細管は縦断されて横走しており、基質繊維は束状をなしてこれと交叉し黒染されている。裂隙Sはその方向に一致して直線的に生じている。

3 第2象牙質

図9のA～Dは縦断標本を鍍銀染色したものである。

図の左方がすべて髄腔側である。Aは象牙細管が斜断され白くぬけて見える。その数も少なく基質繊維の配列はかなり乱れた状態を示しているが、主配列方向は象牙細管の斜断された方向に見られ裂隙Sはその走行に一致して生じている。この裂隙の状況は、第2象牙質における分裂線のうち隆起の辺縁に直交的な不整裂線を示すものであろう。BはAの部に隣接する内側部すなわち髄腔側であるが、象牙細管が縦断され白くぬけて見える。基質繊維は象牙細管と斜めに交叉し、裂隙Sはその配列方向に一致して生じている。Cは図の右下方が原生象牙質の深層部である。左上方に髄腔が見られ、図の中央部に不規則な走行を示した象牙細管が縦断もしくは斜断されている。基質繊維の配列状態は不規則ではあるが主配列方向は象牙細管の走行する方向に見られる。原生象牙質との境界部では、象牙細管と交叉して見られ第2象牙質隆起の辺縁に平行的な走行を示している。裂隙Sは繊維の配列する主方向に一致し鉤状に生じている。従来、象

図9 A 歯の縦断標本. 鍍銀染色. 第2象牙質の部である. 象牙細管が斜断され白くぬけてみられる. その数も少なく基質繊維の配列はかなり乱れた状態を示しているが主配列方向は象牙細管の斜断された方向に見られ, 裂隙はその方向に一致して生じている. $\times 400$

図9 B 歯の縦断標本. 鍍銀染色. Aの部に隣接する内側部である. 象牙細管が縦断され白くぬけて見られる. 基質繊維は象牙細管と斜めに交叉し, 裂隙Sは繊維の主配列方向と一致して生じている. $\times 400$

牙細管と基質繊維の配列状態との関係については多くの見解がのべられて来たが, 今日では基質繊維の走行は象牙細管に対して, 直交もしくは斜めに交叉し象牙質の成長線に一致した方向に配列し象牙細管と平行的な配列状

図9 C 歯の縦断標本. 鍍銀染色. 第2象牙質の部である. 図の中央部に不規則な走行を示した象牙細管が縦断もしくは斜断されて見られ, 基質繊維の配列状態は乱れているが, 主配列方向は象牙細管の走行する方向に見られる. 右下方の原生象牙質との境界部では象牙細管と直交的な配列を示し, 裂隙Sは繊維の走行に一致して鉤状に生じている. $\times 400$

図9 D 歯の縦断標本. 鍍銀染色. 第2象牙質隆起の辺縁部で図の左方が髓腔である. 象牙細管が斜断され白くぬけて見られる. 裂隙Sは第2象牙質隆起の辺縁に沿った主配列方向を示す繊維の走行と一致した方向に生じている. $\times 400$

態は示さないものとされている。一条¹⁸⁾は第2象牙質の一部において象牙細管に平行的な配列を示す繊維が見られたとのべているがこのような部であろうと考えられる。Dは第2象牙質隆起の辺縁部の標本である。象牙細管が斜断されて白くぬけて見られる裂隙Sは第2象牙質隆起の辺縁に沿って主配列方向を示す繊維の走行と一致した方向に生じている。この裂隙は第2象牙質における不整裂線のうち隆起の辺縁に平行的な裂線を示す状態である。

以上原生象牙質の表層部と深層部ならびに第2象牙質における裂隙と基質繊維の配列状態との関係について観察したが、裂隙はすべてその断面における繊維の主配列方向に一致して生じている。

V 総括ならびに考按

以上齲蝕、磨耗症、咬耗症ならびに充填処置がなされた歯における分裂線の状況を中山の見解に基づき、防禦反応としての不整裂線の出現状況に主眼を置いて観察検討を行なってきたが、ここで図1～10にしたがい総括的考察を行なうに次のごとくである。

1 象牙質表面

図1のB～Dで観察されたごとく象牙質表面においては、齲蝕度の軽重にかかわらずいわゆる健康歯の象牙質表面に出現する線系と全く同様の所見を呈している。すなわち歯の中央部に歯軸に平行的な一連の縦走線系(1)を認め、その唇側および舌側部では切縁と根尖に集約的な歯の外形に沿う縦走斜裂線系(2)と斜走線系(3)とが認められる。すなわち象牙質表面には中山の見解に基づくところの防禦反応としての不整裂線の出現は認められない。

2 断面(縦断、横断)における原生象牙質表層部

該部においても図2～6において観察されたごとく、防禦反応としての不整裂線の出現は認められず、いわゆる健康歯の原生象牙質表層部に出現した斜走線系(1)が認められる。すなわち象牙質表層部では、その断面に出現する分裂線からは防禦反応としての直接的機能表現と解される不整裂線は認められない。では象牙質表層部において齲蝕やその他の刺激に対して全く防禦反応が認められないかということ、事実防禦反応であると考えられるところの研究報告がなされている。栗沢²⁵⁾らは実験的に齲蝕病巣周囲の象牙質において、2次的に銀好性原繊維の出現を認め、これは象牙質の示す生体防禦の生理反応であるとのべている。Goto²⁷⁾は Microradiograph により齲蝕のため溶解された象牙質に再石灰化層を認め

ている。また齲蝕病巣部に透明象牙質が見られることは¹⁷⁾象牙質に加わる刺激に対して生理反応が示すところの一種の生体防禦である。かかる防禦反応が分裂線の所見の上からは全く認められないということは、基質繊維の配列状態に変化が生じていないものと考えられる。このことは、歯の機能的形態ならびにその歯周組織の状態によるものであらうと考える。すなわち歯冠部ではエナメル質により被覆され、歯根部ではセメント質により、さらに歯槽壁によって被覆されており象牙質は直接咬合圧を受けることはない。しかも基質繊維は象牙質成長面上を子午線状に成長線に一致して走り、歯冠部では咬合圧の方向に対しておよそ直交的な配列状態を示している。歯根部では歯軸に対してほぼ水平的である。これは歯の水平方向の動揺に対し直交的な配列状態を示している。このように組織構造においてすでに合目的的に形成されているため発育成長が完了した象牙質では、刺激に対しその基質繊維の配列状態には変化が起り難いものと考ええる。

3 断面(縦断、横断)における原生象牙質深層部

該部における分裂線の所見は図2～6で観察されたごとく、第2象牙質の形成が軽度の症例では線系の乱れ、すなわち不整裂線は認められずいわゆる健康歯が示すところの髓腔壁に沿って出現する縦走線系(2)を示している。ところが齲蝕、磨耗、咬耗などがさらに進行し髓腔内に第2象牙質の形成が大なる隆起として認められる症例においては、該部の線系に乱れを示す不整裂線(3)の出現が明らかに認められる。このように該部においては第2象牙質の形成状況によって、不整裂線の有無が見られるが、このことについて検討を加えてみたいと思う。まず、不整裂線の出現が認められる症例についてみると、すべて第2象牙質の形成が大なる隆起として認められる。すなわち図8のAに見られるように第2象牙質と原生象牙質の境界線が象牙質表層部に向かって著明な彎曲をなしている。この境界部の原生象牙質における基質繊維はその彎曲に沿って配列し、裂隙もまたこれに一致した彎曲を示して生じている。このような個々の裂隙が該部における不整裂線として観察されるものであらう。しかしこれらの不整裂線の出現状況を注意深く観察すると、症例によって多少の差異が認められる。すなわち第2象牙質においてその隆起の辺縁に直交的な裂線(4)の出現が比較的著明に認められる症例(図2のF, I, 図3のC, D 図5のA, B)と隆起の辺縁に平行的な裂線(4)を多く認める症例(図2のJ, K, 図4のD～F, 図5のC)とを比較すると、前者において原生象牙

質深層部に不整裂線（3）の出現がやや著明に認められる。これは該部が石灰化不十分で発育成長の途上にあった時期に受ける刺激の性状に起因するものと考えられる。すなわち急性的な刺激を比較的持続して受けることにより、第2象牙質の形成発育が早急に要求されて大なる隆起を生ずる結果、その旺盛な発育力は強い分力として当然発育成長の途上にある該部におよび原生象牙質深層部と第2象牙質との境界線の彎曲を著明ならしめるために不整裂線を出現せしめるものと考えられる。

一方不整裂線の出現が認められない症例については、第2象牙質の形成も小であることから歯に加わる刺激が軽微で、しかも一時的であり、あるいはまた急性的な刺激であってもその初期においては、その発育力の影響もおよび難く図8のBで見られるように第2象牙質との境界部は著明な彎曲を示すに至らず、したがって裂線も直線的に生じ不整裂線としては認められないものと考えられる。

4 第2象牙質

該部においては、中山の見解に基づく防禦反応としての不整裂線の出現が著明に認められる。しかしこれらの図10

1 図10のAは、図2におけるB～Dの齲蝕および図3におけるA、Bの磨耗症に見られる症例の模型図である。この場合、第2象牙質の形成は狭小であり、隆起の辺縁に平行的な1～2の裂線（5）が認められ、いわゆる健康な原生象牙質の髓腔壁部において見られる裂線の状況と相似た所見である。これは歯に加わる刺激が比較的軽微であり、しかも一時的であるため第2象牙質の形成も小で除々に行なわれ、基質繊維の配列状態も図9のA、BおよびCに見るごとく隆起の辺縁に直交的な走行をなさずDに見られるような辺縁に沿った配列状態をなし象牙質固有の発育状態に類似する層板構造をなすため単純な裂線として出現するものと考えられる。

不整裂線の出現状況には、症例によってかなり異なった所見が認められる。すなわち図2のE、Fなどに見るごとく第2象牙質隆起の辺縁に直交的な裂線（4）のみが認められる症例、図2のB～Dなどに見るごとく隆起の辺縁に平行的な裂線（5）のみが1～2出現して認められる症例、図2のG～Iなどに見るごとく隆起の辺縁に直交的な裂線（4）が出現し、その内側部すなわち髓腔側に隆起の辺縁に平行的な裂線（5）が同時に認められる症例、また図2のJ、Kに見るごとく第2象牙質隆起の辺縁に平行的な裂線（5）が1～2連の弧状線系化の傾向を示して認められる症例などである。このように裂線が異なった所見を呈することは、第2象牙質の発育形成をうながす原因が単一なものでないことから当然それぞれ異なった発育様相をなすものであらうと考えられるが、裂線の示す方向が当該組織の発育方向を示すものであると解すれば、防禦反応として形成された第2象牙質の発育構築を分裂線の上からも把握することが出来るものと考えられる。

この観点にたつて不整裂線の出現状況にしたがい図10の模型図により検討を行なってみよう。

2 図10のBは、図2におけるE、Fの齲蝕、図3におけるC（唇側）、Dの磨耗症などに見られる模型図である。第2象牙質の形成が比較的大なる隆起として認められ、裂線（4）は隆起の辺縁に向って直交的に出現し局限して認められる。これは比較的急性な刺激が持続的にしかも広範囲におよぶことにより、象牙芽細胞にはこの刺激に対して防禦反応として急速に第2象牙質の形成が要求され、歯に加えられる刺激の緩解をなすものと考えられる。このような裂線の状況を示す組織像は図9のAおよびCで見るとく象牙細管の走行と基質繊維の主配列方向がともに第2象牙質隆起の辺縁に直交的であり、裂線もまたその方向に生じている。

3 図10のCは、図2におけるG(舌側)～Iの齲蝕、図3におけるEの磨耗症および図5におけるBの充填処置歯などに見られる症例の模型図である。第2象牙質の形成もさらに増大して認められ、裂線の一部(4)は第2象牙質隆起の辺縁に直交的に出現し、その内側部すなわち髓腔側部に隆起の辺縁に平行的に出現する一群の裂線(5)が認められる。これは急性期の刺激が急速に形成された第2象牙質によって一応緩解され、その後続いて加わる慢性的な刺激に対して第2象牙質が徐々に形成されたものと考えられる。すなわち歯質の崩壊をともし急激な刺激に対してこれを緩解するのに最も有効的な生体防禦反応は、早急な歯質の形成修覆であろうと考えられる。急造される第2象牙質の發育方向は、刺激の伝達方向に対して直交的よりむしろ同一方向に形成されていることが分裂線の所見から窺える。したがって第2象牙質隆起の辺縁に直交的に出現する裂線は不整裂線の中でも最も緊急的要請にこたえた構築状態を示す裂線であると考えられる。その内側部すなわち髓腔側部に出現する隆起の辺縁に平行的な裂線(5)は急激な刺激が一応緩解されたのち加わる軽微な刺激に対して、緩慢な防禦反応として形成された第2象牙質の構築状態を示す裂線であると考えられる。またこれとは逆に軽微な刺激の後に急激な刺激が加わることにより、隆起の辺縁に平行的な裂線の内側部すなわち髓腔側にさらに直交的な裂線が出現する場合の見られることは当然あり得ることと考えられるのである。この状況が見られる症例は充填処置がなされた歯の例で、2次齲蝕の発生が認められた図5のAにおいて1例ではあるが認められる。

4. 図10のDは、図2におけるJ、Kの齲蝕、図4におけるE、Fの咬耗症および図5におけるCの充填処置歯などに見られる症例の模型図である。第2象牙質の形成が大なる隆起として認められ、隆起の辺縁に平行的な裂線(5)は弧状線系化を示す傾向として認められる。これは比較的長期間にわたる慢性的刺激に対して防禦反応として形成された第2象牙質における構築状態を示す裂線であると考えられる。

また各症例における分裂線の所見を比較してみると、齲蝕、磨耗症、咬耗症および充填処置歯などの間にそれぞれ特有の分裂線像は認められないが、強いて言えば咬耗症の歯における裂線の所見に、第2象牙質隆起の辺縁に平行的な裂線が多く出現し、辺縁に直交的な裂線は比較的少ないことである。特に図4のD～Fに見る上顎犬歯における分裂線像は、齲蝕の慢性的経過を取ったと思われる症例図2のJ、Kに見られる所見と良く似た状況

を呈し、隆起の辺縁に平行的な裂線が弧状線系化を示す傾向として認められる。これは咬耗自体が加齢的变化における生活現象の一つであって、齲蝕その他によって歯に加えられる刺激などとその発現状況に多少の差異があるとしても刺激そのものは慢性的に作用するものである。したがって分裂線も当然これと良く似た所見を呈するものである。

V 結 論

人歯の齲蝕、磨耗症、咬耗症、充填歯などの象牙質における分裂線について、中山の見解に基づき防禦反応としての不整裂線の出現状況に主眼をおいて観察し、次のとき結論を得た。

1 各症例において分裂線像には特に差異は認められないが、咬耗症において第2象牙質の隆起の辺縁に平行的な不整裂線が直交的な裂線よりも多く出現する傾向が見られる。

2 原生象牙質表層部には表面および断面ともに不整裂線の出現は認められない。深層部では不整裂線が認められる場合と認められない場合とが観察された。これは第2象牙質の發育成長の程度によって、原生象牙質深層部と第2象牙質との境界線が著明な彎曲をなすか否かによるものである。

3 第2象牙質においてはその隆起の辺縁に直交的な裂線と、平行的な裂線とが区別された。直交的な裂線は急性的刺激に対する緊急的な防禦反応として形成された第2象牙質の構築を示すものであると考えられる。平行的な裂線は、慢性的刺激に対する緩慢な防禦反応として形成された第2象牙質の構築を示すものであると考えられる。

人歯においても第2象牙質および原生象牙質の一部に明らかに不整裂線の出現が認められ、その分裂線の状況から当該歯の受ける刺激の性状とそれに対応する第2象牙質の發育様相を推察し得るものと考えられる。

稿を終るに当り、終始懇篤な御指導と御校閲の労を賜った、恩師中山種秋教授に対し深甚なる謝意を表します。また御援助を頂いた山田博教授ならびに大森忠雄講師に感謝いたします。

VI 文 献

1. Georg Bessler; Über dem funktionellen Bau des Knochenkallus. Beiträge zur Anatomie Funktioneller Systeme 440—441, (1933).
2. G. Mauer; Untersuchungen über funktionelle Anpassung der Wirbelsäule bei Skoliose. Beiträge zur Anatomie Funktioneller Systeme. 412,

- 420, (1933).
3. Max Brodersen ; Altersveränderungen am Zahnbein. 1. Die Umschichtung der Zahnbeinlamellen und Umbauten am Tuberculum dentale : Beiträge zur Anatomie Funktioneller Systeme, 133, 134, 143, (1933).
4. 中山種秋 ; 骨分裂線特に不整裂線の意義 : 九州歯会誌, 11(1), 1-14, (1957).
5. 三枝 博 ; Spaltmethode に依りて現れたる象牙質面の裂向所見 : 九歯学報, 2 (2), 1-7, (1938).
6. 山本博武 ; 人歯牙の分裂線に関する研究 I 象牙質表面の分裂線について. II 象牙質の縦断面における分裂線 : 鹿児島医学誌, 34(4), 21-35, (1961).
7. 坂口幸介 ; 骨緻密質の構築に就て : 医学研究, 9 (3), 1-78, (1935).
8. 小山次雄 ; 大腿骨々折の治癒機転に伴う分裂線の変化に関する実験的研究. I Küntscher 氏髓内固定に於ける場合の変化 : 熊本医学会誌, 30 (4), 1053-1060, (1956).
9. 小山次雄 ; 大腿骨々折の治癒機転に伴う分裂線の変化に関する実験的研究. II 変形治癒骨折に於ける場合の変化 : 熊本医学会誌, 30 (4), 1060-1063, (1956).
10. 佐藤信正 ; 犬下顎骨の發育に伴う分裂線の変化に就て : 九州歯会誌, 2 (2), 57-64, (1958).
11. 内田波夫 ; 犬下顎骨分裂線の歯科補綴による変化に関する実験的研究 : 熊本医学会誌, 32(11), 1927-1942, (1958).
12. 大森忠雄 ; 犬椎骨の發育に伴う分裂線の変化に就いて : 九州歯会誌, 11(5), 20-38, (1958).
13. 森 優 ; 脛骨及び腓骨の骨折治癒部における罅裂線について : 医学研究, 24 (11), 2261-2262, (1954).
14. 山根博成 ; 橈骨及び尺骨の骨折治癒部における罅裂線について : 久留米医学誌, 19(7), 1128-1130, (1956).
15. 阿部 薫 ; 犬眼球強膜の發育に伴う分裂線の変化に就いて : 熊本医学会誌, 33(4), 268-277, (1959).
16. N. C. TAPPEN ; Split-line Patterns in a Series of Skulls of Infant, Juvenile and Adult Gorillas : Am. J. phys. Anthropol., 21 (2), 135-151, (1963).
17. H. Sicher ; Orban's Oral histology and embryology, 112-116, (1966).
18. 一条 尚 ; 人の歯の基質線維について I 象牙質における観察 : 口病誌, 25(4), 184-200, (1958).
19. Yury Kutter ; Classification of dentine into primary, secondary, and tertiary : Oral medicine and Oral pathology, 12, 996, (1959).
20. 加藤 昭 ; 二次象牙質に関する綜説 : 医学研究, 22 (1), 46-53, (1962).
21. 山崎長夫 ; 歯根透明象牙質の組織学的並物理学的研究 : 口病誌, 26(1), 216-231, (1959).
22. 浪江幸太郎 ; 第2象牙質形成に関する病理組織学的研究, I 各種条件が第2象牙質の組織像に及ぼす影響について : 歯学, 47(2), 3-23, (1959).
23. 上条雍彦, 五藤育男 ; 象牙質齲蝕 : 文部省研究報告集録・医学及薬学, 4, 28-429, (1965).
24. 中村博亘 ; 実験的に形成された第2象牙質の病理組織学的ならびに組織化学的研究 : 歯学, 54(2), 99-103, (1966).
25. 栗沢靖之, 内田波夫, 栗沢巖 ; 象牙質の銀好性原線維の出現に関する実験的研究 : 日組録 4 (4) 464-468, (1953).
26. 金井昌邦, 田宮由俊, 金光透明, 鹿野善考, 丸山嘉彦, 高井宏 ; 象牙質透明層の研究 : 日本歯科医師会誌, 7(6), 252-253, (1954).
27. Ikuo Goto ; Microradiographic studies on Dental hard tissues-Caries in the Dentin : Bull Tokyo Dent. Coll., 6(3), 114-118, (1965).
28. 岡田正弘, 三村二 ; 種々薬物の歯牙象牙質成長及骨組織形成に及ぼす影響に関する醋酸鉛生体染色法による研究 : 総合研究班研究報告集・医学及薬学資料, 22, 310, (1951).
29. 鈴木賢策 ; Iontophoresis に関する実験的研究 (特に根管治療に関連して) : 口病誌, 16 (6), 1-19, (1942).
30. 桐野忠大 ; 歯牙組織の染色法 Iontophoresis による銀染色法, 歯科口腔外科最近の進歩 I, 64-65, 医歯薬, (1956).
31. J. R. PERDRAU ; The silver reduction method for the demonstration of connective-tissue fibres : J. Path. and Bacteriol., 24, 117, (1920).
32. Shigeru Matsuno ; An improved method for silver impregnation of the argyrophile fiber : Acta Medica Univ. Kagoshima, 3, 27-29, (1960).
33. 佐野 豊 ; 組織学研究法—理論と術式, 280-286, 南山堂, (1968).