

〔原著〕 松本歯学 18 : 109~116, 1992

key words: 斑状歯 - マイクロラジオグラフィ - 組織構造 - 微細構造

歯牙フッ素症 1 症例の病理学的検索

枝 重夫, 安東基善, 長谷川博雅, 川上敏行
松本歯科大学 口腔病理学教室 (主任: 枝 重夫 教授)

近藤 武, 笠原 香, 中根 卓, 樋口壽英
松本歯科大学 口腔衛生学教室 (主任: 近藤 武 教授)

赤羽章司

松本歯科大学 電子顕微鏡室 (主任: 赤羽章司 技士)

Pathological Examination of a Mottled Tooth

SHIGEO EDA, MOTOYOSHI ANTOH, HIROMASA HASEGAWA
and TOSHIYUKI KAWAKAMI

Department of Oral Pathology, Matsumoto Dental College
(Chief : Prof. S. Eda)

TAKESHI KONDO, KAORU KASAHARA, SUGURU NAKANE
and HISAHIDE HIGUCHI

Department of Community Dentistry, Matsumoto Dental College
(Chief : Prof. T. Kondo)

SHOJI AKAHANE

Laboratory of Electron Microscope, Matsumoto Dental College
(Chief : S. Akahane, B. Sc.)

Summary

Pathological changes of a mottled tooth were examined by microradiography and scanning electron microscopy. The tooth was a maxillary right central incisor of a 10-year-old boy, which had been removed by a traffic accident. The boy had lived in Ikuma, Takagi Village, Nagano Prefecture, and had used village water containing about 2.6 ppm fluorine

for 6 years, : between the ages of 0 and 5.

Under the light microscopy Retzius lines were clearly observed in the enamel, and enamel rods were distinguished by the presence of spaces at the subsurface region. Microradiography revealed that the inter spaces of the enamel rods showed radio-opaque lines which made the enamel rods visible. These changes were clearly demonstrated by scanning electron microscopy. Underneath the surface contract enamel, interenamel rod gaps were present. Within the dentin, interglobular dentin appeared numerously and widely, and in these area no paritubular matrices had formed.

緒 言

フッ素の過剰摂取によって生ずる歯牙フッ素症(斑状歯)は、本邦では富取(1928)¹⁾によって最初に記載された岡山県赤磐郡小野田村のほか、その後の調査により北海道から九州に至るまでの各地に存在することが明らかにされている。そしてそれぞれの地域における斑状歯についての疫学的ないし衛生学的研究は数多くなされている。形態学的な研究報告も少なくないが、その検索対象の多くは既往が不明な抜去ないし脱落した斑状歯である。

さて、最近、長野県下伊那郡喬木村伊久間地区の上水道に混入していたフッ素によって同地域の児童・生徒に発生した本症があり、本学の口腔衛生学教室によってその調査報告が詳細になされているが(近藤, 1989)²⁾、今回、その調査対象であった一児童にみられた斑状歯の1歯を病理学的に検索する機会に恵まれ、とくにマイクロラジオグラフ(MRG)と走査型電子顕微鏡(SEM)によって詳細に検索し得たので、その概要を報告する。

症 例

患者は小学校3年生(10歳)の男児で、0歳時から5歳時までの約6年間にわたり、2.6 ppm前後のフッ素を含有する飲料水を摂っていた。したがってとくに中・側切歯と第1大臼歯がその影響を受け、中等度の斑状歯になっていた。すなわち、下顎左右中切歯と上顎右側中切歯の唇面、および上下顎の第1大臼歯の全ての歯面が白濁しており、第1大臼歯の咬合面には小さな歯質の欠損部が認められた(近藤, 1989)²⁾。ところが1990年に交通事故により、上顎右側中切歯が脱落したので今回これを検索することができた。

検 索 方 法

歯牙をダイヤモンドディスクによりほぼ中央にて縦断2分割し、その1つを今回の検索に供した。すなわち、半分の歯牙片をさらに約2 mmの厚さにスライスカットし、これをポリエステル樹脂スキャンディブラスト(Scan-Dia, Hagen, Germany)に包埋の後、砥石で約90 μmの研磨標本とし、Softex CMRにてMRGを撮影した、その後MRGと研磨標本の両者をそれぞれスライドグラス上にバルサムで封入した。これらを落射光線あるいは透過光線にて光学顕微鏡で比較観察した。SEMのためには、研磨標本作製後の残りの歯牙片を白濁部位を含むようにさらに2分割し、その一方をポリエステル樹脂に包埋しエナメル小柱が縦断されるように研磨面を作製し、カーボン・コーティングを施した。この研磨試料でエナメル質全体の石灰化状態を検索しながらX線微小部分分析(Electron Probe X-ray Micro-analysis: EPMA)によって、F、PおよびCaの濃度分布を調べた。他方の試料はさらに細分し、エナメル質の表面および剖出した断面のエナメル質と象牙質について二次電子像および組成像によって観察した。

結 果

肉眼所見：

本歯牙の歯冠部エナメル質のほとんどすべてが白濁しており(図1)、唇面に認められた3箇の小欠損部の表面は粗造であった(図2, 3)。

光顕所見：

研磨標本作製中、本歯牙はエナメル質のとくにその表層がきわめてもろいことがわかった。すなわち、厚さ100 μmに近づくに従って表層の一部が破壊脱落するようになった。さて、研磨標本を

落射光線(図4)あるいは透過光線(図5)を用いて光学顕微鏡の弱拡大で観察すると、とくにエナメル質部には光線の状態によって明暗の反転する部があることがわかった。すなわちエナメル質部では、落射光線下では比較的暗い部は、透過光線下で明るく、同部はMRGではX線透過性を示し、これらの部は表層およびその直下に帯状に認められた(図6)。象牙質部分では、とくに舌面部のエナメル質直下部に、落射光線では暗く、透過光線では明るく認められる帯状の部分が観察され、同部のMRGではX線透過性が高くなっていた。

エナメル質の諸変化を詳細に観察すると、光顕的にエナメル小柱と小柱間質が明瞭に区別され、これはとくにレッチウス線では際立っていた(図7)。MRGでの観察から、エナメル質に部分的石灰化不全が起こっていたが、その最表層には石灰化の良好な一層が認められた。詳細に観察すると、最表層では小柱構造は全く識別できなかったがその下層の石灰化不全部では小柱と小柱の間隙がやや広くなりその部がX線透過性の線として認められた(図8)。これは破損した場所において著明であった(図9, 10)。また一般的所見としては、レッチウス線はその存在が明瞭に観察された(図11)。なお、象牙質部では球間象牙質が多数出現しており、これはエナメル質直下において著しく、帯状に存在していた(図12)。

SEM・EPMA 所見：

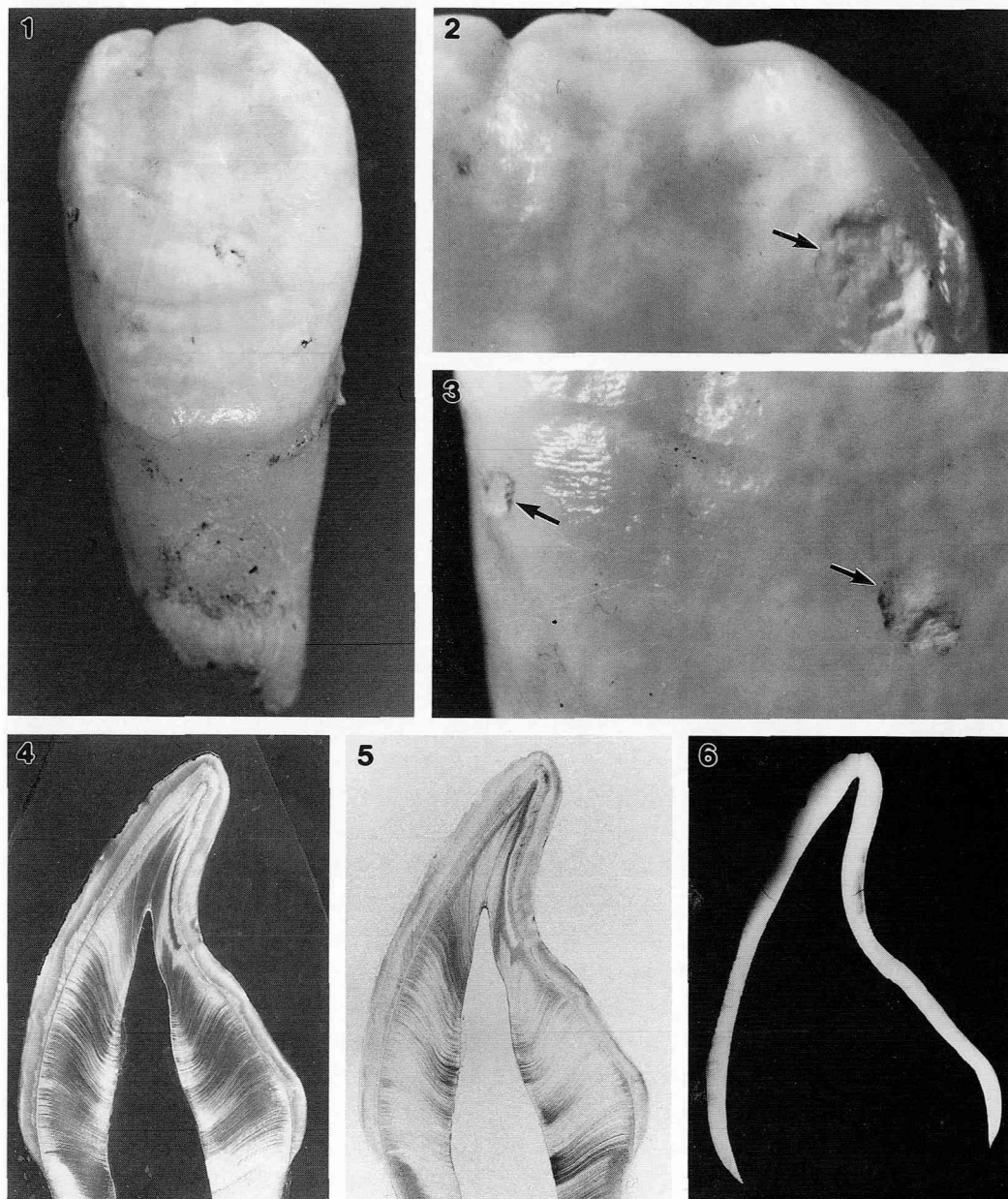
エナメル質表面には規則的な周波状が認められ、とくに異常を思わせる所見はなかった(図13)。さて、エナメル質の表層から象牙質に至るまでの形態変化は、切断試料によって明瞭に捉えることができた。すなわち組成的に緻密な最表層部ではエナメル小柱間に空隙はほとんど無く、それを識別することは難しかった。最表層直下では、エナメル小柱が剥離したような規則性のある構造物が広範囲にわたって出現していた(図15)。これらと同様な部分を組成像で観察すると、最表層は緻密な構造をしておりFが高濃度に検出された。最表層直下には石灰化不全を思わせる帯状の構造が散在し、これらはP, Ca共にその濃度が低下していた。またこの部分では比較的粗造になり、小柱間に空隙が生じてエナメル小柱の走向が明瞭となっていた(図16)。なお同部には円形の陥凹部が随所

に観察された(図15)。しかしさらに内部に入るとエナメル小柱の判別は困難で全体として均質な性状を示した。これに対して象牙質境に近い部位のエナメル質は、切断試料では、エナメル小柱の走向に沿った割れ方はしておらず、不均一な様相を呈していた。さらに小柱間の空隙も減少し、構造的に緻密化の傾向を示した。一方、象牙質では歯頸部付近には多数の球間象牙質が出現していた(図17)。この球間象牙質内では管周基質の形成はなく、それに相当して象牙細管の直径が増大しており(図18)、切断面ではその直径に大小不同が認められた(図19)。しかしその他の部分においては、微細形態上とくに正常象牙質と変わるところはなく、象牙細管、管周基質、管間基質などが観察された(図20)。

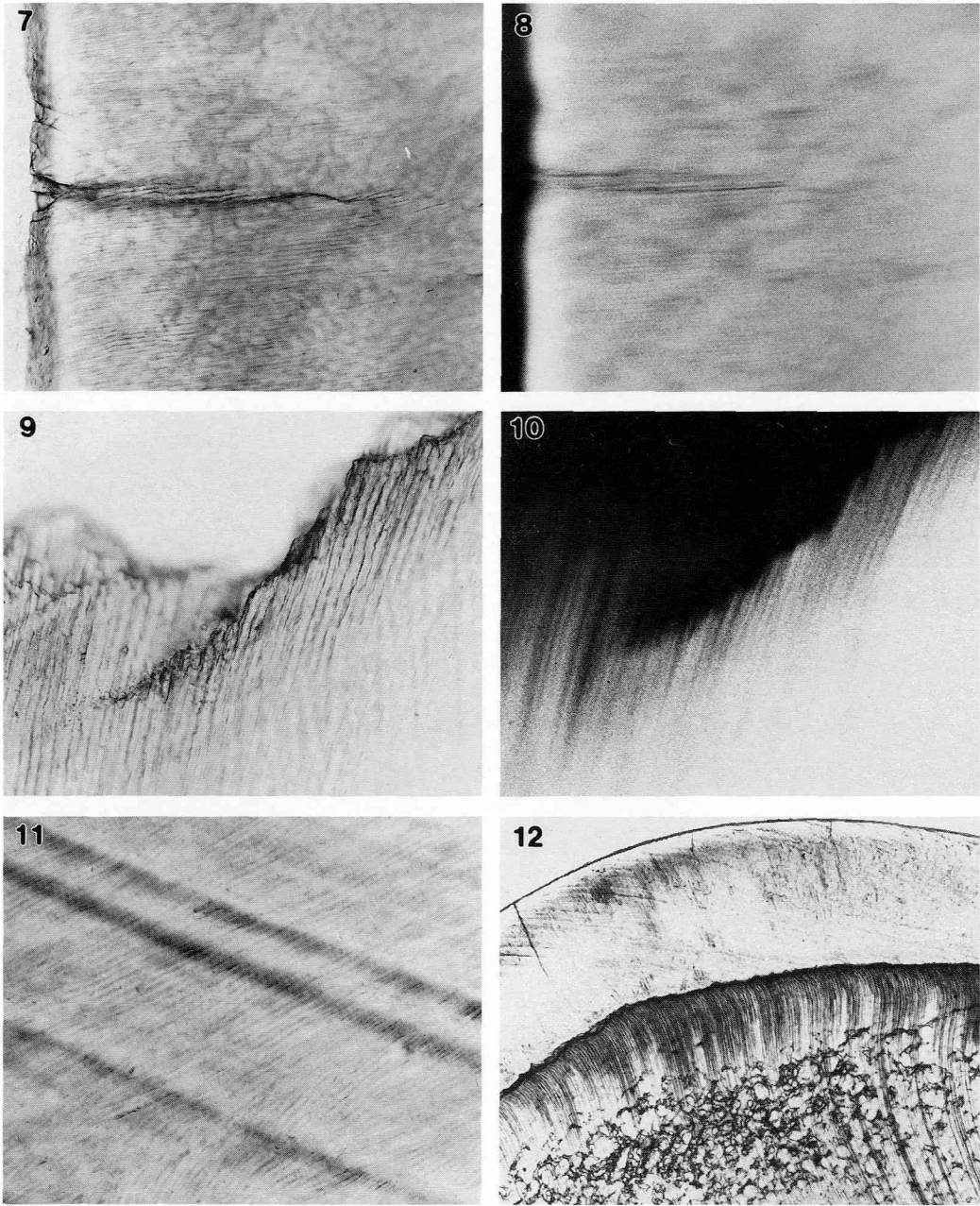
考 察

歯牙フッ素症(斑状歯)を形態学的に追究した論文の多くは、その個々の歯牙についての既往の不明なものも多く、抜去歯からそれを選出したデータが不明なものを対象としており、既往の明らかな歯牙を検索したものはほとんどない。今回の検索は既往がはっきりしている点で、より貴重であると考えられる。

さて、斑状歯のエナメル質表面は、一般的に白濁した不透明感を持つ斑点あるいは縞状の模様が現れるものであるが、表面の全体にわたって認められることもあり、高度に生じた場合では、歯質の実質欠損をともない褐色に着色するものも多い。一般にこれらの変化はきわめて多様である。さて、今回検索した症例は前に記載した通り小学校3年生の男児で、0歳から5歳までの約6年間、2.6 ppm 前後のフッ素を含有する水道水を飲料水として用いていたので、とくに中・側切歯と第1大臼歯がその影響を受けたものである(近藤, 1989)²⁾。そのうち今回検索した歯牙は、上顎右側中切歯で白濁の程度、歯質の実質欠損の有無、および着色の有無などによる厚生省(1953)の分類では、歯面が白濁状態からM₂と診断した。また、唇面にみられた3箇所の小欠損の表面は粗造であったので萌出後の器械的刺激によってできたものと考え、M₃とは診断しなかった。なお、SEMでの観察で認められたエナメル質最表層直下の円形の陥凹は、歯牙の萌出後に、その未発達なエナメ



- 図1：検索歯牙の全形像，歯表面全体に白濁が認められる。
 図2：図1の一部拡大像：粗造を呈する陥凹部がある（矢印）。
 図3：図1の一部拡大像：陥凹部（矢印）が2箇所認められる。
 図4：研磨標本の落射光線像ではエナメル質，象牙質の構造の違いが明らかである。
 図5：研磨標本を透過光線で観察すると，図4と明暗が逆転する。
 図6：エナメル質表層部あるいはその直下にX線透過性の部が帯状にある（MRG）。



- 図7：エナメル質の表層部では小柱構造が明瞭に区別される（×140）.
 図8：図7と同視野のMRGで、最表層はX線不透過性で、直下では小柱間が透過性を示す。
 図9：研磨時の表面破損部ではとくにエナメル小柱が明瞭である（×220）.
 図10：図9と同視野のMRGで、レッチウス線部では小柱間のX線透過性が明瞭である。
 図11：著しいレッチウス線が形成されている（×220）.
 図12：象牙質部では、球間象牙質が多量に認められる（×44）.

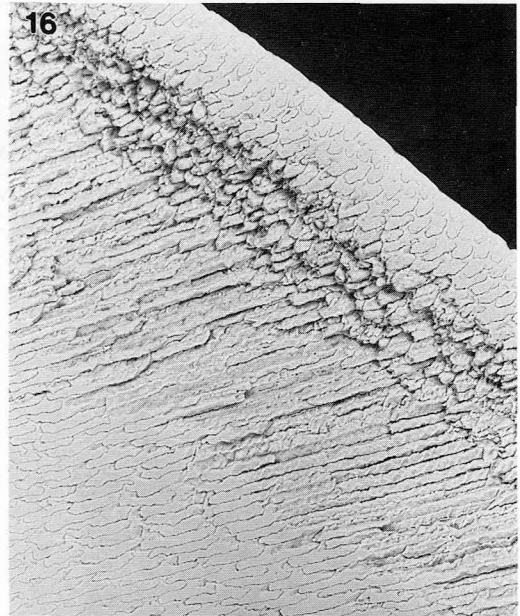
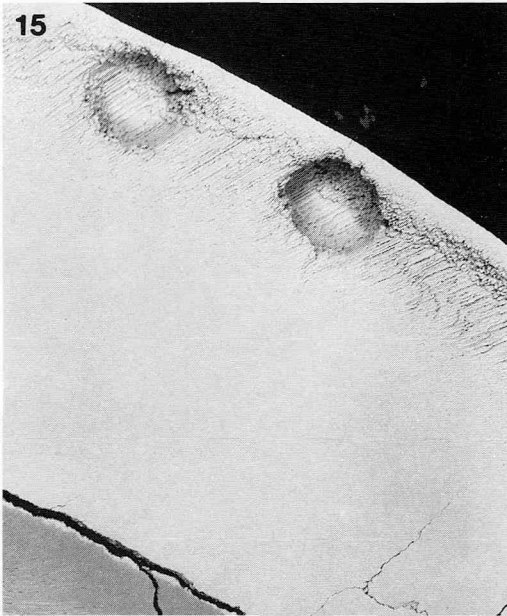
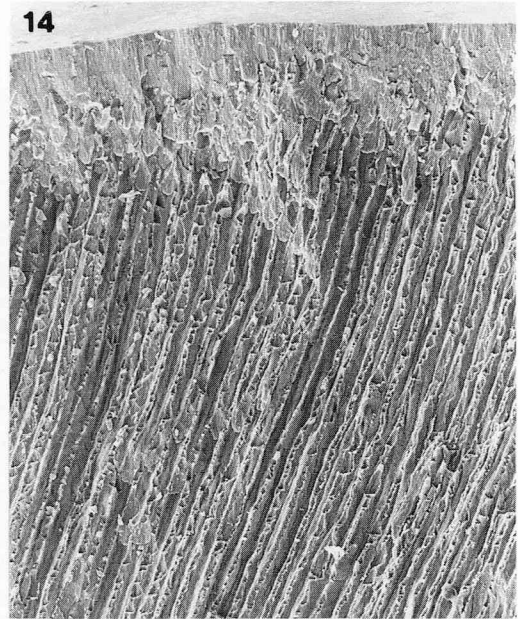
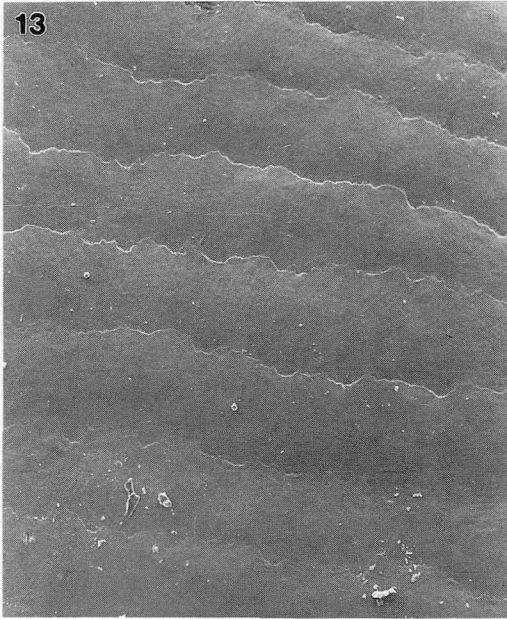


図13：エナメル質表面にみられる規則的な周波状（SEM像，×150）。

図14：表層直下では，エナメル小柱の規則的配列が観察される（断面のSEM像，×440）。

図15：組成像で石灰化度をみると，表層は高く，その直下の帯状部は低いことが理解できる（×60）。

図16：図15の一部拡大像，エナメル小柱間に生じた空隙によって走向が明瞭である（×270）。

ル小柱の破壊によって生じたもので，これと肉眼的に認められた歯質の小欠損は本質的に同一のものであると考えられた。

さて，斑状歯に関する光顕的研究の代表的なも

のとして，Williams (1923)³⁾や富取 (1943)⁴⁾などがある。これらの報告を要約すると，エナメル小柱および小柱間質が低石灰化でレッチウス線が明瞭なこと，球間象牙質が広範囲に多数出現するこ

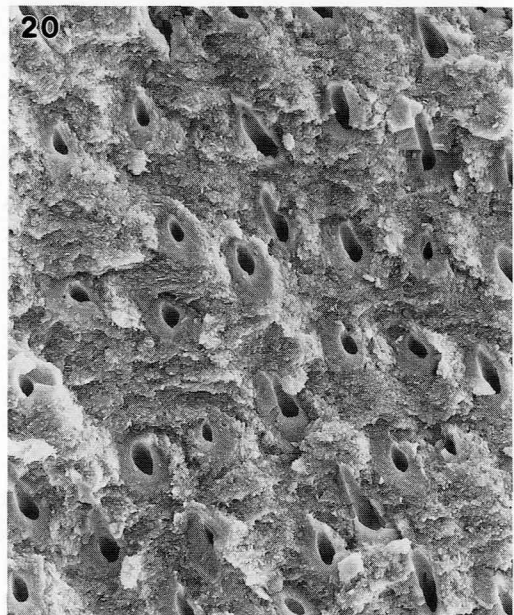
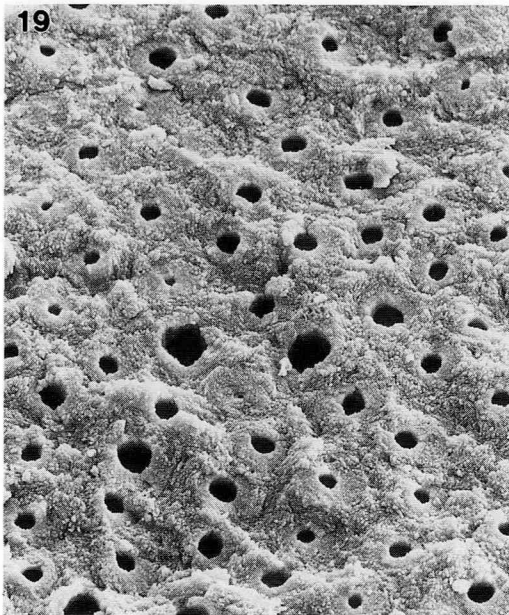
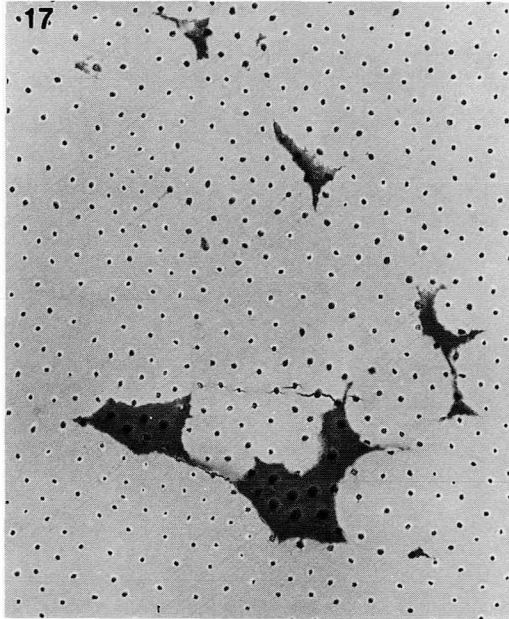


図17：球間象牙質が多く形成されている（組成像，×220）。

図18：球間象牙質部の細管には管周基質がない（断面のSEM像，×2,700）。

図19：断面によって，象牙細管の直径の大小不同が明かである（SEM像，×2,700）

図20：管周基質，管間基質ともにはほぼ正常に形成された象牙質部（断面のSEM像，×1,800）。

とが特徴的である。またX線的研究としてはApplebaum(1936)⁵⁾が軟X線を用いて斑状歯におけるエナメル質がX線透過性であることを示して以来、若干の研究論文がみられる(Darling &

Brooks, 1959⁶⁾; Newbrum & Brudevold, 1960⁷⁾). Darling & Brooksの学会抄録によれば、MRGと偏光顕微鏡で観察から病巣はエナメル質表層部から一層の高石灰化層を残して境界不明瞭

な石灰化不全層として認められ、またレッチウス線と平行な比較的石灰化のよい線と悪い線が観察されるとのことであり、その他の研究者によっても MRG でこの広範囲の石灰化不全帯と明瞭なレッチウス線の存在が指摘されている (Gustafson, 1961⁹⁾)。今回の検索においても研磨標本の観察では、エナメル小柱間が明瞭に区別され、この所見はレッチウス線で際立っていた。また、MRG 所見では、エナメル質の最表層では石灰化度が高く小柱構造の識別が出来なかったのに対しその下部では、エナメル小柱の間隙が X 線不透過性の線として観察された。しかしこの所見をを記載したものは、前に記載の Darling & Brooks(1959)⁹⁾の学会抄録にみられるだけで、これには写真等は示されていない。これはエナメル小柱の間に空隙が出来てもろくなり、薄い研磨標本を作製することが困難なため詳細な検索をすることが不可能なことに由来すると考えられる。この根拠は今回の検索時において研磨標本作製時にかなり破損し易かったことやこれらの破損部において小柱間が X 線透過性となって明瞭に観察されたことなどである。

さて SEM 観察によって、とくにエナメル質研磨面の組成像の観察では、ほぼ MRG の所見と同様の結果が得られた。また一般的に、SEM による観察では種々の程度の石灰化不全が認められるという。すなわち石灰化の単位が粗大で小柱の形態も不規則で、あるいは結晶が少なくとくに小柱の周辺部ないし小柱の尾部において著しいとされている (Fejerskov et al., 1974⁹⁾)。今回の観察でも大体同様で、エナメル質の石灰化不全の部位では小柱間が空隙として観察された。これは小柱の形成不全によるものと考えられた。EPMA によってエナメル質最表層で F が高濃度に検出されたこと、同部の石灰化が比較的良かったこと、およびその直下に低石灰化帯が存在していた点などは、エナメル質齲蝕における初期病巣の所見と類似していた。

結 論

長野県下伊那郡喬木村伊久間地区に住み、0 歳

時から 5 歳時までの約 6 年間にわたって 2.6 ppm 前後のフッ素を含む飲料水を摂取することによって生じた 10 歳男児の上顎右側中切歯に現われた斑状歯 1 歯を病理学的に検索した。すなわち、光顕的には、エナメル質においてレッチウス線が明瞭であり、表層直下付近ではエナメル小柱の間隙が明らかに現れていた。MRG ではその小柱間隙が X 線透過性の線として現れたため全体としては X 線透過性となり、またその部ではエナメル小柱が際立って観察できた。SEM では、エナメル質の最表層ではきわめて緻密であったが、その下層ではエナメル小柱の間に空隙が生じていた。象牙質部では球間象牙質が広く分布しており、同部では管周基質は形成されていなかった。

文 献

- 1) 富取卯太治 (1928) 本邦に於ける地方病的歯牙硬組織の異常研究報告。大日本歯科医学会誌, 48: 45-59.
- 2) 近藤 武 (1989) 喬木村伊久間地区に居住する児童・生徒に発生した歯の形成異常 (斑状歯) の原因についての調査報告。松本歯科大学口腔衛生学講座, 塩尻.
- 3) Williams, J. L. (1923) Mottled enamel and other studies of normal and pathological conditions of this tissue. J. Dent. Res. 5: 117-195.
- 4) 富取卯太治 (1943) 斑状歯の本態に関する病理組織学的研究。慶応歯科医学, 4: 1-41.
- 5) Applebaum, E. (1936) Mottled enamel. Dent. Cos. 78: 969-980.
- 6) Darling, A. I. and Brooks, A. W. (1959) Some observations on the mottled enamel of fluorosis. J. Dent. Res. 38: 1226-1227.
- 7) Newbrum, E. and Brudevold, F. (1960) Studies on the physical properties of fluorosed enamel. I. Microradiographic studies. Arch. Oral Biol. 2: 15-20.
- 8) Gustafson, A. G. (1961) The histology of fluorosed teeth. Arch. Oral Biol. 4: 67-69.
- 9) Fejerskov, O., Johnson, N. W. and Silverstone, L. M. (1974) The Ultrastructure of fluorosed human dental enamel. Scand. J. Dent. Res. 82: 357-372.