

# あなたの口で何かがおこる!?

51期生

## I テーマ設定の理由

私は、幼い頃から「歯をみがかないとむし歯になる」「甘いものばかり食べているとむし歯になる」と言われていました。しかし、なぜむし歯になるのかいつも疑問に持ち、今回調べてみようと思いました。

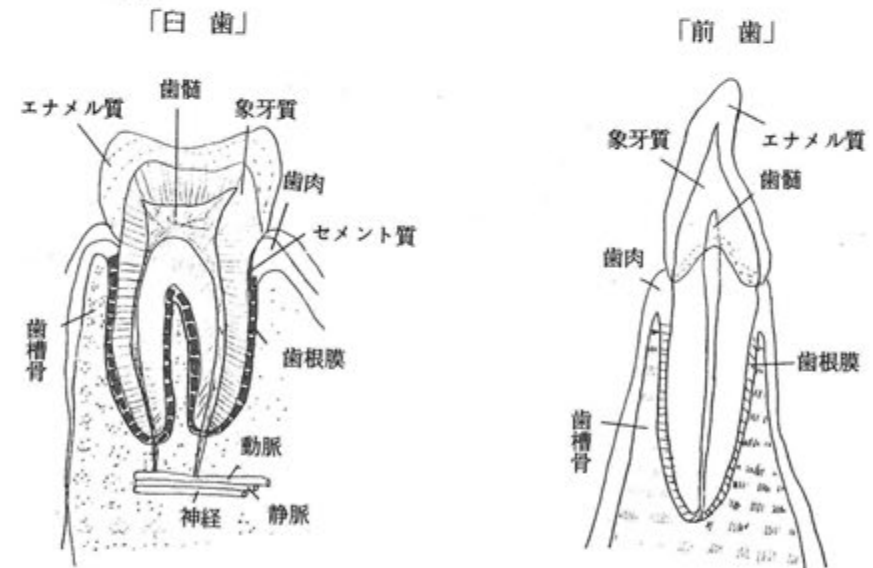
## II 研究方法

- (1) 文献調査 堺市立中図書館・大阪市立中央図書館へ行き、むし歯の現状や原因に関する資料を集める。
- (2) 観察 実際の歯牙の切片を用いて、光学顕微鏡で歯の組織構造をくわしく観察する。
- (3) 実験 一般に市販されているコーラに実際の歯牙を浸漬して、歯牙のコーラによる影響を観察する。

## III 研究内容

### 1. 歯の構造

#### (1) 歯の全体像



#### (2) エナメル質

歯冠をおおうエナメル質は体の中で最も硬い組織で、食物を噛みきったり、噛み砕いたりするのに都合が良いのと同時に象牙質と歯髄を保護している。

エナメル質の化学的組成は、無機質が95～97%を占め、残りが有機質と水である。無機質はおもにリン酸カルシウムである。このリン酸カルシウムは結晶学的には hidrookシアパタイトを基本的な構造としている。

エナメル質も作られたばかりの時(基質形成期)には、hidrookシアパタイトはわずか15%で、その他65%の水と20%の有機性基質から成っている。エナメル質に含まれる有機質の主成分は蛋白質で「エナメルリン」および「アロメジェニン」とよばれ、エナメル質に特有な蛋白質である。そして次第に水と有機性基質である蛋白質が除かれていき、そこにミネラルが添加され、高度に石灰化したエナメル質が完成する。

### (3) 象牙質

象牙質は歯の中心部にある歯髄腔の壁をつくっている組織である。象牙質は歯の蕾(歯胚)の中心部(歯乳頭)の象牙芽細胞によって作られる。象牙質は歯の硬組織のうちでは最も厚く、歯冠部の象牙質表面はエナメル質によっておおわれ、歯根部ではセメント質によっておおわれている。

象牙質の化学的組成は、無機質が70%、有機質が18%、水分が12%である。無機質はhidrookシアパタイトの結晶であり、結晶の大きさはエナメル質の結晶よりはるかに小さく、セメント質または骨の結晶と同じくらいである。象牙質の有機質としてはコラーゲン(線維性の蛋白質)が最も多く、全有機成分の93%を占めている。

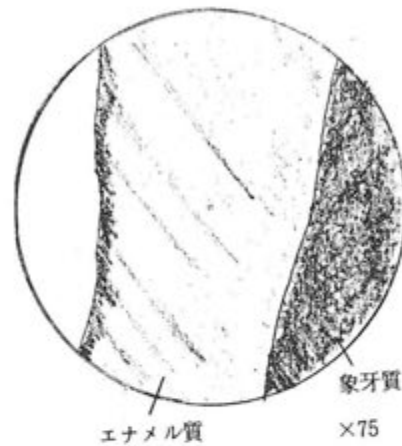
### (4) セメント質

セメント質は、歯根の象牙質の外側をおおっている薄くて硬い組織で、歯の一部でもある。

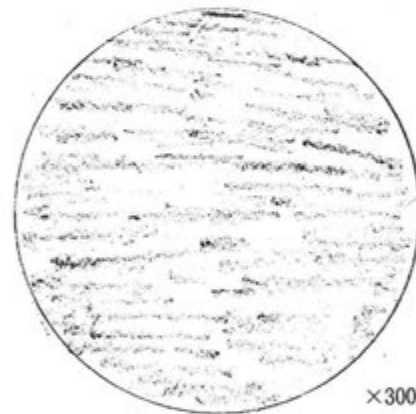
セメント質は歯根の象牙質が形成されると、エナメル質を作っていた二層の細胞(内エナメル上皮と外エナメル上皮)が一つになって結合組織中に増殖する。これをヘルトウィッチ上皮鞘といい、この上皮のかたまりが内側の細胞(歯乳頭の細胞)を象牙芽細胞に変化させる。この現象を誘導、分化という。誘導・分化の水

(顕微鏡で観察)

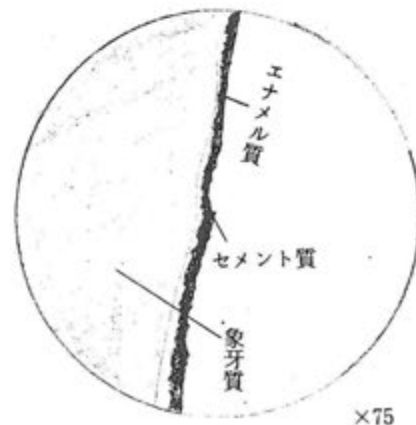
資料1



資料2



資料3



先案内人としての役目を終えたヘルトウィッチ上皮鞘はやがて消えゆくが、新たに形成された歯根の象牙質の誘導によって、外側の細胞(歯小囊の細胞)がセメント芽細胞に分化し、セメント芽細胞がセメント質を形成する仕組みとなっている。

### (5) 歯髄

一般に「神経」と呼ばれている歯髄は、象牙質の内側にあるやわらかい組織で、多数の血管や神経を含んでいる。

## 2. むし歯

### (1) むし歯の現状

1994年厚生省が約1万人を対象としてまとめた歯疾患実態調査によると、日本人の1人当たりの平均むし歯数は14.98本で、12年前の調査時(13.19本)より1.79本増えている。

むし歯に対する指標は、DMFあるいはDMFTで表わされる。DはDecayed teethの略で無処置のむし歯、MはMissing teethの略でむし歯によって抜かれた歯、または、抜かなければならない歯、FはFilling teethの略で処置されたむし歯、TはPermanent teethの略で永久歯を意味する。WHO調査による12才のむし歯罹患状況をみると、たとえばデンマーク1.6に対し、日本は4.9とかなり高い。WHOは西暦2000年までにDMFT3を目標にしているが、先進国の多くはすでにDMFT2以下となっている。諸外国に比べて日本のむし歯罹患状況は決して良いとは言えない。

### (2) むし歯の原因

#### ① ミラーの酸脱灰説

ベルリン大学の歯科保存学教授のミラーが、1890年に「酸脱灰説」という考え方を提唱した。

細菌が食物に含まれているショ糖や炭水化物を発酵させて乳酸のような有機酸をつくる。その酸によって、hidrookシアパタイトでできている歯の無機質が、カルシウムイオン(Ca<sup>2+</sup>)とリン酸イオン(PO<sup>4-</sup>)とに分解され、溶かされてしまう。

#### ② 細菌

むし歯の原因となる細菌は、連鎖球菌や乳酸桿菌、放線菌などである。具体的には連鎖球菌の中のストレプトコッカス・ミュータンス、ストレプトコッカス・サリバリユース、ストレプトコッカス・サンギユース、ストレプトコッカス・シリリスなどが原因菌として知られている。これらの細菌の中で、とくに重要なのはストレプトコッカス・ミュータンス(ミュータンス菌)である。

ところでこのむし歯の原因となる細菌、う蝕病原菌は一体どこから来るのだろうか。生まれた時には歯も生えてないし、実際ミュータンス菌は口の中には存在しない。ミュータンス菌が口の中で検出されるようになるのは、乳歯が生えるこ

ろである。学童期になると、この菌をほとんどの子供の口の中にみつけることができる。実は親が子供に口移して食べ物を与えた時に、ミュータンス菌が子供の口の中に移ってしまうのである。

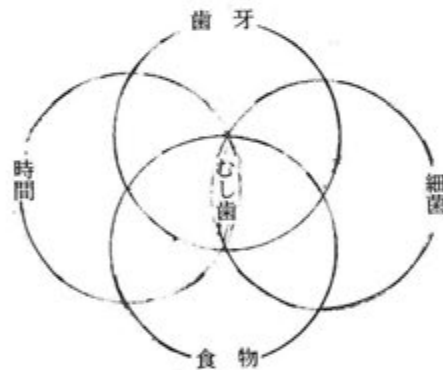
### ③ プラーク（歯垢）

う蝕病原菌の中のミュータンス菌は、ショ糖からできたグルコースから不溶性グルカン（水に溶けにくい糖）という物質をつくることができる。この不溶性グルカンによって、細菌は簡単に歯の表面にくっつくことができる。細菌が歯にくっつくことができれば、細菌同士も簡単にくっつきあえるので、歯の表面に大量のプラークが形成される。プラークの約80%が細菌であるから、その中に住み着いたむし菌菌がどんどん酸をつくり、ハイドロオキシapatiteを脱灰する。同時に、有機質を分解してエナメル質や象牙質を破壊する。

甘いものを食べると、むし菌菌が甘いものに含まれている糖から不溶性グルカンをつかって、菌自体が簡単に歯にくっつくことができ、その結果、歯が脱灰され分解される。これが甘いものを食べるとむし菌になる理由である。

### ④ カイスの輪

カイスという人が、むし菌が発生するためには、3つの大きな重要因子があると提唱した。第1の因子は、むし菌菌が口の中にあること。第2の因子は、砂糖がたくさん含まれた食べ物をとっていること。そして第3の因子はむし菌に対する歯の感受性（むし菌に対して抵抗性があるかないか）である。彼はこの3つの因子を輪で表現し、輪が重なった場合、つまり3つの因子が全部そろった時に、はじめてむし菌が発生すると考えたのである。



この3つの因子の輪は「カイスの輪」といわれており、最近ではこれらさらに時間の要素を加えた4つの因子からなるカイスの輪が一般的である。この4つの因子についてももう少し具体的に説明すると、むし菌菌についてはう蝕病原菌がいるかないかが重要だ。2番目の因子の食べ物については、砂糖などの糖分や炭水化物が豊富に含まれている食べ物をたくさんとると、むし菌にかかりやすくなる。

むし菌発生の原因となる因子の中で最も個人差の大きいのが、むし菌に対する歯の感受性である。まず第一に、歯の形がこの感受性と関連がある。むし菌はプラークがたまりやすい部分に発生しやすい。したがって、くぼんだ溝の部分には、プラークがたまりやすく、むし菌になりやすい。

4つ目の因子については、むし菌は一瞬のうちにはできるわけではない。最初はミュータンス菌が食べ物の中のグルコースを不溶性グルカンに変えて歯の表面に

くっつく。それから、砂糖や炭水化物を発酵させて乳酸をつくり、ハイドロオキシapatiteを分解する。

### (3) むし菌の臨床的な分類

むし菌は歯の硬い組織（エナメル質、象牙質、セメント質）が冒されて破壊される病気であり、その破壊の程度、つまりむし菌の進行の度合いによって、臨床的に分類されている。これが歯科検診の時によく耳にするC<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>という用語である。Cというのとはデンタル・カリエス（むし菌のこと）のcariesを略したものである。

#### ① C<sub>1</sub>

表面のエナメル質が冒されたものはエナメル質う蝕といい、歯科検診でう蝕症一度、つまりC<sub>1</sub>と表現する。

#### ② C<sub>2</sub>

エナメル質が破壊され、病変がその下の象牙質に及ぶとこれを象牙質う蝕という。象牙質う蝕は歯科検診でC<sub>2</sub>といわれ、う蝕症二度を示す。

#### ③ C<sub>3</sub>

さらにむし菌が進行し、病変が歯髄に及んで歯髄の炎症（歯髄炎）を引き起こすと、う蝕三度でC<sub>3</sub>と表現される。歯の硬い組織は広い範囲にわたって壊されて、歯には大きな穴があいていることが多い。

#### ④ C<sub>4</sub>

さらに進行すると、多くの場合は歯冠部は大きく破壊されて根だけが残った状態となる（残根という）。これをC<sub>4</sub>、つまりう蝕症四度という。

### (4) むし菌になった歯の観察（拔牙をした歯牙を用いての観察）

実験方法：歯科医院で実際に抜いた歯牙を使って、むし菌の進み方を調べた。歯を1mm程度に切断し、その切断面を観察した。

#### ① 観察1



#### ② 観察2



エナメル質のむし菌のところは小さいが、象牙質にまで達すると急に横に広がっている。

③ 観察 3



エナメル質には穴があいていないが、象牙質にはむし歯ができています。

④ 観察 4



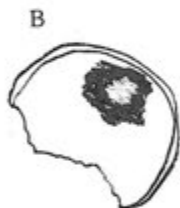
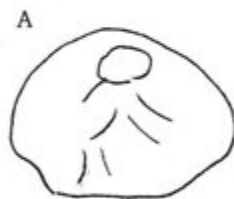
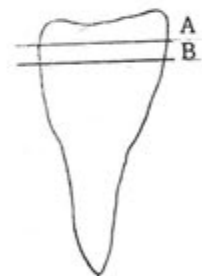
エナメル質のむし歯は小さく、象牙質に入ると急に広くなり、歯髄腔まで達している。

⑤ 観察 5



エナメル質のむし歯は、象牙質より小さい。そして、象牙質のむし歯は横に広がり、大きくなっている。

⑥ 観察 6 <歯を輪切りにして観察した>



A : エナメル質部分のむし歯

エナメル質部分には丸く、小さい穴があいている。

B : 象牙質部分のむし歯

エナメル質部分より大きなむし歯が象牙質にみられる。

<結果>

観察 1~6 のむし歯の状態を見てみると、エナメル質のところのむし歯は小さいが、むし歯が象牙質のところまでくると、かなり大きくなっている。

<考察>

むし歯ができると表面は小さいが中の方は大きくなっている。これは、象牙細

管が歯髄に向かって放射状に走っていて、その象牙細管に沿ってむし歯が進行していくからである。

小さいむし歯だといって、ほおっておくと実際は大きなむし歯になっている場合がある。

3. 酸による脱灰実験

(1) コーラによる歯牙の脱灰

実験 1 : 実際の歯牙の切片を市販のコーラ液の中に浸漬し、約 3 週間の表面の変化を一週間ごとに光学顕微鏡を用いて観察した。

<資料 1>

<資料 2>

<資料 3>



資料 1・2・3 の黒色部分が 3 週間の間に变化した部分。

<結果>

コーラにつけた資料 1・2・3 を顕微鏡で 1 週間ずつ観察してみると、資料 1・2・3 とも 1 週間・2 週間・3 週間で明らかに变化があった。なかでも、資料 2 の变化が激しかった。

<考察>

資料 1・2・3 ともコーラにつける前と 3 週間後とは明らかに变化があったが、これはコーラによる影響とはわからないので、コーラに対する影響を調べるため、実験 2 をおこなった。

実験 2 : 歯牙の切片の半分をろうでおおい、市販のコーラ液の中に浸漬し、約 3 週間つけておく。そしてろうを溶かして、ろうをつけた方とつけていない方とを比べ、コーラによる影響を見た。

<結果>

ろうをつけていなかった部分は変色しており、表面はざらざらしている。ろうでおおった部分は、あまり変化がなかった。

実験 3 : 実験 2 では歯牙の切片を用いたために目に見えるような大きな変化は確認しにくい状態だった。実験 3 では丸ごとの歯牙を用い、その半分をろうでおおい、4 週間コーラの中に浸漬し、その変化を観察した。



#### 〈結果〉

ろうでおおった部分は表面がなめらかでつやがある。コーラに直接浸漬していた部分は、表面がざらざらして灰白色になっていた。

#### (2) コーラによる魚骨の脱灰

実験方法：実験1～3は歯牙を用いたが、この実験では骨に対する影響を調べるために魚骨（鯛の骨）を用いた。鯛の同じ部分の骨を用いて、一方を生理的食塩水、もう一方をコーラに4週間浸漬し、その変化を観察した。

#### 〈結果〉

生理的食塩水に浸漬した方は、骨は固くてしっかりしていて変色はしていない。コーラに浸漬した方は骨の先の細かいところはゴムのようにくにゃくにゃしていた。色も茶色に変色していた。

### IV 結 論

むし歯になった歯牙を用いた観察によってエナメル質までのむし歯は小さいが、象牙質まで達すると急に横に広がり、大きくなることが分かった。

酸による脱灰実験で実際の歯牙を市販のコーラ液に浸漬して3週間後の変化を見てみると、最初の切片の表面に比べ、かなり、でこぼこになっていて溶けていることが分かった。エナメル質の部分は灰白色に変色し、表面がざらざらしていた。象牙質は、茶色に変色していた。

コーラ液に4週間浸漬した魚骨は、生理的食塩水に入れていた骨に比べて、かなり、やわらかくなっていた。

### V 総 括

むし歯発生のメカニズムを調べてみると4つの要素がからみあっていることが分かった。その1つが欠けるとむし歯にはならない。このことからむし歯をなくすことは意外と簡単である。しかし実際なくならないのはなぜだろうか。むし歯予防のためには他国よりも自販機が多いなどの日本の生活環境も考えなおす必要があるかもしれない。実際の歯牙を使ったさまざまな実験でむし歯の進行状態もよく分かった。むし歯は病気なので早期発見・早期治療が大切であると思った。

あなたの歯は大丈夫ですか？

### VI 参考文献

- ・「口腔の解剖」 高橋和人他 南山堂
- ・「組織・発生」 平井五郎他 医歯薬出版
- ・「デンタルプラーク細菌の世界」 奥田克爾他 医歯薬出版
- ・「歯科医療の最前線」 下野正基 講談社
- ・「歯のはなし」 能美光房 ぎょうせい
- ・「お口の健康」 野口俊英 医歯薬出版
- ・「覚えておきたい歯の一生」 下野正基他 医歯薬出版