

令和のカリオロジー & ペリオドントロジー

天 野 敦 雄

大阪大学大学院歯学研究科口腔分子免疫制御学講座予防歯科学

Cariology and Periodontology in Reiwa Era

Atsuo AMANO

Department of Preventive Dentistry, Osaka University

Abstract

Dental caries and periodontal disease are the two major infections of the mouth. Can these two diseases be cured? If you think that dental caries can be cured by drilling and filling, or periodontal disease can be cured by removing calculus, you are wrong. There is no complete cure for dental caries and periodontal disease. The causative organisms of both diseases are the indigenous bacteria of the mouth. You can't get rid of them. However, it is possible to stop the onset and progression of dental caries and periodontal disease. To do so, we need to understand the cause of the diseases and eliminate it. The cause is microbial shift from symbiosis to dysbiosis in biofilm. This article outlines the latest etiology of the two major infectious diseases of the mouth.

* 責任著者連絡先：〒 565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-8
大阪大学大学院歯学研究科口腔分子免疫制御学講座予防歯科学
天野敦雄
e-mail: amanoa@dent.osaka-u.ac.jp

う蝕と歯周病は治るのであるのか？削って詰めたらう蝕は治る，歯石を取ったら歯周病は治る，と思っ
ているなら，それは間違い。う蝕と歯周病が完治する
ことはない。う蝕と歯周病の原因菌はともに口の常在
菌である。常在菌は追い出すことができない。しか
し，う蝕と歯周病の発症・進行を止めることはでき
る。そのためには，発症の原因を理解し，その原因
を取り除くことである。本稿では口の 2 大感染症
の最新病因論を概説する。

1. 口腔バイオフィルム

私達の口の中には 700 種類以上の細菌が住んで
いる。しかし，すべての人の口に 700 種類いるわけ
ではない。口が綺麗な人には数十種類，口が汚い人
でも 300 種類程度である¹⁾。口腔常在菌の定着は羊水に漂

う胎児の頃より始まり，生後はヒトやペットから
の唾液を介して口の常在菌の種類が増えていく²⁾。

う蝕原菌は歯が萌出した 1 歳半以降に口に住み着
き始める。唾液による母子・垂直伝播の確率が一
番高いが，父親，兄弟，祖父祖母からの伝播もあ
る。一方，歯周病原菌の定着は遅い。レッドコン
プレックスの *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola* は 10 歳
以降，最も病原性が高い歯周病原菌 *Porphyromonas*
gingivalis は 18 歳以降から定着を始める²⁾。この
年齢になると，唾液感染の相手は家族もあるが，
パートナー（彼，彼女，配偶者）の確率が高い。

歯肉縁上のバイオフィルムに住むのがう蝕原菌。
歯周病原菌は歯肉縁下のバイオフィルムに住む
（図 1）。歯肉縁の上と下では細菌世界は全く違
う。酸素濃度，

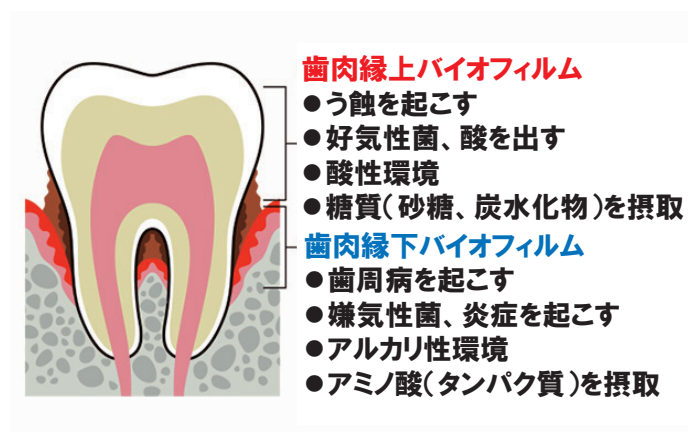


図1 歯ぐきを境に異なる細菌世界

歯ぐきの上（歯肉縁上）と歯ぐきの下（歯肉縁下）のバイオフィルムは全く違う細菌世界。う蝕菌と歯周病菌とは住む世界が違う。（天野敦雄：DMR, No. 232, モリタ社, 2019より転載）

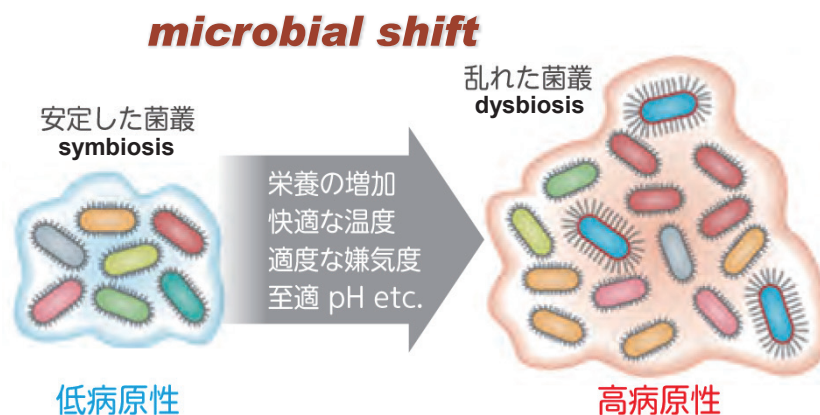


図2 microbial shift

microbial shift とはバイオフィルムを取り巻く栄養、温度、pH、嫌気度などの環境変化によってバイオフィルム細菌が活発となり、バイオフィルムの病原性を高める現象のこと。microbial shiftによって、バイオフィルムは安定した状態(symbiosis)から乱れた状態(dysbiosis)へとシフトし高病原化する。

pHに加え、歯肉縁上バイオフィルムの細菌は発酵性糖質（ショ糖、ブドウ糖、果糖、調理したデンプン）を栄養とするが、歯肉縁下の細菌は宿主由来のタンパク質を分解してアミノ酸を栄養とする²⁾。

2. う蝕と歯周病の発症

歯肉縁上バイオフィルムが高病原性に変化するとう蝕が発生し、歯周病は歯肉縁下バイオフィルムの高病原化により発症する。バイオフィルムの高病原化は新たな細菌種の参入によるものではない。常在菌の microbial shift が原因である²⁾ (図2)。microbial shift とは、バイオフィルムを取り巻く栄養、温度、pH、嫌気度などの環境変化によって細菌達が活発化し、バ

イオフィルムの病原性が高める現象のことである。microbial shift によって、バイオフィルムは安定した状態(symbiosis)から乱れた状態(dysbiosis)へとシフトし高病原化した結果、バイオフィルムの病原性と歯・歯周組織の抵抗力の間の均衡が崩れ、う蝕や歯周病が発症・進行する²⁾ (図3)。

3. う蝕の最新病因論

① う蝕原菌

20世紀にはミュータンス連鎖球菌が主たるう蝕原菌と考えられていた。21世紀になって、ミュータンス連鎖球菌以外の酸産生菌もう蝕の発症に関わっていることが示された²⁾ (表1)。これらの菌種は砂糖

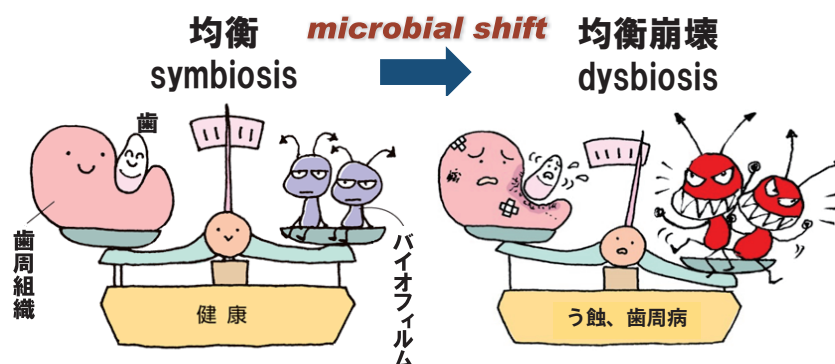


図3 う蝕と歯周病の病因

バイオフィームの microbial shift によりバイオフィームが高病原化する。その結果、バイオフィーム vs 歯・歯周組織の間の均衡が崩壊し、う蝕や歯周病が発症する。(天野敦雄, 貴島佐和子: デンタルハイジーン 36 (7), 2016 より改変掲載)

表1 う蝕原菌とう蝕誘発性成分 (昭和の常識と令和の常識)

昭和	令和
う蝕原菌	う蝕原菌
● ミュータンスレンサ球菌	● ミュータンスレンサ球菌
● <i>Lactobacillus</i> 属 (乳酸菌)	● <i>Scardovia wiggsiae</i>
	● <i>Lactobacillus</i> 属 (乳酸菌)
	● <i>Bifidobacterium</i> 属 (ビフィズス菌)
	● <i>Actinomyces</i> 属
	● <i>Veillonella</i> 属
う蝕誘発性成分	う蝕誘発性成分
● 砂糖 (ショ糖)	● 発酵性糖質
	ショ糖, ブドウ糖, 果糖, 乳糖, 調理したデンプン

(ショ糖) だけではなく, 他の発酵性糖質 (ブドウ糖, 果糖, 乳糖, 調理したデンプンなど) を摂取して酸を産生し, 歯を脱灰する。

一方, 常在レンサ球菌の中にはアルカリ性であるアンモニアを産生して酸を中和する善玉菌がいる。善玉菌が多いバイオフィームはう蝕を起こしにくいと考えられている²⁾。

② う蝕の発生

21 世紀になって, う蝕という疾患は「脱灰と石灰化のバランスが偏っている状態で有り, う蝕=う窩ではない」という考えが浸透した。バイオフィームに発酵性糖質が与えられ, microbial shift が起こりバイオフィームが「より酸性」へと傾くことがう蝕の原因である²⁾ (表 2)。こうして脱灰因子と防御因子のバランスが崩壊し, う蝕が発生する (図 4)。

③ う蝕の治療

疾患の治療は病因除去である。う蝕の原因は microbial shift による脱灰因子と防御因子の均衡崩壊であるから, 脱灰因子を減らし, 防御因子を増やすこ

とがう蝕の治療である。そのためには発酵性糖質の制限 (食事指導) あるいは適時除去 (食後すぐの歯磨き) により reverse microbial shift を起こすことが必要である。「削る・詰める」はリハビリテーションであって, 病因除去ではない。食生活と歯磨きの習慣を変えなければ, いくら削って詰めても, う蝕は繰り返される。

4. 歯周病の最新病因論

① 歯周病原菌

21 世紀初頭の歯周病原菌はレッドコンプレックスと呼ばれる 3 菌種であった (今でも, これら細菌種は間違いなく強力な歯周病原菌である)。現在では, さまざまな細菌種の協働作業による microbial shift が歯周病発症の原因であり, レッドコンプレックスがいると microbial shift が起こりやすくなると考えられている²⁾。

② 歯周病の発症

バイオフィームの microbial shift は年月をかけてゆっくりと起こる。バイオフィーム細菌の中には, 他の細菌種の産生する代謝産物 (排泄物) を栄養素として利用するものが多く存在する²⁾。磨き残されたバイ

表 2 う蝕の microbial shift

発酵性糖質による microbial shift の進行過程
① 口腔内への発酵性糖質の取り込み
② 酸産生菌が発酵性糖質を摂取し酸を産生
③ 歯肉縁上バイオフィームが酸性に傾く
④ 酸性に強い酸産生菌が増加
⑤ 酸性に弱いアルカリ（アンモニア）産生菌が減少
⑥ 歯肉縁上バイオフィームがさらに酸性に傾き歯を脱灰

表 3 歯周病の治療

歯肉縁下デブリッドメントによる reverse microbial shift
① 潰瘍面の閉鎖→出血停止→BOP（-）
② 歯周病菌が飢餓（鉄欠乏）に陥る
③ プラーク細菌叢が健康状態に戻る
④ 歯周状態も元に戻る
⑤ メンテナンスで再度の microbial shift を防ぐ

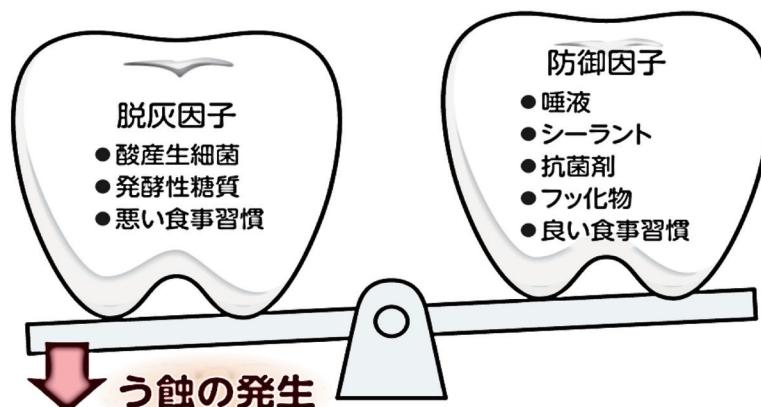


図 4 う蝕の発症

歯の脱灰を促進する因子（脱灰因子）と脱灰を阻害する因子（防御因子）とのバランスが崩れるとう蝕が発生する。発酵性糖質の量が増えれば、酸産生細菌が増加して microbial shift が起こる。（天野敦雄:DMR, No. 232, モリタ社, 2019 より転載）

オフィームの細菌達は足らない栄養素をお互いに融通し合い、ゆっくりとした microbial shift により、じわじわと病原性を高めていく。

バイオフィームの microbial shift により歯周組織に炎症が生ずると、歯肉溝は3ミリを超えて深くなり歯周ポケットが形成される。歯周ポケットの内面には炎症により潰瘍が形成され、潰瘍面から出血が始まる。歯周病原菌にとって鉄分とタンパク質は必須の栄養素である。潰瘍面からの出血により、血液中の鉄分とタンパク質を摂取した歯周病菌は活性化し増殖し、一気に microbial shift が進む²⁾。その結果、バイオフィームの病原性は大幅に高まりバイオフィームと歯周組織の均衡が崩れ、歯周病が本格的に進行する。

③ 歯周病の治療目標

歯周病発症の主な原因は microbial shift である。その原因除去は細菌に供給される栄養を絶つこと。歯肉縁下のデブリッドメントにより、歯周ポケット内の細菌数が大幅に減少すれば、ポケット内の潰瘍面は修復し出血は止まる。すると、栄養源を断たれたバイオフィームの病原性は大幅に低下する。原因がなくなれば、

歯周組織は自然に改善に向かう（表3）。やがて臨床的治癒は得られるが、これは完治ではない。歯周病原菌は相変わらず口腔内に生息している。油断すれば再発するのが歯周病である。

5. 主治医は患者自身

健口は健康寿命の増進に繋がる。アメリカでは“Changes in Healthcare: patient-centric approach”が常識となっている。この意味は、主治医は患者自身ということである。口の健康維持・増進にはご本人がわが事として健口増進に取り組んでいただかなければならない。患者の健口と健康は、患者自身に委ねられていることを理解して貫くことが歯科医療人の使命である。

参考文献

1. Takeshita T, Kageyama S, Furuta M *et al.*: Bacterial diversity in saliva and oral health-related conditions: the Hisayama Study. *Sci Rep.* 6: 22164, 2016.
2. 天野敦雄：歯科衛生士のための21世紀のペリオドントロロジーダイジェスト【増補改訂版】。クインテッセンス出版, p.1-143, 2020.