

歯周病を起こすバイオフィルムと 起こさないバイオフィルム

大阪大学名誉教授 大阪大学歯学研究科特任教授
健口あまの代表
天野敦雄



はじめに

2000年にFDI(国際歯科連盟)が「歯の寿命は削れば削るほど短くなる」と我々に告げた。一度介入した歯質が再び「削る・詰める」のサイクルに陥るのは、むし歯菌や歯周病菌が口腔常在菌であるという生物学的宿命に起因する。

常在菌を完全に駆逐することは不可能である。わずかな「管理の隙」が生じれば、う蝕は再発する。歯周病も同様である。歯周ポケットが3mm以下という臨床的治癒に達したとしても、それは疾患活動性の制御であり、真の意味での完治ではない。

口腔バイオフィルムは常在菌の集合体であり、その存在を口腔内から根絶することは不可能である。歯周病治療の目標は、このバイオフィルムを「駆逐」することではなく、歯周病原性を発揮させない状態に変容させることにある。

口腔バイオフィルムには、いわゆる悪玉菌(病原菌)、善玉菌、そして日和見菌の3種類の細菌が生息している。歯周病菌の勢いが優勢とみると、日和見菌は栄養共生などの手段により、歯周病菌を支える行動に出る。日和見菌の協力によってバイオフィルム全体の

病原性が増大し、歯周組織の防御力を上回る。すると歯周ポケットからの出血が始まる。歯周病菌の最高の栄養である血液を得て、バイオフィルムの高病原化はさらに進む。

何のために歯石除去やプラークコントロールを行っているのか。その目的は高病原化したバイオフィルムを低病原性の状態に戻し「歯周病を起こさないバイオフィルム」へと質的に変容させることである。

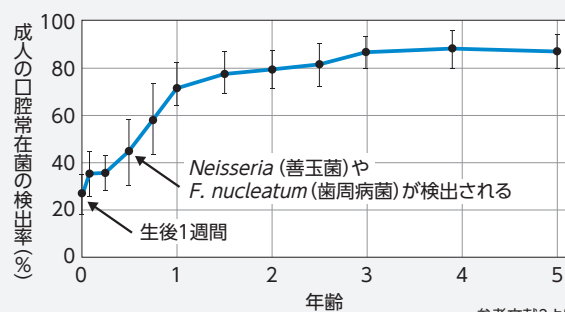
バイオフィルム細菌を知る

1. 口腔常在菌

(1) ヒトは常在菌と生きている

私たちの体には1,000種類以上の細菌が「常在菌」として住みついている。常在菌は「常に在る菌」であり、細菌量を減らすことはできても、体から完全に駆逐することはできない。むし歯菌と歯周病菌も常在菌であり、たとえ無歯顎になっても口腔内に住み続けることが知られている¹⁾。

口腔常在菌の定着は早い。生後1週間で成人の口腔常在菌の3割が住み着き、3歳で約9割の細菌種が定着を完了する²⁾(図1)。



参考文献2より引用

図1 対象：新生児54人(男27、女27)とその両親。生後1週間で成人の口腔常在菌の3割が検出され、3歳で成人の9割の細菌種が検出された。

(2) 常在菌との共生関係の崩壊による疾患発症

多くの疾患が、ヒトと常在菌叢のバランスの崩れを原因として発症する。歯周病もそのひとつである。「歯周病を起こ

すバイオフィルム」の出現により共生関係が破綻することで歯周病が発症する³⁾。

2. 歯周病菌

(1) 歯肉縁下バイオフィーム

ヒトの歯に付着するバイオフィームは歯肉縁を境とする2つの細菌世界で成り立っている³⁾(表1)。歯肉縁下バイオフィームの構成細菌種はピラミッドに例えられている。細菌種は6つのグループに色分けされ、ピラミッドの上層の細菌種

ほど歯周病原性が高い⁴⁾(図2)。歯周病の細菌ピラミッドの頂点には、最も歯周病原性が高いレッドコンプレックスが位置する。

歯肉縁上プラーク細菌

- う蝕を起こす(歯肉炎も起こす)
- 酸素が好き(好気性菌)あるいは酸素に耐性がある
- 発酵性糖質(ショ糖、グルコース、果糖、調理したデンプン)を栄養素とし、酸(乳酸、酢酸など)を産生する
- プラークのpHは4.5~6.8

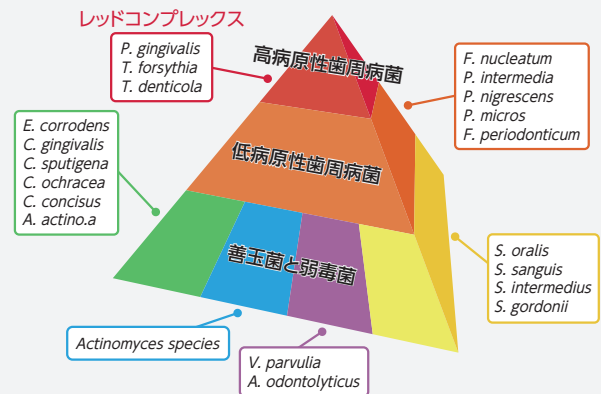
歯肉縁下プラーク細菌

- 歯周病を起こす
- 酸素が嫌い(嫌気性菌)
- 歯周組織と血液由来のタンパク質と鉄分を栄養素とし、アルカリ性物質(アンモニアなど)を産生
- プラークのpHは7.5~9.0

参考文献3より引用

表1 歯肉縁上と歯肉縁下で異なるプラーク特性。

歯肉縁下バイオフィーム細菌のピラミッド



参考文献3より引用

図2 細菌種は6つのグループに色分けされ、ピラミッドの上層ほど歯周病原性が高い。

(2) レッドコンプレックス

歯周病原性が高い歯周病菌は*Porphyromonas gingivalis* (Pg菌)、*Tannerella forsythia* (Tf菌)、*Treponema denticola* (Td菌)の3菌種である⁴⁾。この3菌種を包括してレッドコンプレックスと呼ぶ。レッドは危険あるいは血の赤を意味し(3菌種の栄養素は血液成分)、コンプレックスは

集合体の意味である。3菌種の中でも、Pg菌の歯周病原性は際立っており、keystone pathogen (キーストーン病原体)と呼ばれている³⁾。この意味は「ごく少量であっても他の微生物を巻き込んで疾患を引き起こす要となる微生物」である。

(3) レッドコンプレックス検出率

18歳以上を対象とした最近の研究⁵⁾ではTd菌とTf菌の検出率は年齢に関係なく一定であったが、Pg菌の検出率は年齢とともに上昇していた(表2)。Td菌とTf菌は18歳まで

に定着を果たしていると考えられる。また、レッドコンプレックス3菌種が検出された割合は27%程度であった⁵⁾(図3)。

- Pg菌: 32% (29歳以下) → 65% (50歳以上)
- Td菌: 年齢に関係なく約8割
- Tf菌: 年齢に関係なく約6割

表2 レッドコンプレックス細菌の検出率⁵⁾。
対象者: 18歳以上のつくば市民977名。

Pg-Td-Tf 3菌種の検出率⁵⁾

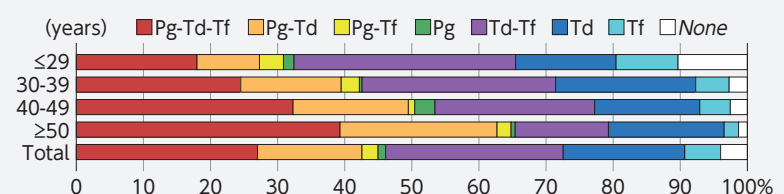


図3 レッドコンプレックス3菌種全てが検出される割合は年齢とともに高くなり、全年齢平均で27%であった。レッドコンプレックスが全く検出されない割合は4%にとどまった。

歯周病の発症

1. 歯周病発症へのロードマップ

(1) dysbiosis

バイオフィルムの高病原化はレッドコンプレックス単独の影響によるのではなく、多数の細菌種の相互作用によるディスバイオーシス (dysbiosis) により発症する³⁾。悪玉菌である歯周病菌の量が少ないとき、日和見菌は善玉菌と協同してバイオフィルムをsymbiosisと呼ばれる低病原性状態に維持している。しかし、悪玉菌が増加すると日和見菌は自らの病原性遺伝子にスイッチを入れ、悪玉菌と協同するようになり、バイオフィルムを高病原化させる。この状態をdysbiosisと呼ぶ³⁾(図4)。「歯周病を起こすバイオフィルム」の出現により歯周組織の防御力との均衡が崩れ、歯周病が発症する。特にkeystone pathogenであるPg菌は「オーケストラの指揮者」と呼ばれ、日和見菌を指揮しdysbiosisを起こす役割を担っている。

(2) 栄養共生

プロによるブラッシング指導を受けたことの無い生活者では、ブラッシングによるプラーク除去率は2割程度にすぎないとの報告もある⁶⁾。磨き残されたバイオフィルムの中でdysbiosisが始まる。歯周病菌をはじめ多くの細菌種は他の細菌が排泄する代謝産物(排泄物)を栄養素として利用し病原性を高める。これを栄養共生と呼ぶ。この相互扶助によって、バイオフィルムはdysbiosisへと向かう³⁾(図5)。

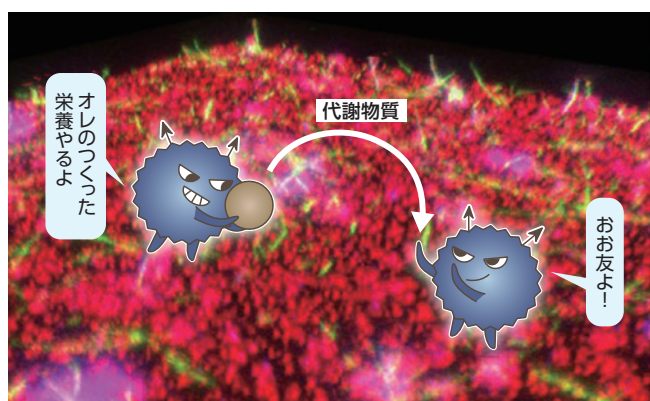


図5 栄養共生によりdysbiosisが始まる。

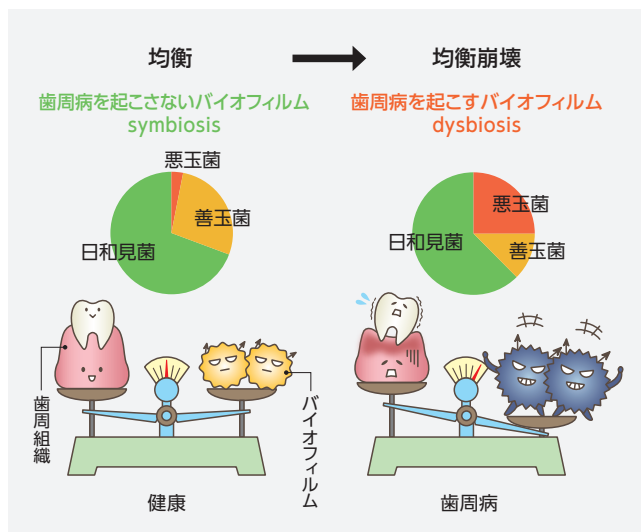


図4 歯周病の発症原因はdysbiosis。

(3) 歯周ポケットの潰瘍面

栄養共生によるdysbiosisにより歯周組織に炎症が起こり、やがて歯周ポケットが形成される。歯周ポケット内の内縁上皮が脱落し潰瘍が形成されると、露出した毛細血管から出血が起こる。この血液がバイオフィルムのdysbiosisを決定的なものにする³⁾。

(4) 血液の栄養素

レッドコンプレックスの必須栄養素はタンパク質と鉄分である³⁾。健康な歯周組織の歯肉溝浸出液にもタンパク質と鉄分は含まれているが、ごく少量である。しかし、歯周ポケットからの出血が始まると、血液に含まれる血漿タンパク質とヘモグロビンのヘム鉄によって、一気にdysbiosisが進み、歯周病が本格的に進行する⁴⁾(図6)。

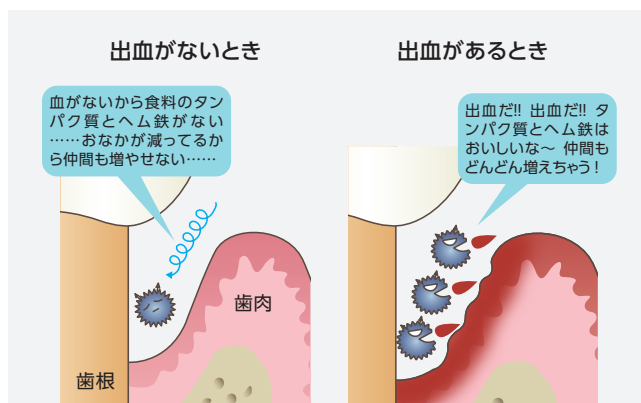


図6 歯周ポケットの出血によりdysbiosisは一気に進む。

歯周病の治療

1. 目標はdysbiosisの解消

歯周病治療の最初の目標は病因の除去、つまりdysbiosisの解消である。歯周ポケット内に血液が供給され続ける

かぎり、バイオフィルムのdysbiosisは持続する。歯周ポケットの潰瘍面を閉鎖し血液を絶たなければならない。

2. 歯周基本治療で歯周病菌を減らす

歯肉縁下のSRPにより、歯周ポケット内の歯周病菌数は大幅に減少する。するとポケット内の潰瘍面が閉じていき、出血が止まる。栄養源を断たれたバイオフィルムのdysbiosisは解消され「歯周病を起こさないバイオフィルム」へと変わる³⁾。病因がなくなれば、歯周組織は改善に向かい臨床的治癒が得られる(表3)。しかし、これは完治ではない。歯周病菌は常在菌である。油断すれば再発するのが歯周病である。

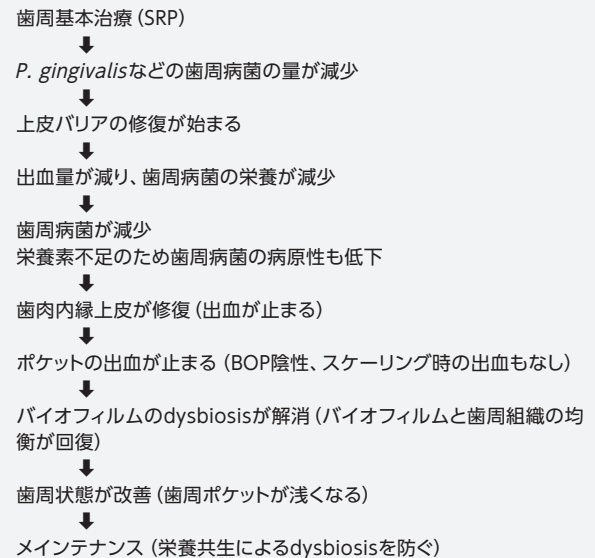


表3 歯周基本治療からメンテナンス。

リスク判定

レッドコンプレックスがバイオフィルムに生息していることは歯周病の発症リスクであり、再発のリスクでもある。細菌検査によりレッドコンプレックスの存在を確かめることは歯周病の予防・治療に欠かせない。残念ながら歯周病の細菌検査は健康保険に収載はされていないが、リスクを知ることが歯科医師にとっても患者さんにとっても貴重な情報である。

細菌検査は特殊な機器も手技も必要ではない。歯肉縁下バイオフィルムか唾液を採取して検査会社に送付すれば、1週間後には結果が送られてくる。採取した検体量が少ないと検体中の細菌量も少なくなるため、検査結果が偽陰性となる。取り扱い説明書に記載された検体量は上回っても良いが下回ることが無いようにしていただきたい。ジーシーではサリバチェック ラボという細菌検査を実施しているので一度WEBサイトをご覧ください(図7)。



図7 ジーシーオーラルチェックセンターへ検体を送付し検査を行う。「歯周病原細菌検査」と「う蝕関連細菌検査」の2タイプがある。



サリバチェック ラボ
についてはこちら

まとめ

歯周治療の目標は、歯周病発症の主原因であるバイオフィルムのdysbiosisを取り除き「歯周病を起こさないバイオフィルム」に戻すことである。そのためにはバイオフィルムに供給される栄養を絶たなければならない。適切なSRPにより歯周ポケット内の細菌量が減少すると、やがてポケット内の潰瘍面が修復し出血は止まる。発症原因であるdysbiosisが無くなれば、歯周組織は自然に改善に向かう。やがて臨床的治癒に至る。歯周ポケットからの

出血を止める！に尽きる。

dysbiosisの解消には「患者さんも主治医」でなければならない。絶えず蓄積するバイオフィルムを日々のセルフケアにより患者さん自身が責任をもって取り除くのである。患者さんには「歯ブラシと歯間ブラシを使っても出血しなくなることがあなたのゴールです」と目標設定をしていただきたい。さらに、定期メンテナンスは欠かせない。プロケアとセルフケアの両輪が必要であることを患者さんに理解してもらう

必要がある(表4)。また、メンテナンス中の患者さんには「歯みがきで血が出たら歯周病再発のサイン。すぐに連絡して！」と伝えていただきたい。

歯周病に効くオーラルケア製品にも期待したい。現在、歯磨剤などに含まれているほとんどの抗菌成分は、善玉・悪玉の区別なく作用する。悪玉菌だけを減少させなければdysbiosisを解消することはできない。悪玉菌にのみ抗菌作用を発揮し、善玉菌には優しい抗菌製品が待たれる。

- 歯周病は完治しない病気
- 歯科医院は痛くならないために行く所
- 患者も主治医

表4 メインテナンス患者に伝えよう。

●参考文献

1. Sachdeo A, Haffajee AD, Socransky SS. Biofilms in the edentulous oral cavity. J Prostodont. 17(5):348-56, 2008.
2. Yama et al, Oral microbiota development in the first 60 months: A longitudinal study. J Dent Res, 103(12), 1249-57, 2024.
3. 天野敦雄. 歯科衛生士のための21世紀のペリオドントロジーダイジェスト【増補改訂版】. クインテッセンス出版, 2020.
4. 天野敦雄, 村上伸也, 岡 賢二 編. ビジュアル 歯周病を科学する. クインテッセンス出版, 2012.
5. Chigasaki et al. A cross-sectional study on the periodontal status and prevalence of red complex periodontal pathogens in a Japanese population. J Oral Sci, 60(2), 293-303, 2018.
6. 坪崎 健斗, 加藤 智崇, 岩田 良子, 前田 祐貴, 美濃 直輝, 小川 智久. ブラーク除去効果に影響する因子について—歯ブラシの種類, ブラッシングの習熟度の比較—日歯周誌, 63 (1), 1-10, 2021.



天野敦雄 (あまの あつお)

大阪大学名誉教授 大阪大学歯学研究科特任教授 健口あまの代表 歯科医師

略歴・所属団体◎1984年 大阪大学歯学部卒業。1987年 大阪大学歯学部予防歯科学講座助手。1992～1994年 ニューヨーク州立大学歯学部ポスドク。1997年 大阪大学歯学部附属病院障害者歯科治療部講師。2000年 大阪大学歯学研究科口腔分子免疫制御学講座教授。2015～2019年 大阪大学歯学研究科長・歯学部長。2021年 日本口腔衛生学会理事長。2023年 日本歯科医学会総務理事。2024年 大阪大学名誉教授・特任教授。2025年 健口あまの開業(フリーランス歯学者) 日本口腔衛生学会/日本歯科医学会

第6回国際歯科シンポジウム 天野敦雄先生ご登壇セッション

1部

歯周治療の“成功方程式”を解き明かす
～科学・チームからみえる治療戦略～

10月4日(日)13:30～15:00

座長・演者

天野敦雄 先生
大阪大学名誉教授
高知県 健口あまの



歯周治療の目的はバイオフィルムの病原性制御

- 歯周病の発症はバイオフィルムの高病原化
- バイオフィルム高病原化のバイオロジー
- 悪玉菌を減らし善玉菌を増やす治療

演者

星 高 先生
新潟県 星歯科医院



明日から使えるエビデンスに基づいた実践的歯周治療

- エビデンスに基づいた口腔衛生指導
- 非外科治療での歯周組織再生
- 歯周治療の様々なゴール

演者

築山鉄平 先生
福岡県 医療法人雄之会
つきやま歯科医院



スケールアップしても妥協しない ～DHとDrによる包括的歯周治療の実践～

- 標準化された資料採得とリスクアセスメント、歯周病に対する診断、治療計画の情報共有の実践
- チームアプローチで実践されている具体的なワークフロー

2部

歯周治療の“成功方程式”を解き明かす
～患者が変わるアプローチと判断力～

10月4日(日)15:15～16:45

座長 天野敦雄 先生

演者

柴原 由美子 先生
長崎県 柴原歯科医院



“患者さんが動き始める” 伝え方・3つのポイント

- OHIで響く言葉のチョイス
- セルフケア製品を提案するコツ
- 心理学を用いた具体的なアプローチ

演者

小林明子 先生
東京都 小林歯科医院
歯科技工士・歯科衛生士



歯科衛生士のための 処方するOHI

～赤をとる指導から 歯肉を治す治療 次のステージへ～

- 歯肉は何を訴えているか?
- 磨き方より歯科衛生診断
- 歯肉が応えるブラッシング

演者

下田裕子 先生
福岡県 水上歯科クリニック
歯科衛生士



歯周基本治療における臨床判断

- 歯周基本治療における「臨床判断」とは
- 歯肉縁下をどう捉え、SRP・OHIにつなげていくか
- リフレクションが臨床判断をどう高めるか



GC友の会70周年記念

第6回国際歯科シンポジウム

2026年10月3日(土)～4日(日)

会場:東京国際フォーラム

詳しくは特設サイトおよび
公式Instagramでご確認ください



特設サイト



Instagram