

〔原著〕 松本歯学 29:51~58, 2003

key words: カリエスリスクー *lactobacilli* — う蝕歴 — 画像分析

う蝕歴と各カリエスリスク項目との関係について

真柄 貴弘, 須澤弥生子*, 栗原 三郎**

大宮矯正歯科

*鴨井歯科医院

**松本歯科大学 歯科矯正学講座

Relationship between caries and caries risk factors

TAKAHIRO MAGARA, YAEKO SUZAWA* and SABURO KURIHARA**

Omiya Orthodontic Clinic

**Kamoi Dental Clinic*

***Department of Orthodontics, Matsumoto Dental University School of Dentistry*

Summary

It has been reported that orthodontic patients with braces have a high risk of caries. We thus studied which factors are important for caries risk in an orthodontic patient with malocclusion.

The caries risk factors investigated were 1) secretion velocity of saliva, 2) pH level of saliva, 3) viscosity of saliva, 4) *streptococcus mutans* and 5) *lactobacilli*.

As a result, relatively high correlations were found in caries risk factors of pH level of saliva and *lactobacilli*. Digital processing of photographic-slides in the *lactobacilli* test was the most effective method of analysis for detecting caries risk factors.

緒 言

不正咬合を有する歯科矯正治療患者の多くは、治療開始以前でも口腔清掃が難しい状態にある。さらに動的矯正治療が開始されると、マルチブラケットやバンド等が歯冠部に装着されるために口腔清掃がさらに困難となり、口腔内細菌による歯面へのう蝕原生プラークを増加させ、口腔衛生状態を悪化させる危険性が高くなると言われている¹⁻⁵⁾。通常矯正治療期間は1年から数年にわたる

ために、低下した口腔衛生状態が治療終了まで数年は継続すると考えられる。従って歯科矯正治療の成功には患者の口腔衛生管理が不可欠であり、その指標となるカリエスリスク評価が重要となる⁶⁾。

歯科矯正患者のカリエスリスク評価は今までに行われてはいるが、近年広く用いられている Direct Bonding System によるマルチブラケット装着患者のカリエスリスクを評価したものは少ない¹⁾。近年開発された Dentocult series*は患者の

(2003年2月28日受付; 2003年4月23日受理)

*Orion Corporation Orion Diagnostica, Espoo, Finland

唾液を検体とし、従来の煩雑であった検査方法を改良し日常臨床への応用を可能とした⁷⁾。Dentocult series は、臨床的有用性が評価されており、個々の患者のう蝕潜在性を簡便に確認することができるといわれている^{7,8)}。またう蝕の原因菌とされる細菌のうち、*lactobacilli* は通常菌の平滑面には停滞しにくい性質を持っているが、矯正治療患者においてはその菌冠部に装置を装着するため、その歯面に容易に付着すると考えられる。矯正治療中の患者においては、治療前に比較して唾液中の *lactobacilli* 数は約5倍になることが知られている⁹⁾。

しかしながら歯科矯正患者において、カリエスリスク因子とう蝕数との関係を詳細に検討している報告は少ない¹⁾。そこで不正咬合を有する歯科矯正治療患者における、う蝕数とカリエスリスク因子との関係を明確にする為に1) 唾液分泌速度 2) 唾液緩衝能 3) 唾液粘度 4) *mutans streptococci* 5) *lactobacilli* などのカリエスリスク因子とう蝕係数について検討した。

資料および方法

被験者としては、不正咬合を有し矯正治療を希望する6歳から40歳までの(平均年齢19歳)90名について矯正診断後、矯正装置を装着する前にカリエスリスク判定テスト⁶⁾に準じた方法を用い、カリエスリスクを検討した。

1. う蝕係数の測定

前歯及び犬歯(乳前歯、乳犬歯を含む)については、DMFT法に準じ、より詳細に調査をする為、歯を唇側面、舌側面、近心面、遠心面の4面に分け、当該部位にう蝕及び治療箇所がある場合、係数を計上した。小白歯及び大白歯(乳白歯を含む)については上記に加え咬合面を加えた5面とし同様に計測した。

2. カリエスリスク検査

カリエスリスク検査として、唾液を検体とした唾液検査(以下「サリバテスト」)を行った。検査項目は、唾液分泌速度、唾液緩衝能、唾液粘度、*mutans streptococci* 数、*lactobacilli* 数、の5項目とした。以上の検査は、Orion Diagnostica社製 Dentocult series の Dentobuff Strip, Dentocult SM および Dentocult LB を用いて行った。またサリバテストの実施にあたり、被験者には検査

前1時間以内の飲食、喫煙、ブラッシングを避けるよう事前に指導した。

1) 唾液分泌速度の測定

唾液分泌速度の測定においては、まず被験者にパラフィンペレットを30秒間噛ませ、唾液を一旦破棄した。その後さらにパラフィンペレットを5分間噛ませて唾液量を計測し、1分間の刺激唾液分泌速度を算出した。

2) 唾液緩衝能の判定

唾液緩衝能の判定には Dentbuff Strip を使用した。刺激唾液分泌速度の計測が終了した唾液を直ちに付属のピペットでストリップ上に滴下した。結果は熊谷らの評価方法¹¹⁾に基づき、直ちに青に変色したものを即青色とし、その他は5分経過時に付属のモデルカラーチャートと比較し、青、緑、黄で評価した。青はpH 6.0以上、緑はpH 4.5から5.5、黄はpH 4.0以下を示している。中間色や斑色の場合はより危険度の高い色とし



図1：唾液粘度の測定法

た。

3) 唾液粘度の測定

唾液粘度の測定においては、刺激唾液分泌速度の計測が終了した唾液を付属のピペットにてとりこれをガラス練板上に滴下し、練板を傾斜さ

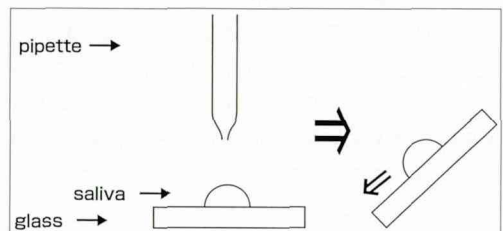


図2：唾液緩衝能の測定法

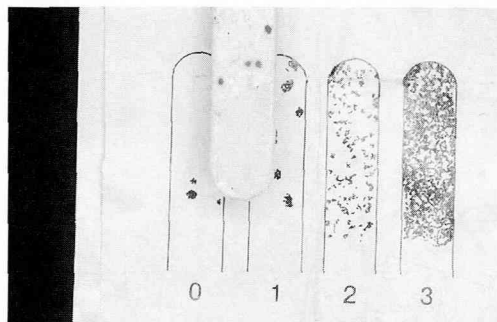


図3：*Streptococcus mutans* の測定法

せ、唾液が流れ始めた角度を粘性度とした。

4) 唾液中 *Streptococcus mutans* 数の判定

Streptococcus mutans の判定はMSB培地 (Mitis-Salivarius + Bacitracin) を用いた Dentocult SMで行った。検査用ストリップを被験者の舌上におき、軽く10回擦った後に培養試験管中の溶液に入れ、培養器 (35-37°C) で48時間培養した。培養後、ストリップを付属のモデルチャートと比較し、評価した。評価は、唾液1 ml中に含まれる細菌のコロニー数 (CFU/ml: CFU=colony forming unit) で表した。

5) 唾液中 *Lactobacilli* 数の判定

唾液中 *Lactobacilli* 数の判定としては、Rogosa SL寒天培地を用いた Dentocult LBで行った。スライド上の寒天培地の両面に唾液分泌速度の計測が終了した唾液を均一に流し、付属の試験管に入れて培養器 (35-37°C) で96時間培養した。培養後、付属のモデルチャートと比較し、評価した。評価は、唾液1 ml中に含まれる細菌のコロニー数 (CFU/ml: CFU=colony forming unit)

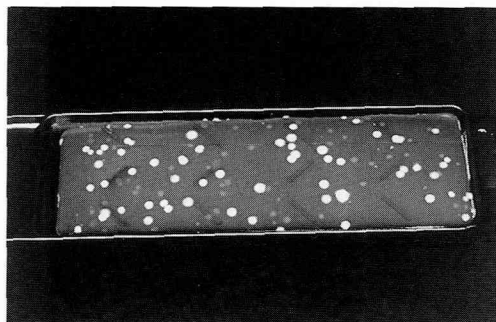


図4：*Lactobacilli* の測定法

で表した。

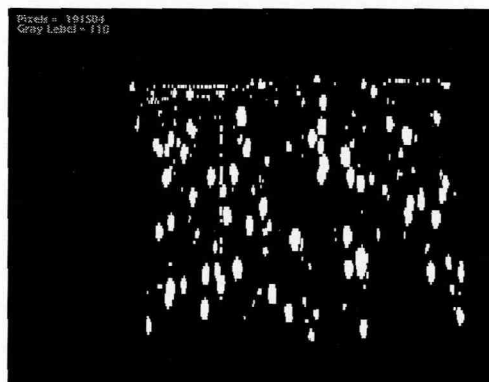


図5：画像分析による *Lactobacilli* の測定法

次にさらに詳細な検討を加える為、唾液中 *Lactobacilli* 数の画像分析による判定を行った。培養したプレパラートの写真を撮影し、この画像を、著者等の1人が開発した米国アップル社製コンピュータマッキントッシュで稼動する画像分析ソフト MD Pict Proにより分析し、プレパラート全体に対する *Lactobacilli* のコロニーが存在する面積の割合を計測した。

3. 検討方法

以上の各カリエスリスクテスト項目と、う蝕係数との相関関係を windows 98上の表計算ソフト excelにより求めた。

結 果

年齢とう蝕係数の相関散布状態を観察すると図6のようになった。散布状態を見ると15歳以上の患者において、う蝕歴は増大している傾向が見られた。しかし例外として年齢が高くてもう蝕歴の少ない者、また逆に年齢が低くてもう蝕歴の多い者も認められた。なお年齢とう蝕係数の相関係数を求めると0.56と比較的高い数値が得られた。

唾液量とう蝕係数の相関散布状態を観察すると図7-1のようになった。今回調査した患者の唾液量は、最少0.06 ml/min 最大2.60 ml/minであり、その平均値は1.08 ml/minであった。散布図から散布状態には一定の規則性は認められなかった。また唾液量とう蝕係数の相関係数は-0.05と非常に低いものであった。

緩衝能とう蝕係数の相関散布状態を観察すると図7-2のようになった。今回調査した患者の緩衝能は、最少4最大6であり、その平均値は5.4

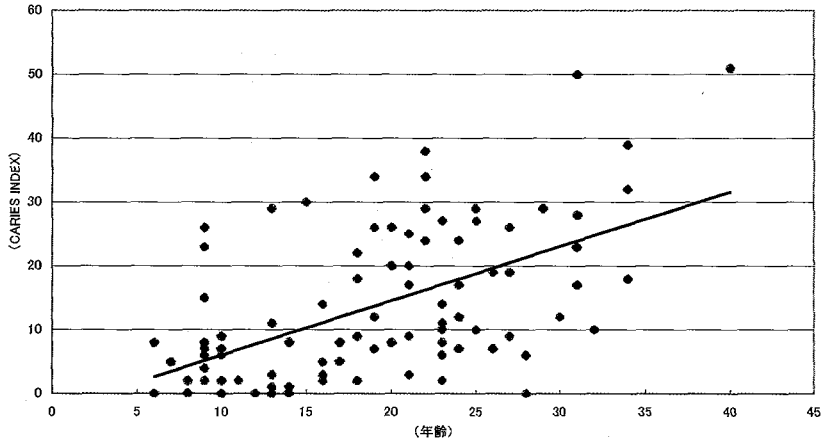


図6：年齢とう蝕歴の相関関係

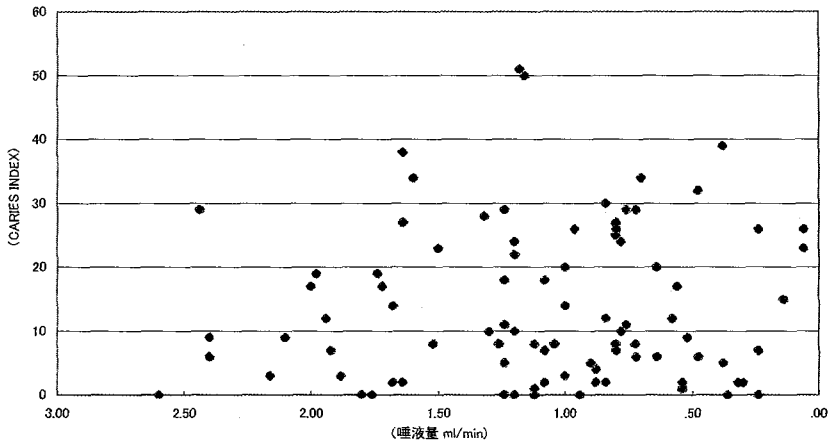


図7-1：唾液量とう蝕歴の相関関係

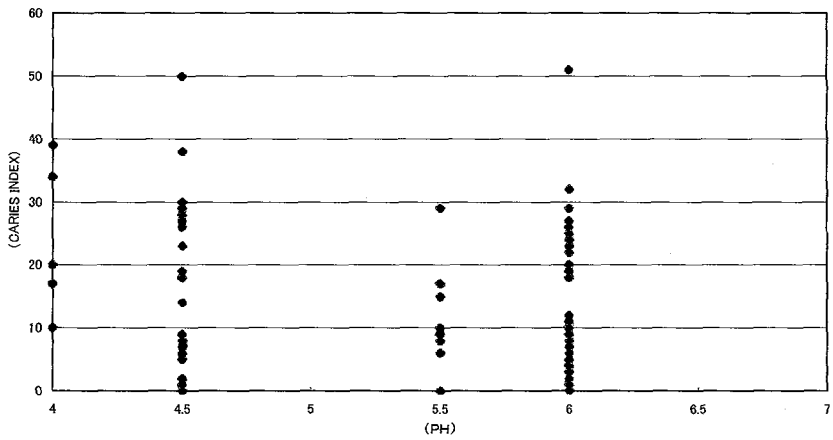


図7-2：唾液緩衝能とう蝕歴の相関関係

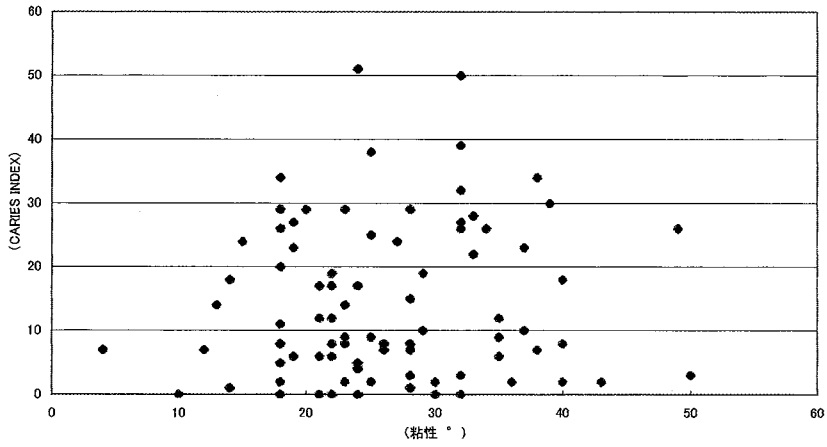


図 7-3 : 唾液粘性度とう蝕歴の相関関係

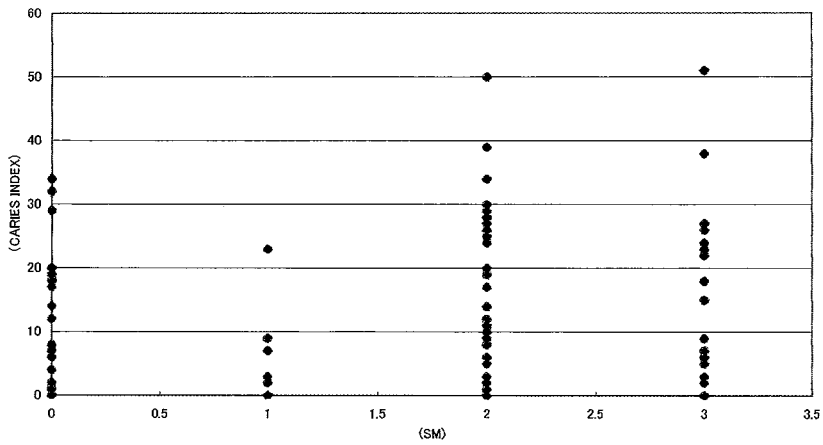


図 8-1 : *streptococcus mutans* とう蝕歴の相関関係

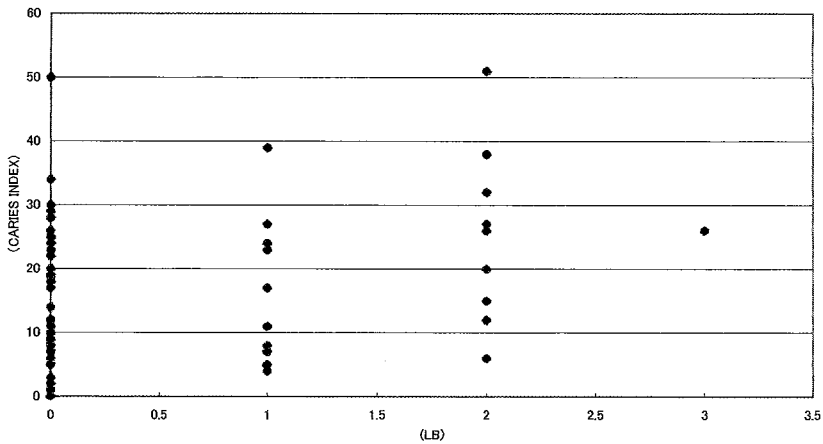
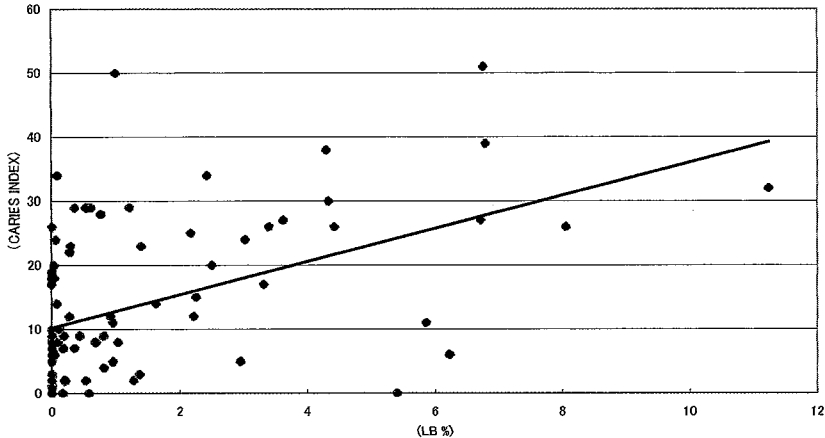


図 8-2 : *lactobacilli* とう蝕歴の相関関係

図8-3：画像分析による *lactobacilli* とう蝕歴の相関関係

であった。また緩衝能とう蝕係数の相関係数は、 -0.33 とあまり高い数値ではなかったが、pH 7ではう蝕係数は低い数値であるが、pHが下がるとう蝕係数は上がる傾向が見られた。

粘性係数とう蝕係数の相関散布状態を観察すると図7-3のようになった。今回調査した患者の粘性係数は、最少 4° 最大 49° であり、その平均値は 26.6° であった。図上ではX軸が右側へ行くと粘性が高いことが示されるが、粘性が高いものが必ずしも、う蝕係数が大きくなるという傾向は認められなかった。即ち散布図から、散布状態には一定の規則性は認められなかった。また粘性係数とう蝕係数の相関係数は、 0.11 と非常に低いものであった。

mutans streptococci とう蝕係数の相関散布状態を観察すると図8-1のようになった。今回調査した患者の *mutans streptococci* は、最小0最大3でありその平均値は 1.7 であった。また *mutans streptococci* とう蝕係数の相関係数は、 0.20 と低いものであった。

次に従来の *lactobacilli* 測定法による測定値と、う蝕係数の相関散布状態を観察すると図8-2のようになった。今回調査した患者の *lactobacilli* は、最少0最大3であり、その平均値は 0.35 であった。また従来の *lactobacilli* 測定法による測定値とう蝕係数の相関係数は 0.35 であった。

著者らが考案した *lactobacilli* 測定法による測定値とう蝕係数の相関散布状態を観察すると図8-3のようになった。この方法によれば患者の

lactobacilli は、最少0%最大 11.2% であり、その平均値は 1.3% であった。またこの *lactobacilli* 測定法による測定値とう蝕係数の相関係数は 0.47 と比較的高いものとなった。

考 察

1) カリエスリスクテストについての考察

う蝕係数と各カリエスリスクテストとの相関関係は以下の通りであった。刺激唾液分泌量においては、う蝕係数との間の相関係数は -0.05 であった。唾液緩衝能においては、う蝕係数との間の相関係数は -0.33 であった。粘性係数においては、う蝕係数との間の相関係数は 0.11 であった。*mutans streptococci* においては、う蝕係数との間の相関係数は 0.20 であった。*lactobacilli* においては、Dentocult LBのみを用いた場合、 0.35 、著者らの考案した画像分析を併せて用いた場合、 0.47 であった。

またこの結果をみると、唾液緩衝能、*mutans streptococci*、*lactobacilli* に関してはその評価方法が段階的なものであるため、リスク因子とう蝕歴との関係を調査するには不十分であると考えられた。

なお本研究においては、*mutans streptococci* に比較し、*lactobacilli*の方がう蝕歴との相関関係がより大きかった為、さらにその傾向を詳細に把握する為、*lactobacilli*について画像分析を行った。図8-2と図8-3を比較すると、画像処理をすることにより、その散布状態をより詳細

に検討することが可能であると考えられる。相関関係及び、矯正治療中 *lactobacilli* が増加することを併せて考察すると、特に *lactobacilli* に関してはより詳細に検査をすることが必要であると考えられる。

2) 細菌検査についての考察

次に上記のように考察したカリエスリスクテストの内、細菌検査について考察してみる。

歯垢中の細菌として、特にう蝕との関係があると思われる細菌は *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *lactobacilli* 等である。

Streptococcus mutans と *Streptococcus sobrinus* については、その両者を併せて *mutans streptococci* として調査を行った。類似した特性を持つこれらの細菌は歯面にコロニーを作り、低い pH に耐性がありしかも pH の低い環境でもさらに酸を生産することができる。また *mutans streptococci* は、とりわけ脱灰の初期に重要な役割を果たすと考えられている^{9,10}。本研究においては、*mutans streptococci* という蝕係数の間の相関係数は0.20でありあまり大きな相関関係は見られなかった。*lactobacilli* は、歯の表面には停滞しにくい歯面上に矯正装置が装着されると、その歯面には *lactobacilli* が容易に付着すると考えられている。矯正治療前に比較して動的治療中の唾液中の *lactobacilli* 数は約5倍となることが知られている³。*lactobacilli* の停滞部位であるブラケット等は保定期間に入るまで通常2、3年は除去できないため、動的治療中における *lactobacilli* 数のコントロールは非常に難しい。そこで今回特に *lactobacilli* に着目し、従来のカラーチャートに比色する方法に加え、培養後のプレパラートを写真撮影し、これを著者らの考案した手法により画像分析しコロニーの占める割合を計測した。

その結果相関係数は、前者では0.35後者では0.47となった。矯正治療を行う際のカリエスリスク判定に限っては、装置を装着することで歯面の形状が複雑になることから、*lactobacilli* を詳細に測定することが重要と考えられる。従来の手法では、*lactobacilli* のコロニーを段階的にしか評価できない。この手法に比べ、著者等の考案した手法は複雑な1面もあるが、これにより *lactobacilli* を詳細に評価することで、他の項目を省略

することができれば、有効であると考えられる。また画像分析の結果、*lactobacilli* のコロニーの面積が4%を超える患者においては歯科矯正治療中十分な口腔内清掃指導の強化や、保護者への指導が必要であろう。

さらに今後、術中においても著者等の考案した手法を用い、矯正治療の進行に伴い *lactobacilli* の測定を行うことも必要であると考えられる。

結 論

各カリエスリスクテストの項目のうち、う蝕係数との相関関係が比較の高い数値であったものは、緩衝能、*lactobacilli* であった。また *lactobacilli* をさらに詳細に画像分析し、う蝕係数との相関係数を調べると、0.47であった。この方法は歯科矯正治療中にう蝕の発生を事前に知る為に有用であると考えられた。

参 考 文 献

- 1) Mattingly J A, Sauer G J, Yancey J M and Arnold R R (1983) Enhancement of *Streptococcus mutans* Colonization by Direct Bonded Orthodontic Appliances. *J Dent Res* **62** : 1209-11.
- 2) Corbett J A, Brown L R, Keene H J and Horton I M (1981) Comparison of *Streptococcus mutans* Concentrations in Non - banded and Banded Orthodontic Patients. *J Dent Res* **60** : 1936-42.
- 3) Owen O W, Charlotte N C (1949) A study of bacterial counts (*lactobacilli*) in saliva related to orthodontic Appliances. *Am J Orthod* **35** : 672-8.
- 4) Rosenbloom R G and Tinanoff N (1991) Salivary *Streptococcus mutans* levels in patients before, during, and after orthodontic treatment. *Am J Orthod* **100** : 35-7.
- 5) Sakamaki S T and Bahn A N (1968) Effect of Orthodontic Banding on Localized Oral *Lactobacilli*. *J Dent Res* **47** : 275-9.
- 6) Crossner C G, Cleasson R, and Johansson T (1989) Presence of *mutans streptococci* and various types of *lactobacilli* in inter dental spaces related to development of proximal carious lesions. *J Dent Res* **97** : 307-15.
- 7) Bratthall D (柳沢いづみ, 他訳, 1994) カリエスリスク判定の手引き, EIKO CORPORATION, 東京.
- 8) Jensen B and Bratthall D (1989) A New

- Method for the Estimation of Mutans Streptococci in Human Saliva. *J Dent Res* **3** : 468-71.
- 9) Kristofferson H, Grondahl H G and Bratthall D (1985) The More Streptococcus mutans, the More Caries on Approximal Surfaces. *J Dent Res* **64** : 58-61.
- 10) Forsberg C-M, Oliveby A and Lagerlof F (1992) Salivary clearance of sugar before and after insertion of fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod* **102** : 527-30.
- 11) 飯島洋一, 熊谷 崇 (1996) クリニカルカリオロジー, 医歯薬出版, 東京.