

〔原 著〕

Plaque-Susceptible ラット付着歯垢中の Sucrose および Glucose 含有量の推移について

北村 真弓, 金子 久幸, 佐々木奈津子, 井藤 信義

東日本学園大学歯学部口腔衛生学講座

(主任: 井藤 信義 教授)

Changes of Sucrose and Glucose Contents in Adherent Plaque of Plaque-Susceptible Rat.

Mayumi KITAMURA, Hisayuki KANEKO,
Natsuko SASAKI and Nobuyoshi ITO.

Department of Preventive Dentistry, School of Dentistry,
HIGASHI-NIPPON-GAKUEN UNIVERSITY.

(Chief: Prof. Nobuyoshi ITO)

Abstract

This study was performed to measure sucrose and glucose contents in the adherent plaque of Plaque-Susceptible Rats(SUS). The rats were bred at Higashi Nippon Gakuen Univ. and at 5 weeks of age, fed a commercial powder diet. Plaque was after 1, 3, 6, 9 and 12 months on the diet and collected a further 1, 2, 3 and 7 days after removal. Sucrose and glucose contents measured by F-Kit from Boehringer Mannheim Yamanouchi Co. Ltd. Sucrose and glucose contents of adherent plaque were higher at 3 and 6 months than other times, moreover sucrose was high 3 days after removal except at 9 and 12 months and glucose was high 1 day after removal except 1 and 12 months. It was also found that the moisture content of adherent plaque was more than 50% of the wet weight at 6 months or later.

The results suggest (I) the sucrose and glucose in the diet including in the adherent plaque and an irritant to the gingiva, therefore (II) the removal of plaque was one of the most important preventive factor for gingivitis and periodontal disease.

Key words : Plaque, sucrose, glucose, gingivitis, periodontal disease.

緒 言

Plaque-Resistant (以下 RES と略す) およ
び Plaque-Susceptible (以下 SUS と略す) 両

系統ラット¹⁻⁵⁾ は, 1972年 Wistar-Kyoto系ラット
(Wistar-King A 由来, 京都大学医学部実験動
物センターより分与) の中から市販の粉末飼料
の投与により下顎前歯唇側歯頸部を中心に著明

受付: 昭和57年10月12日

な歯垢付着がみられ, これが原因となって当該部位に中等度の慢性炎症を発症するSUSと, 同様の実験方法では歯垢付着や歯肉炎を発症しないRESを見出し, これら両系統の性質を強調するため選択的交配を重ね, 現在ともに20代を越えている。

SUS付着歯垢の生化学的分析や細菌学的検索, また両系統ラットにおける歯垢付着部位の病理組織比較や免疫学的比較等についてはすでに報告されている。⁶⁻⁹⁾

しかし, 歯肉炎や歯周疾患の発症, 進展は複合因子が重り合って起ると考えられ, 食品に含まれる糖類との関係も重要な因子の一つであり, これについては二, 三, の報告^{10, 11)}があるがほとんど明らかにはされていない。そこで私たちが実験モデルとして用いているSUS付着歯垢中のsucroseおよびglucose含有量の経月的変動について調べ興味ある知見が得られたので報告する。

実験材料と方法

A. 実験材料

1) 動物

ODU Plaque-ResistantおよびPlaque-Susceptible両系統ラットを東日本学園大学動物施設において交配, 繁殖し生後5週に達したのから順次雌雄別に3~5匹ずつ, ステンレス・スチール製ケージに移し, 観察を開始した。なお本研究には両系統ともF₁₆のものを使用した。

2) 飼料および給水

飼料は市販の粉末飼料(オリエンタル酵母社製・MF粉末)を投与した。なお, 粉末飼料の組成はTable 1.に示したとおりである。また, 水は自動給水装置により水道水を自由に与えた。

Table 1. Composition of Rat Powder Diet* (MF).

Grams per 100g feed	(g.)
Protein	24.1
Fat	4.6
Total Ash	7.1
Cellulose	4.2
Moisture	7.0
Soluble Nonnitrogen Substance (Several Vitamins Added)	53.0

*: Oriental Yeast Co., Tokyo, Japan.

Table 2. Criteria for the Plaque Index System.

0 : No plaque.
1 : A scarcely detectable deposit thinly covering 25% of the gingiva.
2 : Plaque covering 50 to 100%.
3 : A thick deposit covering 100%.
4 : The thickest and widest deposit.

Table 3. Criteria for the Gingival Index System.

Acute
0 : Absence of inflammation.
1 : Mild inflammation = slight change in color and little change in contour.
2 : Moderate inflammation = swelling obvious, glazing, bleeding on pressure.
3 : Severe inflammation = pronounced swelling, spontaneous bleeding.
Chronic
0 : Absence of inflammation
1 : Mild inflammation = swelling obvious and change to pale pink or red.
2 : Moderate inflammation = redness (edematous) chronic inflammation, or pocket formation.
3 : Severe inflammation = pronounced swelling and redness or magenta color, clearly pocket formation.

B. 実験方法

1) Plaque Index および Gingival Index の評価方法

5週齢の実験観察開始日から毎週2回, 可及的同一時刻に体重と共にPlaque Index(以下

Pl I と略す) および急性または慢性の Gingival Index (以下GI と略す) を歯垢付着部位について肉眼的に評価した。その評価基準は Table 2. および Table 3. に示した。

Fig. 1 および Fig. 2 の Index は各ラットの Index について1ヵ月毎に平均値を算出した後、雌雄別に全例について平均した。

2) 歯垢の採取時期および前処理の方法

SUS ラットは5週齢の実験開始時より1, 3, 6, 9 および12ヵ月目の雄ラットを用いた。生理食塩水を浸した綿球で付着歯垢をポケット内まで除去した後, 1, 2, 3 および7日後のラット付着歯垢をスクレーパーを用いて採取し, 直ちに秤量後一定比率の生理食塩水に溶解後60

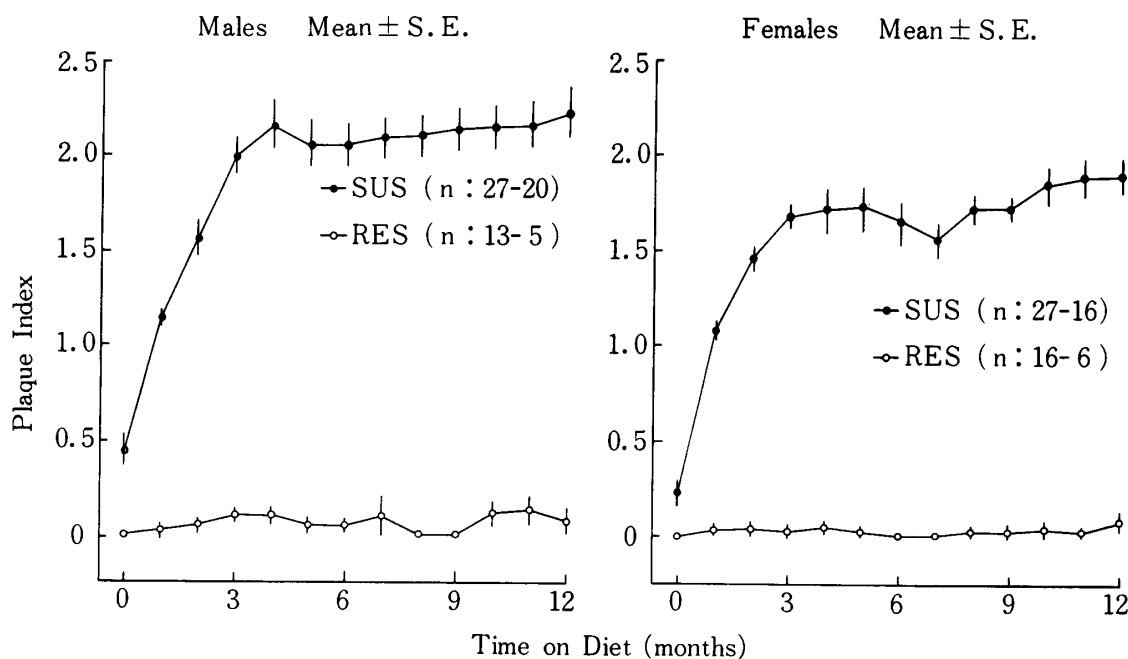


Fig. 1 Changes of mean Plaque Index in SUS and RES.

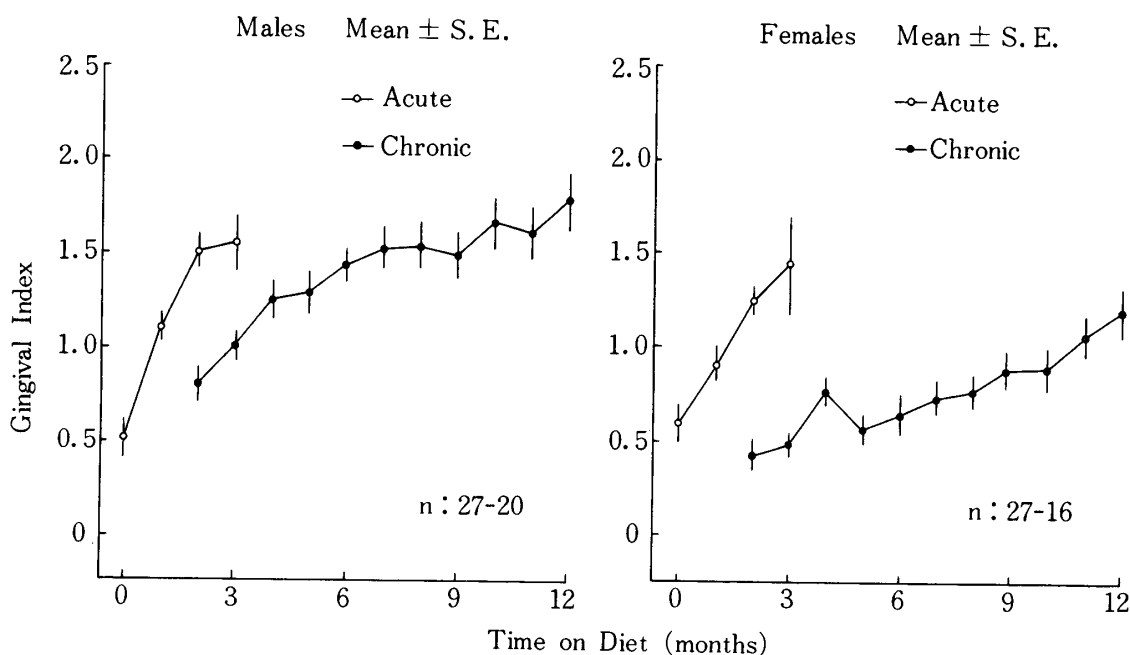


Fig. 2 Changes of mean Gingival Index in SUS.

℃, 24時間抽出し, 被験試料とした。この際, 採取歯垢の一部を用いて100℃, 3時間乾燥した後, デシケーター中にて常温にもどし秤量し被験歯垢中の水分量を算出した。

3) sucrose および glucose の定量

付着歯垢中の sucrose および glucose の定量は食品分析用 sucrose / glucose F キット(ペーリンガー・マンハイム山之内社製)を用いて測定し, 乾燥歯垢に対する含有量を求めた。

実験結果

1. 両系統ラットにおける Plaque Index および Gingival Index の推移について

SUS および RES における Pl I および GI の経月的変動は Fig. 1 および Fig. 2 に示した。すなわち Pl I は SUS では雌雄とも3ヵ月目までは急上昇し以後少しの変動が見られる程度でほとんど変わらない。また5週齢の観察開始時において雄で0.45, 雌で0.22を示

し, この時点で既に歯垢付着のみられるものもかなり存在していた。一方RESにおいては何回かの測定のうち極めて少量の歯垢付着のみられるものもあったが, 平均値は0に非常に近い値を示していた。

GIではSUSにおいては雌雄とも2ヵ月目までは急性炎症の症状を示す発赤が著明に見られるが以後赤色は徐々に消退し暗赤色または紫暗色となり慢性炎症特有の症状を示すものが多くなり経月的にGI値は増加した。一方RESにおいては歯垢付着が無いのでGIの対象となるものは存在しなかった。

2. 付着歯垢中の sucrose および glucose 含有量の推移について

SUS について sucrose および glucose 含有量の変動を調べた成績は Fig. 3 および Fig. 4 に示した。すなわち sucrose 含有量は, 実験期間1, 3, 6ヵ月目のラットでは3日後に最も高く, 9, 12ヵ月目のものはそれ以前に高い値を示した。

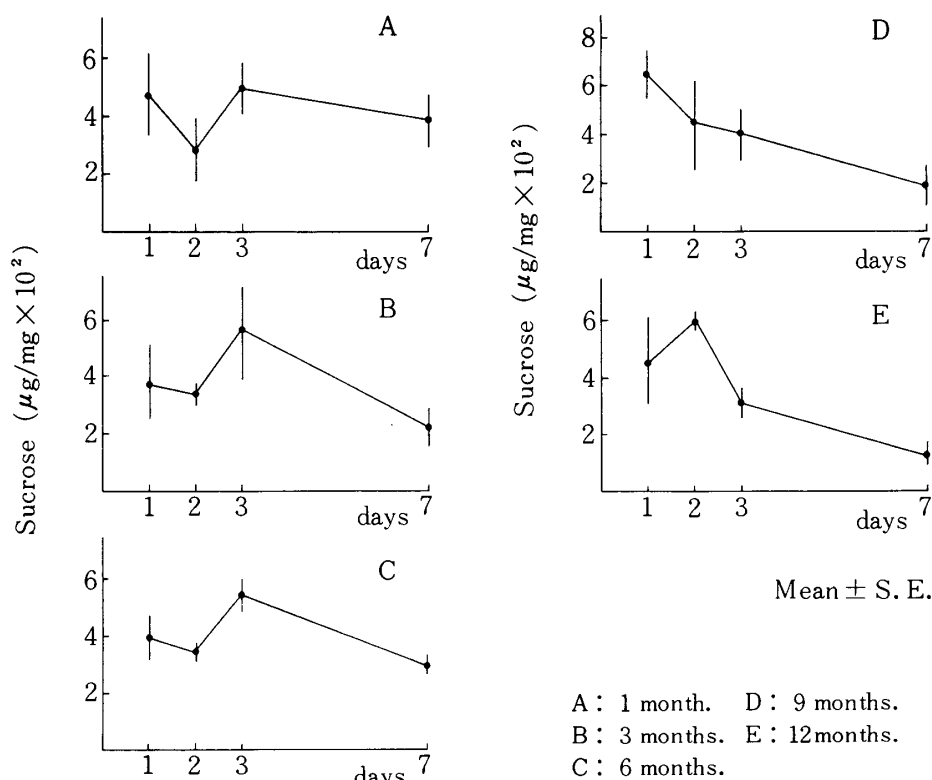


Fig. 3 Changes of sucrose content to each experimental period in SUS.

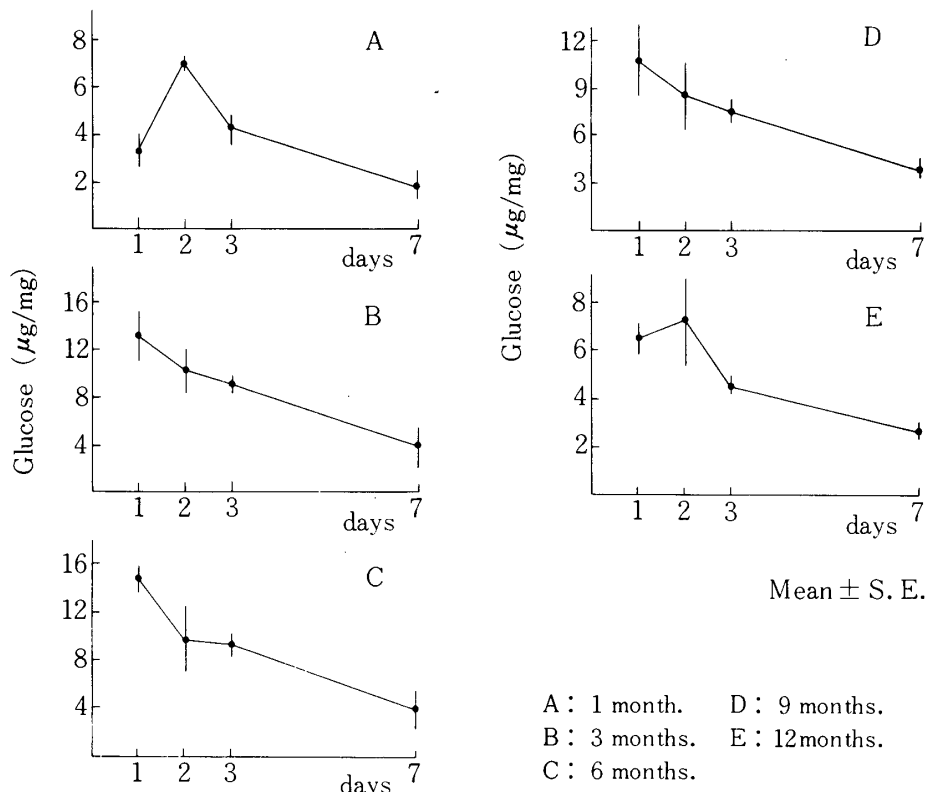


Fig. 4 Changes of glucose content to each experimental period in SUS.

また glucose 含有量は1および12ヵ月目のものは2日後に、3、6および9ヵ月目のものは1日後にそれぞれ最も高かった。全体的にみると両者とも3および6ヵ月目に高く、glucose 含有量が sucrose 含有量に比べ高い値であった。なお、投与した粉末飼料中の sucrose 含有量は 23,3 µg/mg, glucose 含有量は 34.8 µg/mgであった。

3. 歯垢中の水分量

被験付着歯垢の水分量の成績を Table 4. に示した。すなわち3ヵ月目までは水分量が少ないが6ヵ月目以後は湿重量の約半分が水分であることがわかった。

考 察

日常、我々が摂取する食品の多くには何らかの形で糖類が含まれている。これら摂取糖類の歯肉におよぼす影響について研究を行うにあたり、まず私たちが実験モデルとして用いている

Table 4. Changes of adherent plaque moisture content to each experimental period in SUS.

months	moisture (%)
1	28.5 ± 8.0
3	31.8 ± 6.3
6	56.8 ± 2.9
9	59.7 ± 1.8
12	55.2 ± 1.7

SUS 付着歯垢中の sucrose および glucose 含有量の推移を測定した。

SUS は発見、維持を始めた最初の数代は歯垢付着量も僅かで肉眼的観察では炎症症状はほとんど判らなかつたが F₆ 頃から歯垢付着量の多いものが現れ、F₁₀ 以後歯肉に明らかな炎症症状を示すものが多くなった¹²⁾。また F₁₅ 以降、歯垢付着部位歯肉において犬で報告されている様な症状¹³⁾が見られたので GI を急性と慢性に分けて評価する事にした。その結果、Pl I や GI を雌雄別について比較すると雄ラットの方が常に

高い値を示したので本研究には雄SUS付着歯垢を用いて行った。その結果付着歯垢の sucrose および glucose 含有量はいずれの場合も飼料中の含有量よりも低かったが、歯垢除去後の経日変動では sucrose は3日後、glucose は1日後に高い値を示すものが多く、また3および6ヵ月目のものが他の場合に比べて高かった。SUS歯垢付着部位における歯肉の変化は既に報告⁸⁾されている様に6ヵ月目から慢性炎症症状が見られ始める事から、炎症症状発現前後に起炎物質が付着歯垢中に多く存在すると考えられ非常に興味深い。

Garant et al.¹¹⁾は Sprague-Dawley ラットに高蔗糖食の Diet2000 を与えた場合、対照として固型飼料を投与した群に比べて、歯周疾患の発現頻度が高いことを報告しているが、歯垢付着量の比較や炎症発症部位に付着した歯垢中の sucrose 含有量について調べていない。

ヒトにおいて sucrose および glucose の歯垢付着量や歯肉におよぼす影響について調べた成績では、蛋白質食中に sucrose が含まれると glucose を含む場合より歯垢付着量が増大した成績¹⁴⁾がみられるがこれは実験期間が7日間であり、齶蝕との関係において2年間にわたって調べたものとはそれぞれを摂取した場合、歯垢付着量や採取歯垢総湿重量は変わらなかったとの報告¹⁵⁾があり明らかな結論は得られていない。また歯肉におよぼす影響では、glucose を含む食事を摂取した場合 sucrose を含む食事を摂取したのに比べGIは増加する者が多いという成績¹⁶⁾もみられるがこの場合も実験期間は4日間のものである。

松久保(1982)¹⁷⁾は食品の齶蝕誘発能指数を調べる要因として歯垢形成能、酸産生能、摂取中の作用時間および嚥下後の作用時間の4つを挙げている。したがって食品中の糖類の歯肉におよぼす影響を考慮する場合、摂取食品中の糖含有量と共に唾液や歯垢中に残存する濃度について

考慮しなければならない事を示している。

SUS付着歯垢中の水分量は実験期間が6ヵ月目以後、湿重量の約半分が水分であるという成績が得られた。この事から加齢と共に歯肉において炎症症状が現れ始めた場合、同じ食品を摂取しても付着歯垢構成成分は唾液成分に影響される事が示唆されたと考えられる。

市販の粉末飼料中には一定量の sucrose および glucose が含まれておりこれを摂取した場合 SUS では歯垢付着がみられ、この中に sucrose や glucose がとりこまれ歯肉に対して作用することは、歯垢付着のみられないRESとの対比において明らかであるが、さらにこれらを含めた sucrose や glucose をはじめ各種糖類の歯肉におよぼす影響についてより詳細に調べる必要があると思われる。

結 論

歯肉炎や歯周疾患の発症、進展におよぼす糖類の影響を調べる手はじめとして被験動物である Plaque-Susceptible ラット付着歯垢中の sucrose および glucose 含有量の経月的推移を調べたところ次のことが判った。

1. 付着歯垢中の sucrose および glucose 含有量は、いずれの場合も投与した市販の粉末飼料に含まれる濃度より低かった。

2. 付着歯垢中の sucrose および glucose 含有量は、SUSの実験期間や歯垢除去後の日数により変化し、sucrose および glucose 含有量は3および6ヵ月目において高く、また sucrose 含有量は歯垢除去後3日後に、glucose 含有量は1日後にそれぞれ高い例が多かった。

3. 付着歯垢中の水分量は実験期間が6ヵ月を過ぎると湿重量の約半分が水分であった。

文 献

1. Ito, N., Azuma, Y. and Mori, M.: Experimental gingivitis: Development of a new strain of pla-

- que-susceptible rat, *J. Dent. Res.*, 54; 425, 1975.
2. Ito, N., Azuma, Y. and Mori, M. : Experimental gingivitis : Development of a new strain of plaque-susceptible rat, *Year Book of Dentistry.*, 237-238, *Year Book Med. Pub.*, Chicago, 1976.
 3. Ito, N., Shinohara, M., Azuma, Y. and Mori, M. : Experimental gingivitis in ODU plaque-susceptible rats. I. Changes of plaque formation and body weight, *J. Periodontol.*, 48; 201-208, 1977.
 4. 森 政和, 井藤信義 : 歯科領域における疾患モデル動物, 歯周病のモデル動物としてのODUラット, *実験動物*, 27; 200-202, 1978.
 5. 森 政和 : 歯周病 (ODUラット), 川俣順一, 松下宏, 疾患モデル動物ハンドブック, 第1版, 488-492, 医歯薬出版, 東京, 1979.
 6. Azuma, Y., Ito, N., Shinohara, M. and Mori, M. : Experimental gingivitis in ODU plaque-susceptible rats. II. Biochemical nature of the rat plaque, *J. Periodontol.*, 49; 60-63, 1978.
 7. Azuma, Y., Ito, N., Shinohara, M. and Mori, M. : Experimental gingivitis in ODU plaque-susceptible rats. III. Toxic activity of the rat dental plaque, *J. Periodontol.*, 50; 416-418, 1979.
 8. Ohura, K., Ito, N. and Mori, M. : Experimental gingivitis in ODU plaque-susceptible rats. VI. Histopathological studies, *J. Periodontol.*, 52; 758-760, 1981.
 9. Ito, N., Mergenhagen, S. E. and Rosenstreich, D. L. : Immunological comparison of plaque-resistant and plaque-susceptible inbred rat strains, *J. Periodontol.*, 52; 190-196, 1981.
 10. Clark, J. W., Cheraskin, E., Ringsdorf, Jr., W. E. and Arnorn, S. S. ; 多和敏一, 覚道幸男, 小西浩二, 池田克巳, 上羽隆夫訳; 歯周病と栄養. 第一版, 85-103, 医歯薬出版, 東京, 1976.
 11. Garant P. R. and Cho M. I. ; Histopathogenesis of spontaneous periodontal disease in conventional rats, *J. Periodontal Res.*, 14 ; 297-309, 1979.
 12. 小西浩二, 井藤信義 : ODU Plaque-Susceptible ラットにおける歯垢付着状態と歯肉炎の発症状況の推移について, *口腔衛生学会雑誌*. 30; 30-36, 1980.
 13. Rosenberg, H. M., Behfeld, C. E. and Emmering, T. E. : A method for the epidemiologic assesment of periodontal health and disease state in the beagle hound colony, *J. Periodontol.*, 37; 208-213; 1966.
 14. Carlsson, J. and Egelberg, J. : Effect of diet on early plaque formation in man, *Odont. Revy.*, 16; 112-125, 1965.
 15. Makinen, K. K. and Scheinin, A. : Turku sugar studies VII. Principal biochemical findings on whole saliva and plaque, *Acta Odont. Scand.*, 34; 241-283, 1976.
 16. Cheraskin, E., Ringsdorf, W. M. Jr., Setyaam- adja, A. T. S. H., Ginn, D. C. and Medford, F. H. : Periodontal pathosis in man : XV. Effect of glucose drinks upon gingival state, *J. Oral. Med.*, 21; 59-64, 1966.
 17. 松久保隆 : 食品の齶蝕誘発能指数と分類, 飯塚喜一, 落合靖一, 須賀昭一 ; 齶蝕を考える, 歯界展望/別冊, 140-145, 医歯薬出版, 東京, 1982.