

厚生科学研究費補助金

医療技術評価総合研究事業

新指標“有効歯根表面積”を用いた定量的相対的評価法による
歯の将来残存予測評価法の開発に関する研究

平成12年度 総括研究報告書

主任研究者 渡邊 達夫

平成13年(2001)年 4月

目 次

I. 総括研究報告書

新指標“有効歯根表面積”を用いた 定量的相対的評価法による歯の将来 残存予測評価法の開発に関する研究 渡邊達夫 (資料)表 1~6, 図 1~4	----- 1
--	---------

厚生科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）
総括研究報告書

新指標“有効歯根表面積”を用いた定量的相対的評価法による
歯の将来残存予測評価法の開発に関する研究

主任研究者 渡邊 達夫 岡山大学歯学部教授

研究要旨

個人の歯の健全度と将来の歯の喪失を予測する「有効歯根表面積」という指標を開発した。まず、平成5年歯科疾患実態調査のデータから、有効歯根表面積が加齢と共に直線的に減少するという仮説を設定した。次に、その仮説を実測値により検証した。すなわち、有効歯根表面積を y 、年齢を x として、 $y = -48.79x + 7264.5$ という近似式が求められ ($R^2 = 0.945$)、本研究理論の妥当性が示唆された。

また、仮説の設定には円柱状の歯根を想定したが、その誤差を減少させるため、抜去歯を用いてアタッチメント・ロスごとの歯根表面積を測定する方法を確立した。その再現性は、変動係数で約5%であった。

以上のことから、「有効歯根表面積」を用いてシミュレーション式を作製することにより、残存歯数の予測が可能となることが示唆された。

梅村 長生・

愛知三の丸病院歯科口腔外科部長

滝沢 秀彦・

愛知県歯科医師会総合戦略会議副委員長

山本 龍生・

岡山大学歯学部附属病院予防歯科

う三つのファクターをもとに得られる“有効歯根表面積”という歯科健診のための新しい指標を用いて、「歯の喪失状態」だけでなく「残存歯の歯牙支持組織の喪失状態」をも勘案した現在歯の健全度を測る評価方法の確立を目指す。

B. 研究方法

1) 有効歯根表面積の基本概念

(1) 概念的には、全ての残存歯における歯槽骨に支持された部分の歯根表面積の総和を意味する。

(2) 有効歯根表面積を決める3つの要素

① 現在歯数

② 残存する歯の歯種（歯種により解剖学的歯根表面積が異なる）

A. 研究目的

歯の残存状態に歯槽骨吸収のレベルを加味した現在歯の健全度は、「全ての現在歯における歯根膜との線維性結合を有する歯根の表面積の総和」の大小によって近似的に表すことができるという基本的な考え方から、現在歯数、個々の現在歯の歯種、及びそれぞれのアタッチメント・レベルとい

③ 歯周病の有無と重症度による歯槽骨の吸収度（歯周骨の吸収度を加味しない場合、単に残っている歯の解剖学的な歯根の表面積の総和を“解剖学的歯根表面積”と称する。）

(3) 有効歯根表面積の算出方法についての基本的な考え方

①歯種別の解剖学的歯根表面積は Tylman & Malone¹⁾による各歯種別の歯根表面積に関する研究結果（表 1）を用いる。（喪失歯がない場合で、しかも歯周病組織の吸収破壊が全くない場合の有効歯根表面積値は表 1 の表面積の合計 7616 mm²となる。）

②歯周組織の喪失度を正確に測定することは不可能なので、アタッチメント・レベルを歯種別の歯根長の平均値²⁾（表 2）に対する比率で表したもので代用する。例えば、上顎中切歯でアタッチメント・ロスが 3 mm であれば $3 \text{ mm} \div 12.1 \text{ mm} \times 100 \div 24.8\%$ で、24.8% だけ有効歯根表面積が減少したと考える。平均歯根表面積と平均歯根長については、個体差は考慮していない。実際の健診では便法として、6 点法で測定した 6 カ所のアタッチメントロスの合計を、平均歯根長の 6 倍で割ることにより求める。

③有効歯根表面積はあくまで、う蝕と歯周病による歯及び歯周組織の減少を相対評価しようとするものであるから、先天欠如や、外傷等による歯の欠損は除外して考える必要がある。従って健診時に極力、先天欠如歯、及びう蝕と歯周病以外の原因による喪失歯を特定し、これらを除外して喪失歯率を求め、あくまで最大値 7616 mm² に換算した場合の歯根の表面積を有効歯根表面積値とする。

④被検歯を全ての現在歯にするか、または代表歯を選ぶ形にするかは、誤差率の検証などの結果により、今後の研究の進行に伴

い決定されるべき事項である。

2) 平成 5 年歯科疾患実態調査報告のデータを使ったマクロレベルにおける有効歯根表面積のシミュレーション

(1)平成 5 年歯科疾患実態調査報告から現在歯の解剖学的歯根表面積値を算出する。

①下記の 2 つのデータを組み合わせて、5 歳階級別（20～80 歳）の「一歯当たりの解剖学的歯根表面積」を算出する。

(a)平成 5 年歯科疾患実態調査報告から得られる、歯種別の 5 歳階級別現在歯数のデータ

(b) Tylman & Malone (1978) による各歯種別の歯根表面積（表 1）

②これに 5 歳階級別（20～80 歳）の 1 人当たりの現在歯数をかけたものが 5 歳階級別「1 人当たりの解剖学的歯根表面積」となる（表 3）。

(2) 5 歳階級別「1 人当たりの解剖学的歯根表面積」から 5 歳階級別「1 人当たりの有効歯根表面積」を算出する方法について

①歯周病組織の喪失度（被検者 1 口腔単位）に関して次のような前提条件を設定する。

(a)P0 は歯槽骨吸収がないものとする。

(b)P1, P2 を 1 グループとし、残存歯の全てに歯根の 1/4 程度の歯槽骨吸収があると仮定する。

(c)P3 の群では、残存歯の全てに、歯根の 1/2 程度の歯槽骨吸収があると仮定する。

(d)P4 の群では、残存歯の全てに、歯根の 3/4 程度の歯槽骨吸収があると仮定する。

上記の前提に対して、長田ら³⁾による歯周組織の吸収と歯根表面積の変化に関する研究結果（表 4）を応用すると、歯周病の進行に伴う有効歯根表面積の減少割合は以下ようになる。

P0：有効歯根表面積の減少割合は 0%

P1, P2：有効歯根表面積の減少割合は 17.2%

P3：有効歯根表面積の割合は減少 43.5%

P4：有効歯根表面積の減少割合は 74%

②上記の P0～P4 についての 5 歳階級別のデータは、平成 5 年歯科疾患実態調査報告と以下に示す平成 5 年患者調査とのデータを組み合わせることにより得られる。

(a)平成 5 年歯科疾患実態調査報告から歯周病の所見のない者の割合 (P0)

歯周病に罹患している者の割合 (P1, P2, P3 の合計)

保存困難な歯を有する者の割合 (P4)

(b)平成 5 年患者調査から

P1, P2 の群と P3, P4 の群との患者数の比率 (表 5)

③1 人当たりの有効歯根表面積の算出

(a)表 3 に示した 1 人当たりの解剖学的歯根表面積の値に、表 5 の歯周組織の喪失による有効歯根表面積の減少割合のデータを組み合わせれば、1 人当たりの平均有効歯根表面積値が求められる (表 6)。求めた 1 人当たりの平均有効歯根表面積が加齢により直線的に推移するか否かを回帰直線と相関係数の算出により検討した。

3) 臨床データによる仮説の検証

愛知県歯科医師会員の診療所の外来患者 199 名 (男性 90 名, 女性 109 名, 年齢 51.9 ± 16.7 歳) と岡山大学歯学部附属病院予防歯科の外来患者 196 名 (男性 70 名, 女性 126 名, 年齢 57.7 ± 12.6 歳) を対象とした。現在歯数と DMF, そして 6 点法によるアタッチメント・レベルの測定を行った。臨床データは、2) で説明したとおり、平均歯根長を用いて分析した。各年齢ごとに求めた 1 人当たりの平均有効歯根表面積が加齢により直線的に推移するか否かを回帰直線と相関係数の算出により検討した。

4) 有効歯根表面積の補正式算出のための抜去歯を用いた基礎的研究

上記のシミュレーションでは、円柱状の

歯根を想定し、アタッチメント・ロスにより有効歯根表面積が直線的に減少することが前提となっている。ところが実際の歯根は先端に近づくほど細くなっているため補正式が必要となる。そこで、membrane technique とコンピューターによる画像解析を組み合わせ、ひとつの歯について歯根表面積を段階的に測ることができる方法を確立し、その精度を検討した。

以下の条件を満たす上顎中切歯、犬歯、第 1 小臼歯、第 1 大臼歯の抜去歯、それぞれ 3 歯を準備した。

(1)歯根が完成し、形態異常がない歯であること。

(2)セメント-エナメル境が明瞭で、歯根面にう蝕、楔状欠損のない歯であること。

歯根表面積の測定方法は、membrane technique^{4,5)}を一部改変して行った。まず、スクレーパーで歯根面の歯垢、歯石、及び線維を除去し、滑沢にした。歯根表面にワセリンを分離剤として塗布後、合成樹脂 (株式会社リンレイ製換気扇リパック[®]) を均等な膜になるよう 30 分間隔で 3 回塗布し、乾燥させた。乾燥後、歯根表面の合成樹脂膜上に α -シアノアクリレート系モノマー (東亜合成化学工業社製アロンアルファ[®]) を一層均等に塗布し、室温で一昼夜放置した。そして、セメントエナメル境にカッターナイフを用いて切開を入れ、薄膜を剥離した。単根歯の場合、切開は頰側中央と舌側中央に入れた。第 1 大臼歯では、3 か所の分岐部と頰側根、口蓋根の中央部に切開を入れた。剥離した薄膜を方眼紙に貼り付け、デジタルビジュアルイメージングシステム Wave Pict (株式会社ヨシダ製) で約 40 倍の画像として録画した。録画した画像の面積測定は、コンピューター上で、NIH image 1.61 を用いて行った。なお、薄膜の背景にある方眼紙の 10 mm × 10 mm の面積を測定し、内部標準とした。測定は、全て 3 回繰り返し、その平均値を求めた。

(倫理面への配慮)

政府指定統計及び研究上行った調査データの取り扱いに関しては、統計法上の規則を遵守し適正に管理するとともに、個人の秘密の保護に遺漏なきよう努めた。

C. 研究結果

1) 平成 5 年歯科疾患実態調査報告のデータを使ったマクロレベルにおける有効歯根表面積のシミュレーション

図 1 は表 6 のデータに 1 人当たり平均現在歯数を、比較しやすいように有効歯根表面積ベースに換算したもの(最大値 28 本を 7616 mm^2 に換算)を加えてグラフ化したものである。これから分かるように、現在歯数 > 解剖学的歯根表面積 > 有効歯根表面積の順でグラフが低くなっているが、「現在歯数 > 解剖学的歯根表面積」は大臼歯など解剖学的歯根表面積の比較的大きい歯を先に喪失することが原因と考えられ、また「解剖学的歯根表面積 > 有効歯根表面積」の部分はいうまでもなく歯周組織が喪失したために表面積が減少したことを表している。この場合は 1 人当たり平均喪失歯数を 28 本から引いたものを用いている。(歯科疾患実態調査報告における現在歯数には智歯が入っているため、智歯を考慮しない有効歯根表面積の算出には使えない。)

この場合、●で示された加齢に伴う 1 人当たり平均有効歯根表面積の推移は、解剖学的歯根表面積のそれに比べて直線的であることが分かる。これを確認するために上記の有効歯根表面積データの相関分析を行った。年齢 x 、有効歯根表面積 y 、それぞれの標準偏差を σx 、 σy とすると、 $\sigma x = 19.47$ 、 $\sigma y = 2018.34$ 、相関係数 $R = -0.92$ となる。つまり、有効歯根表面積は年齢と非常に強い負の相関関係にあると言える。

回帰直線式は $y = -95.37x + 9109.66$ となる。因みに歯周組織の吸収が皆無の時の総有効歯根表面積の値 (7616 mm^2) をとる年齢は、15.66 歳である。

2) 臨床データによる仮説の検証

図 2 に愛知県歯科医師会と岡山大学歯学部附属病院予防歯科で収集した年齢ごとの DMF データの集計結果を示した。愛知県、岡山大学の両データともに高年齢者ほど M 歯、F 歯が多くなっている。

5 歳階級ごとの被験者数、1 人当たり平均有効歯根表面積、回帰直線そして相関係数を図 3 に示した。被験者は 60 歳代が多かった。愛知県と岡山大学の両データの回帰直線は類似したものとなり、決定正数は約 0.9 であった。

3) 有効歯根表面積の補正式算出のための抜去歯を用いた基礎的研究

4 歯種それぞれ 3 本の測定を 10 回繰り返したところ、各歯種の歯根表面積の変動係数は以下ようになった。すなわち、上顎中切歯: 0.039~0.050, 犬歯: 0.034~0.044, 第 1 小臼歯: 0.037~0.057, 第 1 大臼歯: 0.028~0.040 となった。

D. 考察

1) 平成 5 年歯科疾患実態調査報告のデータを使ったマクロレベルにおける有効歯根表面積のシミュレーション

マクロレベルにおいて、年齢と 1 人当たり平均有効歯根表面積値との間に逆比例の関係が成り立つとの前提に立てば、20~84 歳までの範囲に限り有効歯根表面積の推移は、15.66 歳から始まる右肩下がりの直線で表すことができる。ここで、「($x = 15.66$, $y = 7616$) のポイントは調査対象の母集団固有の特性を表す不変の基準点である」という仮説が成り立つ。すなわち、同じ母集

団においてこのポイントが変化することは無いと仮定するならば、この母集団で 8020 が達成される場合にもやはり歯周組織の吸収のない完全な有効歯根表面積値が得られるのは、15.66 歳ということになる。

80 歳で上下顎第 2 小臼歯から第 2 小臼歯まで残存し、かつ全ての歯の骨吸収が歯根の 1/4 であるような「8020 者」を想定すると、この場合の有効歯根表面積は 3456.07 mm² となる。上記のように有効歯根表面積の減少が直線に回帰し、しかも基準点 (x = 15.66, y = 7616) を通るとすれば、8020 限界直線は $y = -64.66x + 8628.64$ という式で表されることになる (図 4)。

健診現場で有効歯根表面積が使われ、実際に測定値が得られるようになると、その実測値を 8020 限界直線式で得られる計算値とを比較することで、被検者が 8020 の危険域にあるか (8020 限界直線より下の領域)、可能域 (8020 限界直線より上の領域) にあるかを判定して通知することができる。このような健診法は今までの歯科健診にない相対評価法であり、患者に対して 8020 運動をより具体性のあるものと実感させることのできる新たなアプローチを提供するものと言える。

2) 臨床データによる仮説の検証

アタッチメント・レベルの実測値から 5 歳階級ごとに有効歯根表面積を算出し、年齢群との相関をみたところ、直線回帰ができ、その決定係数は約 0.9 であった。すなわち、平成 5 年歯科疾患実態調査に基づいたシミュレーションからの仮説が検証された。愛知県歯科医師会員の診療室を訪れた患者による回帰直線が岡山大学歯学部予防歯科学講座のそれとほとんど同じであったことは、その仮説が信頼度の高いものであることを示している。

3) 有効歯根表面積の補正式算出のための抜去歯を用いた基礎的研究

歯根表面に重金属の塗料を塗布し、溶解させて重金属量を原子吸光光度計で測定した方法⁹⁾では変動係数が 0.099~0.123 であり、本研究ではその半分以下 (0.028~0.057) となった。測定精度に加えて、本測定方法はコンピューター上で様々な程度のアタッチメント・レベルにおける残存歯根表面積の測定が行えるという利点がある。今後はこの方法を用いて、各歯種におけるアタッチメント・レベルから残存歯根表面積を推定する近似式を求める予定である。

E. 結論

現在歯の残存歯根表面積の総和を表す「有効歯根表面積」という新たな指標を設定し、残存歯の健全度の判定と歯の残存状態の予測を行う手段になりうるかどうかを検討した。まず、平成 5 年度歯科疾患実態調査のデータから、有効歯根表面積が年齢の増加と共に直線的に減少するという仮説を設定した。この仮説は、実測値による分析で証明された。また、有効歯根表面積を正確に予測するための基礎的研究として、抜去歯の歯根表面積を求める再現性の高い方法を確立した。

F. 文献

- 1) Tylman, S.D. and Malone, W.F.D.: Tylman's theory and practice of fixed prosthodontics (7th ed.), pp. 14-15, Mosby Co., St Louis, 1978.
- 2) 藤田恒太郎原著, 桐野忠大改定: 歯の解剖学, 金原出版, 1949.
- 3) 長田豊, 小田茂, 飯田美智子, 田口章太, 村岡宣明, 小鷲悠典, 木下四郎: 歯根表面積に関する研究 第 2 報 歯周組織の減少

とそれに対応した歯根表面積の変化, 日歯周誌 24(2) : 293-298, 1982.

4) Jepsen, A. : Root surface measurement and a method for X-ray determination of root surface area, Acta Odont. Scand. 21: 35-46.

5) 小田茂, 長田豊, 飯田美智子, 田口章太, 村岡宣明, 小鷲悠典, 木下四郎 : 歯根表面積に関する研究 第1報 測定方法と歯根総表面積, 24(2) : 285-292.

6) Klock, K.S., Gjerdet, N.R. and Haugejorden, O. : Periodontal attachment loss assessed by linear and area measurements in vitro, J. Clin. Periodontol. 20: 443-447, 1993.

2. 実用新案登録
該当なし

3. その他
該当なし

G. 健康危機情報
該当なし

H. 研究発表
1. 論文発表
該当なし

2. 学会発表
山本龍生, 木下由佳, 恒石美登里, 下野順子, 神社 愛, 渡邊達夫, 小出修身 : 抜去歯を用いた歯根表面積測定法, 第44回春季日本歯周病学会学術大会, 平成13年4月25日 (発表予定)

I. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得
特許申請中
発明者 滝沢秀彦
題目 「残存歯予測システム」
提出日 平成11年8月27日
受付番号 59900829748
出願番号通知 (事件の表示)
特願平 11-240982

表1 歯種別の解剖学的歯根表面積

歯種	解剖学的歯根表面積 (mm ²)
上顎 中切歯	204
側切歯	179
犬歯	273
第一小白歯	234
第二小白歯	220
第一大臼歯	433
第二大臼歯	431
下顎 中切歯	154
側切歯	168
犬歯	268
第一小白歯	180
第二小白歯	207
第一大臼歯	431
第二大臼歯	426

Tylman, S.D. and Malone, W.F.D.: Tylman's theory and practice of fixed prosthodontics (7th ed.), 14-15, Mosby Co., St Louis, 1978.

表2 歯種別の平均歯根長

	歯種	平均歯根長 (mm)
上顎	中切歯	12.1
	側切歯	12.2
	犬歯	14.5
	第一小臼歯	12.2
	第二小臼歯	13.1
	第一大臼歯	12.0
	第二大臼歯	11.5
	下顎	中切歯
側切歯		12.0
犬歯		13.6
第一小臼歯		12.5
第二小臼歯		13.0
第一大臼歯		11.9
第二大臼歯		11.0

藤田恒太郎原著，桐野忠大改定：
歯の解剖学，金原出版，1949.

表3 1人当たりの平均解剖学的総歯根表面積

年齢(歳)	1歯当たりの解剖学的歯根表面積 (mm ²)	1人当たりの平均喪失歯数	1人当たりの平均現在歯数 (智歯を除く)	1歯当たりの平均解剖学的総歯根表面積 (mm ²)
20~24	272	0.20	27.80	7561.60
25~29	270	0.68	27.32	7376.40
30~34	269	1.32	26.68	7176.92
35~39	267	1.93	26.07	6960.69
40~44	265	2.70	25.30	6704.50
45~49	263	3.57	24.43	6425.09
50~54	261	5.63	22.37	5838.57
55~59	261	7.66	20.34	5308.74
60~64	257	11.25	16.75	4304.75
65~69	253	15.63	12.37	3129.61
70~74	253	17.59	10.41	2633.73
75~79	254	21.43	6.57	1668.78
80~84	247	22.92	5.08	1254.76

表4 歯槽骨吸収と歯根表面積の減少割合との関係

歯槽骨吸収の歯根長に対する割合	減少した歯根表面積の割合(%)
1/4	17.2±1.5
1/2	43.5±2.3
3/4	74.0±3.1

長田豊, 小田茂, 飯田美智子, 田口章太, 村岡宣明, 小鷲悠典, 木下四郎:
 歯根表面積に関する研究 第2報 歯周組織の減少とそれに対応した歯根表面積
 面積の変化, 日歯周誌24(2): 293-298, 1982.

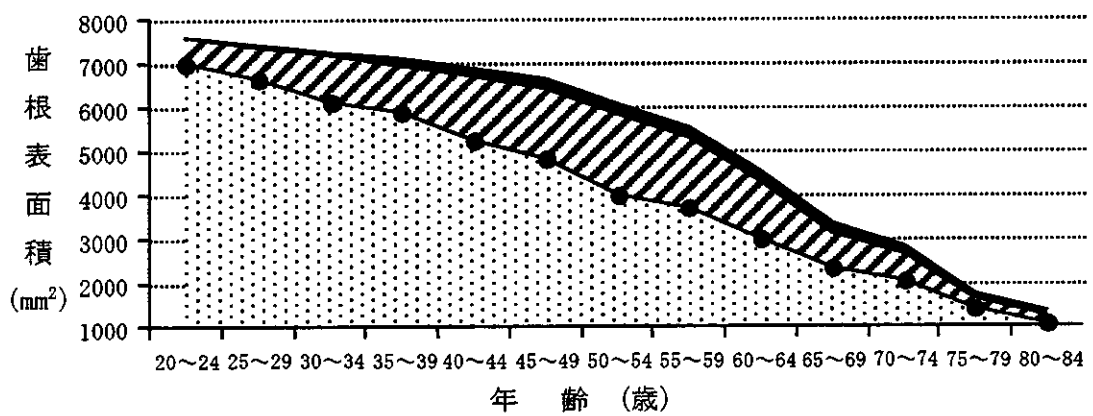
表5 歯周病進行の各段階における患者数

年齢(歳)	平成5年患者調査		平成5年歯科疾患実態調査報告 2つのデータからの計算値				1人当たり		の有効歯根表面積の平均減少割合(%)
	P1, 2 患者数 (千人); A	P3, 4 患者数 (千人); B	総数 (人)	歯周炎のあ る者の数 (P1, 2, 3) (人)	保存処置 困難(P4) (人)	P3(人)= (P1, 2, 3- P4)xA/B/ (A/B+1)	P1, 2 (人)	P0 (人)	
	20~24	2.70	0.20	300	25	2	0	25	
25~29	9.10	1.40	400	50	1	6	44	349	89.97
30~34	9.10	1.40	578	105	5	10	95	468	85.17
35~39	12.30	9.90	698	149	9	61	88	540	84.31
40~44	12.30	9.90	761	226	10	95	131	525	78.36
45~49	21.20	16.10	706	241	17	94	147	448	74.62
50~54	21.20	16.10	732	302	33	112	190	397	68.68
55~59	17.50	15.70	736	292	37	119	173	407	70.08
60~64	17.50	15.70	735	292	40	117	175	403	69.88
65~69	4.00	5.70	637	226	23	123	103	388	74.78
70~74	2.30	2.80	466	133	27	61	72	306	78.30
75~79	1.00	2.00	290	54	14	31	23	222	86.17
80~84	0.40	0.50	154	32	4	16	16	118	84.85

厚生省平成5年歯科疾患実態調査報告および平成5年患者調査

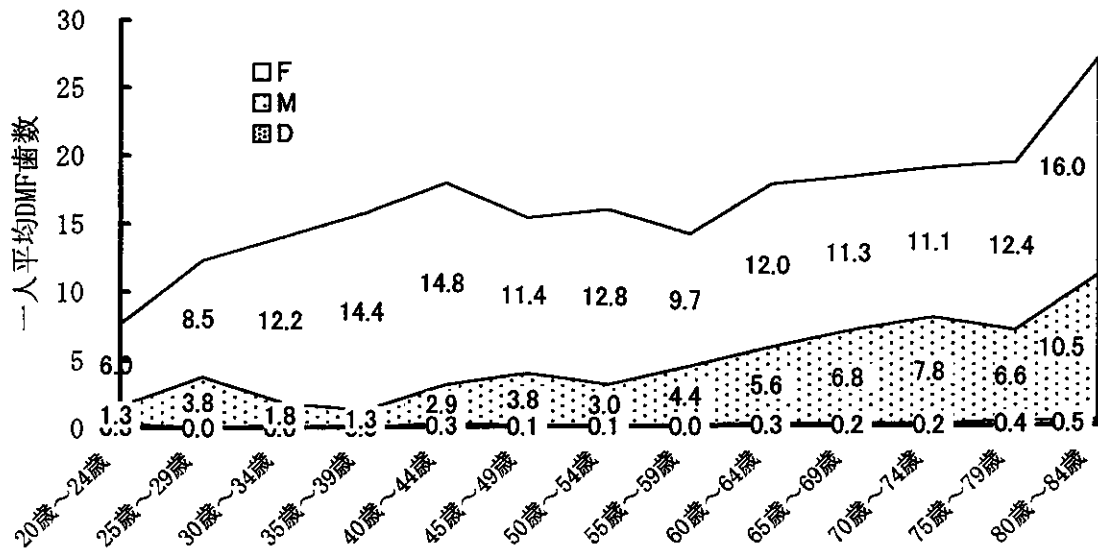
表6 1人当たりの平均有効歯根表面積

年齢(歳)	1人当たりの平均解剖学的総歯根表面積(mm ²)	1人当たりの有効歯根表面積の平均減少割合(%)	1人当たりの平均有効歯根表面積(mm ²)
20~24	7561.60	92.93	7026.74
25~29	7376.40	89.97	6636.28
30~34	7176.92	85.17	6112.83
35~39	6960.69	84.31	5868.24
40~44	6704.50	78.36	5253.66
45~49	6425.09	74.62	4794.69
50~54	5838.57	68.68	4009.74
55~59	5308.74	70.08	3720.38
60~64	4304.75	69.88	3008.02
65~69	3129.61	74.78	2340.21
70~74	2633.73	78.30	2062.10
75~79	1668.78	86.17	1437.96
80~84	1254.76	84.85	1064.69

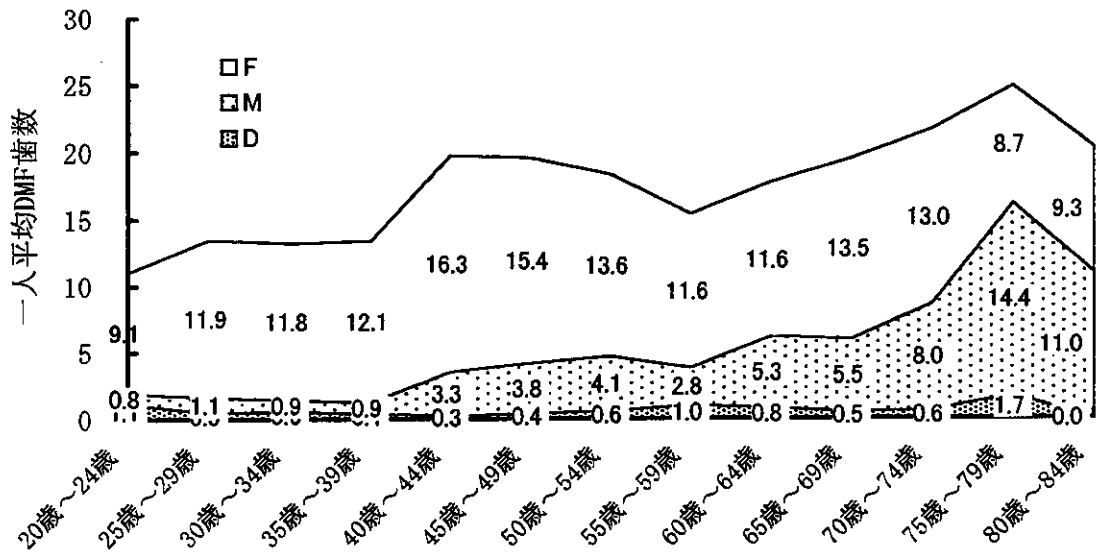


- 1人当たりの平均現在歯数を歯根表面積ベースに換算したもの
- ▨ 1人当たりの平均解剖学的総歯根表面積 (mm²)
- ⋯ 1人当たりの平均有効歯根表面積 (mm²)

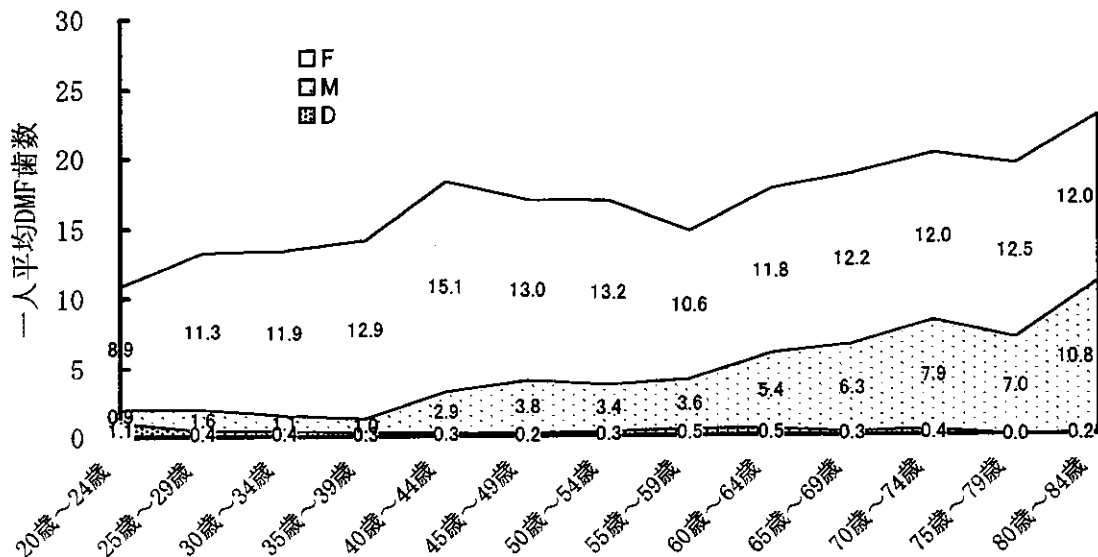
図1 1人当たり平均の解剖学的歯根表面積および有効歯根表面積



岡山大学 (196名)



愛知県 (199名)



全体 (395名)

図2 年齢階級別1人平均DMF歯数 (岡山大学, 愛知県, 全体)

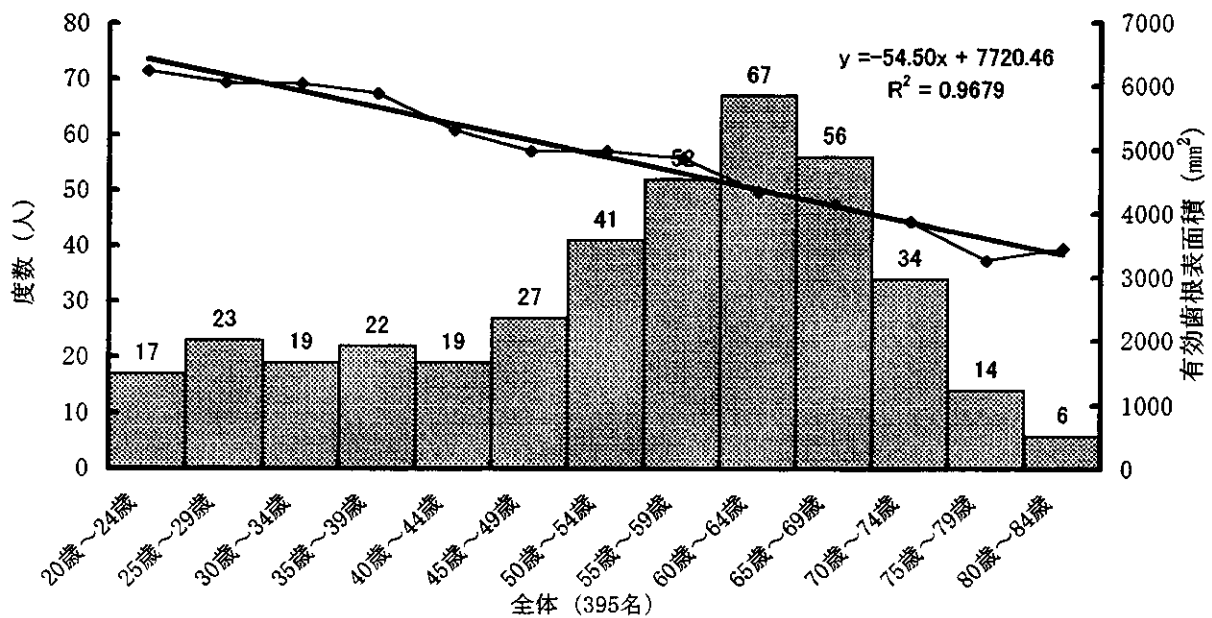
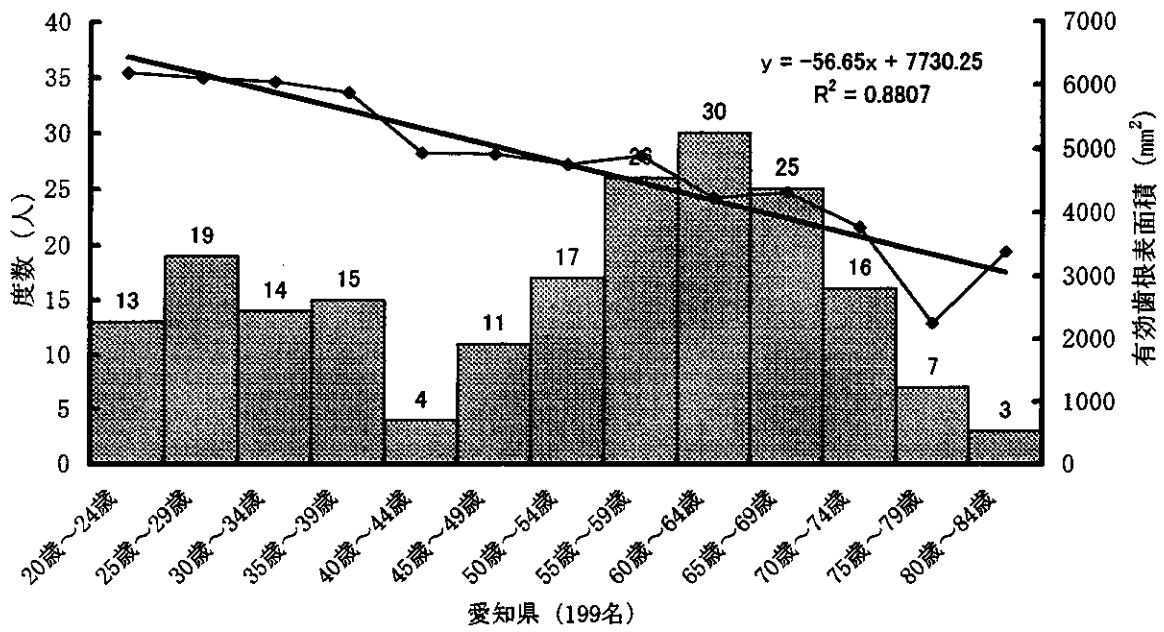
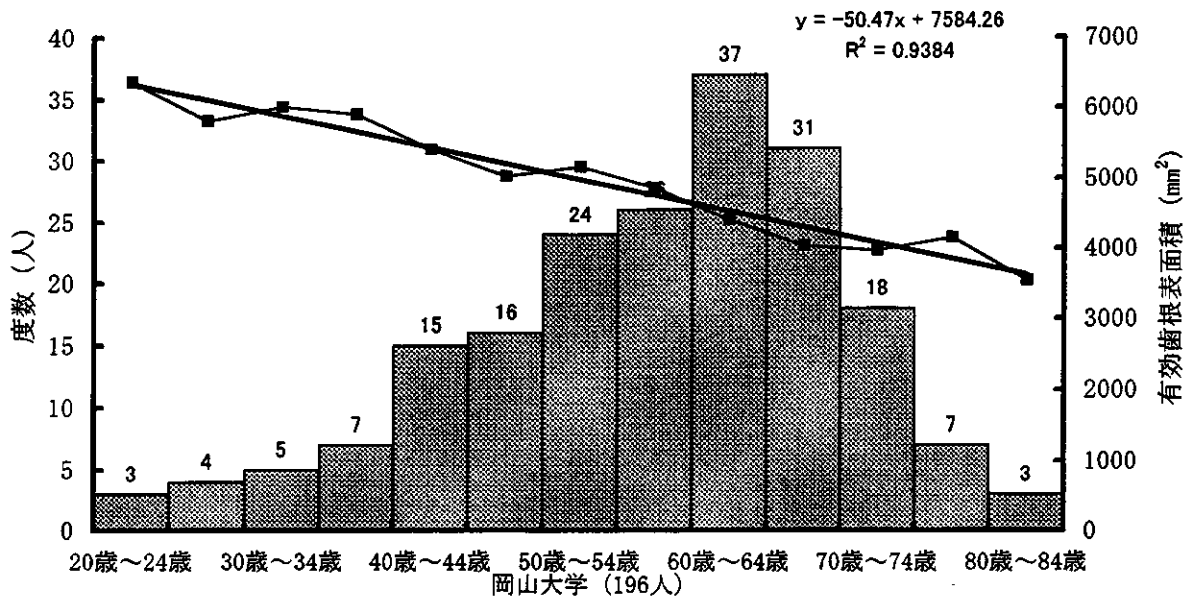
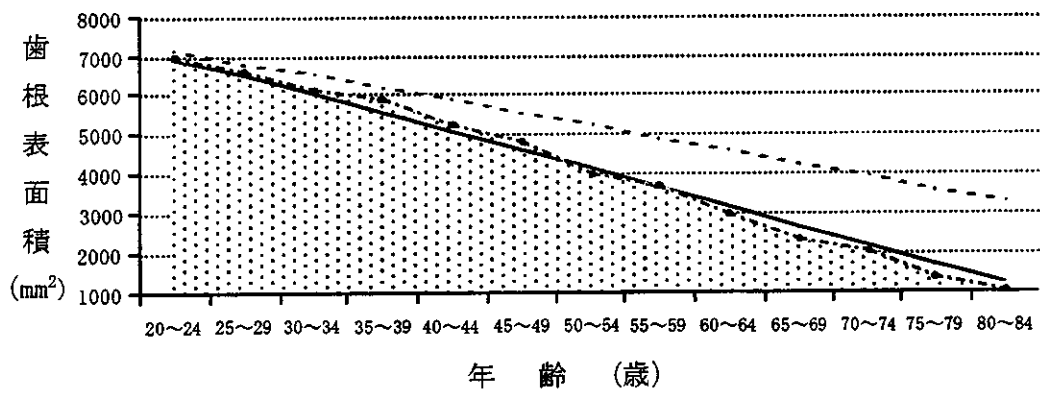


図3 年齢階級別被検者数，有効歯根表面積と回帰分析の結果（岡山大学，愛知県，全体）



- 1人当たりの平均有効歯根表面積の回帰直線
- 仮想上の8020限界直線
- 1人当たりの平均有効歯根表面積 (mm²)

図4 1人当たり平均の解剖学的歯根表面積および有効歯根表面積