

20011180

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13年度 総括研究報告書

主任研究者 渡邊 達夫

平成14年（2002）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	----- 1
(資料)表 1～7, 図 1～10	

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 岡山大学大学院医歯学総合研究科教授

研究要旨

「一生自分の歯で食べられる社会」を実現するため、国民に如何にアプローチしていくかはきわめて重要な問題である。対象者一人一人の歯の状態から、現状のままの将来予測や、処置した場合の将来予測を提示することは、本人の行動変容を起こすために有効な手段である。本研究は、対象者の年齢、残存歯数、DMFT、アタッチメント・レベル値を代入することによって将来の年齢・歯数相関をグラフで提示し、将来予測を示すとともに、直近の処置の成果を評価する指標を提供するものである。また、8020達成のための努力目標を個人個人で設定できるのも本研究の大きな特長である。

歯科疾患実態調査を元に年齢・残存歯数関係と、患者調査を元に歯周疾患の罹患状態、Tylman and Maloneの歯種別解剖学的歯根表面積のデータを利用し、年齢と有効歯根表面積の理論関数を考案した。この関数が患者の実測値とよく一致すること( $r^2=0.91$ )を平成12年度の研究で確認した。

平成13年度は、上記関数の定数( $\alpha$ ,  $\gamma$ )の決定を行い、さらに精度を上げるために抜去歯を用いてアタッチメント・レベルと残存歯根表面積を測定し、理論関数の補正を行った。

関係式3 有効歯根表面積＝解剖学的歯根表面積×(1-歯周組織吸収率)

関係式2 解剖学的歯根表面積＝ $(G \times \alpha^{(\text{年齢} \cdot m)}) / (1 + \alpha^{(\text{年齢} \cdot m)})$

関係式7 歯周組織吸収率＝ $0.7(1 - \beta^{\text{年齢}}) / (1 + 0.55 \beta^{\text{年齢}})$

関係式3は本調査の最終成果であり、関係式2と関係式7から導き出されたものである。

また、ここ3年間歯周治療のメンテナンスをしてきた症例について理論関数を適用したところ、8020達成曲線に近づいていることが判明した。我々の歯周治療の結果、6年間での抜歯数は半減し、治療開始2ヶ月後の動揺歯改善率は85パーセントであり、ブラッシング時の歯肉出血は1ヶ月でほとんど無くなることが明らかになっている。この治療法を受けている患者のデータを理論関数に代入した結果、3年間で8020曲線に漸近していることが判明した。このことは、「有効歯根表面積」を用いた歯の将来残存予測評価法の妥当性を証明し、本理論関数が治療効果の評価に応用できることを示唆するものである。

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

A. 研究目的

歯科検診で得られた各歯種のアタッチメント・レベルから、個人の持つ歯の残された歯根膜の表面積を推定することができる。これを「有効歯根表面積」と名付けた。平

成5年歯科疾患実態調査と平成5年患者調査のデータを組み合わせて年齢階級別の平均有効歯根表面積を求めると、年齢に対して有効歯根表面積が直線的に減少することがわかった。このことから、有効歯根表面積が個人の歯と歯周組織の健康度を表し、さらに将来を予測する指標になり得るのではないかと考えた。

平成12年度には、患者の実測値から年齢階級別の平均有効歯根表面積が加齢とともに直線的に減少することを確認した。平成13年度には、実測値を増やして有効歯根表面積と解剖学的歯根表面積が一致する基準点を求めること(目的1)、加齢に伴う有効歯根表面積の推移を表す式を完成すること(目的2)、またその式を補正するために抜去歯を用いてアタッチメント・ロスごとの有効歯根表面積を推定する近似式を作成すること(目的3)を目的とした。

## B. 研究方法

### 1. アタッチメント・レベルの実測データを用いた有効歯根表面積が解剖学的歯根表面積と一致する定点(x0, y0)の決定

愛知県歯科医師会員の歯科診療所の外来患者360名(男性179名、女性181名、平均年齢 $54.8 \pm 15.2$ 歳)と岡山大学歯学部附属病院予防歯科の外来患者297名(男性102名、女性195名、平均年齢 $57.9 \pm 13.1$ 歳)を対象とした。6点法でアタッチメント・レベルを計測し、平成12年度に行った方法で1人ごとに有効歯根表面積を求めた。さらに、10歳ごとの年齢階級別に平均有効歯根表面積を計算し、直線で近似した。近似式から、有効歯根表面積が解剖学的歯根表

面積( $7616\text{mm}^2$ )に一致する点を求めた。この定点はGとmを求めるための連立方程式に代入する。

### 2. 加齢に伴う有効歯根表面積の推移を表す式の決定

年齢別の歯の喪失曲線を文献<sup>9)</sup>から収集したデータをもとに作成した。次に、作成したグラフに最も当てはまる近似式(関係式1)を求めた。

近似式の定数について、その値を増減させて近似曲線の形の変化をみることで定数の意味合いを検討し、定数( $\alpha$ ,  $\gamma$ )を求めるための式(関係式4, 関係式8)を決定した。なお、定数の決定にはマイクロソフトエクセル98(マイクロソフト株式会社、東京)を用いた。

### 3. 抜去歯を用いたアタッチメント・レベルから各歯種の有効歯根表面積を推定する式の決定

岡山大学大学院医歯学総合研究科口腔保健学分野に保存している抜去歯のうち、以下の条件を満たす右側上下顎の中切歯から第2大臼歯、それぞれ30本を無作為に選んだ。

- 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。

平成12年度に決定した membrane technique とコンピューターによる画像解析を組み合わせて、セメント・エナメル境からそれぞれ0, 2, 4, 6, 8, 10 mmの均一なアタッチメント・ロスがあった場合の有

効歯根表面積を測定した。測定はいずれも3回繰り返し、平均値をとった。各歯種30本のデータを平均し、SPSS 10.0 for Windows (SPSS Japan, 東京)で曲線推定を行った。また、Klockら<sup>2)</sup>の方法で、デジタルノギス (Digicaliper, Mitsutoyo Co.)を用い、歯根長を測定した。

## C. 研究結果

### 1. アタッチメント・レベルの実測データを用いた有効歯根表面積が解剖学的歯根表面積と一致する定点 (x0, y0) の決定

愛知県歯科医師会員の歯科診療所と岡山大学歯学部附属病院予防歯科の外来患者657名の年齢階級別有効歯根表面積と直線回帰の結果を図1に示した。有効歯根表面積 y と年齢 x の回帰直線は、 $y = -63.2x + 8057.6$  となった。さらに、y が解剖学的総歯根表面積  $7616\text{mm}^2$  となるときの x は 6.99 となった。

### 2 - 1. 加齢に伴う有効歯根表面積の推移を表す式の決定

疾患別歯牙喪失曲線<sup>1)</sup>は、年齢当たりの歯牙喪失量と年齢との関係を示したもので、上に凸の曲線で表される。関係式1は上に凸の曲線を表す関数であり、図2は、mと $\alpha$ を変化させた場合のグラフの変化を示したものである。

関係式1

$$y = - (G \times \alpha^{x \cdot m} \times \ln \alpha) / (\alpha^{x \cdot m} + 1)^2$$

ここでmはグラフの山の頂点に対応した年齢xを表す。また、 $\alpha$ は $1 > \alpha$ の値をとり、

1に近づくほど山が平坦になる。 $\alpha = 1$ は水平な直線を意味する。

この関係式1 (歯牙喪失曲線) によって得られるグラフを解剖学的歯根表面積の減少量を表す近似曲線として利用した。x歳における残存する解剖学的歯根表面積の量は、関係式1を積分してG (S字曲線におけるxを $-\infty$ にした時のyの値: 極限值) から引くと得られる (関係式2)。

関係式2

$$y = (G \times \alpha^{x \cdot m}) / (1 + \alpha^{x \cdot m})$$

図3はそれぞれ、図2のグラフを表す関数を積分してGから引いて得られたS字曲線グラフである。平成12年度の研究で、年齢と解剖学的歯根表面積の関係がS字曲線になったことと一致する。この関係式2も、 $\alpha$ とmを変化させることで曲線の形状を操作することができる。この式の便利な点は、xとyとの関係を決定するのに必要な定数が $\alpha$ とmの二つのみという点である。ただし、このS字曲線は解剖学的歯根表面積の推移であって、歯周組織レベルを加味する有効歯根表面積ではない。

上記の解剖学的歯根表面積の推移を表す関数 (関係式2) に、歯周組織の吸収 (アタッチメント・ロス) を加味する操作をして得られた関数が有効歯根表面積の推移を表す関数となる。ここで年齢当たりのアタッチメントレベルの減少割合を一定と考えると<sup>3)</sup>、年齢xにおける解剖学的歯根表面積に対する有効歯根表面積の占める割合は、 $(1 - \gamma x)$  で表される ( $\gamma$  は年齢当たりの歯周組織の吸収率)。従って、有効歯根表

面積の推移を表すグラフは関係式3で表されることになる。つまり、関係式3は有効歯根表面積の年齢との関係を表す関数  $f(x)$  となる。

関係式3

$$f(x) = \{(G \times \alpha^{x-m})(1 - \gamma x)\} / (1 + \alpha^{x-m})$$

図4はそれぞれ図3のグラフに歯周組織の吸収を加味して得られた有効歯根表面積の推移を表すグラフである。つまり、マクロレベルでの加齢に伴う有効歯根表面積の推移は、理論的には変形のS字曲線で表されることになる。加齢とともに歯根表面積が減少していることを示しているが、 $\alpha$ と  $m$  を適当に定めることによって実測値に近似できる。

## 2 - 2. 健診結果から関数 $f(x)$ における定数を決定する方法

### ① 歯の喪失リスクの中央値に相当する $\alpha$ 値の決定

表1は、平成5年歯科疾患実態調査報告のなかの歯種別に調査された5歳階級別の一人当たり現在歯数のデータと、Tylman & Malone<sup>3)</sup>による各歯種別の歯根表面積に関する研究結果のデータとを組み合わせ得た5歳階級別の一人当たり解剖学的歯根表面積の平均値である。そのデータの曲線によく符合する関数を最小二乗法で算出すると、関係式3の定数はそれぞれ、 $G_m = 7696.51$ ,  $\alpha_m = 0.9114$ ,  $m_m = 64.7$  となった。

### ② $\alpha$ の最低値の決定

平成5年歯科疾患実態調査報告における「喪失歯のある者の数」のデータでは、10～15歳の階級で最も早く歯を喪失する者

が現れ、さらに30～35歳階級で無歯顎になるケースが早くも存在するという結果が出ている。関係式1を利用して最も早く歯を喪失するケースにおける年齢当たりの解剖学的歯根表面積の減少量のグラフを描いてみると図5のようになる。このときマイクロソフトエクセルによって求められた値は、 $\alpha \approx 0.55$ ,  $m \approx 22$  となり、この  $\alpha$  値が歯牙喪失の最も大きなリスクを表すと考えることが出来る。

### ③ $\alpha$ の最大値と範囲の決定

関係式2（解剖学的歯根表面積）に関して、 $\alpha$  は1未満の値をとり、しかも1に近づくほどそのグラフは平坦な山になる。 $\alpha$  が0.55以下となるとグラフの勾配が急になりすぎ、解剖学的歯根表面積の喪失が実態よりも短期間に集中して起こる結果となる。よって、これも実態にそぐわない。以上のことから、 $\alpha$  は平成5年歯科疾患実態調査報告のデータに基づき、 $1 > \alpha > 0.55$  の間の値をとることが分る。

### ④ 歯牙喪失リスクの求め方

平成5年歯科疾患実態調査報告のDMF歯数のデータより、処置歯と未処置歯を合計した本数 ( $D + F$ )、及び喪失歯の本数 ( $M$ ) に関する5歳階級ごとの数値が得られる。ここで解剖学的歯根表面積の喪失のリスクを測る便宜的方法として、 $D + F$  値には指数1を、また  $M$  値には指数30を与え、合計して得られる数値を歯牙喪失リスクと想定し、その指標が年齢に応じて推移する状態をよく表す関数を求めてみた。

ここで注意すべきなのは、歯科疾患実態調査報告での喪失歯には智歯は含まれていないので最大値は28本となるはずである

が、抽出された標本のなかには先天欠如歯のあるケースが混在しているため、喪失歯 28 本というデータはあり得ないことになる。従って、何らかの先天欠如歯に関するデータの補正が必要である。先天欠如歯の発生頻度のデータ(表 2)から補正係数(本数のレベル) 1.071 が得られた。先天欠如を度外視するためには、1 本の歯を 1.071 本に換算する必要がある。従って、リスク指数の計算方法は、次のとおりとなる。

すなわち、個人のリスク指数 = 喪失歯数  $\times 30 \times 1.071 + (D+F \text{ 歯数})$  である(注; D+F 歯数については、リスク指数の値に占める割合が少なく、先天欠如歯の存在による誤差は度外視できると考えたため、喪失歯数のみに 1.071 がかけてある)。この計算方法を使って平成 5 年歯科疾患実態調査報告の 5 歳階級ごとの DMF 歯数のデータから得た中間的リスク指数の実測値を求め、その値が年齢によって変化する推移の様相をよく表す S 字曲線の関数(関係式 4)を基に算出したリスク指数の計算値をまとめたものが表 3 である。

#### 関係式 4

$$y = 844 / (1 + 0.795^{0.62x - 45.58})^{0.48}$$

また、関数から求めた計算上の指数が実測値による指数とよく符合することを表したグラフが図 6 である。

ちなみに、歯科疾患実態調査報告では、喪失歯には智歯を含めず、処置歯、未処置歯、健全歯などは智歯を含むことから、リスク指数の総合計は、 $28 \times 30 + 4 = 844$  (喪失歯が 28 本、処置歯または未処置歯が智歯

4 本の場合) が最大値になる。

#### ⑤ $\alpha$ と歯牙喪失のリスク度との関係

関係式 4 により算出したリスク指数を中間的リスク度と考え、この値と被検者から実際に得られるリスク指数との比率 (= 計算値と実測値によるリスク指数の比率) を基にして、関係式 5 から  $\alpha$  を求めればよいことになる。

歯科疾患実態調査報告のデータをリスク指数に加工し、それと年齢との関係を関数化して得られるリスク指数平均値に対するリスク指数実測値の比率を Z で表せば、以下のような指数関数によって  $\alpha$  を近似的に計算することができる。

#### 関係式 5

$$\alpha = 0.364 \times 10^{-Z/8.375} + 0.636$$

この関係式 5 は、(Z,  $\alpha$ ) が (0, 1), (1, 0.9114), (16.47, 0.6) 等の各点を通るグラフを描くため指数関数で近似を行って求められたものである。従って、実際の健診により得られるデータから歯牙喪失のリスク度を算出する方法と、歯科疾患実態調査報告のデータを加工して得られるリスク指数平均値と年齢との関係を表す関数が決定できれば、実測値と計算値(平均値)との比率 Z が決まり、さらに上記の関数によって  $\alpha$  が決定できることから、被検者の歯牙喪失に関する予測曲線が描出できることになる。

#### ⑥ 関数 $f(x)$ における歯周組織の吸収割合を表す部分の決定

歯周組織の吸収度を表す係数は、関係式 3 における  $\gamma$  (歯周組織吸収率) である。

ここでの  $\gamma$  は、健診で得られる解剖学的歯根表面積値 (Anatomical Surface Area of the Dental Root: ASAR) と有効歯根表面積値 (Effective Surface Area of the Dental Root: ESAR) の差を解剖学的歯根表面積値で割ったものをさらに被検者の年齢と基準年齢 ( $x_0$ ; 有効歯根表面積が  $7616\text{mm}^2$  となる関数  $f(x)$  を決定した母集団固有の年齢) との差で割ったものとした。すなわち、被検者の年齢を  $t$  歳とすると、 $\gamma$  は関係式 6 で求められる。

関係式 6

$$\gamma = (\text{ASAR} - \text{ESAR}) / \{\text{ASAR} \times (t - x_0)\}$$

$\gamma$  は被検者の年齢と歯周組織減少の度合いとの関係を表しており、歯周病のリスクについての目安を与えると考えられる。

#### ⑦ 歯周組織吸収率 $\gamma$ に対する補正方法

表 4 は、実測データ採取のための標本集団のうちで  $\gamma$  が大きい 4 人を選び、それぞれの  $\gamma_x$  (年齢から基準年齢を引いたものと歯周組織吸収率との積であって、1 から歯周病指数を引いたものに等しい) について、関係式 6 に基づき 22.5 歳から 82.5 歳までの計算上の推定値をまとめたものである。 $\gamma$  は歯周組織吸収率は年齢に関係なく一定であると仮定しているため、表 4 から分かるように、 $\gamma_x$  は年齢に比例して増大し、歯周病のリスクが高い被検者の場合には年齢が進んだ場合“1”を越えるというような、現実にはあり得ない数値も出てくる。また、1 を越えない場合でも、0.9, 0.8 などの数値となる場合には実際の臨床現場では抜歯される可能性が高く、そのような意味から

も非現実的と考えられる。

参考として、平成 5 年歯科疾患実態調査報告、及び平成 5 年患者調査それぞれのデータを組み合わせることで  $\gamma_x$  を算出し、その推移を示したのが図 7 である(これは、前述の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結果を用いており、調査データから得られる解剖学的歯根表面積と有効歯根表面積とを使って、関係式 6 に基づいて  $\gamma_x$  を算出している)。このグラフから分かるように、実態調査の平均値から得られる  $\gamma_x$  でも年齢とともに上昇傾向を示してはいるが、約 55 歳をピークにしてその後は減少に転じる(残存歯の歯周組織減少の度合いが改善することを意味する)。この現象は、 $\gamma_x$  がある程度増大すると歯周病が極度に進行した歯が抜歯されていくことで、あとに歯周組織状態の比較的良好な歯が残っていくことが原因していると考えられる。

以上のことから、有効歯根表面積を求める場合の  $\gamma_x$  に関しても、単に年齢と比例関係にあるだけでなく、年齢との関係が「上に凸の曲線」で表されるよう、何らかの補正が必要となる。この場合の「上に凸の曲線」の特性を完全に特定する術は無いので、年齢と“等比級数”的に増大するかたちにするために、(あくまで一つの例として)  $\gamma_x$  の代わりに関係式 7 のような補正関数  $\lambda(x)$  を挿入することを考えてみた(関係式 7 における  $\beta$  とは検査データを基に計算して得られる被検者固有の定数)。

関係式 7

$$\lambda(x) = 0.7 \times (1 \times \beta^x) / (1 + 0.55 \times \beta^x)$$



この補正式が前述の関係式3における $\gamma x$ の部分に入ることになる。また、図8は関係式7の関数をグラフ化したものである。このような補正を行えば $\gamma x$ の最大値が0.7以下に抑えられ、実態に近づくはずである。表5が、関数 $\lambda(x)$ によって、 $\gamma x$ の補正値を求め、まとめてみたものである。表から、ハイリスクな被検者でもこの補正を行えば、 $\lambda(x)$ の最大値が0.7以下に抑えられ、実態に近づくことがうかがえる。

### ⑧ 関係式7の $\beta$ の決定方法

関係式7は、必ず原点を通り、かつ単位年齢が無限大の時に $\lambda(x)$ の値が0.7になるように設定してある関数である(図8)。 $\beta$ は $1 > \beta > 0$ の範囲内にあるパラメータで、 $\beta = 1$ の時は $\lambda(x) = 0$ (つまりx軸)であり、 $\beta = 0$ の時は $x = 0$ (つまりy軸、ただしyが0.7以下の値しかとらない)となる。

関係式7の $\lambda(x)$ は $\gamma x$ と同じ意味であり、x歳の被検者についていえば、以下の関係式とする。

(x歳の被検者の有効歯根表面積) ÷ (x歳の被検者の解剖学的歯根表面積) = (x歳の被検者の歯周病指数)

関係式6を変形して、

$\gamma x = \gamma(x) = 1 - (x \text{歳の被検者の歯周病指数})$

ここで、関係式7でのx(図8のx軸での年齢)は被検者の実年齢から6.99歳( $x_0$ )を引いたものである。 $\gamma x = \lambda(x) = y$ 、かつ $x_m$ 歳での $\lambda(x)$ を $y_m$ とすると、関係式7を表すグラフは原点(0, 0)を必ず通ることから、 $\beta$ は $(x_m - x_0, y_m)$ という一つの点

を与えることによって決定されることになる。以下に $\beta$ を求めるための一連の計算を示す。

$$\gamma(x_m - x_0) = y_m = 0.7(1 - \beta^{x_m - x_0}) / (1 + 0.55 \times \beta^{x_m - x_0})$$

ここで $\beta^{x_m - x_0} = X_m$ とおくと

$$y_m = 0.7(1 - X_m) / (1 + 0.55X_m)$$

$$X_m = \beta^{x_m - x_0} = (0.7 y_m) / (0.55 y_m + 0.7)$$

関係式8

$$\beta = \sqrt[x_m - x_0]{\beta^{x_m - x_0}}$$

$$= \{(0.7 y_m) / (0.55 y_m + 0.7)\}^{1/(x_m - x_0)}$$

### 3. 抜去歯を用いたアタッチメント・レベルから各歯種の有効歯根表面積を推定する式の決定

表6には、各歯種30本ごとの抜去歯から得られた歯根長と総歯根表面積の平均値を示した。歯根長に関しては、上顎犬歯が最も長く、次いで下顎犬歯、下顎第一小臼歯の順であった。下顎中切歯は最も歯根長が短かった。総歯根表面積については、上顎第一大臼歯が最も大きく、次いで下顎第一大臼歯、上顎第二大臼歯の順であった。

上下顎の各7歯種について、解剖学的総歯根表面積を100としたときのアタッチメント・ロス(1歯6点法における平均値)xに対する残存歯根表面積yの近似式の定数(一次式、二次式および三次式)を表7に示した。決定係数から、いずれの歯種も一次式や二次式よりも三次式で近似した場合が最も適合することがわかった。実際にこれらの近似式を用いる場合は、個人の健診時に、1歯6点法のアタッチメント・ロス値を歯種ごとに平均し、それをxに代入す

る。各歯種の  $y$  値を合計して個人の有効歯根表面積を算出する。

#### D. 考察

被検者の臨床データを得てから有効歯根表面積予想曲線が完成するまでの過程を図9に示した。本システムを用いて、平成11年に初診患者として岡山大学歯学部附属病院予防歯科に来院した50歳男性のアタッチメント・レベルとDMFデータから得られた有効歯根表面積予想曲線を示した(図10)。この患者の場合、8020の達成は困難であると予想された。同じ患者の53歳時点での予想曲線も図10に示した。50歳時点と53歳時点の有効歯根表面積が重なれば、予測が的中したことになる。しかし、この患者の場合、53歳時点で予想曲線の上昇が起こった。この患者に対しては、初診から毎月歯科医師による術者ブラッシングを中心とした口腔内管理が行われた。術者ブラッシングを中心とした予防歯科診療では、2週間で約74%の動揺歯の改善<sup>6)</sup>、6年間で抜歯本数が約48%に抑えられる<sup>7)</sup>等の効果が報告されている。本症例では患者の口腔内状態が改善し、予想曲線が上昇したと考えられ、本有効歯根表面積理論の妥当性が示唆された。なお、この患者は54歳時点で大臼歯の脱落が起こり、予想曲線が下方に移動したが50歳と53歳時点の中間に位置した。歯の喪失により曲線が下方移動することも本有効歯根表面積の理論と実測値に整合性があることを示している。今後は、例数を増やして予想曲線の有効性を検討する必要がある。

#### E. 結論

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。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ともに直線的に減少するという仮説を設定した。そして、その仮説を実測値により検証し、有効歯根表面積  $y$  と年齢  $x$  の回帰直線  $y = -63.2x + 8057.6$  を作った。さらに、 $y$  が解剖学的総歯根表面積  $7616\text{mm}^2$  となるときの  $x$  (6.99) を得た。このことから、有効歯根表面積と解剖学的歯根表面積の一致する基準点は(6.99, 7616)であることが明らかになった(目的1)。

次に、年齢ごとの喪失歯数が上に凸の曲線になることより、加齢に伴う解剖学的歯根表面積の推移を表す関数を求めた。その関数に歯周組織喪失量を加味した、加齢に伴う有効歯根表面積の推移を表す以下の式を求めた(目的2)。

#### 関係式3

$$y = (G \times \alpha^{x-m})(1 - \gamma x) / (1 + \alpha^{x-m})$$

(但し、 $G$ ,  $m$ ,  $\alpha$ ,  $\gamma$  は定数)

各歯種のアタッチメント・レベルの臨床データからより正確に有効歯根表面積を推定するため、抜去歯を用いて各歯種のアタッチメント・ロスごとの有効歯根表面積の推定式を作成した。歯の有効歯根表面積  $y$  は、 $y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3$  の三次式で表される。ここで、 $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  は、各歯種によって異なり、表7の三次関数の部分に示されている(目的3)。

## F. 文献

- 1) 根岸達郎, 大谷仁: 歯の喪失に伴う変化—抜歯の原因調査からみた歯の喪失—. 日歯医学会誌 17: 14-17, 1998.
- 2) Klock KS, Gjerdet NR, and Haugejorden O: Periodontal attachment loss assessed by linear and area measurements in vitro. J. Clin. Periodontol. 20: 443-447, 1993.
- 3) 李 載仁: 下顎の老化に関する病理組織学的研究. 九州歯会誌 32:564-589, 1979.
- 4) Tylman SD and Malone WFD.: Tylman s theory and practice of fixed prosthodontics (7<sup>th</sup> ed.), pp. 14-15, Mosby Co., St Louis, 1978.
- 5) 寺崎太郎, 塩田研次: 先天性欠如歯. 口科誌 3: 88, 1954.
- 6) 森田 学, 鶴見真由美, 平岩 弘, 坂田真理子, 岸本悦央, 近藤充宏, 渡邊達夫: 歯口清掃による動揺度の改善—動揺度測定装置 (TMC-01) を用いての検討—. 日歯周誌 29: 205-210, 1987.
- 7) 河本幸子, 岡崎真奈美, 西川真理子, 平岩 弘, 岸本悦央, 森田 学, 渡邊達夫: 予防歯科診療における喪失歯数—他科外来患者との比較—. 口腔衛生会誌 48:685-690, 1998.

## 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  
該当なし

## I. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得  
特許出願中  
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
2. 実用新案登録  
該当なし
3. その他  
該当なし

表1 平成5年歯科疾患実態調査報告の  
データから得た解剖学的歯根表面積

年齢(歳)	解剖学的歯根表面積(mm <sup>2</sup> )
22.5	7561.60
27.5	7376.40
32.5	7176.92
37.5	6960.69
42.5	6704.50
47.5	6425.09
52.5	5838.57
57.5	5308.74
62.5	4304.75
67.5	3129.61
72.5	2633.73
77.5	1668.78
82.5	1254.76

解剖学的歯根表面積の計算方法については、平成12年度総括研究報告書を参照。

表2 先天欠如歯の発生頻度 (%) <sup>3)</sup>

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>
0	17.6	3.9	4.7	14.5	0	6.2
<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>
13.3	10.9	2.7	2.3	19.6	0	3.5

表3 平成5年歯科疾患実態調査報告のデータをもとに  
計算したリスク指数

年齢	平成5年歯科疾患実態調査報告でのデータから得た実測のリスク指数	上記の実測のリスク指数を表す関数から算出した計算上のリスク指数 (Rx)	喪失歯数 (M) (本)	処置歯+未処置歯 (F+D) (本)
22.5	17.10	25.92	0.20	10.67
27.5	34.22	36.45	0.68	12.37
32.5	55.95	51.24	1.32	13.54
37.5	75.46	71.98	1.93	13.46
42.5	99.64	100.97	2.70	12.90
47.5	126.92	141.22	3.57	12.23
52.5	191.60	196.33	5.63	10.73
57.5	256.95	269.86	7.66	10.87
62.5	370.89	363.26	11.25	9.48
67.5	509.83	472.23	15.63	7.71
72.5	571.78	583.79	17.59	6.69
77.5	693.40	680.25	21.43	4.95
82.5	739.87	750.09	22.92	3.55

表4  $\gamma$  の大きい患者の実測値から得た  $\gamma_x$  の推定値

年齢 (歳)	K氏の $\gamma_x$ (23歳 ESAR= 5187.026mm ASAR= 7616mm 歯周病指数 0.68)	S氏の $\gamma_x$ (32歳 ESAR= 4464.774mm ASAR= 7343mm 歯周病指数 0.608)	O氏の $\gamma_x$ (42歳 ESAR= 2177.73mm ASAR= 4543mm 歯周病指数 0.479)	H氏の $\gamma_x$ (24歳 ESAR= 5348.83 ASAR= 7616mm 歯周病指数 0.702)
	22.5	0.31058	0.25942	0.25413
27.5	0.39410	0.32918	0.32246	0.34954
32.5	0.47761	0.39894	0.39080	0.42361
37.5	0.56113	0.46871	0.45914	0.49769
42.5	0.64465	0.53847	0.52747	0.57176
47.5	0.72817	0.60823	0.59581	0.64584
52.5	0.81168	0.67799	0.66415	0.71991
57.5	0.89520	0.74775	0.73249	0.79399
62.5	0.97872	0.81751	0.80082	0.86806
67.5	1.06224	0.88727	0.86916	0.94213
72.5	1.14575	0.95703	0.93750	1.01621
77.5	1.22927	1.02680	1.00583	1.09028
82.5	1.31279	1.09656	1.07417	1.16436

表5 関係式7で表4の患者の $\gamma_x$ を補正したもの

年齢(歳)	K氏の $\lambda(x)$ (23歳 ESAR= 5187.026mm <sup>3</sup> ASAR= 7616mm <sup>3</sup> 歯周病指数 0.68)	S氏の $\lambda(x)$ (32歳 ESAR= 4464.774mm <sup>3</sup> ASAR= 7343mm <sup>3</sup> 歯周病指数 0.608)	O氏の $\lambda(x)$ (42歳 ESAR= 2177.73mm <sup>3</sup> ASAR= 4543mm <sup>3</sup> 歯周病指数 0.479)	H氏の $\lambda(x)$ (24歳 ESAR= 5348.83 ASAR= 7616mm <sup>3</sup> 歯周病指数 0.702)
22.5	0.31219	0.28373	0.31903	0.27911
27.5	0.37561	0.34385	0.38314	0.33863
32.5	0.43042	0.39697	0.43823	0.39141
37.5	0.47722	0.44344	0.48499	0.43774
42.5	0.51677	0.48370	0.52426	0.47804
47.5	0.54990	0.51831	0.55693	0.51282
52.5	0.57745	0.54786	0.58393	0.54264
57.5	0.60023	0.57295	0.60609	0.56806
62.5	0.61895	0.59414	0.62419	0.58963
67.5	0.63428	0.61196	0.63892	0.60785
72.5	0.64680	0.62690	0.65086	0.62318
77.5	0.65698	0.63939	0.66051	0.63605
82.5	0.66525	0.64980	0.66830	0.64682



表6 歯種ごとの歯根長と総歯根表面積

歯種	歯根長 (mm)		総歯根表面積 (mm <sup>2</sup> )	
上顎				
中切歯	12.22	± 1.36	200.7	± 25.9
側切歯	13.36	± 1.40	202.9	± 25.2
犬歯	16.57	± 1.88	291.9	± 38.8
第一小白歯	12.88	± 1.56	249.4	± 37.3
第二小白歯	13.87	± 1.56	232.9	± 32.0
第一大白歯	13.52	± 1.65	467.7	± 61.6
第二大白歯	12.70	± 1.41	368.4	± 52.4
下顎				
中切歯	12.01	± 0.98	159.5	± 18.9
側切歯	12.58	± 1.24	180.0	± 23.9
犬歯	14.89	± 1.55	265.2	± 38.1
第一小白歯	14.72	± 1.05	237.5	± 28.9
第二小白歯	13.95	± 1.70	212.4	± 27.7
第一大白歯	12.55	± 1.31	432.8	± 61.2
第二大白歯	12.59	± 1.22	329.7	± 54.7
平均値±標準偏差				

表7 各歯種におけるアタッチメント・ロスに対する残存歯根表面積割合算出の近似式

歯種	一次関数				二次関数				三次関数						
	R <sup>2</sup>	b0	b1	p	R <sup>2</sup>	b0	b1	b2	p	R <sup>2</sup>	b0	b1	b2	b3	p
上顎															
中切歯	0.995	97.4133	-8.5170	<0.001	1.000	100.1750	-10.5880	0.2071	<0.001	1.000	99.9883	-10.1620	0.0906	0.0078	<0.001
側切歯	0.995	97.6500	-8.7230	<0.001	1.000	100.3390	-10.7400	0.2017	<0.001	1.000	99.9215	-9.7860	-0.0594	0.0174	<0.001
犬歯	0.999	99.3700	-7.0900	<0.001	1.000	100.2450	-7.7525	0.0660	<0.001	1.000	99.9906	-7.1716	-0.0930	0.0106	<0.001
第一小臼歯	0.997	98.1876	-8.5299	<0.001	1.000	100.3360	-10.1410	0.1612	<0.001	1.000	99.9570	-9.2751	-0.0760	0.0158	<0.001
第二小臼歯	0.992	96.6129	-8.6646	<0.001	1.000	100.1080	-11.2860	0.2621	<0.001	1.000	99.9206	-10.8590	0.1453	0.0078	<0.001
第一大臼歯	0.997	102.3780	-8.3479	<0.001	0.999	100.6140	-7.0251	-0.1323	<0.001	1.000	99.8375	-5.2523	-0.6175	0.0323	<0.001
第二大臼歯	1.000	99.7719	-8.4897	<0.001	1.000	100.2640	-8.8585	0.0369	<0.001	1.000	99.9186	-8.0707	-0.1787	0.0144	<0.001
下顎															
中切歯	0.997	98.2290	-8.0021	<0.001	1.000	100.1650	-9.4544	0.1452	<0.001	1.000	99.9667	-9.0009	0.0211	0.0083	<0.001
側切歯	0.998	99.0543	-8.9699	<0.001	0.999	100.5610	-10.1000	0.1130	<0.001	1.000	99.9014	-8.5932	-0.2995	0.0275	<0.001
犬歯	0.998	98.6805	-7.6724	<0.001	1.000	100.3330	-8.9117	0.1239	<0.001	1.000	100.0360	-8.2343	-0.0615	0.0124	<0.001
第一小臼歯	0.994	97.1538	-8.1554	<0.001	1.000	100.0760	-10.3470	0.2192	<0.001	1.000	99.9759	-10.1180	0.1563	0.0042	<0.001
第二小臼歯	0.992	96.5476	-8.5579	<0.001	1.000	100.0860	-11.2110	0.2654	<0.001	1.000	99.9552	-10.9130	0.1838	0.0054	<0.001
第一大臼歯	1.000	100.6490	-7.9881	<0.001	1.000	100.1960	-7.6484	-0.0340	<0.001	1.000	99.8841	-6.9361	-0.2289	0.0130	<0.001
第二大臼歯	0.999	98.8605	-8.4244	<0.001	1.000	100.1970	-9.4267	0.1002	<0.001	1.000	99.9332	-8.8247	-0.0645	0.0110	<0.001

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3$$

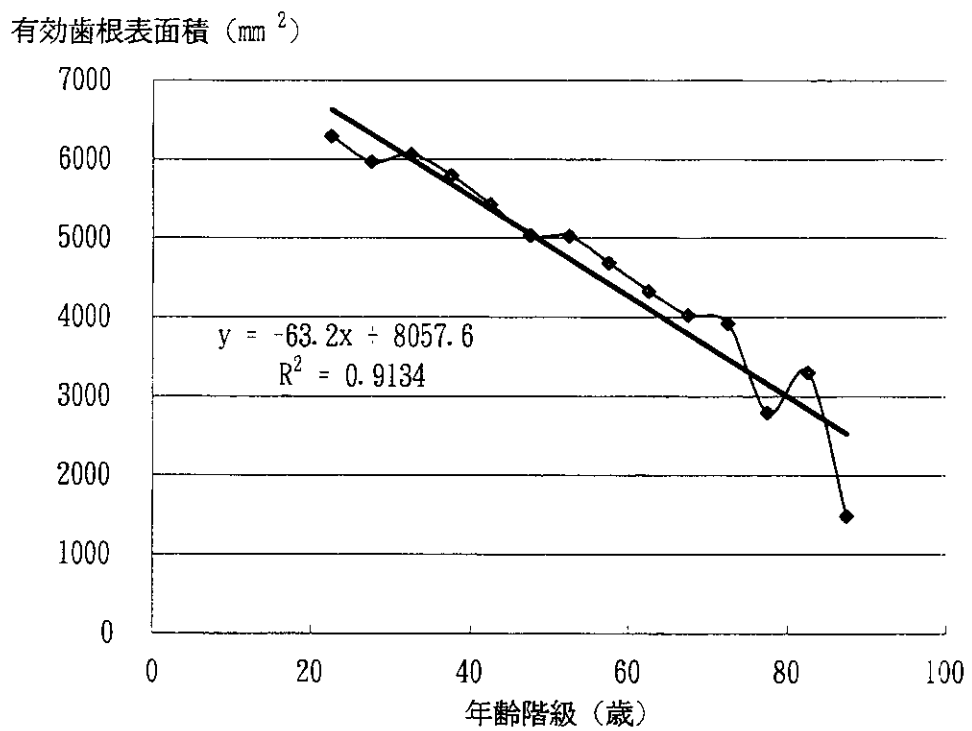


図1 年齢階級別有効歯根表面積と回帰分析の結果

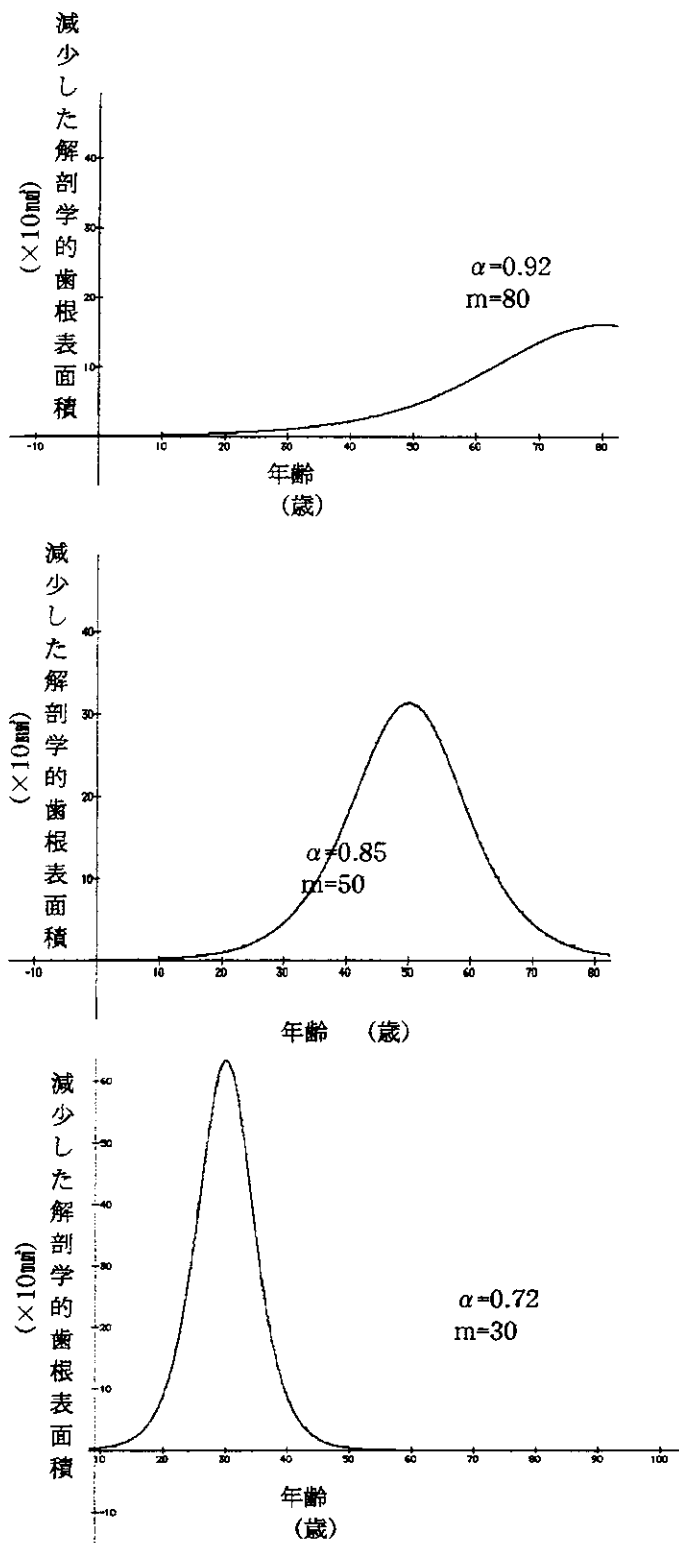


図2 関係式  $y = -(G \times \alpha^{x-m} \times \ln \alpha) / (\alpha^{x-m} + 1)^2$  の  $m$  と  $\alpha$  を変化させたときのグラフ  
 $m$  はグラフの頂点にある年齢を意味し、 $\alpha$  は  $1 > \alpha$  の定数でグラフの形を決定する。