

平成 22 年度厚生労働科学研究費補助金（地域医療基盤開発推進研究事業研究事業）  
「歯科疾患等の需要予測および患者等の需要に基づく適正な歯科医師数に関する研究」  
(H21 -医療-一般- 015)

研究分担報告書

過去 50 年間の日本人成人の性別年齢階級別現在歯数の分布および  
最適回帰式からみた歯の喪失パターン

分担研究者 深井 稷博 (深井保健科学研究所)  
協力研究者 瀧口 徹 (新潟医療福祉大学)  
研究代表者 安藤 雄一 (国立保健医療科学院 口腔保健部)

研究要旨：1957 年から 2005 年までの過去 50 年間にわたる 9 回の歯科疾患実態調査の公表データを用いて、15 歳以上の年齢階級別現在歯数の分布から、各調査年の歯数と年齢の最適回帰式を求め、日本人の性別・年齢階級別歯の喪失パターンを解析した。各調査年の男女の最適回帰式は、赤池の情報量基準（AIC）を用いて分析した結果、いずれも非線形ロジスティック曲線であった。さらに、年齢と現在歯数の関係を GLIM:一般化線形分析（二項分布モデル適用）によりモデル化し、調査年差、年齢差および性差ならびに分布形状の平行関係を検証した結果、調査年間、男女間で、最適回帰式は、平行な関係にあることが統計的に示された。この横断研究の結果は、各年齢が調査年ごとに、同じ時代効果を受けると考えられるので、歯の喪失パターンには、現在歯数が大きく影響することが示された。

## A. 研究目的

1957 年から 2005 年までの過去 50 年間にわたる 9 回の歯科疾患実態調査の公表データを用いて、15 歳以上の年齢階級別現在歯数の分布から、各調査年の歯数と年齢の最適回帰式を求め、日本人の性別・年齢階級別歯の喪失パターンを解析することが目的である。

## B. 研究方法

用いたデータは、1957 年～2005 年の計 9 回の歯科疾患実態調査（15 歳以上合計 89,636 名）である（表 1）。

最適モデルの決定は、複数の線形、非線形回帰式からの赤池の情報量基準（AIC）を用いた。統計ソフトは、SPSS および R を用いた。

最適モデル（回帰式）の決定には、赤池の基準では、通常 AIC が最小値を示すモデルが最適とされ、AIC に 1 以上の差があれば、モデル間の適合度に有意の差があるとされる<sup>1)</sup>。そこで、AIC が最小値であるモデルとその差が 1.0 以下となる回帰式を最適モデルとした。検討した回帰式は、

一次式（線形）、二次式、逆数、対数、複合成長、S字曲線、べき乗、成長曲線、指数、ロジスティックの10式である。これらの回帰式のなかには、データにゼロ値が含まれると、回帰曲線の計算ができないものがあるので、各個別データに1を加えて、回帰式を算出した。また、ロジスティック方程式では、上限値を機能歯数30とした。また、線形モデルの、三次式、四次式、五次式、六次式は、20歳以上と90歳以上で現在歯数が急上昇する回帰線を示すので、生物学的妥当性から除外した。

併せて、男女の最適回帰式（ロジスティック回帰曲線）において、6年ごとの歯科疾患実態調査における年齢と現在歯数の関係をGLIM:一般化線形分析（二項分布モデル適用）によりモデル化し、調査年差、年齢差および性差ならびに分布形状の平行関係を検証した。モデルは交互作用を入れた共分散モデル（モデル1）と交互作用を入れない分散モデル（モデル2）を設定し deviance の差を比較した。

表1. 性別・調査年別対象者数

	調査年								
	1957	1963	1969	1975	1981	1987	1993	1999	2005
<b>男性</b>									
15-19	1180	890	762	449	402	340	250	131	54
20-24	798	467	470	303	239	155	128	85	47
25-29	864	571	492	463	298	179	133	109	71
30-34	889	673	593	468	451	290	209	151	97
35-39	676	690	661	486	384	370	261	144	58
40-44	671	555	660	488	416	304	308	165	74
45-49	673	510	501	491	403	312	268	169	95
50-54	586	524	472	358	441	332	290	180	105
55-59	590	450	437	272	340	361	300	221	158
60-64	482	464	373	299	270	350	320	229	192
65-69	349	344	293	235	219	226	280	310	208
70-74	386	195	187	186	199	189	183	232	221
75-79	100	99	102	85	112	133	117	107	138
80yrs+	60	39	59	37	48	75	79	66	93
Total	7,124	5,581	5,300	4,171	3,820	3,276	2,876	2,168	1,557
<b>女性</b>									
15-19	1271	1098	838	462	407	331	238	140	65
20-24	1059	783	773	485	337	231	172	137	58
25-29	1334	994	814	793	501	424	268	226	103
30-34	1313	1088	925	771	833	549	370	239	142
35-39	1113	1105	924	726	601	631	437	273	139
40-44	1034	929	865	730	638	511	453	252	173
45-49	956	806	826	651	649	534	438	290	164
50-54	824	744	653	516	627	502	442	331	192
55-59	665	657	696	462	464	582	436	331	249
60-64	520	528	452	390	375	467	415	341	242
65-69	401	374	330	325	310	369	357	356	288
70-74	490	236	261	215	253	292	273	273	227
75-79	159	138	156	128	135	197	173	195	183
80yrs+	89	77	84	84	111	139	146	116	150
Total	9,957	8,459	7,759	6,276	5,834	5,428	4,380	3,360	2,310

## C. 結果

### 1. 年齢別現在歯数

歯科疾患実態調査で公表されている年齢別現在歯数は、その年齢区分が調査年によって異なる。特に、80歳以降の加重平均年齢は人口の高齢化とともに変化（増加）するので80-84歳、85-89歳、90歳以上の3区分の構成比率の変化を総務省の国勢調査および人口推計から回帰式で予測し、3区分の構成比率と代表年齢から80歳以上区分の代表年齢（加重平均）を求めた。その結果、歯科疾患実態調査の80歳以上の年齢を84歳としても影響のないことを確認した。また、他の5歳区分の年齢階級については、その平均年齢を用いて、この平均年齢を独立変数、現在歯数を従属変数とする線形、非線形回帰式とAIC統計量を求めた。

表2および図1に、性別・調査年別現在歯数を示した。

表2. 性別・調査年別一人平均現在歯数

	調査年									
	1957	1963	1969	1975	1981	1987	1993	1999	2005	
<b>男性</b>										
15-19	27.9	27.8	28.1	28.0	28.0	27.8	28.0	28.0	28.0	
20-24	28.3	29.1	29.1	29.0	28.7	29.2	29.2	28.7	29.3	
25-29	27.5	29.3	29.3	28.7	28.4	28.3	28.2	28.9	29.4	
30-34	26.3	28.6	29.1	28.7	28.1	27.7	27.8	28.5	29.0	
35-39	24.6	28.0	27.8	28.3	27.9	27.3	27.0	27.9	28.3	
40-44	22.7	25.9	26.7	26.1	26.9	26.8	26.2	27.0	27.6	
45-49	20.8	23.3	24.2	24.0	24.9	25.5	26.0	26.2	26.3	
50-54	18.4	21.2	21.3	21.3	22.0	23.7	24.4	24.8	24.4	
55-59	16.7	18.2	18.5	17.9	18.6	20.1	21.7	22.0	23.7	
60-64	14.0	15.6	15.4	14.7	15.8	16.9	18.6	21.4	21.7	
65-69	12.0	11.8	11.3	11.1	11.5	14.1	13.8	17.8	19.0	
70-74	6.2	10.1	9.5	8.2	9.4	9.4	13.1	13.8	15.3	
75-79	9.2	8.8	8.1	5.1	6.1	6.8	8.5	10.1	11.9	
80+	6.0	7.0	4.4	5.1	5.4	4.5	5.5	7.1	9.7	
<b>女性</b>										
15-19	27.8	27.9	28.0	27.8	27.8	27.8	27.8	28.5	27.9	
20-24	27.9	28.8	28.5	28.2	28.4	27.2	28.6	28.4	28.3	
25-29	26.6	28.6	28.8	28.0	27.8	27.8	28.3	28.4	28.9	
30-34	24.6	27.6	27.6	27.4	26.9	27.0	27.4	28.1	28.3	
35-39	21.9	25.8	26.1	25.5	26.3	26.1	26.9	27.5	27.7	
40-44	19.5	23.5	23.8	24.1	24.8	25.3	25.8	26.8	27.4	
45-49	16.6	20.1	21.2	21.2	22.6	22.9	24.6	24.6	26.4	
50-54	14.0	16.8	18.1	18.1	19.0	20.8	21.9	24.8	25.1	
55-59	12.2	13.8	12.6	14.2	15.6	17.2	20.2	22.3	23.5	
60-64	9.5	10.4	10.0	10.5	11.7	13.4	16.0	19.7	21.0	
65-69	6.9	8.5	8.0	8.0	9.5	9.7	11.8	16.0	17.8	
70-74	3.0	6.5	5.3	5.8	6.1	6.7	9.3	11.7	15.0	
75-79	6.2	4.0	5.1	4.5	4.3	4.7	5.5	8.4	9.8	
80+	4.8	4.8	2.5	2.8	2.9	3.7	4.0	5.7	7.0	

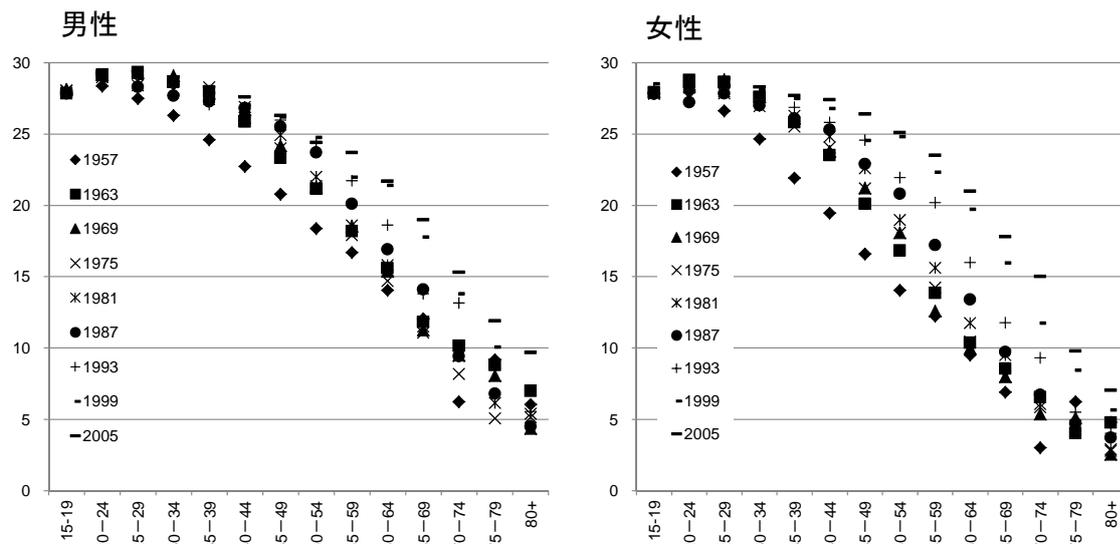


図1. 性別年齢階級別調査年別一人平均現在歯数

Data source: 歯科疾患実態調査(1957,'63,'69,'75,'81,'87,'93,'99 and 2005)

2. 年齢および現在歯数との関係を示す最適回帰式

9回の歯科疾患実態調査のなかで、適合度（goodness of fit）が上位の回帰式はいずれも、線形一次式、線形二次式、非線形ロジスティック式であり、このうち9回中8回の調査で、最適なモデルは男女いずれも非線形ロジスティック式であった（表3）。また、第2位となった男女各1回の調査でも第1位とのAICの差は1以下であるので、最適化モデルは非線形ロジスティック式とした。

表3. 年齢および現在歯数の関係を示す10回帰線中、AICを用いた適合度（goodness of fit）比較で上位3位の回帰式

	1957年	1963年	1969年	1975年	1981年	1987年	1993年	1999年	2005年
<b>男性</b>									
Linear（線形一次式）	57.7	66.1	70.2	72.3	72.7	74.7	73.4	73.5	69.8
Quadratic（線形二次式）	55.0	56.3	54.0	60.4	57.6	49.6	45.1	35.5	36.8
Logistic（非線形ロジスティック）	46.6	42.8	36.6	36.4	36.5	36.4	41.1	36.5	33.3
<b>女性</b>									
Linear（線形一次式）	59.2	64.1	67.2	65.7	68.1	71.0	72.9	74.0	75.0
Quadratic（線形二次式）	60.2	64.0	65.5	62.0	59.6	60.0	52.4	45.0	39.2
Logistic（非線形ロジスティック）	50.0	41.5	38.9	27.3	29.6	40.2	38.1	39.3	39.7

1)回帰式は、一次式（線形）、二次式、逆数、対数、複合成長、S字曲線、べき乗、成長曲線、指数、ロジスティックの10式

2)AICは統計ソフトRを用いて求めた

性別調査年別ロジスティック回帰曲線式  $y=u/(1+\exp(-(a+b*x)))$  の 1957 年から 2005 年までの 9 回の調査年の係数は、 $u$  はいずれも 30 と設定したが、男性では、 $a : 3.97, 4.96, 5.57, 5.78, 5.70, 5.97, 5.66, 5.82, 5.57$ 、 $b : -0.07, -0.08, -0.09, -0.09, -0.09, -0.09, -0.08, -0.08, -0.08$  であり、女性では、 $a : 3.76, 4.83, 5.25, 5.08, 5.28, 5.28, 5.65, 5.84, 5.96$ 、 $b : -0.07, -0.09, -0.09, -0.09, -0.09, -0.09, -0.09, -0.09, -0.08$  であった。

この回帰式を用いて、各調査年の現在歯数が 25 歯から 5 歯に減少する年齢差は男女いずれも約 38 年、20 歯から 10 歯では約 16 年であった（表 4）。

表 4. 現在歯数が 25 歯と 5 歯、20 歯と 10 歯との調査年別年齢差

	現在歯数が 25 歯から 5 歯に減少するまでの年齢差		現在歯数が 20 歯から 10 歯に減少するまでの年齢差	
	男性	女性	男性	女性
1957年	48.5	43.8	20.9	18.9
1963年	41.4	37.3	17.8	16.1
1969年	36.4	34.2	15.7	14.7
1975年	34.4	35.6	14.8	15.3
1981年	35.6	35.3	15.3	15.2
1987年	34.9	36.3	15.0	15.6
1993年	38.2	35.9	16.5	15.4
1999年	38.9	37.4	16.8	16.1
2005年	42.4	38.4	18.3	16.5
mean	39.0	37.1	16.8	16.0
sd	4.3	2.8	2.0	1.2

### 3. 最適回帰式（ロジスティック曲線）の調査年間の比較

歯科疾患実態調査における年齢と現在歯数の関係を GLIM:一般化線形分析（二項分布モデル適用）によりモデル化し、調査年差、年齢差および性差ならびに分布形状の平行関係を検証した。モデルは交互作用を入れた共分散モデル（モデル 1）と交互作用を入れない分散モデル（モデル 2）を設定し deviance の差を比較した結果、各曲線の形状は「傾きが同様に切片が異なる」状態、すなわち調査年間、男女間で平行な関係にあることが統計的に示された。

### 4. 世代別コホートからみた出生年別・性別の現在歯数の推移

上記 1～3 では、横断調査から、各調査年の年齢と現在歯数を示す最適化モデルを検証した。歯の喪失には、年齢ばかりでなく、時代効果、世代効果が考えられるので、上記で求めた回帰式から、各調査年の 6 歳ごとの推移を算出し、これを世代コホートとみて分析した結果を表 5 に示した（表 5、図 2）。

表5. 最適回帰式から算定した出生年別年齢別現在歯数

	現在歯数			44-56歳	年間
	44歳	50歳	56歳	喪失歯数	喪失歯数
<b>男性</b>					
1913年生	22.2	22.3	19.5	2.7	0.2
1925年生	25.3	22.5	19.6	5.7	0.5
1937年生	25.5	23.9	21.6	3.9	0.3
1949年生	26.3	25.3	23.7	2.6	0.2
<b>女性</b>					
1913年生	18.9	18.8	14.8	4.1	0.3
1925年生	22.6	19.1	16.3	6.3	0.5
1937年生	23.4	21	19.5	3.9	0.3
1949年生	25.4	24.7	23.4	2.0	0.2

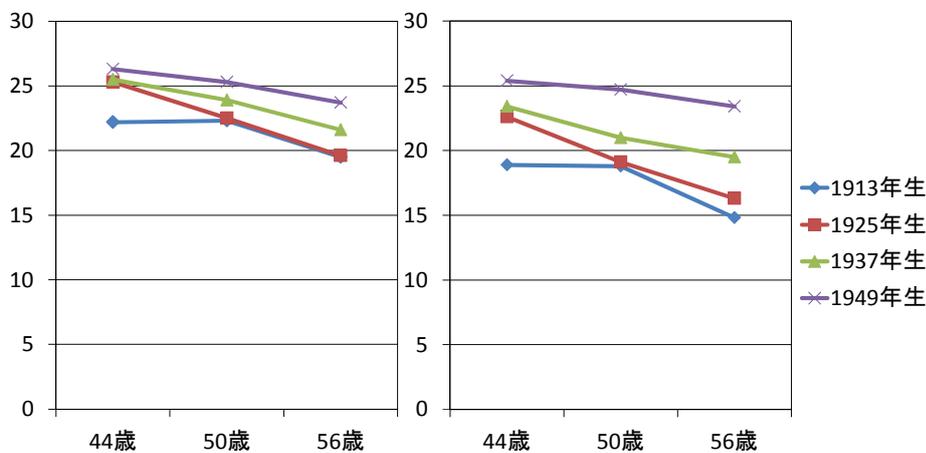


図2 最適回帰式から算出した出生年別年齢別現在歯数

#### D. 考察

歯数は、生命予後や身体機能に関連する因子のひとつであることが報告され、生涯にわたる歯数の保持は、口腔機能の維持にとどまらず、全身の健康に影響する<sup>2-4)</sup>。この歯の喪失の主な原因は、う蝕と歯周病などの口腔疾患に起因することが、歯科診療所における抜歯理由やベースライン時の口腔疾患の状態からその後の歯の喪失状況を追跡したコホート研究から報告されている<sup>5-16)</sup>。また、このような口腔疾患の罹患経験と歯の喪失との関係以外に、社会経済的要因や受診行動をはじめとする口腔保健行動との関連についても指摘されている一方、残存歯数によって、その後の年間喪失歯数が異なるという報告がみられる<sup>17, 18)</sup>。

年齢別の歯の保存状況は、歯科需要（歯科受診）に大きく影響するので、歯科需要の将来予測を行う場合に、性別・年齢別の歯の喪失パターンを過去の疫学データを用いて検討することは、

有効な手法であると考えられる。また、口腔疾患の罹患状況の推移には、時代効果、世代効果を考慮した分析が求められるので、今後、公表データを用いた今回の分析結果に合わせて、さらに個票データを用いた出生年コホート分析を行い、世代効果を確認することが必要であると考えられる。

今回の横断調査を用いた最適回帰式は、いずれも年齢と現在歯数との関係は非線形ロジスティック回帰曲線であることが示され、しかも、過去 50 年間で、平行に高い年齢にシフトしていることが統計的に確認された。これまでもロジスティック曲線を用いた喪失歯数の予測を行った報告はあるが<sup>19)</sup>、この曲線が最適回帰式か否かの分析は行われていない。今回の結果は、歯の保存には、最初の数歯の喪失を防ぐことが重要であることを示すと共に、年々わが国で見られる歯の保存状況の向上は、この結果を反映していると考えられる。最適回帰式を用いて、擬似的な出生年別コホート結果をみると、出生年別に 44 歳～56 歳における歯の保存状況は異なる。しかしながら、年間喪失歯数で見ると、男女に大きな差異はみられなかった。これは、25 歯～20 歯の残存歯数での、その後の歯の喪失速度は、一定のパターンを示すことが推測された。

## E. 結論

歯科疾患実態調査の公表データを用いて分析した結果、日本人成人の現在歯数と年齢の最適回帰式は、非線形ロジスティック曲線であり、年齢階級別の歯の喪失パターンは、過去 50 年間、統計的には変化してないことが示された。

## F. 研究発表

なし

## G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

## H. 引用文献

- 1) Burnham KP, Anderson DR: Multimodel inference understanding AIC and BIC in model selection. *Sociological Method & Research*. 2004; 33: 261-304.
- 2) Morita I, Nakagaki H, Kato K, Murakami T, Tsuboi S, Hayashizaki J, Sheiham A.: Relationship between number of natural teeth in older Japanese people and health related functioning. *J Oral Rehabil*. 2007;34:428-432.
- 3) Holm-Pedersen P, Schults-Larsen K, Christiansen N, Avlnd K: Tooth Loss and Subsequent Disability and Mortality in Old Age. *J Am Geriatr Soc*. 56: 429-435, 2008.
- 4) Fukai K, Takiguchi T, Sasaki H: Dental health and longevity. *Geriatr Gerontol Int*. 2010; 10: 275-276.

- 5) Aida J, Ando Y, Akhter R, Aoyama H, Masui M, Morita M. : Reasons for permanent tooth extractions in Japan. *J Epidemiol.* 2006; 16:214-219.
- 6) Burt BA, Ismail AI, Morrison EC, Beltran ED: Risk Factors for Tooth Loss Over a 28-year Period. *J Dent Res.* 1990. ;69: 1126-1130.
- 7) Eklund, S., Burt, B.: Risk factors for total tooth loss in the United States; longitudinal analysis of national data. *J Public Health Dent.* 1994; 54:5-14.
- 8) Miller Y, Locker D: Correlates of tooth loss in a Canadian adult population. *J Can Dent Assoc.* 1994; 60:549-555.
- 9) Locker D, Ford J, Leake JL: Incidence of and Risk Factors for Tooth Loss in a Population of Older Canadian . *J Dent Res.* 1996; 75:783-789.
- 10) Baelum V, Luan WM, Chen X, Fejerskov O: Predictors of tooth loss over 10 years in adult and elderly Chinese. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1997; 25: 204-210.
- 11) Shimazaki Y, Soh I, Koga T, Miyazaki H, Takehara T: Risk factors for tooth loss in the institutionalized elderly; a six-year cohort study. *Community Dent Health.* 2003; 20: 123-127, .
- 12) Fardal O, Johannessen AC, Linden GJ: Tooth loss during maintenance folloeing periodontal treatment in a periodontal practive in Norway. *J Clin Periodontol.* 2004. ; 31: 550-555.
- 13) Paulander J, Axelsson P, Lindhe J, Wennsorom J. Intra-oral pattern of tooth and periodontal bone loss between the age of 50 and 60 years. A longitudinal prospective study. *Acta Odontol Scand.* 2004; 62: 214-222.
- 14) Copeland LB, Krall EA, Brown LJ, Garcia RI, Streckfus CF: Predicts of tooth loss in two US adult populations. *J Dent Res.* 2004; 64: 31-37.
- 15) Lorentz TC, Cota LO, Cortelli JR, Vargas AM, Costa FO: Tooth loss in individuals under periodontal maintenance therapy: prospective study. *Braz Oral Res.* 2010; 24: 231-237.
- 16) Chen X, Hodges JS, Shuman SK, Gatewood LC, Wu J: Predicting tooth loss for older adults with special needs. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2010; 38:235-243.
- 17) 吉野浩一 : パーセントイル値から算出する年齢および現在歯数の歯の喪失リスクの検討. *ヘルスサイエンス・ヘルスケア* 2007; 7 : 18-23.
- 18) Yoshino K, Watanabe H, Fukai K, Sugihara N, Matsukubo T: Number of occlusal units estimated from number of present teeth. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2011. (in press)
- 19) 大川由一, 菅野隆三, 高橋義一, 岡田真人, 石井俊文, 宮部光吉: Logistic 曲線を適用した喪失歯数と現在歯数の予測. *厚生の指標.* 1996; 43: 27-33.