総

説

う蝕の疫学と予防

岡 田 昭五郎

東京医科歯科大学名誉教授

The Epidemiology of Dental Caries and its Prevention

Shogoro Okada

Emerit. Professor of Tokyo Medical and Dental University

I. はじめに

疫学(Epidemiology)は人間の集団を対象として健康や疾病・事故などの事象の消長について、その発生要因を論理的に究明してゆく学問である。その結果は疾病や事故の予防に応用し、健康の保持増進に役立てることができる。

土屋¹⁾は著書のなかで「疫学の定義については多くの学者がいろいろの表現を用いて、それぞれの考え方を述べているし、疫学そのものの内容が実際に伝染病から非伝染病性疾患やその他の問題へ拡大されて来たことも事実である。しかし、その根本的な理念は昔も今も変わってはいない」と述べている。

疫学の定義については年代や著者の違いによって表現の違いはあるが、近年は「健康に関係した状態や出来事の集団内における分布や決定因子を研究し、またその研究を健康問題の対策に応用すること」というように表現されている²⁾。

感染症に関する疫学は古くから多くの報告があって、それぞれの病気の予防対策に応用されてきた。感染症が減少し、いわゆる成人病が多くなった昨今では悪性腫瘍、心臓循環器系疾患、糖尿病などの疫学の研究も盛んに行われ、近年の衛生学・公衆衛生学の成書には、たとえば糖尿病の予

防のなかに「糖尿病の疫学」という項が設けられて研究の成果がまとめて述べられている³⁾。

歯科疾患の大部分を占めるう蝕と歯周疾患の疫学に関する研究成果は数多く報告されており、う蝕病学⁴⁾や歯周病学⁵⁾の成書には、Epidemiologyという章を設けて疾患と発生要因とのかかわりが述べられている。

近年う蝕は減少傾向にあるが、本稿では世界的に多くの人類を罹患させたう蝕の疫学の成果と予防への応用について述べることにする。

II. 予防歯科学の発展と斑状歯

予防歯科学発展の歴史の上でフッ素によるう蝕予防効果の研究が大きく貢献したことはよく知られているところであるが、その発端は斑状歯(現在の「歯のフッ素症」)と飲料水中のフッ素との因果関係についての疫学研究であった。この研究の歴史は今世紀はじめに Pennsylvania 大学を卒業した歯科医 McKay が Colorado Springs に来たことに始まる。当時 Colorado Springs は金鉱山が開発されて発展しつつある町であった。そこで McKay が見たものは Colorado brown stain と呼ばれている着色の歯であった。彼はこの着色歯に興味を抱き、Northwestern 大学の G. V. Black にも相談してその原因についての探求を始め

た⁶⁾。

McKay はこの地域では着色歯を持つ人々の数がかかなり多いことから、その分布を明らかにしたいと考え、Colorado Springs 近郊の子供たちについて検診を行い、斑状歯の写真や臨床的な特徴などの調査結果を連続 4 編の論文にまとめて 1916 年に発表している⁷⁾。

McKay はこの論文のなかで斑状歯を持つ者にう歯が少ないこと、斑状歯の要因として水が関係している疑いがあることを指摘している。また、この論文のなかで斑状歯発生地帯の水の分析結果の数値を示しているが、一般に行われる飲料水の水質検査の結果で、当時としては考えの及ばないフッ素のような微量元素については分析していなかったために、斑状歯の原因究明の適切な手がかりは得られなかった。

飲料水と斑状歯とのかかわりを示唆する事例として、水源を変更してから斑状歯が発生するようになったという例がほかの地区にあることがわかり、McKay は飲料水が斑状歯の発生要因であるという考えに自信を強めたようである⁸⁾。Bauxite の斑状歯の発生もその一つである。この町はアルミニウムの鉱山が開発されて人口が増加し、1909 年に深井戸を掘って水の供給をするようにした。近隣の開業医が斑状歯の発生に気づき、州の衛生委員会に報告して、Kempf と McKay が 1928 年に調査した結果、1909 年以降にこの町で生まれて育った人に斑状歯を持つ者が多発しており、斑状歯は水源を変えたことと関係があることが明らかになった^{8~9)}。

Kempf と McKay の論文を読んだアルミニウム会社の化学主任 Churchill は不安になった。彼は多くのアメリカ人がアルミニウム製品で調理しているが、歯の色のことが消費者の耳に入り、アルミニウム製の道具は毒であるということになるとたいへんなことになる考えた。そこで Churchill は Bauxite の水を入手して試験室の主任の Petrey に指示して微量物質を発光分析によって分析した。その結果フッ素濃度が 13.7 ppm と通常の水より高いことがわかった。Churchill は

1931 年 1 月に McKay にあてて「今まで怪しまなかったような物質が水のなかにあることを発見した。予期しなかった多量のフッ素量なので、慎重に取り扱いたい。水の分析は今後も続ける」という手紙を送っている⁸⁾。

この頃には Colorado Springs だけでなく斑状歯の発生している地域がほかにもあることがわかっていった。Churchill の依頼を受けた McKay は South Dakota や Idaho の歯科医師にも依頼して、斑状歯発生地帯の水の試料を Churchill の許に送り、水の分析に協力した。その結果、Colorado Springs, South Dakota, North Dakota, Idaho の斑状歯発生地帯の試料は 2 ppm 以上のフッ素濃度であった。Churchill は斑状歯の発生が報告されていない地域の水についてもフッ素の分析を行い、それらの結果をまとめて 1931 年 9 月に発表している¹⁰⁾。しかし Churchill はこの論文のなかではフッ素と斑状歯との関係について明確な関連性は認められなかったと述べている。

飲料水と斑状歯との関係を実験的に証明したのは Smith 夫妻である。Smith 夫妻は Arizona 州 St. David の斑状歯地帯の水を 1/10 に煮詰めてラットに飲ませて飼育した結果、フッ化ナトリウムを加えた飼料で飼育した場合と同様にラットの前歯に斑状歯が発生したことを 1931 年に報告している⁸⁾。以上のような経過で McKay, Churchill, Smith 夫妻の研究によって、1931 年に斑状歯の原因が飲料水中のフッ素であるということが明らかになった。

アメリカ合衆国公衆衛生サービスで斑状歯の研究をしていた Dean は飲料水中のフッ素濃度と斑状歯およびう歯の発生状況との関係について調査を行うことになった。Dean は共同研究者とともに、アメリカ合衆国の多くの地域で 10 年近くにわたり子供たちの口腔診査とその地域の飲料水中のフッ素濃度の調査を行っている。この調査は Dean らが Shoe leather epidemiology と呼んでいたように足を使った地味な調査であるが、地域の飲料水のフッ素濃度とその地域の人々の斑状歯の発生状態およびう歯の有病状態の三者を関係付

けた貴重な研究成果である。

Dean らの調査結果では、フッ素濃度が高くなると斑状歯の発生率が高くなり、重症な斑状歯の割合が多くなる。しかし、う歯の発生は少なくなる傾向のあることが認められた。また、水のフッ素濃度が 1 ppm くらいの場合には斑状歯の発生は比較的軽症で発生率も低く、う蝕はかなり少ないことが明らかになった。Dean らの研究の成果は人為的に飲料水に微量のフッ素を添加してう蝕予防に役立てようという考えとなっており、1945 年から水道水にフッ素を添加する研究（介入研究）が開始されることになった。フッ素を添加した水道水のう蝕予防効果は 1950 年代に明らかになった⁸⁾。また 1940 年代にはフッ素の局所的利用について動物実験などの実験的研究を基礎とした研究が進み、フッ素がう蝕予防に広く使われるようになった¹¹⁾。

フッ素によるう蝕予防の研究の基礎は、今世紀初めに McKay が長い歳月をかけて行った斑状歯の疫学研究（記述疫学）に端を発して、さらに Dean らの地道な疫学調査の結果に支えられて発展した歯科学の大きな成果である。

III. 間食とう蝕増加に関する疫学研究

菓子類の摂取はう蝕の発生要因として関連の深い要因である。Gustafsson ら¹²⁾がスウェーデンの施設に収容されている成人について 1946 年から 5 年間にわたって行ったショ糖を含む食物の摂取とう蝕の発生に関する研究は、二度と繰り返すことのできない貴重な成果を提供してくれている。

この研究は初めの 1 年目は特にショ糖の多い食事を与えず観察を行い、その後の 4 年間は対象者を 9 群に分けてショ糖を種々な形で与えてう蝕の発生状態を観察した。間食にショ糖をチョコレート、キャラメル、トフィーなどの菓子として与えた期間のう蝕の増加が著しく、毎日トフィー 24 個ずつ与えた群では最もう蝕の増加が著しかった。これらの結果から、ショ糖を摂取することはう蝕活動性を増加させる（う蝕が増加する）ことになるが、ショ糖が歯面に停滞しやすい形で間食とし

て摂取されるとう蝕の発生が最も大きくなることが結論されている。

Weiss と Trithart¹³⁾は就学前の幼児について、1 日の間食回数と所有う歯数との関係を調査し、ガム、キャンデー、ケーキ、清涼飲料、アイスクリームなどの摂取頻度が高い幼児はう歯数が多いことを報告している。

石井と粒良¹⁴⁾は東京都区内の乳児院 7 施設に収容されている乳幼児を調査した結果、う蝕の有病者はわずか 4.8% であったと報告している。この調査が実施された昭和 46～50 年はわが国の幼児のう蝕の蔓延が頂点に達していた頃であったので、乳児院の子供たちにう歯が少ないことは注目された。これらの施設では菓子類を与えないわけではなく、熱心に歯磨きをしているわけでもない。しかし毎日の生活が規則正しく行われており、このことが乳幼児をう蝕から守ったものと考えられると述べている。

これらの飲食を含む生活習慣に関する疫学研究成果は今日でもう蝕予防の保健教育や保健指導の教材として利用されている。

IV. 乳歯う蝕の蔓延と第一大臼歯のう蝕

わが国の歯科保健に関する統計資料によると、小学生のう歯有病者率は、大正 11 年から昭和 11 年の 14 年間に約 20% 増加したが、太平洋戦争中に砂糖が極端に不足した影響でう歯は一時減少し、戦後の昭和 24 年には、小学生のう歯の有病者率は約 42% にまで低下した¹⁵⁾。けれどもその後の経済成長につれて、菓子類が自由に入手できるようになると小学生のう歯の有病者率は再び増加し、う蝕の蔓延は昭和 50 年代の前半まで続いた¹⁶⁾。戦後のわが国の国民は甘い食物に飢えていたが、砂糖が出回るようになると、昭和 23 年から昭和 25 年頃幼児のう蝕は急速に増加したことが報告されている¹⁷⁾。幼児のう蝕の蔓延も昭和 50 年頃まで続いた¹⁸⁾。

川口ら¹⁹⁾は、昭和 54 年に沖縄県南大東村、岩手県平泉町、東京都中央区の幼児の歯の検診を行った。この頃はいずれの地域も乳歯う蝕の蔓延が著

しいときであった。その検診の結果を比較してみると、南大東村の幼児が最も重症なう蝕罹患状態で、次いで平泉町であり、東京都中央区の幼児が最も軽度であった。これら各地の 5 歳児の第一大臼歯の出齦率とう蝕率を比較してみると、乳歯の高度に進行したう蝕数の多い沖縄県南大東村では出齦率、う蝕率ともに最も高く、東京都中央区の幼児はどちらの率も低い結果であった。そこで鶴本²⁰⁾は乳歯う蝕と第一大臼歯の出齦およびう蝕の発生との関係をさらに詳細に調査するために、昭和 57 年から 60 年にかけて千葉県富里町において幼稚園児から小学校低学年児童の時期に 2 カ月ごとに計 20 回口腔診査を行い、三者の関係を追跡調査した。乳歯う蝕では特に第二乳臼歯についてう蝕による歯冠崩壊状態を平均崩壊指数として 3 段階の指数で表し、第一大臼歯の出齦時期や出齦後 18 カ月までのう蝕発生状況との関係を追跡検討した。その結果、下顎第一大臼歯の萌出と隣接する第二乳臼歯の平均崩壊指数とは有意な負の相関関係が認められ、う蝕の第一大臼歯は健全の場合より平均崩壊指数が有意に高い値であった。すなわち、重症なう蝕の第二乳臼歯に隣接する第一大臼歯は早く出齦し、早くう蝕になる傾向が認められた。上顎第一大臼歯についても同様な傾向が見られたが、萌出について 5 % 危険率で有意な相関は認められなかった。

う蝕の発生には歯垢の付着量や歯垢の付着期間が関係する。対咬歯がまだ萌出せず咬合していない下顎第一大臼歯は咬合面に多量の歯垢が付着していることが多い。出齦が早く、対咬歯との咬合までの期間が長く、その間歯垢の付着が著しい場合にはう蝕発生の可能性はそれだけ高くなる。鶴本²¹⁾はこの仮説に基づいてラットを用いた動物実験で、臼歯を早期に出齦させ対咬歯も早期に抜去して、早期出齦一対咬歯なしの状態を作り出してう蝕誘発性飼料を与えて飼育すると、単に早期に出齦させる処置だけを施したラットの場合よりも caries score が高いという結果を得て、前述の仮説が正しかったことを証明している。

萌出直後の歯はエナメル質の成熟が不十分で歯

質が弱く、う蝕になりやすいことはよく知られている²²⁾。早期に出齦した第一大臼歯の場合は歯質の面でもう蝕になりやすいと考えられるが、これに多量の歯垢が付着している期間が長くなるものが加わるので、一層う蝕の発生が早く、また進行も速くなると思われる。

第二乳臼歯の崩壊が著しい場合に出齦時期が早くなる理由はいろいろ考えられるが、第二乳臼歯周辺の歯槽骨がう蝕や歯垢の付着の影響で破壊され、第一大臼歯の歯胚周辺の歯槽骨もその影響を受け、まだ十分成熟しないうちになんらかの理由で歯冠の一部が歯肉の外に現れてしまうことも原因となると考えられる。これは機が熟して歯が生えてくる“萌出”と違って歯肉の外へ歯芽の一部が顔を出してしまったものと考えられるので、ここでは“出齦”という言葉を使った。

V. 学校歯科保健への疫学的应用

学校における定期健康診断は、平成 7 年度からう蝕の初期病変を疑うような歯は要観察歯として検出しておき、事後措置として保健指導や必要ならば予防処置を行うことによってう蝕への進展を防ぐことが行われるようになった²³⁾。

宮入ら²⁴⁾は、昭和 22、23 年生まれの者で、杉並区内の幼稚園歯科検診を受診し、その後大学受験の健康診断のために保健所を訪れた際に歯の検診を受けた者について、同一人の乳歯のう蝕罹患状態と永久歯のう蝕罹患状態の相関を検討した結果、両者の間に有意な正の相関があることを報告している。

東京医科歯科大学歯学部予防歯科学教室では昭和 54 年以来岩手県平泉町で主として幼児、児童生徒を対象として歯科保健活動を行ってきた。図 1 a, b に示すように、昭和 55、56 年入学児童各自の 1 年生の乳歯、乳臼歯う蝕数(dmft)と 6 年生の永久歯う蝕数(DMFT)について相関図を作ってみると、男女とも 5 % 以下の危険率で有意な正の相関が見られる。この結果から考えると 1 年生のときに乳歯う蝕数の多い者は 6 年生のときに永久歯う蝕数が多いことが予想されるので、1 年生で

a: (●) 男子, ★: 平均値

b: (○) 女子, ★: 平均値

図1 1年生の乳犬歯・乳臼歯 dmft 歯数と6年生のDMF 歯数との相関—昭和55年, 56年入学児童—

a: (●) 男子, ★: 平均値

b: (○) 女子, ★: 平均値

図2 1年生の乳犬歯・乳臼歯 dmft 歯数と6年生のDMF 歯数との相関—平成元年, 2年入学児童(フッ素洗口開始後入学の児童)—

乳歯う歯の多い児童は永久歯う蝕のハイリスク児として、小学校在学中に適切な保健指導や予防対策を行う必要があると思われる²⁵⁾。永久歯列が作られていく小学生の歯科保健管理では、要観察歯のう蝕の進展の防止とともに、低学年で乳歯う歯の多い児童については永久歯う蝕発生防止対策が必要と考えられる。

平泉町では昭和 61 年に就学前の幼稚園、保育所幼児と小学校児童のフッ素洗口 (0.2%NaF 溶液、週 1 回洗口) を始めてから永久歯う蝕がかなり減少し、近年ではすでに WHO の提唱している 12 歳児の DMFT 3 以下という目標を達成している²⁶⁾。

フッ素洗口開始後の児童各自の 1 年生の乳犬歯、乳臼歯う歯数と 6 年生の永久歯う歯数との相関図を作ってみると、図 2 a, b のように、6 年生の永久歯う歯数はかなり減少しているが、それでも 5% 以下の危険率で有意な正の相関が見られる。1 年生のときに乳歯う歯数の多い者は 6 年生のときに永久歯う歯数が多い傾向は、フッ素洗口を行って永久歯う蝕の発生が少なくなっても完全に消え去ってしまうことがないほど、乳歯う歯数と永久歯う歯数とは根強い相関が存在するように見受けられる。

フッ素洗口開始後の児童でも乳犬歯、乳臼歯う歯数の平均値はフッ素洗口開始前の児童の場合とあまり大きくは変わっていないが、永久歯う歯数の平均値はかなり少なくなった。フッ素洗口前には 6 年生で永久歯う歯を 10 歯以上も抱えた者もいたが、フッ素洗口開始後の児童ではこのように多数のう歯を抱えた児童はいなくなったことは注目できる。

平泉町の場合は小学生の全校児童がフッ素洗口を行っているが、学校でフッ素洗口を実施することが困難な場合が多い。そこで学校歯科保健における保健管理では永久歯う蝕ハイリスク児は低学年のときに選り出しておき、歯の清掃、甘味飲食物の摂取に関する保健指導とう蝕予防処置を受けるよう指導することが必要と思われる。

VI. おわりに

疫学は主に衛生学・公衆衛生学、予防歯科学の一分野として研究・教育が行われているが、実験を主体とした研究では把握することが困難な嗜好、習慣や行動などの要因と健康との関係を明らかにしていくことができ、その結果を保健医療に応用することができる。

う蝕の成因と予防については今世紀初めから多くの研究が行われ、近年ようやくう蝕という疾患の大流行が鎮圧されたという感がある。疫学の分野ではフッ素や、砂糖とう蝕とのかかわりなどの研究の成果が基礎となって今日のう蝕予防の体系ができ、その実践の成果が今日のう蝕の減少につながったものといえよう。

わが国では厚生省が 6 年ごとに歯科疾患実態調査を行っており、その結果では乳歯の 1 人平均う歯数は昭和 50 年を境に減少してきているが、近年は重症なう歯も少なくなってきた。けれども、就学前の幼児の乳臼歯う蝕はまだあまり減少していないのが実情である。また都道府県別の 3 歳児のう蝕罹患状態の資料によると、重症のう蝕罹患型の者の多い県も見られる。

歯科疾患は自然治癒が困難な疾患であるが、高齢者の疫学調査の結果から高齢になっても多くの歯を残すためには、幼児期から健康的な生活習慣を身に付けることと、第一大臼歯の保護が大切であるといわれている²⁷⁾。そのためにも乳歯う蝕の予防の重要性を改めて痛感させられるのである。

本稿の一部は第 60 回口腔病学会学術大会において講演した。

文 献

- 1) 土屋健三郎：疫学入門。東京、1968、医学書院、1。
- 2) Last, J. M. 編、重松逸造・春日 齊・柳川 洋監訳：疫学辞典。東京、1987、(財)日本公衆衛生協会、17。
- 3) 鈴木庄亮・久道 茂編：シンプル衛生公衆衛生学。第 5 版、東京、1994、南江堂、128-129。
- 4) Silverstone, L. M., Johnson, N. W., Hardie, J.

- M. and Williams, R. A. D.: Dental caries, aetiology, pathology and prevention. London, 1981, The Macmillan Press LTD., 18-47.
- 5) Carranza, F. A. Jr. Ed.: Glickman's Clinical periodontology, 7th ed., Philadelphia, 1990. W. B. Saunders Company, 302-329.
 - 6) McClure, F. J., 西野瑞穂訳: 水道水への弗素添加—その達成への道程—. 国際歯科ジャーナル 3: 111-117, 205-212, 1976.
 - 7) McKay, F. S., in collaboration with Black, G. V.: An investigation of mottled teeth: An endemic developmental imperfection of the enamel of the teeth, heretofore unknown in the literature of dentistry. Dent. cosmos 58: 477-484, 627-644, 781-792, 894-904, 1916.
 - 8) Murray, J. J.: Fluorides in caries prevention. Bristol, 1976, John Wright & Sons LTD., 1-16.
 - 9) Kempf, G. A. and McKay, F. S.: Mottled enamel in a segregated population. Public Health Rep. 45: 2923-2940, 1930.
 - 10) Churchill, H. V.: Occurrence of fluorides in some waters of the United States. Ind. Eng. Chem. 23: 996-998, 1931.
 - 11) 飯塚喜一, 岡田昭五郎: 弗化物とその応用. 東京, 1973, 医歯薬出版, 143-144.
 - 12) Gustafsson, B. E., Quensel, C. E., Lanke, L. S., Lundqvist, C., Grahnen, H., Bonow, B. E. and Krasse, B.: The Vipeholm dental caries study, The effect of different levels of carbohydrate intake on caries activity in 436 individuals observed for five years. Acta Odont. Scand. 11: 232-364, 1954.
 - 13) Weiss, R. L. and Trithart, A. H.: Between-meal eating habits and dental caries experience in preschool children. Am. J. Public Health 50: 1097-1104, 1960.
 - 14) 石井欣一, 粒良フミ: 幼児のう蝕免疫についての考察—乳児院における疫学調査—. 紫耀 23 (10): 17-22, 1975.
 - 15) 文部省監修, (財)日本学校保健会編: 学校保健百年史. 東京, 1973, 第一法規出版, 資料編, 65-83.
 - 16) (財)口腔保健協会編: 歯科統計資料集, 1995・1996年版. 東京, 1995, (財)口腔保健協会, 8.
 - 17) 丹羽輝男, 早川 宏, 長井 聡, 菊池重蔵, 田口佐登志: 東京都内区部における乳幼児の齲蝕の推移について. 口腔衛生会誌 12: 92-95, 1962.
 - 18) 岡田昭五郎: わが国における歯科保健の現状と課題, 歯界展望別冊—口腔保健の最新動向, 新たな構築のために—. 東京, 1994, 医歯薬出版, 167-170.
 - 19) 川口陽子, 大原里子, 矢沢正人, 武井啓一, 鶴本明久, 米満正美: 乳歯のう蝕罹患状況の地域差に関する研究. 口腔衛生会誌 32: 132-138, 1982.
 - 20) 鶴本明久, 米満正美, 原田昭博, 内田啓二, 岡田昭五郎: 第1大臼歯における齲蝕発病要因に関する研究. 口腔衛生会誌 36: 66-75, 1986.
 - 21) 鶴本明久: ラットのう蝕に及ぼす対咬歯抜去の影響. 口腔衛生会誌 36: 53-65, 1986.
 - 22) 須賀昭一: 萌出前後のエナメル質変化, 歯界展望別冊—永久歯萌出期の歯科—. 東京, 1984, 医歯薬出版, 25-40.
 - 23) 日本学校歯科医学会学術第2委員会編: 学校歯科医の活動指針. 東京, 1996, (社)日本学校歯科医会, 22-38.
 - 24) 宮入秀夫, 宮武光吉, 岡田昭五郎, 大塩英雄, 白石立夫: 同一個体における乳歯と永久歯の齲蝕罹患性の関連について. 口腔衛生会誌 18: 1-7, 1968.
 - 25) 岡田昭五郎, 米満正美, 川口陽子, 大原里子, 佐々木好幸: 乳歯う蝕数に基づくう蝕ハイリスク児童の選り出しとその的中度について. 口病誌 59: 68-74, 1992.
 - 26) Y. Kawaguchi, Y. Sasaki, M. Yonemitsu and S. Okada: Community oral health promotion activities in Hiraizumi. J. Dent. Res., (special issue) 73: 194, 1994.
 - 27) 坂井 剛: 地域での活動を通して—愛知県における“8020運動”の展開—, 歯界展望別冊—口腔保健の最新動向, 新たな構築のために—. 東京, 1994, 292-296.