

〔原著〕 清涼飲料水がおよぼす歯の脱灰作用

甲 原 玄 秋 堀 江 弘¹⁾

(2000年12月20日受付, 2001年1月12日受理)

要 旨

近年, 清涼飲料水による歯の脱灰作用に関し種々の報告がある。そこで, 今回清涼飲料水による脱灰作用を検討した。1) 清涼飲料水は炭酸飲料 A, 炭酸飲料 B, 乳酸菌飲料, スポーツドリンク, ウーロン茶の5種を選択し pH を測定した。ウーロン茶の6.03を除き他の飲料は2.48から3.46と強い酸性を示した。2) 交換期のため脱落したウ蝕の無い乳歯を清涼飲料水に浸漬し, 経時的に観察した。歯の一部はロウで覆い, 同部を同一歯の対照とした。1日後は炭酸飲料 A, B でエナメル質に白濁を生じ, 3日後にはウーロン茶を除いた飲料水においてエナメル質全体が白濁した。これらは7日後にはエナメル質は脱灰し, 象牙質が露出した。ウーロン茶は10日間経過後もエナメル質に変化はなかった。3) 走査電子顕微鏡にて歯の表面を観察した。ウーロン茶を除いた飲料ではエナメル質が消失し, 象牙質が露出し, その表面は疎造であった。ロウで覆った部分はエナメル質が残存し, ロウで覆われていない部との移行部はエナメル質の断面が明瞭に確認された。

本実験の浸漬時間と通常の飲用では飲料水が歯に接触する時間は異なる。しかし, 乳幼児期に哺乳瓶でこれらの清涼飲料水を頻回に摂取すると歯の脱灰を生じることが推測される。従って, 乳幼児期に哺乳瓶でのこれらの清涼飲料水の投与には注意を要する。

Key words: 清涼飲料水, スポーツドリンク, 脱灰, 哺乳瓶, ウ蝕

I. 緒 言

近年, ウ蝕予防に対する口腔衛生思想の普及により, 糖質が多く含有された食品や飲料がウ蝕発生の一因としての認識は高まっている。このため, ウ蝕産生菌(ミュータンス菌)が代謝しないキシリトールを甘味料とした食品やガムなどが数多く市販されている。

しかし, 清涼飲料水や水分補給に適するとされるスポーツドリンクなどの歯に対する為害性については, 一般に認識されていない。今までに, 清涼飲料水やスポーツドリンクなどの飲料水の歯牙脱灰作用の研究は種々あるが, これらは *in vitro*

で微量の Ca の溶出量の測定や, 走査電子顕微鏡で拡大したエナメル質の表面の微細な変化の報告が多い[1-5]。

そこで, 清涼飲料水に歯を浸漬したところ肉眼的にも明らかな脱灰がみられたので, 走査電子顕微鏡下での所見もまじえて結果を述べるとともに, ウ蝕発生予防の観点から乳幼児期のこれらの飲用の問題点を検討した。

II. 対象と方法

対象とした歯は交換期のために脱落したウ蝕の無い乳歯5歯である。これを浸漬する飲料水には

千葉県こども病院歯科, 病理科¹⁾

Michitoki Kinehara and Hiroshi Horie¹⁾: Studies concerning the effect of soft drinks on tooth dissolution.

Division of Dentistry, Division of Pathology¹⁾, Chiba Children's Hospital, Chiba 266-0007. Tel. 043-292-2111.

Received December, 20, 2000, Accepted January, 12, 2001.

炭酸飲料A, 炭酸飲料B, 乳酸菌飲料, スポーツドリンク, ウーロン茶の5種類の飲料水を選択した。

方法は以下に示す。

1) 各清涼飲料水の水素イオン濃度 (以下pH) の測定

HORIBA 社製ガラス電極式水素イオン濃度計 F-15を使用した。

2) 清涼飲料水に浸漬後の乳歯の経時的観察
乳歯の清涼飲料水への浸漬に先立ち、歯の歯冠1/2をロウで覆った。これにより同部に飲料水が接触せず、同一の歯を比較できるようにした。資料は常温の下に置き、各飲料水は毎日交換した。1, 3, 7, 10日の各時点で水洗し、歯の表面を観察した。

3) 清涼飲料水浸漬後の走査電子顕微鏡による歯の観察

10日間浸漬後、資料を作成し走査電子顕微鏡にて観察した。

Ⅲ. 結 果

1) 各清涼飲料水の pH の測定

飲料水の pH は炭酸飲料 A 2.48, 炭酸飲料 B 3.16, 乳酸菌飲料 3.46, スポーツドリンク 3.26, ウーロン茶 6.03であり、ウーロン茶を除き各飲料水は強い酸性を示した。

2) 清涼飲料水に浸漬後の乳歯の経時的観察

1日後：炭酸飲料 A では飲料中の色素によると思われる茶色の着色と、歯の一部に不透明感のある白色を生じた。炭酸飲料Bではエナメル質全体が白濁した (図1)。乳酸菌飲料とスポーツドリンクは一部に白濁を生じた。ウーロン茶では変化なかった。

3日後：炭酸飲料 A では茶色の着色と白濁を認めた。炭酸飲料B, 乳酸菌飲料, スポーツドリンクではいずれもエナメル質全体が白濁した (図2)。ウーロン茶では変化なかった。

7日後：炭酸飲料 A, B, 乳酸菌飲料, スポーツドリンクではいずれもエナメル質は消失し、象牙質が露出した (図3)。炭酸飲料Aでは象牙質表面も軽度茶色に着色した。ウーロン茶は変化なかった。

10日後：エナメル質消失をきたした炭酸飲料A, B, 乳酸菌飲料, スポーツドリンクでは象牙質は7日と同一の形態であった (図4)。ウーロン茶では変化なかった (表1)。

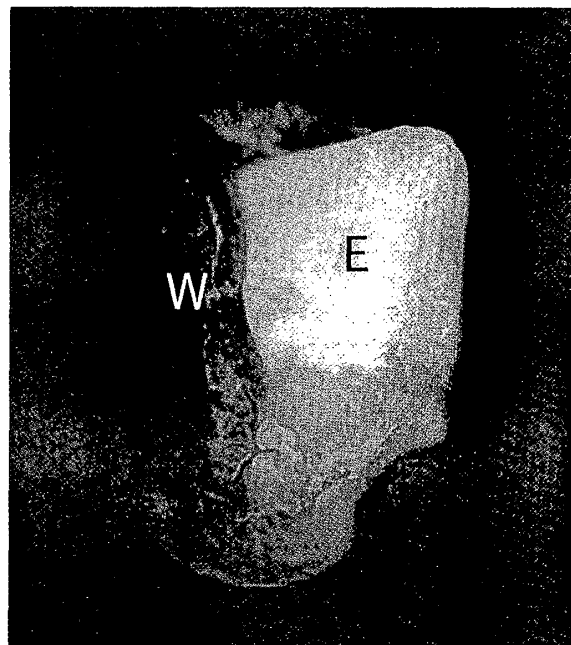


図1 炭酸飲料Bに1日浸漬した乳歯

左半分はロウで覆った。右半分はエナメル質全体が白濁している。(E：エナメル質，W：ワックス)

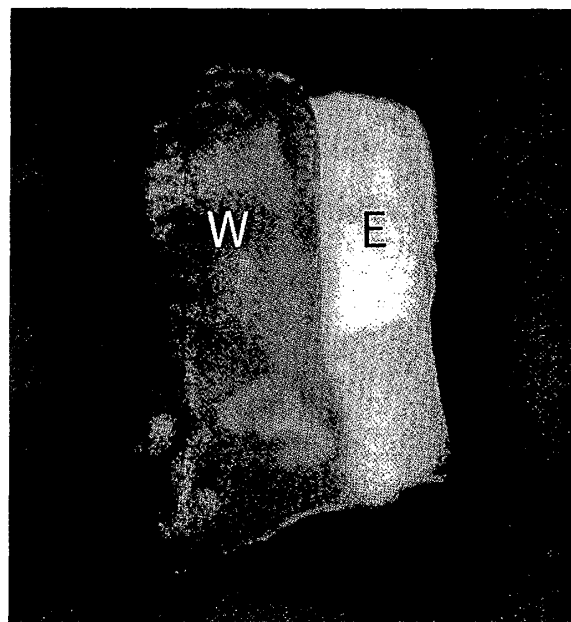


図2 スポーツドリンクに3日浸漬した乳歯

左半分はロウで覆っている。1日後はエナメル質の一部であった白濁がエナメル質全体に及んだ。(E：エナメル質，W：ワックス)

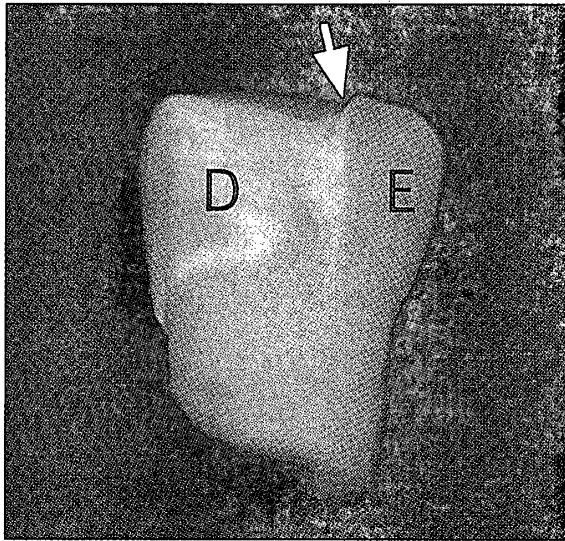


図3 乳酸菌飲料に7日浸漬した乳歯

ロウで覆われた部は変化なく、浸漬部のエナメル質は消失し、切縁に段差を認める。(D: 象牙質, E: エナメル質, 矢印: エナメル質消失による段差)

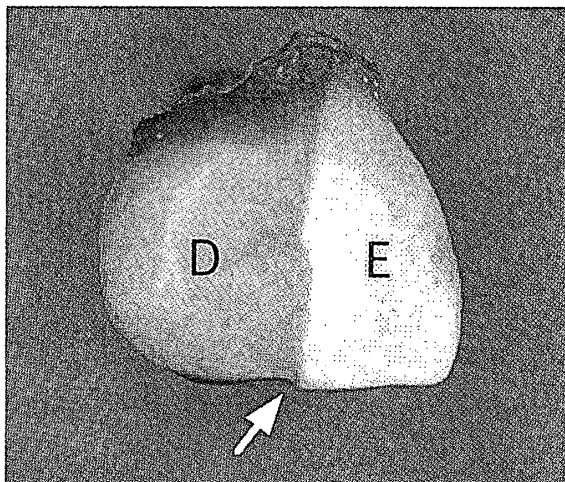


図4 炭酸飲料Aに10日浸漬した乳歯

ロウで覆われた部は変化ないが、エナメル質の消失により露出した象牙質は茶色に着色した。象牙質の状態は7日目と変化はない。切縁にはエナメル質の消失による段差を認める。(D: 象牙質, E: エナメル質, 矢印: エナメル質消失による段差)

表1 各種飲料水への浸漬による歯の変化

浸漬 日数	飲料水の種別				
	炭酸飲料A	炭酸飲料B	乳酸菌飲料	スポーツドリンク	ウーロン茶
1日	着色白濁	全体白濁	一部白濁	一部白濁	変化なし
3日	着色白濁	全体白濁	全体白濁	全体白濁	変化なし
7日	エナメル質消失	エナメル質消失	エナメル質消失	エナメル質消失	変化なし
10日	エナメル質消失	エナメル質消失	エナメル質消失	エナメル質消失	変化なし

3) 清涼飲料水浸漬後の走査電子顕微鏡による歯の観察

ロウで覆った部のエナメル質はすべての乳歯に残存しており、弱拡大ではエナメル質本来の軽度の凹凸が残存している。ロウで被覆していない部は炭酸飲料A、炭酸飲料B、乳酸菌飲料、スポーツドリンクにおいてはエナメル質の消失が明確であった。100倍の倍率で観察すると象牙質の表面はやや疎造で一部は細い線維状の構造が存在した。エナメル質・象牙質境界からエナメル質表面まで100~200 μm の層状のエナメル質の厚さが確認された(図5, 6)。

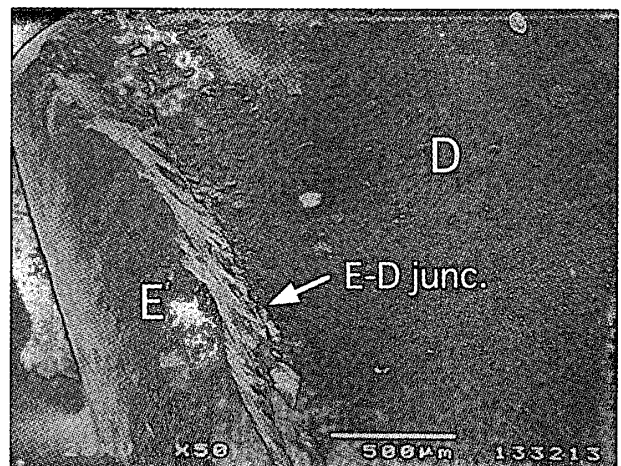


図5 炭酸飲料Bに10日浸漬した乳歯の走査電子顕微鏡所見(50倍)

エナメル質の消失により象牙質が露出し、残存したエナメル質の断面が認められる。(D: 象牙質, E: エナメル質, 矢印: エナメル-象牙境)

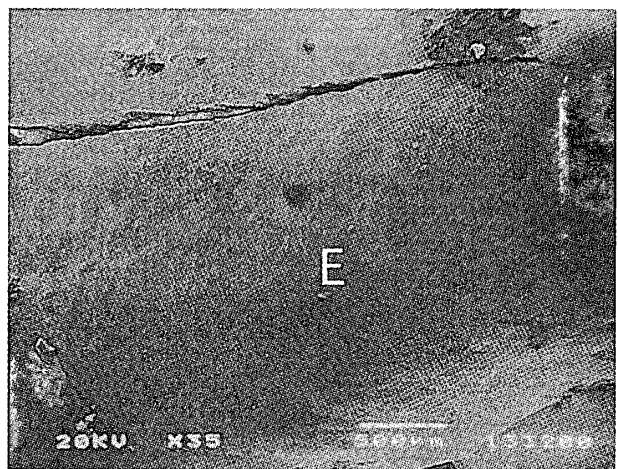


図6 ウーロン茶に10日浸漬した乳歯の走査電子顕微鏡所見(35倍)

エナメル質の表層はスムーズで脱灰を生じていない。(E: エナメル質)

IV. 考 察

近年、口腔衛生思想が普及し乳幼児や小児のウ蝕予防の認識が高まっていると思われるが、炭酸飲料水やスポーツドリンクの歯牙脱灰作用については一般的には余り認識されていない。

ここでウ蝕の発生について簡単にまとめる。ミュータンス菌が蔗糖を代謝し酸を産生する。エナメル質の脱灰が生じる臨界pHは5.5程度とされている[6]が、この酸はpH 4.0程度になるため、これが歯の表面に作用し脱灰を生じる。すなわち、歯が低いpHの酸にさらされる状態が繰返されるとウ蝕に至る。

ここで各種清涼飲料水についてpHを測定した報告をみると炭酸飲料、乳酸菌飲料、スポーツドリンクなどではpHは2.80~4.22と著しく低く、ウーロン茶を含む茶飲料、コーヒー飲料ではpH 6.1~6.6であったとされる[1-5]。今回の実験でもこれらの報告と同様にウーロン茶を除いた炭酸飲料、乳酸菌飲料、スポーツドリンクなどでは著しく低いpHを示した。

西口ら[4]は種々の清涼飲料水にヒト中切歯を浸漬した研究では走査電子顕微鏡での観察で浸漬後1分間でエナメル質の脱灰が観察されたとしている。同様に塚本ら[5]は天然果汁(100%オレンジジュース)乳酸菌飲料、スポーツドリンク、炭酸飲料に乳犬歯を浸漬しCaの溶出を認めた。さらに走査電子顕微鏡像の観察では天然果汁では6時間の浸漬でエナメル小柱尖端に陥凹を認め、7日ではエナメル質の脱灰がエナメル象牙境に達したとしている。乳酸菌飲料、スポーツドリンク、炭酸飲料でもエナメル質の脱灰を生じているが、14日間の観察期間ではそれはエナメル象牙境にまでは達していない。本研究では炭酸飲料、乳酸菌飲料、スポーツドリンクのいずれも7日にはエナメル質の脱灰は著明で、エナメル象牙境に達していた。

山本ら[2]はスポーツドリンクの脱灰能について検討し、pHの低いものほど歯牙脱灰量が多かったとしている。清涼飲料水のpHが低いことに問題が有るとの観点からMeurmanら[1]はpHが5.58と5.54の飲料水を試作し、これらの歯に対する作用を検討したところ他の市販されている清涼

飲料水に比べ、Caイオンの溶出量は低下したことを報告している。これらの報告や本研究の結果から飲料水のpHは歯の脱灰に大きく関与していることがいえる。

大量に水分を摂取する競泳者と自転車競技者を対象とし、スポーツドリンクによるウ蝕発生の有意差を検討したところ、スポーツドリンクの飲用によりウ蝕発生が高率ではなかった、とする報告がある[7]。成人における通常の飲用では1)飲料水が口腔内に長時間停滞しない、2)唾液によりそれが希釈される、3)唾液の緩衝能のため清涼飲料水のpHが中性にちかづく、4)短時間の脱灰では再石灰化により修復される、ことなどが歯に大きな影響を与えないと思われる。

しかし、乳幼児の水分摂取のため哺乳瓶でこれらを与える習慣がつくと状況は異なる。哺乳瓶での摂取は一気に飲む成人とは異なり、ある程度の時間を要する。これを繰り返すと長時間清涼飲料水が歯に接触することになる。また乳幼児が泣いたためあやすことを目的に、哺乳瓶をくわえさせたまま寝かしつけてしまうと、睡眠中は唾液分泌は減少することや、口腔内に飲料水が停滞することで酸の歯に対する作用時間は延長する。従ってこれを繰り返すことで、飲料水による乳歯の脱灰は進行する。乳歯に白濁した部分があればそれは実質欠損を示していなくても、ウ蝕の初期症状である。さらに進行すれば着色を生じ、実質欠損を示す環状ウ蝕が多数歯にわたってみられるようになる。

野原ら[8]はスポーツドリンクによる多発性の哺乳瓶ウ蝕症例についての報告し、乳幼児における乱用を避けるべきと警告している。また、幼稚園児を対象とした調査ではスポーツドリンクを飲む頻度が高いほど一人平均ウ蝕歯数は多かったとの報告もある[9]。

以上のことより香西、長坂[10]も指摘しているように、乳幼児の哺乳瓶での水分補給にはスポーツドリンクは注意が必要である。特にこれらを哺乳瓶で飲ませたまま寝かしつける習慣は避けなければならない。最近ではウーロン茶抽出物質のハイドロキシアパタイトの溶解阻害効果が報告されている[11]。すなわち乳幼児の哺乳瓶での水分補給の際は、スポーツドリンクにかわり微温湯や

麦茶, ウーロン茶などが推奨される。

SUMMARY

The effect of soft drinks on tooth dissolution was investigated in this study. Deciduous teeth were immersed in 5 brands of soft drink for 1, 3, 7 and 10 days. These soft drinks were carbonated drink A, carbonated drink B, lactic acid drink, sports drink and oolong tea.

The pH of 4 kinds of soft drink except oolong tea ranged from 2.49 to 3.48 and that of oolong tea was 6.03. White opacities of dental enamel occurred in the carbonated drink A and carbonated drink B after immersion for 1 day. After 7 days, dental enamel dissolved in carbonated drink A, carbonated drink B, lactic acid drink and sports drink. But no dissolution was observed in oolong tea after 10 days. These findings have made it clear that decalcification of dental enamel occurs in strongly acidic soft drinks with low pH. The potential of sports drinks and other soft drinks with low pH causing an erosive change is true. It must be borne in mind that such soft drinks could cause erosion of teeth in young people.

文 献

- 1) Meurman JH, Harkonen M, Naveri H, Koskinen J, Torkko H, Rytomaa I, Jarvinen V, Turunen R. Experimental sports drinks with minimal dental erosion effect. *Scand J Dent Re* 1990; 98: 120-8.
- 2) 山本益恵, 宮崎結花, 三浦一生, 長坂信夫. スポーツドリンクの脱灰能に関する研究. *小児歯誌* 1991; 29: 86-94.
- 3) 一瀬智生, 宮崎結花, 三浦一生, 長坂信夫. 各種飲料水による乳歯エナメル質脱灰現象の状態. *小児歯誌* 1992; 30: 334.
- 4) 西口栄子, 伊ヶ崎理佳, 鈴木幸江, 藤野富久江, 渡部恵子. 清涼飲料水によるエナメル質の脱灰: 口腔衛生学会雑誌 1995; 45: 314-21.
- 5) 塚本暁子, 野坂久美子, 小丸 恵, 甘利英一. 嗜好飲料の乳歯への影響に関する研究 脱灰能とSEM像からの観察. *小児歯誌* 1997; 35: 241.
- 6) 山田 正: 歯垢の生化学, 須賀昭一(編), 図説齲蝕学, 東京: 医歯薬出版, 1990: 120-9.
- 7) Milosevic A, Kelly MJ, McLean AN. Sports supplement drinks and dental health in competitive swimmers and cyclists. *Br Dent J* 1997; 182: 303-8.
- 8) 野原 智, 西山孝宏, 渡辺達夫, 笠原 浩. スポーツドリンクによる哺乳びん齲蝕の2例. *小児歯誌* 1989; 27: 806.
- 9) 山本益恵, 天野秀昭, 三浦一生, 長坂信夫. 小児のスポーツドリンク摂取状況に関する調査. *小児歯誌* 1990; 28: 381-90.
- 10) 香西克之, 長坂信夫. スポーツドリンクとウ蝕. *デンタルダイヤモンド* 1999; 24: 66-71.
- 11) 高橋亜緒郁, 佐々木秀和, 松本道代, 大嶋 隆, 祖父江鎮雄. ウーロン茶抽出物によるハイドロキシアパタイトの溶解阻害効果. *小児歯誌* 2000; 3: 469.