

PIXE/PIGE 法による腐植物質抽出物の長期浸漬が脱灰象牙質に及ぼす影響の解析

PIXE/PIGE analysis of the effects of long-term immersion in humic substance extract on demineralized dentin

奥山克史¹⁾、松田康裕²⁾、山本洋子³⁾、斎藤隆史²⁾、林美加子³⁾、佐藤隆博⁴⁾、山縣諒平⁴⁾、石井保行⁴⁾
Katsushi OKUYAMA, Yasuhiro MATSUDA, Hiroko YAMAMOTO, Takashi SAITO, Mikako HAYASHI, Takahiro SATO, Ryohei YAMAGATA, and Yasuyuki ISHI

¹⁾朝日大学 ²⁾北海道医療大学 ³⁾大阪大学 ⁴⁾量研高崎

(概要)

腐植物質より抽出したフルボ酸による象牙質脱灰抑制効果について、本研究では、0.1%フルボ酸水溶液を用い、ウシ象牙質の脱灰への影響を検討した。人工脱灰を作製した試料を、フルボ酸連続浸漬群、週1回フルボ酸処理群、コントロール群に分け、PIXE/PIGEにより元素分布と脱灰状態を評価した。その結果、脱灰深さおよび脱灰量に有意差は認めなかったが、コントロール群で大きい傾向を示した。また銅の検出量はフルボ酸浸漬期間に応じて増加した。以上より、低濃度フルボ酸単体の明確な脱灰抑制効果は限定的であるが、含有成分による影響が示唆された。

キーワード：フルボ酸、PIXE/PIGE、脱灰抑制効果

1. 目的

フルボ酸は腐植物質より抽出される自然由来の物質のひとつで、近年健康食品や化粧品などに使用されている。フルボ酸による効果のひとつである MMP の活性抑制に着目し、う蝕抑制に有効であることを期待して、フルボ酸をウシ抜去前歯象牙質に局所応用を試みた。その結果フルボ酸の使用により脱灰抑制効果の可能性があることが示唆された¹⁾。

また過去の報告でう蝕抑制に効果を認めたフッ化チタンとの併用による脱灰抑制効果の可能性も示唆された²⁾。しかしこれまでは1%と飲用としては使用できない濃度での評価であり、口腔内での使用を考慮すると、低濃度領域での効果を評価する必要がある。

本研究では、従来よりも低濃度のフルボ酸溶液を使用し、浸漬期間における象牙質脱灰への影響を評価、検討した。

2. 実施方法

実験では粉末状のバオブブエクストラフルボ酸(バオブブ社)を使用し0.1%水溶液に調製した。牛歯唇側歯頸部象牙質に平滑面を作製し、歯軸に垂直方向に約500 μmの厚みに切断して薄切試料を作製した。平滑面部に幅約2mmを残し、残りの部分をネイルバーニッシュ(マニキュア)で被覆した。作製した試料を緩衝液(0.2 M 乳酸, 3.0 mM CaCl₂, 1.8 mM KH₂PO₄, 2%カルボキシメチルセルロース, pH:4.5)中に37℃で24時間保存し、露出部に脱灰部分を作製した。その後試料をフルボ酸水溶液に4週間保存するFLC群、再石灰化液(pH:7.0)に4週間にわたって保存し、浸漬期間中1週間に1度10分間フルボ酸水溶液に浸漬、その後水洗し再石灰化液に保存するFL群、4週間再石灰化溶液に浸漬するコントロール群(CO群)に分け、

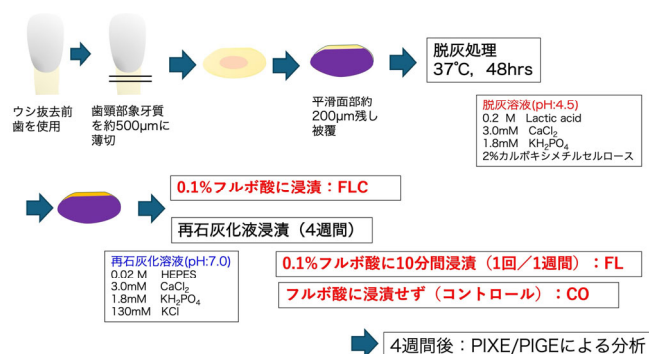


Fig. 1 : 実験方法の概要

実験を実施した。溶液保存期間終了後試料よりバーニッシュを取り除き、高崎量子応用研究所所有大気マイクロ PIXE/PIGE 装置で、各試料におけるカルシウム、フッ素および銅の分布を測定した。カルシウムとフッ素は、同時に標準試料を測定することで濃度を算出し、銅は同時に測定した銅のカウント数で割った値を測定値とした。測定領域を幅 270 μ m、深さ方向に 500 μ m とし、健全象牙質部のカルシウム量の 5%を示す位置を試料表層と定め、健全部の 95% Ca 量を示すまでの深さを脱灰深さと規定した。また脱灰深さまでの脱灰された Ca 量(脱灰量)も算出した。各群の試料数を 9 とし、得られたデータは Kruskal-Wallis test および Steel-Dwass 法により統計解析(危険率 5%)を行った。

3. 結果及び考察、今後の展開等

Fig. 2, 3 にそれぞれ各群のフッ素量および銅のカウント数を示す。フッ素量はいずれの群間にも有意差を示さなかったが、銅のカウント数は FLC 群が最も多く、ついで FL 群、CO 群の順となり、いずれの群間にも有意差を示した ($p < 0.05$)。Fig. 4, 5 にそれぞれ各群の脱灰深さと脱灰量を示す。脱灰深さ、脱灰量どちらも、各群間に有意差は示さなかったが、CO 群が大きい脱灰深さ、脱灰量を示す傾向を示した。

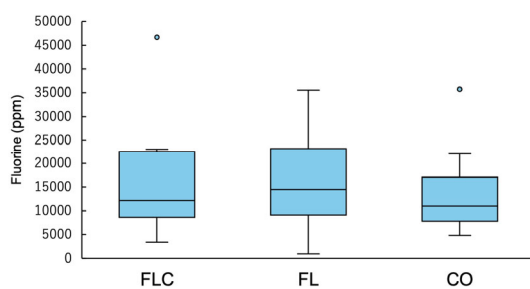


Fig. 2 表層より 200 μ m までのフッ素量

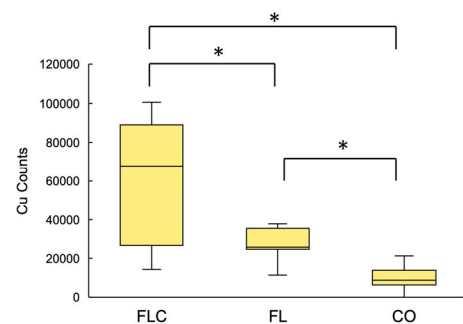


Fig. 3 表層より 200 μ m までの銅のカウント数
*: 群間で有意差があることを示す ($p < 0.05$)

本研究ではフッ化物の影響がない環境におけるフルボ酸の効果を検討した。脱灰深さや脱灰量にコントロ

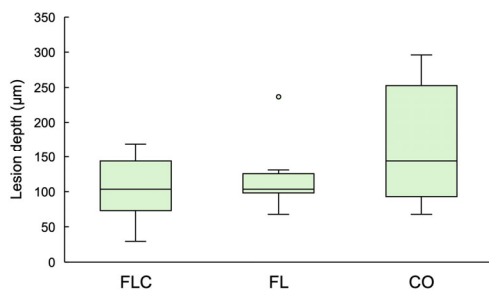


Fig. 4 各群の脱灰深さ

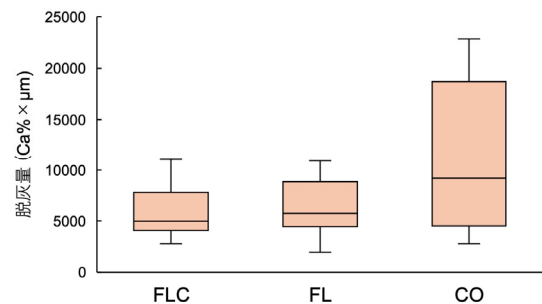


Fig. 5 各群の脱灰量

ールとの間に有意差を認めなかったことから、フルボ酸単体では大きな蝕抑制効果は期待できないが、コントロールよりも小さい値を示す傾向であることから、含有成分で蝕抑制を示すものがある可能性はある。銅のカウント数がフルボ酸浸漬期間により差を認めた。銅には抗菌効果を示すことが報告されている。本研究では細菌を直接扱ってはいないが、溶出した可能性のある銅イオンによる影響が僅かにでも反映された可能性が考えられる。今後含有する成分により効果についてさらなる検討が必要となる。

4. 引用(参照)文献等

- 1) 奥山克史ほか. 日歯理工誌 2024; 43 (Special 82): 101-101.
- 2) Okuyama K, et al. QST Takasaki Annual Report 2024 2026; QST-M-56: 54-54