

### 特点描述

- ◆ 可高灵敏度测量牙齿表面的氟和镁等微量元素的分布。
- ◆ 可以直接分析性状不规则和高度不平整的牙齿表面。
- ◆ 可用于研究牙齿的生长过程和预防蛀牙。

### 简介

人的牙齿分为可从口腔中观察到的牙冠以及被牙龈覆盖的牙根。牙冠被牙釉质覆盖，牙釉质是人体中最坚硬的组织。约 95% 的牙釉质为无机质，主要成分为羟基磷灰石 ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ )。当锯齿细菌产生的酸导致牙釉质脱矿量大于再矿化量时，就会产生蛀牙（龋齿）。已知涂覆氟化物和使用甜味剂替代品木糖醇等可有效促进再矿化。在此类研究牙齿生长过程和预防蛀牙的过程中，微量元素的分析尤为重要。

本文将介绍牙科中定期涂覆氟化物的乳磨牙表面分析的案例。使用电子探针显微分析仪 EPMA™ (EPMA-1720HT)，结合凹凸表面形状修正载物台高度（曲面跟踪功能）的同时进行了元素面分析。

### 乳磨牙侧面的元素面分析

龋齿在被称为牙菌斑的生物膜内发展而成。首先，变形链球菌等龋齿病原菌会降解食物中的蔗糖，合成粘性葡聚糖，由此牢牢地附着在牙齿上，形成牙菌斑。龋齿病原菌在牙菌斑内产生有机酸，使牙釉质脱矿质，从而使龋齿逐渐形成。定期涂覆氟化物可有效抑制此种情况，并促进再矿化。

图 1 所示为乳磨牙侧面整体的元素面分析结果。“COMPO”是显示成分差异的背散射电子图，“TOPO”是显示凹凸信息的背散射电子图。可以看出主要成分 O、P、Ca 和涂覆氟化物后出现的 F 的整体分布较为均匀。中央谷间和左右端侧附近检测出 C、N，推测为牙菌斑矿化后的牙结石成分。同时，还以高灵敏度检测出微量成分的 Na、Mg 和 Cl。

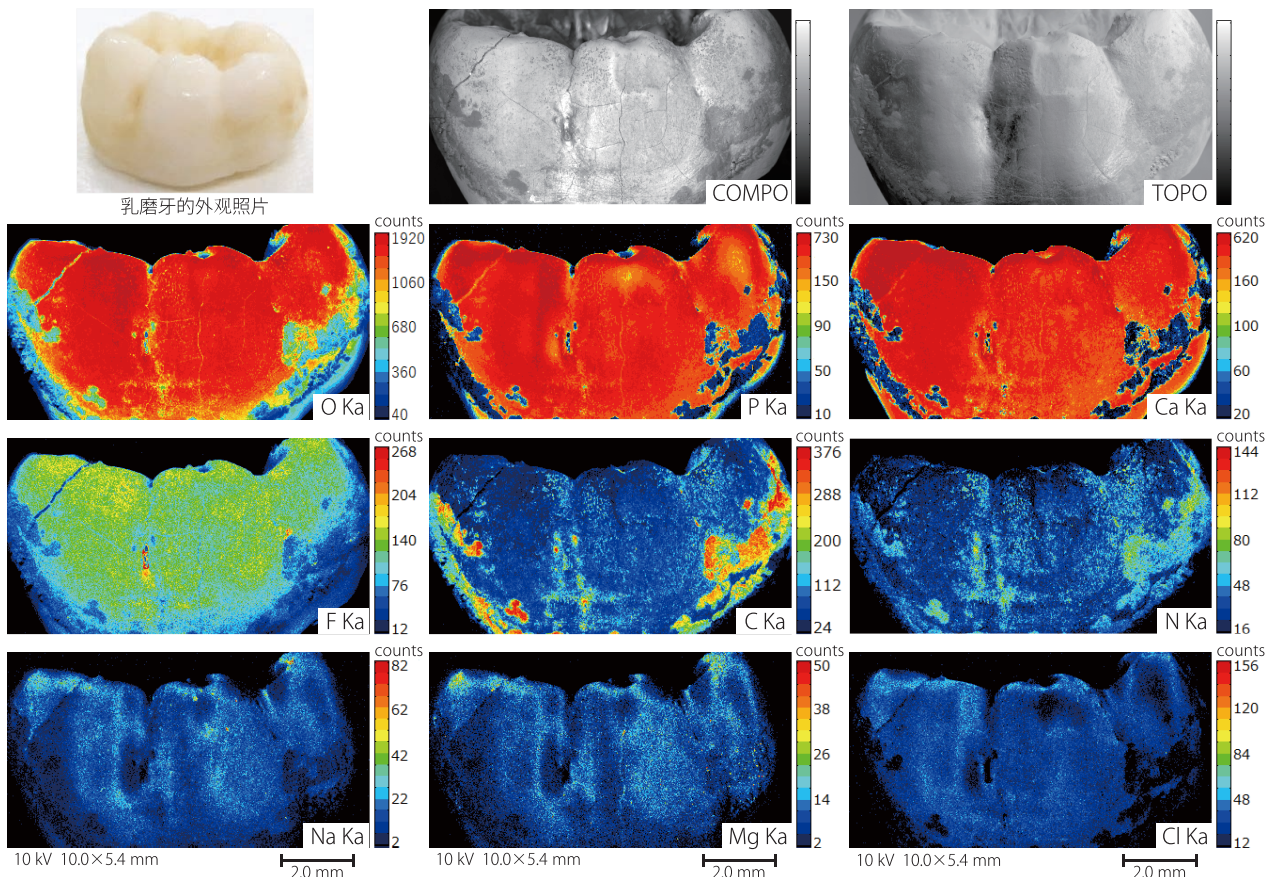


图 1 乳磨牙的外观照片和侧面整体的面分析

## 乳磨牙牙尖部和侧面的元素面分析

组成牙齿的无机质主要成分为羟基磷灰石 ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ) 结构。OH<sup>-</sup> 不稳定, 与 F 或 Cl 等离子置换后, 会形成  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$  或  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2$ 。而年轻人牙釉质表层的氟化物离子浓度在牙尖部附近较高, 牙颈部 (牙冠和牙根之间的边界) 浓度则较低。Cl 的浓度在牙釉质表层最高, 向深部 (与牙本质的边界) 呈降低趋势。此外, Mg 在牙齿矿物质中仅次于 Ca、P, 是牙釉质的主要构成元素, 具有抑制矿化的作用, Mg 浓度从牙釉质表层向深部的牙本质呈增加趋势。

图 2 所示为乳磨牙的牙尖部 / 侧面边界的面分析结果。测量了主要成分构成元素 O、P、Ca, 牙菌斑和牙结石成分的 C、N, 及其他微量成分 F、Na、Mg、Cl 的分布情况。

F 整体分布均匀, 定期涂敷氟化物非常有效。牙尖部 / 侧面边界上侧的 Mg 强度较高, Ca、Cl 强度较低, 牙尖部的牙釉质层可能变薄。

## 结论

使用 EPMA 对乳磨牙的整个侧面和牙尖部 / 侧面边界进行了元素面分析。结果发现通过涂敷氟化物, F 的分布较为均匀, 同时以高灵敏度测量了 Mg 和 Cl 等微量成分。EPMA 是研究牙齿生长过程和预防蛀牙的有效工具。特别是岛津 EPMA 的 X 射线取出角较大, 通过曲面跟踪功能进行高精度载物台控制, 可以对不规则形状的牙齿表面直接进行高精度分析。

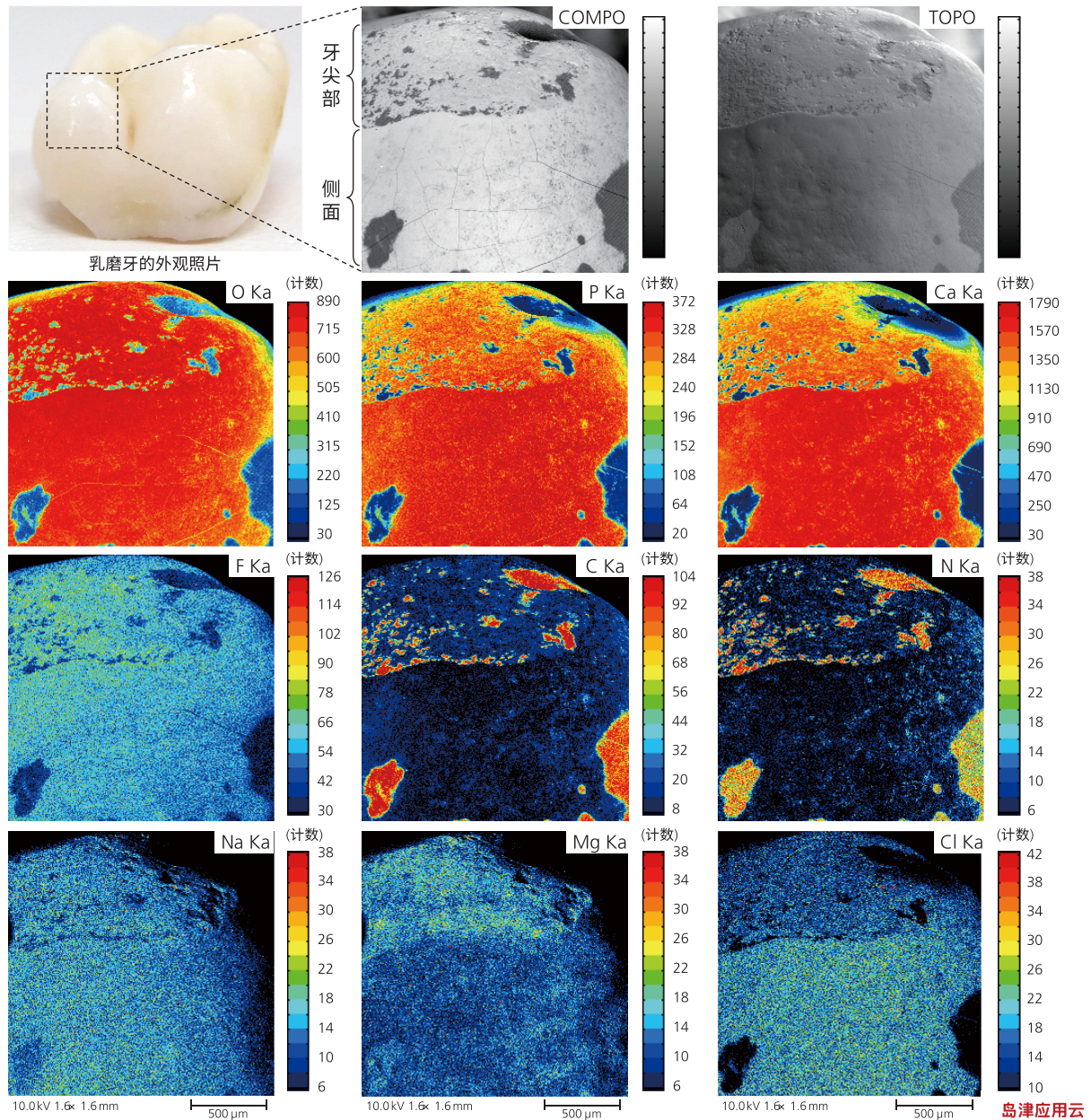


图 2 乳磨牙的外观照片和牙尖部/侧面边界的面分析

< 参考文献 >

中垣晴男等人, 牙科保健员龋齿预防治疗方法第 2 版, 医齿药出版 (2017)

EPMA 是岛津制作所株式会社或其相关公司在日本及其他国家 / 地区的商标。



岛津企业管理 (中国) 有限公司  
岛津 (香港) 有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

用户服务热线电话: 800-810-0439  
400-650-0439

免责声明:

\* 本资料未经许可不得擅自修改、转载、销售;  
\* 本资料中的所有信息仅供参考, 不予任何保证。  
如有变动, 恕不另行通知。

