

広島県帝釈産沖積世哺乳動物の歯牙 化石のX線マイクロアナライザーに よる分析*

小林 巖 雄**

I はしがき

EPMA (X線マイクロアナライザー) は、10年ほど前から急速にいろいろな分野で利用されるようになり、歯牙、骨の研究においても、有力な手段として登場してきた。本装置による化石の研究は、10編にまだいたらず、歯牙化石を対象にしたものとしては、筆者と須賀 (1969) が日本海海底産のナウマン象臼歯にみいだされる黒化現象の解明に利用したのがあるにすぎない。しかし、人をはじめ、現棲哺乳動物の歯については、Ca・P・Mg・Na・Cl・Znなどの元素が、それぞれ、独特の分布パターンをしめすことが、あきらかにされている (FRANK, CAPITANT and GONI, 1966; SOBEMARK and GRÄN 1966, SUGA 1970)。

今回は、沖積世 (縄文時代) の遺跡から採集した、シカとイノシシ類の臼歯についておこなった9元素の線分析の結果を報告する。

この研究に際して、試料の収集を鳥取大学助教授赤木三郎会員の協力に、EPMAに関する全般的な問題についての討論を東京歯科大学教授須賀昭一先生に、また終始ご教示を受けている化石研究会会員の諸氏に、厚くお礼い申しあげる。

II 試料・分析法

試料：広島県帝釈峡・寄倉遺跡産

シカの1種 臼歯

* 1971年9月30日受理。

** 新潟大学理学部地鉱教室

Iwao KOBAYASHI

イノシシの1種 臼歯

分析試料：分析用試料の作成はつぎのとおりである。

臼歯を蒸留水で水洗後、乾燥し、リゴラック樹脂によって包埋する。つぎに、ダイヤモンドカッターを用いて、歯のほぼ中央を前頭方向（縦断面）に切り、厚さ約2mmの切片をつくる。アランダムと蒸留水を使って、ガラス板上でその1面をよくみがく。さらに、ホルダーにのる大きさの銅板に、みがいた面をアルアルダイトで接着する。再び、3000番のアランダムで反対の面を、数100μの厚さになるまですりへらす。その後、蒸留水でよく水洗し、さらに超音波で数10秒間、洗条する。乾燥したのち、試料を囲むようにドータイトをぬり、カーボンで真空蒸着する。

分析装置：新潟大学共通施設設置

島津ARL エレクトロン マイクロプローブ X線アナライザー (EMX-SM)

弯曲結晶	チャンネル	1	4" LiF
	"	2	4" ADP
	"	3	4" RAP

Ⅲ 結 果

2つの目的で、つぎの元素について線分析をおこなった。

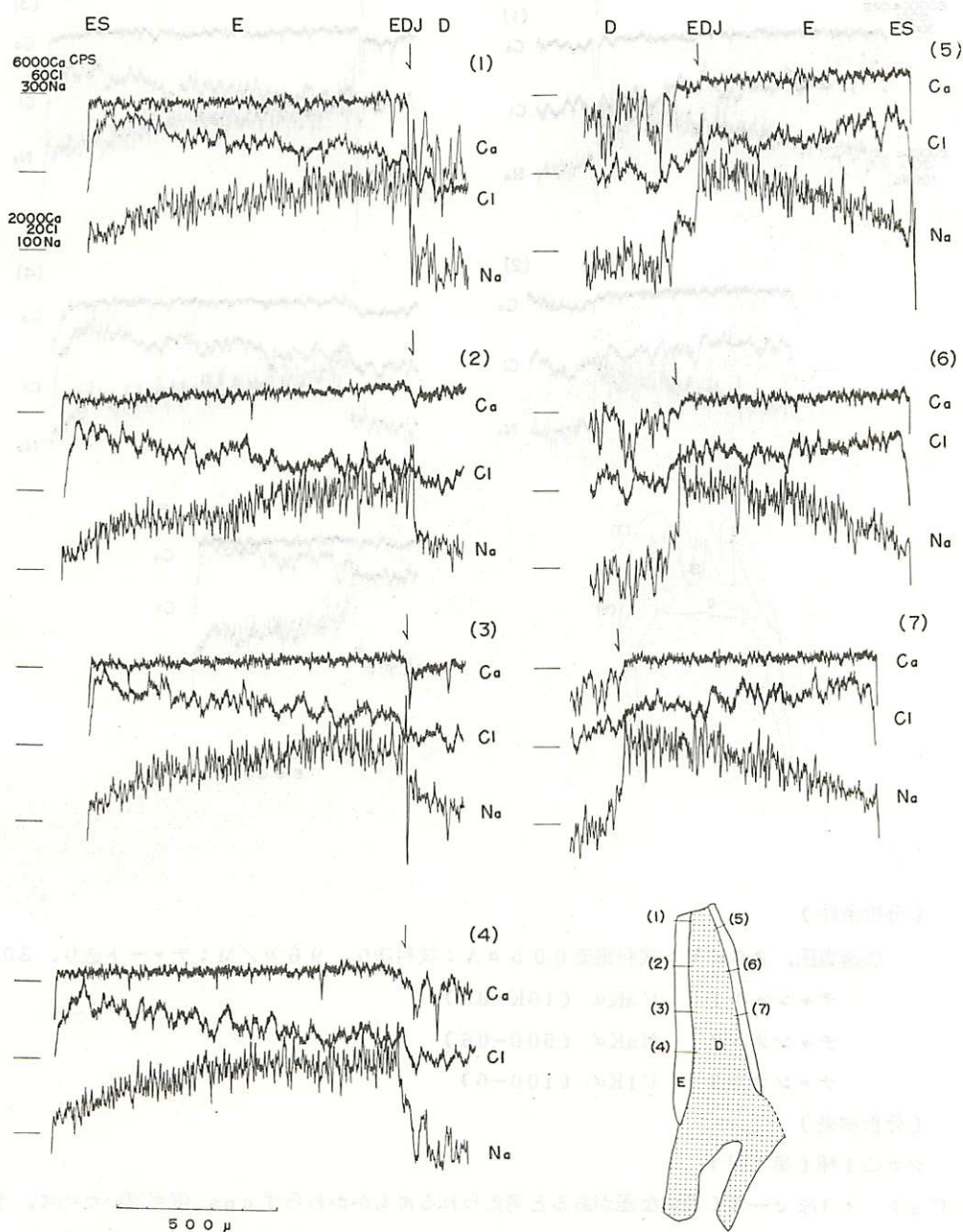
- A. エナメル質を中心として、部位のちがいによる、3元素の濃度分布を知る、—Ca, Na, Cl。
- B. エナメル質を中心として、9元素の濃度分布を知る、—Ca, P, Mg, Na, Cl, F, Fe, Zn, S。

分析結果については、つぎの3点を記載する。イ) エナメル質について、ロ) 象牙質について、ハ) 象牙質とエナメル質との比較。

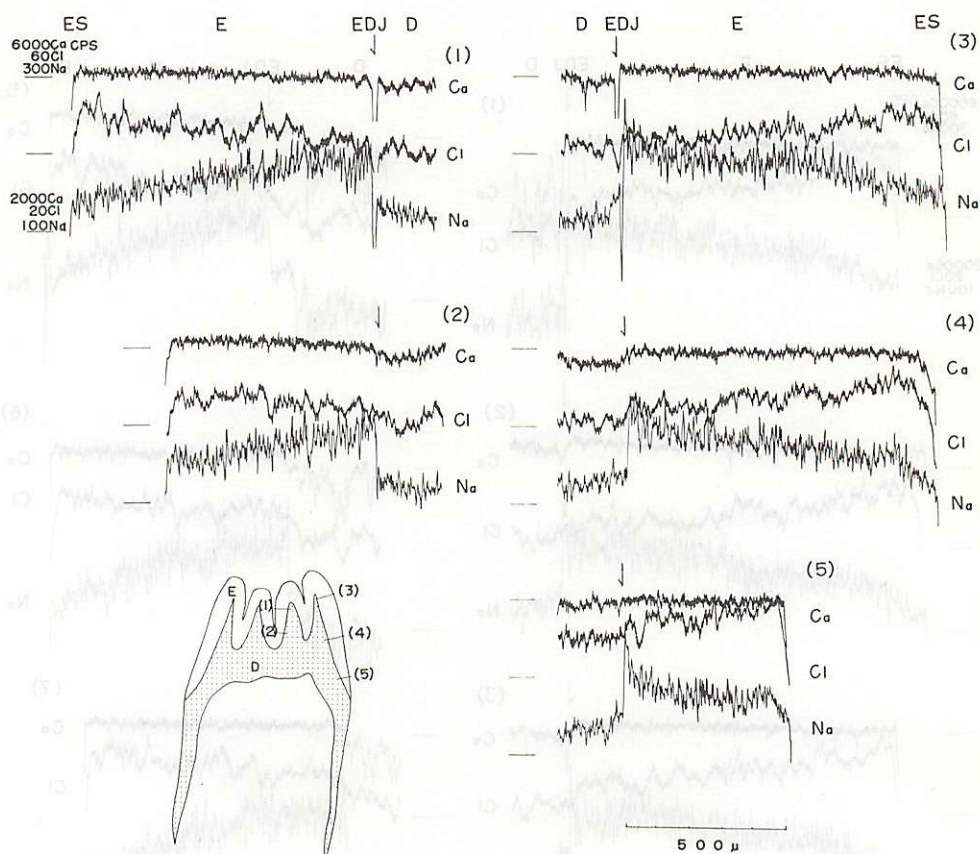
A. 部分のちがいによる、3元素の濃度分布

〔分析位置〕 エナメル質の表面から、ほぼ直角にエナメル質—象牙質境へ向い、象牙質に数100μはいるところまでの直線上。シカ、7ヶ所；イノシシ、5ヶ所。第1・2図。

第 1 図



第 2 図



〔分析条件〕

加速電圧, 30KV: 試料電流 0.05 μA: 試料送り, 96 μ/M: チャート送り, 20 mm/M

チャンネル1 CaKα (10K-0.6)

チャンネル2 NaKα (500-0.6)

チャンネル3 ClKα (100-6)

〔分析結果〕

シカの1種(第1回)

Ca: イ)は一定(優位な差があると考えられるにもかかわらず cps 値が高いために, 不明である。ロ) cps 値の変化が著しい部位(1), (4)~(7)と, は一定の部位(2)~(3)とがある。ハ)象牙質の方が低い。

Na: イ)表面からE-D境(エナメル質-象牙質境)へ向って、ほぼ一様に増加している部位(5)と、表面から約200 μ までやや急激に増加し、それより深部で増加率が小さくなる部位(その他)とがある。ロ)やや急激に減少。ハ)象牙質の方が低い。

Cl: イ)100 μ 以内の表層部で急激に増加し、その後深部へ向って減少。ロ)ほぼ一定。ハ)象牙質の方が低い。

部位による著しい差異は、象牙質のCaを除いてみいだされなかった。

イノシシの1種(第2回)

Ca: イ)ほぼ一定 ロ)(2)を除いて、ほぼ一定。ハ)(5)を除いて、象牙質の方が低い。

Na: イ)表面から深部へ向って増加。(1),(3),(4)については、表面から中途まで、増加率がやや大きく、その深部では小さくなるか、ほぼ一定になる。(2),(5)については、中途から深部で増加率が大きくなる。ロ)ほぼ一定。ハ)象牙質の方が低い。

Cl: イ)表面から約50 μ 以内で急激に増加し、最高値に達する。それより深部では減少。ロ)ほぼ一定。ハ)象牙質の方が低い。

全体として、部位による著しい差異をみとめがたいが、エナメル質表層部におけるCa, Clの低下(4)や、象牙質におけるCa, Clの挙動(2)が注目される。

B 9元素の濃度分布

〔分析位置〕 分析Aにおなじ。シカ・イノシシ、各2ヶ所。第3図

〔分析条件〕

加速電圧, 20KV: 試料電流0.05

μ A: 試料送り, 96 μ /M: チャート送り, 20mm/M

チャンネル1 CaK α 10K-0.6

ZnK α 200-6

FeK α 100-6

チャンネル2 PK α 5K-0.6

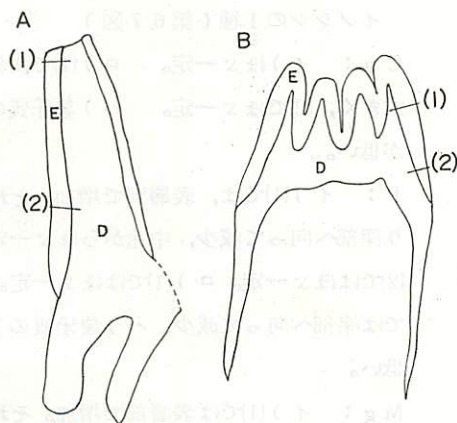
ClK α 200-6, 100-6

SK α 100-6

チャンネル3 NaK α 200-6

MgK α 500-6

FK α 100-6



第3図

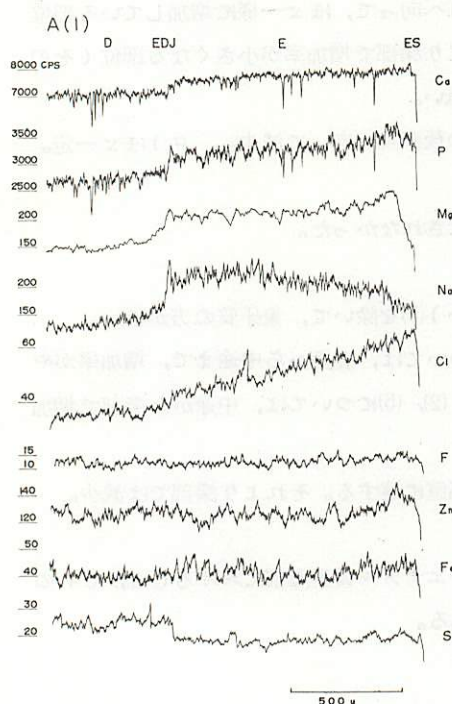
〔分析結果〕

シカの1種(4.5図)

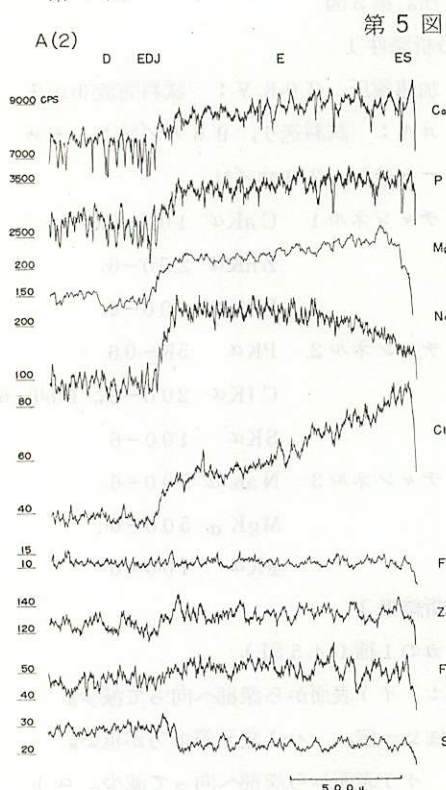
Ca: イ)表面から深部へ向って減少。

ロ)ほぼ一定。ハ)象牙質の方が低い。

P: イ)表面から深部へ向って減少。ロ)



第 4 図



第 5 図

ほど一定。ハ)象牙質の方が低い。

Mg: イ)表層の100 μ以内で急激に増加し、最高値に達する。その後、深部へ向って減少し、中途からはほど一定。ロ)ほど一定。ハ)象牙質の方が低い。

Na: イ)表面から中途まで増加し、それより深部で、ほど一定。ロ)ほど一定。ハ)象牙質の方が低い。

Cl: イ)表層部で最高値を取り、深部へ向って、中途から減少率が小さくなる。ロ)ほど一定。ハ)象牙質の方が低い。

F: イ)ほど一定。ロ)ほど一定。ハ)象牙質の方が高い。

Zn: イ)(1)については、表層部でやや高く、その他ではほど一定。ロ)ほど一定。ハ)(2)については、象牙質の方が低い。

Fe: イ)ほど一定。ロ)ほど一定。ハ)(2)については、象牙質の方が低い。

S: イ)ほど一定。ロ)ほど一定。ハ)象牙質の方が高い。

イノシシの1種(第6.7図)

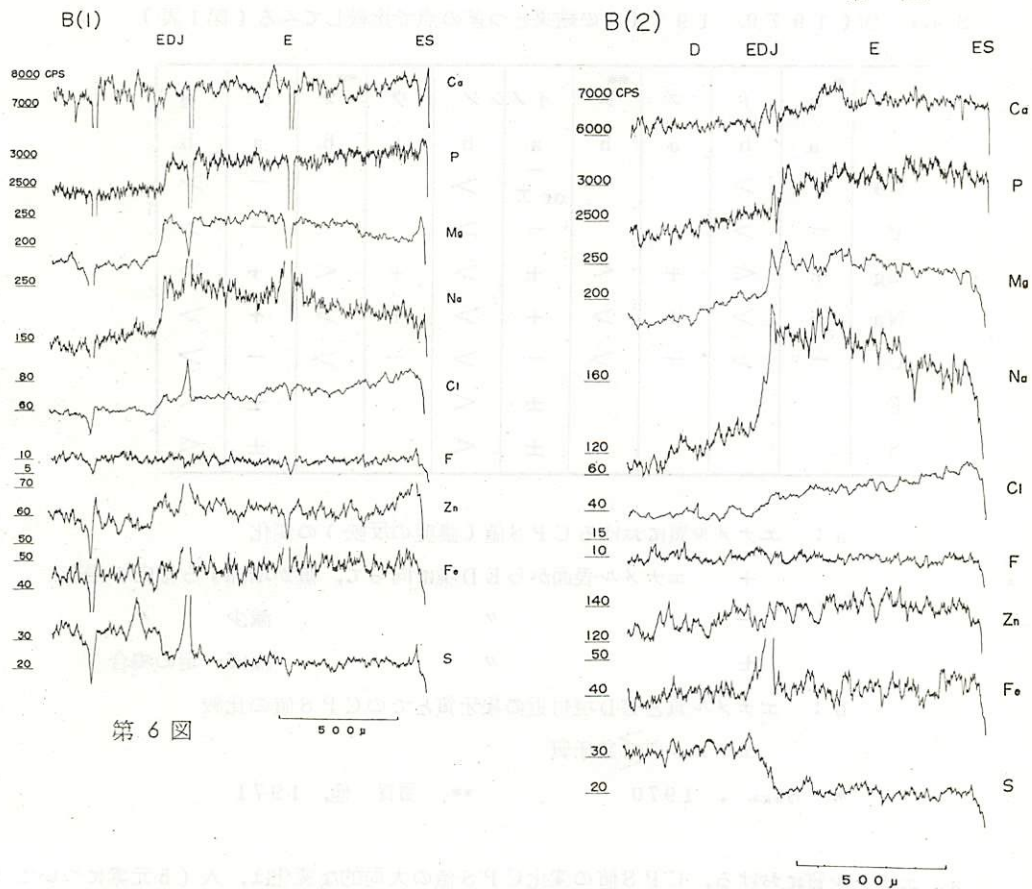
Ca: イ)ほど一定。ロ)(1)で変化が大きく、(2)ではほど一定。ハ)象牙質の方が低い。

P: イ)(1)では、表層部で増加、それより深部へ向って減少、中途からはほど一定。(2)ではほど一定。ロ)(1)ではほど一定。(2)では深部へ向って減少。ハ)象牙質の方が低い。

Mg: イ)(1)では表層部で増加。それより深部で減少し、再びE-D境へ向って増加。(2)は表層部の200~300 μで増加し、それより深部ではほど一定。ロ)(1)ではほど一定。(2)では深部へ向って減少。ハ)象牙質の方が低い。

Na: イ)表面から深部へ向って増加し、

第 7 図



第 6 図

中途からは一定。ロ) 深部へ向って減少。ハ) 象牙質の方が低い。

Cl: イ) 表層部で急激に増加し、50 μm 以内で最高値に達する。それより深部へ向って減少し、中途からはほぼ一定か、減少率が小さくなる。ロ) は一定。ハ) 象牙質の方が低い。

F: イ) は一定。ロ) は一定。ハ) 象牙質の方が高い。

Zn: イ) (1) では表層部と深奥部でやや増加。(2) ではこの逆の傾向。ニ) は一定。ハ) 象牙質の方が低い。

Fe: イ) ~ ロ) は一定。ハ) おなじ

S: イ) ~ ロ) は一定。ハ) 象牙質の方が高い。

Ca のピークでもみられる。3ヶ所の大きな減少は、割れ目によるもので、それらは Fe などによって充填されているものと、空間樹脂になっているものがあるらしい。

IV 人および現棲哺乳動物の歯牙との比較

Suga 他(1970, 1971)の結果とつぎの点で比較してみる(第1表)

	*ヒ	ト	ブ	**タ	イノ	シ	ウ	**シ	シ	カ
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Ca	—	>			or ±	>			—	>
P	—	>			—	>			—	>
Mg	+	<	+	<	+	>	+	<	+	>
Na	+	>	+	>	+	>	+	>	+	>
Cl	—	>	—	>	—	>	—	>	—	>
F					±	<			±	<
S					±	<			±	<

a: エナメル質におけるCPS値(濃度の反映)の変化

+ エナメル表面からED境に向って, 値が増加する傾向の場合

— “ 減少 “

± “ ほぼ一定の場合

b: エナメル質とED境付近の象牙質とのCPS値の比較

エナメル質 > 象牙質

* Suga . 1970

** 須賀 他, 1971

a, エナメル質における, CPS値の変化CPS値の大局的な変化は, 人(5元素について)およびブタ・ウシ(3元素について)と, 化石とはほとんどおなじである。

b, エナメル質とED境付近の象牙質とのCPS値の差。

大きな相異点は, Mgにみられる。すなわち, 現生生物のものでは象牙質のCPS値がエナメル質よりも高いのに, 化石ではこの逆になる。

V ま と め

1 エナメル質における, Ca・P・Mg・Na・Cl・F・Sの7元素のCPS値の変化は, 各元素ごとに, ほぼおなじ傾向をもつ。このパターンは, 現棲哺乳動物の歯についておこなわれた分析結果にもよく一致する。又, 種によっていくぶん相異することが知られているけれども, 今回の結果については, 資料も不十分なので, その点にふれないでおく。

Fe・ZnのCPS値は, シカとイノシシの間でも, 又部位によっても, かなり異なる変化をもしめている。

2. エナメル質の表層部は、P・Mg・Clなどでみられるように、現生のものと異なるパターンをしめすことがある。
3. エナメル質、象牙質とのCPS値の差が、現棲哺乳動物の歯と著しく異なる点は、Mgの値が象牙質で高いのに対して、化石の歯では、低くなっていることである。
4. 象牙質における、CPS値の変化は、エナメル質に比べて、各元素とも大きい。
5. 以上のことから、象牙質はエナメル質に比べて、組成変化を受け易いことが予想される。又、この試料のエナメル質は、推定できているのに、生時の状態を保持しているのではないかと考えられる、CPS値のパターンをしめしている。言うならば、これらのパターンは、過去の動物のエナメル質発生が、現在の動物とかなり類似した機構で進行したということをしめす。資料の1つになるであろう。

つぎに、象牙質におけるMgのCPS値の低下はMg量の減少によるものと考えられるが、化石化の過程で生じたのか、あるいは生時におけることなのか、問題を残している。

引用文献

- FRANK, R.M., M. CAPIANT and J. GONI (1966) Electron probe studies of human enamel, *J. dent. Res.*, vol. 45, 672-682
- 小林巖雄・須賀昭一 (1969) ナウマン象臼歯の変質に関する組織学とX線マイクロアナライザーによる研究(要旨), 地質雑, 75巻, 109
- SOREMARK, R. and P. GRON (1966) Chloride distribution in human dental enamel as determined by electron probe microanalysis, *Archs. oral Biol.*, vol. 11, 861-866.
- SUGA, S (1970) Electron microprobe analysis and microradiography of the carious lesions of enamel, *Proceedings of the First Pan-Pacific Congress of Dental Research*, 21-30,
- 須賀昭一・近藤稔・小野寺章・久保田安則・大塚倫治 (1971) 各種動物エナメル質内でのC, Mg, Naの分布のX線マイクロアナライザーによる観察, 歯基礎誌, 13巻, 85-94,

Electron microprobe analyses on the distribution of nine elements in alluvial mammalian teeth, collected from Taishaku, Hiroshima Prefecture

Iwao KOBAYASHI

Enamel and dentine near the amelodentinal junction was examined by electron microprobe analyses for the distribu-

tion of Ca, P, Na, Mg, F, Cl, Fe, Zn, and S from the enamel surface towards dentine. Two samples are Genus Sika and Sus, collected from the Yosekura remains in Taishaku, Hiroshima Prefecture.

No striking difference is found in the Ca, P, Mg, Na, Cl, F and S profiles between two kinds of samples. They also is not different from profiles of recent mammalian enamel except for the surface. Next, the fact that the Mg content of fossil enamel is lower than that of dentine near the amelodentinal junction do not agree with the profiles of recent teeth.

第1図 シカの臼歯化石のCa・Na・Cl CPS値の変化

ES: エナメル質表面 E: エナメル質 EDJ: エナメル質-象牙質境 D: 象牙質

第2図 イノシシの臼歯化石のCa・Na・Cl CPS値の変化

第3図 分析位置図(第4~7図)。A: シカ B: イノシシ

第4図 シカの臼歯化石における, 9元素のCPS値の変化-A(1)-

第5図 4図におなじ-A(2)-

第6図 イノシシの臼歯化石における, 9元素のCPS値の変化-B(1)-

第7図 6図におなじ-B(2)-