

ヒ素含有鉱泉湧出口に形成される鉱物集合体（トラバーチン）中のヒ素分布の特徴

洛菱テクニカ株式会社 高階 義大

目的

自然由来ヒ素

- ①化学組成は？
- ②どのような鉱物？

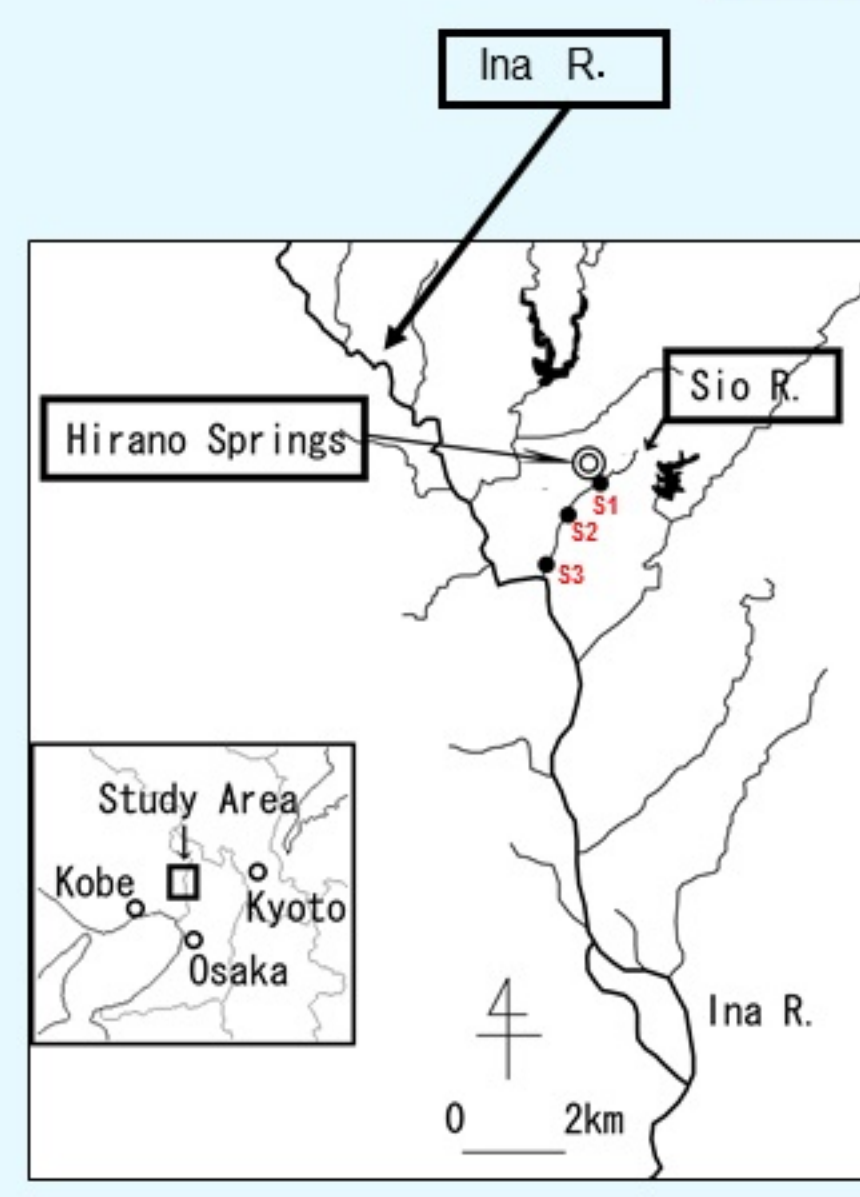
自然界でのヒ素濃集現象を解析し、濃集過程を明らかにすることにより、自然由来ヒ素実態解明の基礎資料とする。

ヒ素含有鉱泉湧出口に形成されたヒ素含有トラバーチン中のヒ素分布の特徴把握及び濃集原因の推定。

- ①: 組成分析→電子線マイクロアナライザー (EPMA)
- ②: 形態観察及び簡易組成分析→分析走査電子顕微鏡 (SEM)
- ③: 結晶構造解析→透過電子顕微鏡 (TEM)

調査地域

兵庫県東部猪名川水系平野鉱泉(ヒ素含有炭酸泉)



明治時代より炭酸ガス採取用として大規模に採取
現在、鉱泉水採取は行われていないが、鉱泉水は現在でも採取用井戸から湧出しており、**未処理で河川に放流**されている。

鉱泉水のヒ素濃度が高いことが知られている。
猪名川水系は河川水のヒ素濃度が高くなることあり、主要なヒ素供給源のひとつとされている。

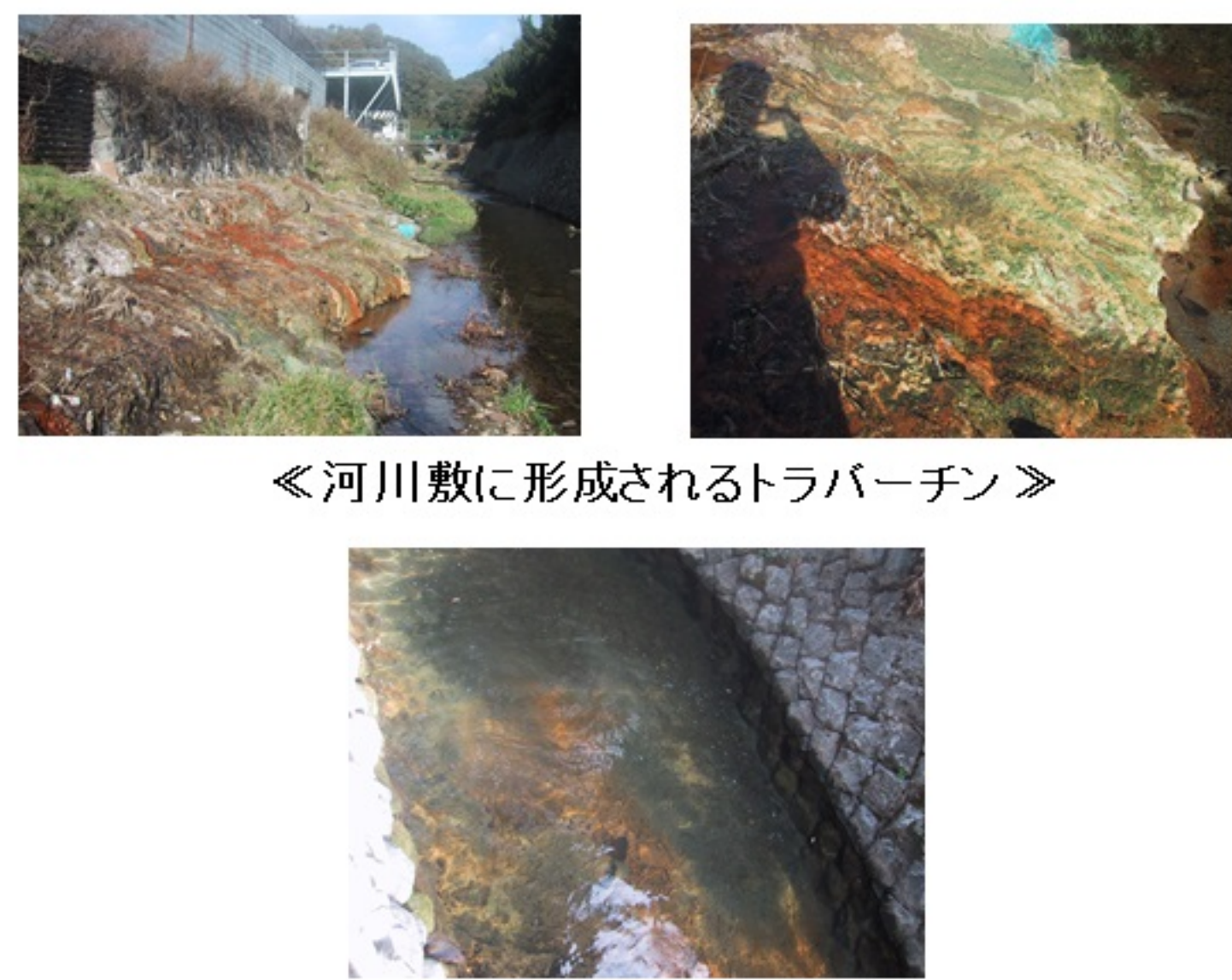
鉱泉湧出部に鉱泉水中の成分が析出して形成された**鉱物集合体(トラバーチン)**が存在する。

①河川への鉱泉放流箇所



≪鉱泉水落下地点に形成されるトラバーチン≫

②河川敷、河川底からの鉱泉湧出状況



≪河川敷に形成されるトラバーチン≫

≪河川底より湧出する鉱泉水≫

③鉱泉水化学組成及び河川水、河川底質のヒ素濃度

Cation(mg/l)				Heavy metal(mg/l)		
Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Mn	As
1912.8	66.5	234.4	99.2	6.07	0.88	0.20

Anion(mg/l)		pH Eh(mV) EC(mS/cm) DO(mg/l)			
Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	pH	Eh(mV)	EC(mS/cm)	DO(mg/l)
2574.3	n.d	6.56	-126	9.04	3.64

≪鉱泉水の化学組成≫

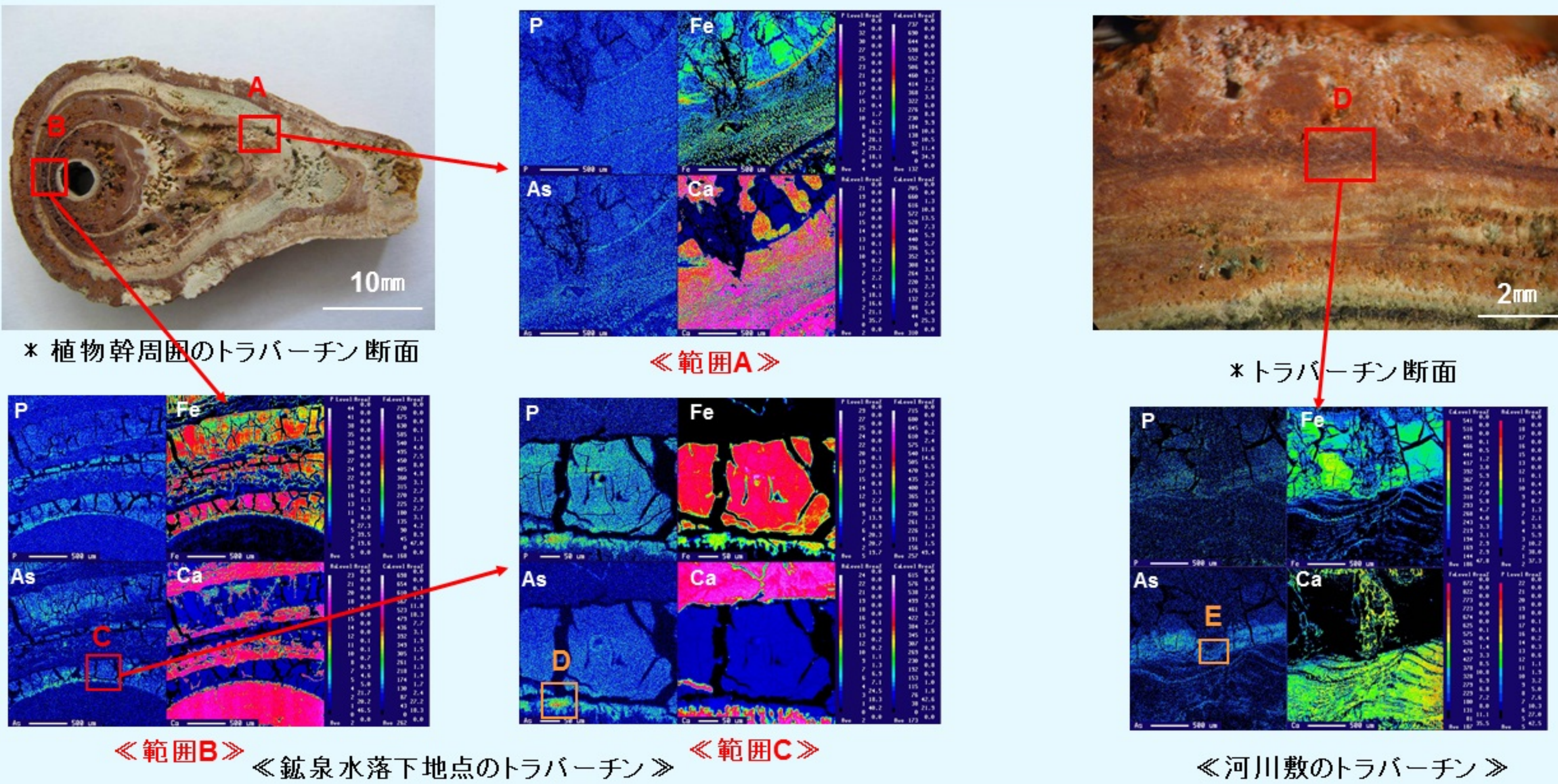
	S-1	S-2	S-3
底質(mg/kg)	1600	51	24
河川水(μg/l)	38	20	19

≪河川水、底質のヒ素濃度≫

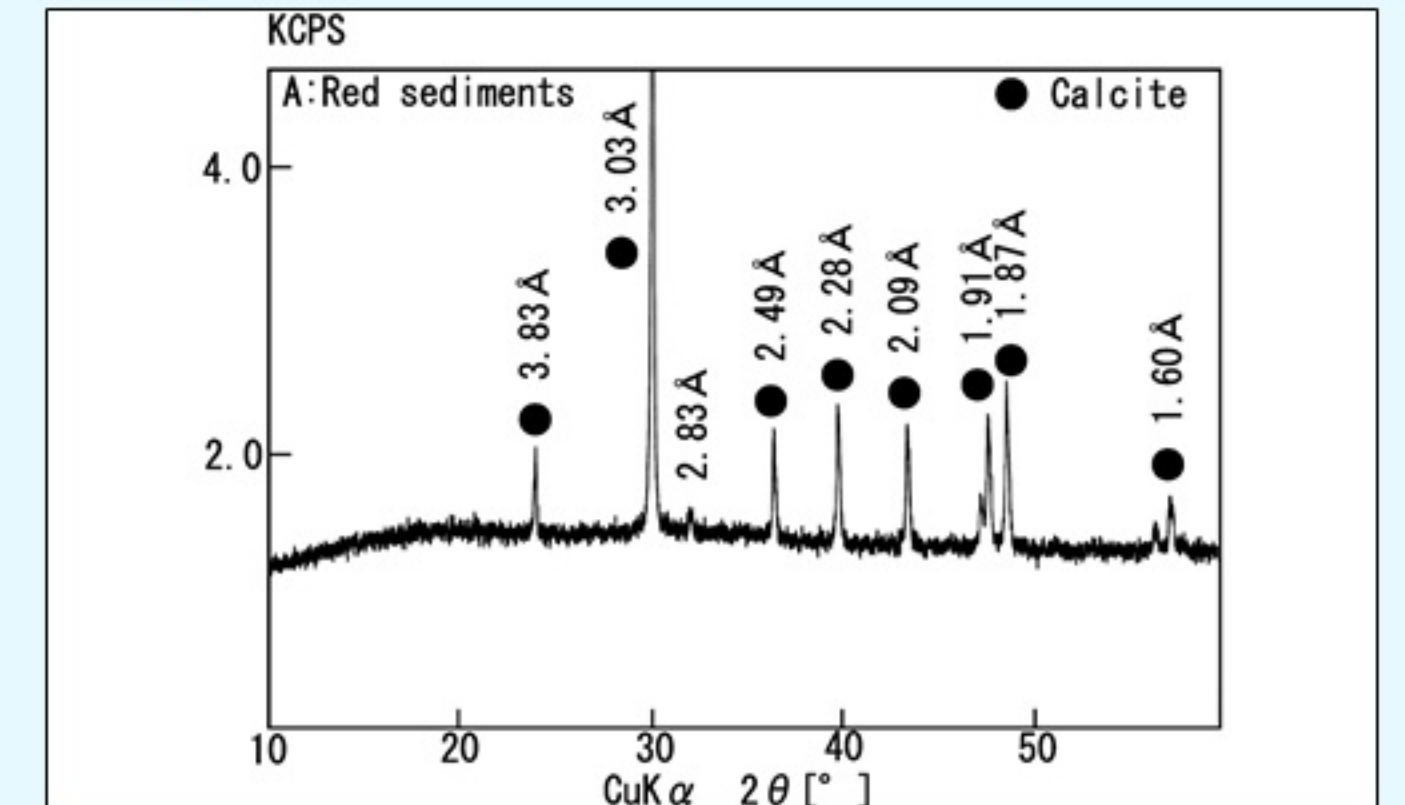
≪鉱泉流入部の河川底質状態≫

結果

①トラバーチン内部の元素分布

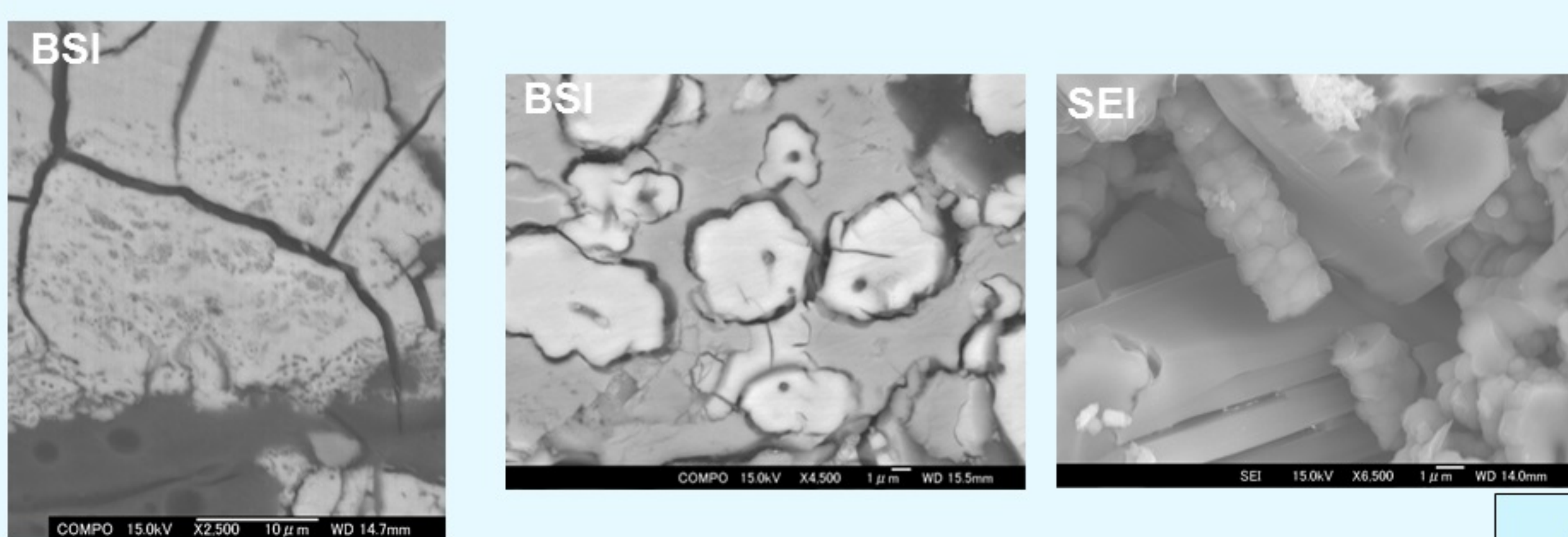


②粉末X線回折(XRD)による鉱物同定

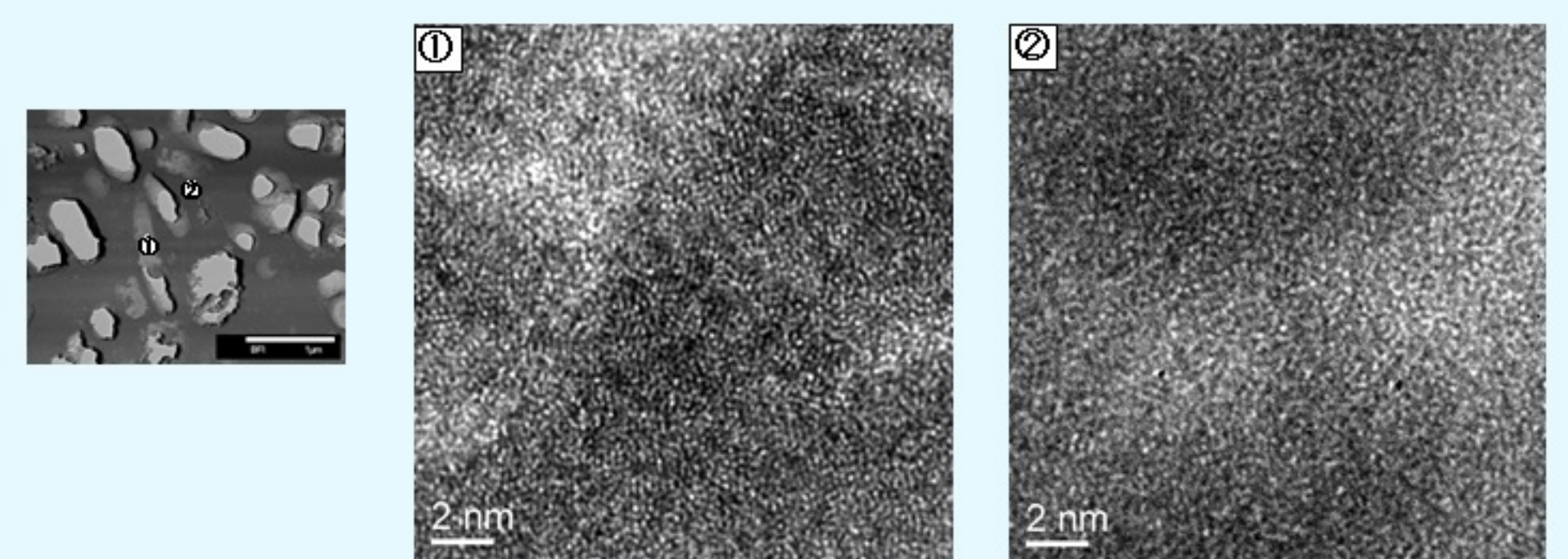


- ① 富Ca部は方解石である。
- ② XRD解析で方解石以外の回折ピークが見られないことより、富Fe部は非晶質鉄鉱物であると推定される。
- ③ 非晶質鉄鉱物中、方解石との境界に沿ってヒ素が濃集している。
- ④ ヒ素濃集部にはリンも濃集している。

③ヒ素濃集部の微細構造(SEM像)



④チューブ状鉄鉱物周囲の原子配列(TEM像)



- ① 中心に微細な空隙を伴った、直径0.1~3μmのチューブ状鉄鉱物が多量に存在する。
- ② チューブ状鉄鉱物では規則的な原子配列が確認されるが、離れるにしたがい原子配列が不規則になる→結晶化がやや促進されている。

結論

非晶質鉄鉱物中のヒ素濃集部にみられる特徴より、ヒ素濃集過程について以下のように推定した。

・チューブ状鉄鉱物→鉄バクテリアなどの微生物により形成される
・リンの濃集→微生物の存在を示唆。

➡ ヒ素濃集部は微生物により形成された可能性がある。

・チューブ状鉄鉱物は他の部分の鉄鉱物より結晶化がやや促進されている

➡ 結晶化がやや促進されたことにより、ヒ素吸着能が高くなり、チューブ状鉄鉱物の形成過程において鉱泉水中のヒ素吸着量が増加し、結果的にヒ素濃集部が形成された。