

揚湯管付着物の化学組成と鉱物組合せ (その3)

Chemical compositions and mineral assemblages of adhesion materials on pumping up pipes (part 3)

鈴木 隆広
Takahiro Suzuki

キーワード: 温泉水, 腐食, スケール, 化学組成, 鉱物組合せ, X線回折, 蛍光X線

Key words: geothermal water, corrosion, scale, chemical composition, mineral assemblage, X-ray diffraction, X-ray fluorescence

I はじめに

温泉井戸では, 水中モーターポンプと揚湯管によって温泉水を汲み上げることが多い。温泉水の泉質によっては, 井戸側管や揚湯管に腐食が起こったり, 温泉スケールが管の内外に付着する。このため, 揚湯管については, 定期的な交換を余儀なくされる。その交換にかかる労力および費用は非常に大きなものであり, 揚湯管の材質選定や使用期間を延ばす方法が課題となっている。

当所では平成14年度から「坑井障害に関する研究」を開始したが, この中で筆者は坑井仕上げ管および揚湯管の腐食メカニズムについて研究を担当している。本報告では, 平成16および17年度の調査で採取した計31個の揚湯管付着物等について, 化学組成と鉱物組合せに関する検討を行ったので, その結果を資料として取りまとめた。

II 試料採取と分析方法

第1表に採取した試料の採取年月日, 泉源名, 採取箇所, 試料名および材質について示した。分析用の試料は, 採集後にオープン(60°C)で約24時間乾燥させ, 瑪瑙乳鉢で粉末にしたものである。

II. 1 X線回折

X線回折には, リガク社製のX線回折装置(RINT2000)を用いた。X線はCuK α を用い, 管電圧30kV, 管電流16mA, 走査速度を4°/min, 走査範囲を2.5°~65°とした。分析するにあたり, 試料としては, 無反射ガラス板上にアルコールで均一に塗布したものをを用いた。X線回折で検出された鉱物は第2表に, 回折パターンは第1図から第8図に, それぞれ示した。

II. 2 蛍光X線分析

蛍光X線分析には, 日本電子社製のエネルギー分散型蛍光X線分析装置(JSX-3201エレメントアナライザ)を用い, ファンダメンタルパラメータ法で分析し

た。管電圧30kV, ライブタイム360秒とし, 分析するにあたり, 試料としては, プラスチックカップホルダーに20t/cm²で圧力充填したものをを用いた。蛍光X線分析で検出された元素は第3表に示したが, 測定強度比が0.001以上の元素のみを取り扱い, mol%を100~10%, 10~1%, 1~0.1%に区分し表示した。

III 分析結果から得られた鉱物組合せの傾向

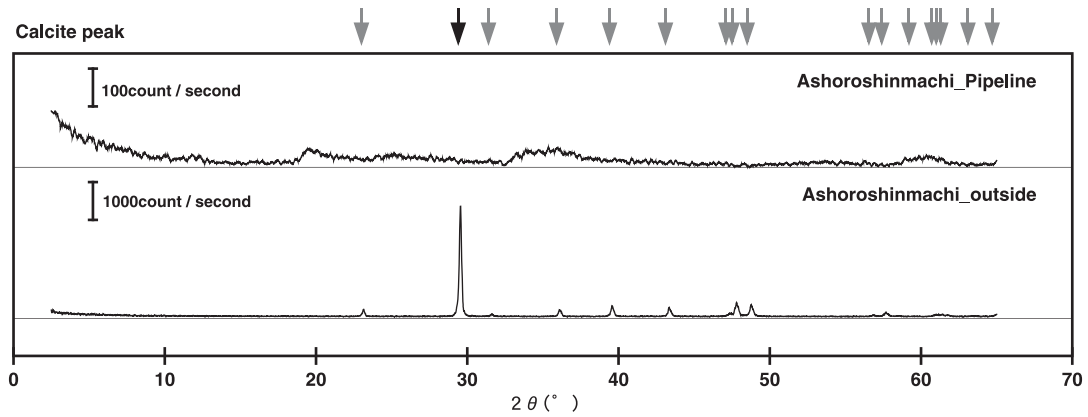
分析の結果, 揚湯管付着物の鉱物は, 大きく以下の組合せに分類できた。

- (1) アモルファス(非結晶)
- (2) 金属腐食系鉱物のみの組合せ(Magnetite・Goethite・Sideriteなど)
- (3) スケール系鉱物のみの組合せ(Aragonite・Calciteなど)
- (4) 金属腐食系鉱物とスケール系鉱物の組合せ

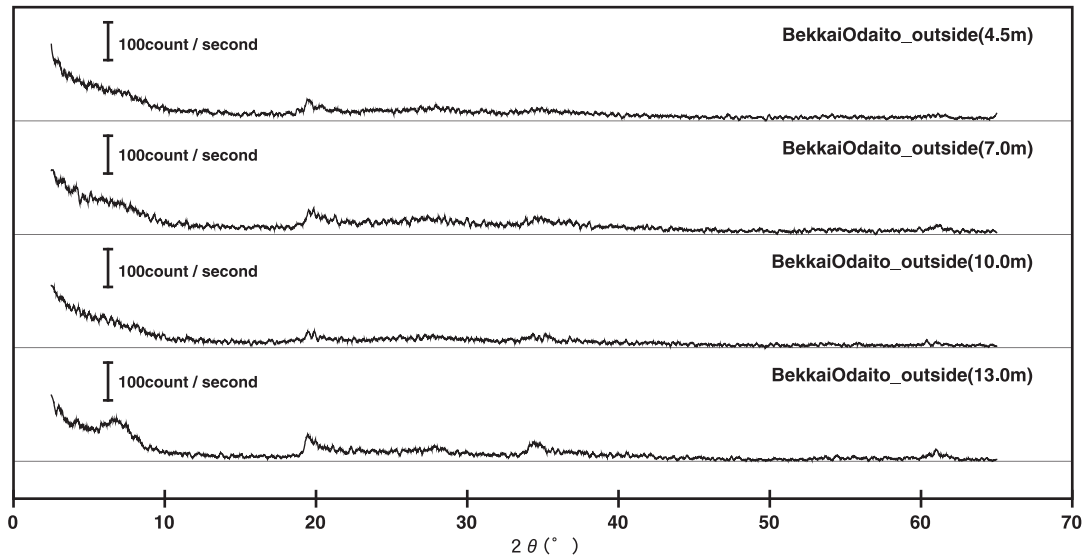
揚湯管材質との関係を見ると, 配管用炭素鋼鋼管の場合は, (2)のMagnetiteとGoethiteの組合せが多い。ステンレス鋼鋼管の場合は, 酸化的環境(管外側)では(2)のMagnetiteとGoethiteの組合せ, 還元的環境(管内側)では(2)のMagnetiteとSideriteの組合せが多い。(3)や(4)のスケール系鉱物は, ほとんどがAragonite・Calciteといったカルシウムスケールであり, 温泉水の泉質や化学条件によって鉱物が異なっている。

謝 辞

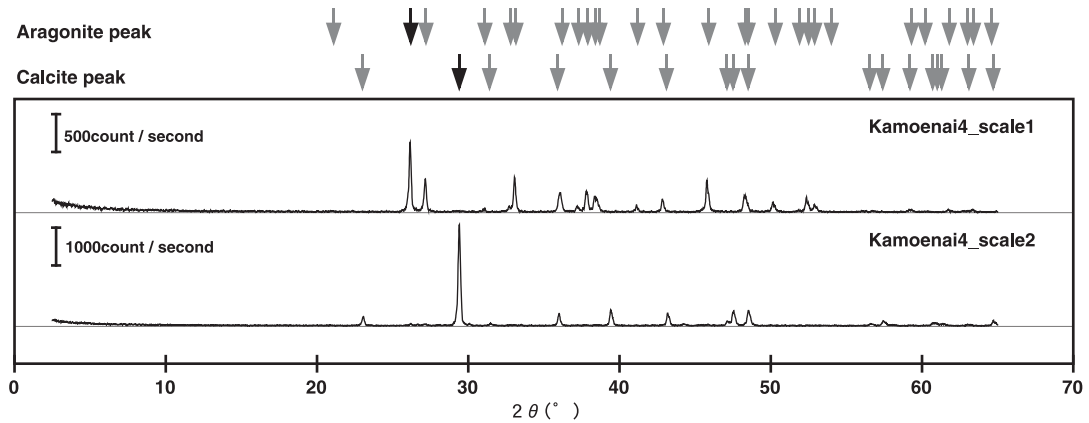
調査にあたり, 泉源所有者には試料の提供に協力していただいた。北海道温泉ポンプ株式会社, 株式会社有賀さく泉工業, および上山試錐工業株式会社には, 作業中にもかかわらず試料の採取に協力していた。当所の黒沢邦彦海洋地学部長と八幡正弘素材資源科長からは, X線回折および蛍光X線の分析にあたりご指導をいただいた。当所の藤本和徳環境地質部長には, 原稿の校閲をしていただいた。以上の方々に, ここに記して感謝の意を表す。



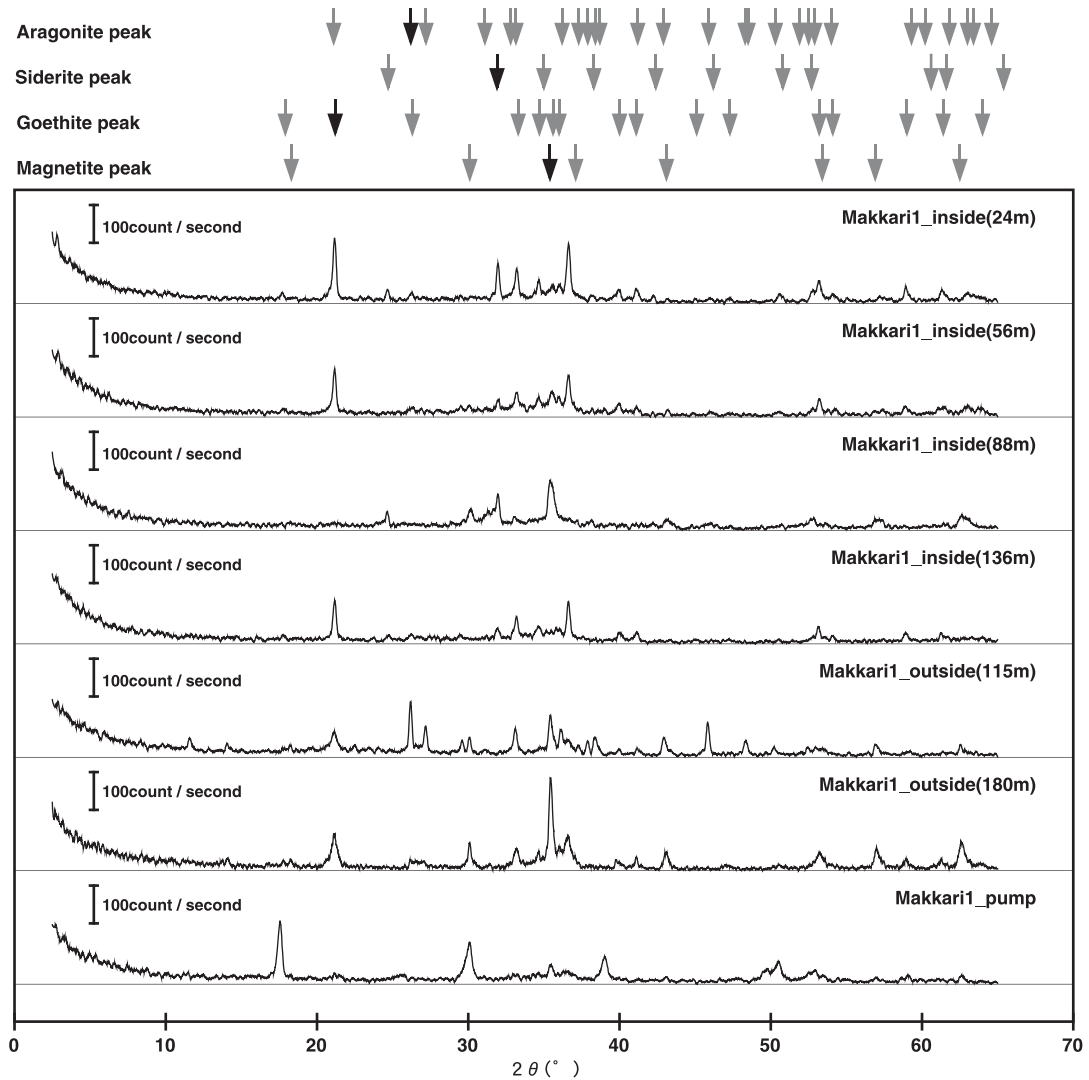
第1図 X線回折結果 (足寄町新町泉源)
Fig.1 Result of X-ray diffraction analysis (Ashoro town shinmachi well).



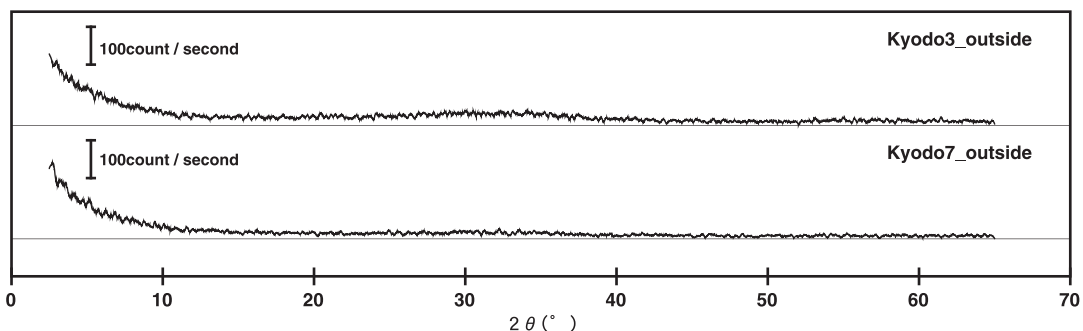
第2図 X線回折結果 (別海町尾岱沼泉源)
Fig.2 Result of X-ray diffraction analysis (Bekkai town odaito well).



第3図 X線回折結果（神恵内村4号井）
 Fig. 3 Result of X-ray diffraction analysis (Kamoenai village No. 4 well).

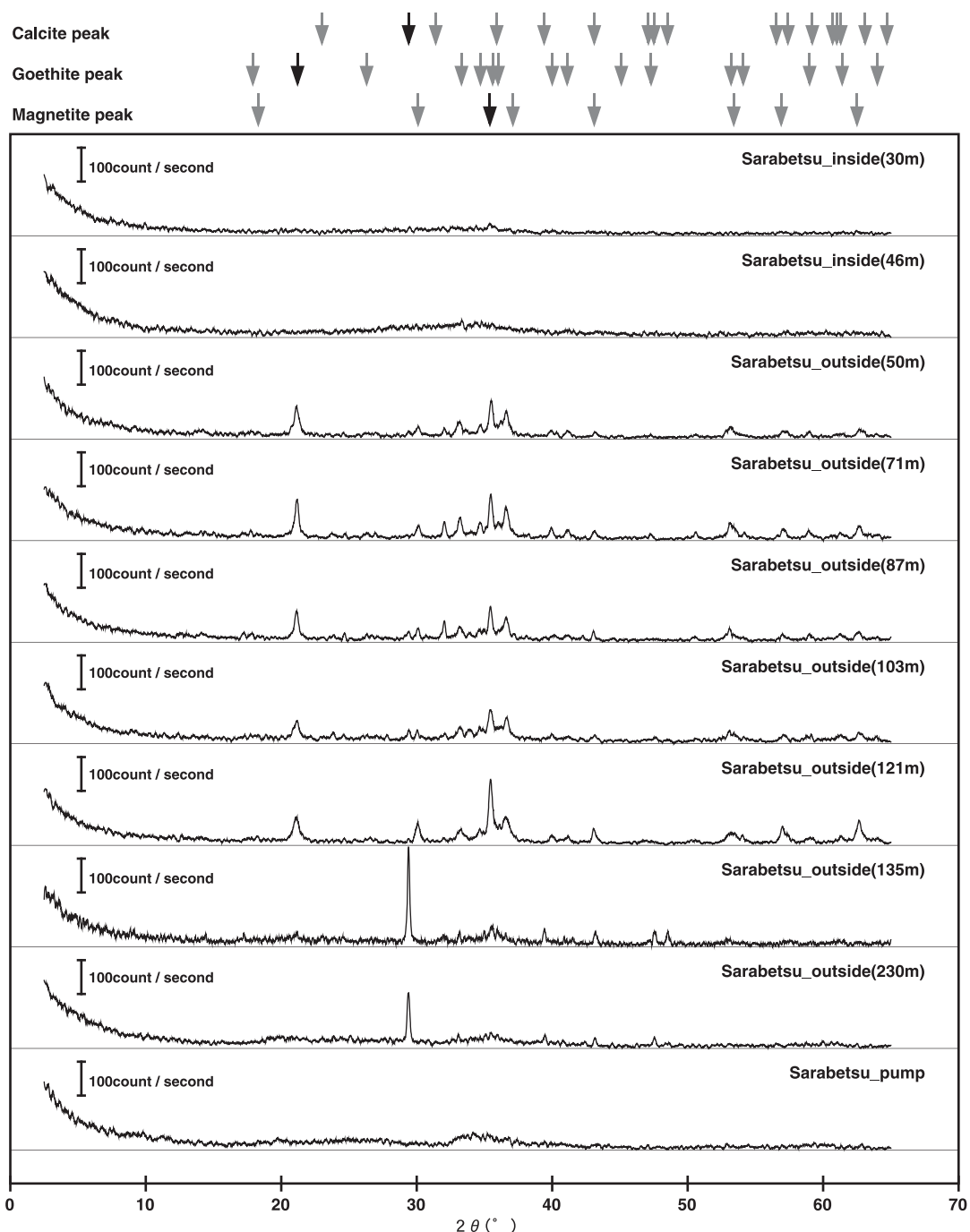


第4図 X線回折結果（真狩村1号井）
 Fig. 4 Result of X-ray diffraction analysis (Makkari village No. 1 well).



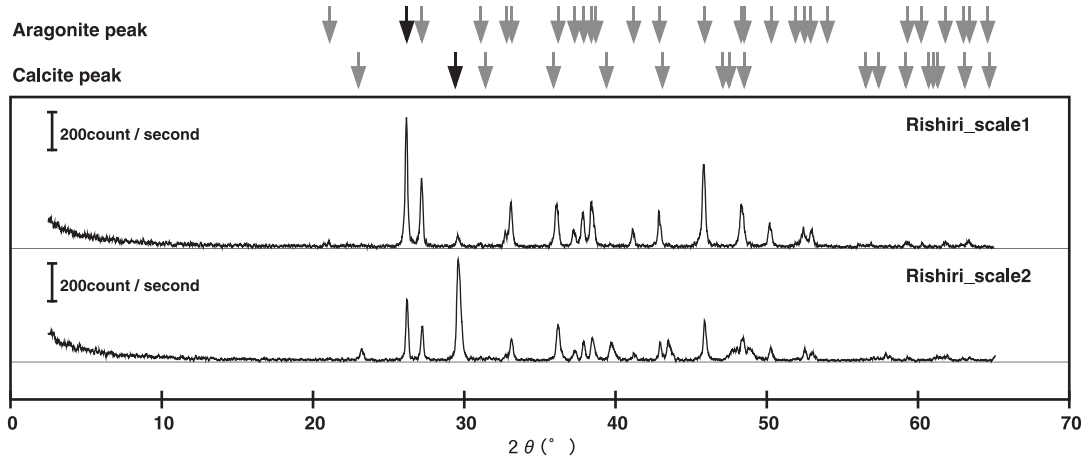
第5図 X線回折結果 (利用協同組合共同3号井および7号井)

Fig. 5 Result of X-ray diffraction analysis (The utilization cooperative association kyodo No. 3 well and kyodo No. 7 well).

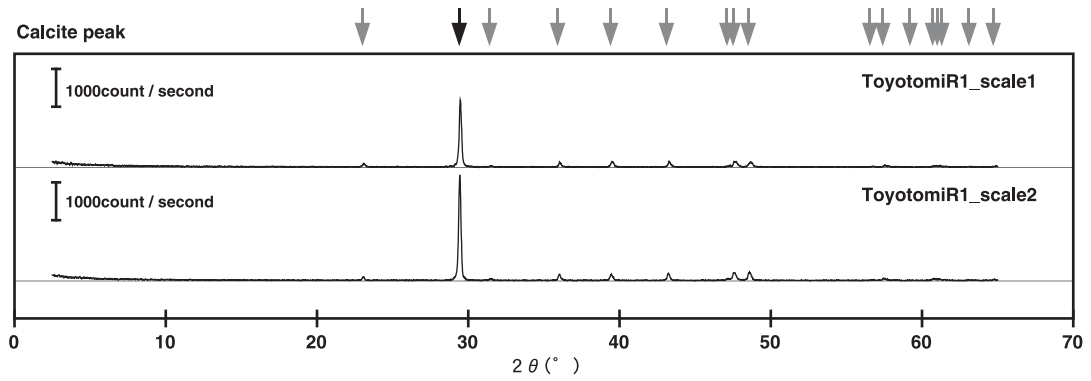


第6図 X線回折結果 (更別村泉源)

Fig. 6 Result of X-ray diffraction analysis (Sarabetsu village well).



第7図 X線回折結果（利尻町泉源）
 Fig.7 Result of X-ray diffraction analysis (Rishiri town well).



第8図 X線回折結果（豊富町R-1号井）
 Fig.8 Result of X-ray diffraction analysis (Toyotomi town R-1 well).

第1表 分析試料一覧
Table 1 A table of samples analyzed

採取年月日	泉源名	採取箇所	試料名	材質
2004/6/21	足寄町新町泉源	送湯管内部	AshoroShinmachi_Pipeline	樹脂製
2004/6/21	足寄町新町泉源	管外側 (深度不明)	AshoroShinmachi_Outside	配管用ステンレス鋼管
2005/3/5	別海町尾岱沼泉源	管外側 (-4.5m)	BekkaiOdaito_outside(4.5m)	配管用ステンレス鋼管
2005/3/5	別海町尾岱沼泉源	管外側 (-7.0m)	BekkaiOdaito_outside(7.0m)	配管用ステンレス鋼管
2005/3/5	別海町尾岱沼泉源	管外側 (-10.0m)	BekkaiOdaito_outside(10.0m)	配管用ステンレス鋼管
2005/3/5	別海町尾岱沼泉源	管外側 (-13.0m)	BekkaiOdaito_outside(13.0m)	配管用ステンレス鋼管
2005/4/5	神恵内村4号井	坑井浚渫時スケール	Kamoenai4_scale1	
2005/4/5	神恵内村4号井	坑井浚渫時スケール	Kamoenai4_scale2	
2005/5/16	真狩村1号井	管内側 (-24m)	Makkari1_inside(24m)	配管用ステンレス鋼管
2005/5/16	真狩村1号井	管内側 (-56m)	Makkari1_inside(56m)	配管用ステンレス鋼管
2005/5/16	真狩村1号井	管内側 (-88m)	Makkari1_inside(88m)	配管用ステンレス鋼管
2005/5/16	真狩村1号井	管内側 (-136m)	Makkari1_inside(136m)	配管用ステンレス鋼管
2005/5/16	真狩村1号井	管外側 (-115m)	Makkari1_outside(115m)	配管用ステンレス鋼管
2005/5/16	真狩村1号井	管外側 (-180m)	Makkari1_outside(180m)	配管用ステンレス鋼管
2005/5/16	真狩村1号井	水中モーターポンプ外側	Makkari1_pump	ステンレス製
2005/6/2	利用協同組合共同3号	管外側 (深度不明)	Kyodo3_outside	配管用ステンレス鋼管
2005/6/2	利用協同組合共同7号	管内側 (深度不明)	Kyodo7_outside	配管用ステンレス鋼管
2005/6/6	更別村泉源	管内側 (-30m)	Sarabetsu_inside(30m)	配管用炭素鋼管 (防食塗装)
2005/6/6	更別村泉源	管内側 (-46m)	Sarabetsu_inside(46m)	配管用炭素鋼管 (防食塗装)
2005/6/6	更別村泉源	管外側 (-50m)	Sarabetsu_outside(50m)	配管用炭素鋼管 (防食塗装)
2005/6/6	更別村泉源	管外側 (-71m)	Sarabetsu_outside(71m)	配管用炭素鋼管 (防食塗装)
2005/6/6	更別村泉源	管外側 (-87m)	Sarabetsu_outside(87m)	配管用炭素鋼管 (防食塗装)
2005/6/6	更別村泉源	管外側 (-103m)	Sarabetsu_outside(103m)	配管用炭素鋼管 (防食塗装)
2005/6/6	更別村泉源	管外側 (-121m)	Sarabetsu_outside(121m)	配管用炭素鋼管 (防食塗装)
2005/6/6	更別村泉源	管外側 (-136m)	Sarabetsu_outside(136m)	配管用炭素鋼管 (防食塗装)
2005/6/6	更別村泉源	管外側 (-230m)	Sarabetsu_outside(230m)	配管用炭素鋼管 (防食塗装)
2005/6/6	更別村泉源	水中モーターポンプ外側	Sarabetsu_pump	ステンレス製
2005/6/22	利尻町泉源	貯湯タンク内沈殿物	Rishiri_scale1	
2005/6/22	利尻町泉源	露天風呂手摺り付着物	Rishiri_scale2	
2005/9/27	豊富町R1号井	内挿管 (深度不明)	ToyotomiR1_scale1	油井用ケーシングパイプ
2005/9/27	豊富町R1号井	内挿管 (深度不明)	ToyotomiR1_scale1	油井用ケーシングパイプ

第2表 分析試料の鉱物組合せ
Table 2 Mineral assemblages of samples

Sample	Minerals						other mineral
	Amorphous	metal group			scale group		
		Magnetite Fe ₃ O ₄	Goethite FeO(OH)	Siderite FeCO ₃	Aragonite CaCO ₃	Calcite CaCO ₃	
AshoroShinmachi_Pipeline	○						
AshoroShinmachi_Outside						○	
BekkaiOdaito_outside(4.5m)	○						
BekkaiOdaito_outside(7.0m)	○						
BekkaiOdaito_outside(10.0m)	○						
BekkaiOdaito_outside(13.0m)	○						
Kamoenai4_scale1					○	○	
Kamoenai4_scale2					○		
Makkari1_inside(24m)			○	○			
Makkari1_inside(56m)			○	○			
Makkari1_inside(88m)		○		○			
Makkari1_inside(136m)			○				
Makkari1_outside(115m)		○	○		○		
Makkari1_outside(180m)		○	○				
Makkari1_pump							○
Kyodo3_outside	○						
Kyodo7_outside	○						
Sarabetsu_inside(30m)	○						
Sarabetsu_inside(46m)	○						
Sarabetsu_outside(50m)		○	○			○	
Sarabetsu_outside(71m)		○	○			○	
Sarabetsu_outside(87m)		○	○			○	
Sarabetsu_outside(103m)		○	○				
Sarabetsu_outside(121m)		○	○				
Sarabetsu_outside(136m)		○	○			○	
Sarabetsu_outside(230m)		○				○	
Sarabetsu_pump	○						
Rishiri_scale1					○	○	
Rishiri_scale2					○	○	
ToyotomiR4_scale1						○	
ToyotomiR4_scale1						○	

第3表 分析試料の化学組成
Table 3 Chemical compositions of samples

Sample	Elements																
	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Sr	Ba
AshoroShinmachi_Pipeline	◎		○		◎			x	x	x	x	◎					
AshoroShinmachi_Outside	◎		x		x					◎	x	○					
BekkaiOdaito_outside(4.5m)	◎	○	x		◎		x		x	○	x	◎					
BekkaiOdaito_outside(7.0m)	◎	○	x		◎		x		x	○	x	◎					
BekkaiOdaito_outside(10.0m)	◎	○	x	x	◎		x		x	○	x	◎					
BekkaiOdaito_outside(13.0m)	◎		x	x	◎	x			○	○	x	◎					
Kamoenai4_scale1	◎		x				x	x		◎							x
Kamoenai4_scale2	◎						x			◎							x
Makkari1_inside(24m)	◎				○		x			x		◎				x	
Makkari1_inside(56m)	◎				○		○			x		◎				x	
Makkari1_inside(88m)	◎				○		○			x		◎				x	
Makkari1_inside(136m)	◎		x		○		x			x		◎				x	
Makkari1_outside(115m)	◎		x		◎		x			◎		◎					
Makkari1_outside(180m)	◎				○		x			x		◎					
Makkari1_pump					○		◎			x		◎					
Kyodo3_outside	◎				○	○				○		◎	x			x	
Kyodo7_outside	◎				○	○	x			○		◎	x			x	
Sarabetsu_inside(30m)	◎				○	x				○		◎					x
Sarabetsu_inside(46m)	◎				○	x	x			○		◎					x
Sarabetsu_outside(50m)	◎				○		x			x		◎					
Sarabetsu_outside(71m)	◎				○	x	x			x		◎					
Sarabetsu_outside(87m)	◎				○	x	x			○	x	◎					
Sarabetsu_outside(103m)	◎				○	x	x			○		◎					
Sarabetsu_outside(121m)	◎		x	x	○		x			x		◎					
Sarabetsu_outside(136m)	◎			x	○		x			○		◎					
Sarabetsu_outside(230m)	◎		x	x	◎		x			○		◎					
Sarabetsu_pump	◎			x	◎	x	x			x		◎					
Rishiri_scale1	◎		x		x		x			◎		x					x
Rishiri_scale2	◎		x		x		x			◎		x					x
ToyotomiR4_scale1	◎		x				x			◎		x		x		x	x
ToyotomiR4_scale1	◎		x		x		x			◎		x				x	x

◎ : 100~10% ○ : 10~1% x : 1~0.1%