

権現森温泉(仙)の析出物元素分析結果 (表1)		権現森温泉(仙)の水質元素分析結果 (表2)	
元素	濃度 (mg/L)	元素	濃度 (mg/L)
Li	0.01	Li	0.01
Na	108	Na	108
K	0.01	K	0.01
Mg	0.01	Mg	0.01
Ca	0.01	Ca	0.01
Mn	0.01	Mn	0.01
Fe	0.01	Fe	0.01
Al	0.10	Al	0.10
Cl	0.01	Cl	0.01
HCO ₃	0.01	HCO ₃	0.01
SO ₄	0.01	SO ₄	0.01
SiO ₂	47.7	SiO ₂	47.7
Total	100.08	Total	100.08

権現森温泉に産出する 鉄質沈殿物の走査型電子顕微鏡による観察

東北大学理学部化学科

鈴木 励子*

(平成7年11月7日受付, 平成7年11月24日受理)

Scanning Electron Microscopy of Ferruginous Deposits from Gongenmori Springs

Reiko SUZUKI

Department of Chemistry, Faculty of Science (Kawauchi North Campus), Tohoku University

Abstract

Two types of ferruginous deposits were collected from the source of Gongenmori Springs, Sendai City. They were morphologically different: one is gelatinous deposit floating on the spring water, and the other massive deposit formed on the bottom. The results of chemical analysis of the deposits were presented together with their SEM and TEM photomicrographs. The gelatinous deposit is aggregates of tubular substances similar to halloysite in appearance, while the massive one is composed of granular precipitates containing fragments of the tubular substances. The mechanism of the formation of the tubular structure and the genetic relationships between these deposits were briefly discussed.

権現森温泉は仙台市の北西部丘陵地権現森(314m)山裾に自然湧出する温泉で、源泉はコンクリート槽内部にある。温泉は泉温11~13℃, pH 6.2~6.3と年間を通じてほぼ一定の状態を維持している。源泉の水深は30cmほどで、水面には黄土色のゲル状浮遊物、槽底には褐色の塊状沈殿物がみられる。同じ槽内に形態の異なる析出物が産出することに注目し、これらの比較研究を行った。

採取した浮遊物は凍結乾燥した。沈殿物は遠心分離後、風乾した。これらについて化学分析、示差熱重量分析を行い、さらに結晶化状態を粉末X線回折、表面状態を走査型電子顕微鏡法によって調べた。温泉水も採取して分析した。

温泉水の分析結果を表1に示す。泉質的にはCa・Na-SO₄泉に分類され、特徴的な成分として、SiO₂ 47.7mg l⁻¹, Fe 2.70mg l⁻¹を含む。ただしAlは0.10mg l⁻¹と低濃度であった。

浮遊物と沈殿物の化学分析の結果を表2に示す。どちらも主成分はFe₂O₃, H₂O, SiO₂, Al₂O₃の相対的濃縮が認められた。とくにSiO₂/Fe₂O₃比(mol/mol)は浮遊物が0.60であるのに対し、

*現在: 〒981 仙台市青葉区小松島2-25-12

表1 権現森温泉水の化学成分 (mg l^{-1})

Li	<0.01
Na	4.80
K	1.86
Mg	3.77
Ca	8.43
Sr	0.04
Mn	0.45
Fe	2.70
Al	0.10
Cl	5.0
HCO ₃	55.5
SO ₄	5.8
SiO ₂	42.6

表2 権現森温泉析出物の化学組成 (重量%)

	浮遊物	沈殿物
H ₂ O(-)	15.06	13.11
Loss on ign.	8.00	10.24
SiO ₂	13.45	22.05
CaO	0.19	0.30
MgO	0.07	0.19
Fe ₂ O ₃	59.29	49.07
Al ₂ O ₃	2.80	3.16
Na ₂ O	0.10	0.15
K ₂ O	0.06	0.12
MnO	0.11	0.35
SO ₃	0.95	0.83
Total	100.08	99.59

沈殿物では0.86と顕著な差がみられた。

これらの外見と化学組成が異なる理由を調べるために、走査型電子顕微鏡(SEM)による観察を行った。写真1は浮遊物のSEM写真である。浮遊物が直径1 μm 、長さ10~20 μm 、厚さ<0.1 μm のパイプ状物質の集合体であることを示す。写真2は沈殿物のSEM写真である。浮遊物にみられたパイプ状物質は存在せず、径~1 μm の粒子が集まり、大きさが10~20 μm の集合体を形成している。

このように浮遊物と沈殿物では明らかな形状の差異が認められた。透過型電子顕微鏡(TEM)による観察も同様の結果を与えた。写真3は浮遊物のTEM写真で、網目状の薄片とパイプ状物質がみられる。写真4は沈殿物のTEM写真で、写真3にみられた薄片とパイプ状物質はみられず、わずかにパイプ状物質の断片と思われるものが混入している。パイプ状物質は800℃に3時間加熱しても、その構造が変化しないことから、これが有機物である可能性は否定された。

粉末X線回折の結果では、浮遊物、沈殿物とも非晶質であった。ただし、上述の加熱浮遊物からは石英と $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ の回折線が認められた。

示差熱重量分析によると、浮遊物は120℃で吸着水の脱離による吸熱ピーク(12%の重量減少)と500℃までに構造水の脱離による吸熱ピーク(15%の重量減少)がみられた。このほか790℃付近には小さい発熱ピークが存在するが、これと $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ の出現とが対応していることから、これは結晶化に伴う発熱と判断された。沈殿物も浮遊物と同様な挙動を示すが、脱水による重量減少が22%と浮遊物よりかなり少ない。組成の違いが含水量に影響を及ぼしていることも考えられる。

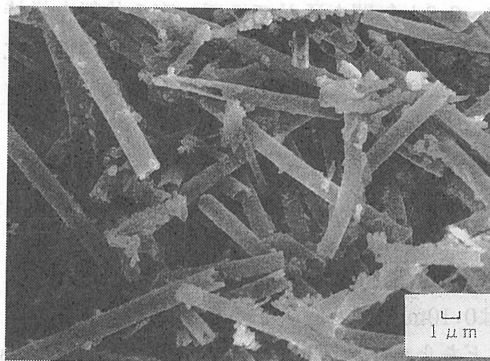


写真1 権現森温泉浮遊物SEM写真

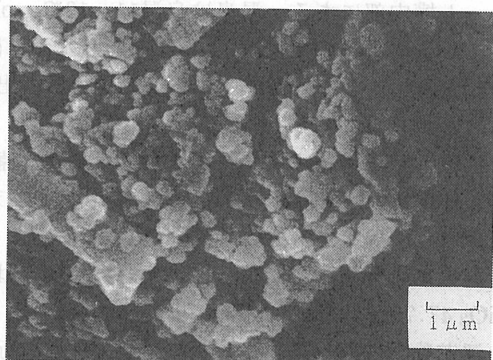


写真2 権現森温泉沈殿物SEM写真



写真3 権現森温泉浮遊物TEM写真

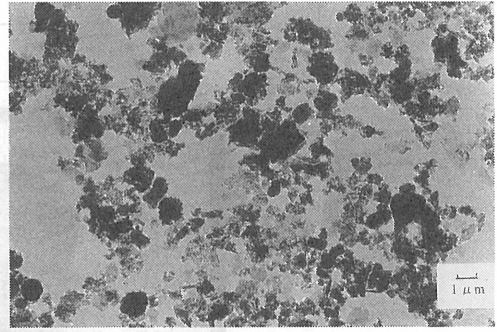


写真4 権現森温泉沈殿物TEM写真

パイプ状の構造をもつ鉱物としては、加水ハロイサイト¹⁾、クリソタイル²⁾、イモゴライト³⁾などが知られている。そのほかにも多くの例が報告されている⁴⁾。田崎⁵⁾はアロフェンがハロイサイトに結晶化する過程で部分的に巻かれ、管状から短管状または球粒状に変化すること、それに伴って組成の変化も進行すると述べた。これに対して、Sudo and Yotsumoto⁶⁾はまず球粒が形成され、それが結晶化するにつれて、表面から一皮ずつ剥がれたシートが部分的に巻かれて管状になると説明した。

権現森温泉で最初に浮遊物が生成し、それが熟成されて沈殿物に移行すると考えるならば、その結晶化過程は田崎の説に近い。しかしこの温泉の浮遊物とアロフェンでは組成的に大きな相違があり、今後の検討をまって結論を出すべきであろう。

謝 辞

走査型電子顕微鏡、透過型電子顕微鏡写真の撮影で金沢大学理学部 田崎和江博士のご協力を得たことを付記し、謝意を表す。

文 献

- 1) Sudo, T., Ossaka, J.: Jap. J. Geol. Geogr., **22**, 215-229, 1952
- 2) Shimoda, S.: Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, Ses. C, **9**, 7-22, 1967
- 3) Cradwick, P.D.G., Farmer, V.C., Russell, J.D. Wada, K., Yoshinaga, N.: Nature Phys. Sci., **240**, 187-189, 1972
- 4) 下田 右: 粘土鉱物研究法, 創造社, 1985
- 5) 田崎和江: 日本地球化学会年会講演要旨, pp.185-186, 1979
- 6) Sudo, T., Yotsumoto, H.: Clays Clay Miner., **25**, 155-159, 1977