

研究課題名：地殻内部を循環した流体・熱水の安定同位体組成

共同利用研究者：澁江 靖弘（兵庫教育大学学校教育学部）

受け入れ研究者：日下部 実

研究期間：H9.8.25～9.1

【研究目的】

花崗岩質マグマの活動と関係して生じた流体や熱水の安定同位体組成を岩石や鉱物の安定同位体組成に基づいて検討する。

【研究方法】

安定同位体比測定用質量分析装置を用いて、次の試料の酸素同位体組成を求める。京都府大谷タングステン鉱床を胚胎する花崗閃緑岩と鉱脈中で産する白雲母と石英。茨城県高値タングステン鉱床で産する白雲母と石英。同位体組成の測定結果と熱水の温度から熱水の酸素同位体組成を算出する。この計算結果をMagmatic fluidの酸素同位体組成や水-岩石相互作用による熱水の同位体組成の変化の観点から解釈する。

【研究結果】

試料の産地と鉱物、試料番号、酸素の収率、および酸素同位体組成(SMOWの同位体組成からの千分偏差値)を測定順に示す。

- ①高取鉱山産脈石英（透明部），TK82071307Tr(1), 148.3%, 17.33‰
- ②高取鉱山産脈石英（白色部），TK 82071306Wh, 90.3%, 16.33‰
- ③MSQ-4, 93.4%, 9.56‰
- ④高取鉱山産脈石英（白色部），TK820317#8Wh, 82.7%, 16.40‰
- ⑤高取鉱山産脈石英，TK82071412, 94.6%, 15.71‰
- ⑥大谷鉱山産脈石英（乳白色），OT#4milk, 92.6%, 18.27‰
- ⑦高取鉱山産脈石英（白色部），TK820317#8Wh(2), 104.2%, 14.03‰
- ⑧大谷鉱山産白雲母（鉱脈中），OTmus8, 77.4%, 17.11‰
- ⑨高取鉱山産脈石英（透明部），TK82071307Tr(2), 96.9%, 15.06‰
- ⑩MSQ-4, 99.5%, 9.37‰
- ⑪大谷鉱山産白雲母（鉱脈中），OTmus12, 75.4%, 16.64‰
- ⑫大谷鉱山産白雲母（鉱脈中），OTmus4, 76.9%, 17.08‰
- ⑬高取鉱山産脈石英（白色部），TK820714#7-22GouWh, 97.5%, 13.98‰
- ⑭高取鉱山産脈石英（白色部），TK820317#8Tr(3), 86.6%, 16.23‰

試料番号で括弧内の数字以外が同じである試料は、同一試料であることを表す。

今回分析した白雲母試料は、その酸素の収率が悪くそのままでは分析結果として用いることができない。収率が悪い理由として、反応時間が短かった可能性がある。OTmus8, OTmus12の2試料について、酸素ガス抽出後に反応管をさらに加熱すると相当量の酸素ガスを得ることができた。収率に換算すると、それぞれ12.5%, 10.4%に達する。再度、これらの試料を分析する時には試料の分解時間を長くすることが必要である。

昨年度の共同利用研究で得られた結果とあわせて考えると、高取鉱床で産する熱水性石英の酸素同位体組成は次の値である（ここでは、収率の悪い時の値は省く）。

- ①TK1305Wh, 15.37‰
- ②TK82071303Tr, 14.68‰
- ③TK82071303Wh, 14.82‰
- ④TK82071301, 14.11‰
- ⑤TK820714#7-22, 13.98‰
- ⑥TK82071412, 15.71‰
- ⑦TK82071307Tr, 15.06‰

脈石の色（白色部と透明部）による酸素同位体組成の違いは無いと言える。白色部の方が多くの大きな流体包有物を含んでいるが、包有物の酸素同位体組成が脈石英の同位体組成に与える影響は無視できる。

Table 1 Concentration of dissolved components, sulfate deposition and $\delta^{34}\text{S}$ values of sulfate in atmospheric deposition at Nagaoka

No.	Sampling period	Rainfall mm	pH	SO42- mg/l	NO3- mg/l	Cl- mg/l	Na+ mg/l	nssSO42- mg/l	SO42- mg/m ² /d	nssSO42- mg/m ² /d	d34S ‰	d34Snss ‰
1	86/04/01 87/04/01	1929	4.71	4.42	0.96	6.91	3.18	3.62	23.40	19.10	7.4	4.5
2	87/04/01 87/12/01	743	5.08	3.37	1.19	4.67	2.76	2.67	10.30	8.10	5.5	1.7
3	87/12/01 88/01/06	313	5.05	4.30	0.91	8.27	5.05	3.03	37.40	26.30	8.7	3.8
4	88/01/06 88/02/03	343	5.35	4.52	0.81	12.00	6.82	2.80	55.40	34.30	10.5	4.5
5	88/02/03 88/03/01	212	5.45	4.45	1.01	9.12	4.37	3.35	34.90	26.30	8.7	4.9
6	88/03/01 88/04/01	178	5.38	5.26	1.38	6.61	3.32	4.42	30.20	25.40	6.0	3.3
7	88/04/01 88/06/01	188	4.83	3.81	1.88	1.97	1.31	3.48	11.70	10.70	3.7	2.1
8	88/06/01 88/08/01	424	4.61	2.15	0.74	0.27	0.22	2.09	14.90	14.60	2.5	2.0
9	88/08/01 88/09/16	193	4.97	2.00	0.80	0.42	0.29	1.93	8.39	8.08	0.9	0.2
10	88/09/16 88/10/01	76	4.55	2.43	1.08	0.68	0.47	2.31	12.30	11.70		
11	88/10/01 88/12/01	623	4.67	3.57	0.72	7.87	4.59	2.41	36.50	24.70	8.9	3.4
12	88/12/01 88/12/28	262	4.27	5.61	0.92	14.70	7.81	3.64	54.40	35.30	10.7	5.5
13	88/12/28 89/03/01	204	4.53	5.55	1.56	10.50	5.48	4.17	18.00	13.50	7.2	2.9
14	89/03/01 89/04/01	68	5.16	7.18	2.62	7.71	4.18	6.13	15.80	13.40		
15	89/04/01 89/07/01	303	5.25	2.98	1.51	1.27	0.81	2.78	9.92	9.24	2.5	1.2
16	89/07/01 89/10/02	536	4.93	1.69	0.88	0.62	0.36	1.60	9.74	9.22	1.4	0.3
17	89/10/02 89/11/01	161	4.67	2.58	0.72	4.12	2.22	2.02	13.90	10.80		
18	89/11/01 89/12/28	504	4.97	4.84	1.81	11.60	6.57	3.18	42.80	28.20	8.7	2.7
19	89/12/28 90/02/27	568	4.73	3.59	0.59	8.72	4.95	2.34	33.40	21.80	9.3	3.4
20	90/02/27 90/03/21	116	5.10	5.65	1.72	8.03	4.60	4.49	19.90	15.80		
21	90/03/31 90/07/02	301	5.28	3.11	1.30	2.33	1.50	2.73	10.10	8.84	3.6	1.3
22	90/07/02 90/10/01	274	4.72	2.40	0.94	1.72	1.07	2.13	7.23	6.41	3.5	1.4
23	90/10/01 90/11/01	195	4.74	1.76	0.55	3.24	1.88	1.29	11.10	8.09		
24	90/11/01 90/12/28	425	4.93	4.45	0.76	17.90	9.56	2.04	33.20	15.20	12.2	2.6
25	90/12/28 91/02/27	680	4.73	3.69	0.67	10.50	6.16	2.14	41.10	23.80	10.3	3.0
26	91/02/27 91/03/30	151	4.58	4.98	1.91	5.14	3.22	4.17	23.50	19.70		
27	91/03/30 91/07/01	237	4.80	3.27	1.88	1.24	0.82	3.06	8.33	7.81	2.8	1.6
28	91/07/01 91/10/01	476	4.81	1.55	0.86	0.83	0.49	1.43	8.02	7.38	2.0	0.4
29	91/10/01 91/11/01	97	4.88	2.48	0.84	2.76	1.47	2.11	7.76	6.60		
30	91/11/01 91/12/27	398	4.84	3.09	0.91	5.66	3.09	2.31	22.00	16.40	7.2	2.8
31	91/12/27 92/02/24	492	4.45	4.66	1.36	11.50	6.22	3.09	38.90	25.80	9.6	4.2
32	92/02/24 92/03/30	196	4.55	3.94	1.90	2.36	1.31	3.61	22.10	20.20		
33	92/03/30 92/06/29	358	4.54	2.99	1.61	1.37	0.90	2.76	11.80	10.90	3.2	1.8
34	92/06/29 92/09/30	495	4.67	1.60	1.06	1.08	0.68	1.43	8.52	7.60	3.0	0.9
35	92/09/30 92/10/30	161	4.79	1.79	0.64	4.08	2.35	1.20	9.61	6.43		
36	92/10/30 92/12/25	566	4.59	3.92	1.03	12.42	7.55	2.02	39.60	20.40	11.3	2.8
37	92/12/25 93/02/22	502	4.55	4.09	1.25	10.10	6.05	2.57	34.80	21.80	9.2	2.6
38	93/02/22 93/03/30	194	4.51	4.48	3.79	9.97	5.59	3.07	23.50	16.10		
39	93/03/30 93/06/30	441	4.81	2.48	1.73	1.35	0.81	2.28	11.90	10.90	3.4	1.9
40	93/06/30 93/09/29	605	4.87	1.00	0.75	0.42	0.28	0.93	6.64	6.17	1.4	0.0
41	93/09/29 93/10/29	198	4.48	6.40	4.06	6.61	4.10	5.37	42.30	35.50		
42	93/10/29 93/12/27	562	4.50	3.36	0.96	10.89	6.27	1.78	32.00	17.00	10.9	2.6
43	93/12/27 94/01/24	252	4.60	4.02	1.14	9.23	5.56	2.62	36.20	23.60	9.8	4.2
44	94/01/24 94/02/21	154	4.71	5.25	1.47	17.46	9.89	2.76	28.90	15.20	11.3	3.2
45	94/02/21 94/03/28	187	4.46	5.69	2.02	12.98	7.15	3.89	30.50	20.80	9.5	4.5
46	94/03/28 94/04/27	22	4.87	7.87	5.55	6.39	4.50	6.74	5.69	4.88	6.0	3.6
47	94/04/27 94/05/30	43	5.37	5.87	4.55	3.95	2.92	5.13	7.65	6.68	4.8	2.6
48	94/05/30 94/06/13	0										
49	94/06/13 94/06/27	54	6.31	3.36	2.52	1.60	0.85	3.15	12.90	12.10	2.2	1.0
50	94/06/27 94/07/13	83	4.61	3.40	1.63	0.61	0.43	3.29	17.60	17.00	2.8	2.2
51	94/07/13 94/08/31	16	5.31	3.03	3.47	1.04	0.59	2.88	1.01	0.96		
52	94/08/31 94/09/28	211	4.43	2.41	1.69	1.23	0.67	2.24	18.20	16.90	3.3	2.0
53	94/09/28 94/10/31	117	5.52	2.77	1.34	2.38	1.55	2.38	9.79	8.40		
54	94/10/31 94/12/26	530	4.81	3.54	0.93	9.90	5.59	2.13	33.52	20.18		
55	94/12/26 95/01/11	180	4.68	3.43	0.86	9.90	5.37	2.08	38.57	23.35		
56	95/01/11 95/01/25	158	4.61	2.63	0.87	7.23	4.16	1.58	29.70	17.80	10.8	4.5
57	95/01/25 95/02/08											
58	95/02/08 95/02/22	70	4.54	4.25	1.73	5.81	3.46	3.38	21.27	16.91	7.7	4.4
59	95/02/22 95/03/28	152	4.69	4.15	2.51	3.89	2.51	3.52	18.59	15.76		
60	95/03/28 95/06/26	242	4.77	3.65	2.53	5.14	2.98	2.90	9.81	7.79	5.5	1.7
61	95/06/26 95/09/27	315	4.64	1.80	1.38	0.90	0.55	1.66	6.10	5.63	3.4	2.0
62	95/09/27 95/10/30	68	6.04	4.81	2.19	12.26	6.70	3.12	9.94	6.45		
63	95/10/30 95/12/27	519	4.79	4.11	1.24	12.75	7.07	2.33	36.85	20.88	11.2	4.2
64	95/12/27 96/02/28	528	4.57	4.21	1.30	12.86	7.12	2.41	35.23	20.20	11.2	4.4
65	96/02/28 96/03/28	136	4.81	5.02	2.44	8.41	4.71	3.83	23.52	17.96		
66	96/03/28 96/06/24	270	4.79	3.96	3.00	4.93	2.95	3.22	12.15	9.87	5.3	1.8
67	96/06/24 96/09/27	434	4.67	1.72	1.54	1.11	0.64	1.56	7.85	7.11	2.2	0.3
68	96/09/27 96/10/28	138	4.67	2.89	1.43	6.25	3.04	2.12	12.86	9.45		
69	96/10/28 96/12/25	457	4.86	3.69	1.34	8.04	4.23	2.63	29.08	20.69	8.5	3.7
70	96/12/25 97/02/26	393	4.59	5.81	1.85	15.73	8.45	3.69	36.24	23.01	10.4	4.7
71	97/02/26 97/03/27	104	4.68	5.57	3.97	6.52	3.65	4.65	19.98	16.69		
72	97/03/27 97/06/30	525	4.81	2.56	1.76	1.86	0.96	2.32	14.15	12.82	3.6	1.9
73	97/06/30 97/09/30	797	5.03	1.06	0.93	0.81	0.48	0.94	9.18	8.14	2.9	0.7

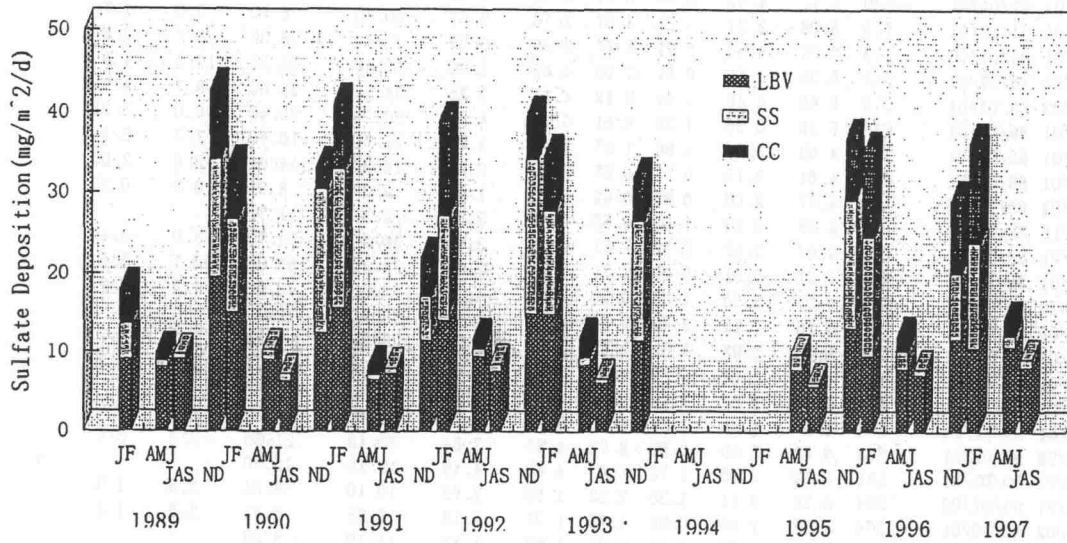


Fig. 1 Contribution of various sulfur sources to atmospheric sulfate deposition at Nagaoka. Assuming that coal combustion do not contribute to the deposition at summer season.

LBV: Local anthropogenic-Biogenic-Volcanic activity, SS: Seasalt, CC: Coal combustion

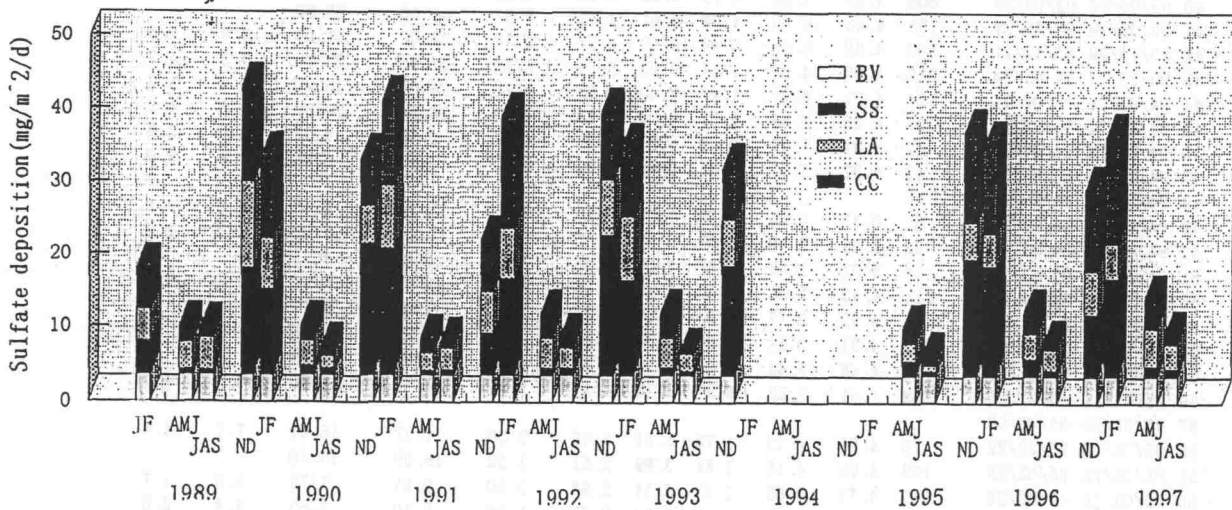


Fig. 2 Contribution of various sulfur sources to atmospheric sulfate deposition at Nagaoka. Assuming that coal combustion contribute to the deposition at summer season.

BV: Biogenic-Volcanic activity, SS: Seasalt, LA: Local anthropogenic activity, CC: Coal combustion