

豊浜トンネル西側坑口崩落崖 に産するスメクタイト

Smeectites from the cliff collapse at the
western entrance of Toyohama Tunnel

北海道大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻
松枝 大治・岩崎 一郎

Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science,
Hokkaido University
Hiroharu Matsueda and Ichiro Iwasaki

Abstract

Smeectite minerals in hyaloclastite from the cliff collapse at the western entrance of Toyohama Tunnel are chemically analyzed with electron probe micro-analyzer (EPMA). They are nontronite~magnesian nontronite in composition and are intimately associated with iron-hydroxides(?). They might be terrestrial weathering products based on the modes of occurrences and their chemical compositions.

1. はじめに

大規模岩盤崩落事故が発生した積丹半島豊浜トンネル付近には、新第三紀中新世の水冷火砕岩類（ハイアロクラスタイト）が発達する。本岩相は海底火山活動の産物で、“グリーンタフ”の主要構成岩相を成し、活動期における海水との著しい反応による変質作用を被っている可能性が高い。松枝ほか(1996)は、主に顕微鏡観察やX線粉末回折結果に基づいて、これらの水冷火砕岩類の変質作用の程度について言及した。それによれば、豊浜トンネル付近から採集された水冷火砕岩類は比較的新鮮であり、変質作用の程度は弱い。しかし、細粒基質部では著しいスメクタイト（モンモリロナイト）の生成が認められ、また割れ目を充填するスメクタイト細脈も発達する。これらは、その産状や鉱物学的な特性から、陸上における風化作用の産物であると推定された。

本報告では、この主要変質鉱物であるスメクタイトのEPMAによる化学分析を行い、その化学組成的な特徴について述べる。

2. 検討試料

EPMA化学分析に供した岩石試料は、豊浜トンネル西側坑口崩落崖から採集された水冷火砕岩である。写真1に見られるように、主な構成鉱物片の斜長石や単斜輝石は比較的

新鮮なものが多いのに対して、基質部では著しいスメクタイト様粘土鉱物の形成が生じている。このスメクタイト様粘土鉱物は碎屑岩片を充填し、鏡下では黄褐色～暗褐色を呈する。薄片の鏡下組織観察では、コロフォーム状や皮殻状組織を示す部分も認められる。

検討試料について研磨薄片を作成し、同一研磨薄片中の異なる2箇所(写真1:Pos.A,B)における新鮮な斜長石、単斜輝石、および基質変質部のスメクタイト様粘土鉱物のEPMA化学分析を試みた。

3. EPMA化学分析

EPMA化学分析では、当教室所有のJEOL JCMA-733型を使用した。分析条件は、基本的には通常の条件による。しかし、高含水量の粘土鉱物は電子線ビームに弱く、分析時に試料が著しいダメージを受けやすいことから、それを抑制するために試料電流を通常の約1/2程度($0.01\mu\text{A}$)とし、またビーム径を $10\mu\text{m}$ に広げて分析を行った(日本粘土学会編, 1987)。それらの分析結果を第1～3表に示す。

新鮮な斜長石は灰長石成分($\text{An}\%$)が50～70%で、labradorite組成のものであるが、僅かに Fe_2O_3 (0.5～0.9wt%)を含む特徴がある(第1表)。一方単斜輝石は、化学組成的には普通輝石であるが、均質で1.8wt%前後の Al_2O_3 を含有する(第2表)。

スメクタイト様粘土鉱物の分析結果(第3表)によれば、異なる分析点間で多少化学組成的な差が認められ、特に Fe_2O_3 含有量に顕著な違いが存在する(Pos.A:37～45wt%, Pos.B:28～31wt%)。Fe含有量の高い部分は、暗鏡下観察でも褐色を呈する。しかし、それらは化学組成的にはいずれもnontronite(鉄モンモリロナイト)と称されるもので、共通して著しく Al_2O_3 に乏しい特徴が認められるが、一部にはMgに富むものもある。

このほかEPMA化学分析結果の詳細な検討によれば、スメクタイト鉱物に密接に伴う水酸化鉄(非晶質?)の存在も示唆される。

4. まとめ

今回分析を行った豊浜トンネル崩落崖から採集された水冷火砕岩の変質粘土鉱物は、化学組成的にnontronite(鉄モンモリロナイト)に相当するもので、顕微鏡およびX線粉末回折により推定された結果と矛盾しない。同一試料においても多少の化学組成変動が認められ、nontronite～magnesian nontroniteに同定されるが、天然産のものの中では著しくFeに富む種である(Deer et al., 1962)。前述のように、スメクタイトに伴う鉄水酸化物の存在も推定され、さらに詳細な検討が必要と思われる。このスメクタイトは、その産状や化学組成の特徴から地表における風化作用の産物と推定され、その鉱物の物理的特性と岩盤崩落との因果関係についても検討が必要である。

文 献

Deer, W.A., Howie, R.A. and Zussman, J. (1962): Rock-forming minerals. Vol. 2, 3, 4. Longmans, Green and Co. Ltd.

松枝大治・平間正男・渡辺暉夫(1996): 積丹半島豊浜トンネル崩落崖付近の水冷火砕岩類の変質作用。北海道地区自災科資センター報告, Vol. 11, p. 71-76.

日本粘土学会編(1987): 粘土ハンドブック 第二版。1354 P, 技報堂出版。

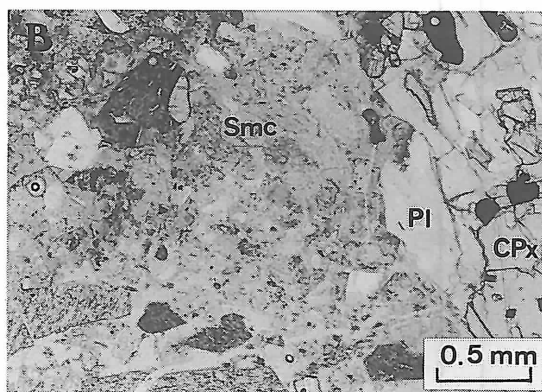
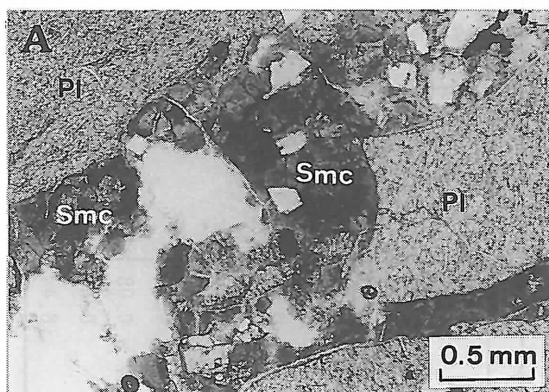


写真 1. EPMA化学分析試料（豊浜産スメクタイト）の透過顕微鏡写真。

A : Pos.A, B : Pos.B.

Abbrev.; Smc:smeectite, Pl:plagioclase, CPx:clinopyroxene.

第1表. 豊浜産斜長石のEPMA化学組成.

Pos.No.	A-8	B-36	A-12
SiO ₂	50.64	52.76	55.69
TiO ₂	0.00	0.06	0.00
Al ₂ O ₃	30.29	28.44	26.41
Fe ₂ O ₃	0.92	0.69	0.50
Cr ₂ O ₃	0.07	0.02	0.00
MnO	0.05	0.01	0.02
MgO	0.08	0.05	0.04
CaO	13.76	12.21	9.98
Na ₂ O	3.10	4.07	4.98
K ₂ O	0.14	0.14	0.21
Total	99.05	98.45	97.83

Numbers of ions on the basis of 32(O).			
Si	9.31	9.71	10.22
Ti	0.00	0.01	0.00
Al	6.57	6.17	5.71
Fe ³⁺	0.13	0.10	0.07
Cr	0.01	0.00	0.00
Mn	0.01	0.00	0.00
Mg	0.02	0.01	0.01
Ca	2.71	2.41	1.96
Na	1.11	1.45	1.77
K	0.03	0.03	0.03

Ab	28.7	37.3	46.8
An	70.4	61.8	51.9
Or	0.9	0.9	1.3

第2表. 豊浜産単斜輝石のEPMA化学組成

Pos.No.	B-23	B-40	B-38
SiO ₂	51.21	51.23	51.34
TiO ₂	0.44	0.49	0.50
Al ₂ O ₃	1.78	1.76	1.91
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00
FeO	11.75	12.00	11.76
MnO	0.40	0.66	0.58
MgO	14.84	14.06	13.48
CaO	18.82	19.53	19.50
Na ₂ O	0.20	0.24	0.21
K ₂ O	0.00	0.00	0.00
Total	99.44	99.96	99.27

Numbers of ions on the basis of 6(O).			
Si	1.93	1.93	1.95
Al	0.07	0.07	0.05
Al	0.01	0.01	0.04
Ti	0.01	0.01	0.01
Cr	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.37	0.38	0.37
Mn	0.01	0.02	0.02
Mg	0.84	0.79	0.76
Ca	0.76	0.79	0.79
Na	0.01	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00

Fe	18.8	19.4	19.3
Mg	42.6	40.3	39.6
Ca	38.6	40.3	41.1

第3表. 豊浜産スメクタイトのE P M A化学組成.

Pos.No.	A-49	A-22	A-19	A-16	A-5	B-48	B-42	B-33	B-31
Si O ₂	45.21	48.35	45.64	43.24	41.01	53.74	54.44	55.19	52.73
Ti O ₂	0.00	0.02	0.24	0.10	0.07	0.26	0.20	0.09	0.20
Al ₂ O ₃	1.82	0.91	3.12	1.03	0.84	2.69	2.31	2.14	2.63
Fe ₂ O ₃	36.92	40.76	39.38	42.99	45.35	28.58	28.80	29.97	31.42
Cr ₂ O ₃	0.06	0.00	0.06	0.04	0.00	0.03	0.03	0.02	0.04
MnO	0.08	0.00	0.07	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05	0.00
MgO	0.86	2.35	2.60	2.36	1.87	3.71	3.55	3.31	2.95
CaO	3.85	1.75	1.93	1.43	1.64	3.09	1.65	1.53	2.21
Na ₂ O	0.86	0.10	0.13	0.18	0.04	0.42	0.23	0.31	0.41
K ₂ O	0.00	0.41	0.27	0.36	0.23	0.51	0.19	0.19	0.37
H ₂ O (+)	(11.14)	(5.34)	(6.56)	(8.26)	(8.96)	(6.95)	(8.60)	(7.21)	(6.99)
T o t a l	(100.00)	(100.00)	(100.00)	(100.00)	(100.00)	(100.00)	(100.00)	(100.00)	(100.00)

Numbers of ions on the basis of 24(O,OH).									
Si	6.07	6.91	6.45	6.10	5.81	7.26	7.18	7.39	7.16
Al	0.29	0.15	0.52	0.17	0.14	0.43	0.36	0.01	0.43
Ti	0.00	0.00	0.23	0.01	0.01	0.03	0.02	0.34	0.02
Fe ³⁺	1.64	0.94	0.80	1.72	2.04	0.28	0.44	0.26	0.39
Fe ³⁺	2.09	3.44	3.39	2.85	2.80	2.62	2.42	2.76	2.82
Cr	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Mg	0.17	0.50	0.55	0.50	0.39	0.75	0.70	0.66	0.60
Ca	0.55	0.27	0.29	0.22	0.25	0.45	0.23	0.22	0.32
Na	0.22	0.03	0.04	0.05	0.01	0.11	0.06	0.08	0.11
K	0.00	0.08	0.05	0.06	0.04	0.09	0.03	0.03	0.06
OH	(9.97)	(5.09)	(6.18)	(7.78)	(8.47)	(6.26)	(7.57)	(6.44)	(6.33)