

岩盤地すべり箇所における変質指標を用いた地質構造および変質特性の検討

奥山ボーリング株式会社 ○鈴木 聡
 秋田大学 石山大三
 奥山ボーリング株式会社 栗山大助
 奥山ボーリング株式会社 藤井 登
 奥山ボーリング株式会社 鈴木真悟

1. はじめに

火山岩類が分布する岩盤地すべり箇所では、産状や岩相、岩石物性などが多様なため、火山岩の種類や変質の程度、変質作用の種類を認定し、地質構造やすべり面形成の素因となる変質特性について精度良く推定することは困難を伴う場合がある。今回はこれらの課題を解決する手法として、黒鉱鉱床などの探査手法で用いられる変質指標¹⁾を応用し、岩盤地すべり箇所の火山岩類の変質特性や原岩を推定した。その結果をもとに、岩盤地すべり箇所の地質構造やすべり面形成の素因について検討した。

2. 研究対象地の概要

研究対象とした岩盤地すべりが位置する秋田県北東部の小坂地域は、海底火山の一連の活動で生成したと考えられる黒鉱鉱床が分布し、海底火山活動に伴い形成された火山岩類は熱水変質作用が顕著なことが知られている(石川, 1991など)²⁾。

3. 変質指標を用いた手法の概要

はじめに、黒鉱などの火山性塊状硫化物鉱床の探査指標として示されている Ishikawa alteration index (AI) と Chlorite-carbonate-Pyrite index (CCPI) の各変質指標値を全岩分析結果より下記の(1)、(2)の式にて求める。

Ishikawa AI

$$AI = \frac{100 (K_2O + MgO)}{(K_2O + MgO + Na_2O + CaO)} \quad (1)$$

Chlorite-carbonate-pyrite index (CCPI)

$$CCPI = \frac{100 (MgO + FeO)}{(MgO + FeO + Na_2O + K_2O)} \quad (2)$$

次に、図-1に X 座標が AI の値を、Y 座標が CCPI の値となるようにプロットする。その結果、least altered box, すなわち熱水変質作用が僅かな範疇であるボックス内であれば、変質が僅かで、かつ大まかな火山岩の区分が認定できる。一方、熱水変質作用を受けた場合、図のボックス外の右側にプロットされる。特に、黒鉱鉱床近くの強変質岩は least altered box を大きく逸脱した橙色のゾーンにプロットされる。

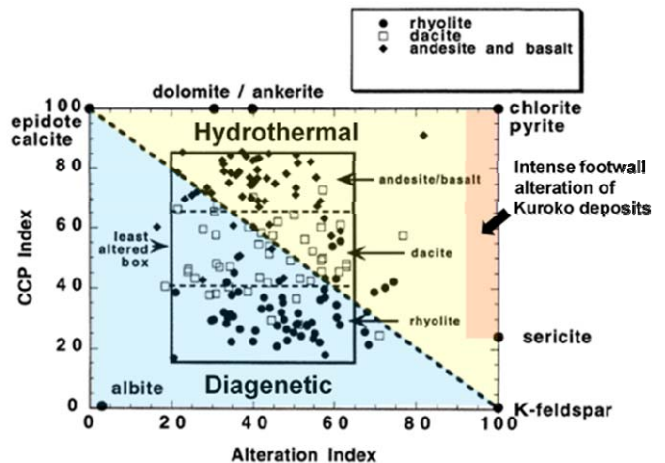


図-1 変質指標による変質の有無と火山岩の区分

Large et al., (2001)に加筆

4. 解析

(1) 変質指標値による解析

表-1に、調査ボーリングで採取した試料の全岩化学分析値と、変質指標値を示す。この値をグラフにプロットした結果を図-2に示す。分析値は、大きく2つのグループに区分される。それらは、ボックス右側のボックスの範囲外～黒鉱鉱床近傍の変質の領域にプロットされるグループ(図-2の Ry の範囲)と、弱変質である安山岩～玄武岩の範囲にプロットされるグループ(図-2の An の範囲)である。特に流紋岩質凝灰岩は、黒鉱鉱床近傍の変質岩の領域に含まれる(図-2の Tf の範囲)。このことは、本岩が熱水変質作用を被っていることを示している。ほかの流紋岩も、弱変質岩の領域から熱水変質岩の領域の間に分布しており、熱水変質作用を被った可能性がある。一方、安山岩溶岩と考えられた岩石は、least altered box の中に含まれる。この結果は、続成変質作用によりスメクタイトを含む秋田県五城目の富津内地域の安山岩類と類似する。

以上のことより、流紋岩類の変質作用と安山岩類の変質作用は異なる可能性があり、小坂地域の岩盤地すべり箇所では二種類の変質が共存している可能性がある。

表-1 火山岩類の化学組成と変質指標値

試料番号	Wt (%)								
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
Boring.No.	BV-1	BV-1	BV-1	BV-2	BV-2	BV-2	BV-3	BV-3	BV-3
Sampling Depth (m)	29.4-29.5m	57.1-57.2m	77.45-77.55m	12.50-12.60m	41.30-41.40m	66.50-66.60m	13.7-13.8m	35.65-35.80m	72.40-72.50m
岩石名	流紋岩	安山岩	流紋岩	流紋岩	安山岩	流紋岩	流紋岩	安山岩	流紋岩
wt % SiO ₂	76.18	59.18	75.54	79.00	62.77	80.83	77.11	64.59	79.17
TiO ₂	0.11	0.81	0.11	0.09	0.85	0.09	0.10	0.80	0.11
Al ₂ O ₃	11.89	14.98	12.07	10.50	15.47	10.21	12.20	14.97	11.26
Fe ₂ O ₃	1.29	6.89	1.26	1.74	6.74	0.94	0.94	6.21	0.99
MnO	0.06	0.33	0.07	0.01	0.26	0.06	0.05	0.17	0.04
MgO	2.41	5.02	2.97	0.21	2.97	2.43	1.74	3.28	1.91
CaO	0.12	1.48	0.08	0.06	2.56	0.05	0.07	0.38	0.03
Na ₂ O	2.42	2.33	1.59	1.12	4.90	0.22	1.75	3.34	0.07
K ₂ O	2.03	1.71	2.27	5.93	0.70	2.21	2.51	1.70	3.26
P ₂ O ₅	0.02	0.23	0.02	0.01	0.25	0.01	0.01	0.20	0.03
(LOI)	2.76	6.26	3.06	1.47	2.52	3.01	2.81	4.20	2.84
Total	99.29	99.21	99.03	100.15	99.99	100.04	99.28	99.84	99.72
Ishikawa alteration index (AI)	63.61	63.90	75.82	83.83	32.98	94.48	69.98	57.28	98.07
Chlorite-carbonate-pyrite index (CCPI)	44.55	73.54	51.53	20.16	61.72	57.40	37.80	63.79	45.69

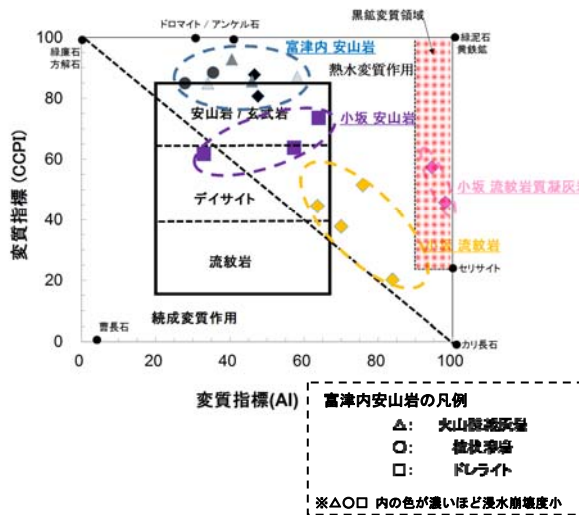


図-2 変質指標による変質の有無と火山岩の区分

Large et al., (2001)に加筆

(2) 岩盤地すべり箇所の地質構造および変質特性の解析

・ An のゾーンに該当する火山岩

熱水変質作用は僅かであり、原岩はデイサイト～安山岩～玄武岩に区分される。本岩石は、周辺の地質図などから安山岩溶岩と考えられ、後述する流紋岩溶岩とは明らかに異なる。したがって、地質構造は円頂丘の形状ではなく図-3 の様に岩脈～岩床状であることが考えられる。また、ボーリングコアで確認された本岩の分布深度を結ぶと、すべり面に対してすべり台状に分布することが考えられる。従って、安山岩溶岩の分布形態が地すべりの形状を規制した可能性がある。

・ Ry～Tf のゾーンに該当する火山岩

ボックス外の右側にプロットされることから熱水変質作用を被ったことが想定できる。特に、流紋岩中に不規則に分布する岩片と基質が同質でかつ境界が不鮮明な特徴を有する流紋岩質凝灰岩 (Tf) は、強い熱水変質作用

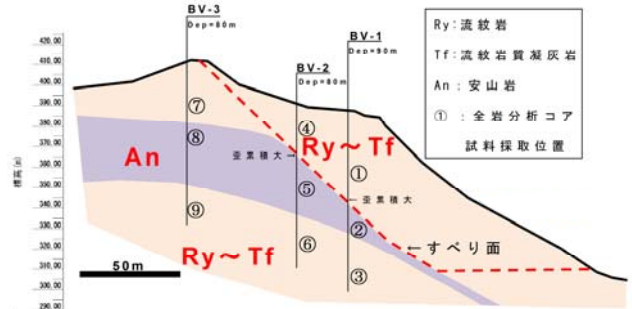


図-3 岩盤地すべりの主側線断面図と試料採取位置

を被っている。これらの岩石が、すべり面形成の素因となったことが考えられる。

5. まとめ

変質指標を用いた手法は、火山岩類の変質作用を定量的に区分できる。さらに、変質のために岩石の色などが変わり、原岩の推定が難しくなった岩石についても原岩の推定ができる。その結果、地質断面図などで地質構造と変質作用の関連性を精度良く表現できる。また、岩盤地すべりのすべり面形成の素因となる変質特性を定量的に示すことが可能と考えられる。

《引用・参考文献》

1) Large, R. R., Gemmell, J. B., Paulick, H. (2001) : The Alteration Box Plot: A Simple Approach to Understanding the Relationship between Alteration Mineralogy and Lithochemistry Associated with Volcanic-Hosted Massive Sulfide Deposits, Economic Geology, Vol. 96, pp. 957-971.
 2) 石川洋平(1991) : 黒鉱—世界に誇る日本の資源をもとめて—, 共立出版株式会社, pp. 19-23.