

Advanced Argillic Alteration

渡辺 寧*

Advanced Argillic Alteration

Yasushi Watanabe*

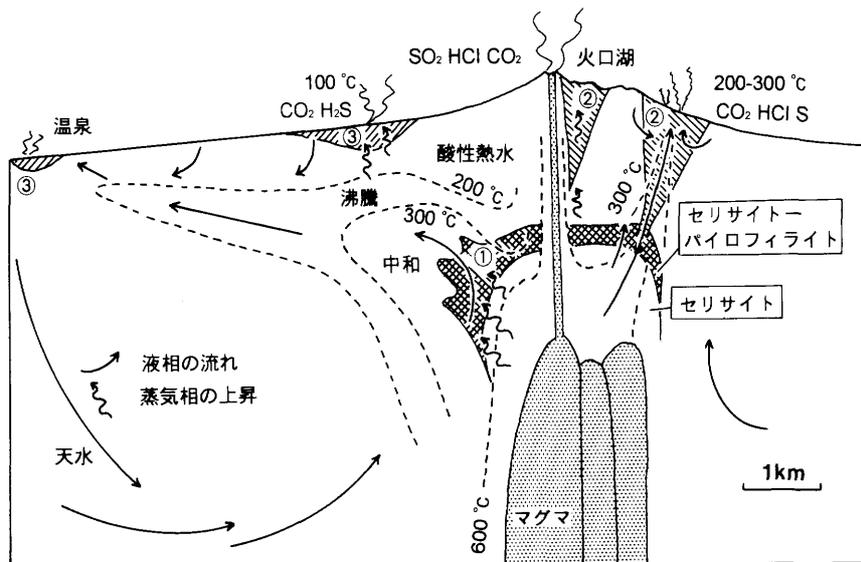
Advanced argillic alteration はセリサイト変質やプロピライト変質とならぶ熱水変質作用の1つであり、デューカイト、カオリナイト、パイロフィライトの産出により特徴づけられる。通常、セリサイト、石英を含み、頻繁に明ばん石、黄鉄鉱、電気石、トパーズ、ズニアイト、非晶質粘土を伴う (Meyer and Hemley 1967)。Advanced argillic alteration は、スメクタイトやカオリナイトを主とする中間粘土変質作用 (intermediate argillic alteration) と対比して、高度粘土変質作用 (井沢, 1996)、または前進粘土質変質作用 (エヴァンズ, 1996) と和訳されているが、いずれの名称も未だ定着していない。この変質作用は、主として酸性の熱水が岩石と反応することにより形成されることから、日本では酸性変質作用、またその作用により形成された変質帯を酸性変質帯と呼称してきた (例えば歌田, 1977)。

Advanced argillic alteration は、Meyer and Hemley (1967) の定義に従えば、主として次の3つの環境において形成される：(1)高温型のセリサイト変質帯の周辺、(2)貫入岩上方に位置する酸性変質部、(3)地表の温泉・噴気口の周辺部 (第1

図)。これらのうち、一般的には(2)の変質に対して、advanced argillic alteration の語が広く用いられてきた。

(1)は主としてセリサイトとパイロフィライトの鉱物組み合わせからなる。この環境は、マグマから分別した熱水が、セリサイトの安定領域からセリサイト-パイロフィライトの安定領域境界にまで温度が低下 (360°C~280°C) することにより実現される (Hemley and Hunt, 1992 : 第2図)。この場合には熱水は必ずしも強酸性である必要はなく、また酸性度の変化も必要としない。このような例はポーフィリー型鉱床に伴われるセリサイト変質帯 (Hemley and Hunt, 1992 : 第1図の①) や、西南日本やフォッサマグナ地域のろう石鉱床 (松本, 1979) にしばしば認められる。

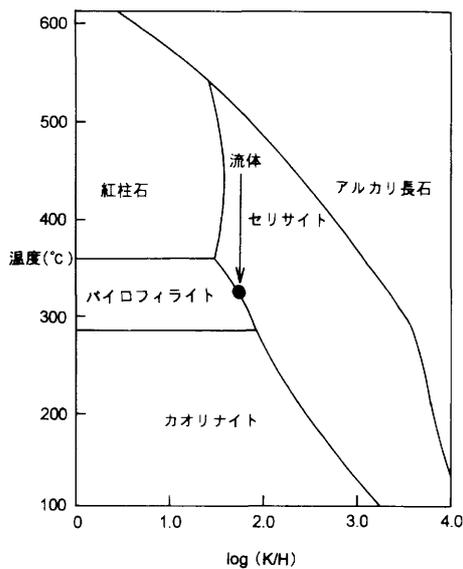
(2)はデューカイト、カオリナイト、パイロフィライト、明ばん石、黄鉄鉱、ダイアスポア、トパーズ、ズニアイト等の産出により特徴づけられる。この環境では、これらの鉱物がセリサイトと平衡状態で共存することは極めて稀である。この環境の変質帯は安山岩~デイサイト質複成火山体の中心付近に頻繁に認められ、また高硫化系浅熱水性鉱床に伴われる (第1図の



第1図. Advanced argillic alteration と貫入岩との概念的な位置関係図 (Hedenquist et al., 1996を改変)。図中の①, ②, ③の変質帯は本文中の(1), (2), (3)の環境に対応。

1997年11月12日受付 1997年11月19日受理。

*東京支部, 地質調査所資源エネルギー地質部, 〒305 つくば市東1-1-3。



第2図. アルミナ珪酸塩鉱物の安定領域図 (Hedenquist et al., 1997を改変). 横軸の $\log (K/H)$ は KCl/HCl のモル比. 横軸左側の方がより酸性.

②). この変質作用は、マグマから放出された SO_2 が温度の低下とともに起こす自己酸化還元反応、および HCl , H_2SO_4 の分離により形成された酸性の熱水 (又は蒸気) (Arribas 1995) が母岩と反応することにより生じる。形成温度はおおよそ $320^\circ C \sim 200^\circ C$ である。この環境は、北海道小樽市の赤岩酸性変質帯や南茅部町の古武井変質帯、南九州の高硫化系鉱床 (春日・赤石等) に伴われる変質帯に代表される。Sillitoe (1995) は、ポーフィリー型鉱床や高硫化系浅熱水性金鉱床がこの環境の変質帯を頻繁に伴うことから、貫入岩上部に大規模に発達する advanced argillic alteration とその周辺部の粘土変質帯を一括してリソキャップ (lithocap) と呼び、鉱床探査のターゲットにすべきであると提案している。

(3)はカオリナイトや非晶質粘土の産出により特徴づけられ、しばしばトリディマイトやクリストバライトを伴う。明ばん石を伴うこともあるが、ディッカイトやパイロフィライトは出現しない。このタイプの変質帯は、地表付近で硫化水素ガスが酸化することにより形成された硫酸酸性水が母岩と反応し、カオリナイト等が沈殿することによる (第1図の③)。形成温度は $200^\circ C$ 以下である。北海道上士幌町の勢多鉱山では、かつてこのタイプのカオリナイトが鉱床として採掘された。

このように厳密に定義に従えば、advanced argillic alteration は貫入岩に伴う変質帯から地表の温泉や噴気口周辺の変質帯までが含まれ、必ずしも酸性熱水によるものだけではない。また形成される温度範囲も極めて広い。従って、この用語を使用するにあたっては、上記のどの環境の変質作用を指しているかを明示するなどの注意を要する。逆にこれらの環境を正しく把握することにより、地質時代の火山体の中心部を深部から浅



第3図. Advanced argillic alteration を受けた北海道古武井地域の安山岩溶岩の反射電子像 (Watanabe et al. 1997). スケールは 100μ . Al: 明ばん石 [$(K, Na) Al_3 (SO_4)_2 (OH)_6$], Sv: スバンベルジャイト [$SrAl_3 (SO_4) (PO_4) (OH)_6$], Zy: ズニ石 [$Al_{13}Si_5O_{20} (OH)_{18}Cl$].

部まで垣間見ることのできるものである。

文 献

- Arribas AJr (1995) Characteristics of high-sulfidation epithermal deposits, and their relation to magmatic fluids. Mineral Assoc Canada Short Course Series, 23: 419-454.
- エヴァンズ (三宅輝海訳) (1996) 鉱床地質学序説. 山洋社, 427p.
- Hedenquist JW, Arribas AJr and Reynolds TJ (1997) Evolution of an intrusion-centered hydrothermal system: Far Southeast-Lepanto porphyry and epithermal Cu-Au deposits, Philippines. Econ Geol (in press).
- Hedenquist JW, Izawa E, Arribas AJr and White N (1996) Epithermal gold deposits: styles, characteristics, and exploration. Soc. Resource Geol, Spec Pub 1, Tokyo, 1p.
- Hemley JJ and Hunt JP (1992) Hydrothermal ore-forming processes in the light of studies in rock-buffered systems: II. Some general geologic applications. Econ Geol, 87: 23-43.
- 井沢英二 (1996) 粘土変質作用. 地学事典, 平凡社, 993.
- 松本寛造 (1979) ろう石鉱床の探鉱開発指針. 鉱山地質, 29: 281-290.
- Meyer C and Hemley JJ (1967) Wall Rock Alteration. In: Barnes HL (ed) Geochemistry of hydrothermal Ore Deposits, 166-235, Holt, Rinehart and Winston, Inc, New York.
- Sillitoe RH (1995) Exploration of porphyry copper lithocaps. In: Mauk JL and George JSt (eds), Proceedings of the 1995 PACRIM Congress, 527-532.
- 歌田 実 (1977) 鉱床母岩の変質作用. 現代鉱床学の基礎, 東京大学出版会, 145-159.
- Watanabe Y, Aoki M and Yamamoto K (1997) Advanced argillic alteration in the Kobui area, southwestern Hokkaido, Japan. Resource Geol, 47: 263-281.