

沖縄トラフ海底熱水域における熱水性カオリン鉱物の産状と形成

Occurrence and formation process of kaolin minerals in seafloor hydrothermal fields in the Okinawa Trough

堤 彩紀¹、*石橋 純一郎¹、野崎 達生²、高谷 雄太郎³

Saki Tsutsumi¹, *Jun-ichiro Ishibashi¹, Tatsuo Nozaki², Yutaro Takaya³

1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.海洋研究開発機構海底資源研究開発センター、3.早稲田大学創造理工学部環境資源工学科

1.Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2.Research and Development (R&D) Center for Submarine Resources, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 3.Department of Resources and Environmental Engineering School of Creative Science and Engineering, Waseda University

<はじめに>

沖縄トラフの熱水域は海底が厚い堆積物に覆われており、熱水や海水との反応によって形成された粘土鉱物がしばしば観察される。粘土鉱物を対象にした過去の研究に、酸性変質鉱物であるカオリン鉱物が存在する深度での重金属元素の濃集が報告されている。本研究では、海底掘削で得られた堆積物に見られたカオリン鉱物を対象として、産状観察を詳細に行い、そこで起こっている化学反応についての考察を行った。

<試料と分析>

研究に使用した試料は、沖縄トラフ伊平屋北海丘の海底熱水域で掘削により採取された堆積物試料である。アキサイトのSite C9016B (27°46.6' N, 126°54.6' E, depth = 1124 m)で海底面から海底下140mまでの堆積物試料、オリジナルサイトのSite BMS I-4 (27°47.4' N, 126°53.9' E, depth = 1048 m)で海底下4 mまでの堆積物試料を用いた。粉末にした試料およびそこから水ひにより粘土鉱物を集めた試料についてX線回折法(XRD)による鉱物同定を行い、また乾燥させた堆積物について電界放出形走査型電子顕微鏡(FE-SEM)による産状観察を行った。

<結果:Site C9016B>

海底下8.5-11.0 mの堆積物中に多様なカオリン鉱物 (ハロイサイト・カオリナイト・ディッカイト) が含まれていた。カオリン鉱物は形状に多様性を持ち、9.2 mでは細粒な(~1 μm)管状のハロイサイト、9.64 mでは管状のハロイサイトとブロック状のカオリナイト、10.8 mではブロック状の(~15 μm)ディッカイトなどが観察された。9.2 mでは火山性砕屑物の表面が変質を受け、カオリン鉱物が形成されている様子が観察された。またこの深度で、閃亜鉛鉱・方鉛鉱・重晶石が共存し、粒径は数十μmのものが多かった。10.8 mでは、細粒の黄鉄鉱のみが見られた。これらの硫化鉱物・硫酸塩鉱物はいずれも粘土鉱物に囲まれていた。11.0 mでカオリン鉱物の他にイライトが観察され、11.5 mの堆積物では、カオリン鉱物は全く見つからずイライトのみが観察された。

<結果:Site BMS I-4>

海底下0.1 - 3.6 mの堆積物にカオリン鉱物が含まれていた。カオリン鉱物は全て細粒な(~1 μm) 六角板状のカオリナイトである。0 -2.0 mまでスメクタイトが含まれていた。堆積物中に含まれる粘土鉱物はこの2種類のみで、深さ方向に対し、粘土鉱物の量比がスメクタイト>カオリナイトからカオリナイト>スメクタイトとなっていた。0.1 - 0.3 mに重晶石、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄鉄鉱が見られた。2.5 - 3.6 mでは閃亜鉛鉱と黄鉄鉱が含まれていた。これらの硫化鉱物や硫酸塩鉱物はSite C9016Bと同様に粘土鉱物に囲まれていた。3.6 mの試料には、カオリナイトのほかにドロマイトが産出しており、この深度で鉱物の組合せが大きく変わっている。

<考察>

Site C9016Bで採取された140 m長のコア試料中でカオリン鉱物が産出するのは約2.5 mだけであった。しかも、この狭い範囲で深さ方向にハロイサイト・カオリナイト・ディッカイトと異なるカオリン鉱物が見られた。この多様性が鉱物形成温度を反映しているとする、50°C以上の温度勾配を持つと考えられる。12.0mでは、高温環境下で形成されると考えられているイライト・Mgクロライトが産出していることから、カオリン鉱物が産出深度の数m深い場所では、200°C近い高温環境であることが推察される。つまり、これを熱源とし

て、それぞれの産出した深度に対応したカオリン鉱物が形成されたと考えられる。

Site BMS I-4でカオリナイトが産出するのは約3.5 mである。観察の結果、スメクタイトからカオリナイトが形成されたと考えられる。このサイトのカオリナイトの形成温度は、酸素同位体比のからおよそ100℃であった。つまり、沖縄トラフ海底下で形成されるスメクタイトの形成温度と差が見られないことから、間隙水のpHの低下に伴ってカオリナイトの形成が起こったと考えられる。

さらに、金属元素の硫化鉱物や硫酸塩鉱物が粘土鉱物に包まれて産出している様子が観察できた。これらの鉱物はカオリン鉱物を形成した流体から沈殿した可能性が高い。カオリン鉱物を形成した酸性の流体が金属元素を運び、堆積物中での物理化学的環境の変化によってその場で硫化鉱物・硫酸塩鉱物の沈殿が起こったと考えられる。

キーワード：酸性熱水変質反応、科学海底掘削、海底熱水循環系、カオリナイト、沖縄トラフ

Keywords: acid hydrothermal alteration, scientific ocean floor drilling, seafloor hydrothermal system, kaolinite, Okinawa Trough