

Microtexture of pseudomorph textures of serpentinites from Oshima Peninsula, Fukui Prefecture, Japan

山口, 海

<https://hdl.handle.net/2324/1654661>

出版情報：九州大学, 2015, 博士（理学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）

氏 名	山口 海			
論 文 名	Microtexture of pseudomorph textures of serpentinites from Oshima Peninsula, Fukui Prefecture, Japan (福井県大島半島に産する蛇紋岩仮晶組織の微細組織観察)			
論文調査委員	主 査	九州大学	助教	上原誠一郎
	副 査	九州大学	教授	加藤 工
	副 査	九州大学	教授	奈良岡 浩
	副 査	九州大学	准教授	久保 友明

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

地球の上部マントルを構成するかんらん岩が水と反応して形成される蛇紋岩は、地球の水循環、地震発生、断層運動に関係した非常に重要な岩石である。古くから蛇紋岩組織の薄片観察や X 線回折法による同定が行われ、代表的な組織として仮晶組織や再結晶組織、蛇紋石脈について記載されている（例えば Wicks and Whittaker, 1977）。蛇紋岩の主成分鉱物である蛇紋石(serpentine)は結晶構造に基づいて antigorite, chrysotile, lizardite に大別されている。他に, polygonal serpentine, polyhedral serpentine と呼ばれる種類も有り, これらの鉱物種の同定は主に X 線回折法により行われているが, 類似した回折パターンを示し同定が非常に難しい。このため蛇紋岩の構成鉱物の分析には透過電子顕微鏡(TEM)を用いた微細組織, 電子回折パターンの観察が有効である。蛇紋岩の仮晶組織は原岩の特徴を残しており, 蛇紋岩化の過程を考察する上で重要な組織である。

本研究は福井県大島半島に分布する蛇紋岩の産状調査および試料収集を行い, 室内において偏光顕微鏡観察, X線回折分析, エネルギー分散型 X 線検出器(EDS)付き走査電子顕微鏡(SEM)により分析し, 代表的な試料を選びそれらについて TEM による微細組織観察を行ったものである。

その結果, 本地域の蛇紋岩は粒径 100 μm 程度の網目状組織と幅 0.1 ~ 5 mm の脈からなる。脈は一般的な蛇紋石脈と異なり, 縁辺部が褐色を呈す。本研究ではこの脈と褐色の縁辺部を総括して“脈状組織”と呼称している。太い脈状組織に近い網目状組織ほど蛇紋岩化が進行しており, 脈状組織が網目状組織形成に影響を与えている。脈状組織中心部は蛇紋岩化当時の熱水経路の痕跡であると考えられ, その存在により蛇紋岩組織形成過程が複雑化している。主な構成鉱物として, 網目状組織には lizardite, forsterite, 脈状組織には lizardite, polygonal serpentine, pyroaurite, magnetite が確認され, その他に enstatite, brucite, chromite が確認された。また, awaruite (Ni_3Fe)がいずれの試料にもみられ, 本地域に普遍的に存在すること明らかにした。

網目状組織は各セルがコアとリムに区別され, また脈状組織に近い網目状組織のリムは外側と内側の 2 層に分帯されるなど, 数度にわたる形成環境の変遷が示唆される。外側リム, 内側リムは lizardite の結晶がセル境界に垂直に配列していた。リムを形成する lizardite は, 典型的な柱状を示すものと, 形の歪んだ低結晶性のものが確認された。脈状組織付近の多層からなるリムは主に低結晶性の lizardite からなり, 柱状 lizardite も同時に確認された。蛇紋岩化の程度が低い網目状組織のリムには結晶性の高い柱状 lizardite のみ観察された。外側/内側リム境界, セル境界は粒径 100 nm 以下の微細な serpentine 粒子が充填していた。粒径 200 ~ 300 nm の awaruite の微細粒子が多数存在し,

セル境界，外側/内側リム境界，コア/リム境界に沿って配列するというこれまでに記載例のない独特な産状を示していた。awaruite の存在は，蛇紋岩化作用で forsterite 中の 2 価鉄が還元されたことを示し，熱水中の H_2 活動度が高い還元的な形成環境を示唆する。コアは serpentine の細粒からなる無色のものと，serpentine，brucite からなる青色のものが観察された。青色のコア中の brucite は鉄を含み，蛇紋岩化時に出る余剰な Mg, Fe がその場に残存したことを示す。

脈状組織は境界が明瞭な二層からなり，偏光顕微鏡下において無色の中心部と褐色の外部が観察される。中心部は polygonal serpentine，外部は lizardite，pyroaurite を主とし，いずれも magnetite が帯状に入っていた。脈状組織外部では，蛇紋岩化作用における Mg, Fe, Ni などの余剰な元素が pyroaurite に濃集していた。Pyroaurite は Fe^{3+} を含む鉱物で酸化的な形成環境を示唆するが，magnetite に伴い awaruite，pentlandite がみられることから，脈状組織形成の初期には熱水中に H_2 , H_2S が含まれていたと考えられる。

本地域の蛇紋岩組織は元素の濃集の傾向が独特である。脈状組織中心部や網目状組織リムは，Mg, Fe 等の余剰元素が組織の外に拡散しているが，脈状組織外部や網目状組織の青色コアではこれらの余剰元素が濃集していた。また網目状組織の各境界には awaruite 微細粒子が配列し，Ni, Fe の濃集を示していた。

大島半島の蛇紋岩形成過程は 3 段階に分けられる。最初に典型的な網目状組織形成過程があり，柱状 lizardite からなるリムが形成される。次に網目状組織のセル境界に沿って割れ目が生じ，熱水の流入が起こる。割れ目の周辺は変質して脈状組織外部となり，同時に割れ目に近い網目状組織はさらに蛇紋岩化され多層からなるリムが形成される。このとき形の歪んだ低結晶性の lizardite が形成される。リム形成の途中には形成環境が数度変化したと考えられる。最後に脈状組織中心部が形成され割れ目が塞がり，熱水供給が落ち着いた後に，網目状組織のコアが形成される。

この様に天然に産出する蛇紋岩の awaruite を含む新しいタイプの網目状組織の発見を含み，この成果と各組織中の蛇紋石の結晶性，鉱物種の正確な記載を行った各種顕微鏡法の取得，それを記述した本論文を通して，著者の研究を行なうために必要な高度な研究能力，並びにその基盤となる鉱物の野外調査・野外観察を自然科学へ結びつける能力を有することを示したものと見える。

以上の研究結果は，鉱物科学および地球科学の分野で価値ある業績と認められ，山口海が自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを示している。

よって，本研究者は博士（理学）の学位を受ける資格があるものと認める。