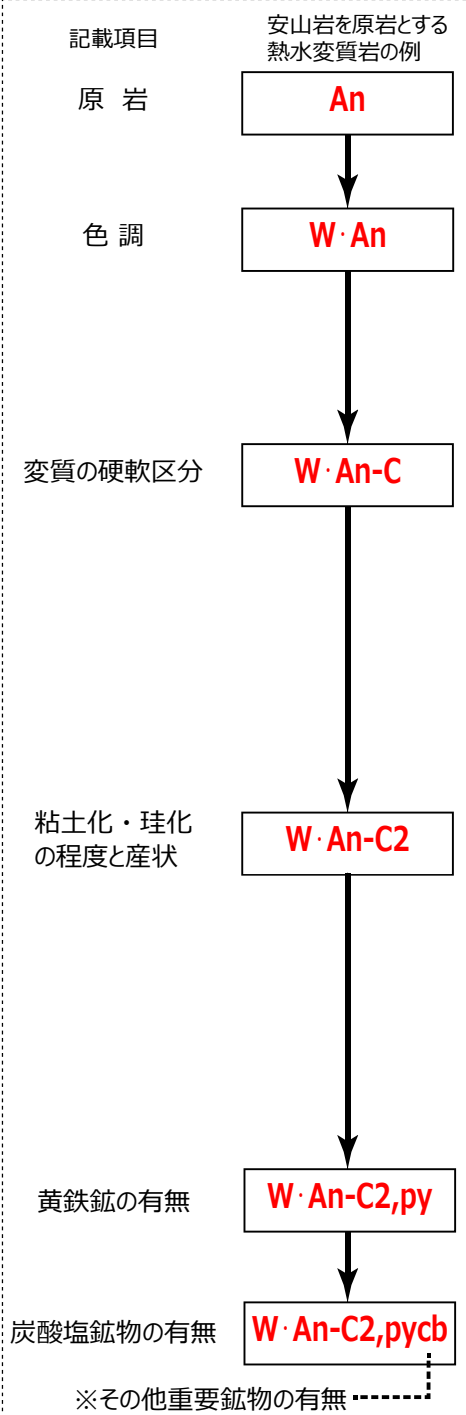


# 熱水変質岩の肉眼記載要領\*

踏査全般にあつての注意事項

- ・ねじ鎌等で露頭表面を削り取り新鮮部を観察すること。平滑な面を作成することで残存する岩石組織を観察できることが多い。微細黄鉄鉱濃集部は暗青灰～灰黒色を呈するが、露頭表面では雨水により溶脱し、脱色（白色）しているため注意が必要である。
- ・可能な限り全露頭で写真を撮影し、サンプルを採取する。サンプルは、小サンプル袋（8×12cm程度）に入る程度の大きさに構わない。これは、踏査後にサンプルを並べて比較しやすい上、薄片やXRD等の分析試料を効率的に選びやすい利点がある。



## 記載事項

例 流紋岩 (Ry), デイサイト (Da), 安山岩 (An), 玄武岩 (Bs), 凝灰角礫岩 (Tb), 火山礫凝灰岩 (Lp), 礫岩 (Cg), ハイアロクラスタイト (Hy), 凝灰岩 (Tf), 軽石凝灰岩 (PmTf), 泥岩 (Ms), 砂岩 (Ss) 等

例 緑色 (Gr), 赤色 (Rd), 灰色 (Gy), 白色 (W), 茶色 (Br), 黄色 (Y), 黒色 (Bk), 赤褐色 (RBr), 褐灰色 (BwGy), 青灰色 (BlGy), 灰白色 (WgY), 緑灰色 (GrGy), 黄灰色 (YGy), 黄褐色 (YBr), 赤灰色 (RGy), 淡緑色 (PGr), 暗灰色 (DkGy), 淡褐色 (PBr), 淡桃色 (PPi) 等

変質の色調・硬軟区分	記号	肉眼的特徴	
非変質～微弱変質	Nm	明瞭な変質は認められない。原岩色を保持。	
緑色系変質 (プロピライト等)	P	岩石全体もしくは一部が緑色～淡緑色を示す。	
白色系変質他	粘土化 (※)	C	灰白色を示すことが多く、主たる変質鉱物が粘土鉱物であるもの。岩石は軟質化しており、指圧で容易につぶすことができる。
	珪化・粘土化	SC	粘土化と珪化の中間的なもの。全体に脆いが岩片は指圧で容易につぶせない。ハンマーの打撃では、鈍音を発する。
	珪化 (や褐色硬化)	S	主たる変質鉱物がシリカ鉱物などであるもの。原岩の組織がほとんど残存しない。ハンマーの打撃で金属音を発する。

区分	記号	概念図	肉眼的特徴
亀裂沿い変質	1		<ul style="list-style-type: none"> <li>・原岩はやや脱色し、灰色や帯緑灰色を呈することが多い。</li> <li>・節理に沿って粘土化が認められる。</li> </ul>
コアストーン変質	2		<ul style="list-style-type: none"> <li>・節理沿いの粘土化に留まらず、節理から原岩の内部に向かって粘土化が進行、節理から離れた中心部には、非変質もしくはより粘土化が弱いコアストーンが残存する。</li> <li>・凝灰角礫岩では、基質は粘土化するが礫は非変質もしくは粘土化が弱い。</li> </ul>
全体変質	3		<ul style="list-style-type: none"> <li>・粘土化の場合：コアストーンはほとんど消失し岩石組織を残したまま粘土化・極軟化する。全体に微細な黄鉄鉱の生成により暗青灰色を呈することが多い。</li> <li>・珪化の場合：原岩組織が消失した白色の塊状硬質岩であることが多い。</li> </ul>

<黄鉄鉱の有無>  
微細黄鉄鉱濃集部を示す特徴的な色調（暗青灰～灰黒色）が認められる場合、pyと付記する。（例 黄鉄鉱を伴うコアストーン状粘土化帯：C2py）。視認できるサイズの黄鉄鉱結晶が散在する場合（py）と付記する。

<炭酸塩鉱物の有無>  
方解石等の炭酸塩鉱物を随伴する場合 cb と付記する。  
※その他重要鉱物を伴う場合は併記 s：自然硫黄，hm：赤鉄鉱，lm：褐鉄鉱，al：明ばん石，pyr：パイロフィライト

## 記載要領とその意味

<原岩>  
・露頭では、節理の形状や残存している原岩の組織（礫状組織や斑状組織等）を見つけ出し可能な限り原岩を記載するのが望ましい。あらゆる岩種が想定されるが、それぞれの調査地域において適宜記号と岩種の対応表を作成する。

<色調>  
・熱水変質岩の色調は、変質作用によって形成された粘土鉱物の種類を反映していることが多く（例えば、緑色：緑泥石、白色：カオリナイト等）、その種類と組み合わせは、変質作用時の pH（酸性、中性、アルカリ性）や温度を決定する上で重要な指標となる。正しくはX線粉末回折によらねばならない。

<変質の硬軟区分>  
・肉眼的に識別しやすいこと、熱水変質岩の形成概念を反映していることを踏まえ、変質の種類を5区分する。「緑色系変質」は、主としてプロピライトや沸石の生成する中～アルカリ性帯、粘土化や珪化はマグマ性熱水や火山ガスとの反応によって形成される中～酸性帯に概ね対応すると考えられる。  
・注意すべきは、ここで示す「粘土化」とは、「初生的な造岩鉱物が熱水変質作用により粘土鉱物に置き換わった状態」を意味しており、必ずしも粘性土状の軟質岩を示すものではない。  
・変質が重複する場合には、記号を並記する（例（白色）珪化+粘土化：SC、緑色化+珪化：PS）。  
（※）強風化部で生成するスメクタイトは淡緑色を呈することがあるので、必ず新鮮部で判定すること。

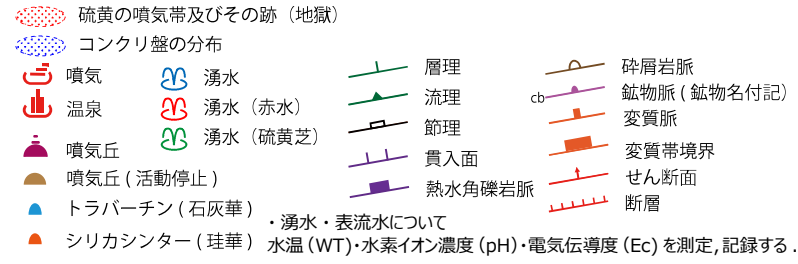
<珪化・粘土化の程度と産状>  
・珪化・粘土化の程度を3区分する。この区分は、熱水が節理などフラクチャーを経路として岩盤に浸透する際、母岩と反応する過程を示したものである。ただしこの区分は、酸性帯・中性帯・アルカリ性帯という変質分帯とはまったく別のものである。すなわち、pHに関わらず熱水条件にさらされる時間・熱水量・温度などに関わって形成される岩石一般の形態変化を示している。

<黄鉄鉱の有無>  
・微細黄鉄鉱濃集部は特徴的な色調（暗青灰～灰黒色）を示し、黄鉄鉱の溶脱が生じやすい（酸性水の発生と密接な関係がある）。

<炭酸塩鉱物・その他重要鉱物の有無>  
・方解石の存在は、中性～アルカリ性変質であることを示す。  
・岩石はスメクタイトが含まれない場合でも、黄鉄鉱と炭酸塩鉱物が共存すると風化作用で石膏が生成し、膨張する。  
・炭酸塩鉱物が溶出すると、pHが高くなるため黄鉄鉱や重金属の溶出を抑制する効果がある。一方、砒素は溶出し易くなる。

（※）熱水変質岩の風化：黄鉄鉱の消失等による脱色（灰白色化）、ジャロサイト等の晶出（黄灰色化）、開口フラクチャーへの水酸化鉄の沈澱（褐色化）→風化作用と熱水変質作用を混同しないよう注意。

<ルートマップ記載事項> 熱水変質岩分布域（地熱調査等）の踏査に必要な記載事項の一例を示す。



\* 加藤孝幸・国分英彦，2017，北海道における地熱開発のターゲットとしてのフラクチャー．平成 29 年日本地熱学会函館大会講演要旨，P24. に加筆・修正 (Ver.20180519)