

8.熱水変質の存在

業者側が調査した資料のルートマップの中で、碎石場内において図に示すように熱水変質の存在を処分場の北側で6か所確認されている事が明らかになった。

業者側の確認した熱水変質の箇所 ★1m:熱水変質～変質箇所と層厚

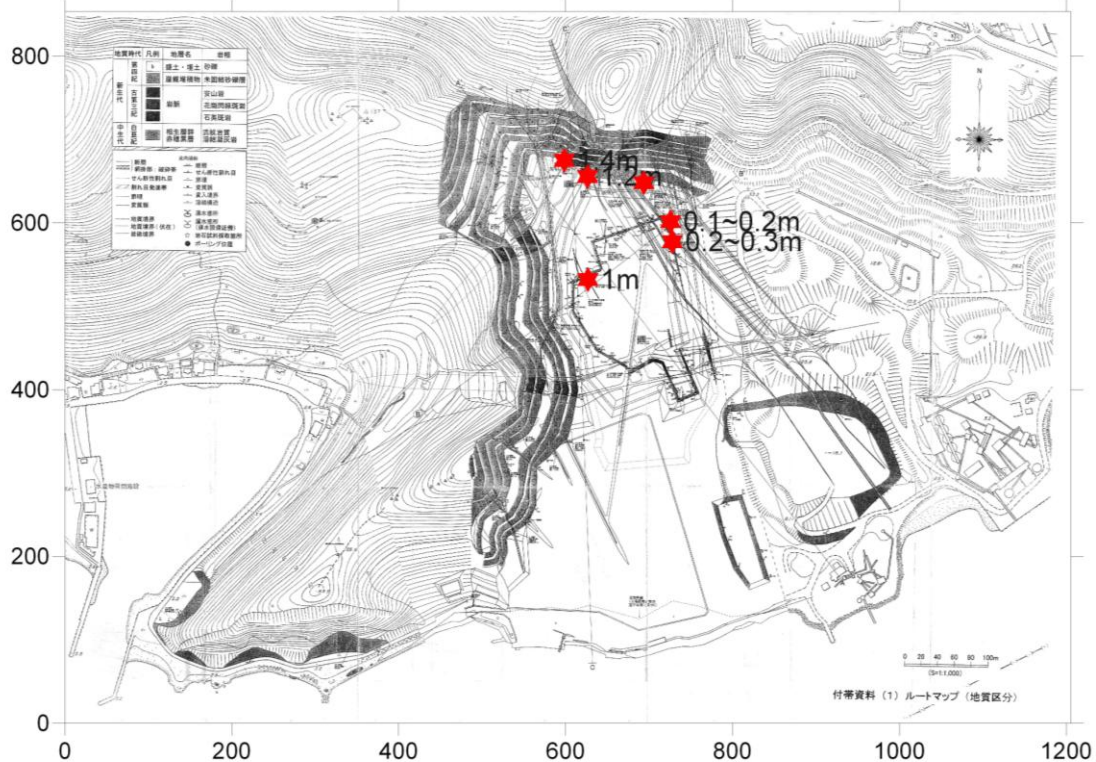


図 8.1 熱水変質の確認箇所

事業者側の資料によって熱水変質の存在が明らかになったが、その判断の根拠資料と報告については何ら明らかにされていない。

最終処分場の計画地には「熱水変質の存在する場所は不適」である点は、産廃の指針の中でも不適格条件とされている筈なのにこの事実を無視するかのように平然と計画がされ、その問題も指摘されることなく行政側が指導要領に沿って指導されている事は非常に問題である。

一般的には、熱水変質は文献資料（地学辞典：地団研地学辞典編集委員会編集）によれば、以下のよう説明されている。

「熱水変質とは、後マグマ期の熱水液による母岩の変質。熱水液は多くの場合鉱床の構成物質のほか種々の塩類を含む溶液で、マグマから分離した最初は酸性であるが、母岩との交代作用が進むにつれてアルカリ性になる。しかし、地表に近いところでは遊離酸を多く含み強酸性を示すこともある。

生成する鉱物により次のような作用がある。緑泥石化作用、プロピライト化作用、絹雲母化作用、珪化作用、炭酸塩化作用、パイロフィライト化作用、粘土化作用、硫酸塩化作用、曹長石化作用、氷長石化作用、沸石化作用など。→変質作用」

このように熱水変質は環境的に過酷な地盤・地下水環境を形成し、地形の人口改変によって斜面の不安定化、地下水の現出による工作物への影響が懸念される。

熱水変質によって生成される粘土の一般的な特徴、現地の採石場内外に分布する断層破碎帯の粘土について分析した結果を紹介する。

8.1 熱水変質粘土に関する一般論

(1) 熱水変質粘土とは何か

ア 「粘土」は、粒子の大きさの面からは $2\mu\text{m}$ 以下の土粒子をさし、物性の点からは可塑性があり、加熱・乾燥すると固結する性状を示す。

岩石や堆積物が溶液と反応して、それらを形成する鉱物組成を変化させる事を「変質作用」といい、その要素として、温度、溶液の性質（溶存成分、pH 等）、反応に関する溶液の量（溶液／岩石量比）が挙げられる。

イ 変質作用を及ぼす要因と場所とによって、粘土が出来る過程は、一般的に、以下の三通りが考えられている（文献 1-1）。

① 風化による生成(常温条件と外因的な天水)

② 続成(固結の過程)による生成(埋没深度と増温率以上の温度と地層水)

③ ①と②よりも温度の高い熱水による既成地層の変質と熱水源の溶解物からの生成
まず、①の風化は、地表の常温・常圧の下で大気・地表水・温度・太陽光の作用による機械的風化～化学的風化を意味する。

②の続成変質は、堆積物が岩石化の過程で地下深部に埋没することによって温度・圧力によって生成される。

③の作用は、低温～高温の溶液の熱水と岩石の反応によって生じる変質作用である。

ウ 熱水変質作用は、岩石に比較して熱水溶液の関与が大きく、熱水の pH や溶存成分そして温度によって生成する鉱物組成が規定される。

熱水変質作用のタイプとその累帯(同心円状で幅のある状態)構造の模式図を、次の図 8.1 に示す。

タイプは、次の二通りに分類されている。

a 広域的に広がる熱水変質作用 . . . 水／岩の量比が低い条件

b 構造的に規制される熱水変質作用 . . . 水／岩の量比が高い条件

b の構造的に規制された熱水変質作用は、平面的には、最も温度が高い熱水系の中心から、外側に向かって温度が低下する低温熱水帯を形成し、同心円状の帯状構造を呈する。

本件処分場予定地の浅熱水系は、変質帯が分岐するような分布をなしている事から、明らかに b の構造的に規制される熱水変質作用であり、即ち、断層系に規制された熱水変質帯である。

エ 次に、熱水変質粘土の発生メカニズムについて、九州八丁原の地熱貯留構造解析モデルを、図 8.2 に示す。

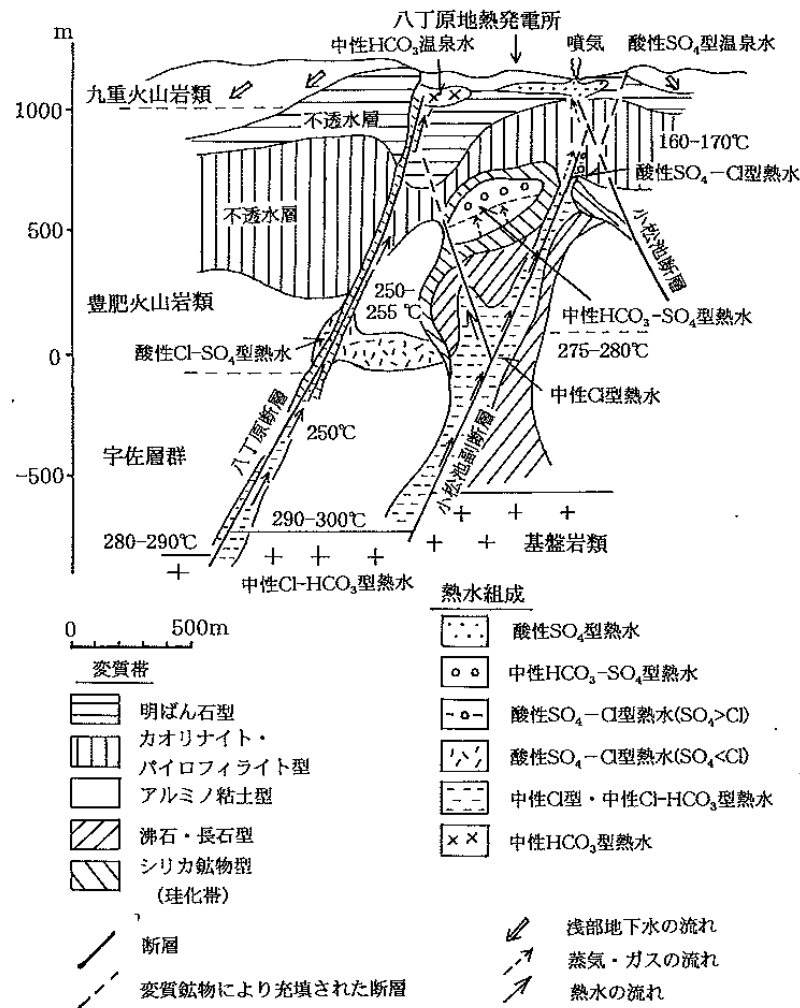


図 8.2. 熱水組成と変質帯の例（九州八丁原地熱地帯）文献 1-1(P231)より

この図を見れば、熱水の上昇過程の中で、断層に規制されながら、温度、溶液成分の変化にともなって、周辺岩盤との反応、熱水液からの沈殿などを経て、熱水組成と変質帯の組み合わせも複雑に変化していることが分かる。

オ 熱水変質の広がり的大小と構成を示す語句を用いて、①熱水変質帯、②熱水変質体、③熱水変質粘土のように区分されている。

①の熱水変質帯は、広域的な地質区分と同様に熱水変質の広がりを表現しており、②の熱水変質体は、それを構成する部位にあたる。

③の熱水変質粘土は、熱水変質体を構成する変質部の指標粘土鉱物を示すものである。

事業者側の報告書が開示されていないが、一般的な熱水変質の特徴から踏査技術者が場内に分布する岩質・粘土について「熱水変質の存在を示す地質事象」と判断したものと予想される。

その熱水変質の事象が縦横に走行する断層のそのものにおいて確認されていることから、熱水変質と断層が有機的な関係にあると考える方が自然であり、採石場内に存在する熱水変質の事象は「断層系に規制された熱水変質帯」と判断する方が合理的である。

8.2. X線分析から分かった熱水変質粘土の特徴

試験に供した試料は採石場北壁 2 段に分布する「溶結凝灰岩」中の断層破碎帯の分布する場所に

において採取したものである。

試料は淡青灰色を呈しスコップで容易に剥ぎ取れる位の軟質な試料である。

組成鉱物を求める為に「X線回折分析」そして構成元素を求める事を目的として「X線蛍光分析」を実施したものである。検出された結果を以下に示す。

8.2.1.X線回折分析結果

分析の結果、以下の鉱物が検出された。

表.8.1 X線回折分析結果

試料 No	試料 20140307 RtFault
試料採取日	2014 年
試料採取場所	碎石場北壁 2 段 断層破碎粘土
色調	淡青灰色
含水状態	大
主なる検出鉱物	緑泥石
	石英
	長石
	α-石英

検出された 4 鉱物の中で緑泥鉱物は粘土鉱物であり、α 石英は SiO₂ 成分（ガラス成分）の多い鉱物である。

検出された鉱物の中でモンモリロナイト確認されていないが、この鉱物は流紋岩・流紋岩質凝灰岩が熱水変質作用・続成作用・海底風化作用・陸上風化作用を受けて生成されうる粘土鉱物であり、吸水して著しい膨潤性を示す事が特徴的であり、地すべり地帯の滑り面の役割も果たす、問題を引き起こすことの多い粘土鉱物でもある。岩盤の割れ目に熱水系によって析出されるもので、詳細な現場露頭やボーリング調査において存在を確認できる事も十分予想される。

緑泥石は、火成岩を構成する有色鉱物などの熱水変質鉱物として挙げられる。

表 8.2 の熱水変質帯の分類では、低～高温側のⅡ～Ⅳ帯に対比される。

表 8.2 熱水変質帯の分帯（Izawa1990、茨城・鈴木 1990 文献より表にまとめる）

分 帯	I 帯	Ⅱ 帯	Ⅲ 帯	Ⅳ 帯
熱水系温度範囲	<100℃	100～150℃	150～220℃	220℃以上
指標鉱物	スメクタイト (=モンモリロナイト) カオリン系鉱物	スメクタイト	混合層鉱物	緑泥石 イライト
初生残存鉱物	クリストバル石 トリディマイト	石英		

8.2.2.X 線蛍光分析結果

分析結果を表 8.3 に示す。

表 8.3. X 線蛍光分析結果

試料 No		試料 20140307 Rt Fault
採取年月日		2014 年 3 月 7 日
採取場所		砕石場北壁下から 2 段
色調		淡黄褐色
含水状態		大
土質・地質		粘性土
成分名		重量比率(%)
SiO ₂	珪素	72.966
Al ₂ O ₃	アルミニウム	15.4715
K ₂ O	カリウム	3.8991
Na ₂ O	ナトリウム	2.8747
Fe ₂ O ₃	鉄	2.1762
CaO	カルシウム	1.7526
MgO	マグネシウム	0.5642
TiO ₂	チタン	0.1950
MnO	マンガン	0.0598
SrO	ストロンチウム	0.0149
ZrO ₂	ジルコニウム	0.0145
Rb ₂ O	ルビジウム	0.0132

分析結果の中ではケイ酸とアルミナが他の元素と比較して多いのが特徴的であり、この特徴は、熱水系の環境下にあった事も示唆している。

X 回折分析による「緑泥石」等の熱水鉱物の検出、そして X 線蛍光分析による「ケイ酸とアルミナ量の量比関係」の把握は、次の点において極めて重要である。

- ①. 当該地の岩盤が熱水変質体を賦存する地盤である事が明らかになった。
- ②. 熱水変質体に含まれる粘土鉱物は、採石場で調査されたボーリングのコア中の亀裂に存在しているかどうか明らかにされていないが、地表の切土改変部において確認された事から浅い～深い範囲のいずれにおいても予想される。
- ③. 検出された火成岩の変質から析出した緑泥石、大部分が溶結凝灰岩からなる事から共存も予想される特に「モンモリロナイト」の粘土鉱物は、地下水・降水に接した場合、吸水し膨潤する性状を持っており、地すべり地帯における岩盤滑りの素因にもなっている。
- ④. 岩盤の地質分離面（層理面、節理面、セン断面）に挟在されている各種の粘土鉱物の溶出に伴って、各種排水層（法面排水、施設底部排水）の目詰まり発生の原因物質になる可能性がある。

8.2.3.一般的な水変質粘土と当該地の関係

当該地の分析結果について、全国の火山岩、火成岩そして熱水変質鉱物の分析結果を比較するために、ケイ酸(SiO_2)とアルミナ(Al_2O_3)の散布図を図 1.3.1 に示す。

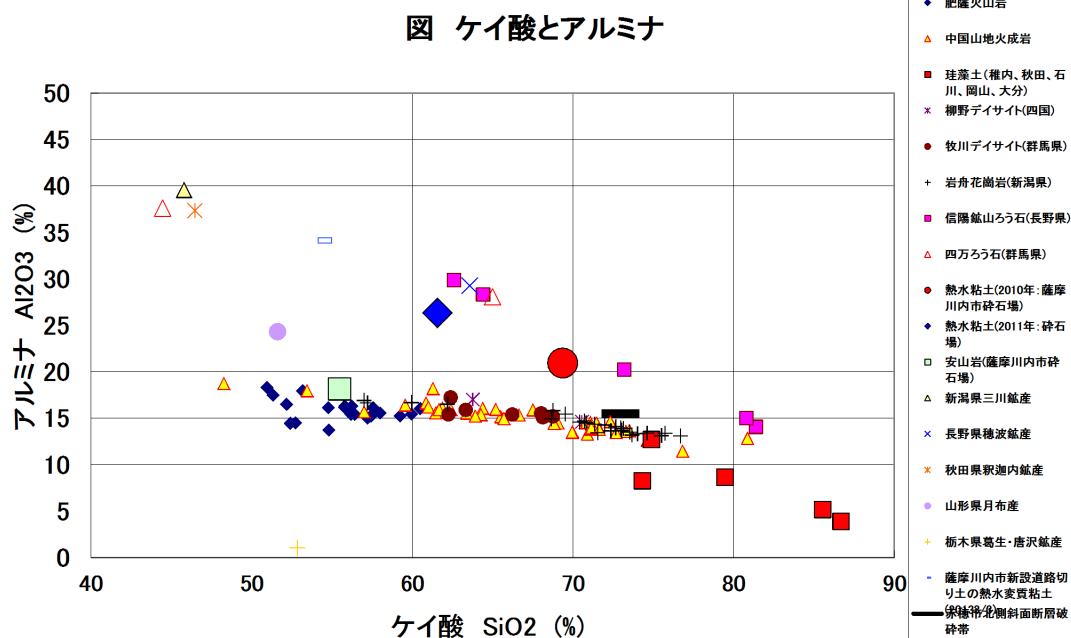


図 8.1 一般的なケイ酸とアルミナの相関図

散布図から以下のような特徴が挙げられる。

- ①. ケイ酸が多くなるにつれアルミナ成分が少なくなり、当該地の熱水変質粘土もこの傾向に調和的である。
- ②. 生成後熱変質の影響が顕著でない火成岩と熱変質が顕著な鉱物では、ケイ酸とアルミナ量の相関傾向が異なり、後者の熱変質を受けた鉱物の方がアルミナ量が多く、ケイ酸量の多寡に応じてアルミナ量の変化率が高い傾向を示す。

砕石場の試料は、明らかに後者の熱変成を受けたグループに属する事が読み取れる。

X 線の分析結果からも、明らかに当該地に分布する変質粘土が断層系を示唆する熱水変質粘土である事は事実と判断される。

この処分場計画は断層系の岩盤に設置される点で、非常に問題が多いと言わざるを得ない。