

Ⅲ－16 赤外線スペクトロメータの土木地質調査への適用

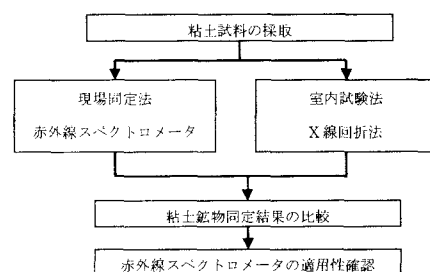
香川大学大学院工学研究科 学生会員 ○紙本泰樹
 香川大学工学部 正会員 長谷川修一
 香川大学工学部 正会員 山中稔
 ジオテクノス株式会社 非会員 藤川真治

1 はじめに

熱水変質作用などにより粘土化が進行し、スメクタイト質の膨潤性粘土鉱物が形成されているトンネル地山では内空変位が大きくその結果、難工事となる傾向がある¹⁾。しかしながら、通常粘土鉱物の同定に利用されている X 線回折では、粘土鉱物の同定に時間を要するため現場で膨潤性粘土鉱物の有無を判定することが出来ない。そこで本研究では、鉱物資源探査分野などで粘土鉱物の現場同定法として開発された携帯型赤外線スペクトロメータ (POSAM)²⁾ を土木地質調査の分野に応用し、膨潤性粘土鉱物の現場同定の可能性について検討を行ったのでその概要を報告する。

2 研究方法

本研究では、領家花崗岩帯、和泉層群、三波川変成帯中の破碎帯や変質帯を対象に、赤外線スペクトロメータによる粘土鉱物の同定と X 線回折法による粘土鉱物の同定結果を比較し、POSAM の土木地質調査への適用性について検討を行った。図－1 に研究フローを示す。

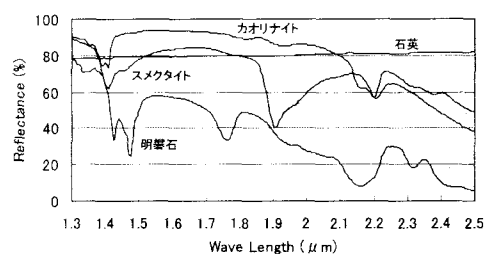


図－1 研究フロー

3 携帯型赤外線スペクトロメータ (POSAM) による粘土鉱物の同定方法

3.1 原理

赤外線スペクトロメータによる粘土鉱物の同定は、鉱物の化学組成や分子構造によって赤外線照射時の反射スペクトルが異なる事を利用して行う。スメクタイトなどの OH⁻ を含む粘土鉱物は、1.3～2.5 μm の短波長赤外線域において特徴的なピークを示す。図－2 に JPL のスペクトルライブラリー³⁾ で公開されている短波長赤外線域における鉱物の反射スペクトルを示す。



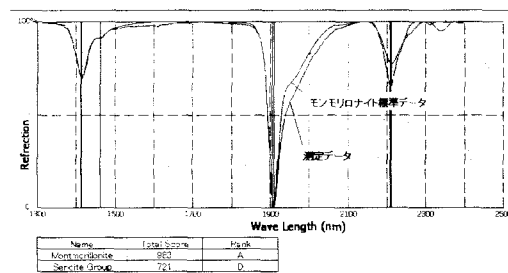
図－2 鉱物の反射スペクトルデータ³⁾

3.2 携帯型赤外線スペクトロメータによる同定方法

携帯型赤外線スペクトロメータ (POSAM) は、重量が 8.8kg と現場で持ち運び可能なサイズとなっている。鉱物の同定は非破壊で行う事ができる。赤外線照射時の測定波長域は短波長赤外線域 1.3～2.5 μm である。同定に要する時間は赤外線照射時間が 8 秒間、同定時間が 8 秒間と現場で迅速に行える。鉱物の同定は、試料の反射スペクトルと POSAM が持つ標準スペクトルを参照して行う。同定信頼度については、測定データと各鉱物の標準データが一致しているか否かを得点とランクで評価する。同定信頼度を評価するランクは、A>B>C>D で表される。

3.3 同定結果の例

POSAM による同定結果を図－3 に示す。測定試料は、徳島県三野町芝生で採取した粘土化した凝灰岩、土色調は明緑灰である。同定の結果、測定データと膨潤性粘土鉱物であるモンモリロナイトの標準データは良く一致しており、A ランクの同定信頼度と評価され、測定試料は主としてモンモリロナイトから構成されている可能性を表している。



図－4 POSAM による同定

4 POSAMによる粘土鉱物同定とX線回折との比較

上記の測定試料について、全岩粉末試料によってX線回折を行い、POSAMによる同定結果の検証を行った。また、膨潤性粘土鉱物であるスメクタイトが存在する可能性のある試料については、エチレングリコール処理で確認を行った。図-4に図-3で示した試料のX線回折結果を示す。この試料は、スメクタイトが含有され、POSAMによる同定結果はほぼ妥当と言える。

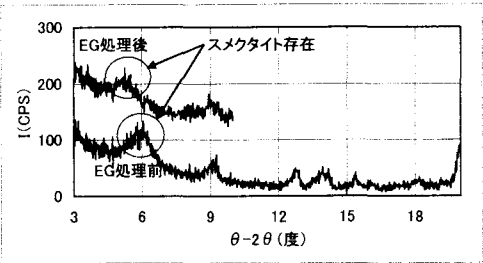


図-4 X線回折による同定

図-5にX線回折結果から求めたスメクタイトの含有量比とPOSAMによって評価された信頼度ランクの関係を示す。図-5からスメクタイトの含有量比とPOSAMによる信頼度ランクについて、比例関係はない。

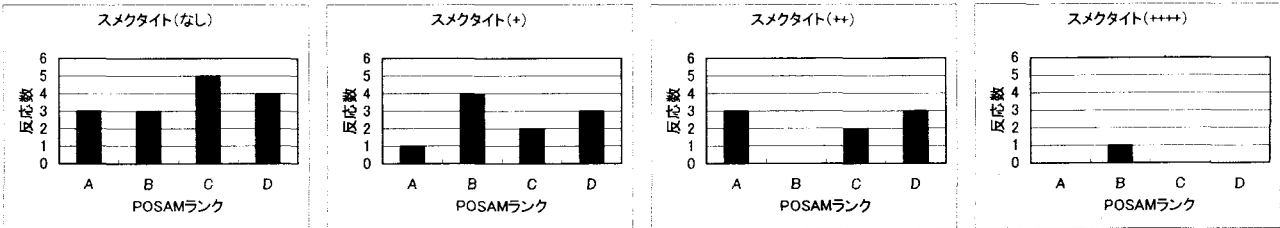


図-5 POSAM信頼度とX線回折含有量比との関係

次に、スメクタイトの含有量比に対して、POSAMの信頼度ランクによる同定結果の正規化を行った。POSAMによる信頼度ランクの評価基準として、ランクAとBは鉱物を含有する。ランクCとDは鉱物を含有しないとして評価を行った。各含有量比について、POSAMの信頼度ランクによる同定正答率と誤答率を表-1に示す。表-1から、POSAMの信頼度ランクによる同定正答率は、概ね50%である事が分かった。

表-1 POSAM同定の正答率と誤答率

スメクタイト含有量比	なし	+	++	+++
試料総数	15	10	8	1
POSAMランク				
反応試料数	A+B	6	5	3
	C+D	9	5	0
正答率(%)	60	50	37.5	100
誤答率(%)	40	50	62.5	0

POSAMによる測定が困難な試料は、暗色試料、含水試料である。暗色試料は赤外線照射時に反射率が低いため困難となる。含水試料は、水の反射スペクトルが変質鉱物と重なりスペクトルデータを打ち消すため困難となる。さらに、水の反射スペクトルは、沸石の反射スペクトルと類似しており沸石と誤同定を行う可能性が高いためである。

5 まとめ

携帯型赤外線スペクトロメータを用いて、現場における膨潤性粘土鉱物の同定の可能性を検討した。本研究結果は以下の通りである。

- ① POSAMは、現場で迅速に粘土鉱物の同定を行う事が可能である。
- ② POSAMの信頼度ランクによる同定正答率は、概ね50%である。
- ③ POSAMの信頼度ランクと粘土鉱物の含有量比は、比例関係にはない。
- ④ 暗色試料は、反射率が低いため適用できない場合が多い。
- ⑤ 試料が含水している場合には、十分に乾燥させて測定する必要がある。

引用文献

1) 長谷川修一・菅原大介・吉田幸信・中川浩二, 熱水変質地山ではトンネル地山評価を2度間違ひ, 日本応用地質学会平成16年度研究発表会講演論文集, p.85-88, 2004

2) 藤川真治・大川一路・田中壮一郎, 携帯型分光スペクトルメータによる変質鉱物等の自動同定, 日本リモートセンシング学会誌 Vol.21 No.2, p.206-209, 2001

3) JPL (Jet Propulsion Laboratory), <http://speclib.jpl.nasa.gov/>