



## 石炭中 Fe の存在形態に関する研究

村上拓馬, 玉村修司  
 幌延地圏環境研究所

キーワード：石炭（亜炭，褐炭，亜瀝青炭，瀝青炭），鉄(Fe)，バイオメタンガス鉱床造成/生産法

### 1. 背景と研究目的

幌延地圏環境研究所では、北海道北部の地下環境圏でのバイオメタン鉱床造成/生産法（SCG 法：Subsurface Cultivation and Gasification）を提案している。SCG 法とは以下のようなプロセスで地層内からメタンガスを生成させる方法である。まず、ターゲット地層（有機物に富む層や石炭層）へボーリング掘削し、過酸化水素（ $H_2O_2$ ）などの注入により低分子有機酸など（メタン生成微生物の基質）を生成させる。そして、生成基質から地層内メタン生成微生物によりメタンを生成させる<sup>[1]</sup>。地層内有機物（石炭）と  $H_2O_2$  からの有機酸生成に関する室内実験研究では、石炭中の鉄（Fe）の触媒作用（フェントン反応）が反応プロセスに寄与すると考えられている<sup>[2]</sup>。しかし、本研究グループでは石炭中に Fe が黄鉄鉱（ $FeS_2$ ）として存在すると  $H_2O_2$  と優先的に反応し、消費することを確認している<sup>[3]</sup>。このため、SCG 法に適した地層・石炭層の判別には、ターゲット地層中に含まれる Fe の含有量に加え、組成比も把握する必要があると考えられる。そこで本研究では石炭中の Fe を対象に XAFS 分析を実施し、得られた XANES スペクトルから存在形態比を見積もった。

### 2. 実験内容

XAFS 分析は、あいちシンクロトロン光センターの硬 X 線 XAFS 専用ビームライン BL5S1 で実施した。石炭試料（ $<106 \mu m$ ）や標準試料は透過法で測定するために、メノウ乳鉢で窒化ホウ素（BN）と均一に混合し、ペレットを作成した後、ナイロン製パックに封入し、測定用試料とした。石炭中の Fe の存在形態を明らかにするために、XANES スペクトルのフィッティングを行なった。フィッティングに用いた標準試料は、硫酸鉄（ $FeSO_4$ ）、黄鉄鉱（ $FeS_2$ ）、およびフミン酸（アルドリッチ社製）である。対象とした石炭は、亜炭、褐炭 2 種、亜瀝青炭および瀝青炭であり、褐炭 2 種については採取地域が異なることから問寒別褐炭と小石褐炭とした。

### 3. 結果および考察

Fig. 1 に小石褐炭中 Fe のフィッティング結果を示す。Fig. 1 のように各石炭中の Fe 存在形態比を見積もった結果、いずれの石炭でも  $FeS_2$ （2.2～22.0%）に比べ、 $FeSO_4$ （3.7～55.2%）およびフミン酸 Fe（30.0～94.1%）からなることがわかった。しかし、小石褐炭以外の試料ではフィッティングの再現性が低かったことから、標準試料（有機酸 Fe など）を拡充し、石炭中 Fe の化合物組成の詳細な把握および室内実験結果との比較から石炭中 Fe 化合物による SCG 法への影響評価の確立を目指す。

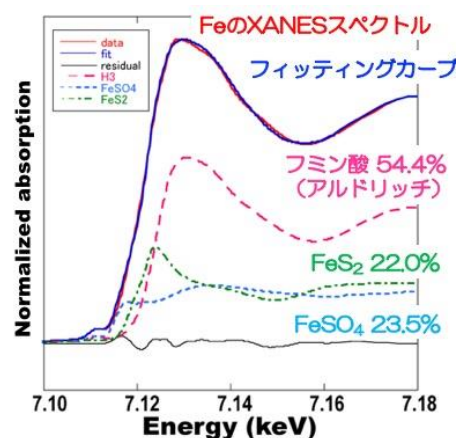


Fig. 1 小石褐炭中 Fe の存在形態比

### 4. 参考文献

1. 荒牧ほか (2015) *MMIJ*, **131**, 285-292.
2. Miura et al. (1996) *Energy & Fuels*, **10**, 1196-1201.
3. 荒牧ほか (2016) *MMIJ*, **132**, 190-198.