

## ドーソン石は過去の超臨界CO<sub>2</sub>の「足跡」か？—地中貯留漏洩事象のナチュラル・アナログの可能性—

### Mineralogical characteristics of dawsonite as a footprint of supercritical CO<sub>2</sub>: possible natural analogue of leakage

奥山 康子<sup>1\*</sup>

Yasuko Okuyama<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>産総研地圏資源環境研究部門

<sup>1</sup>GREEN, GSJ, AIST

大気中のCO<sub>2</sub>の削減策として、わが国でも年数10万トン規模のCO<sub>2</sub>を圧入する大規模地中貯留実証試験が、実施に向けて動きつつある。よく知られるように、実証試験をはじめとするCO<sub>2</sub>地中貯留の場としては、石油・天然ガス鉱床形成の場に類似した、砂泥互層を基調とする堆積岩体中への貯留が最も有望である。このような地層中へのCO<sub>2</sub>貯留では、CO<sub>2</sub>が地層を満たす塩水質流体（いわゆる地層水）に溶解して酸性化させ、貯留層などその場の岩石と化学反応を起こす可能性が高いと考えられている。この変化は究極的には、貯留CO<sub>2</sub>を原料とする炭酸塩鉱物を大量に地下に生成する。この効果すなわち「鉱物固定」により、人為的CO<sub>2</sub>は大気からほぼ永久的に隔離されると期待される。RITEの岩野原実証試験では、CO<sub>2</sub>圧入停止後数年にて、地層水の溶存イオン濃度が上昇する変化が確認されており(Mito et al., 2008)、CO<sub>2</sub>—貯留層間の反応は条件によっては比較的早期から地化学トラップ効果として発動することが考えられる。

産総研が東京湾岸地域の地下地質をモデルにおこなった地化学シミュレーションでは(戸高ほか, 2009)、CO<sub>2</sub>貯留層とシール層（いわゆる「貯留コンプレックス」）そして、両者を満たす流体の長期的変化を化学反応の計算により追跡し、炭酸塩鉱物類相互の安定関係の上で興味深い結論を得た。モデル系内にNaが豊富に存在することで、これを主成分とする炭酸塩鉱物「ドーソン石」(Na-Al含水炭酸塩鉱物)が、CO<sub>2</sub>圧入停止数10年後からプルーム状の超臨界CO<sub>2</sub>高濃度部に形成されるが、CO<sub>2</sub>の地層水への溶解とプルームの崩壊に伴って分布が徐々に狭まり、最終的には超臨界CO<sub>2</sub>が残存する貯留層—シール層境界付近に限って沈殿が保存されるという結果である。計算結果は、定量的にはCa斜長石の溶解速度に大きく依存するが、ドーソン石と残留超臨界CO<sub>2</sub>の関係は定性的には維持される。この結果から、ドーソン石の存在は超臨界CO<sub>2</sub>がかつて存在したことを示唆する、鉱物学的足跡である可能性が高いと考えられる。

ドーソン石は、地殻上部に普遍的に分布する元素のみからなる鉱物である。またCO<sub>2</sub>の超臨界状態は、通常の地温勾配のもとでは地下約800m以深で達成可能であり、天然にはほとんどCO<sub>2</sub>のみからなる火山ガスや噴気（多くは炭酸泉に伴う）も比較的広く認められる。したがって、ドーソン石生成のための化学的条件を達成することは、天然ではさほど困難ではないと思われる。しかし実際には、ドーソン石について科学的検討に耐える内容の研究報告は世界に20例程度しか存在せず、比較的珍しい鉱物ということが出来る（地味な鉱物であり、存在に気づかれないという可能性はある）。これら従来の研究結果は、1例を除き、ドーソン石が著しいCO<sub>2</sub>変質作用あるいはCO<sub>2</sub>交代作用によって形成されたという結論で一致している。これは、地化学シミュレーションの結果を支持するものである可能性が高い。

今回のセッションでは、従来の研究のレビューと共に、国内の砂泥互層地質体から見出された脈状のドーソン石について、地化学シミュレーションと照合のうえ、記載鉱物学的特徴を報告したい。この産地は、かつてAikawa et al. (1972) によって、国内から初めてドーソン石が記載され

た地域でもある。これまでのところドーソン石は、厚い（300–500m厚）黒色泥岩中に発達するごく細かい亀裂を充填して産することが分かっている。方解石など、他の炭酸塩との共存関係に関しては、おおむね地化学シミュレーションの結果と合致するが、シミュレーションで考慮されない鉱物と共存する場合もある。野外での産状は、亀裂系を介したCO<sub>2</sub>に富む流体の上昇過程および、中途での反応による化学的緩和過程を検討する重要な材料と考えられる。CO<sub>2</sub>地中貯留にて貯留コンプレックスの地化学トラップ作用や、さらに上位の堆積岩体による化学的バリア効果のナチュラル・アナログとして、今後の検討方針を示したい。

キーワード: CO<sub>2</sub>地中貯留,地化学トラップ,ナチュラル・アナログ,ドーソン石,超臨界CO<sub>2</sub>

Keywords: geological CO<sub>2</sub> storage, geochemical trapping, natural analogue, dawsonite, supercritical CO<sub>2</sub>