

赤外分光法による鉱物界面での超臨界 CO₂ の挙動に関する研究Study of behavior of supercritical CO₂ at mineral surface by FT-IR spectroscopy

古川 俊輔 [1]; 平野 伸夫 [1]; 土屋 範芳 [1]

Shunsuke Furukawa[1]; Nobuo Hirano[1]; Noriyoshi Tsuchiya[1]

[1] 東北大学・院・環境科学

[1] Environmental Studies, Tohoku Univ.

近年、地球温暖化対策のひとつとして二酸化炭素の地中貯留が注目されている。例えば、二酸化炭素の帯水層貯留においては、地下に圧入された二酸化炭素は帯水層中の地下水に溶解して周囲の岩石とゆっくりと反応し、最終的に炭酸塩鉱物として固定されると言われている。しかしながら、その反応にかかわる岩石と二酸化炭素との間の相互作用についてはよく明らかにされていない。本研究では、フーリエ変換型赤外 (FT-IR) 分光法を用いて、岩石鉱物と二酸化炭素の界面領域の分析を行った。これにより、二酸化炭素-岩石間の相互作用および地下で超臨界状態となる二酸化炭素の挙動について検討を行った。

実験では高温高压用 IR 測定セルを用いた。セルには円盤状の人工単結晶ダイヤモンドの窓が付いており、そこから赤外光を透過させる。試料室には金属反射板がセットされており、ダイヤモンド窓を透過した赤外光が流体を透過し、金属反射板で反射されて再び流体、ダイヤモンド窓を透過して検出される。試料には代表的な岩石鉱物として石英および方解石の結晶薄片を用いた。試料となる薄片をダイヤモンド窓と金属反射板の間に挟み、超臨界二酸化炭素を注入して温度・圧力を調整し、鉱物表面の二酸化炭素の赤外分光その場測定を行う。実験温度・圧力は、二酸化炭素の帯水層貯留で想定されている条件付近の約 25~50 °C、0.1~20MPa で実験を行った。

赤外分光測定により観測される赤外吸収スペクトルの二酸化炭素の吸収帯は、667cm⁻¹ 付近に現れる変角振動と、2349cm⁻¹ 付近に現れる逆対称伸縮振動である。今回は特に変化の大きかった 2349cm⁻¹ 付近のピークについて比較検討を行った。

実験の結果、いずれの基板の場合でも二酸化炭素の圧力上昇に伴いそのピーク位置は低波数側にシフトした。しかし、そのピーク波数変化の仕方には基板の種類により違いが見られた。このことは鉱物によって二酸化炭素との相互作用が異なることを示しており、鉱物表面での二酸化炭素の安定性 (吸着の強さなど) が鉱物の種類によって違ってくるのが考えられる。また、温度によるピーク変化の違いを見てみると、高温になるほど二酸化炭素のピーク波数が大きい傾向が見られた。これは、高温ほど二酸化炭素分子の振動が激しくなり、鉱物界面に束縛されにくくなることを示していると考えられる。さらに、それぞれの温度でのピーク波数の圧力変化を見てみると、25 °C では気体から液体へ状態変化する圧力のときにピーク波数が大きく変化した。一方、7.4MPa 以上で超臨界状態となる 40,50 °C の場合は、臨界圧力ではなくそれを少し超えた圧力でピーク波数の顕著な変化が見られた。これは同じ超臨界状態の中でも液体あるいは気体に近い温度・圧力領域が存在することを示唆しており、それぞれの領域で二酸化炭素の鉱物への吸着の強さにも違いが生じている可能性がある。