

ラマン密度計のための二酸化炭素標準試料

CO₂ Standard for Raman Densimeter

水上 知行 [1]; 荒川 雅 [2]; 山本 順司 [3]; 鍵 裕之 [2]; 榎並 正樹 [1]; 川本 竜彦 [4]; 小林 記之 [5]; 平島 崇男 [6]; 小山内 康人 [7]; 石橋 秀巳 [8]; Madhusoodhan Satish-Kumar[9]

Tomoyuki Mizukami[1]; Masashi Arakawa[2]; Junji Yamamoto[3]; Hiroyuki Kagi[2]; Masaki Enami[1]; Tatsuhiko Kawamoto[4]; Tomoyuki Kobayashi[5]; Takao Hirajima[6]; Yasuhito Osanai[7]; Hidemi Ishibashi[8]; Satish-Kumar Madhusoodhan[9]

[1] 名古屋大・院環境・地球環境; [2] 東大院・理・地殻化学; [3] 京大 地球熱学研究施設; [4] 京大・理・地球熱学; [5] 京大・理・地球惑星; [6] 京大・理・地鋳; [7] 九大・比文・地球変動; [8] 京大 地球熱学研究施設; [9] 静大・理・生地

[1] Earth and Environ. Sci., Nagoya Univ.; [2] Geochem. Lab., Grad. School Sci. Univ. Tokyo; [3] BGRL; [4] Inst. for Geothermal Sciences, Kyoto Univ.; [5] Earth and Planetary Sci., Kyoto Univ.; [6] Geology & Mineralogy, Kyoto Univ.; [7] Earth Sci., Kyushu Univ.; [8] BGRL; [9] Faculty of Science, Shizuoka Univ.

<http://mylonite.eps.nagoya-u.ac.jp/~mizukami/>

二酸化炭素 (CO₂) の密度は、ラマンフェルミ分裂ピークの中心波数の差 (デルタ値) との正の相関を持つ。東京大学地殻化学実験施設で作成された相関曲線は最も精度の良いものの一つである。この曲線を密度計として用いれば、比較的短時間の非破壊分析から天然の CO₂ 流体包有物の密度を推定できる。しかし、このラマン密度計を地質圧力計として応用する場合、波数 0.1 cm⁻¹ 程度の微小な差が、1000 での圧力にしておよそ 0.2~0.6 kbar の誤差となる。したがって、精確なデルタ値の決定が地質学にとって重要であるが、その実現のためには、ラマン分析装置の経時変化や CCD 検出器の波数分配の実験室間の違いなどの微小な系統誤差が問題となる。そこで、これらを補正する実用的な標準試料を作成した。

標準試料の作成は東京大学地殻化学実験施設で行なった。密度が既知である CO₂ 流体 (ボンベで加圧したもの) を測定して、分析時における上記の密度 - デルタ値相関曲線とのずれを補正して、天然の気体・液体の CO₂ 流体包有物 7 試料に対してデルタ = 103.27 ~ 105.50 cm⁻¹ の標準値を与えた。

系統誤差はデルタ値に対して一定であり、一つの標準試料から得た補正值の減算で幅広い未知試料データを補正できる。標準試料を使った補正の有効性を検証するために国内の 5 つの実験室で未知試料測定を行ない、標準試料を用いてデルタ値を補正した。未知試料として 2 つの天然の CO₂ 流体包有物 (インド南部ニルギリ丘陵産グラニュライト (Enderbite) 中の石英に包有される UNK01 と、福岡県黒瀬のアルカリ玄武岩中に産するマフィックグラニュライト中の斜方輝石に包有される UNK02) を用いた。

標準試料から得られた補正值は実験室によって有意に異なり、-0.06 ~ -0.37 cm⁻¹ と幅広い。補正デルタ値 (密度) の平均は UNK01 = 104.60 cm⁻¹ (0.89 g/cm³)、UNK02 = 104.92 cm⁻¹ (0.99 g/cm³) であり、5 実験室の結果はそれぞれ ± 0.06 cm⁻¹ (0.03 g/cm³) と ± 0.02 cm⁻¹ (0.01 g/cm³) の範囲に入る。これはラマン分光によるデルタ値決定の誤差と同程度である。

今回の結果は、CO₂ ラマン密度計でも標準による補正によって、CO₂ 流体の均質化温度を利用した密度推定に匹敵する確度を実現できることを示した。密度が精確に既知である CO₂ 流体さえあれば、どの実験室でも標準試料が作成でき、補正の作業は単純である。CO₂ 標準の導入によってラマン密度計の活用範囲が大きく広がることが期待できる。