

カソ - ドルミネッセンスおよび顕微ラマン分光法による長野県御池山産衝撃変成石英のキャラクタリゼ - ション

Cathodoluminescent and micro-Raman spectroscopic characterization of shocked quartz from Mt. Oikeyama, Central Japan

西戸 裕嗣 [1]; 坂本 正夫 [2]; 蜷川 清隆 [3]; 奥村 輔 [4]

Hirotsugu Nishido[1]; Masao Sakamoto[2]; Kiyotaka Ninagawa[3]; Tasuku Okumura[4]

[1] 岡山理大自然研; [2] 下久堅小; [3] 岡山理大; [4] 岡山理大・自然研

[1] Res. Inst. Nat. Sci., Okayama Univ. Sci.; [2] Shimohisakata Elementary School; [3] Applied Phys. Okayama Univ. of Science; [4] Res. Inst. Nat. Sci., Okayama Univ. Sci.

南アルプス赤石山系に属する御池山 (標高 1907m) の尾根を外縁としてその東側斜面に直径約 900m の半円形地形が存在する。岩盤は秩父帯の堆積物 (砂岩やチャ - ト) からなり、これを構成する石英中に直線的でシャ - プな縞状の微細構造が高い頻度で見出される。偏光顕微鏡観察から、この微細構造は衝撃変成に特徴的な planar deformation features(PDFs) に相当すると判断できる。したがって、この特異な地形が過去の隕石落下によって形成された隕石クレ - タ - である可能性が極めて高い。

しかしながら、比較的低い衝撃圧 (数 GPa) によって生じる直線状の微細構造 planar fractures (PF) や構造運動起源の直線的なラメラ様の組織は、PDFs と見掛けが類似しそれらの識別が困難な場合も多い。一般に、PF やテクトニックなラメラは石英中の割れ目として認識され、直線性が悪く間隔が比較的広い (約 20 ミクロン)。一方、PDFs は、割れ目ではなく 8 ~ 10GPa 以上の衝撃波により結晶構造が破壊されたもので、1 ミクロン程度の幅をもち数ミクロン間隔で規則的に配列する。したがって、直接的に PDFs を確認するには、直線的な微細構造が割れ目ではなく構造破壊に起因することを示す必要がある。但し、透過電子顕微鏡による PDFs の直接観察は、特定の微少領域からのサンプリングなどが難しく成功例は少ない。我々は、カソ - ドルミネッセンス (CL) および顕微ラマン分光法を用い御池山産石英中の直線状微細構造を検証し、これが PDFs であることを確認した。

CL 測定には、走査型電子顕微鏡 (Jeol:JMS-5410) に回折格子型分光器 (Oxford:Mono CL2) を組み込んだ SEM-CL を用いた。これには、試料温度制御可能なクライオステ - ジが装着されている。顕微ラマンスペクトル測定は、Thermo Electron 社製 Almega を使用し、Nd:YAG レ - ザ - (532nm) を励起光とした。ラマンスペクトルの画像解析には、Atlas を用いた。測定試料には、砂岩およびチャ - トの研磨薄片を用いた。

室温における石英の CL スペクトルは、630nm 付近の赤色領域にプロ - ドなバンドスペクトルを示すが強度は小さい。一般に、石英の CL は、低温下で強度の増加が見込める。これは、試料温度を下げることにより非輻射遷移確率が低下し、発光効率が上がることによる。しかし、低温下では CL 発光の減衰時間が長くなるため、CL 画像撮影時に残光の影響を受けることが懸念される。したがって、液体窒素温度から室温まで試料温度を制御しながら石英中の微細構造の CL 像撮影を行った。- 150 °C 付近でそれら構造を比較的明るく鮮明な CL 像としてとらえることに成功した。PDFs に相当する部分は、バルク石英の明るい発光の中に暗い直線的な縞状のパタ - ンとして認識され、偏光顕微鏡観察結果ともよく対応する。これは、衝撃波により結晶構造が破壊され発光中心が消滅したことによると推察される。CL による PDFs の観察例は、ドイツ・リ - スクレ - タ - 産スエ - バイト中の石英に次ぐものである。

偏光顕微鏡ならびに CL 像観察において PDFs と認められた部分とその周辺部について、顕微ラマン分光分析を試みた。それらは、ラマンスペクトルのピ - ク位置にほとんど違いはないが、スペクトル強度に差異が認められた。石英に特徴的な Si-O-Si 伸縮振動に帰属されるラマンピ - ク (464cm⁻¹) は、PDFs 部においてバルク部分より強度が低くまたピ - ク形状がプロ - ドになっている。このことは、衝撃波により石英の結晶構造がある程度破壊されていることを示す。但し、diaplectic glass に相当するような非晶質の状態には至っていない。PDFs 部を含む 30 ミクロン四方の範囲についてスペクトル測定を行い、このピ - ク (464cm⁻¹) の積分強度を用いて二次元ラマンマップを作成した。その結果、偏光顕微鏡ならびに CL 像観察で認められた PDFs によく対応する直線的な縞状のラマンイメ - ジを検出した。

以上の結果から、御池山の石英から見出された直線性のよい縞状微細組織は、衝撃変成により形成された PDFs と判定された。したがって、御池山東側斜面の半円形地形は、隕石衝突によるクレ - タ - の痕跡を留めてたものである。