

## ラマン分光光度計を用いた石英の超微小硬度計圧痕の解析

## Raman spectroscopy of indented quartz

# 三宅 智也 [1]; 榎並 正樹 [2]; 増田 俊明 [3]  
# Tomoya Miyake[1]; Masaki Enami[2]; toshiaki masuda[3]

[1] 静大・理・生地; [2] 名古屋大・院環境・地球環境; [3] 静大・理・地球科学  
[1] Geosciences, Shizuoka Univ; [2] Earth and Environ. Sci., Nagoya Univ.; [3] Inst. Geosci., Shizuoka Univ.

<http://www.shizuoka.ac.jp/~geo/Welcome.j.html>

## はじめに:

点接触変形は、ありふれた現象である(木村・岡部、トライボロジー概論、養賢堂)が、岩石・鉱物の点接触試験の実体は、必ずしも明らかになっているとは感じられない。本研究では石英単結晶を試料として、点接触変形の特殊性について紹介する。

## RIDER:

点接触変形を定量的に研究するために、静岡大学所有の超微小硬度計(Akashi、MZT-500、RIDERと称する)を利用した。RIDERはいわゆるピッカース硬度計をナノテクノロジーによって進化させた装置であり、荷重( $\pm 0.001$  mN) - 変位( $\pm 0.01$  nm)を高精度で測定できるだけでなく、変化する荷重-変位を時々刻々(1秒間に10回)測定できる能力を持っている。なお本研究では、石英に荷重を加えるダイヤモンド圧子として、通常使用される四角錐型のピッカース圧子ではなく、三角錐圧子(角度 $68^\circ$ )を使用した。

## 石英単結晶試料:

ブラジル産の石英単結晶(約 $2 \times 2.5 \times 9$  cm)をc軸に垂直な面で5mm程度に切断し、 $0.06 \mu\text{m}$ のアルミナ懸濁液で研磨した。試料は肉眼では無色透明、ほとんど不純物を含んでいない。なお、H<sub>2</sub>O含有量は不明である。

## 点接触変形:

RIDERを用いて点接触変形を石英試料に与えるにあたり、最大荷重を200 mN、負荷速度20 mN/秒、保持時間10秒、除荷時間10秒に設定し、計30秒で圧痕を作成した。石英試料には破断や亀裂は生じておらず、三角錐圧子の形態を反映した三角錐型の圧痕が形成した。圧痕の深さは約370 nmであった。圧子周辺に破壊が生じていないことから、この変形は塑性変形である。通常の塑性変形は高温・高圧力条件下で生じることが知られているが、点接触変形では、塑性変形が室温で生じたことになる。

## ラマン分光:

圧痕の周辺の石英にどのようなことが生じているのかを調べるため、ラマンシフトを測定した。観測には名古屋大学のサーモ・ニコレー製、顕微レーザーラマン分光装置(ALMEGA)を使用した。空間分解能約1mm、深さ方向の分解能約2mmであり、一回の測定所要時間30秒である。本研究では石英のラマンシフトに現れる128cm<sup>-1</sup>、206cm<sup>-1</sup>、464cm<sup>-1</sup>のバンドに注目した。石英において、温高圧条件下でラマンバンドがシフトすることが知られており(Hemley, 1987)、本研究でもラマンバンドに変位が観測された。

## 結果:

圧痕の縁から5mm離れた箇所では、ラマンバンドに変化はなく、シャープな石英のラマンシフトが観測された。圧痕の中央部のラマンバンドは141 cm<sup>-1</sup>、244 cm<sup>-1</sup>、478 cm<sup>-1</sup>、でそれぞれが約13 cm<sup>-1</sup>、38 cm<sup>-1</sup>、14 cm<sup>-1</sup>高いラマンバンドが見られた。

## Hemley (1987) との比較:

ラマンバンドの変化より、超微小硬度計による点接触変形により生じた圧痕周辺の石英格子に歪みが生じていることが明らかになった。Hemley (1987) に従えば、圧痕最深部で2GPaの圧力に相当する歪みが存在していることになる。