

# Consistency of stress and strain evaluated from mechanical twins in calcite aggregates

Kei Wakamori

天然の方解石多結晶体の機械的雙晶から見積もられた応力と歪みの整合性

若森 奎

方解石は古応力や歪みを機械的雙晶によって記録する。これまで、方解石の機械的雙晶を使用した、応力解析や歪み解析の手法が提案され、天然の試料や実験的に変形させた試料に適用されてきた。方解石雙晶は応力と歪みを同一試料から検出することができる。そのような時、応力と歪みは整合的なのだろうか？例えば、軸性圧縮応力とオブレートタイプの変形は整合的だが、プロレートタイプの変形ならばそうではない。また、応力主軸と歪み主軸の方位が一致していなければ両者は整合的ではない。応力と歪みの整合性は、テクトニクスや構成方程式を議論する上で重要である。なぜならば、整合的であればそうした議論が簡単になるからである。先行研究では、応力と歪みを同一の方解石多結晶体から見積って、その整合性を主張している。しかし、それらの先行研究には問題点が2つある。一つ目は、応力と歪み主軸方位のみを比較しており、応力比や歪み楕円体の形状を考慮していない点である。応力と歪みを考えるうえで、楕円体の形状は重要な要素である。なぜならば、例えば軸性圧縮の時、圧縮軸の方位は重要であるが、引張軸の方位は重要ではない。これは歪みについても同様である。つまり、応力と歪みの整合性を評価するためには、主軸の方位と楕円体の形状を考慮する必要がある。二つ目は、試料が複数の変形ステージを記録している可能性を考慮していない点である。天然の試料は変形ステージを複数回経験している可能性がある。したがって、応力解析や歪み解析では、データセットからステージごとの応力や歪みを分離して検出することが求められる。しかし、これまで先行研究で使用されてきた解析手法では、単一の応力や試料全体の歪みを検出するにとどまっている。近年、方解石雙晶による応力解析は新しい手法が提案された(GAtwin)。この手法では、一つのデータセットから複数の応力を同時に検出することができる。一方、歪みを複数の変形ステージごとに分離して検出する

手法はまだない。

そこで本論では、歪みを分離して検出する新しい歪み解析手法を開発すること、応力と歪みの整合性を天然の試料から検討することを目的とする。新しい歪み解析手法は、GAtwin と従来の歪み解析手法を組み合わせることで、応力ごとに歪みを分離して検出する。GAtwin では、応力と各々のデータがその応力に所属する確率「負担率」が見積もられる。本研究では、「負担率」とそれぞれの変形ステージにおける歪み量が比例関係にあると仮定することで、歪みを分離した。応力解析と歪み解析を天然の方解石試料に適用し、検出された応力と歪みが整合的か否かを、主軸の方位と楕円体の形状を考慮して評価した。この評価には、応力—歪み偏差空間における両者の角距離を使用している。応力—歪み偏差空間では主軸の方位差と楕円体の形状差をまとめて角距離で記述することができる。

対象としたのは、房総半島に分布する安房層群天津層中の方解石脈である。方解石脈の定方位試料を 2 地点から採取し、機械的双晶の方位やその厚さなどのデータを取得した。これらの試料に応力解析を適用した結果、合わせて 7 つの応力が検出された。7 つの応力の中には、互いに似た応力があり、大まかに、NNE-SSW 圧縮の逆断層型応力、NW-SE から WNW-ESE 引張応力、NE-SW 引張の横ずれ断層型応力の 3 つに区分できた。これらの応力は、先行研究において房総半島の小断層や褶曲から見積もられた応力と調和的である。特に、NNE-SSW 圧縮の逆断層型応力と、NW-SE から WNW-ESE 引張応力は、房総半島の地質図スケールの構造と調和的である。

さて、2 つの試料に歪み解析を適用した結果、応力ごとに歪みテンソルが得られた。得られた応力と歪みは全ての組み合わせにおいて角距離が非常に小さかった。これは天然の試料から得られた応力と歪みが整合的であった事を示す。このことは、この試料における構成方程式の応力と歪みが正比例の関係である事を示唆する。得られた歪み量は 0.04–0.70%と、変形実験における歪み量に対して 1 桁から 2 桁小さい値を示した。また、歪み量の大きさに試料間で差が生じた。その要因は、応力が負荷された時の温度、粒径、歪みの違いではなく、結晶方位ファブリックの違いだと考えられる。

本研究では、歪みを分離検出する歪み解析手法の提案と、応力—歪み偏差空間を利用した応力と歪みの整合性の検討を初めて行った。また、本研究は天然の試料から複数の応力と歪みを検出し、それらが整合的であったとした初めての事例である。