

## 石英の微細構造から推察される変形物理条件：三波川帯上昇テクトニクスへの応用

### Deformation conditions inferred from microstructures in quartz: application to exhumation tectonics in the Sambagawa belt

# 竹下 徹[1]

# Toru Takeshita[1]

[1] 広大・理・地球惑星システム

[1] Dept. Earth and Planet. Sys. Sci., Hiroshima Univ

石英の変形微細構造は、変形時の物理条件を推定する上で有効な指標となる。地下深部の高温下で形成された変成岩は、一般に上昇・冷却過程で大歪を被っており、岩石を構成する石英中には、ピークの変成温度よりも低い温度条件で形成された微細構造が刻印されている。四国中央部三波川帯では、構造的上部の岩石中の石英に中温（400-500 °C）で形成された微細構造が保存されている一方、構造的下部の石英には低温（300-400 °C）で形成された微細構造が記録されている。この事実は、構造的上部は下部よりも高速で上昇し、急速な冷却を被ったため、中温の微細構造が凍結された可能性を示唆する。

近年、石英の変形・再結晶機構の温度依存性については、Hirth and Tullis (1992)の実験的研究により、温度の上昇とともに regime 1, 2 および 3 の3つの領域があることが確立された。ここで、regime 1は、歪硬化が生じ、回復が困難で細粒の再結晶粒子が形成される領域、regime 2は、回復が容易になり動的再結晶が主として亜結晶粒回転で生じる領域、および regime 3は粒子境界の易動度が増し、粒界移動によって主として動的再結晶が起きる領域である。ここで重要なことは、実験では regime 3においてもまだ低温タイプのc軸ファブリック（平面歪では、type I crossed girdlesに相当）が形成されていて、変形実験は regime 3の高温部の領域をカバーしていないということである。天然の変形石英岩では、低温から中温（後述）タイプ（平面歪では、type II crossed girdlesに相当）へのc軸ファブリック転移は、約400 °Cで生じており、regime 2から3への転移もそれよりは低温側ではあるが、やはり400 °C付近で生じている。

本講演で問題とする所は、変成帯の上昇テクトニクスである。変成帯の上昇機構はここでは議論しないが、変成岩は一般に上昇時に大歪の塑性変形を被っている。変成岩は地表に向かって上昇してくると冷却されるので、地下深部の高温下で変成した変成岩も必ず低温変形のオーバープリントを被るはずである。実際、三波川変成岩もピークの変成温度よりも低い温度条件で上昇時変形を受けたことが、微細構造の解析から明らかにされている。石英は天然の歪速度の条件で、300 °C以上の温度条件で流動的になる。したがって上昇して来る変成岩は、最終的には必ず300 °C前後で塑性変形を被り、低温で形成された微細構造が常に石英に記録されるはずである。それにもかかわらず、地下深部から上昇して来た変成岩中の石英には、高温（600 °C以上）、中温（400-600 °C）および低温（300-400 °C）の様々な温度条件で形成された微細構造が保存されている。何故、400 °C以上の中高温下で形成された変形微細構造が保存されるのであろうか。

端的な答えとして、(1) 差応力が低下し、低温では塑性変形しなかったことが考えられる。また、変成帯の上昇の過程で歪が局所化し、その部分は低温下で塑性変形を殆ど被らなかったことが考えられる。しかし、これらの考え方は必ずしも一般性を持たない。一方、(2) 上昇速度が速い（即ち冷却速度が速い）場合、低温で変形している時間が十分ないので、中高温で形成された変形微細構造が改変されず、保存される可能性がある。本論文では、上昇速度と、低温条件（300-400 °C）の保持時間の関係を検討し、低温条件での塑性歪量を見積もりこの仮説の検討を行った。さらに、(3) 上昇速度が速いと、高温岩体が地表近くに持ち上がって来て、脆性-塑性転移点の深さが浅くなって来る。この時、脆性-塑性転移点の強度は減少してくる。言い換えると、変成岩が高速で上昇すると、脆性-塑性転移点の温度が高くなる。その結果、高速で上昇する変成岩は、上昇とともに、中高温で塑性変形する領域から、低温で塑性変形をする領域を飛ばし、直接脆性領域に入る結果となる。この考えは、上昇してきた変成岩中の石英で、中高温条件で形成された変形微細構造が保持されている場合があることをうまく説明する。

四国中央部の三波川帯では、構造的上部のオリゴクレーヌ-黒雲母帯、アルバイト-黒雲母帯およびガーネット帯で、石英中に中温条件（400-500 °C）で形成された微細構造（type II crossed girdle c軸ファブリック、粗粒（180-250 ミクロン）の再結晶粒子および regime 3を特徴付けるP-type（Masuda and Fujimura, 1980）の再結晶粒子形態）が保存されている一方、構造的下部の緑泥石帯、ガーネット帯およびアルバイト-黒雲母帯では、石英中に低温（300-400 °C）で形成された微細構造（type I crossed girdle c軸ファブリック、細粒（180 ミクロン以下）の再結晶粒子および regime 2を特徴付けるS-typeの再結晶粒子形態）が記録されている。従って、上記の議論に基づくと、構造的上部の地層は、構造的下部の地層に対して急速に上昇して来たことが考えられ、この

上昇運動が、従来 Banno et al. (1978) によって提唱されていた、オリゴクレースー黒雲母帯を核にする横臥褶曲構造を形成した可能性がある。