

陸上付加体に見る鉱物脈形成過程

Microstructural evolution of mineral veins observed in on-land accretionary complexes

橋本 善孝[1]

Yoshitaka Hashimoto[1]

[1] 高知大・理・自然環境

[1] Dep. of Nat. Env. Sci., Kochi Univ.

沈み込み帯における流体移動は、続成過程や物質および熱の運搬、岩石強度の低下、化学反応への寄与、生物環境の形成など様々な影響が指摘されて、重要視されている。海洋付加体では、浅部において湧払流の存在が確認され、シロウリガイコロニーなどの生物環境を形成するために必要なメタンの流路であるとされている。また、沈み込みプレート境界先端で塩濃度の低下などの化学的な異常から結晶水から排出された流体がデコルマ沿いに上昇していることが提案されている。さらに反射法断面におけるネガティブポラリティーは不連続面における流体の存在を示唆しているとされ、OST 沿いや深部における DSR 帯などに沿って流体が流れていると指摘されている。

一方で、より深部の流体の証拠として陸上付加体における鉱物脈が注目されている。メランジュ帯に見られる鉱物脈からおよそ 200 °C/200MPa の温度圧力が推定され、内包している流体がメタンや水を主としていることや、同位体測定から結晶水の脱水起源であることが明らかとなった。

さらに、ビトリナイト反射率よりも有意に高い流体温度が記録されていたり、同位体平衡の仮定の下で推定された温度が近傍の鉱物脈で大きく異なることが、報告され、陸上付加体において鉱物脈がより深部の高温流体の浅部への移動を記録していることが示唆される。陸上付加体における鉱物脈を対象とした研究は、このような沈み込みプレート境界深部における流体移動の議論にまで発展してきている。

しかし、陸上付加体の鉱物脈から流体について議論するとき、流体からの沈殿というプロセスを考慮する場合は非常に少ない。陸上付加体では鉱物脈で流体の挙動について議論するほか無いが、実際観察しているのは、流体からの沈殿というプロセスの結果を見ているに他ならない。本研究では、流体のオープンシステム、クローズシステムにおける結晶沈殿と流体移動の関係が鉱物脈組織からある程度推定できることを紹介する。

陸上付加体に見られる鉱物脈は主に石英と方解石からなっている。石英は減温度、減圧によって溶解度が減少する。よって、流体の上昇による減温度、減圧、あるいは拡散による減圧によって流体が石英に過飽和になり、結晶が沈殿することが考えられる。一方、方解石はまったく挙動が逆であり、減温度、減圧で溶解度が増加する性質を持ち、単純な流体移動に伴う減温度、減圧では沈殿することができない。圧力の波状的な変化、二酸化炭素分圧の相対的な増加などが、方解石の沈殿に影響を及ぼすと指摘されているが、天然においてはこのような効果を積極的に支持するデータはない。沈み込み帯における方解石の沈殿は理論的には困難であるが、天然には無視できないほど炭酸塩鉱物が存在する。

結晶組織と流体の移動形態との関係は Nicholas et al. (2001) でよくまとめられている。鉱物脈中の石英組織に注目すると、陸上付加体では 1) mosaic(blocky) と 2) elongate blocky に分けられる。Mosaic(blocky) は、非常に不規則な形状をしており、圧力溶解劈開と密接に関連して観察される。これは、石英に飽和した流体が、急激に形成されたクラックに注入し、超過飽和な状態になり、空間から核が形成され、ブロック状な組織を呈したとされている。Elongate blocky は壁岩付近には細流な結晶がある一方、壁岩から離れるに従って、急に結晶サイズが大きくなり、壁岩から中心へ伸びた結晶形態を呈するものである。これは、移流による流体から沈殿してできたものだとされており、深部からの流体移動を考える上で、認識されるべき組織だと思われる。

また、Christoph et al. (2004) は、みょうばんを使用した移動流体からの沈殿実験を報告している。それによると、結晶成長競争に打ち勝つ鉱物の数が流体移動速度に依存していること、結晶成長の遅延が移流の下流側で起こることを報告している。先の elongate blocky の組織に見られるように、母岩周辺の細流結晶は成長競争に負けた鉱物の集合であり、この量比が移流速度を相対的に評価するパラメータになることを示唆している。

流体包有物の結晶位置における傾向が報告されている。Vrolijk はオープンクラックを埋める鉱物脈から流体圧が母岩からはなれるに従って減少しているという例を報告している。また、剪断脈においては、逆に温度、圧力ともに中心へ向かって増加する傾向も見られる。このような事例はまだ少ないため、今後データを増やすとともに、結晶組織とそれから考えられる流体移動の形態と合わせて考えて行く必要があるだろう