

変成反応における初期過渡状態から定常状態への変化：石英－ドロマイト－水系の反応実験

From the initial transient to the steady state in metamorphic reactions: An experimental study in dolomite - quartz - water system

西山 忠男[1]; 富永 愛子[2]; 磯部 博志[3]

Tadao Nishiyama[1]; Aiko Tominaga[2]; Hiroshi Isobe[3]

[1] 熊大・理・地球科学; [2] 熊大・理・地球科; [3] 熊大・理・地球科学

[1] Earth Sci., Kumamoto Univ.; [2] Earth Sci., Kumamoto Univ; [3] Dept. Earth. Sci., Fac. Sci., Kumamoto Univ

反応帯を形成するような非平衡な変成反応においては、複数のタイライン交換反応を含むことが普通にある。そのような場合には複数の反応が競合し、それらの反応速度の相対的大きさに依存して生成される鉱物の量比が異なることが予想される。天然の同じ産地において、同じ岩石間の反応帯に異なる累帯配列が認められるのは、このような効果を見ている可能性がある。そこでこのことを実験的に検証するため、石英－ドロマイト－水系の熱水合成実験を行った。

実験

出発物質: (1) ドロマイト単結晶 + 石英粉末 + 水

(2) 石英単結晶 + ドロマイト粉末 + 水 (鉱物の重量比はいずれも 1:1)

温度圧力条件: 600 °C, 0.1 GPa (Cold seal type pressure vessel)

実験時間: 45 時間, 71 時間, 168 時間, 336 時間

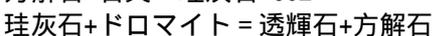
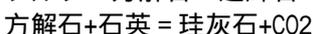
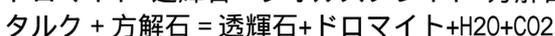
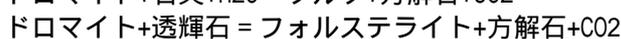
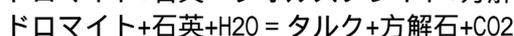
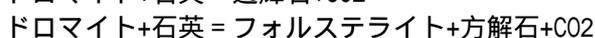
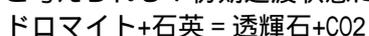
結果

1. 反応縁はドロマイト結晶の周囲にのみ発達し、石英結晶の周囲には全く発達しなかった。
2. 同じ実験条件下でも反応縁の鉱物組み合わせ、累帯配列は異なる場合が認められた。
45 時間: (1) 石英/透輝石/フォルステライト+方解石/方解石+ドロマイト/ドロマイト
(2) 石英/珪灰石/方解石/透輝石/方解石+ドロマイト/ドロマイト
71 時間: (3) 石英/珪灰石/方解石/タルク/透輝石/フォルステライト+方解石
/方解石+ドロマイト/ドロマイト
(4) 石英/透輝石/フォルステライト+方解石/方解石+ドロマイト/ドロマイト
168 時間: (5) 石英/透輝石/フォルステライト+方解石/方解石+ドロマイト/ドロマイト
336 時間: (6) 石英/透輝石/フォルステライト+方解石/方解石+ドロマイト/ドロマイト
3. 短時間の実験ではさまざまな鉱物組み合わせと累帯配列の反応縁が形成されるが、実験時間が長くなるにつれ、反応縁の累帯配列は石英/透輝石/フォルステライト+方解石/方解石+ドロマイト/ドロマイトのみになった。

考察

1. 反応縁がドロマイト結晶の周囲にのみ形成され、石英の周囲に形成されないのは、定常拡散モデルにより、拡散流の相対的大きさが現象論係数の比の大きさに依存することにより説明できる。

2. 同じ実験条件下でも反応縁の鉱物組み合わせ、累帯配列が異なる場合が認められることは、きわめて非平衡な初期過渡状態においては、複数の競合する化学反応の反応速度がわずかな初期条件の変化に敏感に応答するためであると考えられる。初期過渡状態においては次の 8 種の化学反応が競合していることが考えられる。

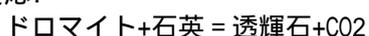


3. 長時間の実験においてはただ一つの鉱物組み合わせ/累帯配列

石英/透輝石/フォルステライト+方解石/方解石+ドロマイト/ドロマイト

だけが安定になる事実は、この累帯配列が定常状態を示していることを示唆する。このように本実験においては、反応縁の成長における、初期のきわめて非平衡な過渡的状态から、定常状態への遷移が観測されたと結論される。

4. 全ての反応時間の実験において、反応縁の形成に関与していると考えられる次の 2 種の反応:



反応 1

ドロマイト+石英 = フォルステライト+方解石+CO₂ 反応 2

の反応進行度の時間変化を見積もった。その結果、反応 1 と 2 の反応進行度の比は、45 時間から 168 時間にかけて上昇し、その後 336 時間では再度減少して、ピーク時の約半分になることが分かった。この反応進行度の相対的な時間変化には、反応の進行に伴う流体の組成変化などが影響していることが考えられる。