

# 論文審査の結果の要旨

氏名 岡本 敦

本論文は大きく4つの内容からなる。1-2章は三波川変成帯および解析を行った塩基性片岩と鉱物の記載、3-6章は熱力学的な解析、6-9章は変形解析、10章はテクトニクスに対する制約である。

第一章では、三波川変成帯および四国中央部別子地域の概略を述べ、第二章では、研究地域に含まれる鉱物、特に角閃石の鉱物化学的性質をまとめている。角閃石の組成は calc amphibole と subcalcic amphibole の領域に入ることを示した上で、NaM4 と AIT1 により定義される組成領域では高変成度がバロア閃石-ホルンブレンド-アクチノ閃石、低変成度ではウィンチ閃石-アクチノ閃石という組成変化が一般的であることを明らかにしている。

第三章では、熱力学的な関係式を微分形式で書き下して解くという手法(ギブス法)を Spear (1993)に基づき導出し、それを、変数を各サイトの陽イオンのモル分率によって書き表すことおよび、基準となる条件を適切に選び、すべての組成についてそこからの差として計算するという工夫によって、三波川変成帯の塩基性片岩の角閃石の組成累帯構造に適用している。

第四章では、熱力学的な解析に用いる角閃石固溶体の活動度モデルを定式化している。角閃石の7成分について理想部分は Mixing on Sites model、非理想部分は最も単純な正則溶液モデルを Powell and Holland (1993)に基づき書き表し、さらに、ギブス法に組み込むために、陽イオンのモル分率で書き下したことが述べられている。

第五章では、第三章と第四章の結果に基づいて、角閃石の活動度モデルの21個の非理想パラメータ(マ-グラスパラメータ、 $W_{ij}$ )を天然の角閃石組成と既知の端成分に関するデータセット( $S_0, V_0$ )を用い、三波川変成岩のデータに基づいて、最小二乗法によって最適化している。

第六章では、得られた  $W_{ij}$  のセットを用いて角閃石の各組成点から温度・圧力・共生鉱物の組成を計算している。多数の角閃石の組成を P-T 上にプロットすることにより、ホルンブレンド、アクチノ閃石、ウィンチ閃石、バロア閃石の安定領域を明確にし、個々の角閃石の組成変化から得られた連続的な温度圧力経路から、マトリックスに存在する角閃石はどの変成度の岩石についても温度・圧力が減少する温度圧力経路を示すことを明らかにした。

第七章では、角閃石粒子のマイクロブーディンを用いて粒子の歪みの増分と均質

なマトリックスを仮定した場合の岩石の伸びが、自然対数歪みで 0–1.0 であると述べている。割れた隙間を埋めている角閃石の組成から割れた時期を推定し、400-500°C, 0.3-0.6 GPa の値を得、この事から、角閃石の変形が変成帯の上昇の後期に集中していることを明らかにした。

第八章では、ブーディン組織が発達した時期の反応を特定し、その進行度を画像解析から測定している。このデータを用いて、曹長石黒雲母帯とザクロ石帯では Xact (角閃石中でアクチノ閃石が占める割合)を反応の進行度の指標として用いることで、構造上の下位 (ザクロ石帯、曹長石黒雲母帯中のザクロ石帯との境界部) でより反応が進行していることを明らかにした。第九章では、マイクロブーディンから得られる歪みの増分とアクチノ閃石生成反応の進行度との関係を検討している。反応が進むにつれて、ブーディンに記録される歪みは大きくなる傾向にあり、角閃石のコアの細粒化はその後の反応の進行と強い関係があることを指摘している。

第十章では、沈み込み帯の温度構造と変成帯の運動に対する制約を議論している。本研究で得られた温度圧力領域と熱計算を比較すると、比較的若いプレートの沈み込みと関連している必要があることを述べ、高い  $dP/dT$  から、高温領域では、比較的速い速度で上昇したと議論している。さらに、角閃石ブーディンによる歪み解析から、変成帯上昇の後期(0.6GPa 以下)で高変成度部分と低変成度部分が異なる地質体として運動した可能性を指摘している。

本研究で、筆者は世界で初めて多成分系インバージョン (ギブス法) の角閃石固溶体への適用に成功した。これにより、これまで定性的にしか議論できなかった角閃石組成を定量的な温度圧力条件の推定に使えるようになった。複雑な角閃石固溶体の非理想性の評価を天然の組成を用いて、限界精度での解析を行った本研究のアプローチは、実験データの乏しい他の複雑な鉱物の活動度モデルの構築にも役にたつと期待できる。また、一つの鉱物の成長、変形組織に着目して、個々の岩石から温度圧力と変形量についての履歴 (時間変化) をそれぞれ定量化し、組成履歴を用いて明瞭に対比するという点で本研究は非常に独創性に富んでいる。以上述べたように、本論文は、その斬新性・独創性の点から非常に評価できる。よって本審査委員会は、全員一致で本論文が本学の博士 (理学) の学位を授与するに値するものと認定した。

なお、本論文第 3 章から 5 章は、鳥海光弘氏 (東京大学新領域創成科学研究科) との共同研究であるが、論文提出者が主体となってサンプル採集・化学分析・解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。