

氏名	まつもと けい さく 松本 啓作
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	理博第3145号
学位授与の日付	平成19年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科地球惑星科学専攻
学位論文題目	Petrological Study of High-Pressure Metamorphic Rocks in the Sesia Zone, Western Alps: The role of lawsonite on the fluid activity in the subduction zone. (西アルプス・セシア帯の岩石学: 沈み込み帯の流体活動に及ぼすローソン石の役割)
論文調査委員	(主査) 教授 平島崇男 教授 小畑正明 助教授 下林典正

### 論文内容の要旨

沈み込み帯で生じる地球科学現象の多くは、沈み込むスラブから放出された「水」によって誘発されていると考えられている。しかし、沈み込み帯における「水」をはじめとする流体の挙動については未解明な部分が多い。沈み込み帯での流体の挙動を考察するためには、まず、第一に、高压下で安定な含水鉱物の安定関係を解明する必要がある。最近、海洋地殻物質を用いた高温高压合成実験が実施され、ローソン石やフェンジャイトは地温勾配によっては地下300km付近まで安定であることが明らかにされ、沈み込む海洋地殻中での含水量変化図が提案された。この含水量変化図は、沈み込み帯のモデル計算に頻繁に応用されている。しかし、低温(<600°C)の合成実験では、実験生成物が相平衡状態に達していないと思える事例が散見される。その代表例は、天然のエクロジャイトでは、初生相として稀にしか含まれない緑泥石が、実験生成物中に多量に含まれていることである。もし、実験生成物中の緑泥石が反応カインेटイクス等の理由による準安定相であれば、上記の合成実験に基づいた沈み込み帯の含水量変化図には不確かさが残っていることになる。

上記の含水量変化図の妥当性を検討するとともに、沈み込み帯における真の「水」の保持量や保持様式を検証するためには、天然の高压変成岩類を用いた研究が不可欠である。高压変成岩類の多くは、地下深部から地表に上昇する際に、後退変成作用に伴う加水作用を被っており、地下深部での真の含水量推定が困難なことが多い。しかし、西アルプス・セシア帯に産する高压変成岩類(エクロジャイトと藍閃岩)は、高压変成作用時の状況を良く保持しており、地下約50-60kmに相当する高压条件の直接的な情報を解読することが期待できる。本研究では、沈み込み帯での「水」の保持・放出様式の実態に迫ること、特にローソン石の果たす役割の解明を目指して、セシア帯の高压変成岩類の記載岩石学的研究を行った。

ローソン石は1モルあたり約12wt%のH<sub>2</sub>Oを保持している。西アルプス・セシア帯南部のOrco Valley地域の地質と岩石を詳細に検討した結果、構造的上位のOrco Valley南部では、ローソン石藍閃岩とエクロジャイトが互層して出現し、構造的低位に当たる北部では、ローソン石を含まない藍閃岩とエクロジャイトが出現することが判明した。Orco Valley南部の高压変成岩類の鉱物共生関係を解析した結果、ローソン石藍閃岩とエクロジャイトは、僅かな全岩化学組成の違いによって、限られた温度圧力範囲内(約480-520°C・13-15kb)で共存していたことが判った。また、Orco Valley北部でのローソン石の消滅は、変成度の上昇に伴い、不連続反応である反応



の進行により、ローソン石が緑簾石と雲母に分解した結果であることを明らかにし、ローソン石消滅のアイソグラッドの確定に成功した。また、地質温度圧力計を用いてエクロジャイトの形成条件を検討した結果、南部のエクロジャイトは約500°C・15kb、北部では約560°C・17kbとなり、見かけの地温勾配として、約9°C/kmの値が得られた。両地域の変成条件は、シュードセクション法を用いた変成条件の推定値と整合的な結果となったので、ローソン石の消滅は、セシア帯での広域的な温度圧力の増加によって生じたとする考えを提案した。

次に、シュードセクション法とモード測定法を用いた含水鉱物のモード量を測定し、調査地域の岩石が地下深部で保持していた含水量を試算した。その結果、約 $9^{\circ}\text{C}/\text{km}$ の地温勾配に沿う約 $500^{\circ}\text{C}\cdot 15\text{kb}$ 以上の変成条件下では、ローソン石を含まない高压変成岩の含水量は変成温度の上昇とともに連続的に僅かずつ減少するが、ローソン石を含む高压変成岩では、ローソン石の分解時に、多量の水（約 $1\text{wt}\%\text{H}_2\text{O}$ ）を放出し、それ以降は、ローソン石を含まない高压変成岩と同様の含水量変化を示すことが判った。すなわち、低温のエクロジャイト相では、ローソン石の分解が、一定の温度条件で多量に「水」を供給することを明らかにした。

## 論文審査の結果の要旨

本審査論文は、高压変成岩の鉱物共生解析から、沈み込み帯における、沈み込む変成地殻物質の $\text{H}_2\text{O}$ の保持量と、変成脱水反応の進展に伴い変成地殻物質から、沈み込みに供給される $\text{H}_2\text{O}$ 量を定量化したことに大きな意義がある。

現在のプレート沈み込み帯で生じる地球物理現象の多くは、沈み込む地殻物質などから放出された $\text{H}_2\text{O}$ が引き金として重要な役割を果たすと考えられている。近年になって、実験岩石学の立場から、高压下で安定な含水鉱物の安定関係と含水量変化図が提示された。しかし、低温（ $<600^{\circ}\text{C}$ ）下の合成実験は、実験生成物は相平衡状態に達していない事例が認められ、実験岩石学に基づく含水量変化図には不確かさが残っていた。本研究では、天然の高压変成岩類を直接解析することによって、 $600^{\circ}\text{C}$ 以下の高压変成岩類の $\text{H}_2\text{O}$ の保持量や・放出様式の解明を目指した。本審査論文は、その主要な成果を二つの主論文としてまとめた。

主論文1：西アルプス・セシア帯に産する藍閃岩中のローソン石の成長・分解時期の決定に取り組んだ。ローソン石藍閃岩のザクロ石の組成累帯やローソン石の微細組織から、ローソン石は沈み込みに伴う温度上昇時に成長し、更なる温度・圧力の上昇期に、他の含水鉱物などに累進的に分解する過程を示すことに成功した。また、厳密な相平衡解析によって原岩の全岩化学組成の僅かな違いが存在すれば、ローソン石藍閃岩とエクロジャイトは、非常に狭い温度圧力範囲で共存できることを示した。これらの成果は、比較的低温のエクロジャイト相（約 $480\text{--}520^{\circ}\text{C}\cdot 13\text{--}15\text{kb}$ ）の鉱物共生変化を見事に描写しており、今後、低温のエクロジャイトを研究する上で、世界の模式研究の一つとして、多くの研究者に引用されるだろうと予想される。

主論文2：セシア帯に産する藍閃岩とエクロジャイトの含水量変化と脱水反応システムティクスを、モード測定法とシュードセクション法を用いて検討した。その結果、セシア帯がかつて被った沈み込み変成場の広域的な温度圧力構造（約 $500^{\circ}\text{C}\cdot 15\text{kb}\rightarrow$ 約 $560^{\circ}\text{C}\cdot 17\text{kb}$ 、約 $9^{\circ}\text{C}/\text{km}$ の地温勾配）を明らかにし、ローソン石消滅アイソグラッドを提案した。ローソン石消滅アイソグラッドの提案は、ニューカレドニア帯に次いで世界で二例目であり、高く評価できる。また、新しく考案した電子顕微鏡を用いたモード測定法と近年発展した先端的相解析手法であるシュードセクション法を用いて高压変成岩（エクロジャイトと藍閃岩）の含水量変化を検討した。その結果、ローソン石を含まない高压変成岩の含水量は僅かずつ連続的に減少するのに対し、ローソン石エクロジャイトやローソン石藍閃岩はローソン石の累進脱水分解時に、急激に多量の $\text{H}_2\text{O}$ （約 $1\text{wt}\%$ ）を放出することを示し、かつ、その定量化に成功した。

以上の成果によって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。