

## 学位論文内容の要旨

### 学位論文題目

西南日本内帯，飛騨帯広域変成作用に伴う深成岩類・変成岩類の形成史：熊野川 - 長棟川地域の例

(Igneous and Metamorphic History related to the Hida regional metamorphism, the Hida belt, Southwest Japan: A case study for the Kumanogawa - Nagatogawa area )

専攻名・領域：自然科学基盤系

申請者氏名：上塘 斎

### 和文要旨

飛騨帯は日本列島の骨格をなす地帯であり，古生代末（270-240Ma）の広域変成作用を受けた中～低圧型の変成岩類が卓越する．これら変成岩類の原岩は，表成岩のほかに斑れい岩～花崗岩など多様な岩石からなる．しかしながら，宇奈月変成岩などを除くと，変成岩類の原岩形成場やその形成年代に関しては不明な点が多い．さらに，深成岩の貫入時期と広域変成作用の関係についての詳細も不明である．飛騨帯中部の熊野川 - 長棟川流域には，広域変成作用を受けた斑れい岩複合岩体が分布する．この複合岩体は，岩相相互の関係や変成・変形の過程が明確なため，飛騨帯の変成・火成活動史を理解するのに適している．本研究は，熊野川 - 長棟川流域に産する斑れい岩複合岩体を例として，産状の記載と鉱物・岩石の化学組成から火成岩の形成場や広域変成作

用との関連性を検討する。これらのことは、飛驒帯の原岩形成場や広域変成作用の特徴および飛驒帯の形成史の解明に貢献できる。

熊野川－長棟川流域に産する斑れい岩複合岩体は、主に斑れい岩と閃緑岩から構成され、花崗閃緑岩～花崗岩を伴う。また、石灰質片麻岩や石灰珪質片麻岩および泥質片麻岩などの表成岩起源の変成岩ブロックを含む。斑れい岩は、粗粒斑れい岩と細粒斑れい岩に区分され、粗粒斑れい岩には層状構造がしばしば発達する。細粒斑れい岩は閃緑岩と花崗閃緑岩～花崗岩中の同時性岩脈や暗色包有物（MME）として産する。粗粒斑れい岩、閃緑岩および花崗閃緑岩～花崗岩の岩相境界では、各岩相が不均質に混在し、苦鉄質～中間質マグマと珪長質マグマの混交・混合が示唆される。さらに記載岩石学的・地球化学的特徴もマグマ混合を支持する。一方、細粒斑れい岩は、異なる組成のマグマによる混交・混合の影響がほとんどなく、未分化に近い組成を持つ岩石が含まれる。このような未分化な組成に近い細粒斑れい岩は、低  $K_2O$  でソレイト質玄武岩の特徴をもつ。また、組織的に混交・混合の影響がない花崗岩は火山弧花崗岩の組成的特徴を示す。

熊野川中流域の斑れい岩複合岩体は、変形組織が弱く火成岩の組織を残した岩相から変形・変成組織が発達する岩相へと連続的に移化する。変形・変成作用による面構造は、一般に ENE - WSW,  $60^\circ$  S の走向・傾斜で、長石類の変形センスは右横ずれを示す。変形の顕著な岩相では、Sm 面と S 面の角度分布および C'面の発達と変形センスが宇奈月期のシアゾーンのそれと一致する。再結晶鉱物にはしばしば斜方輝石が含まれ、この地域の最高変成度はグラニュライト相に達したことを示唆する。共存する両輝石の組成から見積もった変成温度条件はコアで  $840\sim 650^\circ\text{C}$ 、リムで  $680\sim 450^\circ\text{C}$  である。また、正片麻岩に伴われる泥質片麻岩には、黒

雲母 + 石英 + 珪線石 → ざくろ石 + カリ長石 + メルトやざくろ石 + 珪線石 → 堇青石 + スピネルの変成反応を示唆する組織が含まれる。これらのことから、変成温度上昇によってグラニュライト相に達し、泥質組成の片麻岩は部分熔融を生じた。その後減圧過程を経て角閃岩相の温度条件に達した。すなわち、時計回りの温度圧力履歴をへたと考えられる。

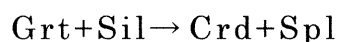
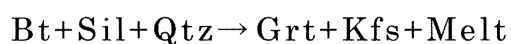
飛驒帯の斑れい岩類と花崗岩類の活動時期の関係はこれまで不明であったが、本研究の検討結果は、苦鉄質マグマと珪長質マグマの活動時期が同時期であることを示す。また、未分化に近い細粒斑れい岩や花崗岩の組成から見て、熊野川-長棟川斑れい岩複合岩体は、活動的大陸縁辺部で形成されたと考えられる。飛驒帯には、本複合岩体と岩石構成や岩相の類似した珪長質～苦鉄質深成岩類が広域に露出している。したがって、本複合岩体のマグマ過程や形成場は飛驒帯全域に適応可能である。一方、変成・変形作用の解析から、飛驒帯広域変成作用はピーク変成作用にいたる昇温期変成作用が 270-250Ma におこり、この時の最高変成度はグラニュライト相に達した。その後、宇奈月期のマイロナイトを作る変形作用と後退変成作用が 250-240Ma におこり、角閃岩相まで温度が低下した。すなわち、飛驒帯の広域変成作用は従来考えられていたように 2 回あったのではなく、1 回であったと考えられる。飛驒帯の火成活動は広域変成作用と同じ 270-240Ma におこっている。本研究対象の熊野川-長棟川斑れい岩複合岩体は、その最初の活動であったと位置づけることができる。その後、次々と火成岩が貫入・定置した。それらマグマの貫入によって、地温勾配は上昇した。このように、飛驒帯の広域変成作用は広域的に貫入したマグマを熱源としたと推察される。そして、その形成場は活動的大陸縁辺部、おそらくは北中国地塊縁辺部であったと推察される。

## ABSTRACT

The Hida belt, Southwest Japan, was situated along the continental margin of the eastern Asia prior to the opening of Japan Sea. The Hida belt is made up mainly of the various plutonic rocks and orthogneisses. The metamorphosed gabbroic complex, the Kumanogawa–Nagatogawa gabbroic complex, well preserves igneous structure and texture; therefore, it is suitable for geological and petrological studies as an igneous suite. The gabbroic complex contains gabbro, diorite and granodiorite - granite. Gabbro is subdivided into the coarse-grained gabbro showing igneous layers with cumulus texture and the fine-grained gabbro occurring as syn-plutonic dykes and micro-magmatic enclaves with ophitic texture. The fine-grained gabbro possesses tholeiitic compositions similar to subduction-related basalts. On the other hand, the diorite and the granodiorite - granite show the various texture resembling magma mixing and mingling; e.g., bladed biotite, acicular apatite, boxy cellular plagioclase and rapakivi feldspar. The chemical compositions of the diorite overlap with the evolved compositions of the fine-grained gabbro. Considering occurrence and geochemical features of the gabbroic complex, the various kinds of magma ranging from basaltic to granitic compositions were coexistent with each other and differentiation, magma mixing and mingling took place in a magma chamber to produce the gabbroic complex. This magma is suggested to have occurred in the active continental margin related to a subduction zone.

The Kumanogawa - Nagatogawa gabbroic complex are of syn-kinematic intrusive rocks and essentially undergone by high-grade regional metamorphism. As the gabbroic to dioritic rocks showing weak deformation locally contain orthopyroxene and clinopyroxene, the peak metamorphic condition of the complex reached up to granulite facies. On the other hand, the rocks having mylonitic foliations include large amounts of biotite and/or hornblende, instead of orthopyroxene and clinopyroxene; thereby suggesting the metamorphic condition of mylonitic rocks corresponds to amphibolite facies. The metamorphic temperature estimated with two-pyroxene geothermometer is of up to 840 °C. All metamorphic foliations of the complex show ENE to WSW direction regardless of their metamorphic grade. The mylonitic rocks possess S-C structure with dextral slip sense. This deformational feature of the complex resembles that of mylonitic rocks at the Unaduki stage in the Funatsu shear zone.

The pelitic gneiss with migmatitic structure occurs as a lens or a tabular block in the complex. This pelitic gneiss consists mainly of garnet, biotite, cordierite, plagioclase, K-feldspar, sillimanite, spinel and corundum. Garnet porphyroblasts locally include biotite, anhedral quartz and sillimanite. Euhedral plagioclase crystals locally appear in the matrix of garnet porphyroblasts. Cordierite and spinel crystals make a symplectite that occurs along the boundary between garnet and sillimanite. Based on these textures, the following reaction would take place in the pelitic gneiss.



These reactions probably reflect temperature increase and pressure decrease processes, respectively. The pelitic gneiss together with the host gabbroic complex would, therefore, experience a clockwise P-T path in the same metamorphic event. Igneous complexes lithologically resembling the Kumanogawa - Nagatogawa gabbroic complex are widely exposed in the Hida belt. The petrogenesis of the complex studied here can, therefore, be adapted with other igneous complexes in the Hida belt. Recent geochronological studies including zircon SHRIMP dating and monazite chemical dating reveal that igneous activities mainly occur at the time of 270 to 240 Ma and the Kumanogawa - Nagatogawa gabbroic complex intrudes at the initial stage of this igneous activity. During the same period, the regional metamorphism occurs in the Hida belt. Therefore, the igneous activity at the late Permian can be heat source of the Hida regional metamorphism. In conclusion, the Hida belt was potentially formed at the active continental margin, and probably situated at a part of North China Block.