

報告番号 ※乙第 2705号

主論文の要旨

題名

Carbon Isotopic Study on Coexisting Calcite
and Graphite in the Ryoke Metamorphic Rocks,
Northern Kiso District, Central Japan

北部木曾地方, 領家変成岩中に共存する方解石と石墨の炭素
同位体的研究

氏名 森清寿郎

主論文の要旨

報告番号 ※乙第 号 氏名 森 清 寿 郎

領家変成帯は、低圧型の変成相系列に属する、日本の代表的な変成帯の一つである。長野県、北部木曾地方には、領家変成岩類が広く布分し、変成度も非変成のものから最高温部のものまでほぼ連続的に変わっている。本研究は、当地域の領家変成帯を変成分帯して、広域的な温度構造を明らかにしたうえで、石灰岩原変成岩中に共存する方解石・石墨間の炭素同位体分配と変成度との関係を検討したものである。その結果、明らかになった諸点は次のように要約される。

I. 変成分帯および変成条件

泥質岩原変成岩に出現する変成鉱物の共生関係の解折から、当地域を次の9つの帯に分帯した。I: 非変成帯、II: 緑泥石帯、IIIa: 曹長石-黒雲母帯、IIIb: 中性長石-黒雲母帯、IV: 堇青石-ザクロ石-黒雲母帯、V: 紅柱石-黒雲母帯、VIa: 紅柱石-カリ長石帯、VIb: 珪線石-カリ長石帯、VII: 堇青石-ザクロ石-カリ長石帯。

各帯の変成温度および圧力を、記載岩石学的な資料と相平衡実験の結果とを比較して、次のように推定した。

II・IIIa帯の境界 (黒雲母アイソグラッド) : 330°C , 0.75Kb 。IV帯低温部: 490°C 。VIa帯: 580°C , 2.7Kb 。VIb帯低温部: 615°C 。VII帯: 670°C , 3.5Kb 。

II. 方解石-石墨間の炭素同位体分配と変成度

変成分帯の結果明らかにされた変成条件を基準とし、変成石灰岩中に共存する方解石と石墨の $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ を測定し、次のような結果をえた。

方解石の $\delta^{13}\text{C}_{\text{cc}}$ 値は、IV帯までは+2%。前後でほぼ一定であるが、共存する石墨の $\delta^{13}\text{C}_{\text{gr}}$ 値は変成度の上昇とともに-22%から-8%。位まで規則的に高くなっていく。一方、IV帯より高変成度では、方解石の $\delta^{13}\text{C}_{\text{cc}}$ 値が+2%よりかなり低い試料が認められる。そして、方解石の $\delta^{13}\text{C}_{\text{cc}}$ 値の変化にもかかわらず、方解石と石墨間の炭素同位体分配 $\Delta^{13}\text{C}_{\text{cc-gr}} (= \delta^{13}\text{C}_{\text{cc}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{gr}})$ は、低温部でややばらつきを示すが、変成度の上昇とともに規則的に小さくなる。このことは、方解石-石墨間で炭素同位体交換平衡が成立していることを示している。低下変成作用の影響は認められない。各帯の変成温度を基準として、 $\Delta^{13}\text{C}_{\text{cc-gr}}$ 値を温度の関数として次のように定式化した。

$$\Delta^{13}\text{C}_{\text{cc-gr}} = 8.9 \times 10^{-6} T^{-2} - 7.1 \quad (T : ^\circ\text{K})$$

この式は変成反応の温度範囲 (270~650°C) に適用できる。

III. 同位体交換の低温限界

非変成帯および変成帯低温部 (II帯) から得られた石灰岩の方解石・石墨の炭素同位体比を検討した。非変成石灰岩の方解石・炭質物の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、それぞれ+2‰, -22‰前後で、堆積性海成石灰岩および碎屑性有機物の値を示している。変成石灰岩中の石墨の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、平均値が約-17‰で、非変成のものよりも明らかに重くなっている。この石墨は有機物起源で、もともとは-22‰前後であったと考えられる。石墨の $\delta^{13}\text{C}$ 値の増加は、方解石との同位体交換の結果であり、それゆえ、炭素同位体交換はII帯のような低温域でも行なわれた。II帯で認められる $\Delta^{13}\text{C}_{\text{cc-gr}}$ 値の最大は23‰であり、前述の温度スケールの270°Cに相当する。この温度が炭素同位体交換の行なわれる最低温度と推定される。

IV. 脱炭酸反応の影響

IV帯からは、石灰岩中の苦灰石と石英が反応をはじめ、脱炭酸反応 (CO₂放出反応) がおこっている。脱炭酸反応に伴う方解石の炭素・酸素同位体分別の検討を行なった。石灰-珪酸塩鉱物を多く含み、脱炭酸反応がすすんでいると考えられる試料では、方解石の ^{13}C ・ ^{18}O は堆積性石灰岩の値より著しく減少している。一方、脱炭酸反応がすすまなかったと考えられる試料では、 $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ 値は堆積性石灰岩の値と変わっていない。以上から、脱炭酸反応による重い同位体の減少が、高変成度の方解石において顕著に認められることが明らかになった。しかし、 ^{18}O に比べて ^{13}C の減少が顕著であり、脱炭酸反応だけでは説明が困難である。泥質岩原領家変成岩の石英の $\delta^{18}\text{O}$ 値、当地域の塩基性岩原変成岩の方解石の $\delta^{18}\text{O}$ 値、高変成石灰岩の $\delta^{18}\text{O}$ 値の3つを比較検討した結果、酸素に関しては石灰岩と変成流体との間で同位体交換が行なわれ、それが高変成石灰岩の方解石の $\delta^{18}\text{O}$ 値を規定した、と推定される。