

氏 名 中 島 和 一
なか じま わ かつ
 学 位 の 種 類 理 学 博 士
 学 位 記 番 号 論 理 博 第 62 号
 学 位 授 与 の 日 付 昭 和 39 年 3 月 23 日
 学 位 授 与 の 要 件 学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
 学 位 論 文 題 目 沸 石 相 に 関 す る 研 究

(主 査)
 論文調査委員 教授 吉澤 甫 教授 松下 進 教授 初田甚一郎 教授 可知祐次

論 文 内 容 の 要 旨

種々の物質が堆積して、岩石がつくられる場合、その続成作用の過程において、うける圧、熱および水その他の揮発成分などの条件に応じた鉱物が岩石中に生成する。とくに火山灰その他のガラス質物を主材とする凝灰質岩には、この場合、沸石の形成がみられる。岩石の変成作用を広義にとり、その中に続成作用をも包含するという前提のもとに、沸石およびこれと同時に生成する鉱物がその基準になる。すなわちこの低変成度をあらわす鉱物相を沸石相と命名したいとの提案が D. S. Coombs によってなされた。

主論文では、その前半において、本邦の中生、新生両界を構造発達史にもとづいて、中生界～古第三系と新第三系～第四系とに2大別して、それぞれの地層について沸石相の概念の導入がなされている。すなわち、和泉帯の上部白亜系を主体として、本邦各地の中生界および古第三系の凝灰質岩層の続成作用で生

	本邦 中生界～古第三系 (中島)	本邦 新第三系～第四系 (中島)	ニュージーランド・南島 三畳系 (Coombs)
上	A帯 (ハロイサイト類)	α 帯 (ハロイサイト類)	
↑	B B₁ 帯 (方沸石, 斜プチロール沸石, モンモリロン石, 緑泥石など) B₂ 帯 (B₁ 帯の鉱物の他にセラドナイトなど)	β 蛋白石または, クリソトバル石, 方沸石, 斜プチロール沸石, モルデン沸石, モンモリロン石, サポー石, セラドナイトなど	輝沸石・方沸石帯 (沸石相上部)
↓	C C₁ 帯 (曹長石, 無水のカオリン鉱物, 緑泥石, セラドナイトなど) C₂ 帯 (曹長石, 緑簾石, パンベリ石, 絹雲母, 緑泥石など)	γ 石英, 曹長石, 濁沸石, 緑簾石, ブドー石, 絹雲母, 緑泥石など	濁沸石帯 (沸石相下部) ブドー石—パンベリ石—変グレーワッケ相—緑色片岩相上部 (白雲母—緑泥石亜相)
下			

成した鉱物相を追求すると、各地層を通じてそれにもとづく分帯（A帯ないしC帯）が可能であることが明らかにされた（表参照）。この分帯が地層の層序に対応、調和するものであることはむろんである。新第三系および第四系については、中生界～古第三系にくらべてパンペリ石が見られず、モルデン沸石、蛋白石またはクリストバル石が多いこと、各帯の分布区域の規模が小さいこと、また後期におこる火成作用のため比較的不明瞭になることなどはあるが、鉱物相による同様の分帯（ α 帯ないし γ 帯）が可能であることが示されている。これらの分帯区分のうち、A帯および α 帯はその広域分布が著者によって初めて明らかにされたもので、B～C₁帯および β ～ γ 上部帯はCoombsの沸石相に、C₂帯および γ 下部帯は広域変成帯の変グレーワッケ相～緑色片岩相に比較されることが明らかにされた。岩層の賦存状態、また後述する合成実験などからみて、被覆岩層の厚さまたは地表からの深さがその位置の岩石の鉱物相を限定する要因になることが考えられる。

沸石相を特徴づける変成沸石について産状・性質などを検討した後、火成岩にもしばしばあらわれる方沸石をも含めて、この種沸石は一般に珪酸に富む種であることがX線回折計による測定から推定された。また、沸石は主として火山性ガラスから変成したものであり、両者の化学組成が酷似することから、変成時の反応は isochemical に行なわれたと推測している。さらに、この変成において沸石が普遍的に生成すること、これは反応性の高いガラス質物を起源物質とすること、合成実験や熱力学的計算結果とも著しい矛盾のないことなどから、沸石相生成の反応は長い地質時代の間になくとも化学平衡に近づいたと推測している。

後半においては、ゲル試料を用い、テストチューブ型熱水合成装置を利用して、500～3000気圧、150～550°Cの条件で、 $(\text{Na}_2, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 系（ $n=3\sim 10$ ）の合成実験を行なって、沸石相にあられるCa—Na沸石およびこれに関係する他種鉱物との間の相の安定関係を詳細に検討して、野外においての沸石類の生成条件の解明につとめた。その結果、Coombsによって示された珪酸および水が過剰な条件下での沸石を主体とする石灰・ソーダ・礬土珪酸塩鉱物の圧～温度状態図の訂正を行なった。これによると、水と固体との圧が等しい（ $P_{\text{H}_2\text{O}} = P_{\text{solid}}$ ）と仮定すると、

- (a) 深さに対して地温が正常な勾配をもって増加する場合の生成鉱物相がニュージーランド南島の三畳系をも含めて、本邦中生界～古第三系のものに相当し、B帯の下限は地下約5000m、
- (b) 比較的急勾配をもって増加する場合のそれが新第三系緑色凝灰岩層のものに相当し、 β 帯の下限は地下約3000m、また
- (c) 異常に急勾配をもって増加する場合のそれがニュージーランドの地熱地帯や温泉地帯のものに相当するとの結果を得ている。

また、 $P_{\text{H}_2\text{O}} < P_{\text{solid}}$ と仮定すると、すなわち岩石中の裂隙などがこの条件に適合すると考えられるが、B帯の岩石の亀裂にC帯に相当する鉱物相があらわれる例などはこれで説明されるとした。さらに水の化学ポテンシャルが小さい場合、たとえば $\mu_{\text{H}_2\text{O}} < \mu_{\text{CO}_2}$ のときにはCa沸石のかわりに方解石、粘土鉱物などがあらわれ、より高い変成度をあらわす鉱物相が、比較的地下浅いところにあられると考えられ、この例として関門層群を推定している。

要するに沸石相の形成は続成作用による、荷重または埋積変成の範疇に属すると結んでいる。

参考論文その1は、大和高原の領家帯北縁の変成岩と花崗岩との地質構造上での検討をしたもので、木津川構造線をもって領家北縁帯と領家帯プロパーとを分けることを提案している。その2~5は、主論文の基礎資料をなす沸石類の野外および室内研究の結果である。その6は鹿塩片麻岩の成因について述べたものである。

論文審査の結果の要旨

従来、変成作用による鉱物相の研究は接触変成および広地域変成のような高い変成度の領域のものについて、主として行なわれてきた。

近年X線回折計による微小鉱物の同定が可能となり、また熱水合成実験装置が発達するにしたがって、堆積岩の続成作用のような著しく低変成度領域の鉱物相の研究が新しく開拓されるようになった。たとえば、ニュージーランド南島の三疊紀地向斜堆積層などにおいて、D. S. Coombs が行なった堆石相およびブドー石——バンベリ石——変グレーワッケ相～緑色片岩相の研究(1962, 1963)などはその著例である。沸石の研究に従事してきた著者は、主論文において、広範囲にわたる本邦各地の中生界、新生界について、続成作用によって生成する鉱物相を野外調査、室内実験をもって追求し、その結果を Coombs の研究と比較すると同時にそれについての批判も行なっている。

まず、地質構造発達史にもとづいて、地層を中生界～古第三系と新第三系～第四系とに2大別して、とくに沸石が顕著に生成する凝灰質岩を対象として鉱物相の研究が遂行された。これによって分布区域の規模、その中の鉱物の種類、さらに続成作用後の他の作用による影響などに多少の差異はあるが、中生界～古第三系の鉱物相については、A～B～C帯、新第三系～第四系のものについては α ～ β ～ γ 帯のそれぞれ3帯より成る鉱物相による分帯が可能であり、かつA帯と α 帯、B帯と β 帯、C帯と γ 帯とはそれぞれほぼ対応することが明らかにされた。これらの各相帯は地層の層序と矛盾なく調和する配列順序を示すとしている。

これらのうち、A帯および α 帯は著者によって初めて広地域に分布することが明らかになったもので、これは主として風化作用にもとづくものと推定され、B～C₁帯および β ～ γ 上部帯は Coombs の沸石相に、C₂帯および γ 下部帯は広地域変成帯の変グレーワッケ相～緑色片岩相に比較されている。また、地層の分布状態と後述する鉱物の合成実験結果とを比較、検討することによって、被覆岩層の厚さまたは地表からの深さが、その位置の続成作用をうけた岩石の鉱物相を限定する重要な要素になることを明らかにした。

さらに沸石相を特徴づける変成沸石類の産状性質を検討することによって、火成岩にも、しばしばあらわれる方沸石のごときものをも含めて全変成沸石類は珪酸に富む種類であることが示された。また、変成沸石が主として火山性ガラスから変成したものであり、ガラスと生成する沸石とは化学組成において著しく類似することから、この変成作用の反応は isochemical に行なわれると考えている。起源物質が主として反応性に富むガラス物質であること、合成実験や熱力学的計算からみても著しい矛盾のないこと、長い地質時代にわたって行なわれることなどから考えて、この沸石形成の反応はほぼ化学平衡に達していると考えている。

論文の後半においてはゲル試料を用い、テストチューブ型熱水合成装置を利用して、500～3000 気圧、150°～550°C の条件で、 $(\text{Na}_2, \text{Ca}) \text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 系 ($n=3\sim10$) の合成実験を行なって、沸石相にあらわれる Ca—Na 沸石およびこれに関係する他の鉱物をも含めて、それらの間の相の安定関係を詳細に検討し、野外でみられるこの種沸石類の生成条件の解明につとめている。その結果は上述の鉱物相についての所論の実験的裏付けとなっている。さらに、Coombs によって示された珪酸および水が過剰な条件のもとでの変成沸石を主体とする石灰・ソーダ・礬土珪酸塩鉱物の圧—温度状態図の訂正が行なわれている。これから推測して、水と固体との圧が等しい ($P_{\text{H}_2\text{O}}=P_{\text{solid}}$) と仮定するときには

- (a) 地表からの深さに対して地温が正常な勾配をもって増加する場合の鉱物相がニュージーランド南島の三畳系をも含めて、本邦中生界～古第三系のものに相当し、B 帯の下限は地下約 5000m,
- (b) 比較的急勾配をもって増加する場合のそれが新第三系緑色凝灰岩相のものに相当し、 β 帯の下限は地下約 3000m, また
- (c) 異常に急勾配をもって増加する場合のそれがニュージーランド北島の地熱地帯や温泉地帯のものに相当するとしている。

また、 $P_{\text{H}_2\text{O}} < P_{\text{solid}}$ の場合、すなわち岩石の裂隙などがこの条件に適合すると考えられるが、たとえば B 帯の岩石の亀裂に C 帯に相当する鉱物相があらわれるのは、この条件にもとづく推定している。さらに、水の化学ポテンシャルが小さい場合、たとえば $\mu_{\text{H}_2\text{O}} < \mu_{\text{CO}_2}$ のときには、Ca 沸石のかわりに方解石、粘土鉱物などが生成し、比較的高変成度の鉱物相が比較的地下浅いところにあられるとして、この例として関門層群を推定している。要するに沸石相の形成は続成作用に起因する荷重変成の範疇に属すると結んでいる。

著者の研究は野外と室内との研究を併用して詳細に行なわれたもので、従来資料に乏しかった続成作用における鉱物相の解明に努力した新しい研究といえることができる。

また、参考論文はいずれも著者の研究能力のすぐれたことを示すものである。

よって、この論文は理学博士の学位論文として価値があると認める。