

1. 論文タイトル:西モンゴルのハルザンブルゲイ過アルカリ火成岩体におけるレアメタル
鉍化作用(博士論文)
2. 著者氏名・所属: ネルグイ サラングア 秋田大学大学院国際資源学研究科,
3. 指導教員名 #渡辺 寧

要旨# 西モンゴルに分布するハルザンブルゲイ岩体は中期古生代に形成されたサヤンリフトの南端に位置する約 400Ma の過アルカリ複合岩体であり, 本岩体には, ジルコニウム, ニオブ, 希土類元素が濃集することが, ロシア人地質学者コバレンコにより 1984 年に明らかにされた. 本博士論文の目的は, 岩石学, 鉍物学, 地球化学をもとに本岩体中のレアメタル含有鉍物の同定とジルコニウム, ニオブ, 希土類元素の濃集メカニズムを明らかにすることである. そのために X 線回折分析, 走査型分析電子顕微鏡, 蛍光 X 線分析, 電子線マイクロ分析, 流体包有物分析, レーザーラマン分析法が用いられた.

ハルザンブルゲイ複合岩体は主に石英閃長岩と花崗岩ユニットに区分される. 石英閃長岩は岩体の大部分を構成し中心部を花崗岩に貫入されている. 石英閃長岩は粗粒で主としてカリ長石, アルバイト, 斜長石, アルベルゾン閃石, 第一鉄リヒター閃石, エジリン普通輝石, 石英からなり, アクセサリー鉍物としてジルコン, パイロクロア, フェルスマイト, アパタイトを含む. 花崗岩はカリ長石, アルバイト, 石英, アルベルゾン閃石からなり, アクセサリー鉍物として, ジルコン, パイロクロア, フェルスマイトを含む. 花崗岩体の上部では石英のモードが増加し, ペグマタイト脈を含んでいる. #

前岩化学組成分析結果は, 石英閃長岩, 花崗岩ともに ASI ダイアグラムで「peralkaline」の組成領域にプロットされ, コンドライトで標準化した希土類元素図では Eu の負異常をもつやや軽希土類元素に富んだパターンを示す. ハーカー図では, Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , TiO_2 , CaO が SiO_2 の増加とともに直線的に減少する傾向を示すが, 石英閃長岩と花崗岩との間で組成ギャップが認められる. SiO_2 と微量元素との関係図では, La, Ce, Nb が SiO_2 が 75%以上の試料に濃集する以外, 系統的な変化は認められない.

これらの岩石には 2 種の熱水変質が認められる. 1 つは曹長石化で特徴づけられる交代作用で, 主として花崗岩に近接する石英閃長岩に広く認められる. もう 1 つは緑泥石やイライト, スメクタイト等の含水鉍物に特徴づけられる変質で, 交代作用を受けた石英閃長岩中に脈状に発達する. 交代作用による変質では, 長石のほとんどがアルバイトに, アルベルゾン閃石はエジリンに交代されるとともに, 蛍石, ジルコン, ニオブ鉍物が伴われる. より低温の熱水変質帯では上述した含水鉍物の他に蛍石, 赤鉄鉍, 方解石, 石英およびジルコン, フッ化希土類炭酸塩鉍物が含まれる.

ジルコンについてみると, 本岩体にはマグマ性ジルコンと熱水性ジルコンが認められる. マグマ性ジルコンは, 半自形から自形で, 石英閃長岩でも長石に包有されるものや最末期に鉍物の粒間を埋める石英に伴われるもの, より分化した花崗岩に含まれるものに細分される. 熱水性ジルコンは主として交代作用を受けた石英閃長岩に認められる. コアにマグマ性ジルコンを包有し, その縁辺部に熱水性ジルコンが成長している組織や, コアにゼノタイム

やシンキサイトを含む組織が一般的である。多くの熱水性ジルコンは集斑状組織を呈し、角閃石仮像に蛍石とともに出現する。また一部のジルコンは熱水変質帯の蛍石脈中に蛍石や石英とともに出現する。ジルコンの微量元素の分析結果は、マグマの分化とともにマグマ性ジルコン中の Sn, Ti, Nb, REE 含有量が増加する傾向を示す。曹長石化作用に伴うジルコンはマグマ性のジルコンに比較すると、著しく不純物に富んでおり、中でも Nb, Th, U, Ca, REE の含有量が高い。最末期の石英に伴われるジルコンは Hf を除きこれら不純物の量が減少する。レーザーラマン分析結果は、交代作用によるジルコンに著しく水が含まれていることを示す。

最末期の石英閃長岩や花崗岩を切る蛍石—石英脈の蛍石、石英の流体包有物の均質化温度は 300 度から 100 度であり、塩濃度は 20-25%の塩濃度を示す。

以上の分析結果から、本複合岩体では、HFSE 元素、希土類元素は 1)分化の進んだ花崗岩およびペグマタイト、2)交代作用を受けた石英閃長岩、3)より低温での熱水変質を受けた石英閃長岩に濃集していることが判明した。花崗岩やペグマタイトへのこれらの元素の濃集はマグマの分化とともに不適合元素が濃集したことにより説明される。交代作用の原因となった熱水は著しく F に富んでいたと推定され、HFSE 元素や帰途類元素はフッ化ジルコニウム、フッ化希土類、フッ化ニオブ化合物イオンとして熱水中に存在し、それが石英閃長岩中の造岩鉱物(特に Ca を含む斜長石や普通輝石、第一鉄リヒター閃石)が分解することによりもたらされた Ca イオンと反応することにより、これらの F 化合物が分解し、蛍石、ジルコン、ニオブ酸化物、および希土類炭酸塩鉱物として沈殿したと説明される。最末期の熱水では F に加えて Cl が主要な配位子となり希土類元素を運搬し、温度の低下、Ca イオンの増加とともに蛍石、ジルコン、フッ化希土類炭酸塩鉱物の沈殿がもたらされたと説明される。

ハルザンブルグ複合岩体のニオブ、ジルコニウム、希土類鉱化作用は、これまで、1)マグマの分化に伴う HFSE 元素の濃集、2)岩体定置後の新たなカーボナタイトメルトの深部への貫入による F-Ca に富んだ熱水の供給による交代作用、により説明されてきた。本研究では、マグマの分化にともなう HFSE 元素の濃集も認められるものの、花崗岩マグマから分別した F に富む熱水が石英閃長岩中の Ca を含む鉱物と反応することにより HFSE 元素、希土類元素の沈殿が生じたとする新たなモデルが提示された。このモデルは、マグマの固結年代と交代作用の年代とに大きな間隙が認められないこと、深部に貫入したとされるカーボナタイトが発見されていないことなどからも支持される。