

学位論文題名

Geochemical and mineralogical studies at Um Ara rare metals prospect, Southeastern Desert, Egypt.

(エジプト, 南東砂漠, ウムアラ地域のレアメタル鉱床の
地球化学的および鉱物学的研究)

学位論文内容の要旨

エジプトの核物質燃料公社は1980年代にエジプトの放射性元素の探鉱を組織的に実施したが、その過程のエアボーン探鉱によって南東砂漠のウムアラ微粒花崗岩帯で放射能異常を発見した。この花崗岩は各種類のアルカリ交代花崗岩類からなるので、その詳細と放射能異常の原因を解明すべく研究を実施した。

本研究は詳細な地球化学的、鉱物学的研究によって、まず微粒花崗岩体とそれに伴う鉱化作用の特徴と相互関係、レアメタル鉱化作用に対する後マグマ期の変質作用の役割、後マグマ期流体の進化などを解明し、この鉱化作用の発生および形成機構を明らかにする。

微粒花崗岩類は岩石/水反応による変質作用のために上下にゾーニングを示し、下位から晶洞性桃色アルカリ長石花崗岩(未変質)、ツインワルダイト-アマゾナイト花崗岩、ツインワルダイト-アルバイト花崗岩が分布する。一部ではNa交代作用が著しく、アルバイト岩と呼べるものがパッチ状に産出する。

名変質岩帯は割目規制のより後期のFe-, Mn-酸化物化を受ける。ウラン鉱化作用はある種の赤鉄鉱、方解石と共生する鉱染状および割目充填のウラノフェンとしてみられる。

一般の花崗岩と比較してウムアラ微粒花崗岩類はマグマが著しく分化した特徴を示す。それはTi, Fe*, Mg, Ca, Sr, Baに乏しく、Rb, Li, Nb, Ga, Y, Pb, Zn, U, Th, F(<2500 ppm)に富むことで示される。

変質岩も特にアルカリを中心とする特徴的な化学的変化を示す。アマゾナイト化岩では斜長石のアマゾナイト(マイクロクリン)化と共にCaとNaをKが置換し、K, Rb, Pb, 更にはNb, Zn, Li, Fの極端な増加が特徴的である。アルバイト化岩では、斜長石・カリ長石のアルバイト化と共にNaがCa, Kを置換し、他にLi, F, Ga, Al, Nb, Zr, Y, Th, Uなども増加する。アルバイト花崗岩ではウラン含有量が76ppmに達し、ウランが変質・鉱化作用で微粒花崗岩体の最頂部に濃集したことが明白である。

ウムアラ微粒花崗岩類におけるレアメタル鉱化作用は分化が進んだAタイプマグマの固結最終期に、メルトとマグマ水のサブプリソダス反応によって生じたもので、アルカリに富む揮発性成分(F, Cl, Li, CO₂)が複合体を作り、レアメタルを運搬・濃集したものである。温度や塩濃度の低下、CO₂などの逸散、pHの低下などがメタルの重要な沈殿要因であった。

マンガンコロナイト中の高いNb/(Nb+Ta)比やジルコンの高いZr(Zr+Hf)比は、これらレアメタルはTa-, Hf-複合体が不安定な、高温・アルカリ環境下で沈殿したことを示している。ウラノフェンは二次鉱物とも考えられたが、閃ウラン鉱などの一次鉱物が未発見

であり、かつその産状が鉱染～割目規制であることから、一連の岩石／水反応の最末期に
晶出したものと考えられる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 石 原 舜 三

副 査 教 授 宇 井 忠 英

副 査 助 教 授 松 枝 大 治

学位論文題名

Geochemical and mineralogical studies at Um Ara rare metals prospect, Southeastern Desert, Egypt.

(エジプト, 南東砂漠, ウムアラ地域のレアメタル鉱床の
地球化学的および鉱物学的研究)

エジプトにおいては原子力発電は次世紀を背負うエネルギー源として期待されており, エジプトの核物質燃料公社は1980年代にエジプトの放射性元素の探鉱を組織的に実施した。その過程でエアボーン探鉱によって南東砂漠のウムアラ微粒花崗岩帯で放射能異常が発見された。著者はただちにその地に派遣され, 放射能異常の原因を調査した。その結果, この地域の花崗岩類には各種類のアルカリ交代花崗岩類が複雑に発達し, それがウラン異常を示していることが判明した。そのため花崗岩と交代変質岩の特性と成因を解明すべく研究を実施した。

本研究は詳細な地球化学的, 鉱物学的研究によって, まず花崗岩類を2分し, 微粒花崗岩体とそれに伴う鉱化作用の特徴と相互関係, レアメタル鉱化作用に対する後マグマ期の変質作用の役割, 後マグマ期流体の進化などを解明し, この鉱化作用の発生および形成機構を明らかにする。

微粒花崗岩類は岩石/水反応による変質作用のために上下にゾーニングを示し, 下位から晶洞性桃色アルカリ長石花崗岩(未変質), ツインワルダイト-アマゾナイト花崗岩, ツインワルダイト-アルバイト花崗岩が分布する。一部ではNa交代作用が著しく, アルバイト岩と呼べるものがパッチ状に産出する。

名変質岩帯は割目規制のより後期のFe-, Mn-酸化物化を受ける。ウラン鉱化作用はある種の赤鉄鉱, 方解石と共生する鉱染状および割目充填のウランフェンとしてみられる。

一般の花崗岩と比較してウムアラ微粒花崗岩類はマグマが著しく分化した特徴を示す。それはTi, Fe*, Mg, Ca, Sr, Baに乏しく, Rb, Li, Nb, Ga, Y, Pb, Zn, U, Th, F(<2500 ppm)に富むことで示される。

変質岩も特にアルカリを中心とする特徴的な化学的变化を示す。アマゾナイト化岩では斜長石のアマゾナイト(マイクロクリン)化と共にCaとNaをKが置換し, K, Rb, Pb, 更にはNb, Zn, Li, Fの極端な増加が特徴的である。アルバイト化岩では, 斜長石・カリ長石のアルバイト化と共にNaがCa, Kを置換し, 他にLi, F, Ga, Al, Nb, Zr, Y, Th, Uなども増加する。アルバイト花崗岩ではウラン含有量が76ppmに達し, ウランが変質・鉱化作用で微粒花崗岩体の最頂部に濃集したことが明白である。

ウムアラ微粒花崗岩類におけるレアメタル鉱化作用は分化が進んだAタイプマグマの固結最末期に、メルトとマグマ水のサブリソダス反応によって生じたもので、アルカリに富む揮発性成分 (F, Cl, Li, CO₂) が複合体を作り、レアメタルを運搬・濃集したものである。温度や塩濃度の低下、CO₂などの逸散、pHの低下などがメタルの重要な沈殿要因であった。

マンガンコロンバイト中の高いNb/(Nb+Ta)比やジルコンの高いZr(Zr+Hf)比は、これらレアメタルはTa-, Hf-複合体が不安定な、高温・アルカリ環境下で沈殿したことを示している。ウラノフェンは二次鉱物とも考えられたが、閃ウラン鉱などの一次鉱物が未発見であり、かつその産状が鉱染～割目規制であることから、一連の岩石/水反応の最末期に晶出したものと考えられる。

以上のように著者は熱砂のもと、広大な花崗岩体中においてアルカリに富む微粒花崗岩体を発見し、これが3相からなるゾーニングを示すこと、各岩相がアルカリと揮発性成分に富む流体と母岩との反応によって生じ、その過程でレアメタル・ウランなどを沈殿せしめた機構を明らかにし、エジプトにおけるウラン鉱床の理解と探査に大きく貢献した。よって著者は北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格ある者と認める。