



Title	Isotopic Composition of Terrestrial Rare Gases and Application to Earth Science
Author(s)	Nagao, Keisuke
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/24585">https://hdl.handle.net/11094/24585</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	長 尾 敬 介
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	第 4 6 7 2 号
学位授与の日付	昭和 54 年 6 月 21 日
学位授与の要件	理学研究科 物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	地球希ガスの同位体組成と地球科学への応用
論文審査委員	(主査) 教授 岡野 純 (副査) 教授 宮本 重徳 教授 伊達 宗行 教授 松田 久 教授 川井 直人

### 論文内容の要旨

地球を含めた宇宙物質中の希ガス存在度、及び同位体組成は、太陽系の起源や進化の歴史を解明する上で、また、地球大気の生成の過程を研究する上でも重要である。

最近、マントル対流湧き出し部である海嶺の玄武岩や、ホット・スポットと呼ばれるハワイなどの火山ガス、更にマントル起源と考えられる捕獲カンラン岩やダイヤモンド中に、地球大気Heの $^3\text{He}/^4\text{He}$ 同位体比に比べ、一桁程度高い同位体比を持つHeが検出された。現在では、このHeは、隕石に見られる様な原始Heがマントル中に残存しているためと解釈されている。このようなマントルHeの研究は、マントルから物質が供給されている地域のサンプルに重点が置かれていた。これに対し、大洋プレートの沈み込み部である日本列島でマントルHeの湧出を調べるため、日本のガスサンプルを主とした、希ガス同位体組成を調べた。更に、大陸性のガス、大西洋中央海嶺玄武岩、日本の火山性溶岩の希ガス分析も行なった。

日本の火山ガス、温泉ガス、大部分の低温湧水中の遊離ガスは、大気Heの $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比の約7倍高い同位体比を持つHeを含み、マントルHeの寄与が大きいことがわかった。またHe同位体比に関しては、これらのガスの種類間に系統的な差異は無い。マントルHeの湧出が、日本列島では、かなり一般的な現象であることがわかり、今までの、Heは、放射性核種起源の $^4\text{He}$ が濃縮した地殻Heであるという一般の予想を覆す結果が得られた。

日本の、測定された全ての温泉ガスで、高い $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比が検出されたことは、温泉の熱源として、マグマからの高温揮発成分が、直接地下水に混入していることを示している。また、松代群発地震で形成された断層のガスからマントルHeが検出された。これは、地震前後の地下応力の変化により、He

同位体比が変動する可能性を示し、He同位体比を観測することにより、地震の前兆現象を捕えることが出来るかもしれない。

1958年から1977年の約20年間の昭和火山ガスのHe同位体比は、初期の高い値から、火山活動の減衰に伴って、大気Heの同位体比に近づいている。

He, Ar, Kr, Xeの分析結果からは、北海道濁川の地熱地帯で採取されたsoilガスで、明瞭なmass fractionationによる軽い同位体の系統的な濃縮を示していることがわかった。地球希ガスを扱う上でmass fractionationによる同位体比変動を無視できない場合があることを示している。しかし、火山ガスのNe同位体比は、大気Neからのmass fractionationによる同位体比変動では説明できない同位体比異常を示し、Solar-Typeの原始成分Neの存在の可能性もある。

日本のガス・サンプルの $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比は大陸性ガスや、大西洋海嶺玄武岩の値に較べ、放射起源 $^{40}\text{Ar}$ の寄与が小さいことを示している。また、希ガス元素間の相対存在度は、大気組成希ガスが水に溶けた場合の、重い元素が系統的に濃縮した相対存在度に似ている。

## 論文の審査結果の要旨

隕石や月物質など地球外物質に含まれる希ガスの同位体組成や元素存在度は、太陽系の起源に関する重要な情報を含むものとして、最近活発な研究が行なわれている。希ガスはその起源によっていくつかの成分に分けられるが、そのうち“原始成分”は最初ある種の隕石中に見出された。この“原始成分”が惑星内部にも含まれているかどうか注目されていたが、最近地球のプレートの湧出し部にある火山からの噴出ガス、海洋水、玄武岩等に含まれるヘリウムの $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比が大気中のヘリウムのそれに比べ約10倍大きいことから、地球内部にも“原始”ヘリウムが存在することが明らかとなった。

長尾敬介君は日本列島全域にわたる数十ヶ所からの火山ガス、温泉ガス、低温水中の湧出ガス、土壌中からの湧出ガス等を採取し、 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比を測定するとともに、希ガス全般にわたり、同位体組成と元素の存在度について、高度の質量分析法を駆使して系統的な研究を行なった。その結果、日本列島全域にわたり、大部分の試料中の $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比が大気のその約7倍の値を示すことを明らかにした。このことは“原始”ヘリウムが、測定試料中のヘリウムに大きく寄与していることを物語っている。この結果からプレート吸込部にある日本列島においても、広範囲に地球深部からの“原始”ヘリウムが洩出していることが分った。

以上の結果は、従来ほとんどプレートの湧出し部のみで認められていた“原始”ヘリウムの洩出がプレートの吸込部でも認められることを確実に示した世界最初の研究であり、理学博士の学位論文として十分価値があると認められる。