



Title	Noble Gas Solubility in silicate Melts and its Geochemical Interpretation
Author(s)	柴田, 智郎
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3128827
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	柴 田 智 郎
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 9 2 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 9 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科物理学専攻
学 位 論 文 名	Noble Gas Solubility in Silicate Melts and its Geochemical Interpretation (珪酸塩融体に対する希ガスの溶解度とその地球化学的解釈)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 松 田 准 一 (副査) 教 授 阿久津泰弘 教 授 武居 文彦 助教授 佐藤 博樹 助教授 土山 明

論 文 内 容 の 要 旨

希ガスは化学的に不活性であるため、その挙動は周囲の物理的な状態のみに支配される。特に珪酸塩融体に対する希ガスの溶解度は、宇宙空間や地球内部で行われた多くの物理過程を理解する際に重要な情報を与える。にもかかわらず、希ガスの溶解機構はよく理解されていない。そこで本研究では、希ガスの溶解度に影響を与える珪酸塩融体の構造とその溶解度との関係を調べる実験を行った。

$\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ (3種類), $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ (3種類), $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ (3種類), $\text{CaO}-\text{SiO}_2$ (3種類) 及び $\text{MgO}-\text{SiO}_2$ (1種類) の計13種類の組成を変えたガラスを試薬から合成した。このように合成したガラスはそれぞれ別々の白金カプセル (径2-3mm, 長さ10-15mm) に入れ落下急冷式内熱ガス圧装置 (東工大) 内で希ガス溶解実験を行った。圧力媒体として混合希ガス ($\text{He} \sim 0.5\%$, $\text{Ne} \sim 1\%$, $\text{Kr} \sim 0.1\%$, $\text{Xe} \sim 0.01\%$, $\text{Ar} \sim \text{balance}$, ただし各同位体比は大気組成と同じ) を用い, 混合希ガス雰囲気下で一定の条件下 (2-14.5時間, 圧力1-2kbars, 温度1200-1600℃) で保ち, 急冷しガラス状の試料を得た。落下急冷速度は200℃/sec以上と見積もられている。以上のように得られた試料を真空中で加熱し, 溶解している希ガスを抽出した。希ガスの組成は四重極あるいは磁場型質量分析計で分析し, それぞれの試料に対する希ガスの溶解度を測定した。

得られた希ガスの溶解度は, $0.181-111 (\times 10^{-6} \text{ cm}^3 \text{ STP/g-bar})$ であった。またその溶解度は, 希ガスの原子半径が大きくなるほど, また珪酸塩融体中の SiO_2 の濃度が低くなるほど低くなる。これまで, 希ガスは珪酸塩融体中の空隙に溶解すると考えられてきて, その溶解度を示す指標として珪酸塩融体の密度, モル体積および ionic porosity が使われてきた。しかし今回の結果から, 希ガスの溶解度はこれらの指標とはあまり関係がなく, むしろ珪酸塩融体の NBO/Si (1個のSi原子あたりの非架橋酸素の量) に関係があることが示された。これは, 希ガスの溶解度が単に珪酸塩融体中の空隙に溶解するのではなく, 珪素原子と酸素原子の結合状態と関係しているためであると考えられる。さらに希ガスの溶解度は珪酸塩融体中の珪素原子と酸素原子の重合度によって決定されることがわかった。

論文審査の結果の要旨

希ガスの溶解度は、初期地球の形成と大気海洋の起源を論じる上で重要な情報である。柴田君は、さまざまな成分のシリケートメルトにおける希ガスの溶解度の精密測定を行った。その結果、希ガスの溶解度がメルトの成分に強く依存し、これまで知られていたメルトの密度やイオン空隙率との相関よりも非架橋酸素／4配位カチオンとの相関がもっとも良いこと、希ガス原子が3次元構造にはいることなどを初めて示した。本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認められる。