

24.5 億年前と 13.4 億年前に花崗岩上に形成されたパレオソルの比較と酸素分圧の推定

Comparison of 2.45 b.y.-old paleosol with 1.34 b.y.-old one developed on granite and the estimation of PO₂ in the atmosphere

宇都宮 聡[1], 中田 正美[2], 村上 隆[1]

Satoshi Utsunomiya[1], Masami Nakada[2], Takashi Murakami[1]

[1] 東大・理・鉱物, [2] 原研・物質科学

[1] Mineralogical Inst., Univ. of Tokyo, [2] Dep. Materials Sci., JAERI

先カンブリア時代の大气中酸素濃度は約 20 億年前に急激に増加したといわれているが、20 億年前より以前の風化で形成された古土壌（パレオソル）と 20 億年前より新しいパレオソルとを調べて、その風化プロファイルと比較すること、さらにその二つのパレオソルから酸素分圧を推定して比較をすることが本研究の目的である。サンプルはカナダ、オンタリオ州の Pronto mine と Enterprise mine から採集したパレオソルを用いた。それぞれ約 24.5 億年前 (Pronto) と約 13.4 億年前 (Enterprise) に花崗岩上に発達した風化プロファイルである。

鉱物の比較： Pronto パレオソルでは、原岩は基本的に花崗岩の鉱物で構成され、緑泥石化した黒雲母が存在した。風化部に向かい、黒雲母が消失し粒間に緑泥石が多く存在するゾーン、最上部（不整合付近）では、斜長石の消失と粒間に大量のセリサイトが存在するゾーンが観察された。Enterprise パレオソルでは、原岩は同様に緑泥石化した黒雲母を含む花崗岩、上部にいくにつれ鉄酸化物が多く存在し、最上部では斜長石と緑泥石が消失して大量のセリサイトが存在した。

化学組成の比較： Pronto と Enterprise 両方の風化プロファイル上部で Ca と Na が減少し、K は増加していた。これから、両プロファイルにおいて風化の後 K-metasomatism が起こったことが示された。Immobile element の比は両プロファイル中でほぼ一定値をとり、"Definite paleosols" の条件を満たした。Fe/Ti 比は Pronto パレオソルのプロファイル上部で減少し、一方 Enterprise パレオソルのプロファイル上部で増加した。希土類元素パターンは Pronto パレオソルにおいてセリウムの異常がみられなかったが、Enterprise パレオソルではセリウムの正の異常がみられた。これは Pronto パレオソルでは、風化時に液相中でセリウムが他の希土類と同様に 3 価として挙動し、一方、Enterprise パレオソルでは、液相中でセリウムが酸化されて 4 価となり他の希土類と異なる挙動したため、セリウムの異常が検出されたと考えられる。

酸素分圧の推定： 風化反応と鉄の保持率から、風化時における大气中の酸素濃度の最大値、または最小値を算出することができる。Pronto パレオソルから 24.5 億年前の大气では、 $PO_2 < 0.3 \times PCO_2$ という関係が導かれ、Enterprise パレオソルから約 13.4 億年前の大气に関して $PO_2 > 32 \times PCO_2$ という関係が計算された。24.5 億年前の PCO₂ の最大値に Rye et al. (1995) による値、 $10^{-1.4}$ atm を用いると、当時の酸素分圧は約 0.01 気圧以下になり、これまでに見積もられた値、0.002 気圧以下よりも高い値となった。一方、13.4 億年前の PCO₂ の最小値に Kasting (1993) による値、 10^{-3} atm を用いると、酸素分圧は約 0.03 気圧以上と推定され、これまでに報告された値と同様の値になった。