

Redox-sensitive な元素の濃度変化から見た P/T 境界深海底の酸化還元環境

The paleo-redox environment of the deep sea at the P/T boundary based on concentrations of redox-sensitive elements

加藤 拓弥[1], 多田 隆治[2], 田近 英一[2], 荻原 成騎[1], 山北 聡[3]

Takuya Kato[1], Ryuji Tada[2], Eiichi Tajika[3], Shigenori Ogihara[1], Satoshi Yamakita[4]

[1] 東大・院・地質, [2] 東大・理・地質, [3] 宮崎大・教育文化

[1] Geological Inst., Univ. of Tokyo, [2] Geol. Inst., Univ. of Tokyo, [3] Geological Institute, Univ. of Tokyo, [4] Fac. Edu. & Cul., Miyazaki Univ.

京都府菟原などの西南日本に露出する P/T 境界の遠洋性堆積岩について、redox-sensitive な元素の濃度比に着目し、当時の深海底の酸化還元環境の復元を試みた。分析の結果、P/T 境界の前後で元素ごとに濃集のしかたの異なることが分かった。これは酸化還元度の違いを反映していると考えられる。例えば U は suboxic から euxinic な環境で沈殿し、Mo は euxinic な環境で沈殿するので、oxic な環境下では両元素ともあまり濃集せず、suboxic な環境下では U だけの濃集が進み、さらに euxinic な環境化では両元素とも濃集する。このような考え方に基づけば、P/T 境界に向かって深海底の環境が、oxic から euxinic へと次第に変化したと考えられる。

顕生代最大の絶滅が起こったとされるペルム紀/三畳紀境界(P/T 境界)には、海洋無酸素事変(Oceanic Anoxia Event, OAE)が関与したと考えられているが、その期間や範囲、還元の程度、他の環境変動や絶滅との因果関係など、いまだに不明な点が多い。

筆者らは特に海洋深層がどの期間・どの程度還元的であったのかという問題を明らかにするために、西南日本の丹波帯・秩父帯に残る当時の遠洋性堆積岩について、主として redox-sensitive な元素の濃度およびその濃度比の変化に着目し、当時の海洋深層の酸化還元環境の復元を試みた。

まずは、京都府菟原地区の P/T 境界セクションについて分析を行った。このセクションには、ペルム紀末から三畳紀初頭にかけての厚さ約 130cm の地層が露出する。地層は下位より、泥岩～頁岩の挟みを伴った厚さ約 70cm の暗灰色層状チャートユニット、暗灰色チャート・暗灰色珪質頁岩・黒色泥岩の互層する厚さ約 10cm の漸移的なユニット、弱い平行葉理を持つ厚さ約 20cm の暗灰色珪質頁岩層(砥石)ユニット、明確な平行葉理を持つ厚さ約 30cm の黒色頁岩ユニットからなる。

珪質頁岩ユニットと黒色頁岩ユニットの境界には層理にほぼ平行な剪断面が見られるが、欠落は小さいものと推定される。珪質頁岩ユニットの上部よりペルム紀末期の Changxingian を示すコノドント化石が、黒色頁岩ユニット下部に 1 層だけ介在される暗灰色珪質頁岩薄層より三畳紀初期 Griesbachian を示すコノドント化石が発見され、珪質頁岩ユニットと黒色頁岩ユニットの境界が P/T 境界に相当すると考えられる(Yamakita et al. 1999, Jour. Geol. Soc. Japan, v. 105, 895-898)。

分析は、層状チャートユニット中部から黒色頁岩ユニット上部までの約 1m の P/T 境界を跨いだ範囲から、3～10cm 間隔の 22 試料について、ICP-MS による多元素同時分析を行った。試料の分解には、試料をアルカリ融解したビードをさらに酸分解する手法を用いた。

分析の結果、V, Mo, U, Mn などのいわゆる redox-sensitive な元素が、層準によりそれぞれ異なった濃集のしかたを示すことがわかった。これは、元素によって濃集を起こす酸化還元度が異なることを反映していると考えられる。例えば U は suboxic から euxinic な環境で沈殿を生じて濃集するが、Mo は euxinic な環境でようやく沈殿を生ずる。従って suboxic な環境では、U の濃集は進むが Mo の濃集はそれほど進まず、結果として、より酸化的な環境やより還元的な環境よりも高い U/Mo 比を示すことになる。このように、異なる酸化還元度で濃集する元素の濃度比を見ることで、酸化還元環境の復元が可能になる。

U の濃度は、層状チャートユニットにおいては 0～4ppm の低い値であったが、珪質頁岩ユニット中で次第に濃度を増し、黒色頁岩ユニット下部でもっとも高い値 18ppm を示した。一方 Mo の濃度は、層状チャートユニットから珪質頁岩ユニットにかけて 10ppm 未満の低い値を示したが、珪質頁岩ユニット上部から急激に濃度を増し、黒色頁岩ユニット上部でもっとも高い値 91ppm を示した。U/Mo 比をとると、ちょうど珪質頁岩ユニットの部分でその上下よりも高い値を取る結果となった。

以上のことから、層状チャートユニットにおいて oxic、珪質頁岩ユニットにおいて suboxic、黒色頁岩ユニットにおいて euxinic な環境であったことが推定される。