

非破壊蛍光X線コアロガー-TATSCAN による南フランス白亜紀黒色頁岩の精密地層解析

High resolution elemental analysis of Cretaceous black shale from SE France by non-destructive XRF scanner, TATSCAN

坂本 竜彦[1]; 吉山 泰樹[2]; 飯島 耕一[2]; 小川 奈々子[3]; 大河内 直彦[3]; 西 弘嗣[4]; 岡田 尚武[5]
Tatsuhiko Sakamoto[1]; Taiki Yoshiyama[2]; Koichi Iijima[2]; Nanako, O. Ogawa[3]; Naohiko Ohkouchi[3]; Hiroshi Nishi[4]; Hisatake Okada[5]

[1] IFREE; [2] 北大・理・地球惑星; [3] 固体地球フロンティア; [4] 九州大・比文・地球自然環境; [5] 北大・理・地球惑星

[1] JAMSTEC; [2] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ; [3] IFREE; [4] Dept.Earth Science, Kyushu Univ.; [5] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.

過去2億年間の地球史の中で、白亜紀中期は現在に比べて大気中二酸化炭素濃度が極めて高く、両極には氷床がない緯度方向の温度勾配がかなり緩やかな温暖な環境であったと考えられている。この温室地球システムにおける地球環境変動の解明は、来るべき温暖化時代における地球システムの挙動を深く理解するために重要である。白亜紀は、大規模なマントルブリューム(スーパーブリューム)が太平洋地殻下部に上昇したことが原因(Larson, 1991)となっており、プレート生産・拡大の活発化、長期にわたる地磁気正磁極期間の継続、気温上昇、二酸化炭素濃度増加、海水準上昇等、様々な現象が発生したと考えられている。このスーパーブリューム仮説の検証と、スーパーブリュームが発生した場合の固体地球システムにおける物質循環像を理解するため、この時期に地球規模で形成された黒色頁岩層(海洋無酸素事件, Ocean Anoxic Event; OAE と呼ばれる)の解明が必要である。これまでに、OAE1a(約120Ma)、OAE1b(113~109Ma)、OAE1c(約102Ma)、OAE1d(100~98Ma)、OAE2(約93.5Ma)の5層準が広範囲に認められている。本研究は、アプチアンからアルビアン階のOAE層準の黒色頁岩層を採取し、高精度の地層解析を行うことによって、OAEの成因とその形成過程を明らかにすることを目的とする。

本研究では、フランス南部プロバンス地方のヴォコンチアン(Vocontian)堆積盆地をフィールドとした。ヴォコンチアン堆積盆地は、白亜紀当時、テチス海から大西洋に向かう海路部にあり、西側と北部に陸域が広がっていた半遠洋性堆積盆地と推定されている。本研究では、OAE1a層準に相当するゴグエル(Goguel)層、OAE1b層準に対応するキリアン(Kilian)、パキール(Paquier)層を対象とした。本地域では、一様に黒色頁岩が堆積するのではなく、炭酸カルシウム含有量が平均40%程度の塊状泥灰岩(ブルーマールと呼ぶ)を主体とし、その中にラミナが明瞭に保存された黒色頁岩層が挟在する。ラミナが発達する黒色頁岩は、連続試料の薄片観察および軟X線画像解析から、数十~数百μm単位のラミナからなる。ラミナは有孔虫を主体とする明色のラミナと、粘土鉱物・有機物に富む暗色ラミナから構成される。これらのラミナは、数mm~数cm単位で有孔虫の多い部分と少ない部分が律動的に繰り返す構造をなしている。さらに数cm~十数cm単位で、明瞭なラミナが発達する黒色頁岩、弱いラミナが発達する黒色頁岩、塊状泥灰岩が交互に繰り返す。この特徴はキリアン、ゴグエル層準も共通する。

堆積リズムの構造を定量的に解析するため、非破壊蛍光X線コアロガー(TATSCAN)で解析した。OAE層準は、たとえばOAE1b層準は113~109Maの4百万年にわたってOAEが継続したとされているが、その無酸素の程度はかなり変動に富むものであった。そのレベルは大きく3つの状態が存在する。(1)底層付近では生物攪乱生物が生息できる弱還元状態で、表層からは生物起源カルシウム、生物起源シリカを殻にする浮遊生プランクトンが生息できる状態で、塊状もしくは生物攪乱が認められる淡藍色マールが堆積し、相対的に有機炭素含有量は少ない。(2)底層付近では生物攪乱生物が生息できない中還元状態で、表層では生物起源カルシウム、生物起源シリカを殻にする浮遊生プランクトンが少ない状態で、塊状の黒色マールが堆積する。(3)底層付近では生物攪乱生物が生息できず、硫化鉄鋼が沈殿する強還元状態で、ラミナが発達する黒色頁岩と、ラミナが発達の見られない硫化鉄鋼の微少ノジュールを含む黒色マールが堆積する。有機炭素量は最大で4重量%程度となる。底層付近が強還元な状態において、陸上起源の流入が増加し、海洋表層付近に生物起源カルシウム、生物起源シリカを殻にする浮遊生プランクトンの生産が活発に行われ、ラミナが発達する結果となる。以上の3つの状態は、OAE時に、海洋循環の停滞した状態において、水塊中の酸素還元境界の深度、表層での陸上起源物質の流入、海洋表層生物生産変動がかなり変化に富むものであったことを物語っている。