

論文内容の要旨

Sedimentology and geochemistry of the Upper Devonian in Central Iran with special reference to environmental changes leading Frasnian-Famennian boundary event

イラン中部の上部デボン系の堆積相と地球科学：
特にフラニアン・ファメニアン境界事変に関して

モハマド ホセイン マムディ ガライ
Mohamad Hosein Mahmudy Gharaie

デボン紀後期のフランヌ期、ファメンヌ期 (F/F) 境界では、顕生代における五大絶滅事件の一つに数えられる生物大量絶滅が起きたことが知られている。それは何らかの環境変動によるものであろうが、必ずしも明確な統一見解が得られているわけではない。そのような研究は主にフランスからポーランドにかけてのヨーロッパ、そしてカナダの特定の地域に限られていた。イランにはデボン系を含む後期古生代の地層が広く分布しているが、境界問題に関して注目した研究は古生物学的側面以外まったくなかった。本研究では、層序学、堆積学、地球化学などの多岐にわたり検討を行い、デボン紀後期の大量絶滅事件の原因に関する新たな視点を提供した。

イランプレートは、デボン紀後期には古テチス海に面した低緯度地域に位置し、炭酸塩岩プラットフォームが発達していた。岩相層序学的検討から緩やかな海進を伴う海水準変動が認められ、特に F/F 境界付近では海進の傾向がみら

れた。

コノドント化石による明確な境界は確認できなかったが、F/F boundary interval という最後期フランヌ期から初期ファメンヌ期にかけての時期を設定することができた。この時期には、特にその前後の時期と比較していくつかの特徴的な岩相と鉱物学的、地球化学的な変化が集中していることを見出した。長期的には、デボン紀後期は広大な地域にわたる火成活動が知られるようになってきたが、境界付近とファメンヌ期に岩石化学的組成の検討からイランもその一部と思われる火山活動が確認できた。また鉄と粘土鉱物に富んだウーライトが発達し、その微細構造と鉱物学的特徴からマイクロブの活動と強い風化が原因と推定した。

F/F 境界を挟む 2-3 百万年の F/F boundary interval では、特に気候の温暖化、湿潤化を示す 2 つの証拠が得られた。一つはストロンチウムの同位体比がこの期間重くなる傾向を示し、これは風化の強化により大陸起源の岩石が侵食され海洋に供給されたことを示す。また kaolinite/illite 比もこの期間を中心に特に大きくなり、湿潤気候の傾向が前後の期間より強化されたことを示す。ストロンチウムの絶対量も増大し、これは海水中で沈澱する炭酸塩鉱物が方解石から霏石に変化した可能性が高い。このような環境は塩分濃度の高い環境で起こりうるが、地層からはそのような証拠が見られず、海水の pH の上昇がもっとも可能性が高い。それは大気中の二酸化炭素濃度の上昇により達成され、特に温暖で湿潤な気候が強化したものと整合的である。

数十万年程度と推測できる、より短期的な出来事として還元環境で沈澱しやすい元素、ウラン、バナジウム、ニッケル、ヒ素などの異常濃集が F/F 境界と推定される部分に見られた。参考に検討した南中国の六景 (Liu jin) ではコノドントにより F/F 境界が確認できたが、同様な異常濃集が境界に見い出された。そのほか葉理の発達した黒色頁岩が見られ、特定層準のみに石灰岩に黄鉄鉱が濃集していた。このような還元環境を示す元素の異常濃集と黒色頁岩が F/F 境界に発達することはすでに広く知られており、汎世界的な低酸素海水の発達した時期とされている (global oceanic anoxia)。更に地質学的には瞬間的な出来事として、炭素同位体比の明確な負の異常が確認できた。これは従来南中国の 2 箇所では知られておらず、重要視されていなかったが、より広域的な出来事であり、時間的な一致から境界事件と密接な関係があることが予想される。また、炭素同位体比の負の異常は境界だけでなく、boundary interval の始まりの

時期にも見い出され、この時期の環境変動と強い結びつきが考えられる。

以上にあげた諸特徴は F/F boundary interval に集中し、それらを個々に関連させながら統合的に解釈することにより、当時の環境変動に関して言及した。まず、デボン紀後期は全体として温暖な環境といわれ、それは広域火成活動の活発化した時期であることと矛盾しない。そのような環境下で boundary interval 前後にくらべ、より一定期間のみ温暖な環境が急激に強化されたことが考えられる。その始まりは炭素同位体比の負の異常と同期する。負の異常を形成する要因はいくつかあるが、その規模と期間の短さなどの考察から gas hydrate の溶解がもっとも可能性が高い。全体的な温暖化傾向の中で boundary interval の開始期において gas hydrate が溶解した結果、海水の pH の上昇、溶存酸素の低下、大気中の二酸化炭素の増大をもたらし、より強い温暖化の時期となった。その後再び溶解が誘発され、もともと溶存酸素に欠乏した海水は更に貧酸素となり黒色頁岩の堆積や還元環境に特徴的な元素の濃集が起き、貧酸素海水が海洋生物の絶滅を引き起こした。その後風化作用により二酸化炭素はしだいに減少し、ファミンヌ期中期以降はフランヌ期と同様、火山活動のみに支えられた温室環境が継続した。

綿密な野外調査と室内における鉱物、化学分析に基づいて F/F boundary interval には特に温室環境が強化されたことを見い出し、個々については様々な解釈が可能な現象を自らのデータを元に取り捨選択し、時系列に沿って上記のような従来全く考えられていなかった仮説を提示した。