

C-S-Fe-P の元素サイクルから見た先カンブリア紀の微生物活動と地球環境変動との関連

Relationship between microbial activities and surface environments on the Precambrian Earth

掛川 武[1]

Takeshi Kakegawa[1]

[1] 東北大・理・地球物質

[1] IMPE., Tohoku Univ.

先カンブリア紀（5.45 億年まで）は生物の進化を考える上で重要な時代である。先カンブリア紀後期の大型生物発生までの時代は、微生物の時代であるが、なぜ地球史の大半が微生物時代であったのか、明確な説は存在しない。また、先カンブリア紀には極限環境（全球凍結など）が複数起った事が知られている。先カンブリア紀の極端な地球環境変動と生物進化を結び付けた明確な理論も存在しない。そこで、本研究では、C-S-Fe-P の地球表層での元素循環の視点から、先カンブリア紀の微生物活動と地球環境変動を制約した要因を議論する。

先カンブリア紀には幾つかの特異的地質現象が起っている。(1) 22 億年および7から6 億年頃に起った全地球規模での氷河活動(27 億年も含まれる?)、(2) それぞれの氷河期と連動した海洋堆積物の安定同位体組成変化(有機炭素、炭酸塩炭素、黄鉄鉱硫黄など)、(3) 氷河期直後のリン酸塩鉱物の海洋堆積物中への多量沈澱、(4) 氷河活動と縞状鉄鉱床堆積の同時性などである。

これらの事実は、Archean 時代および Proterozoic 氷河期では海洋への Fe フラックスが高く、氷河期を挟み C-S-P のフラックス変化が起った事を示す。特に安定同位体変化は、それぞれの時代の微生物生態系の一次生産者(又は海洋における支配的微生物)変化を敏感に反映し C-S-P フラックス変化と連動している。鉄の海洋へのフラックス増加には海底熱水活動の活性化が有効的であるが、現世の海底熱水活動様式では、鉄も他の元素のフラックスも極端には変化させる事はできない。

多くの地質現象は先カンブリア紀の海底熱水活動が二酸化炭素分圧の高い条件で起った事を示している。Archean および Proterozoic の多くの縞状鉄鉱層は、炭酸塩鉱物を主体に形成されている。この事は、海洋中の溶在二酸化炭素分圧が高い状態であった事を示し、海底熱水活動も高二酸化炭素分圧下で起った事をサポートする。二酸化炭素分圧の高い状態で海底熱水活動が起ると多量の鉄とリンが海洋中に放出される事が指摘されている(Kakegawa, 2001)。このようなフラックスは現在の海洋には存在せず、先カンブリア紀独特のフラックスと考えられる。22 億年までは、このフラックスが普遍的であり、一旦、このフラックスは衰えるが、7 億年頃で、再び支配的となる。先カンブリア紀(特に Proterozoic)は、いわば、海洋への元素フラックスが熱水によるものか大陸風化によるものか、その優位性が激動した時代であった事を示す。極端な安定同位体変動(すなわち微生物活動変化)も Fe-P のフラックス変化の激しい時代に起り、海底熱水活動の活性化と連動している。海底熱水系フラックスが大陸からのフラックスに完全に置き換わる事により、微生物時代の終焉を見る。先カンブリア紀の微生物進化は地球内部の冷却史をそのまま反映し、熱水系からより、大陸風化からもたらされる栄養塩に依存する生態系への変化を示しているのであろう。