

○尾崎和海^{1,2}

(1 東京工業大学理学院、2 東京工業大学地球生命研究所)

炭素の安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) は、地質時代の地球表層圏の炭素循環動態についての重要な指標となっている。これまでに蓄積されたデータに基づくと、太古代における炭酸塩岩の炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$) は顕生代と同等のおおよそ 0‰ で安定しているという特徴がある。しかしながら、この長期的な安定性についてはメカニズムに基づく説明がなされていない。

標準的な炭素循環の枠組みに基づくと、 $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ が 0‰ であるということは、大気海洋系へ流入する総炭素フラックスのうち有機炭素として埋没するフラックスの割合 (f_{org}) が約 20% であることを意味する。一方、これまでの理論研究では太古代の原始的微生物生態系の基礎生産は現在海洋生態系に比べて 0.1%~1% のレベルであったと推定されている。このような小さな基礎生産にもかかわらず現在と同程度の有機物埋没 (炭素流入フラックスが現在よりも大きければ現在よりも大きな有機物埋没フラックス) が生じていたということは、基礎生産で生成された有機物のかなりの割合が埋没していたと考えなければならない。特に化学合成細菌生態系で期待される基礎生産 (現在の 0.1% 程度) では、生産された有機物の大部分が埋没したと考える必要がある。有機物埋没は無酸素海洋環境場で促進される (現世の無酸素海洋環境では 1~2% 程度) もの、生産された有機物がほとんど埋没するような状況が当時の海洋中で実現していたかどうかは定かでない。

上記の議論にはいくつか暗黙の仮定が存在する。特に重要なのは、大気海洋系へ流入する炭素の平均同位体比がマントルの値 (-6~-5‰) に等しいと仮定されている点である。これは地殻中の炭酸塩や有機物が効率的にリサイクルする顕生代の条件では良い近似となると期待されるが、太古代のような無酸素大気条件下では有機炭素の酸化風化が抑制されるため必ずしも成り立たない。地殻中有機炭素の酸化が抑制されていた場合、流入する炭素の平均炭素同位体比はマントル値よりも高くなるはずであり、 $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}} = 0‰$ を説明するのに必要な f_{org} 値は現在よりも小さくなる。具体的には、流入する炭素の同位体比が -2‰ の場合、 f_{org} は 8% となる。このように、太古代の f_{org} 値は大気海洋系へ流入する炭素の同位体比に依存しており、 f_{org} 値が現在よりも小さい場合、現実的な埋没効率で炭素同位体比を説明できる可能性がある。

一方で、炭素同位体比記録が経年変化を示さないという点も重要な問題である。本発表では、太古代の炭素同位体比の進化と安定性に関して、いくつかの仮説と問題点についてまとめ、理論モデルの結果に基づき地質記録と矛盾しない炭素循環の進化シナリオを議論する。

Modeling of seawater carbon isotopic evolution during the Archean

*K. Ozaki^{1,2} (¹Tokyo Institute of Technology, ²Earth-Life Science Institute)