

大気酸素の三種同位体組成の支配要因に関する検討

Evaluation of controlling factors on isotope ratios of atmospheric oxygen

阿部 理 [1]

Osamu Abe[1]

[1] 名大・環境・地球環境

[1] GSES, Nagoya Univ.

乾燥大気中の酸素濃度は 20.948% であり、この値は地球環境研究や生物地球化学研究においてしばしば一定とみなされるように、季節変化も経年変化もごくわずかである。大気酸素の同位体比もまた過去数百年間大きな変化はないものと考えられる。大気酸素の同位体比のうち、O-18/O-16 については、海水のそれと比べて高い値を有することが、1935 年に発表された二つの論文 (Dole, 1935; Morita, 1935) によって初めて見出された。彼らはいずれも海水に対して約 2%、O-18 が大気に濃集していることを示した。これは、Dole 効果もしくは Dole-Morita 効果 (以降 DM 効果) と呼ばれている。その後、1972 年に Kroopnick と Craig により、DM 効果は $+23.5 \pm 0.3 \%$ (SMOW 標準海水に対する千分偏差) であることが示され、この値が今日まで用いられている。

酸素のもう一組の同位体比である O-17/O-16 に関しては、現在までのところ広く受け入れられた値はない、と言ってよいであろう。最も古い文献としては Johnston and Thiemens (1997) があり、彼らは $+12.2 \%$ と報告している。その後、1999 年に Luz らは $+11.92 \%$ と報告した。これらの報告はいずれも DM 効果、すなわち O-18/O-16 が標準海水に対して $+23.5 \%$ であることに基づいている。

大気酸素同位体比がなぜ海水に対して高い値を持つか、の問いはそのまま、全球規模の大気酸素収支の理解へとつながる。1994 年、Bender らによって DM 効果の定量的な解釈が試みられて以降いくつかの報告を経て、本質的には海洋と陸域の生態系による生物生産量の比によって決まり、最大の誤差要因として陸上植物の葉内水同位体比の全球平均値が挙げられる、との理解は進んでいる。

また、上述の Luz et al. (1999) により、大気酸素は、成層圏の光化学反応過程による非質量依存同位体分別の影響を受け、光合成由来の酸素とは異なる 16O-17O-18O 関係を持つことが初めて示され、それにより水中の溶存酸素を大気由来と光合成由来に成分分離することが可能となり、これを利用した水域生態系の光合成量評価も行われている。

非質量依存同位体分別の存在そのものについては、実験的研究や成層圏オゾンおよび二酸化炭素の三種酸素同位体比の観測を通して明らかとなっているが、はたして対流圏酸素の同位体比に有意なずれを生じさせるかどうかについて定量的に評価した研究はない。

そこで本研究では、大気酸素 (対流圏酸素) の同位体収支に関するボックスモデル計算を、1) 成層圏の同位体分別を考慮した場合、と 2) 考慮しない場合、に分けて行い、観測された大気酸素の三種同位体比との比較検討を行い、成層圏の非質量依存同位体分別過程の影響を評価する。