

海洋循環と海洋炭素循環の相互作用 ~ 名古屋シンプルモデルによるアプローチ

The role of interactions between ocean circulation and ocean carbon cycle —A case study of Nagoya simple model

川田 佳史 [1]; 渡邊 誠一郎 [2]

yoshifumi kawada[1]; Sei-ichiro Watanabe[2]

[1] 名大・環境・地球; [2] 名大・環境学・地球環境科学

[1] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

熱塩循環と海洋炭素循環は大気 CO₂ 通して相互作用をする。その一方の例として、Manabe and Stouffer (2003) は大気 CO₂ 濃度の急激な変化が熱塩循環の強度やパターンに影響を及ぼすことを示した。一方で、生物ポンプは大気 CO₂ 濃度をコントロールする。さらに、生物ポンプの効率も熱塩循環に影響を受ける。

この相互作用メカニズムを首尾一貫した方法で扱うために、本研究ではシンプルな結合モデルを構築した。海洋部分は、南北鉛直 2 次元の力学モデル (Wright and Stocker, 1991) に Yamanaka and Tajika (1996) の生物ポンプを組み込んだ。大気は一つの箱からなり、大気と海洋の間で両者の分圧差に比例して CO₂ が交換する。二酸化炭素による温室効果を表現するために、海面温度に大気 CO₂ の温度依存性を与えた。

海面温度の CO₂ 依存性をパラメータとして計算を行った。CO₂ 依存性が弱い場合、定常解が得られた。CO₂ 依存性が強い場合 (典型的には大気 CO₂ 濃度が 2 倍になる度に海面温度が 5 °C 上昇する)、振動解が得られた。振動解は、ほとんどの時間は深層が停滞しており、短時間に海洋全体で強い循環が生じる。振動の時間スケールは、鉛直拡散時間の半分程度である。停滞しているときには大気 CO₂ 濃度は高く (~400 ppm)、強い循環が起こるときには大気 CO₂ 濃度は低くなる (~300 ppm)。

ここで振動解の成因を簡単に述べる。1) 停滞の破れ: 停滞した深層には、生物ポンプが落としかるサイト成分がたまっている。この停滞は力学的に不安定なので、徐々に崩れて行く。停滞層が不安定化すると、このカルサイト成分が表層に出て行く。海洋は大気 CO₂ を吸い取り、海面温度は低下する。海洋深層に低温の海水が運ばれるので、循環は加速する。2) 停滞の形成: 深層から供給されるカルサイト成分がなくなると、循環の加速は止まる。生物ポンプがカルサイトを深層に送り込む効果が勝るため、海洋から大気に CO₂ が出て行き、今度は海面温度が上昇する。海洋深層に高温の海水が運ばれるので、循環は減速する。このことで、深層に停滞領域が形成する。

今回の計算では、熱塩循環と生物ポンプが大気 CO₂ 濃度を通じて相互作用することで、振動解が生じることを示した。このような相互作用は、長期的な気候変化にとって意味があるものと考えている。