

大西洋の淡水収支と熱塩循環の循環様式

* 村上茂教・鬼頭昭雄 (気象研究所気候研究部)

はじめに

2003 年春季大会で報告したように、温暖化時の大気から海洋への淡水フラックスと基準ランにおけるフラックスを交換しながら積分を続ける半結合実験を行ったところ、淡水フラックスの増加する北大西洋高緯度側において海水の塩分濃度が増加するという興味深い現象が観測された(図1)。この結果が、モデルの熱塩循環が熱塩駆動レジームにあると考えることで説明可能であることは、2004 年度秋季大会における単純ボックスモデルを用いた考察により示した。その際ポイントとなるのは、現実あるいは大循環モデルにおける大西洋と単純化されたボックスモデルの描像を結び付ける方法である。単純化されたボックスモデルにおける熱塩循環の循環様式は表層ボックスへ供給される淡水の分配の仕方(ボックス間を移動する外界による淡水輸送の向)により一意的に決定されてしまう。一方、現実あるいは結合大循環モデルの海洋表面における淡水収支もまた、気候値としてはほぼ一意的に決まっていると考えられる。これら両者の其々については、原理的には解釈の相違等が入り込む余地はない。しかしながら、単純モデルのボックスのそれぞれが、現実の海洋(大西洋)のどの部分に相当するかという問題は、必ずしも自明な訳ではなく、そこに見解の相違が入り込む余地がある。実際、Rahmstorf (1996) における見解と我々の見解の違いはこの問題から発生しているといえる。(Rahmstorf 1996 における、海洋の淡水輸送を風成成分と転覆成分とに分離する方法についても議論は当然必要であるが、ここではとりあえずその問題は考えない。) 以下では、この問題について議論する。

考察

ボックスモデルでは、熱塩循環の強さは南北両ボックス間の(鉛直積分された)密度差により決まる。一方、図2に示した結合モデル西大西洋域での(鉛直平均した)海水密度の緯度プロファイルには北緯50度付近のピークと南緯十数度から北緯十数度付近にかけての平坦部の間に明瞭な段差があり、これが西大西洋域全体における密度経度をほぼ代表している。つまり、ボックスモデルにおける南北両ボックスの密度は、これら二つの部分における密度によりほぼ代表されているといえるであろう。また、図3に示されるモデルの大西洋淡水収支は、北緯40度付近と10度付近に明瞭なピークを持っている。これはこの付近の緯度において淡水フラックスの符号が逆転することを意味しており、ボックスの境界としての候補になり得ることを示している。従って、一つの可能性として、北緯40度付近と北緯10度付近にボックスの境界をおき、淡水収支を計算することが出来る。このようにして計算した淡水収支からは、熱塩循環が必然的に熱塩駆動であることが帰結されるが、これは図1に示した、塩分濃度プロファイルの変化パターンと整合的である。

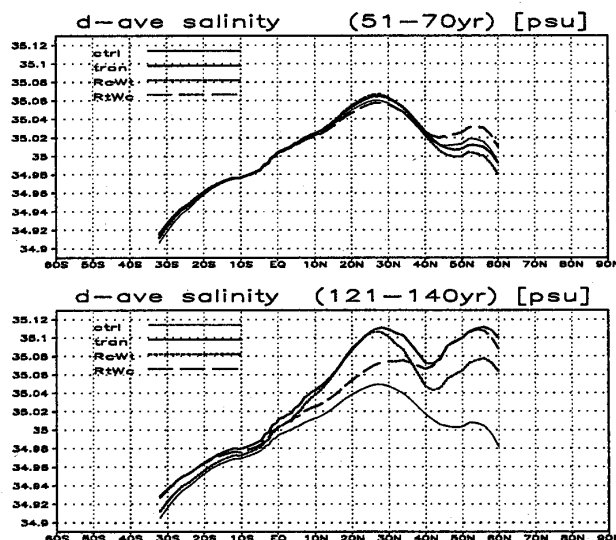


図1: 鉛直平均(0 - 3000 m)した塩分濃度の緯度プロファイル(西大西洋)。

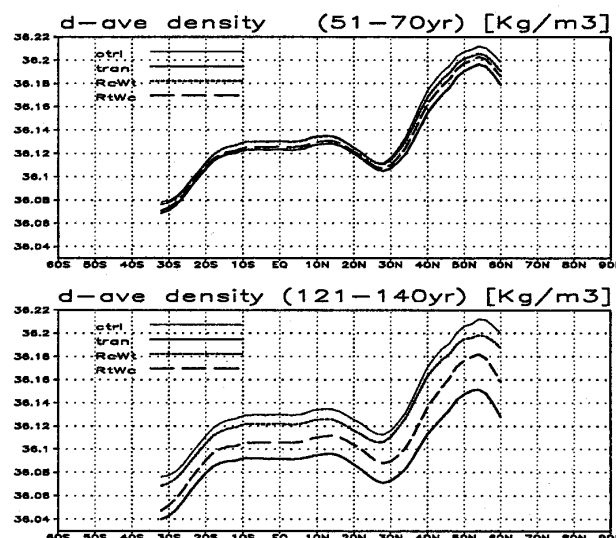


図2: 鉛直平均(0 - 3000 m)した密度の緯度プロファイル(西大西洋)。

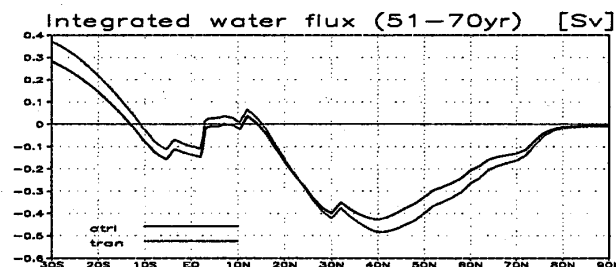


図3: 大西洋の淡水収支。