

海水減少に伴う北極海大気 - 海洋相互作用の強化 Transfer of momentum from Atmosphere into the ocean via sea ice

吉澤 枝里^{1*}, 島田浩二¹, 溝端浩平¹
YOSHIZAWA, Eri^{1*}, SHIMADA, Koji¹, MIZOBATA, Kohei¹

¹ 東京海洋大学大学院

¹ Graduate School of Marine Science and Technology

北極海の気候システムは近年の地球温暖化に対して脆弱であるとのイメージが先行しているが、数値モデルの予測結果からは違った側面がみえてくる。例えば、IPCC AR4において今世紀中に最も表面温度が上昇すると予測された領域は正に北極海である。これは海水消失域における秋～冬の昇温が主要因であり、海水減少に伴い北極海は温暖化を主導する存在に変貌することを示唆している。今後の温暖化及び気候変動予測には海水分布の正確な予測が不可欠になるが、現行の予測モデルでは海水減少の空間パターンを再現できておらず、海水減少メカニズムの核心部分を捉えられていないのが現状である。

我々は、このような現実と予測結果の乖離をもたらしている未解明の素過程を、海洋観測や衛星観測のデータを利用して特定・理解し、数値モデルの精緻化に繋ぐことを目的としている。

我々の課題の主軸は海水減少の“正のフィードバック・メカニズム仮説 (Shimada et al., 2006)”の定量化である。同仮説とは、海水減少に伴う海水運動の増大、海洋上層循環の強化、太平洋水からの熱流量の増大、海洋の温暖化、海水形成量減少が、更なる海水減少をもたらす正のフィードバック・メカニズムを構成しており、太平洋側北極海での近年の海水激減の特徴を定性的に説明しているが、予測分野に繋ぐには不十分である。本発表では、上記の一連の事象のうち、及び について、定量性の理解に向けた研究結果を紹介する。

(1) 海水物性変化に起因する海水運動の増大メカニズム

現在の海水モデルでは、海水運動の海上風依存性が大きく、モデル結果と現実の海水運動には大きな差がある。特に近年の海水運動の増大は風応力の変化だけでは説明できない。そこで、本研究では海水物性の違いによる海水運動の応答特性を調べた。その結果、多年氷から一年氷に支配的な海水タイプが変化すると、同じ応力が加わる条件下でも海水運動が著しく増大することが示された。また、多年氷が支配的である場合でも、海水運動の発散が大きな場合には海水運動が著しく増大することが分かった。いずれも、内部応力散逸量の海水特性依存性に起因するものである。海水種別や海水の収束・発散を大気-海水間相互作用に関するパラメタリゼーションに導入することにより、モデルの改善が見込めると想定される。

(2) 海洋上層循環の変化と空間パターン形成

北極海の海洋循環強度の変動についても、海面応力に起因するエクマン収束・発散に線形的に回答するというイメージが先行している。しかし、観測データから求めた海洋上層循環強度の指標となる主密度躍層深とエクマン収束・発散の空間分布は必ずしも一致しない。その理由は、存在する波動の影響を考慮しているか否かにある。両者の空間パターンの不一致は、ある海底地形勾配以上の斜面となっている海域でみられる。海水運動のパワースペクトルから、そのエネルギーは年スケールに卓越ピークがみられる。海底地形が平坦であれば、惑星ベータ効果が非常に小さい北極海では、スケールの変動により励起される傾圧構造は傾圧惑星ロスビー波が波動解を持ちえないため伝播できず、その場に滞在する。したがって、海底傾斜度がある臨界値以下である場合には、海洋上層循環構造の変動はエクマン鉛直流にておおよそ定まる。一方、臨界値以上の斜度をもつ海域では、年周期以下の海水運動成分が地形性ロスビー波として遠方場へと放射され、エクマン収束・発散により与えられた凹凸構造はその場に残らない。実際に、2008年の海面応力の増大に比例して海洋循環が強化していないのは、上記の力学により説明できる。また、海底地形が平坦な海域については、海面応力場、つまり、海水運動場を正確に把握していれば、最小の海洋観測にて、海洋構造を推定できる。

海洋循環場の強度・空間パターン変動の理解は、海洋熱の供給場所の推定に繋がり、海水減少海域を事前に理解する上で重要なポイントになる。比較的単純な力学と衛星データから循環構造の把握が可能である海底地形が平坦な海域から、海底地形が起伏に富み、波動による循環構造のモジュレーションが起き、かつ、太平洋水が北極海内部に輸送されるノースウインド海嶺以西の海域が、今後海水減少の理解を進めるに際し最重要海域になる。そこで、今夏から開始予定の海洋観測では、太平洋水の近年の流路をカバーする係留系・CTD観測を新規展開し、カナダ海盆における既存の観測体系と併せて、太平洋側北極海の海洋循環を東西に横断する観測網を設計した。この観測から我々は、海洋水平熱輸送量変動を決める上層循環変動とその要因を明らかにし、さらに、鉛直熱フラックス変動をもたらす力学も含め、著しい海水減少をもたらす“正のフィードバック・メカニズム”全体の理解を目指している。

キーワード: 北極海, 海水減少, 気候変動, 温暖化

Keywords: Arctic Ocean, sea ice reduction, climate change, global warming