

# 近年の北極海海氷変動をつかさどる 2 要素—北極海航路予測へ向けて—

吉澤枝里<sup>1</sup>、島田浩二<sup>1</sup>、Ho Kyung Ha<sup>2</sup>、Tae Wan Kim<sup>3</sup>、Sung Ho Kang<sup>3</sup> and Kyung Ho Chung<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京海洋大学大学院

<sup>2</sup>仁荷大学

<sup>3</sup>韓国極地研究所

## Two key processes to affect recent sea ice variations in the Arctic Ocean

Eri Yoshizawa<sup>1</sup>, Koji Shimada<sup>1</sup>, Ho Kyung Ha<sup>2</sup>, Tae Wan Kim<sup>3</sup>, Sung Ho Kang<sup>3</sup> and Kyung Ho Chung<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Tokyo University of Marine Science and Technology

<sup>2</sup>Inha University

<sup>3</sup>Korea Polar Research Institute

近年、夏の北極海海氷面積は著しく縮小し、北極海の大部分は一年氷が支配的な海洋へと変化した。このような状況では、直前の冬に一年氷がどれだけ成長するかによって、夏の海氷の消長が決まる。海氷成長、あるいはその抑制をつかさどるプロセスを同定することは、近年の海氷変動を理解するうえで必要不可欠である。そこで本研究は、海盆地、沿岸域でそれぞれ卓越するプロセスに注目し、近年の海氷変動メカニズムにアプローチすることを目的とする。

基本的に、冬の間の海氷成長は直下の海洋の熱的状態に依存する。特に、太平洋側北極海上層の熱量は温暖な Pacific Summer Water (PSW) の移流によって変化する。この PSW は海氷運動によって駆動される海洋上層循環 (the Beaufort Gyre: BG) によって海盆地へ輸送される。前回の極域科学シンポジウムでは、2009 年以降に海氷運動が弱まって、BG の循環量、すなわち海盆地への熱輸送量が維持されていたことを報告した。実際に海盆地における海洋上層の熱量の増大に伴って夏の海氷面積は減少し、2012 年に観測史上最小値を記録した。このことから、海洋の慣性の時間スケールで変動する海洋の熱的状態を把握することが、太平洋側北極海の海洋変動予測において重要であるといえる。

一方、海氷運動の収束は海氷同士の積み重なり (ラフティング) を引き起こし、海氷厚を増大させる。したがって、冬の間にどの程度のラフティングを経た海氷なのかを推定することができれば、夏に海氷が残存しやすい海域を同定できるはずである。ラフティングによって厚さを増した海氷を、海氷表面の輝度温度だけで判別することはできない。そこで、冬 (11–4 月) の間の海氷運動収束の積算値を、ラフティングによる海氷成長の指標として導入した。本研究では、輝度温度データから計算される海氷種別を表す変数 (Gradient Ratio) を利用し、多年氷と比較的厚い一年氷の収束のみを積算した。この収束積算値はポイント・バローやタミル半島付近の沿岸域、チャクチ海北部海域で大きく、翌夏 (7–9 月) の海氷密接度との相関も高かった ( $r > 0.6$ )。この結果は、北極海航路のチョーク・ポイントとして知られるこれらの海域では、冬の間のラフティングによる海氷成長が夏の海氷の消長を決める主要因であることを示唆する。この関係に基づけば、直前の冬の海氷の収束積算値から、チョーク・ポイントにおける夏の海氷状態が推定可能であることが示された。

The summer Arctic sea ice cover has been remarkably decreased in recent years. Now the dominant sea ice type in the Arctic Ocean has been replaced from multi-year ice by first-year ice. In this situation, sea ice growth during winter affects whether sea ice can survive or not in the following summer. Thus it is important to identify key processes controlling winter sea ice growth in order to understand the recent sea ice variations.

Basically, sea ice growth during winter depends on thermal conditions of the underlying ocean. In the Pacific sector of the Arctic Ocean, the upper ocean heat content is mainly controlled by inflows of the warm Pacific Summer Water (PSW) delivered by the upper ocean circulation (the Beaufort Gyre: BG). In the 4<sup>th</sup> Symposium of Polar Science, we showed that the transportation of BG and the resultant oceanic heat transport into the basin were sustained after 2009, while sea ice motions were weakened. Indeed, the summer sea ice area in the Pacific sector of the Arctic Ocean was decreased with increasing in the upper ocean heat content in the basin, and hit the new record low in 2012. Therefore, the oceanic thermal condition influenced by the oceanic inertia effect to the surface forcing is a key to understand the recent sea ice variations in this area.

On the other hand, sea ice is often thickened by “rafting” that one ice floe overrides another due to convergent sea ice motions. Thus the distribution of rafted ice at the melt onset is to determine the sea ice condition in the following summer. Here we introduced convergence of sea ice motions integrated from November to April as an index of winter sea ice growth due to rafting. We integrated the convergence of sea ice motions of only multi-year ice and “thick” first-year ice classified by

“Gradient Ratio” that distinguishes a sea ice type. The values of the integrated sea ice convergence were large in the Alaskan-Beaufort Sea, the northern Chukchi Sea and the vicinity of the Taymyr Peninsula, known as choke-point of the Arctic Sea Route. Furthermore, in these areas, the correlation between the integrated sea ice convergence and sea ice concentration in the following summer (Jul-Sep) was high ( $r > 0.6$ ). Based on this relationship, the summer sea ice conditions in the choke-point areas were successfully predicted from the integrated convergence of sea ice motions during the preceding winter.