

「みらい」北極航海 (MR13-06)におけるチャクチ海定点観測： 大気イベントに対する海洋環境の変化

○西野 茂人・川口 悠介 (海洋研究開発機構)、猪上 淳 (国立極地研究所/海洋研究開発機構)
平譯 享・藤原 周・夫津木 亮介 (北海道大学)、青山 道夫 (気象研)

近年の北極海の急激な変化を考える上で、北極圏の大気循環、とりわけ高・低気圧の役割に着目する必要がある。温度勾配が強い氷縁域で発生する低気圧については、その形成・発達メカニズムが「みらい」の直接観測により明らかになるとともに、海洋との熱の交換過程が北極の急激な温暖化に寄与することが示唆された (Inoue and Hori, 2011)。またポーフォート高気圧の変動は、北極海の海水分布や海洋物理場 (海洋循環・渦) の変動を通じて、海洋中の熱・淡水・栄養塩の分布を変化させ、生態系にも影響を及ぼすことが「みらい」等の観測で明らかになってきた。例えば、Nishino et al. (2009) は、シベリア沖北極海での夏季の海水消失は水中の光環境を改善し、生物活動 (植物プランクトン量や生物ポンプの能力など) を増加させることを示唆した。ところが、Nishino et al. (2011a) では、アラスカ沖北極海での海水消失は逆に生物活動を低下させることを明らかにした。生物活動の低下は、海水消失によりアラスカ沖北極海 (カナダ海盆) でポーフォート高気圧が駆動する海洋循環が強まり、その循環内に淡水が蓄積され、表層の栄養塩濃度が低下することに起因する。このような表層栄養塩濃度が低下した海域においては、渦による栄養塩の供給が以前にも増して生物活動に重要になってきていることも示された (Nishino et al., 2011b)。しかし、これまでの観測はスナップショットであり、大気イベントに対して海洋がどう応答し、さらに生物活動がどう変化するかといった時系列での観測は行われておらず、高時間分解能の観測が求められる。近年、北極海では低気圧活動が活発化しており、それにより海洋の鉛直混合が促進され、栄養塩が表層に供給されれば、生物活動が増加する可能性もある。MR13-06 航海では定点観測点で高時間分解能の大気観測を行うと同時に海洋観測も行い、大気イベントに対する海洋の応答を調査するとともに、生物活動の変化を捉える観測を行った。また、定点観測に加え、広域観測を行うことにより、生物活動の時空間変動と海洋循環との関係を調査した。

本航海では、チャクチ海の中でも海洋構造が単純で空間変動の小さい中央部北側において、北緯 72 度 45 分、西経 168 度 15 分に定点観測点を設け、約 2 週間 (9/10~9/25) 滞在した (図 1)。定点での海洋構造 (例として塩分) と生物パラメータ (例として Chl-*a*) の時系列変化を図 2 に示す。定点での海洋構造は 2 層構造をしており、上層 (混合層) が低塩分で高温・低栄養塩 (図省略)、20m 付近の躍層を挟んで下層が高塩分で低温・高栄養塩となっている。上層では時間とともに塩分が 0.5 程度高くなり、Chl-*a* 濃度が 2 倍程度増大した。これに伴い基礎生産量も 2 倍近く増加した (図省略)。この間、9/14~9/15 と 9/19~9/22 に強い北風イベントが発生した (図 3a, b)。強い北風イベント時は、海洋表層の乱流混合が強くなり、大きな鉛直拡散係数を示した (図 3c)。それに対応して表層の栄養塩濃度も極大を持ち (図 3d, e)、下層からの栄養塩供給があったと考えられる。但し、時間とともにリン酸は増加傾向、ケイ酸は減少傾向にある。これは、リン酸 (ケイ酸) の植物プランクトンによる消費速度が下層からの供給速度に比べ小さい (大きい) ためと考えられる。一方、全無機窒素 (硝酸+亜硝酸+アンモニア; 図省略) は表層でほとんど枯渇しているため、下層からの供給後速やかに消費されると考えられ、常に濃度が低い状態にある。また、時間とともに大型植物プランクトンの割合が高くなっていることから (図省略)、ケイ酸が減少するのは珪藻の増加と対応していると考えられる。珪藻の増殖に必要な

ケイ酸は躍層付近に極大を持ち、他の化学トレーサーの分布から海盆地から供給されていることが示唆された。

以上のことから、強風イベントが海洋表層の乱流混合を引き起こし、下層から栄養塩が供給された結果、植物プランクトン量や基礎生産量が増加し、プランクトン組成も変化したと考えられる。その際、大型植物プランクトン（珪藻）の増殖に必要なケイ酸は、従来考えられていたベーリング海、或いは海底からではなく、今回新たに海盆地から供給されることが示唆された。

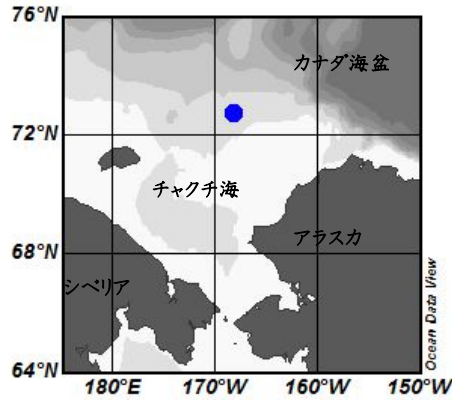


図 1. 定点観測点 (●印)と周辺海域図.

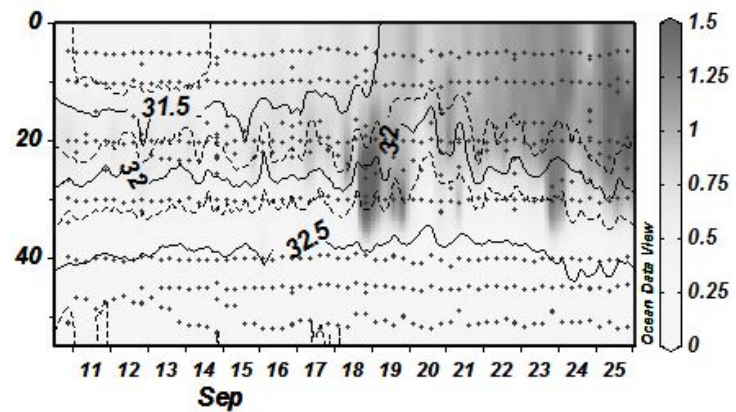


図 2. 定点観測点での塩分 (コンター)と Chl-a [$\mu\text{g/L}$] (濃淡)の時系列断面図.

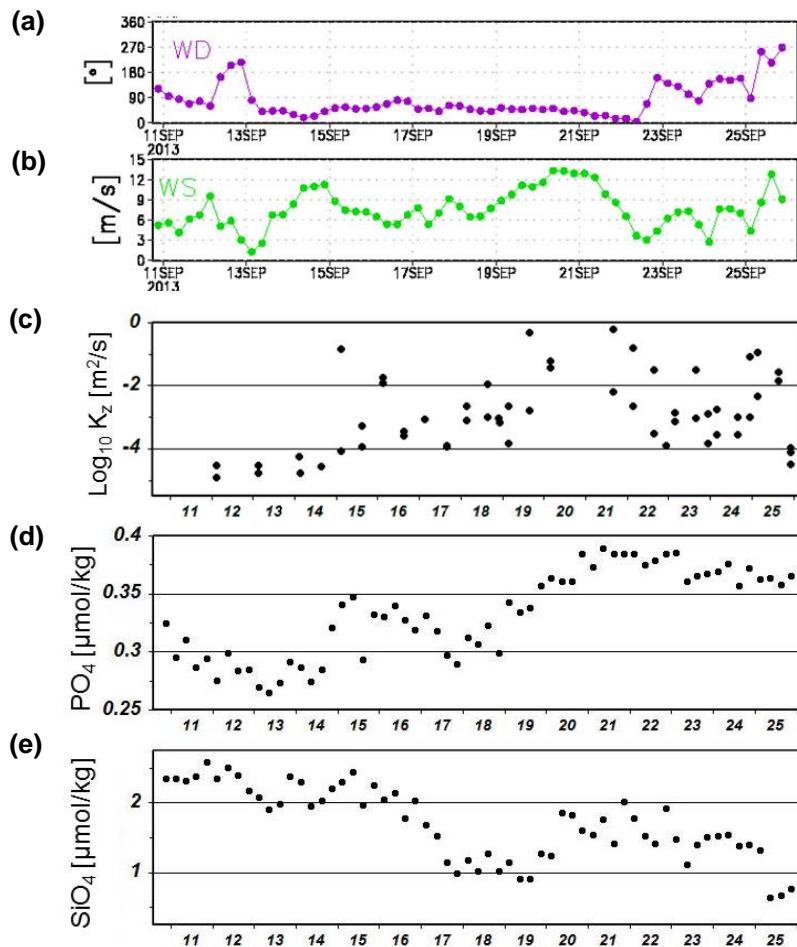


図 3. 定点観測点での (a) 風向, (b) 風速, (c) 10m 深の鉛直拡散係数の対数, (d) 10m 深のリン酸, 及び (e) 10m 深のケイ酸の時間変化. 風向, 風速はラジオゾンデ観測より取得. 鉛直拡散係数はターボマップによる乱流観測より算出. リン酸及びケイ酸の濃度は CTD/採水観測より取得.