

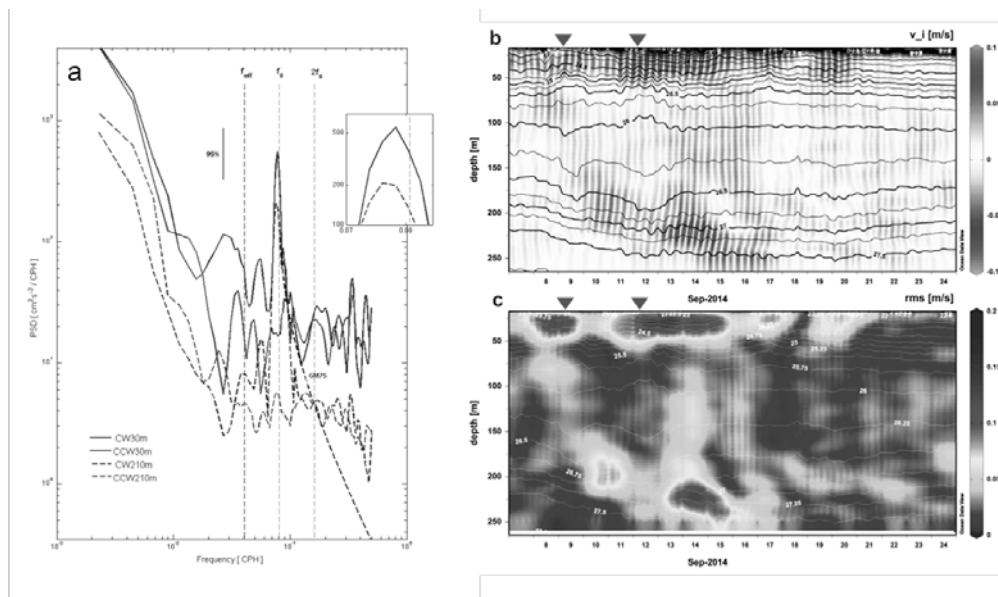
－「みらい」北極航海 MR14-05 の観測報告－ 高気圧性渦内に捕捉された近慣性内部重力波の 高エネルギー散逸過程について

○川口 悠介, 西野 茂人 (海洋研究開発機構), 猪上 淳 (海洋研究開発機構, 国立極地研究所), 竹田 大樹 (海洋研究開発機構, 東京学芸大学大学院), 前野 克尚 (海洋研究開発機構, (株)グローバルオーシャンデベロップメント), 大島 和裕 (海洋研究開発機構)

北極海は海氷間摩擦のダンピングの影響により内部波のエネルギー散逸がとりわけ小さい海として知られる (Levine et al. 1987; D' Asaro & Morehead 1991)。近年、海氷の後退面積が大きくなる事で、開放水面域での風エネルギーの注入がめざましく増大し、海洋内部での内部波や乱流混合のエネルギーが季節的に大きく変動する傾向にある (Kawaguchi et al. 2015; Martini et al. 2014; Rainville & Woodgate 2009)。海洋内部での内部波の挙動やエネルギー散逸、乱流熱輸送を通じた海氷変動への影響などは明らかにされていない。本研究では、海洋研究開発機構の海洋地球研究船「みらい」を用いて、西部北極海の Northwind Abyssal Plain にて定点観測を実施し、北極海開放水面域における海洋混合の実態について研究を行った。

「みらい」北極航海 MR14-05 では 2014 年 9 月 7-25 日に約 20 日間の日程で固定点観測を実施した。観測項目は、海洋微細構造観測 (高波数シア・水温勾配)、CTD 観測 (水温・塩分・溶存酸素・濁度など)、気象観測 (気温・風向・風速) であり、どれもほぼ 6 時間の時間間隔で観測を実施した。微細構造観測データは、高波数の水温勾配と流速シアから乱流エネルギー散逸率 ϵ と水温擾乱場の散逸率 χ を 2 秒毎の領域にて算出した (Kawaguchi et al. 2014; 2015)。また、船舶搭載 ADCP の水平流速を内部波の解析に利用した。ここで、流速は鉛直分解能が 8 m、時間分解能が 5 分に平均化した。

CTD観測の結果、高気圧性の渦が固定観測点を通じたことが示された。渦は100-120mに最大流速をもち、低水温と高酸素濃度が特徴的である。渦の大きさは、事前ADCP観測の結果から、コア半径が約12km (全体が40km程度) の渦と想定される。流速計の観測から、高気圧渦の通過に伴い、下向きの群速度を持つ内部重力波が検出された (図b&c)。水平流速場の回転スペクトル解析から、この内部波は時計回り成分の近慣性周期帯 ($\omega=0.95f$) に強い振動性を示した (図a)。また鉛直波数空間上でのスペクトル解析では、内部波がかつての多年氷下の北極海に比べて約10倍以上の運動エネルギーを持つ事が示された。これは、中緯度海域で指標とされるGarrett & Munk (1975) の値に匹敵する。海洋微細構造の観測から、この高気圧渦の下端にて最大で $\epsilon=0(10^{-7})$ に達する高いエネルギー散逸が示された。この高散逸ピークは、近慣性の内部波エネルギーの時間・深度ともほぼ一致している。これは渦内を下向きに伝搬する慣性振動のエネルギーが、この深度で集中的に散逸される過程を示している。渦下端での内部波エネルギーの散逸過程について、筆者はKunze (1995)の臨界深度の理論が適用可能と考えている。今回の高気圧渦は鉛直コアにおいて $\zeta/f=0(-1)$ の相対渦度を持っており、これは渦流速の傾圧性にともない水深200m付近で急速に減衰する。つまり、 $\omega/f=0.95$ で振動する内部波の臨界深度が渦の下端に相当し、その深度で内部波の振幅が増大して、結果的に増幅したエネルギー散逸が観測されたと考えられる。



図：「みらい」北極航海 MR14-05 固定観測点の結果。(a) 水平流速場の回転スペクトル、(b) 近慣性周期帯のバンドパス東西流速と (c) 絶対値の時間-深度変化 (単位は m s^{-1})。回転スペクトルから時計回り成分のみが $\omega=0.95f$ にピークを持つ。時系列から 9 月 13-16 日に水深 200-230m にて慣性エネルギーのピークが示される。