

北極海の水氷融解に伴う陸棚水輸送過程の変化と生態系への影響

○西野 茂人・伊東 素代・川口 悠介・菊地 隆 (海洋研究開発機構)

近年、北極海では予想を超えるペースで海氷融解が進んでいる (Stroeve *et al.*, 2007)。海氷融解が進むと、氷が動きやすくなり、風により駆動される海氷循環や海洋循環が強化される (Shimada *et al.*, 2006; Yang 2009)。海洋循環の強化は、栄養塩分布を変化させ、さらには生態系へも影響を与えると考えられる。従来の研究では、海氷融解に伴う成層強化 (Li *et al.*, 2009) やエクマンポンピング強化に伴う栄養塩躍層の深化 (McLaughlin and Carmack, 2010) により下層からの栄養塩供給が抑制され、生物生産が低下することが示唆されてきた。このような鉛直一次元的な解釈に加えて、本研究では、海洋循環の強化、循環パターンの変化に伴い栄養塩や植物プランクトン (Chl-*a*) 分布がどう変化するかを調べ、さらにそれらの変化の鍵を握る陸棚水の輸送過程について議論する。

データは「みらい」とカナダ砕氷船による北極海観測により得られたものを用い、カナダ海盆を主な研究対象海域とする。陸棚水のトレーサーとして、アンモニアや N^* ($N^* = 0.87([NO_3^{2-}] - 16[PO_4^{3-}] + 2.9)$ [μM]; Gruber and Sarmiento, 1997) を利用する。アンモニアは陸棚底層に沈積した有機物の分解時に生成され、またこのとき脱窒素により硝酸が利用されるため、 N^* が低下する。このため、陸棚水はアンモニア濃度が高く、 N^* が低い。

図1は2000年代前半 (2002~2004年) と後半 (2008~2010年) の50 m深 (Chl-*a* 極大付近) の Chl-*a*、及び100 m深 (N^* 極小付近) の N^* の分布に循環パターン (250 db 基準の地衡流場) を重ねたものである。

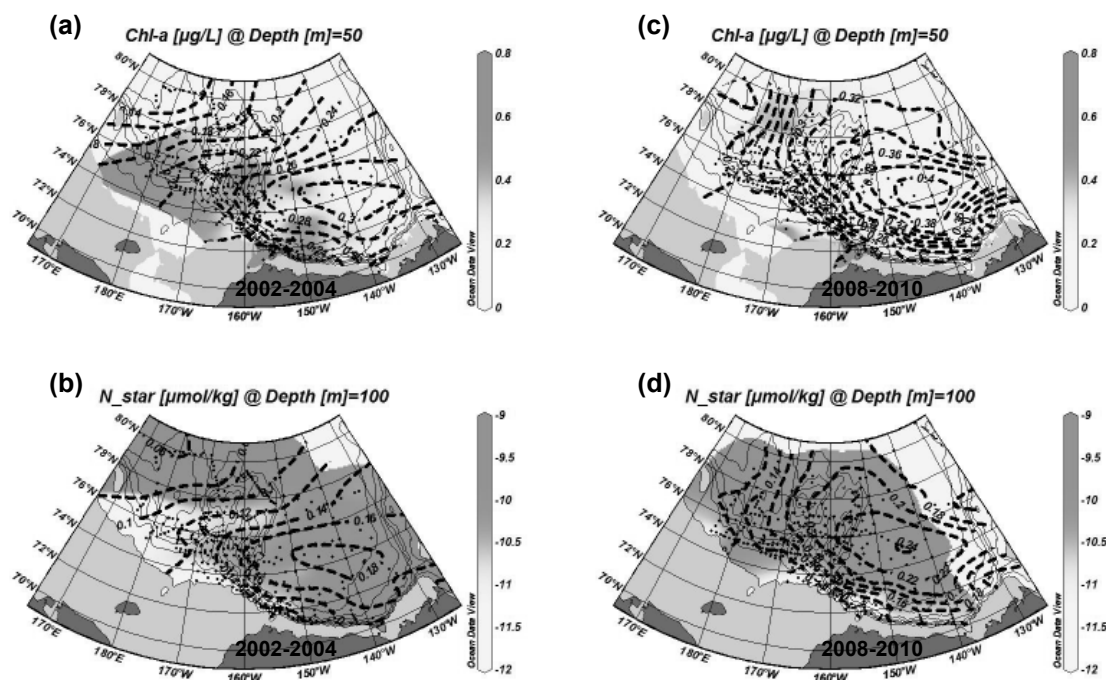


図1. 「みらい」及びカナダ砕氷船により得られた 2002~2004年の (a) 50 m 深の Chl-*a* 分布と力学高度の等値線, (b) 100 m 深の N^* 分布と力学高度の等値線, 及び 2008~2010年の (c) 50 m 深の Chl-*a* 分布と力学高度の等値線, (d) 100 m 深の N^* 分布と力学高度の等値線. 力学高度は 250 db を基準として計算.

2000年代前半はカナダ海盆西側で Chl-*a* が高かったが (図 1a)、後半には至る所で Chl-*a* が低くなった (図 1c)。その原因として、N*の分布にみられるように、2000年代前半は栄養塩濃度の高い陸棚水がカナダ海盆西側に広がっていたのに対して (図 1b)、後半にはカナダ海盆全域で陸棚水の広がりがみられなくなったことが考えられる (図 1d)。陸棚水の広がりがみられなくなった原因は、海洋循環強化に伴い陸棚斜面付近の西向きの流れが強化され、これにより陸棚水のカナダ海盆への輸送が阻害されたためと考えられる。

しかしながら、その一方で、陸棚斜面にみられる強い西向流付近で生成される渦により陸棚水が断続的にカナダ海盆へ輸送され、これに伴いアンモニアが他の栄養塩より選択的にカナダ海盆に供給されていることが2010年の「みらい」の観測から明らかになった (図 2a-d)。重要な点は、高気圧性の渦がアンモニアを運ぶ (図 2c) と同時に、ケイ酸塩などの栄養塩極大層を押し下げている (図 2d) ということである。つまり、渦のみられる場所では、ケイ酸塩を利用する珪藻などの大型植物プランクトンは育たないが、ケイ酸塩を必要としない小型の植物プランクトンが優占する環境となることが予想される。実際、植物プランクトンの分布は、表層付近にケイ酸塩が豊富な陸棚域では大型のものが卓越し (図 2e)、渦の部分では小型のものが卓越している (図 2f)。このような陸棚水輸送過程の変化が、植物プランクトンの優占種の変化や、より高次の生態系の変化を引き起こすと考えられる。

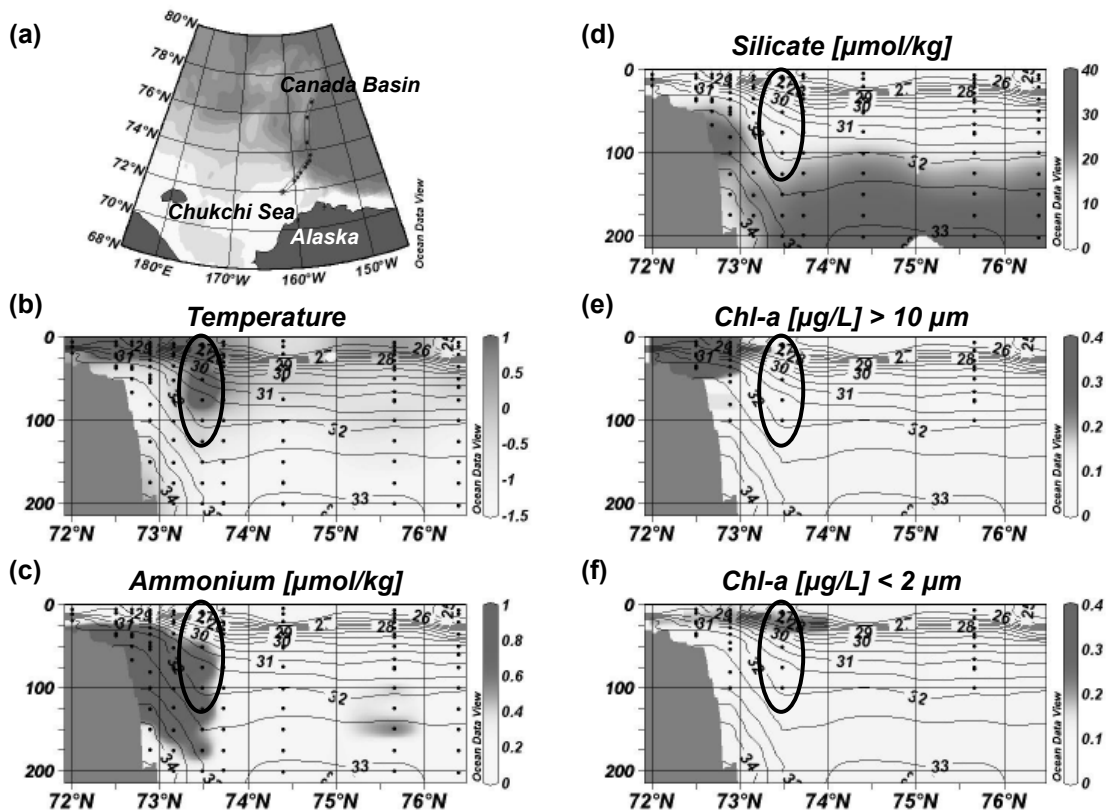


図 2. 2010 年「みらい」北極海航海 (MR10-05) の (a) チャクチ海陸棚からカナダ海盆にかけての観測点に沿った (b) 水温, (c) アンモニア, (d) ケイ酸, (e) 10 μm より大きい植物プランクトンの Chl-*a*, 及び (f) 2 μm より小さい植物プランクトンの Chl-*a* の断面図. 各断面図の等値線は塩分をあらわす. 黒丸部分に渦がみられる.