

北極海の海水減少が窒素循環を変えてしまう

国立研究開発法人海洋研究開発機構（以下「JAMSTEC」）地球表層システム研究センターの塩崎拓平特任研究員らは、北極海の海水減少が硝化反応を抑制することで海洋窒素循環に影響を及ぼすことを明らかにしました。

海洋の生物生産において、アンモニアや硝酸・亜硝酸などの窒素は最も重要な栄養素です。海洋中では、有機物から分解されたアンモニアが、微生物の活動を介して亜硝酸や硝酸へと無機窒素の形が変換する硝化反応が起きています。硝化反応は海洋窒素循環の中心に位置し、海洋中の各無機窒素の割合を決定する重要な役割を果たしています。さらにこの硝化反応はアンモニアの濃度や光量、pHによって制御されることが知られています。近年の北極海の海水融解の進行や海洋酸性化は、硝化反応速度に影響を及ぼす可能性が示唆されていましたが、実態はまだ明らかになっていませんでした。

本研究グループでは、海洋地球研究船「みらい」を用いて、西部北極海チュクチ海の陸棚域と海盆地（図1）にて硝化反応が光量とpHに対してどのように応答しているのか観測を実施しました。

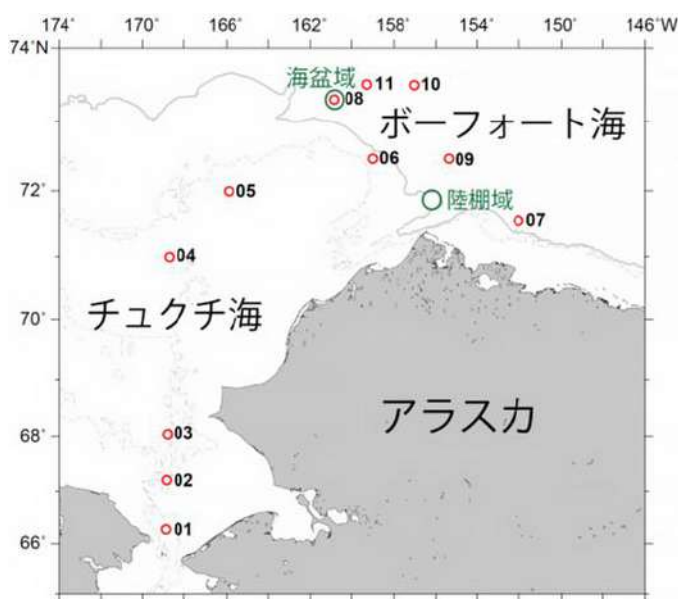


図1 北極海における2016年（赤）と2017年（緑）の観測地点。灰色の太線と点線はそれぞれ100mと50m等深線。

その結果、pHの低下により硝化速度が減少していたものの、その減少の程度は光の影響に比べて小さく、光量が $0.11 \text{ mol photons m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 以上になったときに硝化が顕著に抑制されることがわかりました(図2a)。この $0.11 \text{ mol photons m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ を光量の閾値としたと

き、閾値を超える光量が北極海陸棚域や北極海海盆域の水深約 80m 以浅で観測され(図 3)、そこでは硝化反応が抑制されていることが観測されました。

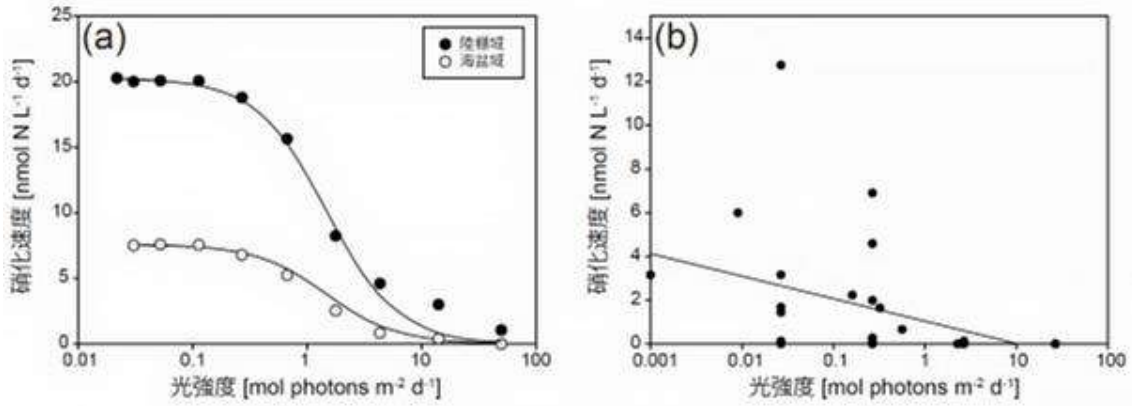


図 2 (a)光制御実験の結果。 (b)調査海域有光層内の硝化速度と光量の関係。

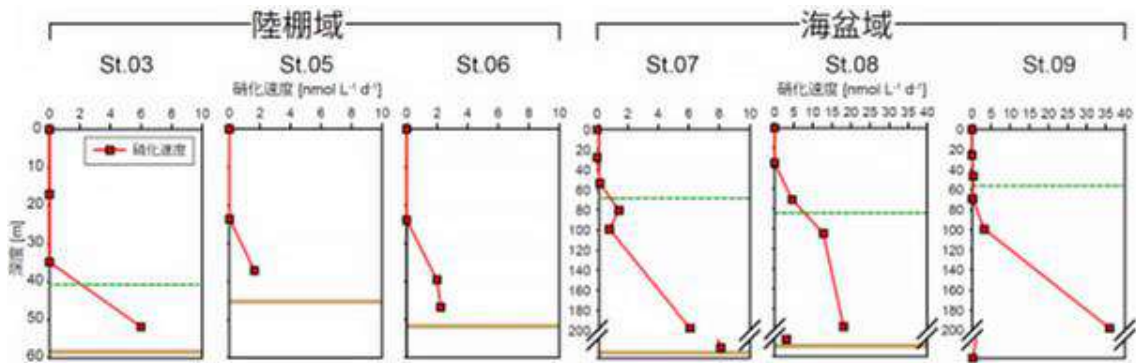


図 3 北極海陸棚域及び海盆域における硝化速度の鉛直分布。茶点線は海底深度。緑点線は光強度が 0.11 mol photons m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> となる深度。 St.05、06 は海底直上で光強度が 0.11 mol photons m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> 以上あった。

実際に、衛星観測による過去 20 年間の北極海光環境を解析した結果、海氷減少に伴って海底部もしくは水深 50m で光量の閾値を超える海域が北極海全体で拡大していることがわかり(図 4)、硝化反応が大きく抑制されているものと考えられます。海中への光の透過が促進されると硝化反応が抑制され、アンモニアが硝酸に変換されにくくなるので海中ではアンモニア態窒素栄養塩の相対量が増加すると考えられます(図 5)。

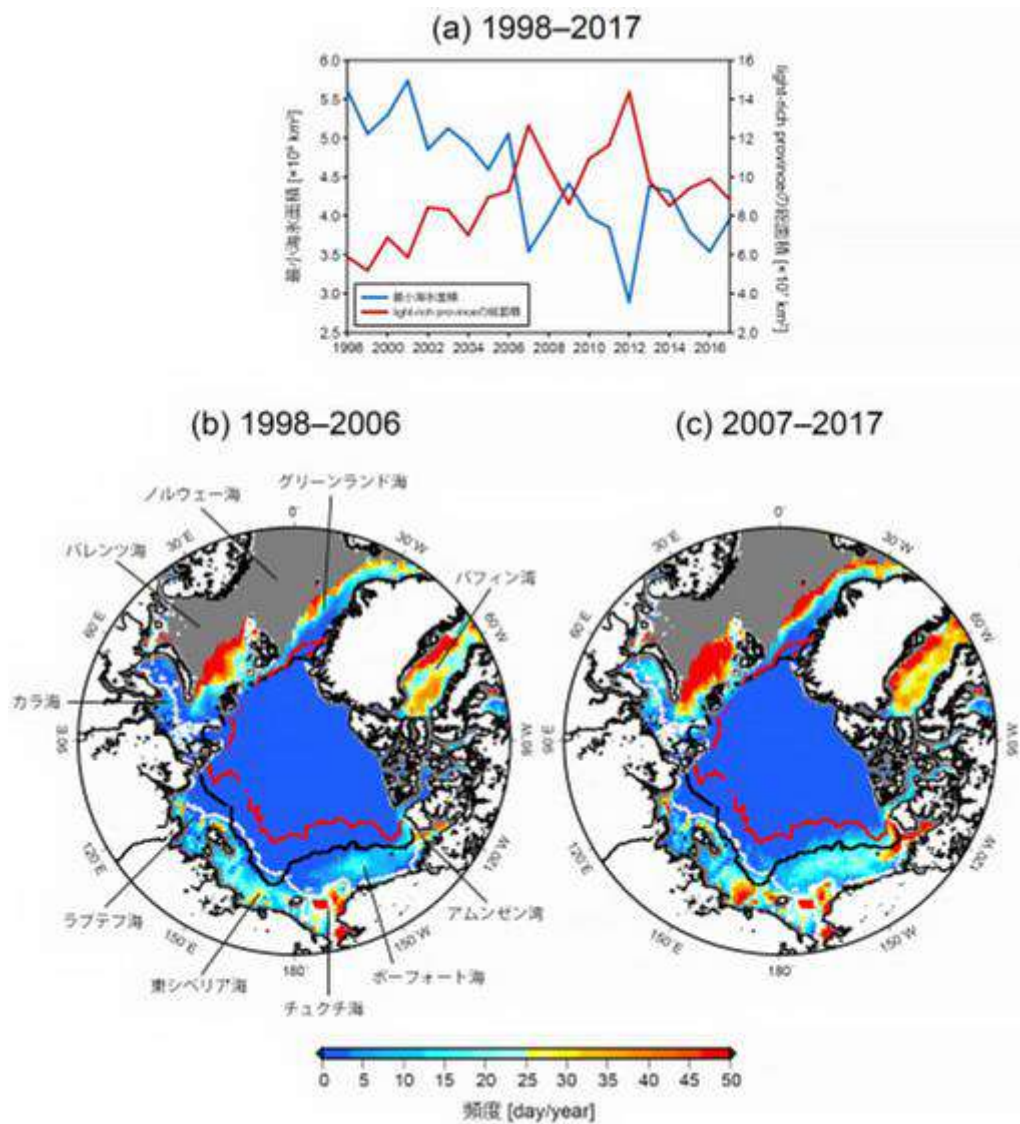


図 4 (a)最小海氷面積と水深 50m 以浅の海底部もしくは水深 50m において光量が  $0.11 \text{ mol photons m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  以上となる海域(高光量海域)の総面積。(b)1998-2006、(c)2007-2017 における高光量海域となる年頻度の空間分布。灰色のエリアは一年を通して海氷で覆われない部分。白線は 50m の等深線。黒線は 1998-2006 年、赤線は 2007-2017 年の期間に最小海氷面積を記録した時の氷縁ライン。

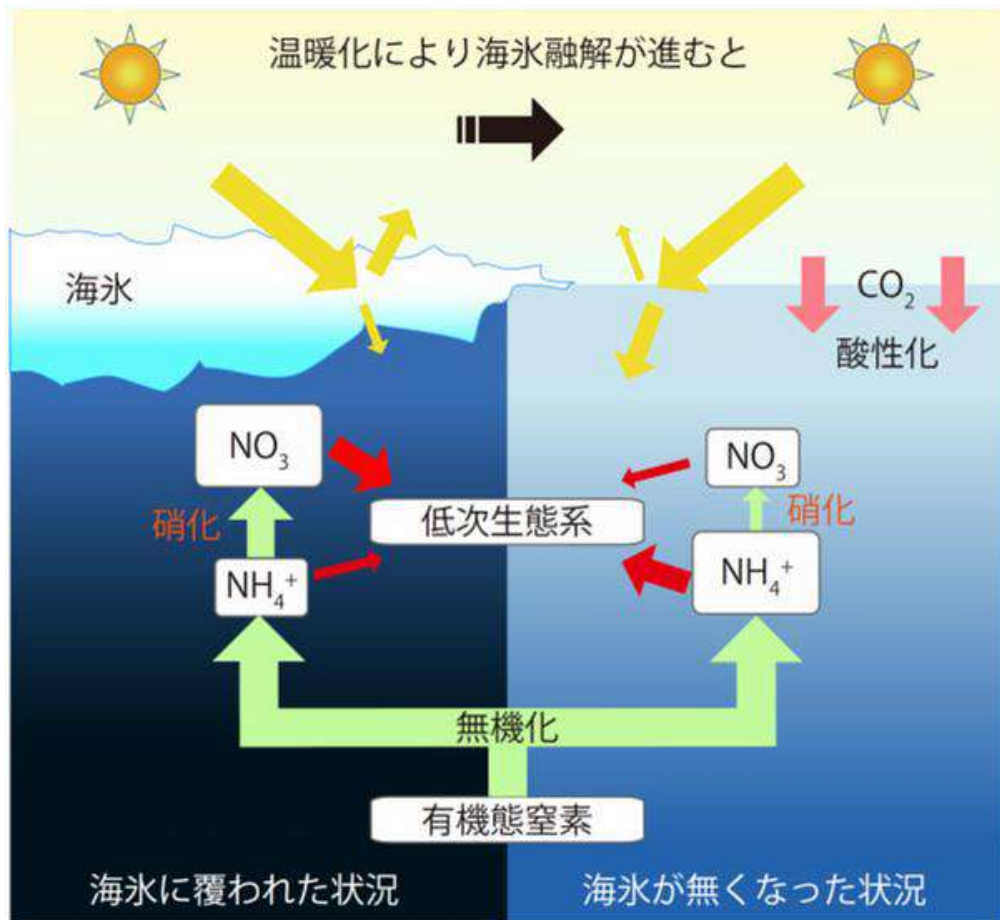


図5 海氷に覆われた場合と海氷がなくなった場合の無機態窒素の状況。

植物プランクトンにとってはアンモニア態窒素の方が少ないエネルギーで有機物合成できるため、アンモニア態窒素の相対的な存在量が増える変化は、食物連鎖の底辺を支える低次生態系にはとても有利に働き、上位の高次生物の生産にも大きな影響を及ぼす可能性があります。

これまで人間活動による窒素循環の変化は、大量に作り出された窒素肥料と化石燃料の燃焼による余剰窒素の負荷によるものであり、人口の多い中低緯度域の問題という見方が一般的でした。極域には大きな都市や農地が少なく、人為起源による海洋への直接的な窒素負荷は中低緯度域に比べて軽微です。しかし、本研究は、北極海海氷融解の加速によって光環境を変化させた結果、窒素循環が変化することを観測から明らかにしました。これはこれまで見過ごされていた人間活動の影響とも言えます。今後は硝化反応の抑制が北極海における窒素循環や海洋生態系にどのような影響を及ぼすのかを明らかにしていく必要があります。

本成果は、米国地球物理学連合発行の学術誌「Global Biogeochemical Cycles」に 8 月 22 日付けで掲載された。

タイトル：Factors regulating nitrification in the Arctic Ocean: Potential impact of sea ice reduction and ocean acidification

日文新聞发布全文 [https://www.jamstec.go.jp/j/about/press\\_release/20190822/](https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20190822/)

文：JST 客观日本编辑部翻译整理