



愛研技術通信

掲 示 板

法令・告示・通知・最新記事・その他

○ カドミウム及びトリクロロエチレンに係る土壤環境基準の見直しについて
～ カドミウム及びトリクロロエチレンの土壤環境基準の基準強化が検討されています ～

2019年9月11日 開催 環境省中央環境審議会
土壤農薬部会土壤環境基準小委員会資料抜粋

【 経 緯 】

土壤環境基準は、公共用水域の水質汚濁に係る環境基準（以下「水質環境基準」という。）及び地下水の水質汚濁に係る環境基準（以下「地下水環境基準」という。）を満たす条件を有するものとして設定されていますが、これらの基準については、平成21年に1,4-ジオキサン、クロロエチレン、1,2-ジクロロエチレン、1,1-ジクロロエチレンの4項目について、平成23年にカドミウムについて、項目の追加又は基準の改正が行われました（クロロエチレンの項目の追加は、地下水環境基準のみ。）。

土壤環境基準はこれら水質に係る諸基準を満たす条件を有するものとして設定されていることを踏まえ、平成25年に環境大臣から中央環境審議会に対し、これら6物質に係る諮問「土壤の汚染に係る環境基準及び土壤汚染対策法に基づく特定有害物質の見直し等について」（諮問第362号）がなされました。

この検討対象6物質のうち、1,1-ジクロロエチレンについては、平成26年に改正、施行されました。また、1,4-ジオキサン及びクロロエチレンについては、土壤環境基準に追加され、平成29年から施行されました。さらに、1,2-ジクロロエチレン（シス体とトランス体の両方を含む。）については、平成31年に改正、施行されました。

今般、検討対象物質のうち、カドミウム及びトリクロロエチレンについて、科学的知見の収集・解析を行い、土壌環境基準の見直しについて検討を行いました。

【 答申案 】

答申案には、カドミウムの基準が現行の 0.01mg/L が 0.003mg/L、トリクロロエチレンが 0.03mg/L が 0.01mg/L に見直すことが適当とされました。

今後は、中央環境審議会の議論を経て環境大臣へ答申され、パブリックコメントを行った後、改正、施行されると思われます。

カドミウム及びトリクロロエチレンの環境上の条件（溶出基準）

項目	新たな環境上の条件	現行の環境上の条件
カドミウム	検液 1 L につき 0.003mg 以下であること。	検液 1 L につき 0.01mg 以下であること。
トリクロロエチレン	検液 1 L につき 0.01mg 以下であること。	検液 1 L につき 0.03mg 以下であること。

**○ 地理情報システムと環境 DNA の組み合わせで
絶滅危惧種ヤマトサンショウウオの新規生息地を発見！**

2019年9月2日 岐阜大学報道発表資料抜粋

岐阜県立岐阜高等学校（以下、岐阜高校）自然科学部生物班の高校生（研究当時）と神戸大学、岐阜大学、世界淡水魚園水族館アクア・トトぎふからなる研究グループは、地理情報システム（GIS）を用いた生息適地の絞り込みと環境 DNA 分析の組み合わせによって、岐阜県内に 3 箇所しか知られていなかったヤマトサンショウウオ（旧分類名：カスミサンショウウオ）の新規生息地を発見することに成功し、その成果を国際学術誌「*Environmental DNA*」で発表しました。執筆当時高校生であった坂井氏が筆頭著者として主に論文を執筆しています。この手法は他の絶滅危惧種にも応用可能で、見つけることが難しい希少種の生息地を知るための新たな手法として確立されることが期待されます。



図1 ヤマトサンショウウオ とその卵囊（右下）。

写真撮影常川光樹氏(岐阜高校3年生：自然科学部生物班部長)

【 研究の背景 】

小型サンショウウオ類である *Hynobius* 属のサンショウウオは世界に約 50 種が報告され、約 30 種が日本の固有種とされています。ヤマトサンショウウオ (*Hynobius vandenburghi*: ごく最近までカスミサンショウウオとされていました) は近畿地方から東海地方にかけて分布しており、岐阜県はその分布の北東の端にあたります (図 2)。岐阜県内におけるヤマトサンショウウオの生息地はこれまで 3 箇所のみが知られていました。しかし、もっとも最近になって発見された岐阜県海津市の生息地はそれ以前に知られていた生息地からは離れており、他にも生息地があってもおかしくないと考えられました。岐阜高校の自然科学部生物班ではこれまでも 13 年にわたってヤマトサンショウウオ (旧カスミサンショウウオ) の研究を継続しており、今回 2 種類の比較的新しい科学的手法 (地理情報システムと環境 DNA 分析) を組み合わせることで新規生息地を発見することを試みることにしました。

地理情報システム (GIS) は標高や周辺の土地利用といった各種の地理情報を重ね合わせることでできる手法です。これを用いることで、現在知られている生息地と似た環境にある生息地候補を探し出すことができます。また、環境 DNA 分析は水中の DNA を調べることで、そこにどのような生物が生息しているかを調べる手法です。つまり、地理情報システムを用いて生息候補地をしぼりこみ、そこで環境 DNA 分析を行うことで、新規生息地を簡便に発見できると考えました。

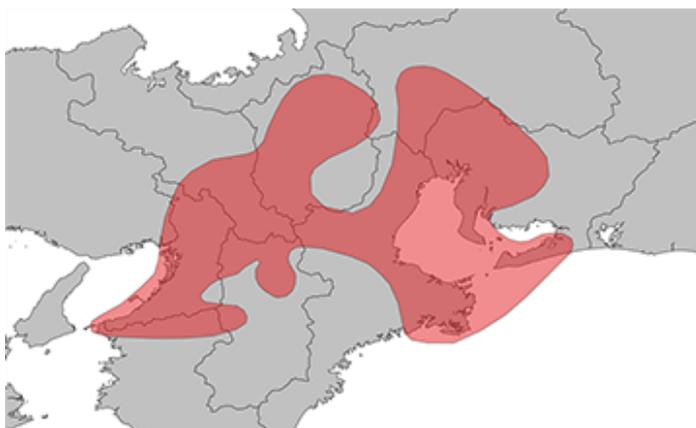


図 2 ヤマトサンショウウオ (*Hynobius vandenburghi*) の生息範囲

【 研究の内容 】

岐阜県内のヤマトサンショウウオ生息地の周囲の緑地率、標高、斜度、斜面の方向を調べ、それと同様の生息地を地理情報システムを用いて探索しました。その結果、岐阜県岐阜市に 3 箇所、関市と海津市にそれぞれ 1 箇所の合計 5 箇所の生息候補地を絞り込むことができました。

次に、それぞれの生息候補地を訪れ、環境水を採取しました。ヤマトサンショウウオは森や林と水田などの境界付近の水たまりなどに産卵することが多いので、そのような場所を探し、採水を行いました。水の中からヤマトサンショウウオの DNA を検出する環境 DNA 分析を行った結果、岐阜市の 1 箇所、関市の 1 箇所、海津市の 1 箇所の環境水からヤマトサンショウウオの DNA が検出されました。

DNA が検出された地点で個体や卵囊を探す調査を行ったところ、海津市の DNA 検出地点で、1 組の卵囊を発見することができました (図 3)。このことは、地理情報システムと環境 DNA の組み合わせが希少種の新規生息地を探索する手段として有効であることを示しています。このような地理情報システムと環境 DNA 分析の組み合わせで希少種の新規生息地を発見するに至った例は世界的にも稀だと考えられます。



図 3 調査風景 (左) と発見された卵囊 (右: 点線で囲まれた部分)。

今回の研究では地理情報システムによる生息候補地の絞り込みや環境 DNA 分析を高校生自身が実施しました。このことは、これらの新しい科学的手法が専門家でなくても使えることを示しています。このような手法が発展することで、市民科学のツールとして用いることができるようになると考えられます。また、今回発表された論文は高校生 (執筆当時) が筆頭著者として執筆を主導し、大学関係者がそのサポートを行いました。高校生が国際科学誌に論文を発表できたということは特筆に値します。

【 今後の展開 】

この研究の成果は、見つけるのが難しい希少種の新規生息地を発見するための手段として、地理情報システムと環境 DNA 分析の組み合わせが有効であることを示しています。今後は、このような手段を他の種にも適用することで、希少種の効果的な保全につながることを期待されます。

また、専門家でなくても調査が可能である環境 DNA 分析の利点を生かして、市民が保全活動に直接的に参加してもらうことにもつながると考えられます。

○北極海の家氷減少が窒素循環を変えてしまうことを解明

～ 海洋生態系や水産資源への影響を与える可能性 ～

2019年8月22日 国立研究開発法人

海洋研究開発機構報道発表抜粋

国立研究開発法人海洋研究開発機構（以下「JAMSTEC」という。）は、北極海の家氷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。

【 背景と目的 】

北極海では1982年以降2017年までに表層水温が2.7°C上昇しました。この値は北半球全域平均の2倍もの値となっており、温暖化の進行は大変顕著です。これにより急速な海氷融解が進んでおり、今世紀半ばには夏季の家氷域が消滅すると予測されています。北極海に生息する植物プランクトンの光合成炭素固定は海氷の存在や高緯度域特有の光量の低さのため、制限を受けています。しかし、近年の家氷面積や海氷厚の減少によって海中光量が増加し、北極海全体では特に沿岸域において植物プランクトンによる炭素固定量が増加傾向にあるとされています。この海氷融解はまた、他の海域に比べて海洋酸性化の進行を加速させることもわかってきました。これはもともと低水温のため二酸化炭素を吸収する能力が高いことに加えて、海氷融解による淡水量の増加が炭酸イオンを希釈し、炭酸塩飽和度を未飽和にしてしまうためとされています。

一方で、海氷融解に伴う北極海環境変動が他の元素循環へどう影響するのかについてはほとんど分かっていないのが現状です。中でも窒素循環は、化石燃料の燃焼や窒素肥料の過剰散布により、陸域窒素循環を大きく変貌させつつあることが問題となっているものの、海洋においてはまだ人為起源による窒素循環への直接的な影響は少なく、汚染前の天然の海洋窒素循環の動態を明らかにすることが喫緊の課題となっています。そこで本研究では北極海の窒素循環に着目し、中でも中心的な役割を果たす硝化反応と海氷減少の関係を調べることを目的としました。

硝化反応は微生物によってアンモニアから亜硝酸、亜硝酸から硝酸へと無機窒素の形態が酸化されるプロセスで、これまでの研究から、基質であるアンモニアの存在量の他に、pHや光によって制限を受けることが知られています。海中で、アンモニア(NH₃)は9割以上がアンモニウムイオン(NH₄⁺)として存在しており、その存在比はpHによって決まります。海洋酸性化などによって現場の水塊のpHが低くなるとNH₃が減りNH₄⁺が増加します。その結果、硝化反応に利用できるNH₃が減少し、硝化反応速度が低下するということになります。光は硝化反応を起こす生物の電子伝達系にダメージを与えます。そのため、海氷減少によって光量が多くなると、硝化反応が抑制されると考えられます。このように、現在、北極海で起こっている海洋酸性化によるpH低下や海氷減少による海中光量の増加は硝化反応に影響を及ぼしていると推測されますが、その影響について調べた研究はこれまでありませんでした。本研究では北極海における現場観測に加えてpHと光量の制御実験によって、北極海の硝化反応の制御要因を明らかにするとともに北極海環境変動の硝化反応への影響について調査しました。

【 成果 】

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域（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。

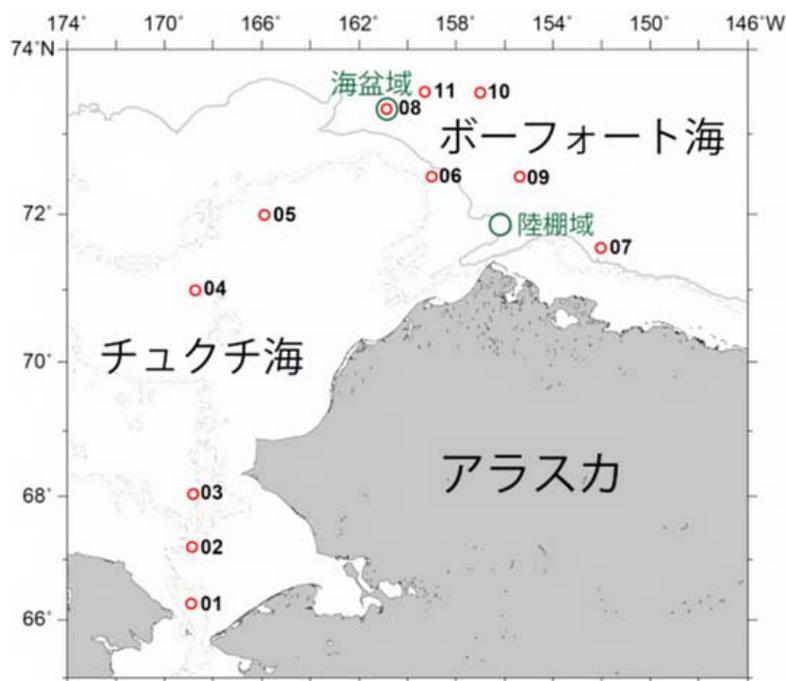


図 1 北極海における 2016 年 (赤) と 2017 年 (緑) の観測地点。灰色の太線と点線はそれぞれ 100m と 50m 等深線。

硝化反応を起こす微生物の群集組成を調査したところ、2016 年、2017 年共に古細菌が主要な生物であることがわかりました。pH 制御実験と現場の研究海域の観測の比較の結果、硝化反応速度と pH の関係性は明瞭な関係を示しませんでした。一方、光量制御実験の結果と陸棚域と海盆域の観測点の両方で光量が $0.11 \text{ mol photons m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (注 1) 以上(この値を光量の閾値としました)で硝化反応速度が急激に減少する傾向が明らかとなりました(図 2a)。実海域の光量と硝化反応速度は負の相関関係になり(図 2b)、光量は現場海域の硝化反応速度に大きく影響を及ぼしていると考えられます。調査海域において、海洋表面で硝化反応はほとんど生じず、陸棚域では海底直上、海盆域では有光層以深の 200m 深付近に硝化反応速度の極大が見られました(図 3)。

(注 1) $\text{mol photons m}^{-2} \text{ d}^{-1}$: 光量子束密度の単位。単位時間に単位面積を通過する光量子の数。

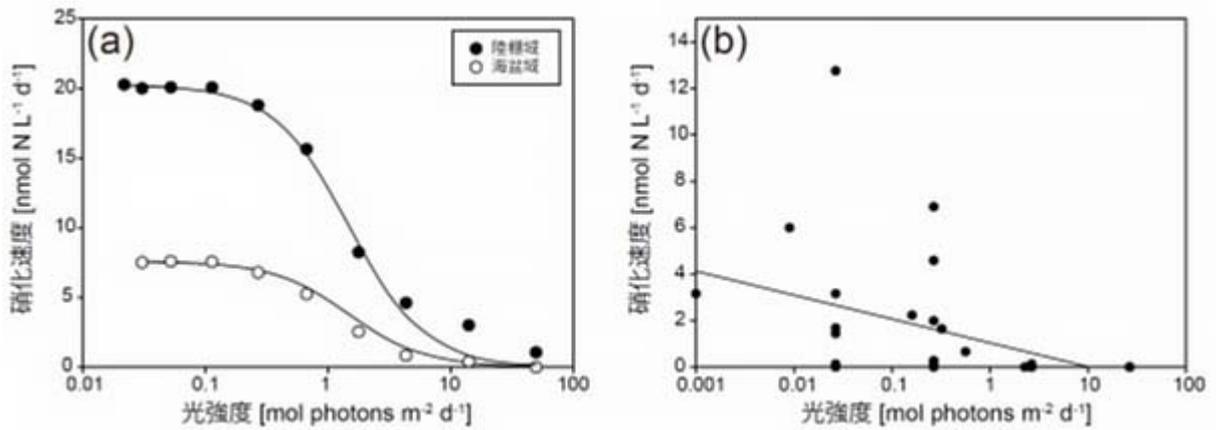


図2 (a) 光制御実験の結果。 (b) 調査海域有光層内の硝化速度と光量の関係。

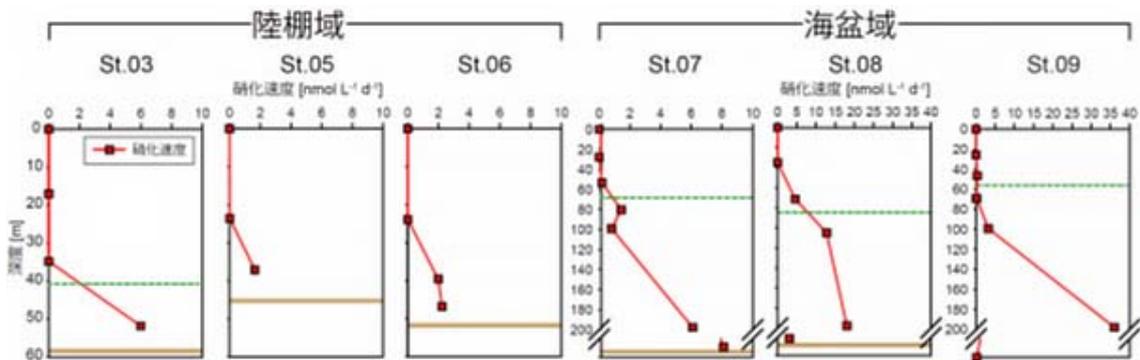


図3 北極海陸棚域及び海盆域における硝化速度の鉛直分布。茶点線は海底深度。緑点線は光強度が $0.11 \text{ mol photons m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ となる深度。St. 05、06 は海底直上で光強度が $0.11 \text{ mol photons m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 以上あった。

【今後の展望】

海中の光量が増加すると、これまで光によって制限されていた植物プランクトンの光合成炭素固定が活発になり、それと同時に無機窒素栄養塩の取り込みも活発になります。そして有機体窒素が増加するとそれが分解されることでアンモニウム態窒素が生成されます。しかし、光によって硝化反応が抑制されることで、アンモニアから亜硝酸、亜硝酸から硝酸への変換が進まなくなり、より一層アンモニウム態窒素が蓄積する状況になると考えられます(図4)。無機窒素の形態は植物プランクトンやバクテリアの群集組成に大きな影響を及ぼすことが知られています。また、植物プランクトンにとっては、亜硝酸や硝酸よりもアンモニアの方が小さいエネルギーで有機物合成することができるため利用しやすい窒素です。このように北極海では、海氷融解の伴う劇的な光強度の増加によって窒素循環が大きく変わり、低次生態系の生産を増加させ、魚を含む高次の生態系構造をも変化させてしまう可能性があるのです。人間活動による窒素負荷の増加とそれに伴う窒素循環の変化は、特に人口の多い中低緯度ですでに大きな問題になっています。しかし、極域では人間活動自体が他の地域に比べて活発でないため、これまで窒素循環の点において注目されることはありませんでした。海氷融解は人間活動による温暖化によってますます加速されています。

今後は硝化反応の抑制による窒素態栄養塩の変化が北極海生態系に具体的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。

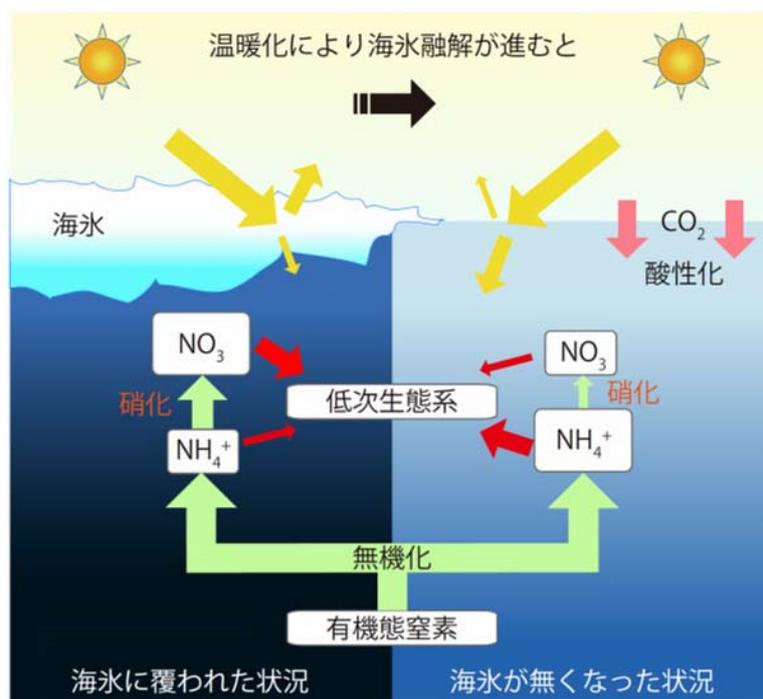


図4 海氷に覆われた場合と海氷がなくなった場合の無機態窒素の状況。

編集後記

9月20日にラグビーワールドカップが開幕しました。開幕前の9月6日に行われた南アフリカとのチャレンジカップでは、7対41と大敗し、世界の強豪との力の差を感じました。ところが、開幕してみると、短期間で戦略を修正し立て直したのはみごとです。力のこもった試合は、勝っても負けてと感動します。今後も楽しい試合を見せて欲しいです。(A.K)



株式会社 愛研

(<http://www.ai-ken.co.jp>)

本社 〒463-0037 名古屋市守山区天子田 2-710

電話(052)771-2717 FAX(052)771-2641

半田営業所 〒475-0088 半田市花田町 2-65

電話(0569)28-4738 FAX(0569)28-4749