

CESS

NEWS LETTER

彩の国
埼玉県

発行者：埼玉県環境科学国際センター
〒347-0115 埼玉県加須市上種足914
TEL 0480-73-8331 FAX 0480-70-2031

埼玉県環境科学国際センター
ニュースレター

第61号
Vol.61



October, 2023

CESS(セス)とは、
埼玉県環境科学国際センターの愛称です。

研究・事業紹介

●シリコン化合物の環境中存在実態を探る ～シリコンは環境に対して有害なのか？～



ココが知りたい埼玉の環境(第52回)

- 埼玉県の温室効果ガスの濃度って、
増えてるの？

環境学習・イベント情報

(写真)元荒川での生物採取

今年もやります！県民の日特別企画
& 県庁オープンデー！（詳しくはHPへ）

役立つ情報を発信

<http://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>

センター紹介動画公開中
センター事業を動画で紹介



当センターでは、環境の把握、環境問題の解決、良好な環境の創造に向けて、様々な調査・試験研究等を行っています。ここでは、その一部についてご紹介します。



化学物質・環境放射能担当
堀井勇一

シリコン化合物の環境中存在実態を探る ～シリコンは環境に対して有害なのか？～

シリコンとは

多くの化粧品には、さらっとした触感を与えるためシリコンが含まれていることをご存じでしょうか。シリコンは、耐熱・耐寒性、電気絶縁性、撥水性などの優れた性質を併せ持つことから、ゴム、樹脂、オイル等として日用品から航空宇宙産業まで幅広い分野で使用されています(図1)。シリコンには、実に数千種類もの化合物が存在しますが、特に重要なものに3種類の環状シロキサン(それぞれD4、D5、D6と呼ばれるモノマー)があります。環状シロキサンの大部分はシリコンポリマーの原料として消費されることから、多くのシリコン製品は環状シロキサンでできているといっても過言ではありません。そんな環状シロキサンですが、環境への有害性が懸念される面もあり、各国で環境調査やリスク評価が実施されています。ここでは、環状シロキサンの国内外における化学物質管理の動向とCESSで取り組んでいる環境調査について紹介します。



図1 シリコンの用途(シリコン工業会HP参照(1))

化学物質管理の動向

環状シロキサンは、いったん水環境中に放出されると分解しにくく、水底の泥(底質)に吸着して長期間にわたり残留します。EUでは、環境への排出量を削減する目的で、2020年から環状シロキサン(D4、D5)について、洗い流すタイプの日用品(シャンプー等)への使用が制限されています。また、塗布するタイプの日用品(ファンデーション等)への使用制限も追加で検討されています。現在のところ、このような制限が設けられているのはEUのみです。国内では、2018年に環状シロキサン

の一部(D4、D6)が「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」の監視化学物質に登録されました。

さらにEUでは、環状シロキサンをストックホルム条約の対象物質とする提案が検討されています(2)。この条約は、世界的な枠組みにより、残留性有機汚染物質(POPs)*の製造および使用の廃絶・制限、排出の削減などを行い、POPsから人の健康および環境を保護することを目的とします。もし環状シロキサンがPOPsに登録されることになれば、シリコン工業だけでなく、シリコンを材料とする多くの産業を巻き込んだ問題に発展すると予想されます。果たして、環状シロキサンはPOPsの基準に該当するのでしょうか?この提案には、利害関係者だけでなく、世界中の研究者から意見が寄せられており、今後の動向に注視が必要です。

* Persistent Organic Pollutants (POPs)とは、環境残留性、生物蓄積性、人や生物への毒性が高く、かつ長距離移動性の特性をもつ化学物質

環境からシリコンを検出

東京湾は大都市に囲まれているため、世界的にも工業化、都市化、人口集中の進んでいる地域です。また、埼玉県を流れる河川の大部分は東京湾へ流入しています。日本はシリコンの年間生産量が約15万トン(世界第3位)と主要な生産国の一つですが、その施設の約80%は東京湾流域に立地しています。しかしながら、国内における環状シロキサンに関する環境研究は極めて少なく、実態の解明が課題でした。そこで、

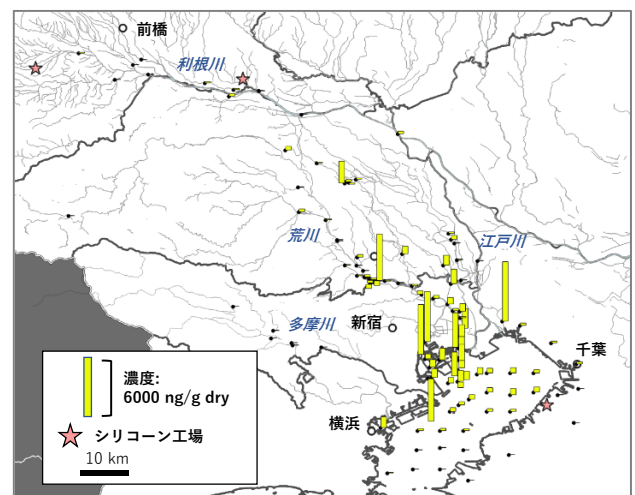


図2 東京湾流域における環状シロキサン(D4、D5、D6の合計)の濃度分布(堀井ら、2022(3)のデータから作成)

CESSでは、埼玉県を含む東京湾流域の環境について2012年から調査を行ってきました。

図2は東京湾流域における底質中環状シロキサンの濃度分布です。環状シロキサンの乾燥重量当たりの濃度は、0.1～6000ng/gの範囲で(1ng[ナノグラム]は1gの10億分の1)、これらの濃度は、河川の上中流部で低く、荒川、隅田川、江戸川の下流で高い傾向でした。湾内では、河川の影響を強く受ける河口付近で濃度が高く、沖に向かって低下する傾向がみられます。シリコン工場下流の底質濃度は、平均よりも低い値でした。河川水では排出源である下水放流口の下流で急激な濃度上昇がみられるのに対し、底質では河口域で高濃度を示しました。これは、海水の影響を受けて水に溶けにくくなった環状シロキサンが粒子に凝集し、さらに河川の流れが遅くなることでその粒子が沈んで溜まることが要因と考えられます。

環境調査の根幹となる分析法については、水試料を高感度で安定して測定できる方法を開発し、この方法は国際規格(ISO 20596-1:2018)に採用されました。この開発過程で得られたノウハウは底質や大気の測定にも活用しています。これらの成果が評価され、2023年6月に日本水環境学会から技術賞が授与されました(地方環境研究所では初の快挙！)。

環境リスク

環境中の存在実態が徐々に明らかになりつつありますが、果たして環状シロキサンは環境に悪影響を与えているのでしょうか？化学物質の環境リスクは、環境中の濃度と環境基準値や生態毒性値などの指標との比較によって評価されます。つまり、環境から検出された濃度がそれらの指標よりも低ければ、生物に対するリスクは低いと判断されるわけです。環状シロキサンは底質に吸着して環境中に残留することから、底生生物に対するリスク評価を行いました。その結果(図3)、環境から検出された濃度(95パーセンタイル値)は底生生物に対する無影響濃度(5パーセンタイル値)よりも低いことが示された一方で、カナダの環境品質ガイドライン案(日本の環境基準はない)を超える地点が存在することがわかってきました。これら

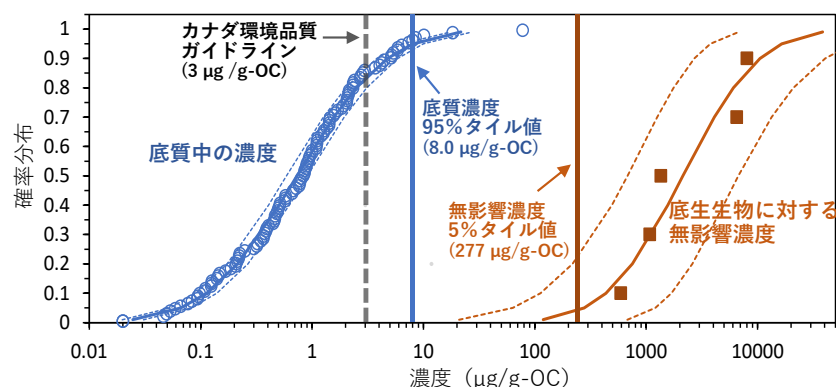


図3 底質から検出された環状シロキサン(D4)の濃度と底生生物に対する無影響濃度の比較：濃度は底質に含まれる有機炭素量(OC)で補正(Horii et al., 2022 (4))のデータから作成)

の結果から、継続的なモニタリングによるデータの蓄積が必要と考えられます。

日本シリコン工業会は、多摩川や東京湾で8年間にわたり、独自に環境モニタリングを実施しています。その濃度は低く、かつ僅かながら減少傾向にあるため、環境へのリスクは低いと報告されています(1)。

環状シロキサンは環境を介して生物濃縮することが懸念されています。もし、生体内に化学物質が濃縮・蓄積されると長期間にわたり暴露されるため、生物へ悪影響を及ぼすリスクが高まります。化学物質の生物濃縮性は、リスク評価において欠かせない情報です。現在CESSでは、比較的高い濃度で環状シロキサンが検出される下水処理場周辺(表紙写真)や東京湾の河口付近(図4)を対象に、環状シロキサンが底質や水質を介して水生生物にどの程度取り込まれているのか？さらには、低次から高次と生物の栄養段階に伴って濃縮するのか？について調査を進めています(5)。

おわりに

化学物質を適切に管理するには、科学的根拠に基づく正しい判断が求められます。CESSでは、地域における化学物質の環境実態を理解し、その安全性評価や管理に貢献すべく、今後も環状シロキサンに関する環境調査を進めていきます。

参考資料

- (1) シリコン工業会ホームページ：
<https://www.siaj.jp/ja/index.html>
- (2) 欧州化学品庁ホームページ：
<https://echa.europa.eu/documents/10162/63ce2062-0f0b-130f-3cb1-5c84071e7082>
- (3) 堀井勇一ら(2022) 地球環境, 27 (3), 213-222
- (4) Horii, Y. et al. (2022) Sci. Total Environ. 838, 155956 (Open access)
- (5) 科学研究費助成事業データベース：
<https://kaken.nii.ac.jp/ja/grant/KAKENHI-PROJECT-22H03766/>



図4 底曳網漁による生物採捕の様子(2023年2月、東京湾)

このコーナーでは、よく分かっているようで明快な答えがすぐに思い付かない、環境に関する質問や素朴な疑問について、当センターの研究者がズバリお答えします。なお、バックナンバーは当センターのホームページに掲載していますのでご覧ください。
(<http://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>)

質問

答

埼玉県温室効果ガスの濃度って、 増えてるの？

埼玉県の温室効果ガスの濃度は間違いなく長期的に増えています。パリ協定等で規制対象となっている温室効果ガスは、二酸化炭素以外にもメタン(CH₄)や一酸化二窒素(N₂O)、ハイドロフルオロカーボン類(HFCs)、パーフルオロカーボン類(PFCs)、六フッ化硫黄(SF₆)、三フッ化窒素(NF₃)がありますが、いずれも、世界的には濃度は上昇しています。埼玉県では、二酸化炭素濃度の観測を行っていますが、世界的な傾向と同様に濃度は上昇しています。また、メタンや一酸化二窒素、ハイドロフルオロカーボン類の濃度も上昇しています。

温室効果ガスとは

太陽からの光は地表を暖め、暖められた地表は、熱を赤外線に変え宇宙に放射しています。その時、大気中に赤外線を吸収するガスがあると、大気は暖まり気温が上昇します。そのような性質を持つ大気中のガスを温室効果ガス(greenhouse gas、GHG)と呼んでいます。現在の地球の大気には元々様々な温室効果ガスが存在し、そのことで今の気温が保たれています。仮に地球の大気に温室効果ガスが全く無かったとすると、地表面付近は-19℃になりますが、実際には14℃程度なので、この差が、温室効果ガスによる温室効果です。

最もよく知られている温室効果ガスは、二酸化炭素(CO₂)ですが、それ以外にも、メタン(CH₄)や一酸化二窒素(N₂O)、ハイドロフルオロカーボン類(HFCs)、パーフルオロカーボン類(PFCs)、六フッ化硫黄(SF₆)、三フッ化窒素(NF₃)などがあります。また、大気中の水蒸気も、最も地球の気温を引き上げる温室効果ガスとして知られています。

この様に、大気中には様々な温室効果ガスがありますが、上で示した温室効果ガスのうち水蒸気以外は、人為起源の放出が濃度を上昇させているのに対し、水蒸気は、海洋などからの自然な蒸発が濃度変化の中心で、人為起源の影響は極端に少なく、いま起きている温暖化に直接影響を与える温室効果ガスとは見なされません。しかし、二酸化炭素など人為起源の温室効果ガスの影響により気温が上昇すると、大気中の水蒸気量は増え、更に気温が上昇するという、温室効果の増幅効果(水蒸気フィードバック)があることが知られています。

温室効果ガス濃度の推移

二酸化炭素などの温室効果ガスの観測は、世界の様々な機関や大学などで行われています。その様なデータを集約し公開する機関として国連の世界気象機関(WMO)は1990年に温室効果ガス世界資料センター(WDCGG)を設置しました。

現在、そこには158の機関から提供されたデータが蓄積され自由に使うことが出来ます。なお、環境科学国際センターが観測した二酸化炭素濃度データもWDCGGに提供しています。

WDCGGのデータを用いて二酸化炭素濃度の世界平均と、埼玉県内で最も長い間観測を行っている堂平山観測局のデータを図1に示しました。ご覧の通り、多少の違いはあるものの、埼玉県の二酸化炭素濃度もしっかり世界と同調し上昇しています。このことから、温暖化は、特定の地域だけ逃れられる問題ではなく、グローバルな問題だと感じて頂けると思います。

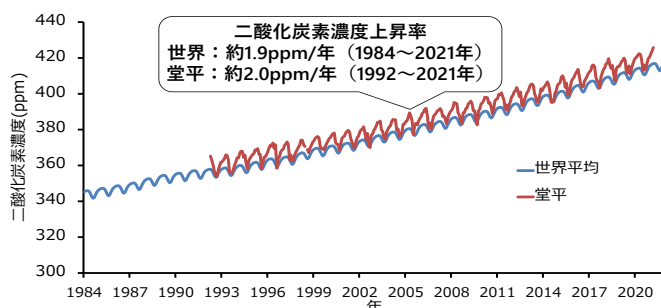


図1 二酸化炭素濃度の月平均値の推移(世界平均、堂平局)

WDCGGには二酸化炭素以外の温室効果ガスのデータも蓄積されています。図2はメタンと一酸化二窒素の推移を示したのですが急速に増加していることが分かります。また、ハイドロフルオロカーボン類なども増加傾向です。

根本的な温暖化対策は、温室効果ガスの排出削減(緩和策)を強力に進めることですが、その効果を把握するためのモニタリングも欠かすことは出来ません。

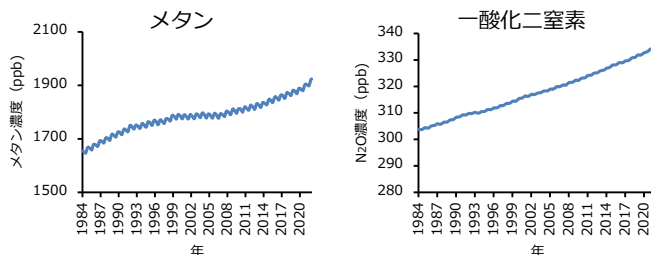


図2 メタン・一酸化二窒素濃度の世界月平均値の推移

(温暖化対策担当 嶋田知英)

Events

「彩の国環境大学」は、県民の皆様を対象に環境に関する基礎知識や地域での環境活動に必要な手法等を学んでいただけるよう、今年度は基礎課程を9月2日（土）から、実践課程を10月7日（土）から開講しています。

11月23日（木曜日・祝日）に行われる閉講式にあわせ、埼玉大学研究機構研究推進室 教授 小中鉄雄氏による公開講座『SDGs時代のインフラ開発と環境』を開催します。

どなたでもご参加いただけますので、多くの方の参加をお待ちしております。詳しくはホームページをご覧ください。

彩の国環境大学 公開講座

「SDGs時代の インフラ開発と環境」

11月23日（木曜日・祝日）

13時00分～15時00分



講師
埼玉大学研究機構研究推進室
教授 小中 鉄雄



県民の日特別企画

Events

埼玉県環境科学国際センターでは、11月14日（火）に県民の日特別企画のイベントを開催します。

当日は、大人の方も展示館の入場が無料となります。普段は入ることができない研究所の公開や、サイエンスショーをはじめ多くのイベントを開催しますので、ご家族連れで是非お越しください。

なお、詳細につきましては当センターホームページをご覧ください。また、イベントの内容については変更や中止になる場合もあります。あらかじめご了承ください。



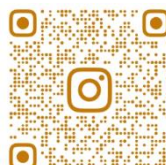
研究所公開

CESS情報発信中！

Notice

埼玉県環境科学国際センター（Center for Environmental Science in Saitama）を、もっともっと皆さんに知ってもらうため、YouTube無料動画「CESSチャンネル」や「フェイスブック」「インスタグラム」でも情報発信をしています。フォローお待ちしております！

YouTube



お問い合わせ

埼玉県環境科学国際センター 総務・学習・情報担当 TEL 0480-73-8363
〔休館日:月曜(ただし休日及び県民の日の場合は開館)、開館した月曜日(県民の日を除く)の翌平日、年末年始12月29日～1月3日〕

<https://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>

