

環状シロキサンの環境モニタリングとリスク評価

揮発性環状シロキサン類 (cVMS) は、シャンプー、化粧品等の製品に広く一般的に使用されています。揮発性が高く環境中に揮散しやすく、大気中では二酸化珪素、二酸化炭素、水に分解します。また、水への溶解度は非常に低く水環境中には殆んど存在しないと考えられている一方、土壌中では難分解性が確認されており、その経年変化及び生態への影響が懸念されていますが、日本国内では環境水中の揮発性環状シロキサン類(cVMS)を研究した論文はまだ少なく、日本におけるその存在状況についての知見は十分とは言えません。

家庭から生活排水と共に排出された揮発性環状シロキサン類は、その多くが下水処理施設で除去されますが、一部は河川に排出され、海へ流入し、最終的に海底の堆積物中に蓄積すると考えられます。SIAJでは環状シロキサン類のうち D4、D5、D6 の3物質を調査対象とし、人口密集地を流れる多摩川と、その流入先である東京湾を選んで環境モニタリング調査を行っています。

8年間にわたる東京湾のモニタリング調査の結果では、海底の堆積物中の揮発性環状シロキサン類の濃度は横ばいか減少傾向であり、かつ濃度が低いため、環境へのリスクは少ないと考えられます。

1. 多摩川水系の環状シロキサンモニタリング調査

- 1-1 調査概要
- 1-2 河川水中の環状シロキサンによる水生生物への生態影響
- 1-3 河川底質中の環状シロキサンによる水生生物への生態影響評価

2. 東京湾の底質における環状シロキサン類のモニタリング調査

- 2-1 調査概要
- 2-2 海水中の環状シロキサン濃度について
- 2-3 底質中の環状シロキサン濃度 (2019年)
- 2-4 底質中の環状シロキサン濃度の経年変動
- 2-5 底質中の環状シロキサン類による底生生物への生態影響評価

1. 多摩川水系の環状シロキサンモニタリング調査

1-1 調査概要

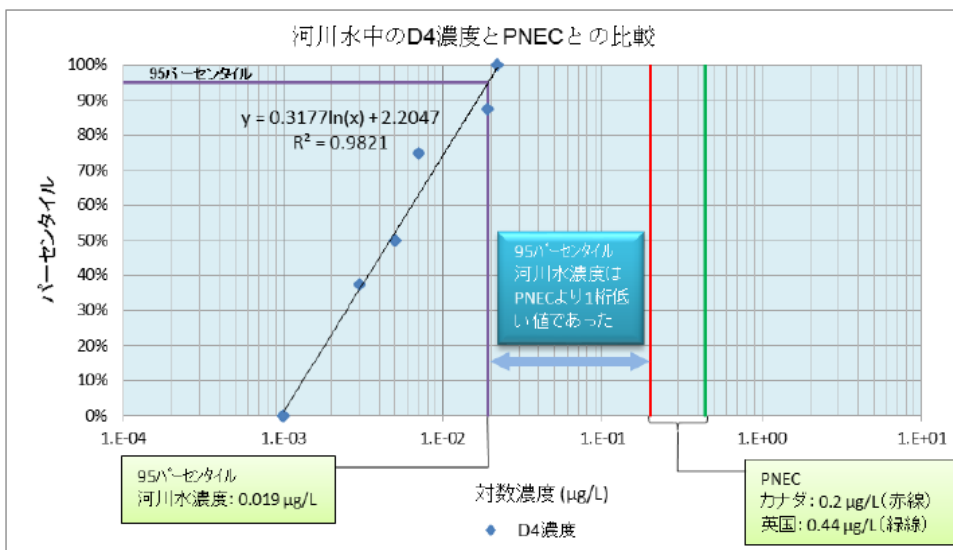
SIAJ では多摩川の上流から河口にかけて5地点を選定し、2016年から2017年にかけて河川水と底質の環状シロキサン濃度を調査しました。また、水生生物を用いた生態毒性試験値との比較を行い、環状シロキサンによる生態影響を評価しました。

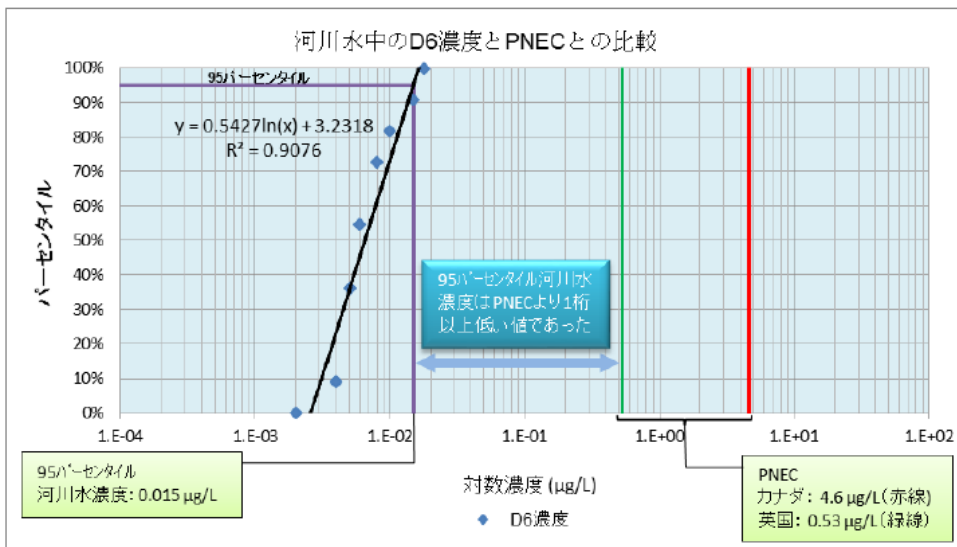
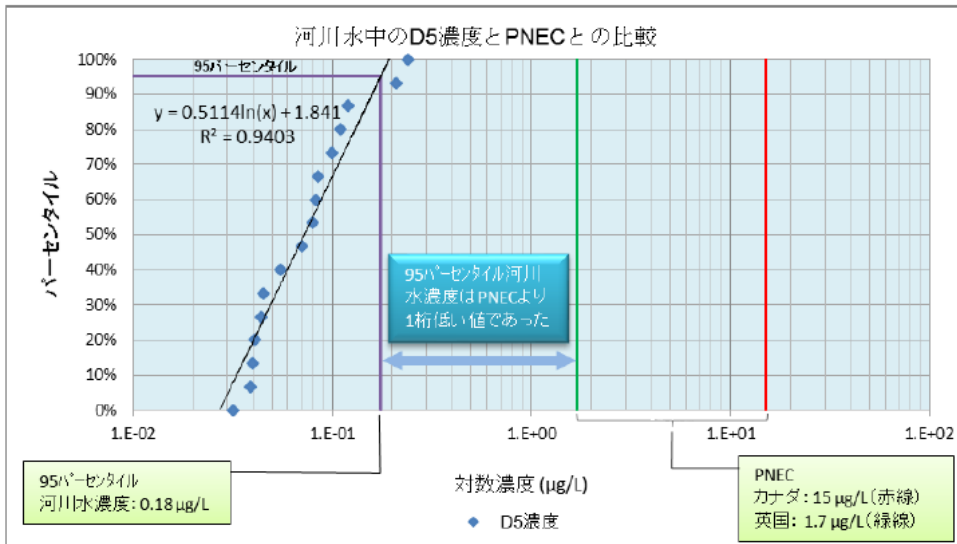
1-2 河川水中の環状シロキサンによる水生生物への生態影響

本調査で得られた河川水中の環状シロキサン濃度をグラフにプロットし、その95パーセントタイル値と予測無影響濃度（PNEC）を比較した結果を図1に示します。予測無影響濃度（PNEC）については、カナダ環境省と英国環境局が藻類、魚類、甲殻類等の水生生物を用いた生態毒性試験の結果（NOEC）などからそれぞれ算出した値を使用しています。

算出された河川水中濃度のD4、D5及びD6の95パーセントタイル値は、それぞれ0.019 µg/L、0.18 µg/L及び0.015 µg/Lであり、PNECの1/10の低い値であったことから、河川水中の環状シロキサンによる水生生物への生態影響は小さいと判断されました。

図1 多摩川河川水中の環状シロキサン濃度とPNECの比較



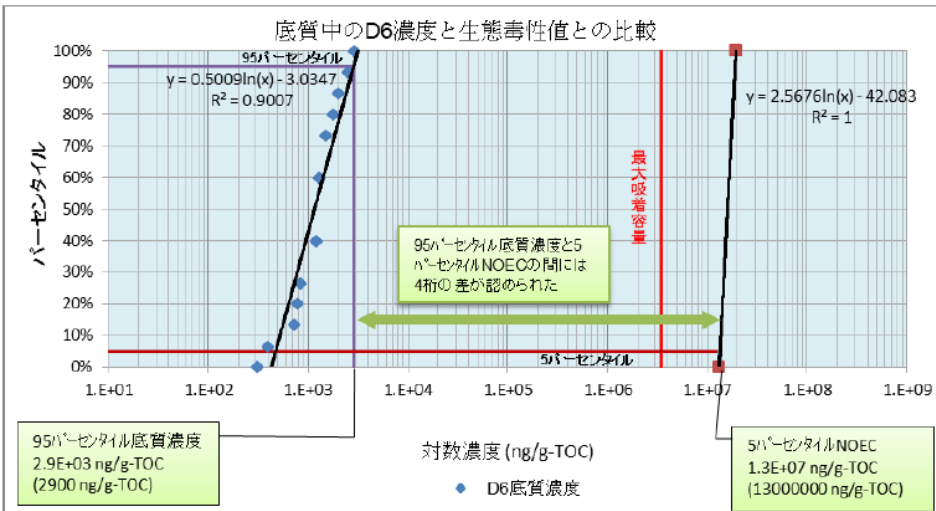
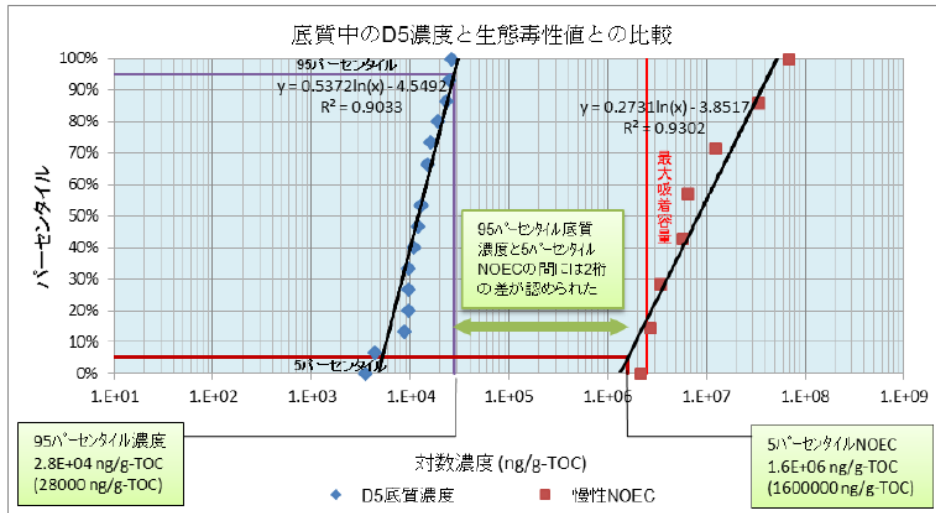
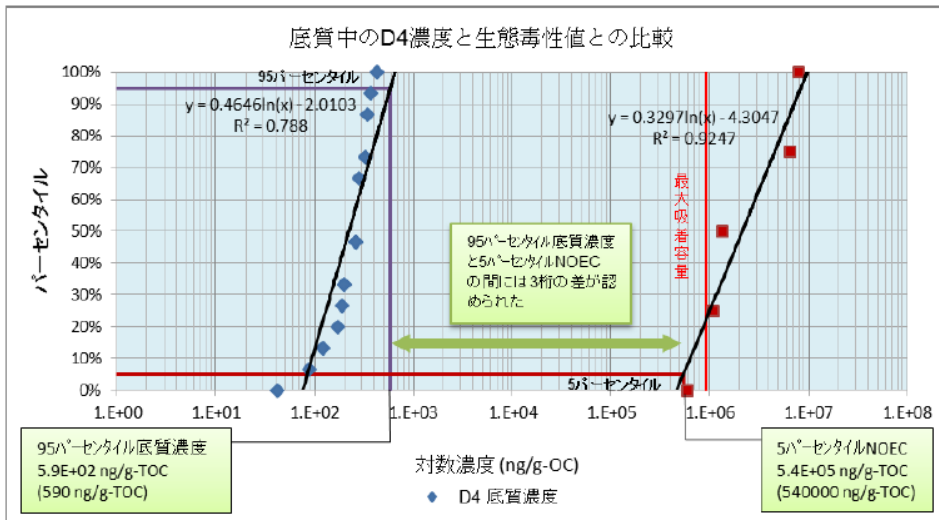


1-3 河川底質中の環状シロキサンによる水生生物への生態影響評価

底質中の環状シロキサンが底生生物に対して生態影響を及ぼしていないかを評価するため、本調査で得られた河川底質中の環状シロキサン濃度と底生生物による毒性試験の無影響濃度 (NOEC 慢性毒性値) との比較を行いました。生態毒性試験データは、ユスリカ、オヨギミズ、ヨコエビ、ツリミズ等の底生生物による慢性毒性値 (NOEC) を評価に使用しました。

図2に示すようにD4、D5及びD6の95パーセントイル底質濃度及び最大底質濃度とNOECの5パーセントイル値の間には2桁もしくはそれ以上の濃度差が認められたことから、底質中の環状シロキサンによる底生生物への生態影響は小さいと判断されました。

図2 多摩川底質中の環状シロキサン濃度と生態毒性値の比較

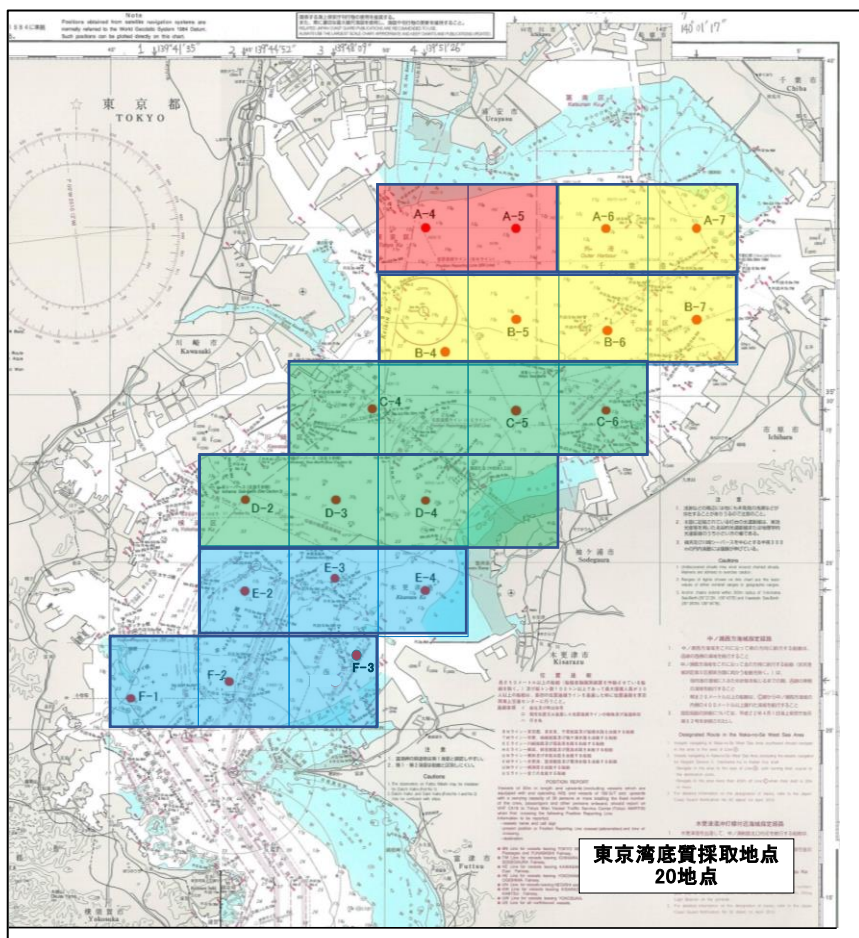


2. 東京湾の底質における環状シロキサン類のモニタリング調査

2-1 調査概要

SIAJ では、2012 年から 2019 年までの 8 年間にわたり、計 7 回の環境モニタリング調査を実施しました。図 3 に示すように東京湾内湾 500km² を 5km メッシュで区画して全 20 地点を設定し、海底の表層 1cm を対象として試料を採取し分析しています。また、この 20 地点を、濃度勾配を考慮してさらに 4 つのエリアに区分して比較を行っています（赤 S1、黄 S2、緑 S3、青 S4）。

図 3 試料の採取場所



2-2 海水中の環状シロキサン濃度について

東京湾の海水中の環状シロキサン濃度は数 ng/L である事が他の文献で報告されており、希釈により河川水中の濃度より大幅に低くなっていると考えられます。このため、SIAJ の調査対象からは除外しました。

2-3 底質中の環状シロキサン濃度 (2019年)

表1及び図4は、2019年に採取した底質試料の分析結果です。底質中の環状シロキサン濃度の平均値はD5が最も高い値を示し、次いでD6が高く、D4が最も低い値を示しました。内湾全体の濃度分布状況をD5で見ると、湾奥側のS1が最も高く、次いでS2、S3、S4の順に低くなる濃度勾配が見られます。湾奥部には多摩川、荒川、江戸川、隅田川、中川等の比較的流量の多い河川が都市部から排出された汚水を集めて流入しており、閉鎖性水域の性質上、外海との水の入替わりが少ないため、化学物質が底泥に堆積しやすい状況となっていると考えられます。

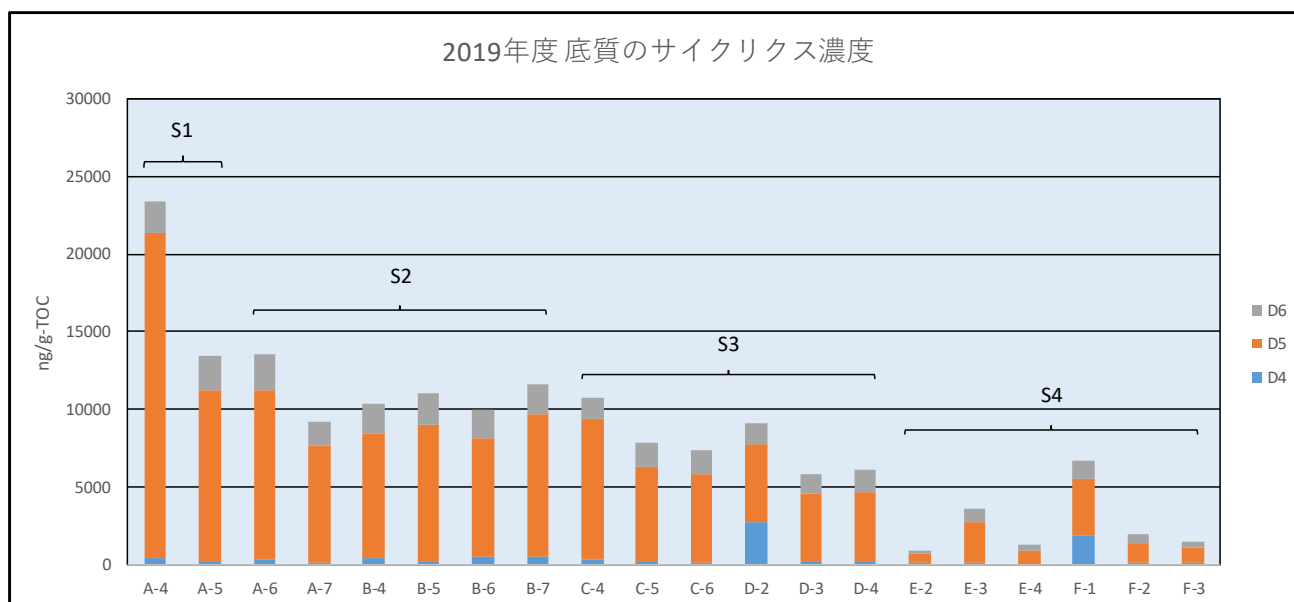
表1 2019年 東京湾底質中の環状シロキサン濃度

	D4		D5		D6	
	ng/g-wet	ng/g-TOC	ng/g-wet	ng/g-TOC	ng/g-wet	ng/g-TOC
S1	2.2	320	120	16000	15	2100
S2	1.9	310	52	8700	12	1900
S3	4	610	41	5800	9.5	1400
S4	1.9	360	8.2	1700	3	620
全地点平均値	2.5	420	42	6400	8.7	1400

ng/g-wet: 湿重量当たりの含有量

ng/g-TOC: 全有機体炭素(TOC)当たりの含有量

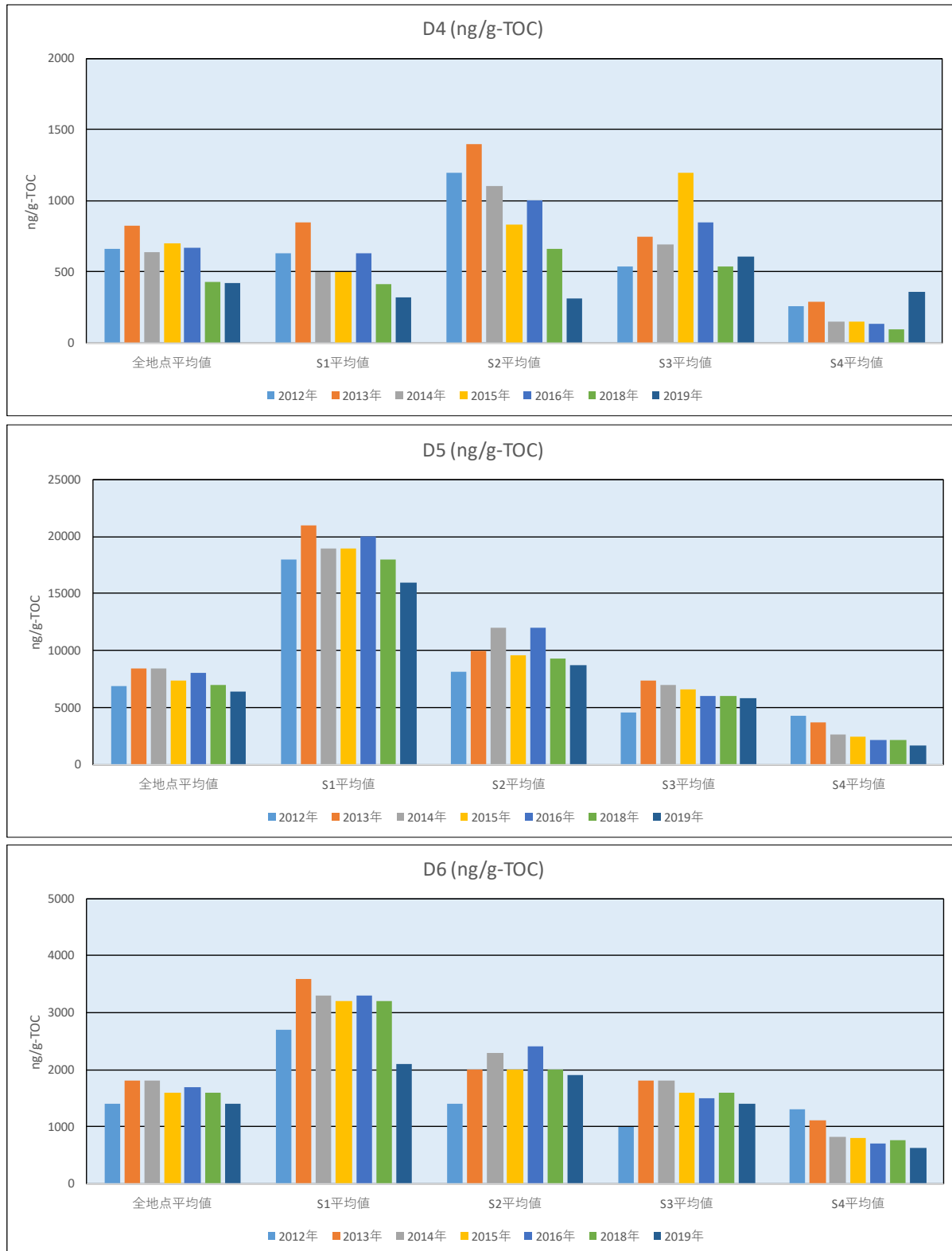
図4 2019年 東京湾底質中の環状シロキサン濃度の分布



2-4 底質中の環状シロキサン濃度の経年変動

図5には底質中の環状シロキサン濃度の経年変動を示します。全地点平均値及び各エリア共に、概ね横ばいか、減少傾向が見られる事がわかります。

図5 東京湾底質中の環状シロキサン濃度（TOC 当たりの含有量）の経年変動

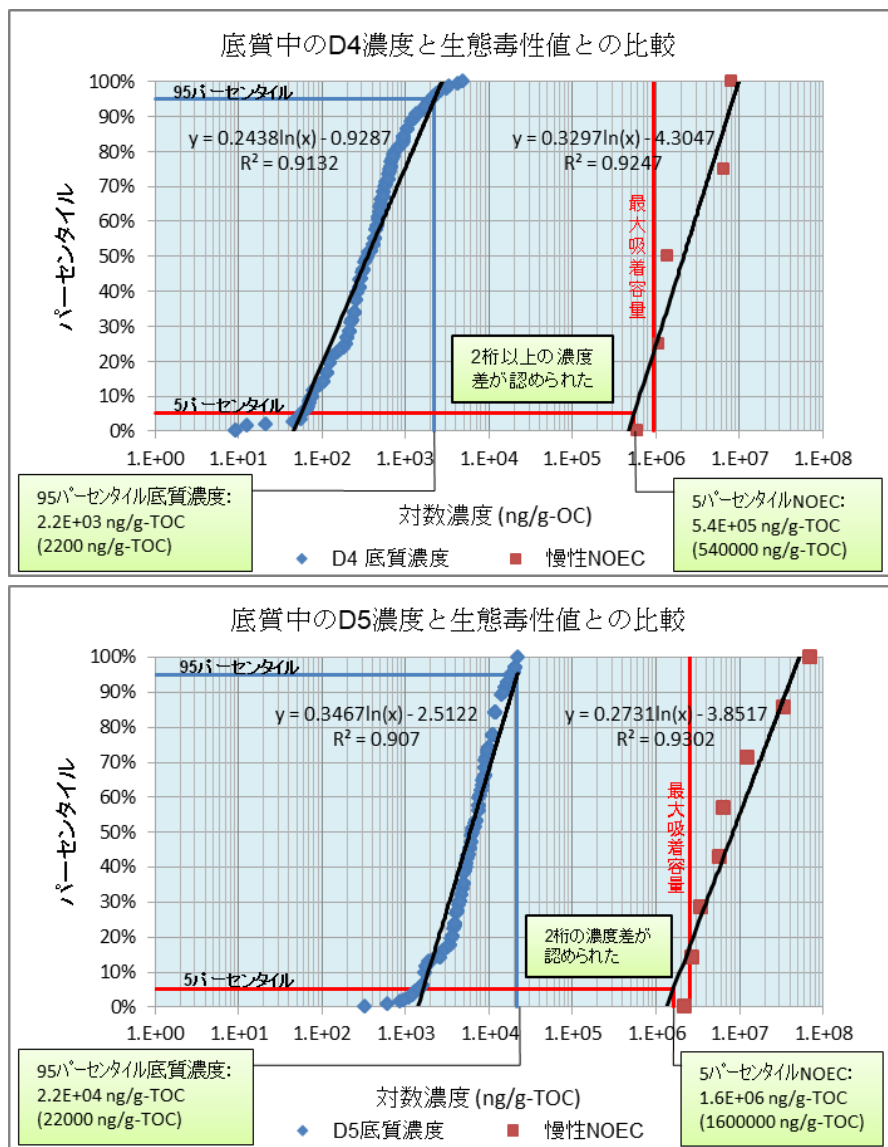


2-5 底質中の環状シロキサン類による底生生物への生態影響評価

底質中の環状シロキサン濃度が底生生物に対して生態影響を及ぼしていないかを評価するため、2012～2019年の底質モニタリングデータと底生生物による毒性試験の無影響濃度（NOEC 慢性毒性値）との比較を行いました。生態毒性試験データは、ユスリカ、オヨギミミズ、ヨコエビ、ツリミミズ等の底生生物による慢性毒性値（NOEC）を評価に使用しました。

7年のモニタリングの底質濃度及びNOECは、単位をng/g-TOCとし対数濃度に換算して、図6にプロットしました。D4、D5及びD6の底質濃度の95パーセンタイル値とNOECの5パーセンタイル値の間には2桁の濃度差が認められたことから、底質中の環状シロキサンによる底生生物への生態影響は小さいと判断されます。

図6 東京湾底質中の2012～2019年環状シロキサン濃度と生態毒性値（慢性NOEC）との比較



底質中のD6濃度と生態毒性値との比較

