

平成 26～28 年度アルキルフェノール類・クロロフェノール類と LAS の調査結果

環境科学課 環境水質担当

1 はじめに

アルキルフェノール類は、非イオン界面活性剤であるアルキルフェノールエトキシレートの原料として用いられている。アルキルフェノールエトキシレートは微生物分解等を受けアルキルフェノール類となる¹⁾。アルキルフェノール類には、内分泌攪乱作用があり生分解性が低いため水生生物保全に係る水質環境基準項目に追加されたノニルフェノール（以下、NP という）や、水生生物の保全に関連する要監視項目である 4-t-オクチルフェノール、水環境リスクに関する知見の集積が必要な要調査項目であるビスフェノール A と 4-t-ブチルフェノールが含まれる。

また、クロロフェノール類には、過去に農薬の原料として使用され現在化審法の第 1 種特定化学物質で人の健康に係る要調査項目であるペンタクロロフェノールと、現在でも農薬の原料として用いられ水生生物の保全に関連する要監視項目である 2,4-ジクロロフェノールが含まれる。

さらに、家庭の洗濯用洗剤として多く使用されてきた陰イオン系界面活性剤である直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩（以下、LAS という）については、環境中で検出される濃度と水生生物への毒性を勘案すると、水生生物への影響が懸念されることから、水生生物保全に係る水質環境基準項目に追加された。

本研究所では、市内の河川及び博多湾において、アルキルフェノール類 7 項目、クロロフェノール類 2 項目、ビスフェノール A、LAS について、年 4 回の水質実態調査を行っており、平成 26～28 年度の調査結果から得られた傾向について報告する。

2 調査方法

2.1 調査地点及び調査概要

アルキルフェノール類及びペンタクロロフェノール類は、前報³⁾と同様に、市内の河川のすべての環境基準点（19 地点）と、博多湾の環境基準点 3 地点の表層、中層、底層の計 9 地点において調査を行った。なお、平成 27 年度は水生生物保全環境基準の類型指定の基礎情報とする

ため、冷水性の魚介類であるカジカの生息域下流近傍の補助地点である矢倉橋についても調査を行った。一方、LAS については、市内の河川のすべての環境基準点（19 地点）と補助地点（12 地点）、博多湾の環境基準点 3 地点の表層、中層、底層の計 9 地点、合計 40 地点において調査を行った。調査期間は平成 26 年度から 28 年度までで、実施月は 4 月、7 月、10 月、1 月の年 4 回で、同日にサンプリングを行った。なお、河川の調査地点においては干潮時にサンプリングを行った。（図 1）

2.2 分析方法

アルキルフェノール類・クロロフェノール類については、前報の NP の分析方法と同様、外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル²⁾のエチル誘導体化法に準じて固相抽出法により分析を行い、GC-MS/MS にて濃度測定を行った。調査対象物質と各物質の報告下限値を表 1 に示す。

LAS については、前報³⁾と同様、環境省告示「水質汚濁に係る環境基準について」付表 12 に準じて分析を行い、LC-MS/MS にて濃度測定を行った。報告値については、炭素数 C10 から C14 までをそれぞれ定量し、その合計値を LAS 濃度とした。調査対象物質と各物質の報告下限値を表 2 に示す。

表1 アルキルフェノール類・クロロフェノール類の調査対象物質と報告下限値

物質名	報告下限値
ノニルフェノール	0.00006
4-t-オクチルフェノール	0.00004
ビスフェノール-A	0.00001
4-t-ブチルフェノール	0.00001
4-n-ベンチルフェノール	0.00001
4-n-ヘキシルフェノール	0.00001
4-n-ヘプチルフェノール	0.00001
4-n-オクチルフェノール	0.00001
2,4-ジクロロフェノール	0.0003
ペンタクロロフェノール	0.00001

単位: mg/L

表2 LASの調査対象物質と報告下限値

物質名	報告下限値
C10-LAS	0.00012
C11-LAS	0.00012
C12-LAS	0.00012
C13-LAS	0.00012
C14-LAS	0.00012

単位: mg/L

4 結果及び考察

4.1 アルキルフェノール類・クロロフェノール類の調査結果

すべての地点の NP の経年変化を表 3 に、ビスフェノ

ール A の経年変化を表 4 に示す。なお、その他のアルキルフェノール類・クロロフェノール類については、すべての地点及び調査回について、報告下限値未満であった。

博多湾においては、NP はすべての地点及び調査回について、報告下限値未満であった。ビスフェノール A は、E-2 と C-2 の表層で 1 月以外の時期に 0.00001～0.00002mg/L の検出が認められた。これらの値は、環境省の「化学物質の環境リスク初期評価」で設定された PNEC(予測無影響濃度) は 0.011mg/L(甲殻類の急性毒性値から設定)⁴⁾ の 1/550 未満であり、かなり低い値であった。

河川については、すべての地点及び調査回について、NP とビスフェノール A 以外の項目で報告下限値未満であった。ビスフェノール A については、0.00001～0.00011 mg/L の検出が認められたが、検出時期及び地点で特徴的な動向は確認できなかった。なお、これらの値も、博多湾同様、PNEC : 0.011mg/L をかなり下回る値であった。

NP は、下水処理場の放流口より下流の金島橋と千鳥橋、名島橋で、7 月以外の時期に検出回数が他の地点より多かった。しかし、検出濃度は 0.00006～0.00010 mg/L であり、最も低濃度に設定されている河川及び湖沼の生物特 A 類型の環境基準値 : 0.0006mg/L を下回っていた。その他の地点については、上鯉川橋で平成 26 年度 4 月に、塔の本橋で平成 27 年 4 月、10 月、1 月に、いずれも環境基準値の 1/10 程度 (0.00006～0.00007mg/L) が検出されたが、それ以後の検出は認められなかった。

以上の結果から、市内の既存の水質調査地点のうち、河川についてはすべての環境基準点と補助地点において、博多湾については全域の代表となる環境基準点 3 地点において、最も低濃度に設定された環境基準値未満であることを確認することができた。

4.2 LAS の調査結果

博多湾については、すべての地点及び調査回について報告下限値未満であった。

河川における環境基準点の LAS 濃度の経年変化を図 2 に、補助地点等の LAS 濃度の経年変化を図 3 に示す。

LAS の環境基準値は、河川及び湖沼の類型のうち最も低濃度に設定されている生物特 A 類型で 0.02mg/L とされている。今回の調査で、環境基準点については、平成 27 年 1 月の壱岐橋 : 0.021mg/L を除くすべての地点及び調査回で、0.02mg/L 未満であり、壱岐橋と浜田橋以外の地点については概ね 0.005 mg/L 以下の値で推移していた。前報³⁾で常態的に高い濃度である可能性を指摘された浜田橋は、他の地点より高い濃度で変動していたが、調査期間中の平均値としては 0.0068mg/L 程度であった。また、壱岐橋と浜田橋については、平成 26、27 年度とも

に、冬季 : 1 月に高くなり、夏季 : 7 月には低くなるという変動を示した。

一方、補助地点については、平成 27 年と 28 年の 1 月の香椎橋、平成 28 年 1 月の御島橋と有田橋で 0.02mg/L より高い値であったが、それ以外の地点及び調査回ではすべて 0.02mg/L 未満であった。なお、有田橋については、平成 28 年 1 月以外の調査回の値は 0.003mg/L 以下と低い値で推移していた。

御島橋、香椎橋、諸岡橋、天代橋、友泉亭橋の 5 か所については、調査期間中の平均濃度が、0.005mg/L を上回っており、環境基準点よりも濃度変動が大きかった。

LAS 濃度平均値とその各炭素数割合について、各環境基準点の結果を図 4 に、補助地点等の結果を図 5 に示す。LAS は、生分解性があり、活性汚泥に吸着されやすく、小森ら⁵⁾の報告によると下水処理により 97.8% が分解・除去されている。今回の結果で、下水処理場放流口より下流の金島橋と千鳥橋、名島橋の平均濃度は、他地点より低く、御笠川で下水処理場放流口より上流の板付橋より低かったことから、前報³⁾と同様、下水処理による LAS の除去が下水処理場放流口より下流地点の LAS 濃度低下に影響しているものと考えられた。

炭素数ごとの調査結果を各地点に平均したものを図 4、5 に、各地点の LAS 濃度平均値と各炭素数割合の分布を図 6 に示す。C11 が最も組成割合が高く、C14 はすべての地点、調査回について定量下限値未満であり、全地点の各炭素数割合の平均は、C10 が 22%、C11 が 49%、C12 が 22%、C13 が 7%、平均炭素数が 11.2 となっていた。また、組成バランスについては、LAS 濃度が低くなると C10～C12 の割合は高くなるのに対し、C13 の割合は低くなった。この結果は、前報³⁾結果と異なり、検出濃度により組成バランスが異なる傾向となっていた。

文献

- 1) 高田秀重, 化学, 53 (7), 37 (1998)
- 2) 環境庁水質保全局水質管理課 : 外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル (水質, 底質, 水生生物), III-1,2
- 3) 戸渡寛法・宇野映介・豊福星洋・松尾友香 : 平成 25 年度ノルフェノールおよび LAS の調査結果, 福岡市保健環境研究所報, 39, 66～70, 2014
- 4) 環境省 化学物質の環境リスク評価 第 3 巻
- 5) 小森行也・岡本誠一 : 下水処理における直鎖アルキルベンゼンスルホン酸 (LAS) の除去特性, 「第 50 回下水道研究発表会講演集」346～348

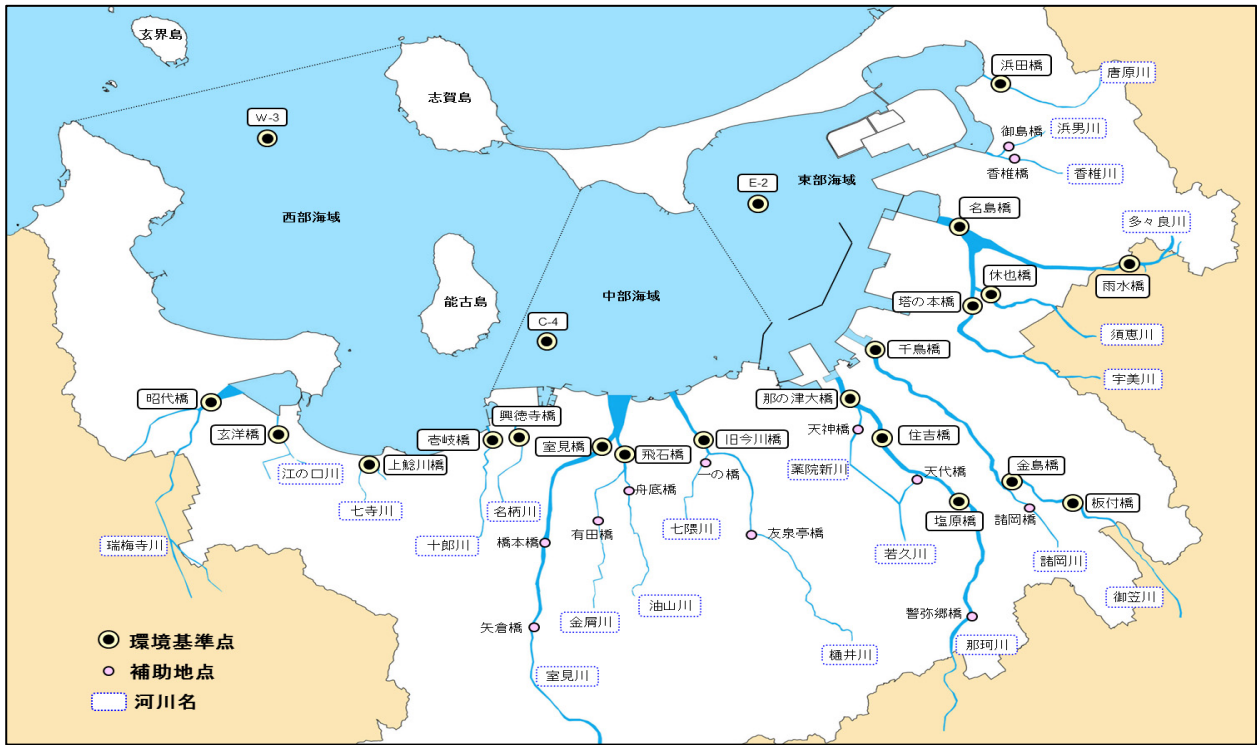


図1 調査地点

表3 ノニルフェノールの経年変化(平成26~28年度)

	H26.4	H26.7	H26.10	H27.1	H27.4	H27.7	H27.10	H28.1	H28.4	H28.7	H28.10	H29.1
E-2表層	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
C-4表層	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
W-3表層	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
E-2中層	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
C-4中層	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
W-3中層	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
E-2底層	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
C-4底層	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
W-3底層	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
浜田橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
名島橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	0.00007	0.00007	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
雨水橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
休也橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
塔の本橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	0.00006	<0.00006	0.00007	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
千鳥橋	<0.00006	<0.00006	0.00009	<0.00006	0.00008	<0.00006	0.00007	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
金島橋	<0.00006	<0.00006	0.00006	<0.00006	0.00009	<0.00006	0.00009	0.00008	0.00010	<0.00006	<0.00006	0.00007
板付橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
那の津大橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
住吉橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
塩原橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
旧今川橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
飛石橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
室見橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
興徳寺橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
杏岐橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
上鯉川橋	0.00007	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
玄洋橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
昭代橋	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
矢倉橋					<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006				

単位:mg/L

表4 ビスフェノールAの経年変化(平成26~28年度)

	H26.4	H26.7	H26.10	H27.1	H27.4	H27.7	H27.10	H28.1	H28.4	H28.7	H28.10	H29.1
E-2表層	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00002	0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00002	<0.00001	<0.00001
C-4表層	0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00002	0.00001	<0.00001	<0.00001
W-3表層	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
E-2中層	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
C-4中層	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
W-3中層	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
E-2底層	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
C-4底層	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
W-3底層	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
浜田橋	0.00001	<0.00001	0.00001	<0.00001	0.00003	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00002	<0.00001	<0.00001	0.00002
名島橋	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00001	<0.00001	0.00002	0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
雨水橋	<0.00001	0.00002	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00001	<0.00001	0.00001	0.00005	0.00002	<0.00001	<0.00001
休也橋	0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00002	<0.00001	0.00001	0.00011	<0.00001	<0.00001	0.00001
塔の本橋	<0.00001	0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00001	0.00003	<0.00001	<0.00001	0.00005	0.00001	0.00002	<0.00001
千鳥橋	0.00002	0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00002	0.00002	0.00001	0.00005	0.00005	<0.00001	<0.00001	<0.00001
金島橋	0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00002	0.00002	<0.00001	0.00001	0.00003	0.00003	<0.00001	<0.00001
板付橋	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00006	<0.00001	0.00003	0.00005	0.00002	<0.00001	<0.00001	<0.00001
那の津大橋	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00002	<0.00001	<0.00001	<0.00001
住吉橋	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00002	<0.00001	<0.00001	<0.00001
塩原橋	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
旧今川橋	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00002	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00002	<0.00001	<0.00001	<0.00001
飛石橋	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00002	<0.00001	<0.00001	<0.00001
室見橋	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
興徳寺橋	<0.00001	0.00002	<0.00001	<0.00001	0.00002	0.00002	<0.00001	<0.00001	0.00003	0.00001	0.00001	<0.00001
岩岐橋	<0.00001	0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00001	0.00002	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
上鯉川橋	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
玄洋橋	0.00001	0.00002	<0.00001	0.00001	0.00007	0.00002	0.00001	0.00003	0.00002	0.00001	<0.00001	0.00001
昭代橋	<0.00001	0.00002	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00001	<0.00001	0.00002	0.00002	<0.00001	<0.00001	<0.00001
矢倉橋					<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001				

単位:mg/L

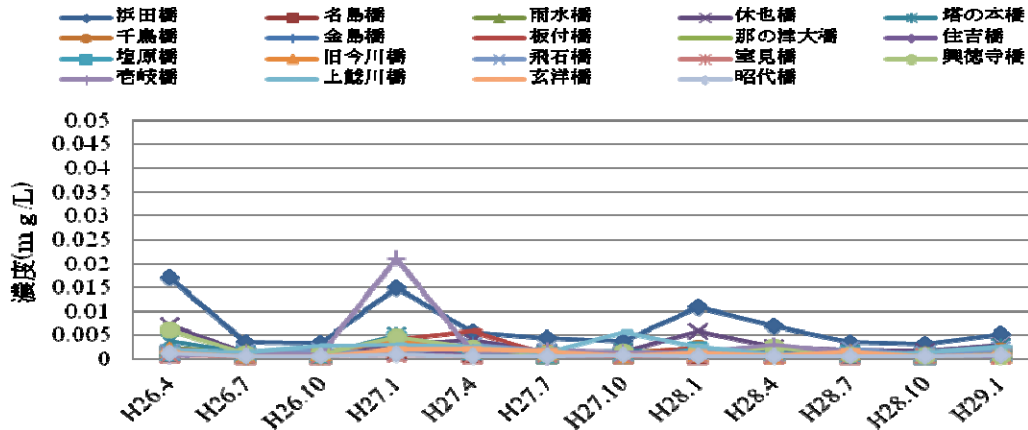


図2 河川的环境基準点におけるLAS濃度の経年変化(平成26~28年度)

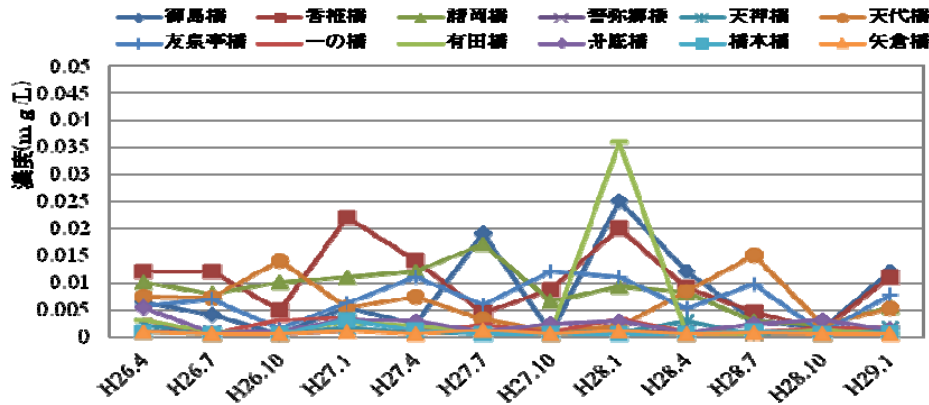


図3 河川の補助地点等におけるLAS濃度の経年変化(平成26~28年度)

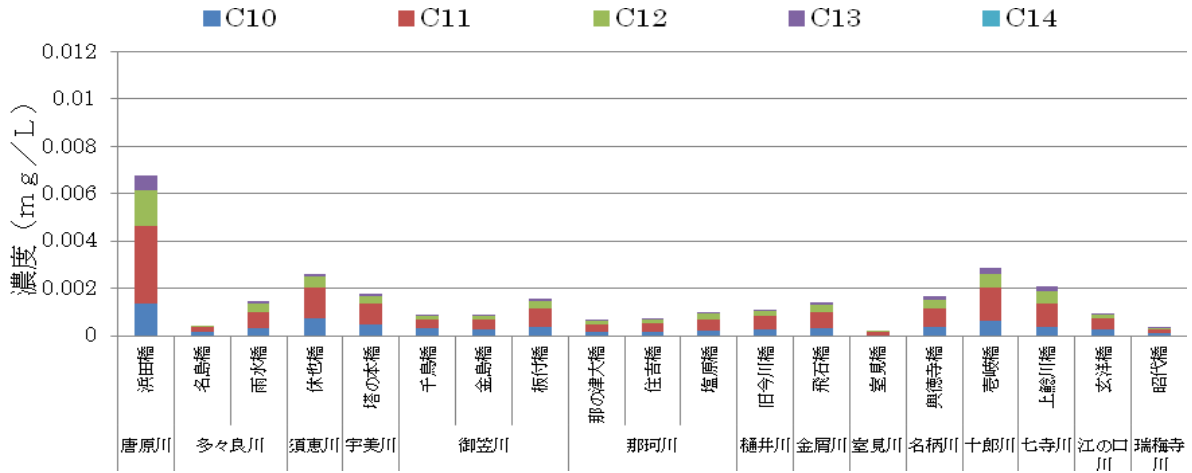


図4 河川の環境基準点におけるLAS平均値とその各炭素数割合（平成26～28年度）

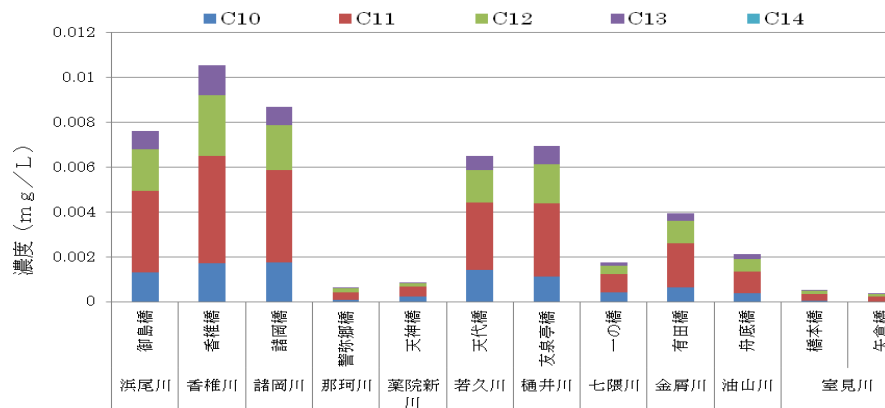


図5 河川の補助地点等におけるLAS平均値とその各炭素数割合（平成26～28年度）

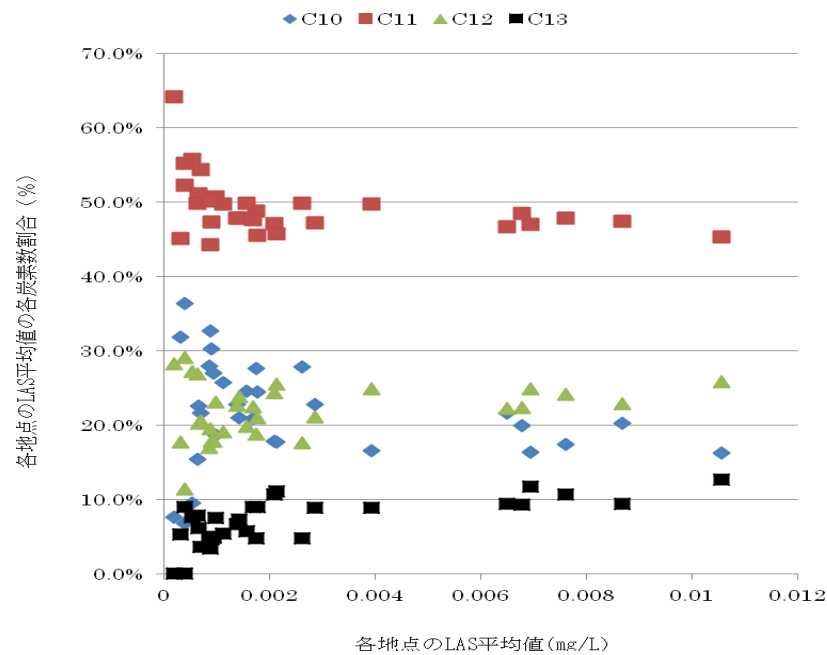


図6 河川の環境基準点・補助地点等におけるLAS濃度平均値と各炭素数割合の分布