

1. 全亜鉛の水平分布及び排出状況

平成 26 年の有明海的全亜鉛の公共用水域測定結果及び公共用水域への排出状況を図-1 に示す¹⁾²⁾。平成 26 年度に生物特 A 類型の基準値 (0.01mg/L) を超過した 2 地点は湾奥部の黒い線で囲まれた海域にあり、六角川、福所江、嘉瀬川、本庄江、八田江といった河川がこの海域に注いでいる。

この海域の平成 25 年度～平成 27 年度の水質測定結果等を図-2 に示す。

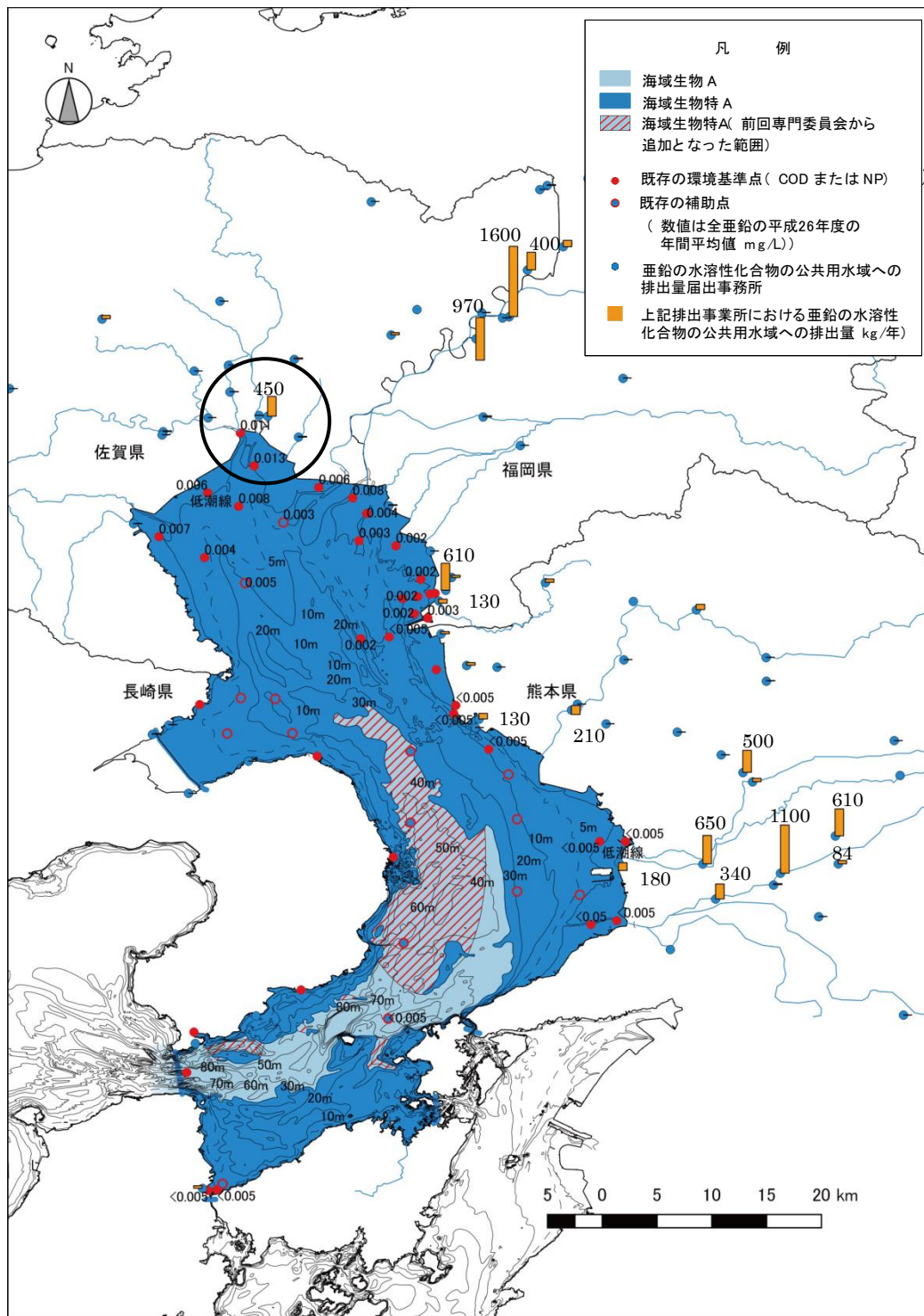


図-1 亜鉛の水溶性化合物の公共用水域への排出量 (PRTR 法による事業所別届出排出量、26 年度)

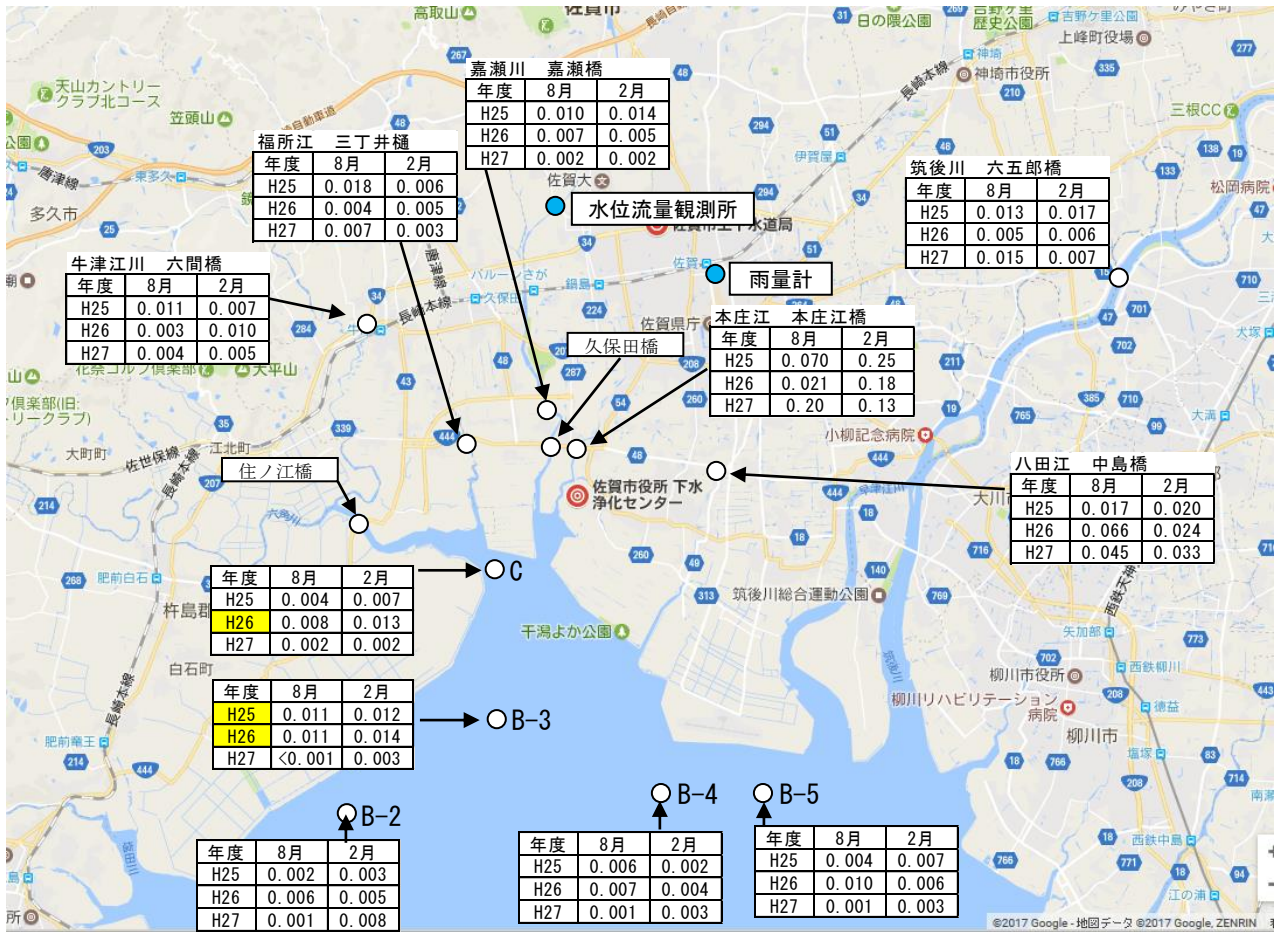


図-2 湾奥部の海域（表層）および流入河川の全亜鉛濃度（検体値：mg/L）

注1：海域と河川の調査日は異なっている。

注2：年間平均値が、生物特A類型の基準値（0.01mg/L）を超過し、生物A類型の基準値（0.02mg/L）未満の年度を黄色で示した。

2. 感潮域における河川水のSS濃度

石橋融子ら（2011）が行った感潮域（大牟田川）におけるSS濃度の時間的空間的な変動特性の調査結果では、潮の満ち引きによって底質の巻き上げがおこり、SSが増大することが示されている。

A地点での満潮時刻を0としたときの採水時間とSSとの関係を図-4に示す。満潮のときSSは最も低く、約10mg/Lである。海水（st.1~11）のSSも約10mg/Lであることから、海水はほとんどかわらないことがわかった。一方、干潮になるにつれ、SSが増大し、干潮前後で最大となることがわかった。潮の影響のないEおよびF地点のSSは、ほとんどの検体で1mg/L以下であったことから、SSの上昇は、上流からの供給が原因ではないと考えられる。

有明海は干満の差が大きく、特に、A地点では、水位が4m以上あるものの、干潮では、数十cmまでになる。以上のことから、潮の満ち引きによって、底質の巻き上げがおこり、SSが増大したものと考えられる。

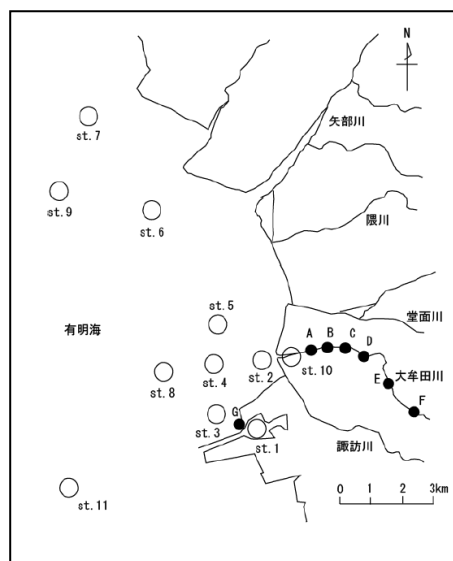


図-3 試料採取地点

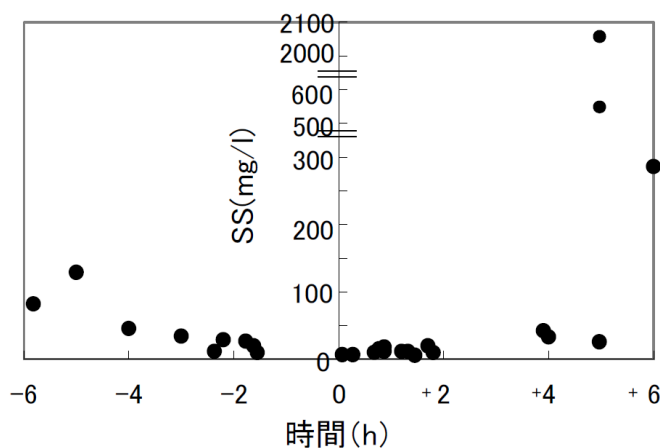


図-4 満潮からの時間とSSとの関係（A地点）

出典) 石橋融子、鳥羽峰樹、田中義人、熊谷博史、松尾宏、今任稔彦（2011）感潮域における底質からの鉄、マンガン及び亜鉛の溶出、土木学会論文B 1（水工学）、Vol.67、No.4、I-1675-1680

3. 全亜鉛と SS の関係

亜鉛は水中の水酸化鉄、硫化物、シリカ、アルミナ、粘土鉱物（カオリナイト、モンモリロナイト等）に吸着する⁴⁾ことが知られており、SS との関係が深い。松尾宏ら（2008）が大牟田川の感潮域において行った調査結果から、全亜鉛濃度は SS 濃度の影響を大きく受けることが示されている。

なお、T-Zn とは全亜鉛、D-Zn とは溶存態亜鉛、P-Zn は懸濁態亜鉛である。

松尾宏ら 4 名（2008）は大牟田川中流域の七浦橋において、SS 濃度と亜鉛の関係を分析した。

降雨時調査における時間降水量と T-Zn、D-Zn 濃度の時系列変化を図-5 に示す。T-Zn 濃度は時間降水量のピーク時に最大 0.48mg/L に達した。時間降水量に対して T-Zn 濃度変化は大きい、D-Zn 濃度の変化は小さかった。ここで、T-Zn と D-Zn の濃度差を懸濁態亜鉛（P-Zn）と定義すると、SS 濃度と T-Zn、P-Zn 濃度の間には原点通過の条件下でも高い相関が認められた（図-6）。また、流量と T-Zn、D-Zn 負荷量の関係（図-7）は増水時と減水時で、同一流量に対して T-Zn 負荷量が大きく異なる（ヒステリシス）が、一方 D-Zn 負荷量ではその差は小さく L-Q 回帰式の利用が可能であると考えられた。

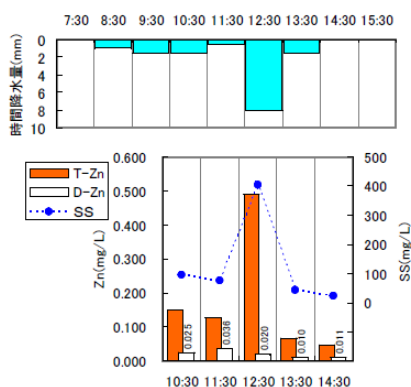


図-5 降雨時の Zn と SS の濃度変化（七浦橋）

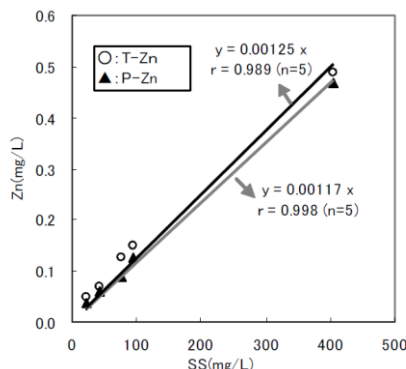


図-6 降雨時の SS と Zn 濃度の関係（七浦橋）

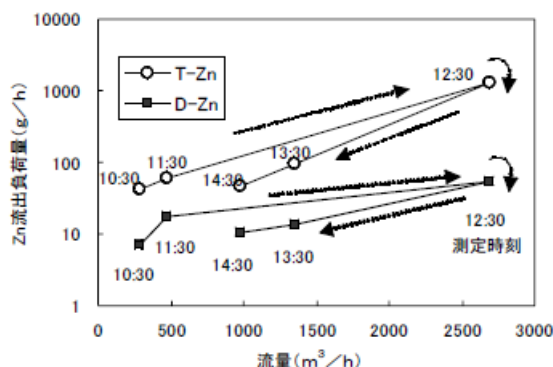


図-7 降雨時の流量と Zn 流出負荷量の変化（七浦橋）

出典) 松尾 宏、熊谷博史、樽崎幸範、田中義人、白川ゆかり（2008）都市河川における亜鉛の流出特性とその存在形態、福岡県健康環境研究所第 35 号、98-101

4. 湾奥部の全亜鉛濃度に影響を与える要因

(1) 亜鉛の排出源について

化学物質排出量把握管理促進法に基づく佐賀県への届出排出量・移動量（PRTR データ）の集計結果（表-1）によると、公共用水域への排出量のほとんどを下水道業が占めている。

図-2のとおり、嘉瀬川河口付近には佐賀市の下水道の終末処理場が立地しており、この終末処理場の排水が沿岸海域への主要な負荷源（点源）である可能性がある。

表-1 亜鉛の水溶性化合物の届出排出量・移動量（佐賀県：平成26年度）

業種名	報告事業所数 (件)	排出量 (kg/年)					移動量 (kg/年)			総計
		大気	公共用水域	土壌	埋立	合計	廃棄物	下水道	合計	
金属製品製造業	3	72	26	0	0	98	103,000	12	103,012	103,110
輸送用機械器具製造業	2	0	110	0	0	110	260	0	260	370
下水道業	28	0	1,836	0	0	1,836	0	0	0	1,836
うち佐賀市下水 浄化センター	(1)		(450)			(450)				(450)
一般廃棄物処理業 (ごみ処分量に限 る)	4	0	3	0	0	3	0	0	0	3
産業廃棄物処分量	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	38	72	1,975	0	0	2,047	103,260	12	103,272	105,319

(出典) 環境省・経済産業省 「PRTR届出排出量・移動量の対象化学物質別集計結果」 平成26年度

注) 亜鉛の水溶性化合物の排出・移動量は、亜鉛純分に換算して届出または推計することになっている。

(2) 感潮域における SS 濃度上昇について

図-2 に示した周辺河川の水質測定地点を表-2 に整理した。

表-2 六角川水系及び嘉瀬川水系の公共水域（河川）の下流観測地点

水域名	流量 (m ³ /s)	測定地点	全亜鉛（年平均値）			SS(mg/L)		
			H25	H26	H27	H25	H26	H27
六角川 下流	6.65 2.27	住ノ江橋	—	—	—	17~92	17~210	14~370
福所江	—	三丁井樋	0.012	0.005	0.005	12~27	8~27	10~35
嘉瀬川 下流	9.53 3.66	久保田橋	—	—	—	17~190	10~200	22~260
本庄江	—	本庄江橋	0.16	0.10	0.17	30~3000	47~1900	53~1600
八田江	2.96 2.10	中島橋	0.019	0.050	0.039	80~930	45~290	40~740

注1：全亜鉛の測定回数は年2回、SSは年12回

注2：流量の上段は平均流量を、下段は低水流量を示す（六角川下流、嘉瀬川下流は2015年、八田江は2014年）⁵⁾

このうち、全亜鉛濃度とSS濃度の測定結果を有し、高いSS濃度となる本庄江の本庄江橋及び平成26年度に生物特A類型の基準値（0.01mg/L）を超過した海域C地点とB-3地点の潮位、全亜鉛濃度、SS濃度等を表-3に示す。

本庄江橋は干潮時に測定を行っていることから、SS濃度については、2.で示されたような底泥の巻き上げの影響が考えられる。

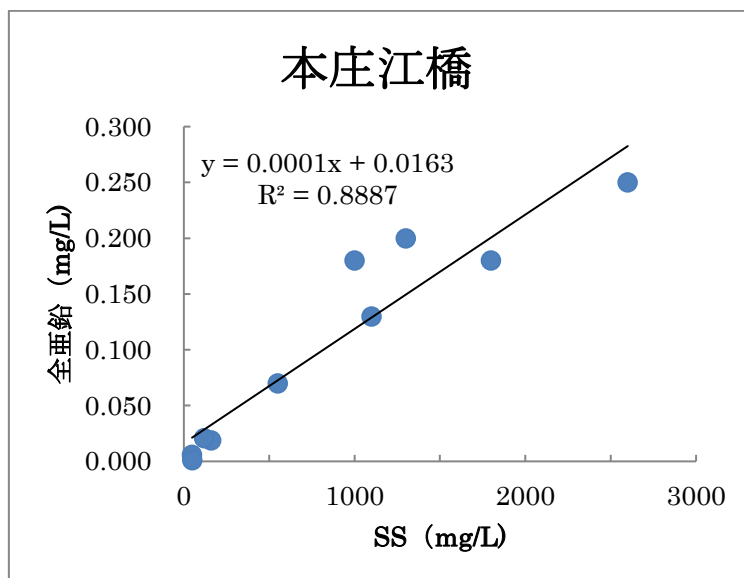
海域の全亜鉛濃度はC地点において0.001~0.013 mg/L、B-3地点において<0.001~0.014 mg/L、SS濃度はC地点16~150mg/L、B-3地点は5~130mg/Lと海域としては非常に大きな変動を示している。これらの海域の測定は満潮時に行われているが、いずれも干潟内の調査地点であることから、巻き上がりによる濁質が水中に多量に存在することにより、沖合に比べてSS濃度が高いと考えられる。

また、本庄江橋、C地点、B-3地点のデータを用いて、図-8のとおり、SS濃度と全亜鉛濃度の相関を求めたところ、本庄江橋の決定係数は0.8887と大きく、3.で示されたように全亜鉛濃度とSS濃度は強い相関関係にあった。

以上のことから、底泥の巻き上げによるSS濃度上昇が全亜鉛濃度に影響を与えていると考えられる。

表－3 潮位及びSS濃度と全亜鉛濃度

地点名	年月日	時刻	全水深(m)	採取水深(m)	SS (m g /L)	全亜鉛(mg/L)	大牟田における潮時
本庄江橋	23.8.1	15:40	0.9	0.1	1800	0.180	満潮9:59 干潮16:18
	24.2.2	8:45	2.1	0.1	48	0.006	満潮3:57 干潮9:42
	24.8.1	13:15	1.0	0.1	160	0.019	満潮8:08 干潮14:35
	25.2.21	11:10	1.5	0.1	50	0.001	満潮6:24 干潮12:25
	25.8.8	14:50	1.0	0.1	550	0.070	満潮9:43 干潮15:58
	26.2.4	16:03	1.2	0.1	2600	0.250	満潮12:04 干潮18:17
	26.8.27	15:41	0.8	0.1	120	0.021	満潮9:52 干潮16:03
	27.2.3	14:09	1.1	0.1	1000	0.180	満潮9:09 干潮15:09
	27.8.4	16:10	1.0	0.1	1300	0.200	満潮11:39 干潮17:50
	28.2.8	13:53	1.0	0.1	1100	0.130	満潮9:18 干潮15:21
C	23.8.1	12:10	5.9	0.5	60	0.007	満潮9:59 干潮16:18
	24.2.21	12:05	4.7	0.5	150	0.011	満潮9:10 干潮15:13
	24.8.17	10:13	6.2	0.5	34	0.004	満潮8:39 干潮14:56
	25.2.12	11:56	5.6	0.5	74	0.003	満潮10:41 干潮16:47
	25.8.20	9:53	6.1	0.5	25	0.004	満潮8:11 干潮14:34
	26.2.3	12:43	6.2	0.5	78	0.007	満潮11:36 干潮17:45
	26.8.11	10:06	6.9	0.5	26	0.008	満潮9:14 干潮15:36
	27.2.6	11:21	4.8	0.5	70	0.013	満潮10:36 干潮16:36
	27.8.27	8:42	5.0	0.5	16	0.001	満潮6:38 干潮13:00
	28.2.25	11:47	6.2	0.5	98	0.010	満潮10:40 干潮16:44
B-3	23.8.1	7:40	3.0	0.5	48	0.010	満潮9:59 干潮16:18
	24.2.21	7:18	3.4	0.5	66	0.008	満潮9:10 干潮15:13
	24.8.17	6:29	3.0	0.5	13	0.001	満潮8:39 干潮14:56
	25.2.12	8:45	2.9	0.5	130	0.006	満潮10:41 干潮16:47
	25.8.20	6:08	3.1	0.5	48	0.011	満潮8:11 干潮14:34
	26.2.3	9:25	2.3	0.5	120	0.012	満潮11:36 干潮17:45
	26.8.11	7:02	2.8	0.5	51	0.011	満潮9:14 干潮15:36
	27.2.6	8:19	2.0	0.5	100	0.014	満潮10:36 干潮16:36
	27.8.27	8:30	2.5	0.5	5	<0.001	満潮6:38 干潮13:00
	28.2.25	11:31	3.2	0.5	35	0.003	満潮10:40 干潮16:44



図－8(1) 本庄江橋におけるSSと全亜鉛濃度の相関

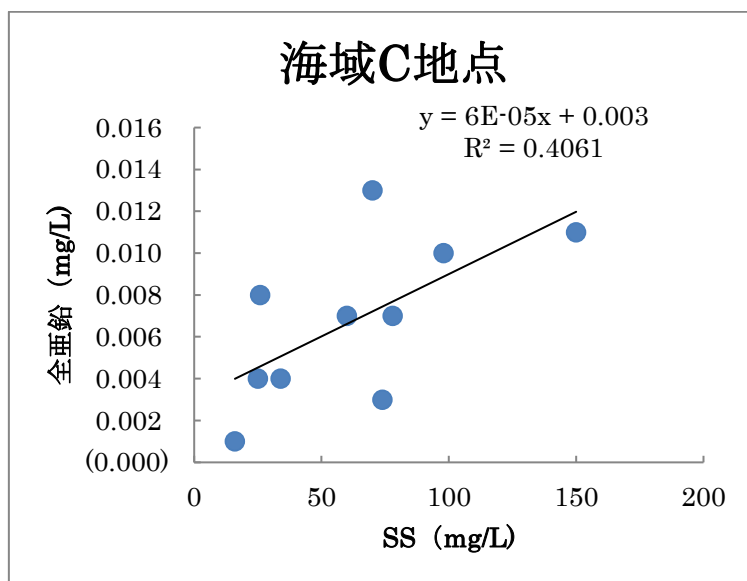


図-8(2) 海域C地点における SS と全亜鉛濃度の相関

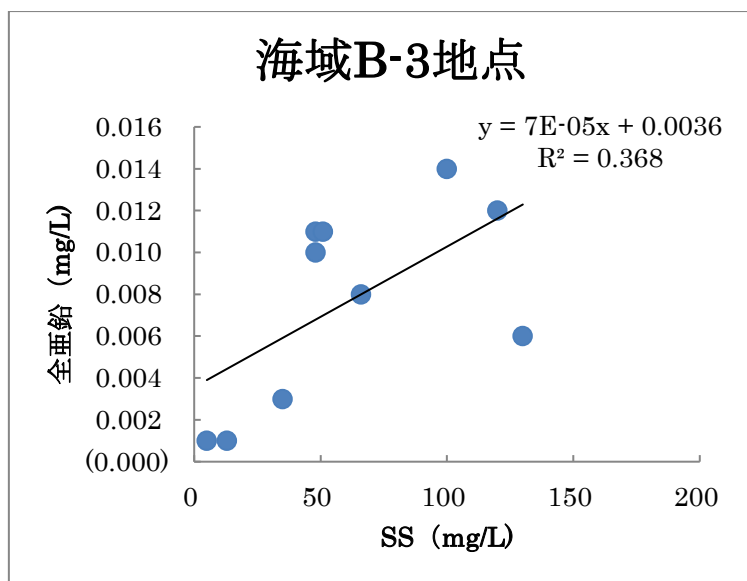


図-8(3) 海域B-3地点における SS と全亜鉛濃度の相関

引用文献

- 1) 環境省、PRTR インフォメーション広場、PRTR データ地図上表示システム
- 2) 平成 23～27 年度公共用水域水質測定結果（佐賀県、福岡県、長崎県、熊本県）
- 3) 松尾 宏、熊谷博史、樽崎幸範、田中義人、白川ゆかり（2008）都市河川における亜鉛の流出特性とその存在形態、福岡県健康環境研究所第 35 号、98-101
- 4) 新エネルギー・産業技術総合開発機構，2008, 有害性評価書，Ver1.0, N0131, 亜鉛の水溶性化合物
- 5) 国土交通省、水文水質データベース

