

名古屋市内水域における底質中の重金属の経年変動(第2報)

山守英朋

Inter-Annual Variation of Heavy Metals in River and Marine Sediments in Nagoya (2)

Hidetomo Yamamori

既報¹⁾では、1971～2008年の名古屋市内の河川・海域における底質中の重金属経年変動について報告した。本報告では、2012年以降のデータを同様に取りまとめ、底質重金属汚染の長期変動、短期変動および底生生物への影響について解析し、現在の重金属汚染の実態について言及する。50年間の長期的な傾向では、測定濃度が減少傾向を示す地点・項目が多く認められたが、荒子川ポンプ所(1)、道徳橋(6)、潮見埠頭北(9)の地点では増加傾向となっていた。また、ERM、ERL値との比較で、底生生物への影響を評価したところ、ERM値を超過している元素が認められる地点は、荒子川ポンプ所(1)、港新橋(4)、道徳橋(6)、潮見埠頭北(9)、開橋(11)、新川日の出橋(13)、新東福橋(14)、南北橋(16)、堀川河口(18)、大江川河口(19)、荒子川沖(21)、中央埠頭沖(22)であり、底生生物への悪影響が懸念された。

はじめに

既報¹⁾において、1971～2008年の市内定点観測地点における底質中重金属濃度について報告した。その後も、4年に1度の頻度で、2020年まで同様な調査を継続している。

本報告では、既報と同様底質中の重金属汚染の実態を把握するとともに、データの散逸を防ぐ目的で、未収録のデータを取りまとめ解析した。

調査方法

1. 調査試料

底質試料採取地点を図1に示した。試料採取は名古屋港に流入する河川より18地点、名古屋港内で10地点の合計28地点で行った。底質試料の採取は、エクマンバー型採泥器を用い、底質調査方法²⁾に従い行った。河川部では河川に架かる橋梁で流心付近の底質を3回採取混合し、港湾部では船舶にて移動しGPSにて位置を特定し、3回採取混合し分析試料とした。なお、図1では、No.8、No.17の地点が表示されているが、両地点とも礫混じりの砂質試料であり、底質汚濁は認められないことから、1998年の採泥をもって調査を終了しているため、今回の報告からは除外した。

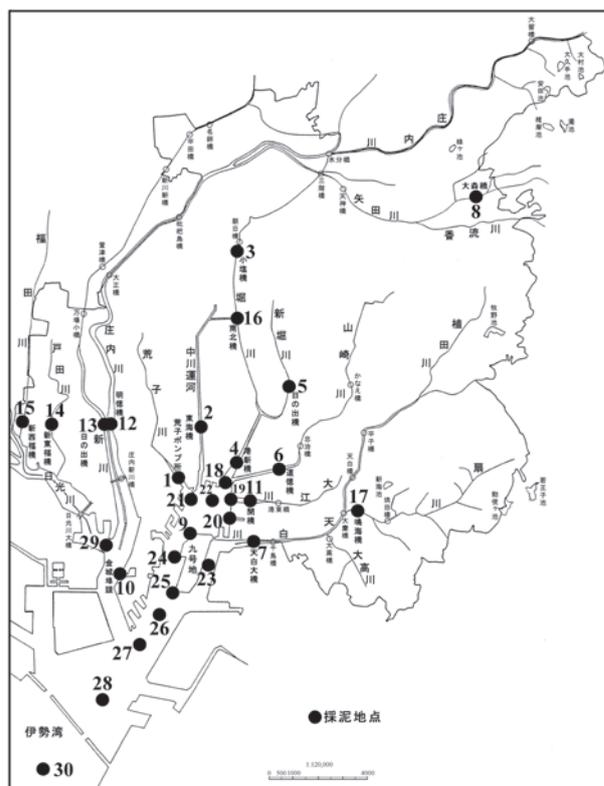


図1 底質試料採取地点

2. 測定項目および測定方法

測定項目は、pH、強熱減量、鉄、マンガン、亜鉛、銅、鉛、カドミウム、ニッケル、クロム、ヒ素、セレン、水銀、アンチモン、モリブデンとした。分析方法は底質調査方法²⁾に従い、水銀を除く重金属の定量には、圧力容器分解法で前処理を行った後、ICP 発光分析法（内部標準物質:タリウム）またはICP 質量分析法（内部標準物質:インジウム）を適用した。水銀の定量は硝酸-硫酸-過マンガン酸分解-還元気化原子吸光法を適用した。

3. 解析方法および評価方法

既報と同様に測定値を対数変換後、回帰分析により、長期的（1971～2020年）傾向、短期的（2012～2020年）傾向を解析した。また、一部の元素はNOAA（National Oceanic and Atmospheric Administration:アメリカ海洋大気庁）が示す底生生物への悪影響を及ぼす濃度ガイドライン値³⁾と比較した。このガイドライン値は、過去の底生生物の致死と重金属濃度との関連を述べた報告例を集約し、ERL および ERM を決定している。ERL 値は悪影響があるとした報告例のうち低濃度側から10%タイル値の濃度であり、この濃度以下では影響の観測はまれであるとされている。一方、ERM 値は悪影響があるとした報告例のうち低濃度側から50%タイル値の濃度であり、これ以上では影響が頻繁に認められるとされている。表1には底質重金属の生物影響ガイドライン値を示した。

表1 底質重金属の生物影響ガイドライン値

Metal	Guideline		Percent incidence of effects		
	ERL	ERM	<ERL	ERL-ERM	>ERM
As	8.2	70	5.0	11.1	63.0
Cd	1.2	9.6	6.6	36.6	65.7
Cr	81	370	2.9	21.1	95.0
Cu	34	270	9.4	29.1	83.7
Pb	46.7	218	8.0	35.8	90.2
Hg	0.15	0.71	8.3	23.5	42.3
Ni	20.9	51.6	1.9	16.7	16.9
Ag	1.0	3.7	2.6	32.3	92.8
Zn	150	410	6.1	47.0	69.8

mg/kg

*ERL:(Effect Range-Low) 悪影響があるとした報告例のうち低濃度側から10%タイル値の濃度

*ERM:(Effect Range-Median)悪影響があるとした報告例のうち低濃度側から50%タイル値の濃度

調査結果および考察

各地点の2012～2020年の測定結果を表2に示した。

地点番号は既報と同様とした。一部地点で2013年に測定を行っており、当該測定年を網掛け表示した。またデータの網掛けは、既報と同様、濃いものはERMを超過していることを、薄いものはERLを超過して、ERM未満であることを表している。

1. 長期的な傾向

表3に1971～2020年の測定結果で回帰分析を行い、地点ごと・項目ごとに傾向を解析した結果を示した。

地点ごとの全項目の傾向では、荒子川ポンプ所、道徳橋、潮見埠頭北において、一様に増加傾向を示し、東海橋、港新橋、新堀川日の出橋、天白大橋、開橋、新川日の出橋、堀川河口、大江川河口、東亜合成沖、荒子川沖、潮見埠頭東で、一様に減少傾向を示した。他の地点は、統計的に有意な増減傾向が認められないか、もしくは項目ごとに増減傾向が認められ一様な傾向とは言えなかった。特に、潮見埠頭の外海側の地点(24, 25, 26, 27, 28, 30)では、一様な傾向が認められる地点は見あたらなかった。

市内の河川部で一様な減少傾向が認められる地点が多かったことは、下水道の整備もその一因となっているのではないかと考えられる。

また、項目ごとに全地点の傾向を見ると、ヒ素、モリブデンで一様な増加傾向、鉛、カドミウム、水銀で一様な減少傾向が認められた。減少している元素は、RoHS指令の対象物質となっており、PRTRによる国内での排出量も減少していることなどから、一様な減少傾向を示していると考えられた。

2. 短期的な傾向

2012～2020年の測定結果で回帰分析を行った結果を表4に示した。データ数が少ないため有意な傾向が認められたものは少なかったが、地点ごとでは、金城埠頭、新川日の出橋、南北橋、潮見埠頭西、新日鉄沖の地点で一様な増加傾向が、港新橋、開橋、明徳橋、新東福橋、大江川河口、中央埠頭沖の地点で減少傾向が認められた。項目ごとは、鉄、亜鉛、銅、ニッケル、クロム、セレンで一様な増加傾向、マンガン、カドミウムで減少傾向が認められた。これら増減が認められた地点および項目で、長期的な傾向と同様な傾向となったのは、港新橋の水銀のみであった。したがって、港新橋の水銀は、長期変動の中で、直近9年間でも減少し続けていると考えられた。一方、他の地点や項目に関しては、一時的な傾向として、増減が現れている可能性が考えられた。

3. 底生生物への影響ガイドライン値との比較による底質環境の評価

NOAA の底生生物への影響ガイドライン値との比較するために、2008年以前の各地点で元素ごとにERM超過割合またはERL超過割合を算出し、2012年以降のデータについても同様な超過割合を算出した。両者の割合を比較することで、地点ごとに底質環境が悪化しているか、あるいは改善しているかの評価を行った。その結果を表5に示した。以下に、地点ごとの評価結果を述べる。

荒子川ポンプ所では、ERM超過割合は亜鉛、ニッケルで増加し、他の元素では減少した。ERL超過割合は亜鉛、銅、鉛、カドミウム、クロム、ヒ素で増加し、ニッケルは常時超過の高止まり状態であった。底質濃度の長期的な傾向も増加傾向を示している元素が多く、今後も底生生物への悪影響が懸念される。

東海橋では、ERM、ERL超過割合とも全元素で減少しており、底質環境の改善が進行していると考えられ、底生生物への悪影響は減少していた。

小塩橋では、ERM超過割合は全元素で減少し、ERL超過割合は銅、カドミウム、ニッケルで増加し、亜鉛では常時超過の高止まり状態であった。この地点では、底生生物への悪影響を引き続き観察してゆく必要がある。

港新橋では、ERM超過割合は、銅で増加し、亜鉛、ニッケルで高止まり状態であった。ERL超過割合では鉛、ヒ素で増加、亜鉛、銅、カドミウム、ニッケル、クロムで高止まり状態であった。この地点は長期的には減少傾向を示す元素が多く底質環境は改善傾向であるが、ERMを超過している元素が多く、底生生物への悪影響が懸念される。

新堀川日の出橋では、ERM、ERL超過割合とも全元素で減少しており、底生生物への悪影響は減少していた。

道徳橋では、ERM超過割合が亜鉛、銅、ニッケルで増加し、ERL超過割合も水銀を除き全元素で増加していた。長期的な傾向でも増加傾向を示す元素が多く、今後も底生生物への悪影響が懸念される。

天白大橋では、ERM超過割合が増加している元素は認められなかったが、ERL超過割合では、亜鉛、銅、ニッケル、ヒ素で増加している。したがって、この地点では底生生物への悪影響を引き続き観察してゆく必要がある。

潮見埠頭北では、ERM超過割合で亜鉛が増加していた。ERL超過割合では、亜鉛、銅、鉛、クロム、ヒ素、

水銀で増加していた。長期的な傾向でも増加傾向を示している元素が多く、今後も底生生物への悪影響が懸念される。

金城埠頭では、ERM超過割合が増加している元素は認められず、ERL超過割合では、亜鉛、銅、ニッケル、ヒ素で増加していた。この地点では、底生生物への悪影響を引き続き観察してゆく必要がある。

開橋では、ERM超過割合が銅、クロムが増加、亜鉛、ニッケルが高止まり状態であり、ERL超過割合では、カドミウム、ヒ素で増加、水銀を除く残りの元素は高止まりの状態であった。この地点は長期的には減少傾向を示す元素が多く底質環境は改善傾向であるが、現在、ERMを超過する元素が多く、今後も底生生物への悪影響が懸念される。

明徳橋では、ERM、ERL超過割合とも全元素で減少しており、底生生物への悪影響は減少していた。

新川日の出橋では、ERM超過割合が亜鉛、ニッケルで増加していた。ERL超過割合は鉛、クロムで増加していた。この地点では短期的な傾向で増加している元素があり、一時的かもしれないが、底生生物への悪影響が懸念される。

新東福橋では、ERM超過割合が亜鉛で増加し、ERL超過割合でも亜鉛、ヒ素、水銀で増加していた。長期的にはヒ素の増加傾向があり、この地点も、今後底生生物への悪影響が懸念される。

新西福橋では、ERM超過割合の増加は認められず、ERL超過割合は、亜鉛、カドミウムで増加した。この地点では、底生生物への悪影響を引き続き観察してゆく必要がある。

南北橋では、ERM超過割合が亜鉛、銅で増加し、ニッケルにおいては高止まりの状態であった。ERL超過割合は銅、ヒ素で増加し、亜鉛、カドミウム、ニッケル、クロムでは高止まりの状態であった。この地点では、現在、ERMを超過する元素が多く、今後も底生生物への悪影響が懸念される。

堀川河口では、ERM超過割合が亜鉛、ニッケルにおいては高止まりの状態であり、ERL超過割合はヒ素で増加、亜鉛、銅、カドミウム、ニッケル、クロムで高止まり状態であった。この地点は長期的には減少傾向を示す元素が多く底質環境は改善傾向であるが、現在、ERMを超過する元素が多く、今後も底生生物への悪影響が懸念される。

大江川河口では、ERM超過割合が亜鉛で増加し、ERL超過割合では亜鉛、ヒ素で増加、銅、鉛、カドミウム、クロムでは高止まりの状態であった。この地点

は長期的には減少傾向を示す元素が多く底質環境は改善傾向であるが、現在、ERM を超過する元素が多く、今後も底生生物への悪影響が懸念される。

東亜合成沖では、ERM 超過割合が増加した元素はなく、ERL 超過割合では亜鉛が増加、銅が高止まりの状態であった。この地点は長期的傾向で減少している元素が多いため、徐々に底質環境が改善していると考えられるが、ERL を超過している元素もあることから、今後も底生生物への影響を観察してゆく必要がある。

荒子川沖では、ERM 超過割合が亜鉛で増加していた。ERL 超過割合は、鉛、水銀以外の元素で増加していた。この地点では、亜鉛が ERM を超過し続けていることから、今後も底生生物への悪影響が懸念される。

中央埠頭沖では、ERM 超過割合が亜鉛、銅で増加していた。ERL 超過割合は亜鉛、クロム、ヒ素で増加し、銅、カドミウム、ニッケル、水銀で高止まりの状態であった。この地点は大きな変動がないため、ERM 超過の元素が多く、今後も底生生物への悪影響が懸念される。

潮見埠頭東では、ERM 超過割合が増加した元素は認められなかった。ERL 超過割合はヒ素で増加、ニッケルは高止まり状態であった。この地点では、長期的な傾向も減少傾向を示す元素も多いことから、徐々に底質環境が改善されていると思われるが、もう少し底生生物への悪影響を引き続き観察してゆく必要がある。

潮見埠頭西では、ERM 超過割合が増加した元素は認められなかった。ERL 超過割合は、ニッケル、クロム、ヒ素で増加、亜鉛、銅で高止まりの状態であった。この地点では、長期的な傾向も大きな変動はなく、もう少し底生生物への悪影響を引き続き観察してゆく必要がある。

潮見埠頭南では、ERM 超過割合が増加した元素は認められなかった。ERL 超過割合は、亜鉛、ヒ素で増加、銅は高止まり状態であった。この地点では、長期的な傾向も大きな変動はなく、もう少し底生生物への悪影響を引き続き観察してゆく必要がある。

新日鉄沖では、ERM 超過割合の増加は認められなかった。ERL 超過割合は、亜鉛、銅、ヒ素で増加した。この地点では、短期的に亜鉛の増加傾向が認められ、底生生物への悪影響は引き続き観察してゆく必要がある。

金城埠頭南では、ERM 超過割合の増加は認められなかった。ERL 超過割合は、亜鉛、銅、ヒ素で増加した。この地点では、長期的に銅の増加傾向が認められ、底生生物への悪影響は引き続き観察してゆく必要がある。

防潮堤内では、ERM 超過割合の増加は認められなかった。ERL 超過割合は、銅、カドミウムで増加した。この地点では、長期的な傾向も大きな変動はなく、もう少し底生生物への悪影響を引き続き観察してゆく必要がある。

日光川沖では、ERM、ERL 超過割合とも全元素で減少しており、底生生物への悪影響は減少していた。

防潮堤外では、ERM 超過割合の増加は認められなかった。ERL 超過割合は、亜鉛、銅、カドミウムで増加した。この地点では、長期的な傾向も大きな変動はなく、もう少し底生生物への悪影響を引き続き観察してゆく必要がある。また、名古屋港内では、全体的に ERL の増加割合が、亜鉛、銅、カドミウム、ヒ素で増加しており、これらの元素の底質への蓄積が進行していることが考えられた。

ま と め

既報では、1971～2008 年の名古屋市内の河川・海域における底質中の重金属経年変動について報告した。本報告では、2012 年以降のデータを同様に取りまとめた。1971～2020 年の長期変動では、荒子川ポンプ所(1)、道徳橋(6)、潮見埠頭北(9)において、一様な増加傾向を示し、東海橋(2)、港新橋(4)、新堀川日の出橋(5)、天白大橋(7)、開橋(11)、新川日の出橋(13)、堀川河口(18)、大江川河口(19)、東亜合成沖(20)、荒子川沖(21)、潮見埠頭東(23)で減少傾向を示した。減少傾向を示す地点が多かったことは、市内の下水道整備もその一因となっていると推察された。2012～2020 年の短期変動では、金城埠頭(10)、新川日の出橋(13)、南北橋(16)、潮見埠頭西(24)、新日鉄沖(26)の地点で一様な増加傾向が、港新橋(4)、開橋(11)、明徳橋(12)、新東福橋(14)、大江川河口(19)、中央埠頭沖(22)の地点で減少傾向が認められた。NOAA の底質重金属濃度と生物影響ガイドライン値との比較では、ERM 超過割合が増加または高止まりして、更なる底生生物への影響が懸念される地点として、荒子川ポンプ所(1)、港新橋(4)、道徳橋(6)、潮見埠頭北(9)、開橋(11)、新川日の出橋(13)、新東福橋(14)、南北橋(16)、堀川河口(18)、大江川河口(19)、荒子川沖(21)、中央埠頭沖(22)が挙げられる。また、ERL 超過割合のみ増加して、今後悪影響が増加する可能性から、底生生物への影響を調査した方が望ましい地点としては、小塩橋(3)、天白大橋(7)、新西福橋(15)、東亜合成沖(20)、潮見埠頭東(23)、潮見埠頭西(24)、潮見埠頭南(25)、新日鉄沖(26)、金城埠頭南(27)、防潮堤内(28)、防

潮堤外(30)が挙げられる。一方、ERL 超過割合も減少して、底生生物への悪影響も減少したと思われる地点としては、東海橋(2)、新堀川日の出橋(5)、金城埠頭(10)、明德橋(12)、日光川沖(29)が挙げられる。

文 献

- 1) 山守英朋, 渡辺正敏:名古屋市内水域における底質中の重金属の経年変動, 名古屋市環境科学研究所報, 39, 63-115 (2009)
- 2) 環境省水・大気環境局編:底質調査方法, [https://www.env.go.jp/water/teishitsu-chousa/\(2012\)](https://www.env.go.jp/water/teishitsu-chousa/(2012)) (2022.8.1 アクセス)
- 3) https://rais.ornl.gov/documents/ECO_BENCH_NOAA.pdf (2022.8.1 アクセス)

表 2 各地点の測定結果一覧

No.	地点	測定年	pH	溶解酸素量 %	Fe g/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Ni mg/kg	Cr mg/kg	As mg/kg	Se mg/kg	Hg mg/kg	Sb mg/kg	Mo mg/kg
1	荒子川ポンプ所	2012	7.70	12.59	24.2	595	1390	173	27.9	3.68	83.7	182	18.2	0.67	0.48	0.19	3.03
		2016	8.21	14.10	31.4	826	1440	262	188	2.36	154	279	14.6	0.90	0.02	3.74	6.70
		2020	7.53	9.99	22.8	413	1110	154	98.8	1.00	102	166	7.78	0.56	0.02	0.03	1.72
2	東海橋	2012	7.86	1.95	10.6	127	90.9	17.0	40.6	1.13	119	13.0	5.19	0.14	0.02	0.03	0.93
		2016	7.79	2.80	20.7	518	131	20.1	20.3	0.28	14.8	16.6	7.54	0.22	0.01	1.06	3.15
		2020	7.87	2.47	10.6	157	114	15.0	10.9	0.14	14.6	21.8	5.00	0.22	0.02	0.01	0.14
3	小塩橋	2012	11.1	6.50	14.7	531	324	67.3	30.9	2.43	22.9	44.8	3.84	0.21	0.11	0.06	0.56
		2016	7.39	2.87	13.9	385	413	110	64.2	2.63	58.4	61.7	4.36	0.30	0.01	1.57	1.14
		2020	7.48	7.45	17.1	294	614	164	36.4	2.22	70.1	80.5	5.84	0.47	0.11	0.03	0.67
4	港新橋	2012	8.39	12.15	19.9	220	1770	449	36.4	3.99	120	115	13.4	1.37	0.92	0.13	10.4
		2016	7.68	10.65	26.9	447	1830	520	178	3.14	158	482	22.3	1.83	0.07	4.58	10.5
		2020	7.72	8.56	25.2	308	1420	409	107	2.79	76.8	264	13.3	1.23	0.19	0.002	1.80
5	新堀川日の出橋	2012	8.11	2.03	6.27	104	464	119	25.2	1.13	37.8	46.6	2.17	0.12	0.123	0.03	1.24
		2016	7.84	1.98	8.00	238	343	74.8	46.2	0.41	47.7	51.9	4.03	0.18	<0.001	1.63	2.45
		2020	7.44	0.90	7.05	81.8	86.8	8.98	5.06	0.09	11.9	31.0	1.93	0.04	<0.003	0.003	0.08
6	道徳橋	2012	7.60	15.94	24.1	293	815	190	16.9	3.86	63.4	117	8.15	1.04	0.54	0.09	8.22
		2016	7.69	12.45	23.0	394	785	249	70.9	1.93	69.7	193	11.7	1.25	0.02	2.56	9.31
		2020	7.60	21.38	25.1	287	1200	327	85.4	1.72	109	171	8.81	1.40	0.05	0.003	7.28
7	天白大橋	2012	7.98	5.39	10.6	104	347	63.3	7.40	1.42	23.8	33.3	4.03	0.21	0.11	0.009	1.57
		2016	7.73	4.97	12.7	269	379	38.3	25.1	0.46	24.2	53.8	8.91	0.28	0.01	0.94	3.07
		2020	7.55	3.95	10.2	114	384	43.4	13.6	0.28	23.3	36.9	3.60	0.25	0.04	<0.001	0.45
9	潮見埠頭北	2012	7.93	9.21	27.0	485	426	137	47.3	1.44	19.7	96.2	14.7	0.83		0.01	2.50
		2016	8.18	11.16	26.9	446	467	132	32.8	1.10	41.3	109	10.3	1.16	0.35	<0.001	1.08
		2020	8.18	11.16	26.9	446	467	132	32.8	1.10	41.3	109	10.3	1.16	0.35	<0.001	1.08
10	金城埠頭	2012	8.07	10.76	21.0	168	333	81.3	15.6	3.40	24.6	42.8	8.45	0.31	0.19	0.016	0.70
		2016	7.61	9.65	22.1	318	324	96.3	35.4	0.80	27.3	66.9	14.3	0.38	0.03	1.479	1.67
		2020	7.71	9.29	26.5	349	385	98.3	37.6	0.72	29.9	70.4	10.2	0.43	0.07	<0.001	0.16
11	開橋	2012	7.88	16.90	26.7	508	1140	556	107	7.72	642	1280	18.0	2.33	0.10	4.78	29.8
		2016	7.71	17.16	29.8	468	1230	478	122	5.73	516	1140	13.9	2.46	0.16	0.01	15.5
		2020	7.71	17.16	29.8	468	1230	478	122	5.73	516	1140	13.9	2.46	0.16	0.01	15.5
12	明徳橋	2012	8.04	1.43	5.51	61.8	62.6	11.8	4.30	0.76	7.17	6.48	1.39	0.04	0.030	0.003	0.14
		2016	8.55	3.13	12.1	251	107	24.0	24.8	0.26	11.9	27.3	7.20	0.09	0.019	0.568	0.89
		2020	7.57	0.95	4.99	70.4	38.4	8.21	4.87	0.09	6.48	6.68	1.49	0.05	0.001	0.002	0.16
13	新川日の出橋	2012	7.80	1.27	6.17	62.3	61.6	10.8	3.27	0.87	8.17	6.21	1.62	0.03	0.018	0.009	0.11
		2016	7.78	1.14	9.16	237	41.5	9.41	14.8	0.06	6.14	10.1	4.85	<0.001	0.002	0.287	0.86
		2020	7.05	6.84	13.9	200	929	181.0	69.1	0.95	104	174	7.17	0.50	0.079	0.019	5.73
14	新東福橋	2012	7.73	13.99	41.9	928	514	84.4	39.0	6.18	18.6	48.9	13.0	0.47	0.17	0.05	1.13
		2016	7.30	4.09	24.1	864	196	29.6	23.5	0.42	12.4	25.7	11.0	0.15	0.01	0.58	0.80
		2020	6.92	8.24	37.4	1000	297	78.2	41.0	0.64	19.8	45.7	12.5	0.26	0.02	0.002	0.56
15	新西福橋	2012	7.63	1.63	11.8	192	190	16.9	7.39	1.58	14.0	13.4	3.36	0.03	0.03	0.04	0.21
		2016	7.19	0.80	12.6	372	129	8.79	14.5	0.17	17.2	12.9	5.42	<0.001	0.004	0.75	0.33
		2020	6.83	0.95	11.2	150	160	9.22	5.94	0.19	18.3	11.2	3.85	0.06	<0.001	0.03	0.12
16	南北橋	2012	7.96	25.82	37.1	335	2100	388	19.7	6.12	174	161	9.60	2.13	0.85	1.01	27.5
		2016	7.60	22.64	27.8	401	1710	468	121	1.72	197	164	14.4	1.86	0.03	7.13	29.9
		2020	8.47	18.01	43.1	385	3640	830	488	7.48	177	132	68.6	2.46	0.03	0.18	12.4
18	堀川河口	2012	8.25	13.90	28.1	286	885	193	37.8	6.02	65.3	183	13.7	1.66	0.73	0.11	12.3
		2016	7.84	13.92	25.3	399	771	250	67.3	2.15	77.7	193	13.7	1.93	0.08	2.33	19.4
		2020	8.29	13.65	30.2	450	861	276	83.1	2.12	78.2	128	11.1	1.75	0.10	0.009	6.55
19	大江川河口	2012	8.25	13.90	28.1	286	885	193	37.8	6.02	65.3	183	13.7	1.66	0.73	0.11	12.3
		2016	8.00	12.99	23.3	433	644	267	67.9	2.58	123	111	17.3	3.44	0.16	1.83	21.0
		2020	8.29	13.27	31.0	452	795	273	80.3	2.40	122	106	11.1	2.86	0.06	0.01	9.25
20	東垂合成分	2012	8.43	9.24	22.0	453	502	167	46.9	1.42	43.3	88.6	11.1	2.48	0.14	0.98	7.43
		2016	7.74	5.41	16.8	219	496	110	44.7	1.18	28.7	50.0	6.23	1.54	0.45	0.02	1.55
		2020	8.29	12.21	31.0	458	602	132	63.1	1.46	51.4	128	14.2	1.35	0.06	0.02	7.16
21	荒子川沖	2012	8.31	14.31	30.0	335	514	148	28.8	4.60	39.6	103	13.0	1.22	0.56	0.03	8.88
		2016	8.32	14.07	24.0	449	527	172	37.4	1.73	60.4	121	11.1	1.58	0.09	1.72	19.2
		2020	8.29	12.21	31.0	458	602	132	63.1	1.46	51.4	128	14.2	1.35	0.06	0.02	7.16
22	中央埠頭沖	2012	8.23	14.91	27.2	284	524	119	29.5	4.63	38.2	99.0	10.8	1.21	0.58	0.03	11.3
		2016	8.37	9.65	23.9	383	552	315	67.3	2.88	42.9	136	23.6	2.58	0.30	1.87	9.52
		2020	8.31	12.31	31.9	462	711	237	79.2	1.80	53.9	180	15.1	1.90	0.18	0.004	4.58
23	潮見埠頭東	2012	8.24	11.03	27.9	381	317	47.2	26.8	4.06	31.4	88.7	8.89	0.39	0.36	0.01	0.64
		2016	8.49	7.51	28.6	1010	116	30.2	25.1	0.20	23.9	48.5	13.5	0.30	0.01	0.49	3.79
		2020	8.40	7.14	31.1	725	235	43.2	33.6	0.46	23.1	73.6	9.49	0.45	0.03	0.03	0.20
24	潮見埠頭西	2012	8.12	12.75	24.7	354	336	11.0	26.8	3.48	24.1	58.8	9.07	0.66	0.30	0.01	1.08
		2016	8.12	13.31	25.4	502	373	114	47.2	0.86	48.3	81.7	17.5	1.10	0.06	1.25	5.99
		2020	8.20	9.18	28.7	526	409	100	49.6	0.97	33.6	102	11.3	0.93	0.11	0.002	0.77
25	潮見埠頭南	2012	8.11	11.04	27.2	368	306	53.2	25.3	3.74	20.4	48.7	8.25	0.61	0.46	0.01	0.70
		2016	8.19	10.97	28.4	618	314	76.3	41.8	0.64	83.3	74.7	14.6	0.82	0.05	0.98	2.78
		2020	8.17	10.01	34.1	802	316	73.3	42.6	0.50	31.3	72.1	8.23	0.71	0.002	0.002	0.48
26	新日鉄沖	2012	8.09	7.39	25.5	417	212	46.6	19.5	3.38	15.5	37.7	8.06	0.45	0.27	0.01	0.51

表 3 長期的(1971~2020年)な底質重金属の増減傾向

No.	地点名	強熱減量	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr	As	Se	Hg	Sb	Mo
1	荒子川ポンプ所	▲	△		▲	▲				△	△	▲			
2	東海橋	▽													
3	小塩橋			△			▽								
4	港新橋	▼	▼		▼	▽	▼	▼	▼	▼			▼		
5	新堀川日の出橋	▼	▼			▽	▼	▼					▼		
6	道徳橋	▲	△		△	△				△	△	▲			△
7	天白大橋		▼				▼	▽	▽				▼		
9	潮見埠頭北				▲	▲				△	▲	▲			
10	金城埠頭						▽		▽		△				
11	開橋				▽		▼						▼		
12	明徳橋														
13	新川日の出橋							▽	▽						
14	新東福橋										▲		▽		△
15	新西福橋	▼	▽	▽		▽	▼		▼	▼		▼	▽		▲
16	南北橋	△							▲	▼		△			
18	堀川河口				▼		▼	▽	▼	▼			▼		
19	大江川河口				▽		▼						▼		
20	東亜合成沖	▽	▼	▽	▼		▼	▼	▼	▽		▽	▼		
21	荒子川沖												▼		
22	中央埠頭沖														
23	潮見埠頭東	▼			▼	▽	▼	▽	▼	▽		▼	▼		△
24	潮見埠頭西														
25	潮見埠頭南					▲							▽		
26	新日鉄沖								▼						△
27	金城埠頭南					△			▽				▼		
28	防潮堤内										△		▼		
29	日光川沖										▲		▼		
30	防潮堤外					▲			▽				▽		

△：危険率5%以内で有意な増加傾向 ▽：危険率5%以内で有意な減少傾向

▲：危険率1%以内で有意な増加傾向 ▼：危険率1%以内で有意な減少傾向 空欄：統計的な有意差が認められない

表 4 短期的(2012~2020年)な底質重金属の増減傾向

No.	地点名	強熱減量	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr	As	Se	Hg	Sb	Mo
1	荒子川ポンプ所														
2	東海橋						▽			△					
3	小塩橋			▽		△				△		△			
4	港新橋												▽		
5	新堀川日の出橋														
6	道徳橋					▲							▼		
7	天白大橋														
9	潮見埠頭北														
10	金城埠頭								△						
11	開橋							▽							
12	明徳橋							▽							
13	新川日の出橋		▲				▲						△		△
14	新東福橋														▼
15	新西福橋														
16	南北橋						△								
18	堀川河口														
19	大江川河口							▽							
20	東亜合成沖														
21	荒子川沖														
22	中央埠頭沖							▽							
23	潮見埠頭東														
24	潮見埠頭西				▲										
25	潮見埠頭南														
26	新日鉄沖				△										
27	金城埠頭南														
28	防潮堤内														
29	日光川沖														
30	防潮堤外														

△：危険率5%以内で有意な増加傾向 ▽：危険率5%以内で有意な減少傾向

▲：危険率1%以内で有意な増加傾向 ▼：危険率1%以内で有意な減少傾向 空欄：統計的な有意差が認められない

表5 2008年以前と2012年以降データのERM,ERL超過割合の比較

No.	地点	ERM								ERL							
		Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr	As	Hg	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr	As	Hg
1	荒子川ポンプ所	▲				▲				▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
2	東海橋																
3	小塩橋									▲	▲		▲	▲			
4	港新橋	▲	▲			▲				▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
5	新堀川日の出橋																
6	道徳橋	▲	▲			▲				▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
7	天白大橋									▲	▲			▲		▲	
9	潮見埠頭北	▲								▲	▲	▲			▲	▲	▲
10	金城埠頭									▲	▲			▲		▲	
11	開橋	▲	▲			▲	▲			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
12	明徳橋																
13	新川日の出橋	▲				▲						▲			▲		
14	新東福橋	▲								▲						▲	▲
15	新西福橋									▲			▲				
16	南北橋	▲	▲			▲				▲	▲		▲	▲	▲	▲	
18	堀川河口	▲				▲				▲	▲		▲	▲	▲	▲	
19	大江川河口	▲								▲	▲	▲	▲		▲	▲	
20	東亞合成沖									▲	▲						
21	荒子川沖	▲								▲	▲		▲	▲	▲	▲	
22	中央埠頭沖	▲	▲							▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲
23	潮見埠頭東													▲	▲	▲	▲
24	潮見埠頭西									▲	▲			▲	▲	▲	
25	潮見埠頭南									▲	▲					▲	
26	新日鉄沖									▲	▲					▲	
27	金城埠頭南									▲	▲					▲	
28	防潮堤内										▲		▲				
29	日光川沖																
30	防潮堤外									▲	▲		▲				

▲：超過割合の増加または高止まり状態 空欄：超過割合の減少または超過なし