

## 東京臨海部の底泥に含まれる重金属濃度分布の点数化

東京工業大学 大学院理工学研究科 学生会員 ○佐々木修平  
 東京工科大学 応用生物学部 正会員 浦瀬太郎  
 港湾空港技術研究所 海洋・水工部 正会員 内藤了二

## 1.はじめに

合流式下水道の越流水は、環境への様々な影響があるが、粒子状の汚濁物質の流出により、底泥にも影響を与えている。著者らは、米国 NOAA で定めたガイドライン値によって、わが国の港湾底泥に含まれる重金属の底生生物への影響が評価できる可能性を示した<sup>1)</sup>。本研究では、まず、合流式下水道の越流が生じやすい降雨が近年増加しているかどうかを明らかにし、東京臨海部の底泥の調査を行い、その底泥の中に含まれる重金属濃度が生物に影響を与える範囲であるかどうかを把握した。

## 2.合流式下水道越流を指標とした近年の降雨解析

1976年から2007年までのアメダス世田谷地点の1時間値の降雨データを用いて雨水流出量を算出、模擬流域を設定し、対象流域の下水越流回数を推定した。模擬流域は、計画人口684,000[人]、計画面積64,400,000[m<sup>2</sup>]、計画汚水量1,370,000[m<sup>3</sup>/日]とし、時間計画最大汚水量(1Q)を85,625m<sup>3</sup>/hourとして、下水処理場の遮集量が1Q, 2Q, 3Qと変わるときの越流回数を計算した。汚水の量については、22,800m<sup>3</sup>/hourで一定と仮定した。

降水量から流出雨水量の算定は集中型簡易シミュレーションで行い、時間*i*ステップの流出高 $q_i$ は1ステップ前の流出高 $q_{i-1}$ から推定できるとして、以下のAR法で計算した。

$$q_i = a q_{i-1} + (1-a)r$$

$a$ :AR係数       $c$ :流出係数       $r$ :降水量(mm)

流出係数 $c$ は0.6で一定とし、AR係数 $a$ の値は流達時間1時間程度を目安に $a=0.55$ とした。また、24時間以上の無降水継続をひと雨の基準とした。

図1に年間総降水量と年間越流回数の推定値を示す。直近の32年間で見てみると、年間降水量は直線近似で1450mmから1680mmへ増加し、降雨から推定した越流回数は増加傾向であり、2Q遮集で評価した場合が一番増加回数が大きかった。

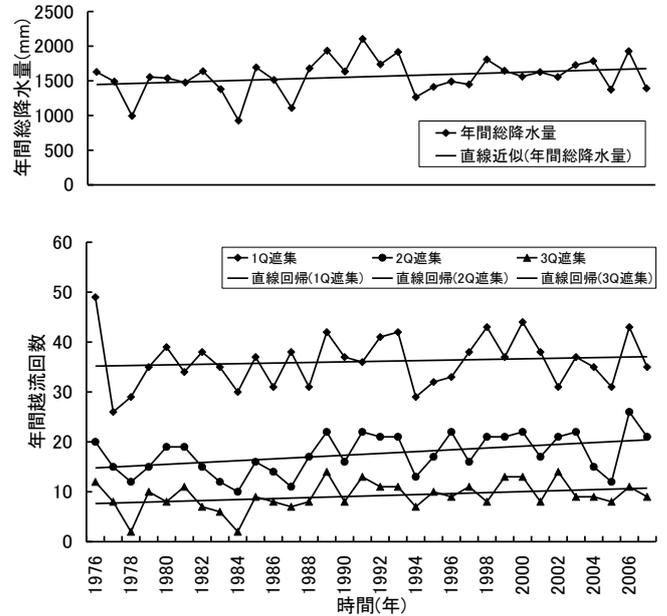


図1 年間総降水量と年間越流回数の推定値

## 3.東京臨海部調査

## 3.1 調査概要および分析方法

合流式下水道越流の影響を受けていると考えられる東京臨海部の15地点と比較の意味で下水流入量が相対的に少ない荒川や多摩川の5地点で底泥に含まれるCr, Mn, Fe, Cu, Zn, Pb, 強熱減量, シルトクレイ比(=(1-砂分)/(粘土分+シルト分+砂分))を測定した。

採取した底泥試料を110°Cの恒温乾燥炉に1日以上入れて乾燥させた後、2mm目のふるいを通過するものだけを用いた。金属濃度分析を行うため乾燥試料0.5gを100mlビーカーに入れ、HCl 4mlとHNO<sub>3</sub> 2mlを加えて約120°Cで2時間の加熱抽出を行った。その後、水を加え、ろ紙GF/Bを使って抽出液をろ過し、HNO<sub>3</sub>を1ml加えた後に超純水で100mlになるまで定溶した。得られた溶液をICP/AES分析機器(島津シーケンシャル型ICPS-7000)を使用して濃度を求めた。底泥の有機汚濁を表す指標である強熱減量は、110°Cで乾燥した試料の重量で600°Cでの強熱減量を割り%表示した。

キーワード 合流式下水道越流, AR法, 重金属, 東京臨海部, 強熱減量

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1 東京工業大学土木工学専攻 TEL03-5734-3725

3.2 東京臨海部調査結果と考察

調査結果を表 1 に示す。Mn と Fe は粒径の細かな場所で大きな値を取った。Zn と Cu と Pb は相互の相関が強く、都市からの汚染の影響を強く受け、強熱減量の大きいところで大きな値を取った。重金属含有量は東品川橋、御橋橋、浜崎橋などで大きな値を取っており、この地域が大河川からの粒子が積もりにくい運河であり、さらに下水道越流の影響が多いためであると考えられる。次に重金属を米国 NOAA の底生生物への影響に対するガイドライン値<sup>2)</sup>と比較して、Cu, Zn, Pb, Cr について ERL より小さな値を示す場合を 0 点, ERL ~ERM の場合を 1 点, ERM より大きい場合を 2 点として、足し合わせた結果を用いて、重金属汚染を評価したものを重金属汚染度と定義した。図 2 に強熱減量、図 3 に重金属汚染度の平面分布を示す。重金属汚染度と強熱減量は似た分布傾向を示した。図 4 に強熱減量と重金属汚染度との関係を示す。図 4 中の強熱減量の値に対して重金属汚染度が低い点は多摩川の六郷土手での結果である。都市流出粒子は河川で運ばれてくる粒子のうち、細かく有機物含有量の多い粒子よりもさらに重金属濃度が高いためと考えられる。

表 1 重金属含有量, 強熱減量, シルトクレイ比結果

水域名	地点名	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Pb	強熱減量	シルトクレイ比
多摩川	調布取水堰付近	6	189	12629	1	34	5	1.2	10.0
	ガス橋付近	14	281	19205	6	61	5	2.7	0
	六郷土手付近	20	568	25119	25	94	23	13	66.0
	穴森橋	19	273	19907	26	100	18	2.9	42.6
	南海橋	33	302	21887	48	146	23	4.4	14.9
	新平和橋	12	187	15127	14	65	ND	3.2	10.8
	新平和橋機砂浜	11	265	18728	15	92	ND	2.7	0
	勝島橋	50	366	31886	137	367	45	8	50.4
	お台場	10	162	14451	ND	38	ND	1.4	0.1
	のぞみ橋	61	503	27662	107	356	51	14.7	27.1
東京臨海部	砂潮橋	107	603	35821	126	332	61	10.4	82.7
	さざなみ橋	93	498	30249	141	340	62	13.4	77.2
	浜崎橋	67	374	35084	323	852	144	21	36.6
	御橋橋	161	304	28301	368	896	138	14.7	47.2
	東品川橋	68	343	35279	275	786	106	18.3	48.1
	浅草橋	94	555	34970	117	285	59	13.2	81.2
	両国橋	18	182	17718	23	117	17	1.7	0.9
荒川	みなと橋	98	334	32341	267	911	128	19.4	59.3
	八広駅	51	513	29748	47	165	33	7.1	67.1
	東大島駅	63	348	28965	64	248	33	5.7	50.4
	ERL	81			34	150	46.7		
	ERM	370			270	410	218		

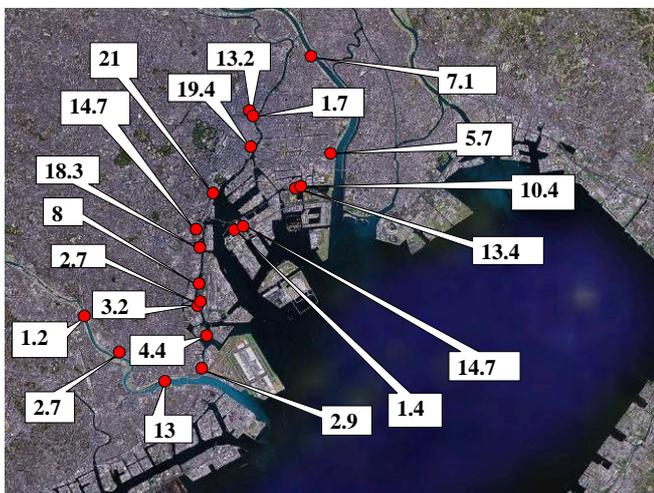


図 2 東京臨海部調査地点(強熱減量(%))

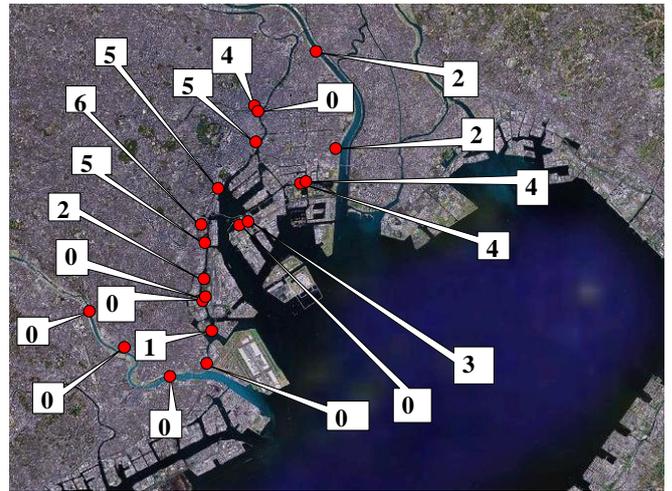


図 3 東京臨海部調査地点(重金属汚染度)

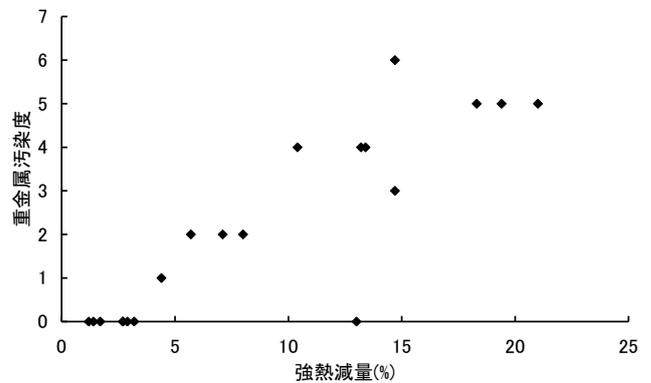


図 4 強熱減量と重金属汚染度の関係

4.結論

- (1) 世田谷地点の直近の 32 年間の降雨の解析からは下水道越流を生起させるような降雨が増加傾向にあることがわかった。
- (2) 東京臨海部では、米国 NOAA の底泥ガイドライン値 ERL よりも高い値を示している地点があり、ガイドライン値をもとに点数化したところ、複数の金属によって底生生物が影響を受けている可能性が指摘できる。
- (3) 底泥中の Mn, Fe はシルトクレイ比と相関が高く、都市流出起源と考えられる Zn, Cu, Pb は強熱減量と相関が高かった。
- (4) 多摩川、荒川から運ばれる粒子に比べて、東京臨海部に沈殿している粒子の方が、同じ強熱減量の底泥で比較しても、重金属含有量が高かった。

参考文献

- 1) 内藤了二ら, 環境工学研究論文集, 44, 7-15 (2007)
- 2) NOAA, Sediment quality guidelines, 1999.

謝辞: 本研究の一部は、鉄鋼業環境保全技術開発基金の助成を受けて行った。