

## 5. 沖積層の重金属類含有量（その4）

### Heavy Metal Contents of Alluvium in Tokyo Lowland (Part. 4)

技術支援課 木村理聡、武本敏男（現水道局）、中山俊雄、松村真人

#### 1. はじめに

東京都の公共工事に係る土地改変では、東京都環境確保条例と環境局通知により、改変面積に関わらず環境局と事業者間の協議により土壤汚染に関わる調査が必要とされている。関連する法律として、「土壤汚染対策法」（平成14年5月制定）があり、指定基準値を超える特定有害物質を含む土壤（以下汚染土壤と呼ぶ）について、搬出及び掘削除去等の処分方法が定められている。汚染土壤のうち、自然的原因により重金属類が含まれる土壤については土壤汚染対策法の適用が除外されるが、当該地域外の土地へ搬出し処分する場合には、法に基づく措置とは別に、当該土壤に係る適切な対応が図られることが望ましいとされている。

したがって建設工事で発生する土砂（以下建設発生土という）で土壤汚染が確認された場合には、法、条例等に基づく土壤汚染に関わる調査と汚染土壤の搬出处分が必要となる。

一方、国土交通省は「建設発生土等の有効利用に関する行動計画」（平成15年10月）を策定し、建設発生土の工事間利用の促進やリサイクルガイドラインの強化等、具体的な施策を推進している。

よって、建設工事で発生する土砂（以下建設発生土と呼ぶ）の再利用と土壤汚染の拡散防止を両立させるために、人為的な汚染土壤の調査に加え、自然地盤に含まれる重金属類の分布を把握することが必要である。

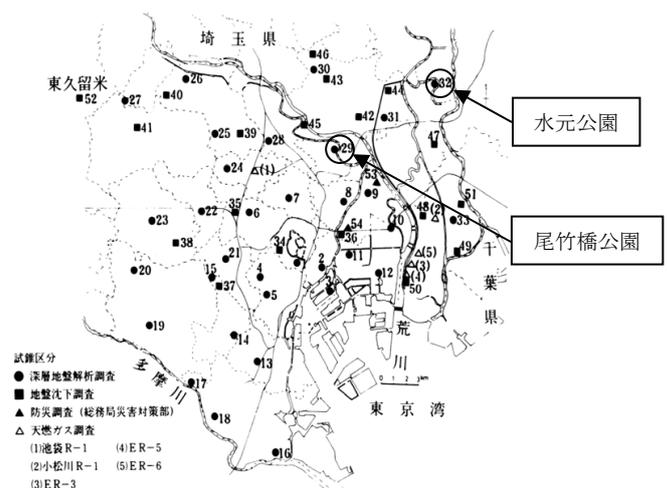
そこで、当センターでは東京東部を中心とする低

地の沖積層を中心に、自然地盤の重金属含有量を明らかにすることを目的に、平成14年度より都内における地盤の重金属分布調査を実施した。平成20年度は引き続き、荒川区および葛飾区の2地点のボーリング試料を対象に、主に沖積層の重金属類含有量の分析試験を行い、得られた知見について報告する。

#### 2. 調査場所

分析に用いた試料は当センターが保管する下記地点のボーリングコアから採取した(図-1)。

- ①荒川区町屋7丁目17 尾竹橋公園内
- ②葛飾区水元公園7 水元公園内



(注) 東京都土木技術研究所発行「東京都（区部）大深度地下地盤図」より引用

図-1 試料採取地点

①の尾竹橋公園では有楽町層及び高砂層に相当する試料を16試料、調査対象とした。試料の概要を表

－1 に示す。②の水元公園では、有楽町層、七号地層及び高砂層に相当する試料を 16 試料、調査対象とした。試料の概要を表－2 に示す。なお水元公園の試料は、平成 20 年度に蛍光 X 線分析を実施したものと同一ボーリング試料とした。

表－1 尾竹橋公園試料の概要

試料番号	深度(m)	土質	地層
1	-1.15	埋土	有楽町層
2	-3.15	シルト	有楽町層
3	-4.45	シルト	有楽町層
4	-6.05	礫混じりシルト	有楽町層
5	-9.15	シルト	有楽町層
6	-12.05	シルト	有楽町層
7	-16.15	シルト	有楽町層
8	-20.05	シルト	有楽町層
9	-23.05	シルト	有楽町層
10	-25.05	シルト	有楽町層
11	-27.05	シルト	有楽町層
12	-28.25	シルト	有楽町層
13	-29.35	シルト	有楽町層
14	-32.05	シルト	有楽町層
15	-34.05	シルト	有楽町層
16	-41.05	砂	高砂層

表－2 水元公園試料の概要

試料番号	深度(m)	土質	地層
1	-1.03	シルト	有楽町層
2	-2.05	極細砂混じりシルト	有楽町層
3	-8.45	シルト	有楽町層
4	-10.35	シルト	有楽町層
5	-12.05	細砂混じりシルト	有楽町層
6	-13.05	シルト混じり細砂	有楽町層
7	-22.15	シルト	七号地層
8	-25.28	シルト	七号地層
9	-28.05	シルト	七号地層
10	-32.05	砂混じりシルト	七号地層
11	-38.05	シルト	七号地層
12	-41.05	シルト	七号地層
13	-44.05	シルト質砂	七号地層
14	-47.05	シルト	七号地層
15	-50.05	シルト	七号地層
16	-58.90	固結シルト	高砂層

### 3. 試料採取と分析方法

試料採取にあたっては、外部からの重金属類の汚染を避けるためコア表面を削り、コア芯部から試料を採取した。採取した試料は乾燥させた後、2mm以

上の礫サイズ粒子を除去した。試料の分析方法及び項目は、表－3 のとおりである。

蛍光 X 線分析では、試料をめのう乳鉢で粉体にし、試料ホルダーに装着した。OURSTEX 社製のエネルギー分散型蛍光分析装置 (OURSTEX110 II) を用いて、砒素、鉛、水銀、カドミウム、セレンについて分析を行った。各元素の測定条件を表－4 に示す。

分析精度を向上させるため、試料ホルダーの位置をかえて 5 回測定し、その平均値を求めた。

含有量試験は、環境省告示第 19 号による方法、全量分析試験は、環境庁通達「底質調査方法」環水管第 127 号による方法で分析を行った。

表－3 分析方法及び項目

分析方法	蛍光 X 線分析	含有量試験	全量分析試験
分析項目	砒素、鉛、水銀、カドミウム、セレン	砒素、鉛、水銀、カドミウム、セレン	砒素、鉛、水銀、カドミウム、セレン
分析内容	試料ホルダーの位置を変えて 5 回繰り返し分析	環境省告示第 19 号による試験	環境庁通達「底質調査方法」環水管第 127 号による試験
分析検体	尾竹橋公園試料 16 検体	水元公園試料 10 検体	水元公園試料 12 検体

表－4 蛍光 X 線分析の測定条件

測定元素	管電圧 (kV)	管電流 (mA)	測定時間 (Sec)	一次 X 線	試料室雰囲気	励起法	フィルター		使用特性 X 線
							一次	二次	
Cd	45	1.0	300			ダイレクト	Zr	Al	Cd (K $\alpha$ )
Hg, Se	40	1.0	300	Pd (K $\alpha$ )	大気	モノクロメーター	無し	無し	Hg (L $\alpha$ ) Se (K $\alpha$ )
As, Pb	40	1.25	300			モノクロメーター	無し	Al	As (K $\alpha$ ) Pb (L $\beta$ )

## 4. 分析結果及び考察

### 1) 蛍光 X 線分析

尾竹橋公園蛍光 X 線分析試験結果を表－5 に示す。

表層の埋土に相当する試料 1 (-1.15 m) で砒素が 39mg/kg、鉛が 201mg/kg 検出された。また、有楽町層に相当する試料 2 (-3.15 m) で砒素が 35mg/kg、鉛が 161mg/kg 検出された。

これら表層の 2 試料は他試料と比べて明らかに分析値が高く、人為的汚染の可能性がある。なお、砒素及び鉛が多く検出された試料は表層の埋土、腐植

表-5 尾竹橋公園試料の蛍光X線分析試験結果

単位：mg/kg

試料番号	深度(m)	砒素		鉛		水銀		カドミウム		セレン		
		値1	値2	値1	値2	値1	値2	値1	値2	値1	値2	
1	-1.15	39	39	201	201	—	—	—	—	—	—	埋土
2	-3.15	35	35	161	161	—	—	—	—	—	—	
3	-4.45	13	13	38	38	—	—	—	—	—	—	
4	-6.05	6	6	12	7	—	—	—	—	—	—	
5	-9.15	13	13	—	—	—	—	—	—	—	—	
6	-12.05	11	9	13	5	—	—	—	—	—	—	
7	-16.15	9	9	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	-20.05	10	10	15	3	—	—	—	—	—	—	有楽町層
9	-23.05	9	7	16	6	—	—	—	—	—	—	
10	-25.05	7	4	13	3	—	—	—	—	—	—	
11	-27.05	12	10	30	6	—	—	—	—	—	—	
12	-28.25	20	20	14	6	—	—	—	—	—	—	
13	-29.35	19	19	15	9	—	—	—	—	—	—	
14	-32.05	21	21	19	8	—	—	—	—	—	—	
15	-34.05	11	11	13	5	—	—	—	—	—	—	
16	-41.05	—	—	11	7	—	—	—	—	—	—	高砂層

(注1) 検出下限値は、砒素 3mg/kg, 鉛 10mg/kg, 水銀 20mg/kg, カドミウム 35mg/kg, セレン 3mg/kg である。

(注2) 値1：検出下限以下の値を除いた平均値 値2：検出下限以下の値を0(ゼロ)とした平均値

(注3) 表中の—は、5回の測定値が全て検出下限以下の値である。

表-6 水元公園試料の含有量及び全量分析試験結果

単位：mg/kg

試料番号	深度(m)	砒素		鉛		水銀		カドミウム		
		含有	全量	含有	全量	含有	全量	含有	全量	
1	-1.03	—	16	70	100	—	0.10	2	0.8	有楽町層
2	-2.05	1	\	4	\	—	\	—	\	
3	-8.45	2	13	12	13	—	0.07	—	—	
4	-10.35	\	13	\	11	\	0.05	\	—	
5	-12.05	2	14	4	10	—	0.05	—	—	
6	-13.05	—	9	4	8	—	0.03	—	—	
7	-22.15	2	\	1	\	—	\	—	\	七号地層
8	-25.28	\	10	\	8	\	0.03	\	—	
9	-28.05	—	\	3	\	—	\	—	\	
10	-32.05	—	\	6	\	—	\	—	\	
11	-38.05	—	11	1	9	—	0.04	—	—	
12	-41.05	\	11	\	9	\	0.04	\	—	
13	-44.05	\	14	\	14	\	0.03	\	—	
14	-47.05	—	12	11	13	—	0.03	—	—	
15	-50.05	\	21	\	14	\	0.03	\	—	
16	-58.90	\	16	\	9	\	0.05	\	—	高砂層
自然レベルの上限値 <sup>1)</sup>		39		140		1.4		1.4		

(注1) 表中の\は、試験を実施していない。

(注2) 表中の—は、検出下限以下の値である。

含有量試験の検出下限値：砒素 1mg/kg, 鉛 1mg/kg, 水銀 1mg/kg, カドミウム 1mg/kg, セレン 1mg/kg

全量分析試験の検出下限値：砒素 1mg/kg, 鉛 1mg/kg, 水銀 0.01mg/kg, カドミウム 0.5mg/kg, セレン 1mg/kg

を多く含むシルト層、砂・シルトの互層であった。

有楽町層の試料から砒素及び鉛が検出されたことは、平成 19 年度に葛飾区と足立区の 2 地点で実施した沖積層ボーリング試料の分析結果<sup>1)</sup>と同様な結果であった。

なお水銀、カドミウム及びセレンは、検出限界以下の値であった。検出された砒素、鉛においても 5 回の測定のうち 1～2 回は不検出となるケースが多かった。

## 2) 含有量試験及び全量分析試験

水元公園試料の含有量及び全量分析試験結果を表 6 に示す。含有量試験で検出された重金属は砒素、鉛及びカドミウムである。砒素は 1mg/kg から 2mg/kg、鉛は 1mg/kg から 70mg/kg の数値で、有楽町層及び七号地層の試料から検出された。カドミウムは有楽町層にあたる試料 1 からのみ 2mg/kg 検出された。

さらに全量分析試験では、砒素が 9mg/kg から 21mg/kg、鉛が 8mg/kg から 100mg/kg、水銀が 0.03mg/kg から 0.10mg/kg の数値で検出されるとともに、カドミウムも試料 1 からのみ 0.8mg/kg 検出された。砒素、水銀は有楽町層及び七号地層に様に分布が認められた。なお、セレンは定量下限未満である。

カドミウムの分析値を除けば、含有量試験の分析値は全量分析試験よりも低かった。これは、含有量

試験では 1 規定の塩酸による重金属類の溶出量を測定し含有量としており、共存物質や鉱物組成により重金属類が溶出しにくくなる場合があるためと考えられる。<sup>1)</sup>

含有量試験分析値は、表層部の有楽町層にあたる試料 1 のカドミウム含有量を除いて、自然的原因による含有量の上限値の目安<sup>2)</sup>以下であった。試料 1 のカドミウムについては人為的汚染の可能性もあるが、全量分析試験結果では自然的原因の目安を超えていないこと、昨年度の蛍光 X 線分析試験結果<sup>1)</sup>では検出されていないことから、サンプリング誤差や分析精度の影響等も考えられる。同じく試料 1 において、鉛が他深度試料と比べ高い値を示している。人為的影響も考えられるが自然的原因の上限値の目安以下である。その他試料に含まれる重金属類は深度方向にほぼ一定した値を示していることから、自然起源と考えることができる。なお、全量分析試験で砒素 21mg/kg が検出された試料 15 は腐植を多く含む第四紀海成堆積層である。過去の調査においても、自然起源と考えられる砒素が多く検出されるボーリング試料は腐植を含むもしくは粘土質がラミナ状に混入しており、シルト分の堆積環境による影響があると思われる。<sup>1)</sup>

今後、さらに調査地点を増やし東京の地盤における重金属類含有量分布を把握する必要があると考え

## 参 考 文 献

- 1) 武本敏男、中山俊雄、松村真人(2008)：沖積層の重金属類含有量(その 3)、平 20 都土木技術センター年報、251-254
- 2) 環境省環境管理局水環境部(2003)：環水土第 20 号(平成 15 年 2 月 4 日付)、土壤汚染対策法の施行について、土壌中の特定有害物質が自然的原因によるものかどうかの判定方法