

住居系地域における 雨水ます内堆積泥の現存特性

今堀 剛志¹・山田 淳²・豊田 惣一郎³

¹学生会員 立命館大学大学院 理工学研究科環境社会学専攻 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

²正会員 立命館大学教授 理工学部環境システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

³非会員 立命館大学大学院 理工学研究科創造理工学専攻 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

E-mail:rv000019@se.ritsume.ac.jp

市街地における道路面堆積物と雨水ます内堆積泥の現存特性とその動態を測定した。その結果を、土地利用、雨水ますの構造などに関連づけ、清掃方法等に関する基礎的な検討をおこなった。調査は、住居系市街地を対象に、設置されている雨水ますをできるだけ多く選定し、土地利用、地表面工種、雨水ます構造を把握した上で、堆積泥の現況を把握した。その上で、いったん堆積泥をすべて除去し、その後の堆積状況を経時的に測定した。同時に堆積泥を採取し、含有物の成分分析を粒径区分別に行った。

Key Words : gully pots, particle size, sedimentation, surface pollutant load, sweeping

1. はじめに

閉鎖性水域における水質汚濁の原因のひとつとして、従来から面源負荷が挙げられてきた。市街地からの負荷もそのひとつで、晴天時に地表面に堆積した汚濁物が、降雨により洗い流され、分流式下水道の場合では、未処理のまま公共用水域へと放流され、合流式の場合では、雨天時の越流(CSO)が公共用水域へと放流されてきた。これらの面源負荷に対して、近年その対策の重要性が認識され、発生源抑制と流出抑制の面から、対策が試みられ始めている。発生源対策としては主に清掃による汚濁物の除去があげられ、雨水の流下過程にある雨水ますは、降雨時に地表面から流出する汚濁物の集積場所として、重点的な清掃場所とされている。

雨水ますには、雨水排除機能以外に通常泥だめ深が付いており、上流から流れてきた泥やきょう雑物等が下流へ流れこむを防ぐ、トラップ機能を持ち合わせている。雨水ます内に溜まった堆積泥は、雨天時の流入水によって、侵食、攪拌され、下流へ流出することが知られている。そのため、定期的な清掃除去が求められているが、多くの雨水ますを定期的に清掃することは、コスト面から困難を伴う。このため、より効率的な清掃方法や雨水ますの構造が求められている。

ここでは、雨水ます堆積泥の現存特性とその動態を測定して、土地利用、雨水ますの構造などに関連づけるとともに、市街地の道路面堆積物の測定結果を利用して、有効な清掃除去方法提示へ向けての基礎的検討をおこな

った。

2. 調査の概要

(1) 調査の方法

本研究は、住居系地域内の雨水ますを対象としている。高速道路や幹線道路等交通量が多く負荷が堆積しやすい地点では、道路面の清掃とともに雨水ますで、道路管理者による定期的な清掃が行なわれているが、それ以外の地域では清掃がほぼ地域住民に任されている状況である。しかし、住民レベルでの清掃には強制的にできないという限界もあり、適切に清掃されていない例も多い。

対象地域として、滋賀県草津市の伯母第2排水区を選定し、11地区に分けて、81の雨水ますを調査対象とした。堆積状態を調査するとともに、土地利用、雨水ます構造(泥だめ深、底部面積等)などを調査した。その後、いったん堆積泥をすべて除去し、堆積の進行状況(堆積厚)を経時的(1ヶ月、5ヶ月、6ヶ月後)に測定した。除去時に堆積泥を採取し、含有物の成分分析を粒径区分別におこなった。調査項目等を表-1に示す。分析については、地区毎にコンポジットしておこなった。集水域と地区区分を図-1に示す。

表-1 調査項目および期間

雨水ます数	81(うち調査箇所は74)
含有率測定サンプルの作成	81ある雨水ますを11の地区に分け、それぞれの地区で堆積量比例のコンポジット方式で代表サンプルを作成
調査期間 (堆積泥除去日)	2005年9月～2006年7月 (2005/11/27第1回、2006/5/25第2回)
分析項目	COD、T-N、T-P、C、金属類 (Pb,Na,Mg,Ca,Ni,Si,Al,V,Cr,Mn,Fe,Cu,Zn,Cd)

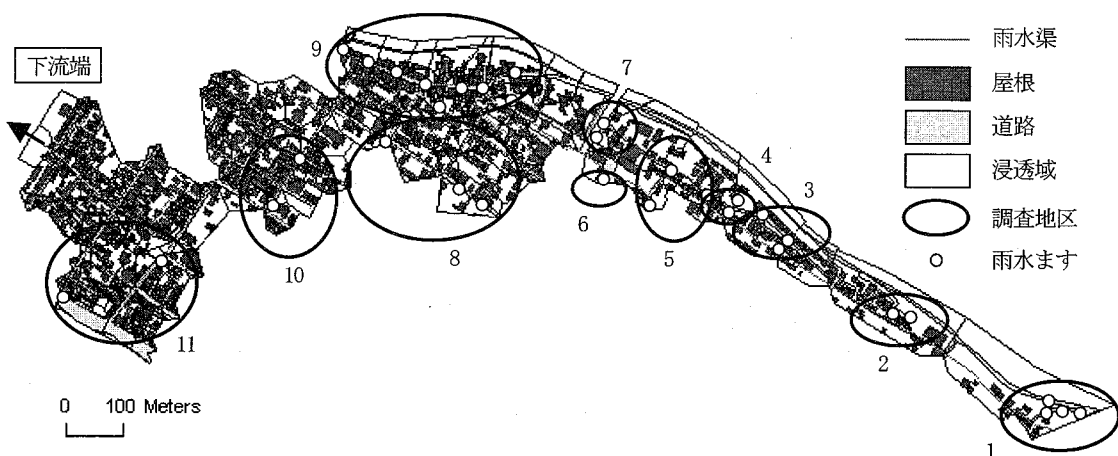


図-1 地表面工種と雨水ます分布

表-2 地区ごとの表面工種面積と周辺状況

地区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
工種											
屋根 (ha)	0	0.09	0.15	0.27	0.28	0	0.26	0.73	1.16	0.25	0.59
道路 (ha)	0.10	0.09	0.11	0.17	0.12	0.14	0.21	0.21	0.61	0.09	0.76
浸透域 (ha)	0.09	0.10	0.48	1	0.90	0	0.98	0.97	3.04	0.38	0.77
合計 (ha)	0.19	0.28	0.73	1.44	1.30	0.14	1.45	1.91	4.81	0.71	2.11
土地利用	未使用道路	住宅街	住宅街	交差点	住宅街	アパートの駐車場	歩道沿い	交差点	生活道路沿い	生活道路および駐車場	交差点
交通量	なし	少ない	少ない	多い	少ない	少ない	自転車	少ない	多い	少ない	多い

(2) 雨水ますの機能と構造

雨水ますは、路地、庭、構内、空地など地表に降った雨水、池泉類の余水を收容するため、および雨水管きよの点検、掃除用のために設ける。これには暗きよ、開きよを通じてくる雨水を取り入れるものと、地表を流れる雨を直接、有孔ふたから受け入れるものがある。本研究の対象地域内にある雨水ますは、ほとんどが前者のタイプである。雨水ますの一般的な構造は図-2に示すとおりである。泥だめ深は、最低15cmとされているが、調査対象とした雨水ますのなかには、泥だめ深が数cmのものから数十cmのものまであった。また、その他の構造についても多種あり、こうした構造による堆積量への影響があると考えられる。表-2に各地区ごとの表面工種、土地利用状況などを示す。

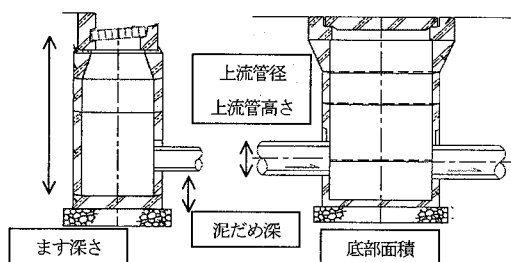


図-2 雨水ます各部位

3. 結果と考察

(1) 雨水ます内堆積泥の粒度特性

既往の研究により、雨水ます内における汚泥の挙動は、流入流量、粒径、汚泥の堆積厚などに影響されることが知られている¹⁾。ここでは、粒径に着目し、堆積物粒度特性について考察をおこなう。

住居系地域における雨水ますや側溝の清掃活動は、町内会等の一斉清掃が年1回程度行なわれている。住居系地域に存在する生活道路は、幹線道路ではなくても、交通量の多い場合や、蓋の開けにくい構造のますもあり、住民による清掃が困難な場合もあった。堆積履歴が分からないので、まず現存状態を把握した上で、いったん堆積物を除去し、その後の6ヶ月間に溜まった堆積物の測定をおこなった。その結果を図-3に示す。

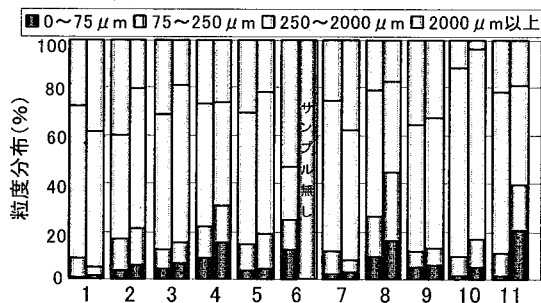


図-3 清掃前後における地区ごとの粒度特性

全体的に、6ヶ月後の方が微粒子(75 μm 以下)の割合が高く、微粒子は流動的で、粗粒子が蓄積していくことが分かる。汚濁物が集積している微粒子部分の清掃除去が重要である。

また、同市内にて1990～1997年に著者らが行った路面、屋根堆積物調査の結果と今回の雨水ます内堆積物の粒度を比較した。路面については、幹線道路、住専系、住商系、工業系のそれぞれについて、データがあり、75 μm 以下の微粒子の割合は、幹線道路で12%、住専系路面で17%、住商系路面で22%、工業系路面で17%、屋根については66%であった。図-3の清掃前の値と比較してみると、本研究の調査対象地域が住商系地域にあたると考えると、微粒子の割合が小さく、相対的にみて微粒子は雨水ますに留まっていなかったことが分かる。

また、横浜市²⁾の雨水ますでの調査結果では、砂分(74～2000 μm)の割合が71～85%で最も多く、次に粘土・シルト分(0～75 μm)の割合が7～21%、礫分(2000 μm 以上)の割合が2～14%となっており、粘土・シルト分が少なく、礫分の多い結果となっている。また、関西大学(和田ら)^{3),4)}は、全国5都市のます内堆積泥調査から、粘土・シルト分が50%を占めている都市もあるとしており、雨水ますの形状、土地利用などによって、粒度特性も異

なってくる。

(2)汚濁負荷含有特性

雨水ます内堆積泥の調査結果を表-3に示す。地区ごとの対象ますの数が異なるものの、ひとます当たり0.3～53.6(L)の範囲となった。含水率については、泥だめ部分に水が溜まりやすい状況ということもあり、水分を多く含んだ状態のサンプルが多い。

図-4に、地区ごとの粒径別汚濁負荷含有率を示す。粒径が小さいほど単位重量あたりの表面積が大きくなるため、一般的に有機物や栄養塩類などの汚濁物が付着しやすいといわれており、粒径によって数倍の違いがある。汚濁指標別に見てみると、CODに比べてリンは粒径による含有率の差は小さいので、付着特性が異なることが推察される。また、鉛については、微粒子でみる限り一般的な地殻中濃度約13mg/kgをうわまわっている。銅については、地殻中の存在量が約55mg/kg、亜鉛については約70mg/kgであり、ここでも堆積泥が地殻中の濃度を超えていることがわかる。一方、周辺の土地利用や交通量の影響はあまりみられなかった。

次に、1年あるいは1年以上放置されていた堆積泥の11月の含有率と堆積泥除去6ヶ月後の含有率を図-5に示す。

表-3 雨水ます内堆積泥量(2005/11/27)

地区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
対象ます数	4	4	7	5	5	16	5	6	19	2	2
堆積泥量(L-wet/ます)	31.8	5.2	11.4	53.6	19.3	0.3	14.0	4.0	12.1	21.5	4.7
含水比(%)	21.8	38.0	42.7	53.2	33.9	99.4	26.9	60.9	54.3	27.8	26.6
堆積泥量(kg-dry/ます)	58	7	15	65	29	0.2	23	4	16	37	8

※含水比=水分量/乾泥質量×100

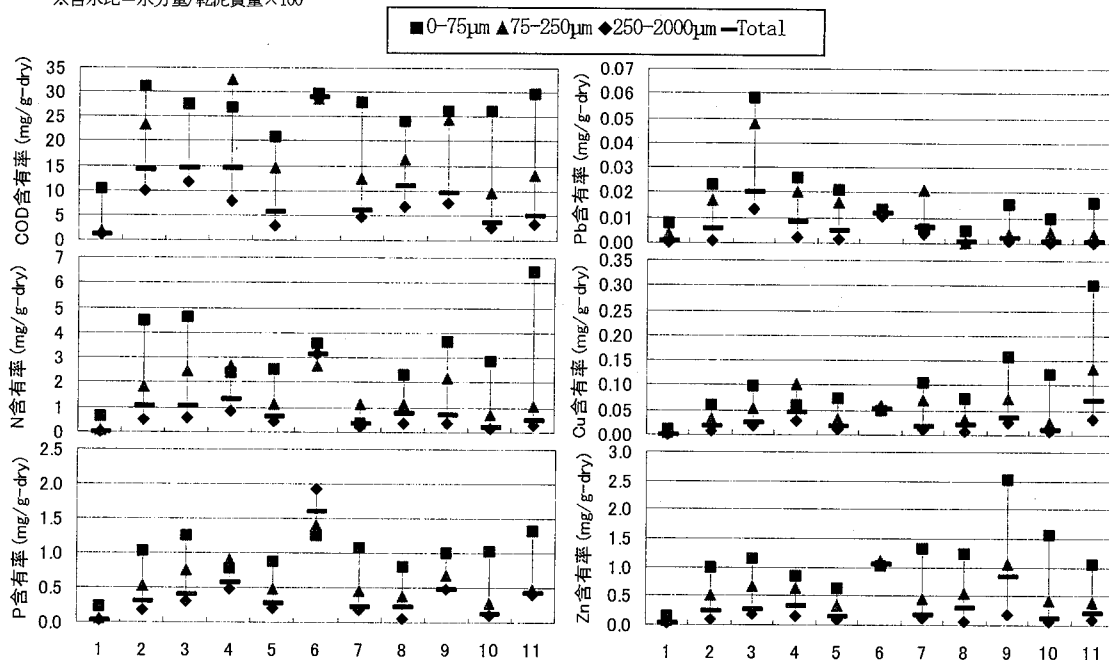


図-4 地区ごとの粒径別汚濁負荷含有率(2005/11/27)

CODでは、6ヵ月後の含有率が高くなっており、微粒子の存在と関係している。リンについてもその傾向はみられるものの、差が大きいことから、含有率が早く安定する傾向にあると考えられる。

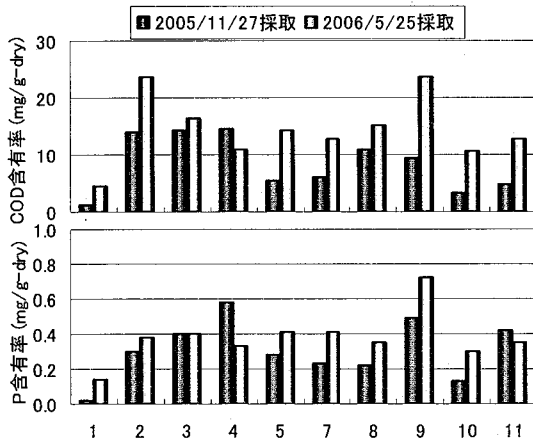


図-5 含有率の比較(2005/11/27と2006/5/25)

(3) 堆積泥量の経時変化

堆積泥量を経時的に測定した。季節の影響をみるため途中2回堆積泥を除去した。各雨水ますの容量を算出し(底部面積×泥だめ深)、その容量に対する堆積率を図-6に示す。

対象地域の雨水ます内堆積泥を足し合わせた全体量の推移と、地区ごとの堆積率の推移を示している。11月付近の堆積泥量が安定していることから、秋季はある程度平衡量に達しているものと考えられる。地区ごとにみると、半分もたまっていない箇所もあれば、ほぼ容量いっぱいたまっている箇所もあった。地表面からの流入量を予測したうえで、ますの容量を決める必要があると考えられる。

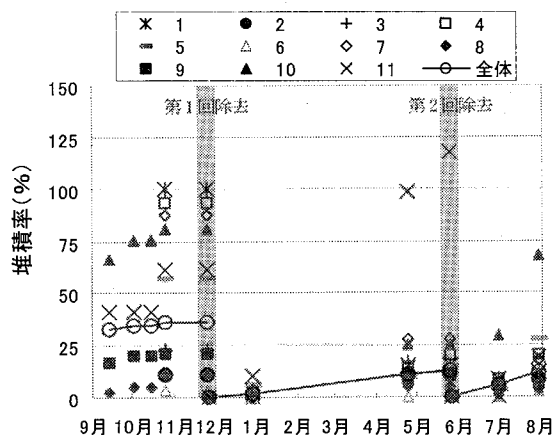


図-6 地区および全体の堆積率の推移
(2005年9月～2006年7月)

また、2005年12月から2006年5月までの堆積速度と2006年6月から8月までの堆積速度の違いが顕著である。両期間の総降雨量をみてみると、2005年12月から2006年5月の間には合計約600mm、2006年6月から8月の間には合計約700mmの降雨が観測されている。雨の多い梅雨の時期に雨水ますへの地表面堆積物の流入量が多くなることがわかる。

(4) 雨水ます構造、地表面工種と堆積泥量の関係

背景でも述べたとおり、雨水ますには泥やきょう雑物等を捕捉しやすくするための、泥だめがついている(図-2)。汚泥の堆積量に影響を与える構造要因として、雨水ます底部面積、ます深さ、泥だめ深さ、上流取付管高さ、上流管径などがあげられる。本調査では、すべての対象雨水ますについてサイズ、構造を詳細に計測した。図-2に示す構造要因と、堆積泥量の相関を求め表-4に示す。長期堆積後の泥量とは若干の相関がみられた。

表-4 雨水ますの各構造と堆積量の相関係数(N=74)

	底部面積	ます深さ	泥だめ深	上流管高さ	上流管径
①	0.03	0.41	0.37	0.57	0.36
②	-0.08	0.08	0.07	0.06	-0.03
③	-0.09	0.02	0.06	-0.09	0.06

※①2005/11/27、②2006/5/25、③2006/7/30の時点における堆積量

次に、汚泥の堆積量に影響を与えるその他の要因として、各雨水ます集水域の地表面工種率、ここでは不浸透域率に着目した。地区ごとの堆積泥の総量を地区面積で割ったものと各地区の地表面工種(道路、屋根)面積率の相関係数を求め表-5に示す。11地区はそれぞれ独立した集水域である。不浸透域率との相関は低い結果となっている。不浸透域を道路と屋根に分けてそれぞれ相関分析をおこなうと、道路との間に若干の相関がみられた。雨天時の流入に加え、晴天時に雨水ますの蓋の網目部分から、自動車交通などに伴う地表面堆積物の流入も考えられることから、道路面積率に着目した清掃計画も必要である。

表-5 地表面工種面積率と堆積量の相関係数(N=11)

面積率	初期堆積量	清掃後堆積量		
		1ヶ月	5ヶ月	6ヶ月
道路	0.73	-0.49	0.58	0.59
屋根	-0.84	0.09	-0.72	-0.78
不浸透域	0.20	-0.14	0.27	0.27

※堆積量は、各雨水ます集水域面積で割ったもの(m²/ha)

4. 結論

住居系地域における雨水ますを対象に、堆積泥の現存特性とその動態を測定した。その結果、以下の知見を得た。

- 1) いったん堆積泥を除去し、その後6ヶ月でたまった

泥の粒度特性は、初期状態に比べ微粒子(75 μ m以下)の割合が高かった。また、周辺の地表面堆積物データと比べても、微粒子の割合が小さく、相対的にみて微粒子は雨水ますに留まっていなかったことが確認された。

- 2) 雨水ます内堆積泥の汚濁負荷含有率は、汚濁指標別に粒子付着特性が異なることが示唆された。
- 3) 箇所によって泥の堆積率に差があることから、流入量に応じた雨水ますのサイズが必要であることを示した。また、季節による堆積速度の違いが確認された。
- 4) 雨水ます内の堆積泥の挙動は、雨水ます自体の構造による影響をほとんど受けないものと考えられる。また、集水域内の道路面積率が雨水ます内堆積泥量に影響を与えていることを示した。

以上を踏まえた上で、有効な清掃除去方法について考察をおこなう。まず、雨水ますによるノンポイント汚濁物の捕捉率を上げるため、泥だめ内には一定の容量を設けておく必要がある。住居系地域においては、含有率に大きなばらつきはなく、また、ます構造や周辺交通状況による影響も少ないと考えられるため、質よりも量を対象とした清掃方法が好ましいと思われる。さらに、既往文献で言及されてきたように清掃時期の考慮については、

まとまった降雨の多い梅雨の後に清掃をおこなうことで、清掃効率が上がると思われる。さらに、秋季から冬期には雨水ます内が非常に汚濁された状態になるとの報告⁴⁾もあることから、夏期の終わってから秋季にかけてが雨水ます清掃をおこなうのに適した時期であると考えられる。雨水ます集水域内の道路面積率を考慮した清掃計画が重要である。

今後は、地表面から雨水ますへの流入、および雨水ますからの流出を包括したモデルの構築が必要である。

参考文献

- 1) Butler, D. and Karunaratne, S. H. P. G. : The suspended solids trap efficiency of the roadside gully pot, *Water Research*, Vol.29, No.2, pp.719-729, 1995.
- 2) 土木研究所資料第 1705 号, 下水管路施設の合理化に関する調査報告書(V)―都市域の汚濁ポテンシャル―, 1981.
- 3) 和田安彦, 三浦浩之, 長谷川健司 : 都市域の堆積汚泥の含有負荷特性とその定量化(1), 下水道協会誌, Vol.27, No.309, pp.38-46, 1990a.
- 4) 和田安彦, 三浦浩之, 長谷川健司 : 都市域の堆積汚泥の含有負荷特性とその定量化(2), 下水道協会誌, Vol.27, No.310, pp.74-81, 1990b.

CHARACTERISTICS OF SEDIMENTS IN GULLY POTS IN RESIDENTIAL AREA

Kiyoshi YAMADA, Tsuyoshi IMABORI, and Soichiro TOYODA

Sediments on road surface and in gully pots were analyzed to determine the characteristics of sedimentation and pollutant loads based on type of land use and structure of gully pots. Fundamental discussion on methods of sweeping gully pots was conducted. The survey targeted 81 selected gully pots in a residential area. Sedimentation in gully pots was investigated by first sweeping all the targeted gully pots and then measuring amount of accumulated sediments with time. At the same time sediments were sampled and analyzed by particle size.