

II - 498

都市不浸透面汚濁堆積物挙動モデルによる路面清掃効果と渇水影響の検討

立命館大学大学院 学生員 松本 賢一 行政信

立命館大学理工学部 正 員 山田 淳

(株)日水コン 正 員 中部 淳

1. はじめに

都市不浸透域では、様々な社会活動により発生した汚濁物が晴天時に不浸透面に堆積し、雨天時に集中して降水と共に流出するという現象が繰り返されており、公共用水域の水質に影響をもたらしている。この状況を再現するため、路面堆積物挙動のモデル化を行い、シミュレーションによって一定の知見を得てきた¹⁾²⁾。本報では、用途（表面工種）を考慮するとともに、移動性の大きな細粒子を区分した2つのモデル（D T：粒径2mm以下、D S：粒径75μm以下）を作成し、路面清掃効果と渇水の影響を検討した。

2. 調査概要

都市不浸透域を幹線道路、生活道路（住専系、住商系、工業系）、屋根、駐車場に分けた。幹線道路については滋賀県草津市内を通る国道のスーパー収集堆積物について分析し、スーパー性能調査と道路横断面分布調査の結果より未収集部分を推定し求めた。生活道路、屋根、駐車場については京都市内と草津市内において家庭用掃除機を使用し採取した堆積物について分析した。分析項目は堆積物量（乾燥重量）、有機物（強熱減量）、T-N、T-Pである。

3. 路面堆積物挙動モデルとパラメータ^{1) 2)}

路面堆積物挙動モデルは、晴天時堆積モデル【式(1)】と雨天時流出モデル【式(2)】からなり、パラメータの極限堆積量 S_u 、堆積速度係数 K_t は、草津市内生活道路（住専系）で行った継続調査の結果から図-1の例に示すよう近似し決定した。また、流出速度係数 K_r は京都、草津の両市内生活道路（住専系）の降雨前後でのデータを(1)式で補正した流出率 L/S （図-2）から決定した。次に、1994年の降水量データと生活道路（住専）調査データを用いて本モデルの検証を行った（図-3）結果、全体として良好な再現性が得られ、特にD Sにおいてより適合性が高かった。

このように決定したパラメータを各用途に適用するため、平均堆積現存量を求め表-1に示す。住専系で各指標のD Sの割合を比較すると堆積物で17%にすぎないにもかかわらず有機物で49%、T-Nで62%、T-Pで57%を占めており、微細粒子部分を削減することが課題であると考えられる。これを基準値として、他の用途について平均堆積量との比を用いて S_u と K_t 、 K_r を求め表-2に示す。

4. 年間シミュレーションによる路面清掃効果の検討

各用途を対象に1988年日降水量データ列（平水年 年間降水量1451mm）を用いて路面清掃をシナリオとする挙動シミュレーションを行い年間流出負荷量による負荷の削減効果を検討した。路面清掃のシナリオとして、月1回の路面

$$S = S_u \cdot (1 - e^{-K_t \cdot T}) \dots (1)$$

ここで S : 堆積現存量(mg/m^2)
 S_u : 極限堆積量(mg/m^2)
 T : 堆積ゼロからの経過日数(日)
 K_t : 堆積速度係数($1/\text{日}$)

$$L = S \cdot (1 - e^{-K_r \cdot R}) \dots (2)$$

ここで L : 負荷流出量(mg/m^2)
 S : 堆積現存量(mg/m^2)
 R : 降水量($\text{mm}/\text{日}$)
 K_r : 流出速度係数($\text{日}/\text{mm}$)

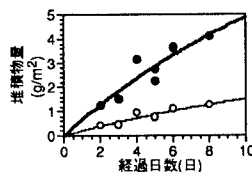


図-1 晴天時堆積変化

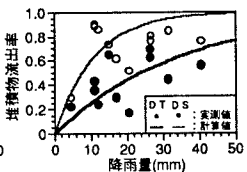


図-2 雨天時流出率

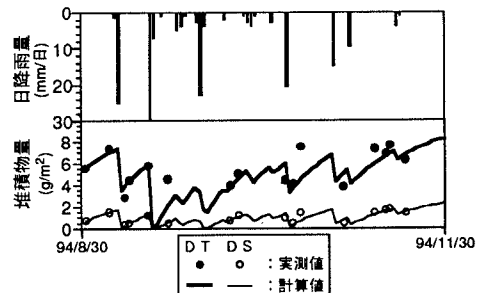


図-3 モデルの検証（堆積物量）

表-1 平均堆積現存量と対基準値比率

用途	指標		堆積物 (g/m ²)		有機物 (mg/m ²)		T-N (mg/m ²)		T-P (mg/m ²)	
	D T	D S	D T	D S	D T	D S	D T	D S	D T	D S
住専系路面塵埃調査 (基準値)	5.76 (1.00)	1.03 (1.00)	431 (1.00)	219 (1.00)	8.68 (1.00)	5.24 (1.00)	1.79 (1.00)	1.09 (1.00)		
その他 住専系路面	4.90 (0.85)	0.81 (0.78)	329 (0.76)	161 (0.74)	5.60 (0.65)	3.45 (0.66)	1.37 (0.77)	0.78 (0.71)		
住商系路面	15.62 (2.71)	3.17 (3.08)	1040 (2.41)	473 (2.16)	11.39 (1.31)	6.90 (1.32)	7.57 (4.24)	3.19 (2.93)		
工業系路面	70.34 (12.20)	12.24 (11.90)	2839 (6.58)	1199 (5.47)	26.05 (3.00)	11.19 (2.13)	14.78 (8.28)	6.18 (5.67)		
屋根	1.09 (0.19)	0.57 (0.55)	163 (0.38)	118 (0.54)	3.07 (0.35)	2.49 (0.48)	0.38 (0.21)	0.34 (0.31)		
駐車場	15.33 (2.66)	2.44 (2.37)	929 (2.15)	424 (1.93)	4.90 (0.57)	3.74 (0.71)	2.64 (1.48)	1.30 (1.19)		
幹線道路	46.42 (8.06)	9.89 (9.43)	1511 (3.50)	1008 (4.60)	7.76 (0.89)	4.96 (0.95)	8.62 (4.83)	4.07 (3.73)		

表-2 パラメーター一覧

D T	S u (極限堆積量)						K t (堆積速度係数)	K r (流出速度係数)
	住専系	住商系	工業系	幹線道路	屋根	駐車場		
堆積物量	8300	26500	119100	78700	1800	26000	0.070	0.029
有機物量	1100	3400	9200	4900	500	3000	0.054	0.058
T-N	13.67	27.80	63.59	18.94	7.49	11.97	0.095	0.048
T-P	2.51	13.89	27.12	15.81	0.69	4.84	0.121	0.067

D S	S u (極限堆積量)						K t (堆積速度係数)	K r (流出速度係数)
	住専系	住商系	工業系	幹線道路	屋根	駐車場		
堆積物量	2500	9800	37900	30000	1800	7500	0.064	0.093
有機物量	400	1100	2800	2300	300	1000	0.092	0.102
T-N	8.22	16.44	26.66	11.82	5.94	8.90	0.099	0.111
T-P	1.57	6.46	12.50	8.23	0.68	2.63	0.121	0.076

清掃と週1回の路面清掃を検討した。各用途での除去率を住専系70%（住民による清掃），住商系、工業系路面65%（スイーパー），幹線道路65%（スイーパー）とした結果を図-4に示す。清掃効果でみると、月1回で15%程度、週1回で50%程度の削減率であり、週1回の清掃によって大きな削減効果が見込まれる。

5. 渇水影響の検討

1994年（渇水年 年間降水量 881mm）の渇水による影響を検討するため生活道路（住専系）を対象にシミュレーションを行い、1988年との比較を行った。降水量を4期間に分けて比較した（図-5）ところ、2期目で70%以下、3期目（7/10～9/15）では10%程度しか降っていない。これらの期間の堆積物挙動のシミュレーション結果を拡大して図-6に示す。堆積物現存量はかなり高い水準で推移しており、この期間の流出負荷は小さいものの1994年9/16の大降雨で大部分が流出したことがわかる。逆に流出負荷量をまとめたものが表-3である。これは期間流出負荷量を期間日数で除したものであり、期間流出量が最大の2期目（4/1～7/9）と比較すると27%～36%でとどまっており、1988年の同期間に比較すると31%～42%にとどまっている。渇水の期間に路面清掃を行うことによって削減効果を高めることができると考えられる。

6. おわりに

汚濁負荷は微細粒子に多く、降水による移動性も高いため小まめな清掃による削減効果が大きい。また、渇水時には現存量がかなり大きく、ここでも清掃効果が大きいことが分かった。さらに、本モデルを都市全域に適用し各用途の汚濁堆積物の総合管理施策として提案していきたいと考える。

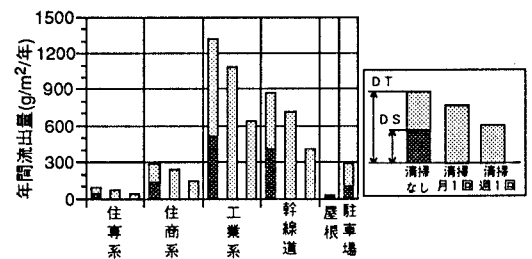


図-4 各ステージの清掃効果

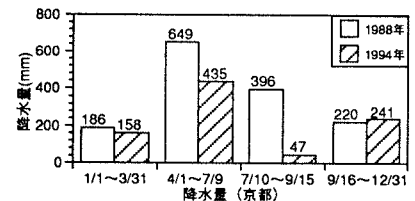


図-5 降雨量比較

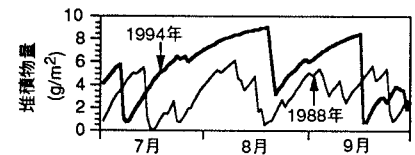


図-6 堆積物量の比較

表-3 期間平均流出負荷量（1994年）

期間	降雨量 (mm)	堆積物量 (g/m ² /日)	有機物量 (mg/m ² /日)	T-N (mg/m ² /日)	T-P (mg/m ² /日)
1/1～3/31	158	0.229 (0.260)	36.70 (43.67)	0.717 (0.789)	0.141 (0.153)
4/1～7/9	436	0.399 (0.363)	55.16 (47.31)	1.154 (1.052)	0.217 (0.200)
7/10～9/15	47	0.107 (0.346)	19.80 (47.48)	0.325 (1.013)	0.061 (0.192)
9/16～12/31	241	0.265 (0.227)	43.80 (35.20)	0.806 (0.703)	0.155 (0.138)

参考文献

- 1) 山田, 梅原, 中部, 松本: 第49回土木学会年講, 1994
- 2) 山田, 中部, 松本: 第29回日本水環境学会, 1995