

広島大学工学部

広島大学大学院

計測リサーチコンサルタント

正会員 寺面 靖治

学生員 増田 享

正会員○橋本 邦彦

1. はじめに

合流式下水道からの雨天時越流水が、公共用水域に悪影響を与えると顧慮されるようになって以来、地表面や下水管きょ内の堆積物も汚濁源としての疑いをもたれるようになった。それ故、市街地から排除される雨天時下水の水量・水質を制御する場合、雨天時汚濁流出の機構を把握するとともに、市街地における汚濁物の分布状態とその流出特性を知ることが極めて重要となってくるものと思われる。

2. 各種表面工種上の汚濁物堆積量とその流出特性

工種表面からの汚濁流出現象を把握するために、散水実験を行った。ジョロ穴を塞ぐことにより、 20 mm/hr と 51 mm/hr の2種類の降雨強度を用意し、図-1に示すような $1.0\text{ m} \times 1.0\text{ m} \times 0.2\text{ m}$ の型枠内に蒸留水を一様に散布した。散水終了後、汚濁物堆積量を測るためにデッキブラシで洗浄し、採水はサイホンとホールピペットにより行った。

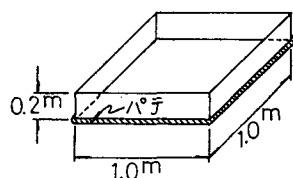


図-1 採水用型枠

表-1に調査対象区域の概要を示す。

表-2に初期堆積負荷量と、散水期間中に流出した汚濁負荷量を示す。CODとT-Nの流出汚濁負荷量は、工種および降雨強度によって異なる。このことは、汚濁物堆積量の分布と堆積物質の化学的特性によるところが大であると考えられる。

表-1 広島市A排水区の概要

総面積 (ha)	工種別面積 (ha)				総人口 (人)	人口密度 (人/ha)	晴天時 汚水量 (mm/hr)
	a	b	c	d			
313.32	108.46	47.05	100.03	57.78	41811	133.5	0290

注1) 工種区分は次のとおり

- a: 屋根
- b: 路面 (舗装の隙地を含む)
- c: 間地 (未舗装)
- d: その他 (下水管きょ、雨水マス、汚水マスの外
山林、芝地、開水路、線路等)

注2) 総人口は広島市住民基本台帳(昭和54年度)による

3. 雨天時流出汚濁負荷量

降雨によって流出する汚濁負荷量は、排水区域特性(等価粗度係数、地表勾配、排水区の斜面巾)並びに汚濁物質特性(密度、粒径)の外、ピーク降雨強度、総降雨量、先行晴天日数など多くの因子によって支配されるため定式化することは難しいが、中でも総降雨量に最も依存していると考えられる。

図-2~3は、総降雨量と流出汚濁負荷量の関係を示したものである。回帰式はCODに対して、 $L = 0.451R^{0.6763}$ ($\gamma = 0.925$)、T-Nに対して、 $L = 0.208R^{0.5399}$ ($\gamma = 0.833$) [L : 流出汚濁負荷量 (kg/ha)、 R : 降雨量 (mm)、 γ : 相関係数]と求まった。

4. 汚濁負荷量の発生源別分担率

以上述べて来たことを踏まえて、広島市A排水区の各種汚濁発生源が、雨天時の流出汚濁負荷量にそれぞれの程度寄与しているかを検討してみる。検討に当っては、いくつかの因子を固定したり、あるいは仮定する必要がある。

表-2 人工降雨による流出汚濁負荷量

		20 mm/hr, 30 min (10 mm)			51 mm/hr, 20 min (17 mm)		
		初期堆積 負荷量	流出汚濁 負荷量	流出率	初期堆積 負荷量	流出汚濁 負荷量	流出率
路面	COD	958 ^{mg}	262 ^{mg}	27.3%	736 ^{mg}	378 ^{mg}	51.4%
	T-N	98.3	63.9	65.0	116	92.0	79.2
屋根	COD	860 ^{mg}	114 ^{mg}	13.3%	744 ^{mg}	106 ^{mg}	14.3%
	T-N	124	34.6	28.0	159	75.0	47.0
間地	COD	—	195 ^{mg}	—	—	73.7 ^{mg}	—
	T-N	—	45.6	—	—	31.3	—

i) 降雨量 降雨量として、 10 mm および 17 mm を設定する。
これらの数値は、 20 mm/hr 30分、 51 mm/hr 20分の人工降雨に対応するものである。

ii) 流出係数 流出係数が、表面工種や降雨強度、降雨量等によって変化するのはもちろんのことであるが、検討に用いた降雨では、名目上表-3のようになっていた。

iii) 工種表面からの流出汚濁負荷量 各種工種表面からの流出汚濁負荷量は、表-2に掲げた数値を用いるものとする。ただし路面については、堆積負荷が道路横断方向に一様に分布していないので、採水用型枠が縁石より 15 cm 離れていたことを考慮すれば、表-2に掲げた数値は、道路半幅からの流出負荷量の 17% に相当することになる。

iv) 雨天時流出汚濁負荷量 総降雨量が 10 mm および 17 mm での観測値がないので、雨天時流出汚濁負荷量は、図-2～3より求めた。ただし図-2～3を見れば分かるように、雨天時流出汚濁負荷量を総降雨量の因子のみより決定することは若干問題があろう。

以上のことに基づいて求めた、雨天時流出汚濁負荷量の発生源別分担率を表-4～5に示す。これらの結果から次のことが考察できる。

下水管きよその他については、大部分が下水管きよ、雨水マス、汚水マスによるものと思われるが、雨天時の汚濁源として非常に大きな比重を占める。従って、雨天時流出水の水質制御を行うためには、今後、下水管きよ系の清掃が重要となってくるものと思われる。

路面の占める分担率が予想外に低いのに反して、間地の占める分担率が高い。これは表面工種の面積比率を求める際に、航空写真 ($1/3000$, カラー) で舗装面と判定できる以外のものは一括して未舗装の間地としたために、家屋間の小路や未舗装道が間地に含まれていることも原因している。また、間地(裸地)については、 1.0 m 四方の型枠内の散水実験では遅滞を過小に評価している恐れがあり、間地の分担率はもう少し低いものと考えられる。

5. おわりに

今回の検討では、かなり大胆な仮定も設けた。例えば、検討に用いた人工降雨の降雨強度は、総降雨量 10 mm に対して 20 mm/hr 、 17 mm に対して 51 mm/hr となっており、実降雨に比較してかなり過大である。また、ジョロによる人工降雨と実降雨とでは、雨滴の径および雨滴落下による衝撃が異なることも考えられ、今後これらの問題点を解決することが課題として残されている。

参考文献 1) EPA; Water Pollution Aspects of Street Surface Contaminants, EPA-R2-72-081, November, 1972

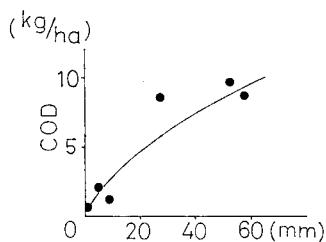


図-2

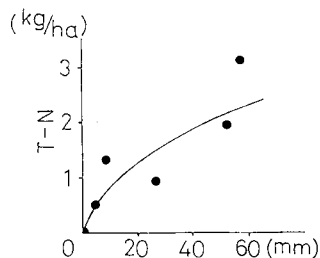


図-3

表-3 流出係数

降雨量	10 mm	17 mm
路面	0.93	0.95
屋根	0.90	0.93
間地	0.70	0.88

表-4 汚濁負荷量の発生源別分担率

総降雨量 10 mm (kg)

	路面	屋根	間地(裸地)	下水管きよその他	総量
面積	47.05 ha	108.46 ha	100.03 ha	—	313.32 ha
COD	98.3 (10.9%)	124 (13.7%)	195 (21.7%)	484 (53.7%)	901
T-N	23.9 (8.6%)	37.5 (13.5%)	45.6 (16.5%)	170 (61.4%)	277

表-5 汚濁負荷量の発生源別分担率

総降雨量 17 mm (kg)

	路面	屋根	間地(裸地)	下水管きよその他	総量
面積	47.05 ha	108.46 ha	100.03 ha	—	313.32 ha
COD	41 (11.0%)	115 (8.9%)	73.7 (5.7%)	959 (74.4%)	1290
T-N	34.4 (9.3%)	81.3 (22.0%)	31.3 (8.5%)	222 (60.2%)	369