

広島大学工学部 正員 寺西 靖治
 広島大学工学部 正員 O山口 登志子
 フジタ工業 古田 敬治

1. まえがき

市街地河川における雨天時の汚濁流出については、従来、合流式下水道による雨水吐き室からの雨水および下水の混合排水の問題がとりあげられてきたが、降雨による市街地表面の洗浄排水が河川水質に与える影響も無視できないものと思われる。この点については、分流式下水道においても現在、未解決の問題である。本研究ではこのような観点から、市街地における各表面工種の降雨による汚濁流出特性を明らかにするために、人工降雨装置により、実際の市街地表面について実験を行ない、検討を加えたものである。

2. 実験方法

人工降雨実験は、実際の市街地で、屋根三ヶ所（日本瓦、セメント瓦、コンクリート屋根）、道路三ヶ所（アスファルト舗装）、裸地二ヶ所をそれぞれ適当な場所を選び、各表面工種別に降雨強度をかえて行ない、流出水のCOD・濁度を測定した。実験に用いた人工降雨装置は図-1に示すような直径50.5 cm、深さ40 cmのブリキ製円筒で、底面に直径0.5~1.0 mmの小穴を5 cm間隔にあげたものである。降雨面積は2,000 cm²となる。実験にあたっては、水道水をAに導き、Cからの余水Q₂が定常になるまで待つ。この時、底面の小穴から水滴が落下しており、降雨強度はQ₁-Q₂により求まる。またこの降雨強度は流入量Q₁、Cおよび底面の小穴の数とからなることにより0~150 mm/hrの範囲にわたって調節が可能である。つぎに実際の市街地表面上に油性パテを直径50.5 cmとなるようにとりつけ、この上に降雨装置をおく。このときを降雨開始とし、雨水が流出を始めてから適当な間隔で流出水を採取し、各試料について濁度およびCODを測定する。分析方法は濁度計およびJIS K 0102-100°Cにおける過マンガン酸カリウム法による。なお、降雨継続時間は主に30分で行なった。

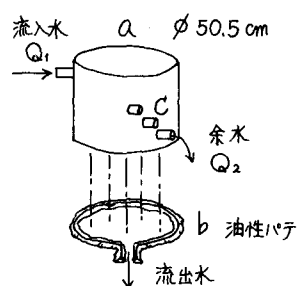


図-1 人工降雨装置

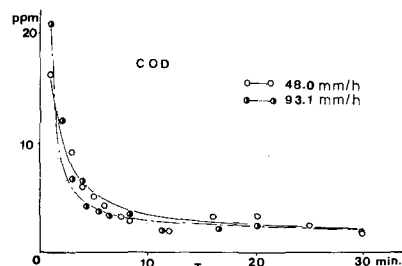


図-2 人工降雨による流出水質（屋根1）

3. 結果と考察

実験により得られた各表面工種の流出濁度およびCODの時間変化の一例を図-2〜図-6に示す。

3-1. 各表面工種の比較

屋根および道路については、一般に考えられているように降雨開始直後のCOD・濁度の値が非常に高く、その後は時間とともに、双曲線的に減少している。これは降雨初期における雨滴による工種表面の攪乱作用が大きく、雨水の貯留量も少ないため希釈効果もほとんどあらわれていないためと思われる。また、その後の減衰については、屋根・道路とも不透水性工種であり、工種表面上の濁質堆積量も限られていること、流出量が増加して希釈効果があらわれる

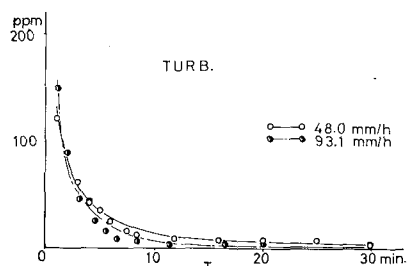


図-3 人工降雨による流出水質（屋根1）

ことなどが考えられる。裸地では、COD流出については屋根・道路とほぼ同様の傾向をもっているが、濃度はかなり高く、道路の側溝における値と同程度である。また、濁度は図-6に示すように他の工種とはまったく異なった傾向がみられる。これは裸地が浸透性の工種であり、表面が雨水によって浸食されやすいためと考えられる。また、流出水のCODと濁度の相関についてみると、屋根では相関係数 $r = 0.97 \sim 1.00$ 、道路では $r = 0.94 \sim 0.97$ と高い相関度を示しているが、裸地では r が0.5以下であり、ほとんど相関関係はないといえる。

3-2. 降雨強度と濁質流出

屋根および道路については一般に降雨強度が大きいほど、降雨開始直後にあらわれるCOD・濁度のピーク値が高く、その後の減衰も降雨強度が大きいほど大きくなる傾向である。これは降雨強度が大きいほど工種表面に堆積している汚濁物質をよくはく離し、その後は雨水流出量の増加のため希釈効果があらわれるものと考えられる。したがって、降雨継続時間30分の濁質流出量は、表-1に示すように同一工種においては降雨強度が大きい方が流出量も多くなっている。裸地についてもほぼ同様の傾向がみられるが、データが少なく、明確な判断はできない。

3-3. 各表面工種からの濁質流出量

本実験で得られた各表面工種からのCOD・濁度流出曲線が双曲線分布をなしていることから、最小自乗法により回帰方程式を求め雨水流出量を一定とみなして時間で積分し、流出量を求めた。流出係数は屋根=0.90、道路=0.90、裸地=0.60とした。降雨継続時間30分、面積 $2,000 \text{ cm}^2$ あたりの各工種別COD・濁度の流出量を表-1に示す。同一工種で降雨強度別に比較すると、一般に降雨強度の大きい方が濁質流出量も多くなっている。また、屋根と道路と比較すると、COD流出量は道路の方が大きく、濁度流出量は屋根の方が大きいという傾向がみられる。裸地は、屋根・道路と比べてCOD・濁度流出量ともかなり高い値を示しているが、表-1には道路の側溝部分からの流出量を入れていないため、明確な比較はできない。

本実験により得られた濁質流出量を用いて、広島市猿猴川流域の排水区（総面積： $8,647,400 \text{ m}^2$ ）について降雨による市街地表面からの濁質流出量の概算を行なうと、降雨強度 50 mm/h 、降雨継続時間30分の降雨があったとして、この排水区から流出する総濁質流出量はCOD： $1,488.9 \text{ kg}$ 、濁度： $11,061.4 \text{ kg}$ となり、汚濁濃度はCOD： 13.0 ppm 、濁度： 96.5 ppm となった。これらの値は大きなものではあるが、雨水による市街地表面洗淨排水が放流先河川の水質に与える影響が大きいことは明らかである。本実験では、用いた表面工種の種類も少なく、選定した降雨強度、降雨継続時間の数も限られているため、今後はさらに表面工種、降雨強度などの種類もふやして基礎的データを集め、充分な検討を進めたい。

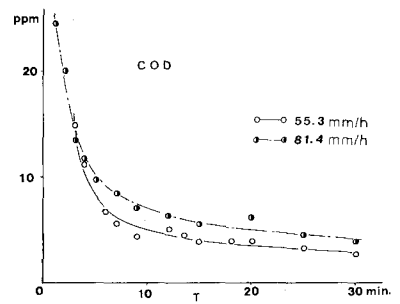


図-4 人工降雨による流出水質(道路1)

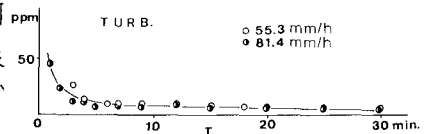


図-5 人工降雨による流出水質(道路1)

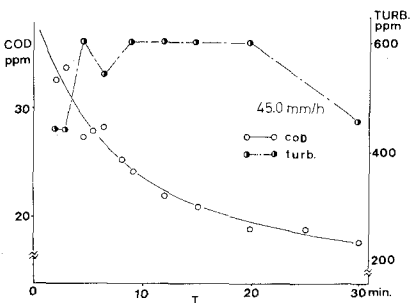


図-6 人工降雨による流出水質(裸地1)

表-1
降雨継続時間30分の濁質流出量(2000 cm²)

種 類	表面工種	降雨強度 mm/h	COD mg	濁 度 mg
屋根 1	日本瓦	48.0	12.7	76.1
		93.1	21.4	181.1
" 2	セメント瓦	34.7	18.6	84.0
		81.4	27.7	107.6
" 3	ゴクリート	45.2	18.7	56.7
		55.3	21.3	—
道路 1	アスファルト	81.4	47.9	60.8
		22.5	11.2	55.9
裸地 1	裸地	45.0	65.8	703.5
		56.9	97.9	620.6