

東北大学工学部 正員 松本順一郎
 東北工業大学工学部 正員 大沼 正郎
 東北大学工学部 正員 ○本田 善則

1. はじめに

合流式下水道においては、降雨の一部は下水管に流入し、家庭下水とともに下水処理場に送られてゆくが、豪雨の場合には、下水管に流入した雨水により汚水が希釈されると考えて、下水は直接河川等に放流される。しかしながら、最近豪雨時における下水の河川放流による水質汚濁が問題とされている。ここでは、仙台市瀬下水ポンプ場における晴天時の下水の水質および水量と雨天時の下水水質および水量とを調査比較することにより流出係数を求め、さらに河川へ放流した場合の汚濁負荷について計算を行なった。

2. 調査結果および考察

仙台市瀬下水ポンプ場では牛越、中島丁および蟹子沢地区565104 m^2 の排水区域内の下水を集め、沈砂池を通した後、南蒲生処理場へポンプで送っている。また、雨天時には下水量が晴天時最大下水量の10倍以上になると広瀬川に放流する。

2-1. 晴天時流入下水の水質・水量の変動

晴天時における流入下水の水質および水量の一日の変動を調べるために、水量については1969年11月5日と1970年11月28日の2回調査を行ない、また水量については1969年11月より1970年10月までの一年間にわたるポンプ量から各月毎に平均を計算した。図1、2は水質の時間的変動を示したもので、水質項目により多少傾向は異なるが、BODについては山は11時の237ppmおよび19時の168ppm、また谷は2時から7時までの40ppm前後であった。水量の各月の平均値はだいたい同じで、図3(1970年2月の場合)のようになり、山は11時と18時で2.2と1.5 m^3/min 前後、谷は2時から7時

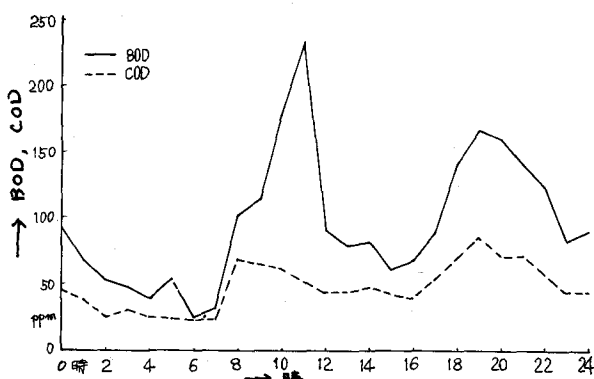


図1. 晴天時における水質(BOD, COD)の時間的変動

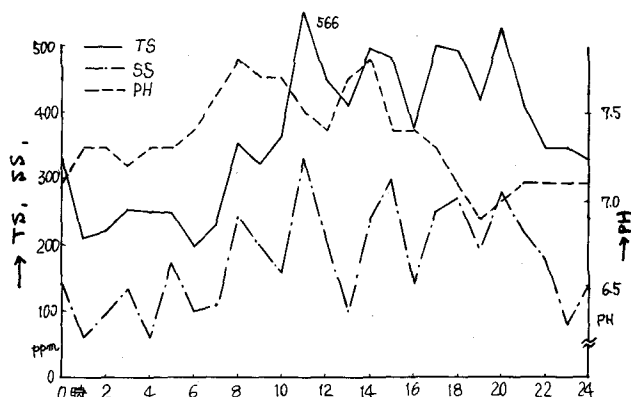


図2. 晴天時における水質(TS, SS, PH)の時間的変動

までの0.8 mg/min 前後であった。

2-2. 雨天時流入下水の水質・水量の変動

図4は昭和44年12月8日に行なった雨天時における下水のBODおよび下水量と晴天時のBODと下水量(1969年12月の平均)とを比較したものである。降雨は同日の1時から12時の間に6mmあり、流入下水のBODは晴天時に比べて約1/2、流量は約2倍となった。このことから降雨による下水管に流入する雨水量の分だけ下水は希釈されるものと考えられる。

2-3. 流出係数の計算および降雨量との関係

流出係数を計算するために

$$\text{流出係数} = \frac{\text{下水管に流入した雨水量}}{\text{降雨量}}$$

とし、降雨量は排水区域内に降った全雨量また下水管に流入した雨水量は図3のように、雨天時下水量から晴天時下水量を差引いたものになる(図3中の斜線部分)。以上のようにして1969年11月から1970年10月までのポンプ量および降雨量から求めた値を平均して0.30を得た。流出係数は、排水区域内の地形や地質また地区の状態によりいろいろと異なるが、この地区は住宅地区であり、さらに学校・公園などがあり、下水道施設基準の値とだいたい一致するものと思われる。

また流出係数の値は降雨量あるいは降雨強度により変化すると考えられ、降雨量、降雨強度および降雨継続時間に対してプロットしたものを図5, 6, 7に示す。これから因子の値が小さい時の変動が大きく、はっきりした傾向はつかめないが、調査結果からでは降雨量、降雨強度および降雨継続時間の変化に対してほぼ一定の値になるようであった。この点についてはさらに検討してみたい。

2-4. 河川放流時における降雨量および汚濁負荷

表1は1969年10月から1970年10月までの約一年間に下水を河川に放流した場合を示すものであるが、降雨量が約10mm以上、降雨強度が約10 mm/h 以上で放流されていることがわかる。

1969年10月8～9日においては、降雨量が39,274 m^3 、降雨強度が58 mm/h で8日21時から9日1時までの4時間にわたって、ポンプ場流入下水は全量河川に放流された。この時の下水BODは平均5 ppmで流出係数を0.3とすると、雨水量0.909 m^3/sec 、下水量0.020 m^3/sec 合計0.922 m^3/sec であった。

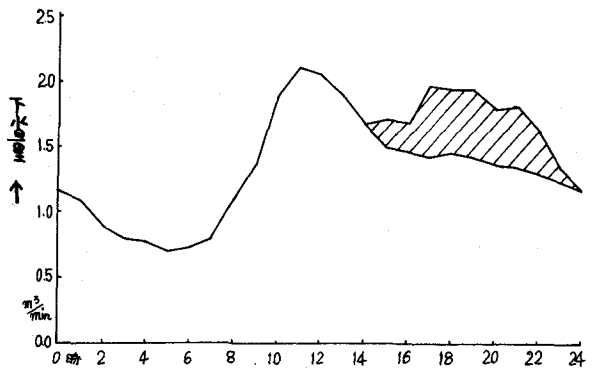


図3. 晴天時平均下水量(1970年2月) および雨天時下水量(1970年2月1日)の時間的変動

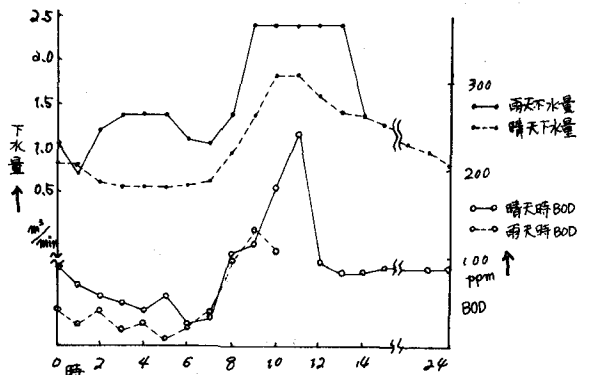


図4. 晴天時及び雨天時の下水水量・水量の時間的変動

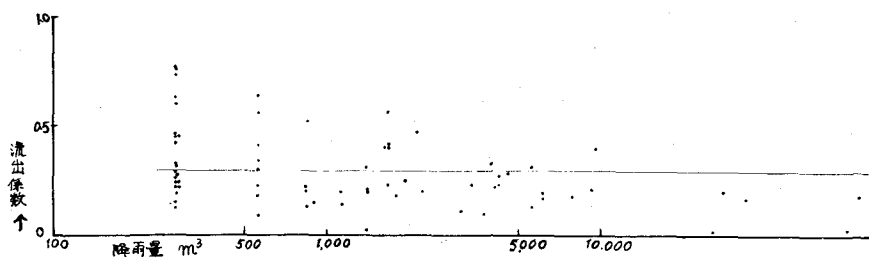


図5. 降雨量と流出係数との関係.

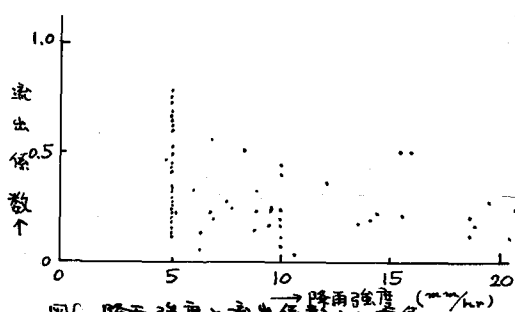


図6. 降雨強度と流出係数との関係.

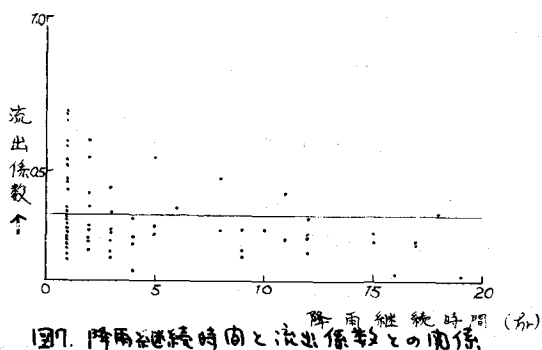


図7. 降雨継続時間と流出係数との関係.

表1. 放流時における降雨状況

放流 年・月・日	降雨量 (mm)	降雨強度 (mm/h)	降雨継続 時間(h)	放流時間
1969.10.1	27,972	35	14	5時間(13時~18時)
8~9	39,274	58	12	4" (8日21時~9日1時)
1970.1.31	27,125	32	15	3" (7時~10時)
5.7~9	40,122	24	29	4" (7日24時~8日4時)
				4" (8日8時~8日12時)
				17" (8日17時~9日10時)
5.11~12	15,823	28	10	7" (11日21時~12日4時)
7.11	6,781	15	8	2" (0時~2時)
7.17	9,042	18	9	4" (20時~24時)
8.6~7	15,256	21	13	3" (6日12時~6日15時)
				7" (6日23時~7日6時)
8.17	1,977	9	4	2" (22時~24時)
10.12	23,734	22	19	3" (20時~23時)

従って広瀬川に対するBOD負荷は 46.10 g/sec であった。

なお雨天時下水放流において、初期雨水の水質は悪化するといわれており、そのコントロールの研究がなされているが、^①今後雨天時における流出特性を研究するにあたり、こういった問題も検討しなければならぬと考えている。

3. 総括および結論

仙台市瀬下水ポンプ場において、雨水流出特性に関して調査研究を行なった結果次の結論が得られた。

- 1). ポンプ場流入下水の水質・水量の晴天時における一日の変動は山が11時及び18時から19時前後であり、谷は2時から7時頃になる。
- 2). 雨天時においては下水管に流入する雨水の分だけ比例して下水が稀釈される。
- 3). 流出係数は降雨状況により変動はあるが、平均値として0.30を得た。

なお、本研究を行なうにあたり、御協力いただいた東北工業大学学生赤岡寿隆、阿部正昭、細川誠一郎、三君ならびに、資料を提供していただいた仙台市瀬下水ポンプ場に深く感謝します。また、本研究の一部は文部省科学研究費（特定研究）によるものである。

参考文献

① 綿場紀久雄・横尾将位「雨天時下水排除の合理化へのアプローチ」

~~主~~ 第5回 従生工学研究討論会講演論文集 P139～P148. 1969年1月.