

1. はじめに

各家庭、学校等の公共施設、および民間のビル等への屋根降雨をその場で貯留するオンサイト雨水貯留施設は、浸水対策や水質改善対策に寄与する施設として注目されている。この貯留施設に貯留された水は、公共施設等ではすでにトイレ用の雑用水として用いられているが、各家庭で貯留された雨水については、その利用用途が十分に検討されていない。また、その水質についても蓄積された利用可能なデータは多くない。そこで、オンサイト施設への貯留雨水の可能性を探るため、担保可能な水質を求めるための調査を実施した。

2. 方法

茨城県霞ヶ浦湖北流域下水道霞ヶ浦浄化センター内の土木研究所湖北総合実験施設の建屋の屋根（面積84m²）排水用の立樋3本のうち1本を改造し、屋根降雨の一部を容量200リットル（雨量7.1mm相当）のドラムカン製貯留槽に導水した。貯留水位と引抜き量を計測後、槽底部コックから貯留雨水を採水し、pH、DOD、電気伝導度、BOD、COD、SS、大腸菌群数を測定および分析した。

3. 結果

計測は平成4年7月に開始し、4年度10回、5年度83回の水質分析を実施した。5年度の水質分析結果のうち、明らかに異常値と思われる値を除去した後、pH、BOD、COD、SSの最大値、最小値、平均値をY市、K1市、K2市の屋根排水水質調査結果と併せて図-1、2に示す。

pHは最小値3.5、最大値8.4、平均値6.1であった。降雨を直接測定した場合のpH値はこれらの値より低いと考えられる。例えば文献(1)によると雨水のpHは水戸で4.8、下館で4.5であった。両者の差は槽内貯留中で中和されたものと考えられる。

BODは最小0mg/l、最大11mg/l、平均1.6mg/lで、1つの例外を除けば、すべて10mg/l以下であった。

CODは最小17mg/l、最大0mg/l、平均3mg/lで、3つの例外を除けば、すべて10mg/l以下であった。

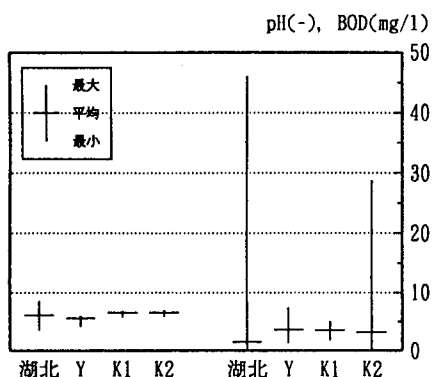


図-1 屋根排水水質（左pH、右BOD）

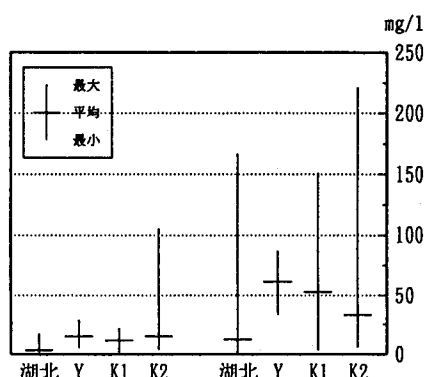


図-2 屋根排水水質（左COD、右SS）

SSは最小0mg/l、最大46mg/l、平均12mg/lであった。平均値は他都市の値（Y市62mg/l、K1市53mg/l、K2市33mg/l）と比較して小さかった。このSSの結果を除けば、得られた結果は他都市の結果と大きく変わるところはなかった。

次に、得られた水質値の時系列から季節変動の有無を調べた。pHは季節による差がみられなかったが、DO、BOD、COD、SSは、春から夏にかけて減少し、秋から冬にかけて再び増加する傾向を示した。またDOは飽和値に近い値であった。

4. 考察

4. 1 月別および一雨当たり屋根負荷量

得られた水質値に雨量を乗じて、月別の1ha当たりの屋根負荷流出量（単位kg/ha/月）を図-3に示した。BODおよびCODは4月、9月、2月および3月のデータを除けば、ほぼ一定値（BODで1.1、CODで2.4）を示した。SSは最小値3.1、最大値21.6、最大値および最小値を除いた平均値9.8とデータがばらつきが大きかったものの、夏期に値が減少し、冬期に増加する傾向を示した。

次に一雨当たりの屋根負荷量（単位kg/ha）を求めると、BOD（最大値1.23、平均値0.12）、COD（同1.20、0.24）、SS（同10.3、0.89）であった。これらの平均値は文献(2)にみる初期屋根負荷量（BOD 0.2、COD 0.3、SS 2.2）のそれぞれ60%、80%、40%に相当した。

4. 2 無降雨日数、降雨指数との関係

雨水の水質は、無降雨日数や、降雨量に関係すると考えられる。すなわち、無降雨日数が大きく、降雨量が小さくなるほど、水質値も大きくなることが予想される。この仮説を検証するため、無降雨日数API、および降雨指数RI（総降雨量を階級化したもので5mmまで、10mmまで、15mmまで...をそれぞれ0、1、2...とした）の2種類の値をX軸に、水質比（＝水質値／平均水質値）をY軸にとり、両者の相関傾向を調べた。

APIと水質値との間では、SSでは相関がみられたが、BOD、CODでは明確な相関はみられなかった。次にAPIをX軸に、APIの値別の平均水質（単位mg/l）をY軸にとり、両者の関係を調べた。結果を図-4、5に示す。BOD、COD、SSとも漸増傾向がみられた。またBOD、CODでは平均値の上限（BOD3、COD5）があるのに対し、SSでは直線的な増加を示した。

RIと水質比との間では、RIとして0および1の値をとるデータ数が多く、また水質比の値の範囲も広い

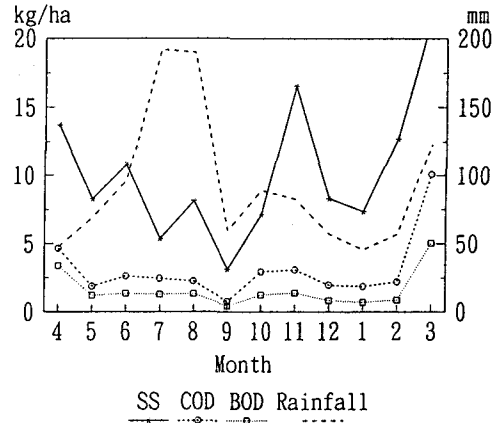


図-3 月別屋根負荷量と降雨量

階級別平均水質 mg/l

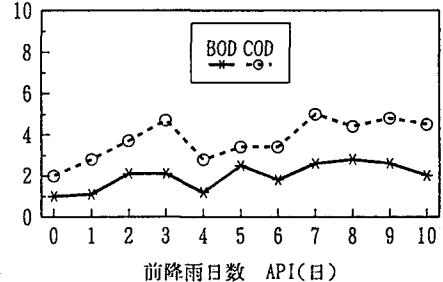


図-4 前降雨日数と平均水質（BODとCOD）

階級別平均水質 mg/l

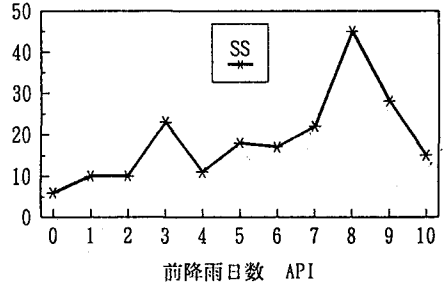


図-5 前降雨日数と平均水質（SS）

ことから、BOD、CODではみかけ上負の相関がみられた。一方SSではRI=3以上の領域では逆に正の相関がみられた。

これらの結果より、降雨量は各水質値に明確な影響を及ぼさなかったが、無降雨日数はSS値とは正の相関があると結論づけられる。

4. 3 各種の基準との比較

貯留水水質と水道原水水質や親水用水利用目標水質（文献(3)）との比較を表-1に示す。比較において用いた方法および仮定は以下の通りである。1）貯留水の大腸菌群数は幾何平均を、他の項目は算術平均をとった。2）過マンガン酸カリウム消費量からCODへの換算係数は、（酸素の分子量）/（過マンガン酸カリウム消費量の分子量）=16/158=0.10とした。3）濁度からSSへの変換は、文献(3)の三次処理水の計測結果より、SS=濁度×1.0とした。

得られた平均水質は、水道原水における全ての項目（大腸菌群数、BOD、COD、SS）について基準値を上回った。また、親水用水利用の1項目（BOD）において基準値以下であったものの、2項目（大腸菌群数、SS）において基準値を上回った。

この検討結果より、貯留水は飲料や浴用には適さないものの、外見上は水道水とは相違はみられず、大腸菌群数もし尿由来で検出されたものではなく、SSも簡易なる過で除去可能であることから、散水やトイレ用フラッシュ水など接触する割合の少ない場合に利用可能と結論づけられる。

表-1 各種水質基準と測定水質との比較

項目	水道原水 (1992)	親水用水利用 (1990)	湖北貯留水 (1993)
大腸菌群数(個/ml)	ND	0.5	20
BOD (mg/l)		3	1.6
KMnO4 (mg/l)	10		
COD (mg/l)	1		3.2
pH	5.8-8.6	5.8-8.6	
濁度 (度)	2	5	
SS (mg/l)	2	5	12
臭気	異常でないこと 不快でないこと		-
色度 (度)	5	10	-

注) 湖北貯留水の大腸菌群数は幾何平均、他は算術平均

5. 今後の検討課題

- 1) 各用途の可能性：屋外利用として、庭・緑地・植木への散水、洗車等が、屋内利用としてトイレフラッシュ水、洗濯水等が考えられる。
- 2) 量の確保：特に定期的な使用など、常に一定量を確保する必要がある場合には、集水面積を大きく取り、夏期の連続した無降雨日数に対処可能な容量を備えたタンクが必要である。これらについての考察は、今後実施することとする。
- 3) 質の確保-処理の有無：各家庭で貯留されることを想定すると、ドラムカン内に砂利等を敷いたろ過処理が考えられる。
- 4) 各施設の設置可能性：特に屋内利用の際必要となるポンプや配管の設置スペースやコストの検討が必要となる。

参 考 文 献

- 1) 玉置元則・平木隆年：わが国各地における雨水pHの年平均値(2)，環境技術，Vol.15，No.3，pp.215～220，1981
- 2) 建設省土木研究所下水道研究室：下水管路施設設計の合理化に関する調査報告書(Ⅲ)、土木研究所資料第1487号，pp.39～40，1979
- 3) 建設省・高度処理会議：下水処理水の修景・親水利用水質検討マニュアル(案)，pp.7～11，1990