

建築物における雨水利用に関する研究（その4）

——雨水の非常時飲用水化についての検討——

岩 波 洋

Study on Utilization of Rain Water in Building (Part 4)

——Examination of Use of Rain Water for Drinking Purposes in Emergency——

Hiroshi Iwanami

Abstract

This paper describes the results of examinations on the use of rain water for drinking purposes in an emergency. The items of research are investigation of rain water quality variation with time due to long-term storage, experiments on rain water treatment for drinking use with simple water treatment equipment, and examination of long-term storage for conversion to drinking water. The object of the study was the rain water utilization facility at the main building of the Ohbayashi Corporation Technical Research Institute. The results obtained are summarized as follows: (1) Rain water after long storage contains many bacteria, and has high degrees of coloration and turbidity, and therefore, it is unsuitable for drinking. (2) However, after treatment with a simple water treatment apparatus, this rain water satisfies all water quality requirements of water supply standards. Two rain water storage systems are proposed to make the water potable in emergencies.

概 要

雨水の多目的利用の一環として、非常時の飲用水としての利用に関し検討を行なった。この研究では、長期貯留時の水質調査、簡易水処理器による飲用水化処理実験、飲用水化のための長期貯留システムの検討などを行なった。調査対象は大林組技術研究所本館雨水利用施設である。調査の結果、以下のことが明らかとなった。(1) 長期貯留時の雨水は細菌類および色度、濁度が高く、このままでは雑用系用途には利用できても、飲用には不適な水質と判断せざるをえなかった。(2) しかし、簡易処理の結果、すべての水質項目において上水道基準をクリアした。調査の結果、雨水は簡易処理により飲用水として利用できることが明らかになったので、雨水の非常時飲用水化システムの例を2種類提案した。

1. はじめに

我々は、これまでに建築物における雨水利用に関する研究を種々行ってきた。今回は、一連の研究のうち、雨水の多目的利用の一環として、雨水の非常時の飲用水化に関し検討を行なった。

この研究の骨子は、雨水の長期貯留時の水質調査、簡易水処理器（非常用ろ過器）による飲用水化処理実験、飲用水化のための長期貯留システムの提案などである。

以下に、その内容について報告する。

2. 研究の背景

今日、大震災などの発生に備え、種々の防災対策が進

められているが、これらの対策のひとつに、非常時の水の確保をあげることができる。なぜなら、人は生命維持のため最低でも1人1日1～2リットル程度の水を必要とし、また乳幼児、老人、病人など抵抗力の弱い人々でも安心して飲めるような飲用水の確保は、防災上の急務となっているからである。

これを受け、例えば東京都では、災害などの非常用として、消防庁を中心に防火水槽を、また水道局を中心に飲料水用貯水槽（防火水槽兼用）を構築中である。しかしながら、その絶対量ははなはだ不足している状態でありこの状況は他の大都市域についてもおおむね同様である。

このような状況下、雨水の非常時の飲用水化に関し研

究を行なうことは、極めて重要な意味を持つものと考え
る。なぜなら、雨水は、その水量と水質の両面から、非
常時の飲用水の不足分を補うことが大いに期待されるか
らである。

3. 調査対象および調査方法

雨水利用システムにおいては、雨水の水質は表-1に
示すような様々な因子により決定される。これらの因子
のうち、建物サイドで雨水の水質に最も大きく影響を及
ぼすのは、雨水集水面および雨水貯留水槽の材料組成で
ある。

ここでは、このうち最も一般的な雨水利用方式である
と思われるセメント系屋根から集水され、セメント系水
槽に貯留されて利用される場合に限定し、調査を行なう
こととする。調査対象は、大林組技術研究所本館の雨水
利用施設である。この施設の概要を表-2と図-1に示
す。

調査は、長期貯留時の雨水の水質実測と簡易水処理器
による飲用水化実験に分けて行なった。

雨水の水質実測は、貯留槽に滞留している雨水を対象
に、昭和57年6月より月1回の割合で簡易実測を実施し
ているが、今回そのうちの4回について、上水道基準の
全項目に関し詳細な水質分析を行なった。

また、飲用水化の実験は、昭和60年の2月と5月に実
施した。実験に用いた簡易水処理器の概念図を図-2に、
その処理特性を表-3にそれぞれ示した。

なお、水質分析は、昭和53年厚生省令第56号の水質基
準に関する省令に準じて行なった。

4. 実測と実験結果

雨水の貯留時の水質を表-4に示す。水道法の水質基
準との比較では、雨水中の細菌類および色度、濁度が高
い値を示している。このうち、細菌の増殖は特に顕著で

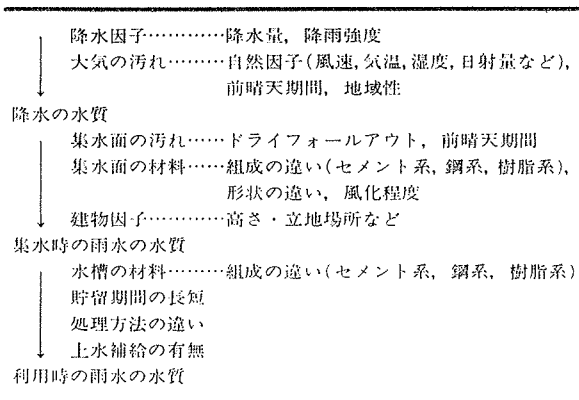


表-1 雨水の水質を決定する諸因子

建物名称	大林組技術研究所本館	
所在地	東京都清瀬市下清戸4-640	
建物用途	事務所	
構造	RC造(地下1階、地上3階、塔屋1階)	
延床面積	3,775.84m ² (建築面積886.85m ²)	
集水面積	屋上面(軽量コンクリート面570m ² 長尺カラー折板面 300m ²)	870m ²
水槽容量	道路面(アスファルト舗装)	270m ²
	壁・ガラス面(南側600m ² , 東側100m ²)	700m ²
	芝・タイル面(芝面490m ² , タイル面20m ²)	510m ²
	沈砂池(コンクリート製)	4m ³
処理方式	沈砂槽(地下ピット利用)	9m ³
	雨水貯留槽(地下ピット利用)	28m ³
	雑用系高架水槽(FRP製)	2m ³
	沈砂・沈殿処理	

表-2 雨水利用施設の概要

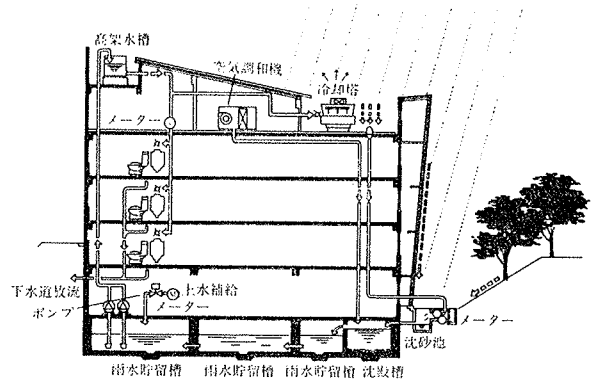


図-1 雨水利用施設の概念図

水質項目/処理プロセス	精密ろ過	活性炭吸着	塩素消毒
硝酸性窒素+亜硝酸性窒素			
塩素イオン			
過マンガン酸カリウム消費量		△	
一般細菌	△		○
大腸菌群	△		○
シアンイオン			
水銀			
有機リン			
銅			
鉄	△	△	
マンガン	△	△	
亜鉛			
鉛			
六価クロム			
カドミウム			
ヒ素			
フッ素			
全硬度			
蒸発残留物			
フェノール類			
陰イオン界面活性剤			
pH			
臭気		△	△
味		△	△
色度		△	
濁度	△		
残留塩素			

(注) ○ 除去可能
△ 減少可能

表-3 簡易水処理器の処理特性

あり、このままでは雑用系用途には利用できても、飲用には不適な水質と判断せざるをえない。

しかし、これらの水質項目は、表-3でも示したように、簡易水処理器により、除去あるいは減少させることが可能であると言われている。表-4に、飲用水化実験の結果を示した。表から明らかのように、処理により、すべての水質項目は水道法の水質基準をクリアした。

特に、細菌類は、処理前には、かなり多くの個体数が検出されたが、塩素消毒により処理後は完全に殺菌されている。その様子を写真-1に示す。

5. 考察

以上、水質調査と飲用水化の処理実験から、雨水の非常時の飲用水としての利用が充分可能であることが明らかになった。

第2章でも記したように、非常時用の飲用水の確保は関係省庁を中心に熱心に進められている。しかし、このような上水の長期貯留システムは、水量面の確保の問題だけでなく、水質面の問題をも抱えている。例えば、細菌衛生上の問題のために水の入れ替を余儀なくされるほか、セメント系の水槽では遊離石灰 Ca(OH)₂ などアルカリ質の溶出のため、pH調整や樹脂系のコーティングを施

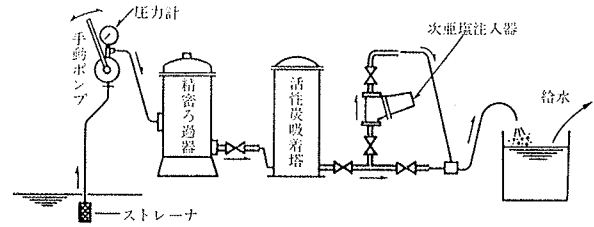


図-2 簡易水処理器の概念図

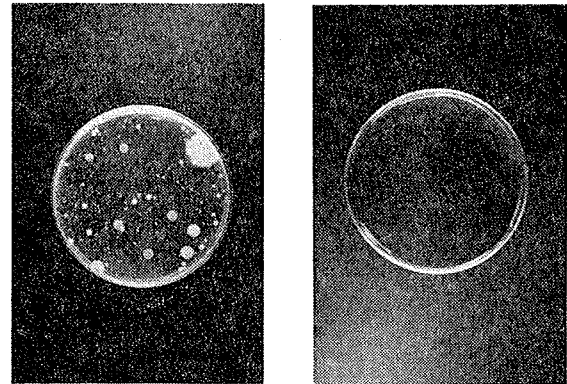


写真-1 一般細菌の計数
(簡易水処理器による処理の前後)

測定項目	雨水貯留水の水質				処理水の水質		水道法の水質基準
	1982.12.14採水	1983.3.31採水	1985.2.22採水	1985.5.7採水	1985.2.22処理	1985.5.7処理	
硝酸性窒素および亜硝酸性窒素 mg/l	0.9	1.5	0.2	1.0	0.4	0.8	10以下
塩素イオン mg/l	3.2	5.2	2.8	1.4	10.3	11.6	200以下
過マンガン酸カリウム消費量 mg/l	3.2	2.5	2.5	2.8	1.7	0.4	10以下
一般細菌 個/ml	⑤5,200	④110	③550	①320	不検出	不検出	100以下
大腸菌群 個/100ml	不検出	不検出	②10	不検出	不検出	不検出	検出されないこと
シアンイオン mg/l	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	検出されないこと
水銀 mg/l	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	検出されないこと
有機リン mg/l	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	検出されないこと
銅 mg/l	<0.01	0.02	0.02	0.08	<0.01	<0.01	1.0以下
鉄 mg/l	0.05	0.64	0.06	0.06	0.03	0.03	0.3以下
マンガン mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.3以下
亜鉛 mg/l	0.09	0.16	0.14	0.09	0.12	0.09	1.0以下
鉛 mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.1以下
六価クロム mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.05以下
カドミウム mg/l	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.01以下
ヒ素 mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.05以下
フッ素 mg/l	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.8以下
全硬度 mg/l as CaCO ₃	26.0	38.0	36.0	42.0	35.8	45.5	300以下
蒸発残留物 mg/l	53.3	81.6	66.5	80.0	64.0	91.0	500以下
フェノール類 mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.005以下
陰イオン界面活性剤 mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.5以下
pH	7.9	8.1	8.4	8.5	8.4	8.2	5.8~8.6
臭気	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常でないこと
味	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常でないこと
色度	0	1	②7	2	0	0	5以下
濁度	0	0	③3	0	0	0	2以下
全残留塩素 mg/l	0	0	0	0	1.0	1.0	
水温 °C	13.0	13.2	12.5	17.2	12.5	17.2	
溶存酸素 mg/l	8.9	8.9	10.2	7.4	10.0	7.6	
導電率 μS/cm	84	136	113	122	120	129	
アンモニア性窒素 mg/l	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	

(注) ⑤は水道法の水質基準をクリアできないもの。採水時の貯留期間は、いずれも2週間程度、上水の補給はない。

表-4 雨水貯留水の水質と水道法の水質基準

したものも増え、コスト面の問題をも生じているのである。

そこで、図-3に示すような雨水利用システムを提案する。このシステムでは、雨水の平常時利用あるいはオーバーフローにより、降水に伴う槽内水の自然入れ替が行なわれ、長期貯留による水質悪化を緩和することができる。

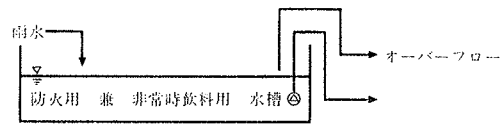
6. おわりに

以上、種々検討してきたが、当研究が発端となり、今後、この雨水の非常時の飲用水化システムが、多くの分野で種々計画・検討されることを期待したい。

参考文献

- 1) 田中辰明, 岩波 洋: 建築物における雨水利用に関する研究(その1) —東京大林ビル本館における雨水水質実測調査—, 大林組技術研究所報, No. 28, (1984), pp. 138~142

システム例-1.



システム例-2.

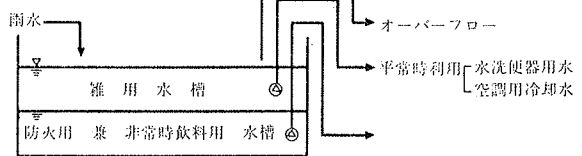


図-3 雨水の非常時飲用水化システムの提案例

- 2) 岩波 洋: 建築物における雨水利用に関する研究(その2) —大林組技術研究所本館における実測調査—, 大林組技術研究所報, No. 29, (1984), pp. 16~20
- 3) 岩波 洋: 建築物における雨水利用に関する研究(その3) —細菌衛生上の検討—, 大林組技術研究所報, No. 30, (1985), pp. 173~177