

水資源節約のための住宅における雨水利用の研究

野村 豪

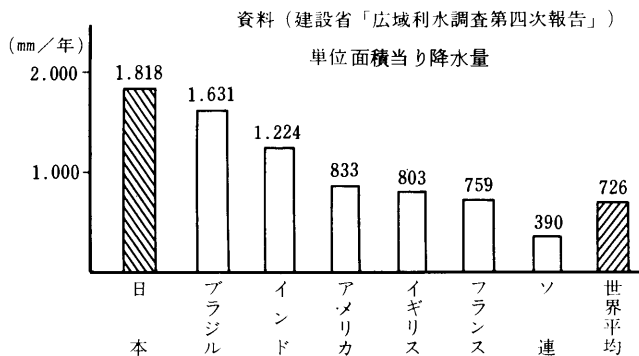
加藤 迪

都市化と水問題

今日我々が直面している水問題は二つの側面をもって
いる。すなわち、その一方は資源面であり、他方は治水
面の問題である。資源面の問題とは、都市化にともな
って水資源に対する需要は急増するが、それに供給を対
応させてゆくのが次第に困難になっていることである。
治水面の問題とは都市化によって不透水面がふえ、雨
の降った直後に流出が集中するため、これまで洪水の起
きなかつた山手中小河川での氾濫が頻発し、都市河川の
治水上重大な問題になっていることである。

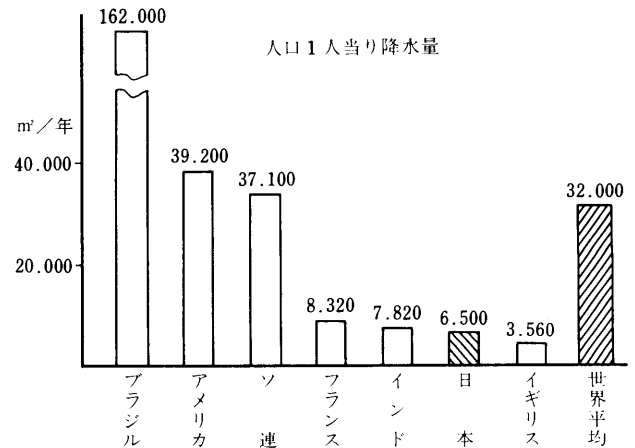
後者はまた地下に浸透して地下水資源を涵養すべき
雨水を無為に流出させ、地下水の枯渇や水位低下など
をひきおこして資源問題を更に深刻にしている。この
ように都市化は自然の水環境に対して重大な影響を
与えているにもかかわらず、これまでとはすれれば
軽視され、問題も個別にしかとらえられてこなかつた。
しかし環境問題としてこの都市の水問題を考
えてゆくためには、どうしてもこの両面から把
えてゆくことが必要である。

水資源は、資源小国のわが国で例外的に豊かな
資源だといわれて来た。たしかに単位面積あたりの
降水量は、わが国は世界平均の2倍以上にあたる
1818 mm/年である。これが日本に豊かな森林
をつくり、生産性のきわめて高い水田稲作を支
えて来たのである。農業的土地利用の下では
単位面積あたりの降水量がこのようにきわめて
大きな意味をもっていたのである。



ところが都市的な土地利用になると、単位面積
当りの水資源よりも使用者1人当りの水資源の方
が重要になる。その意味でわが国の1人当り降
水量を見ると、世界平均

の5分の1にしかならない。わが国の水資源は
その意味では決して豊かではないのである。



事実、都市化の著しい地域ではすでに水資源
の不足は深刻な問題になっている。国土庁の推
定による昭和51年から60年までの水需給の中
で、関東、近畿、九州は絶対的な不足が予想
されている。

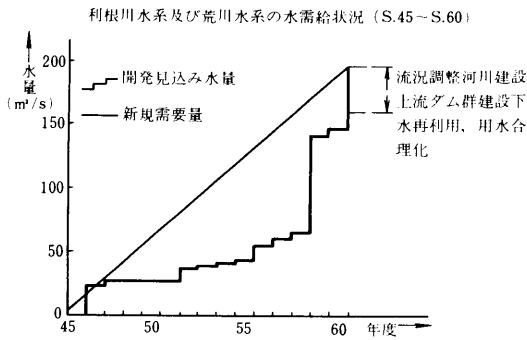
地域	需給	昭和51-60年 新規河川水需要 要量(上限値)	昭和51-60年 供給可能量 (上限値)	不足量
関東地域		65.0	57.6	7.4
近畿地域		27.8	25.4	2.4
九州地域		19.9	17.8	2.1

国土庁水資源局 単位億トン/年

東京都のピーク給水量は1日600万トン
を既に越えている。昭和60年には810万
トン/日の最大給水量を予想しているが、
これに対する供給能力は現在550万トン
/日であり、今後8年間に現在の5割近い
253万トン/日の新規水源を開発する
必要がある。一方、国土庁の推定によ
れば関東1都5県の新規需要見込み
(195 t/秒 = 1685 万 t/日)に
対して供給予定(160 t/秒 = 1382
万 t/日)は80%程度で大量の不足
(35 t/秒 = 302 万 t/日)が
予想されてる。

次頁の図は建設省の推定した荒川、利根
川水系での昭和60年における需給見
とうしであるが、この中で再利用水
その他新規水源というのは要するに
数字合せにすぎずそれだけの不足
が見込まれるということである。

もっともこの需要の推定には問題
がないわけではない。

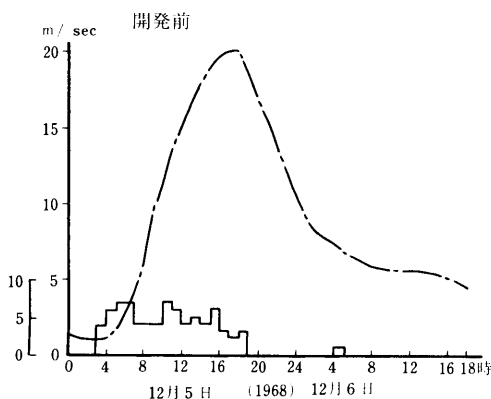


東京都の最大給水量の実績はオイルショック後ここ5年間横ばいないしはやや低下気味であり、これが単なる不況の影響ではなく水使用パターンが何らかの転換をしたと見るならば事情は大きく違ってくる。それ以前の趨勢から推定した需要の増加は当然修正されねばならないであろう。しかしその場合でも都市化にともなう水需給のきびしさが解決されるわけではない。

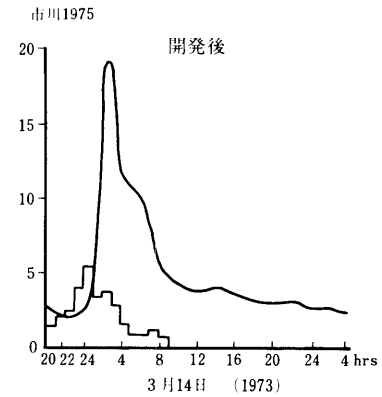
次に都市化による治水上の問題では最大のものは流出量の急激な増加である。自然状態では地上に降った雨の大半は地下に浸透し、流出して直ちに川に入るのには一部に過ぎない。地下に浸透した水は地下水を涵養し、やがて再び湧水となって地上に出て、川に流れ込む。この水はいわゆる川の平水量を補給し水資源としての価値を高めるし、地下を流れる水は井戸を掘って利用することもできる。これに対して雨の降った時に一時に流出する水は水資源として利用できないばかりか、それが増えて川から溢れると災害の原因となる。

都市化によって開発が進むと山林や農地だったところが道路や宅地になり、不透水面が増える。道路や屋根に降った水は、地下に全く浸透せず、直ちに下水管を流れて川に流れ出す。又造成して表土や植物の失われた裸の土地は浸透率が減り、表面を流れて流出する量がふえる。その結果流出のパターンが変化し、長い時間をかけて徐々に流れ出していたものが、雨の降った時にだけ大量の水が流れるようになる。これが都市河川の代表的な姿である。

大栗川流域の代表的なハイドログラフ



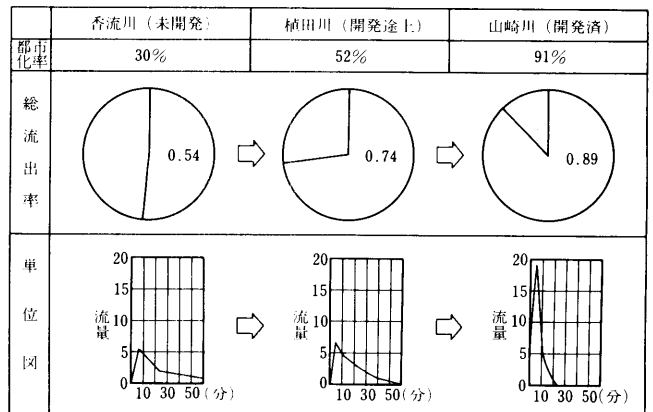
特定研究「都市生態学の動態と特性」中の論文より



上図は多摩ニュータウンの開発前後における大栗川の流出パターン変化を示したもので降雨の重心から流出のピークまでの時間は1/4程度に短縮され、約半分の降雨量でピークの高さは同じ位になっている。

流域の都市化の進行と流出量の変化を示すものとして名古屋附近の3つの川の比較がある。下図で明かなように流出率は30%から90%となり、流出のピークの高さは4倍近くになっている。

河川流域の開発と流出量の変化



こうしたピーク流出量の増加を既存の水路がさばき切れず氾濫を起すのが昭和30年代以降顕著になった山手中小河川の水害である。高台にあって以前なら水害など考えられなかったところが最近では20mm/時程度の雨でも浸水する。河川改修をしようにも川の両側ぎりぎりまで宅地化され川巾を広げることが容易でない。これが現在都市河川の治水対策上最大の問題となっている。

一方、こうしてすぐに流出し、地下に浸透しないことから起る地下水位の低下、湧水の枯渇などの問題も各地で起っている。

このように都市化は一方で貴重な水資源となるべき雨水を災害の原因に変え、他方でそのために減った水資源をさらにしぼり上げるといってきわめて重大な二重の環境

破壊の原因となっているのである。しかしこれはつきつめれば同じ問題の表裏に過ぎない。すなわち資源も、公害や災害の原因も実は同じ物質のあり方の違いにすぎない、ということである。アメリカでは最近「従来雨水は可能なかぎり早く流し去ってしまうべき悪と考えられて来たが、現在では浪費すべきではない貴重な資源と考えられ出した。最近雨水は“場を得ない資源の一つ”（a resource out of place）^{*}”といわれてはじめています」といっているがこれはまことに当を得た表現である。

こうした新しい考え方に立つた水系管理は今後ますます重要性をまして来るものと思われる。既に横浜市をはじめ多くの自治体では開発に対して一定の基準にしたがって遊水池を義務づけているところが多いし、建設省でもそれを受けて多目的遊水池の研究や雨水貯留施設への補助を行うような事業を発足させようとしている。

また水資源の関係では最近“中水道”の利用が盛んにいわれはじめています。中水道というのは本来上水道の中間の水質という意味から名付けられたもので水源の種類を問わないものであるが一般には汚水処理水の再利用の意味に使われていることが多い。汚水処理水の再利用は、実験段階から実用段階に入り、各水処理メーカー及び住宅公団が実用化プラントを次々と建設している。その中には国立公害研究所のように廃水を出さない完全クローズドシステムから、ビルの雑用水冷房用水を処理して便所の洗浄水に使うもの、下水処理場の水の一部を便所洗浄水等の用途に使うもの等、さまざまな方式がある。

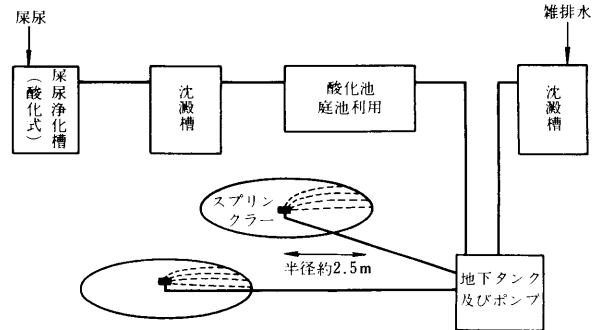
しかし、雨水の貯留にしても、下水処理水の再利用にしてもそれぞれ都市化にともなう水問題の一側面への対応のみが目的であり、その意味では個別の技術であって環境管理を目的としたものではない。

雨水の資源化

環境管理という意味からいえば雨水を川へ流出させる前に再資源化し、そのことによって流出の抑制と資源の補給を行うことがのぞましい。その意味ではかつての水田は貯留池であると同時に地下浸透のための役割もはたしていた。この機能を都市化の中で考えてゆくとすれば建設省で研究している透水性の舗装や最近関心の高まってきた地下水の人工涵養などであろう。

地下水の人工涵養には井戸を使うもの、地表面に撒水するものなどがあり、水源も雨水、下水処理水などさまざまであるが、筆者も母の住む千葉県大原町で雨水（自然

状態で全量地下浸透）の他に尿尿処理の放流水、雑排水共に芝生に撒布して好成績を得ている。ここでは家庭用の水源として井戸水を利用しているので水に関しては収支がバランスしているわけである。この場合井戸水の汚染が問題になるが、試験結果では表層から4.5cmの土壌が対照区に対して肥沃化している他は全く差がみられず、排水中の物質はほとんど完全にこの層で捕捉されていると思われる。



撒水負荷（間欠式）3.6t/m²、BOD負荷0.18g/m²
表層土壌の比較0-4.5cm

	撒水区	対照区
腐植%	2.4	1.1
塩素イオン%	0.011	0.011
％N.Hcl可溶性	0.020	0.005
NO ₂ -N (ppm)	2.0	0.6
NH ₄ -N (ppm)	0.3	0.1

それ以下の深では、ほぼ同じ。
又他の調査項目では大差なし

このように自然に近い形での雨水の資源化は当然今後更に普及するものと思われるが、もう少し高密度な都市の郊外住宅での雨水資源化一方策として屋根に降った雨水を一時タンクに貯水しそれを便所の洗浄水として利用する手法がある等である。筆者は最近建築した自宅において実験測定装置をつくり検討を行っている。

この実験の発想は次のようなものである。すなわち都市化にともなう流出と浸透のアンバランスを防ぐためには開発の前後で流出量が保存されるような制度が必要になる。これは前述のように治水上の必要性から大規模開発に関しては制度化が進みつつある。また貯留した雨水の利用についても大規模開発では実現も容易である。

道路その他の公共用地についても初めから地下浸透その他資源化用地を付帯設備と考えて用地取得をすれば可能である。しかし問題は一般の個別住宅で、これを除外したのでは効果は半減するし不公平にもなる。したがって一般の個別住宅でとくに大きな設備や複雑な管理なしに得る雨水資源化の方法を得る必要がある。そこで屋根に降った水を便所のフラッシュ水として利用することを考えたものである。屋根の水のみに限定したのは、庭の水に関しては地下水の涵養のためにも植物の生育のためにも庭は透水性をよくして地下浸透をはかった方がよいし、また水質の面からも地面に降った水は集水してもかなり汚れており（BOD10ppm程度）利用上貯水上に制約

* 「アメリカにおける都市域での雨水貯留の実状」

建設省土木研究所訳

“Practics in Detention of Urpan Stormwater Runoff” National Technical Information Service (NTIS) U.S. Department of Commerce

があるからである。

基礎調査

わが国の平均降雨量は 1818 mm / 年である。これは、 100 m^2 の屋根面積があれば 182 m^3 / 年の水源に相当する。一方住宅公団の調査によれば一般家庭の水使用量は次のようになる。すなわち、1人1日当りの使用量を 250ℓ

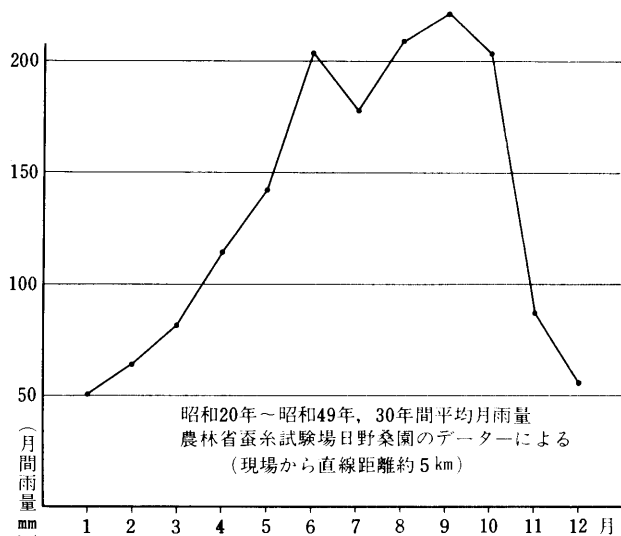
	用 途	使用率	累 計
第1類	便所、撒水、洗車、小川、池 消火用水	20%	20%
第2類	洗濯、清掃	28%	48%
第3類	風呂、手洗、プール	32%	80%

日本住宅公団調査研究季報No.51「住宅団地における中水道方式の開発研究」No.1

とすると、第1類の利用は 50ℓ となる。これは年間に 18.25 m^3 であり、4人家族としても 73 m^3 にしかならない。年間降雨量からすれば屋根面積が 100 m^2 ならば2倍以上の水源があることになる。

しかし1戸当り 100 m^2 の屋根面積というのは今日都市部では困難である。しかも日本の場合雨量は夏にかたよっており、季節的な変化が多きいからそれをすべて平均化できるだけの貯水槽を設けるとなると膨大な容量が必要になる。したがって総雨量のうちどの程度の屋根面積があれば一家族の利用がまかなえるかを検討しなければならない。

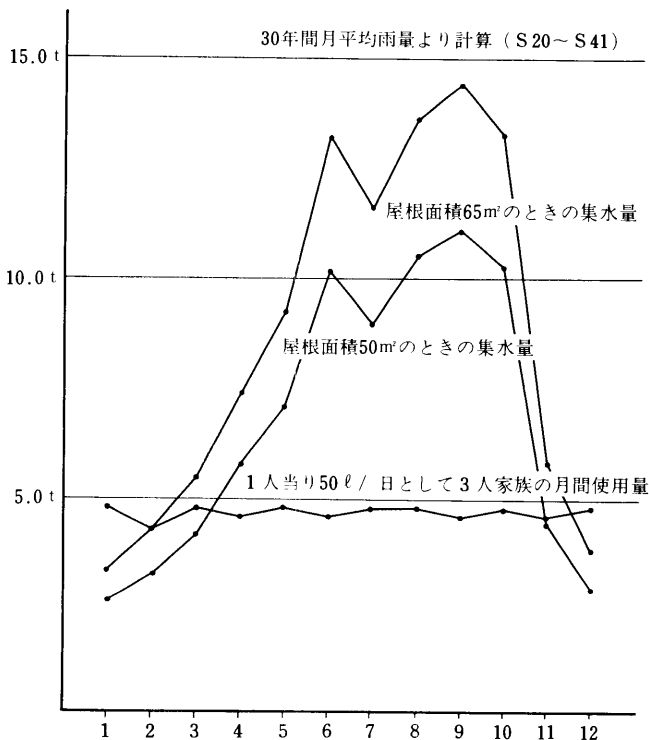
そこでまず最寄りの場所における雨量のデータをもとに毎月の平均雨量を算出し、雨量の季節の変動を推定した。



これによると1～3月及び11月～12月の冬5ヶ月の渇水期(月間雨量 100 mm 以下)と6～10月の夏5ヶ月の豊水期(月間雨量 $180 \sim 220 \text{ mm}$)の2相がはっきりと分かれ、その間に4～5月の移行期がある。河川水の場合はこの季節は雪どけで豊水期にあたるが天水のみにたよるこの施設ではそれを期待することはできない。そこで使用量は月間雨量 100 mm に対応する量以下におさえねば

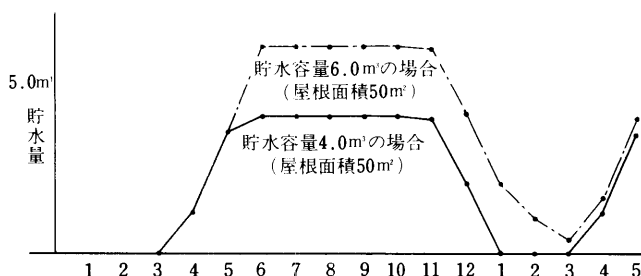
ならない。これは1人当りの面積として 15 m^2 以上なければならないことになる。

実験住宅の場合建ぺい率の関係から屋根面積は $50 \sim 60 \text{ m}^2$ 程度しかとることができないが家族数は3人なので一応可能だと考えられる。そこで家族数3人として屋根面積 50 m^2 の場合と 65 m^2 の2ケースについて各月の集水量と使用量の比較を行った。それを次図に示す。



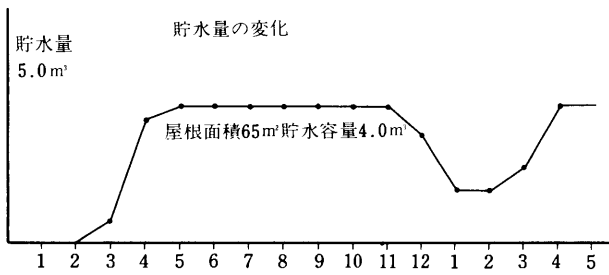
これで明かなように 50 m^2 の場合は冬期5ヶ月使用量が集水量を上まわるのに対し、 65 m^2 の場合は使用量が集水量を上まわるのは1月と12月の2ヶ月しかない。わずか30%の屋根面積の増加で運用は非常に楽になることがわかる。

これに対して貯水量の容量がどの程度の影響を及ぼすかを見るために容量 4 m^3 の場合と 6 m^3 の場合の比較を行ったのが下図である。



これによると満水状態にあるのは共に6～11月の6ヶ月間であることがわかる。すなわち豊水期と渇水期に明瞭に2分される日本の気候の下では貯水容量の増加はそれほど意味をもたないことがわかる。これに対して

屋根面積を 65 m²とした場合の貯水量の変化は下図の通りである。



すなわち、貯水容量を 50 % 増加させるよりも集水面積を 30 % 増加した場合の方が効果が大まいのである。

以上の検討の結果、集水面積はできるだけ広げて 65 m²に近づけることにし、貯水容量は 4 m³とすることにした。

尚夏場の豊水期にはかなり余裕があり満水の期間が長くなるがこのままでは流出量の調整機能がなくなるし、

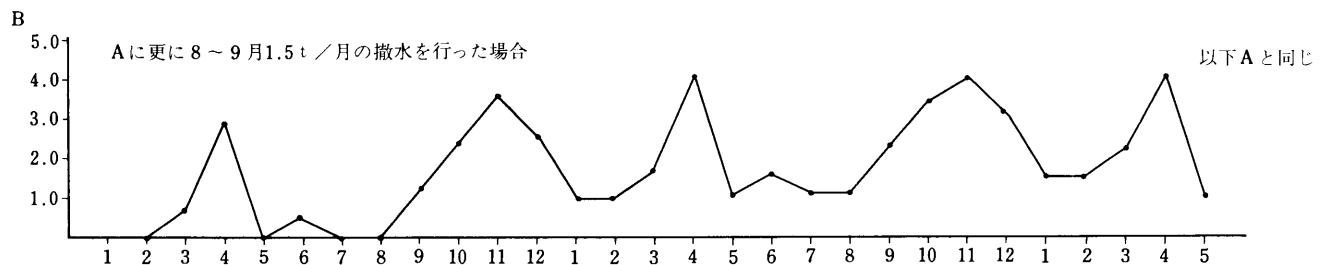
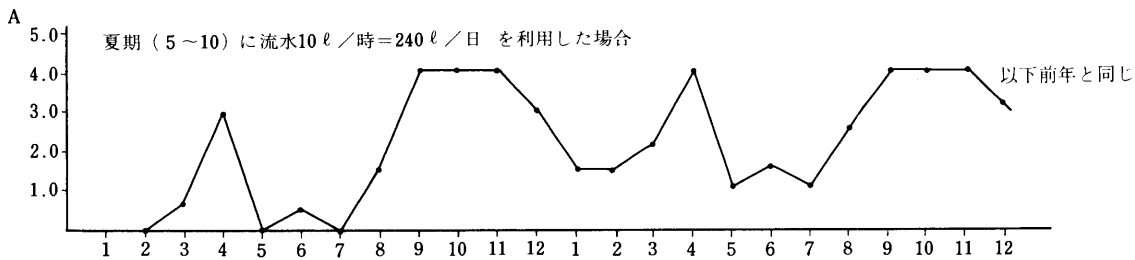
水が腐るなどの問題がでてくる。したがって夏場には流水、植木への撒水等別の利用を考える必要がある。

4 m³の貯水容量は屋根面積 65 m²のとき時間雨量 50 mm で 1 時間 14 分弱に相当する。つまり 1/4 貯水状態であれば時間雨量 50 mm の豪雨に対しても約 1 時間分の流出調整機能をもつことになる。

そこで 5 月から 10 月まで 6 ヶ月、庭に流水を流し、その補給水を 1 日 240 ℓ 程度とることになると貯水量の変化は次図 A のように推定される。それでもなお 9 ~ 10 月にはかなりのオーバーフローと満水状態が予想されるので植木への撒水を月 1.5 m³ 程度行うとした場合の貯水量の変化が B である。

勿論、これらの水利用は貯水状態や天気予報を見ながら行うべきもので機械的に行うものではないから実際はこれより更に貯水量は平均化されるものと考えられる。

しかしいずれにせよ貯水量管理はこのような多目的貯水の場合きわめて重要である。



設備の建設と概要

建設の場所は東京都国分寺市光町 1 - 26 - 28

加藤宅である。現場は国立駅の北口から約 800 m、国分寺崖線の一部を宅地造成した 1 角である。南西向きで、造成前は樺、檜、等の森林で覆われていた。崖線の下端にそって旧河道がありかつてはここに用水が流れていた。

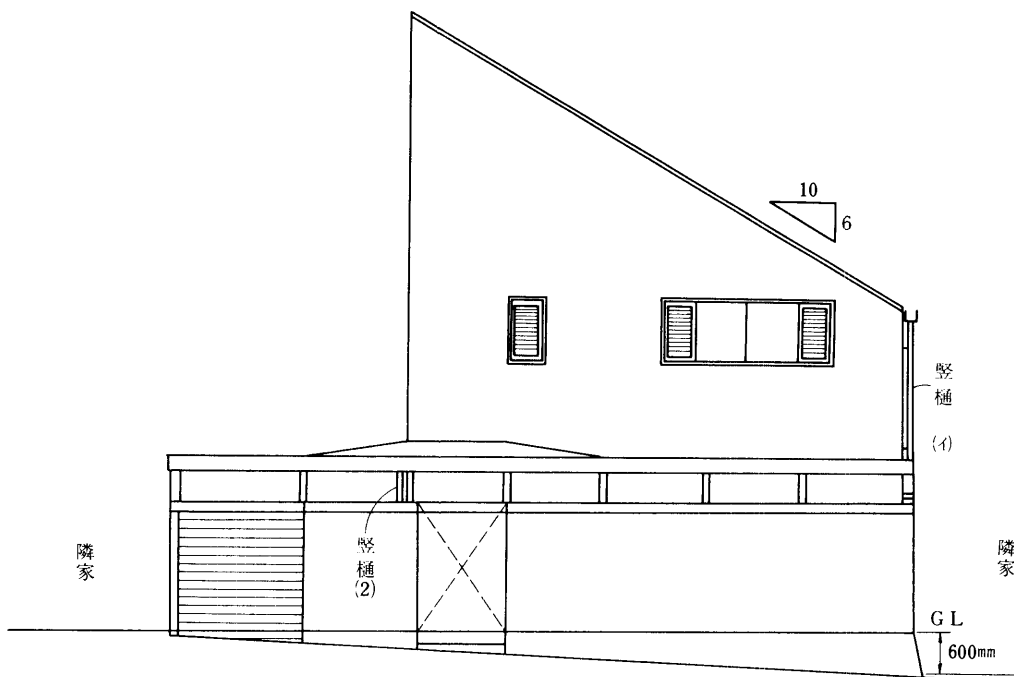
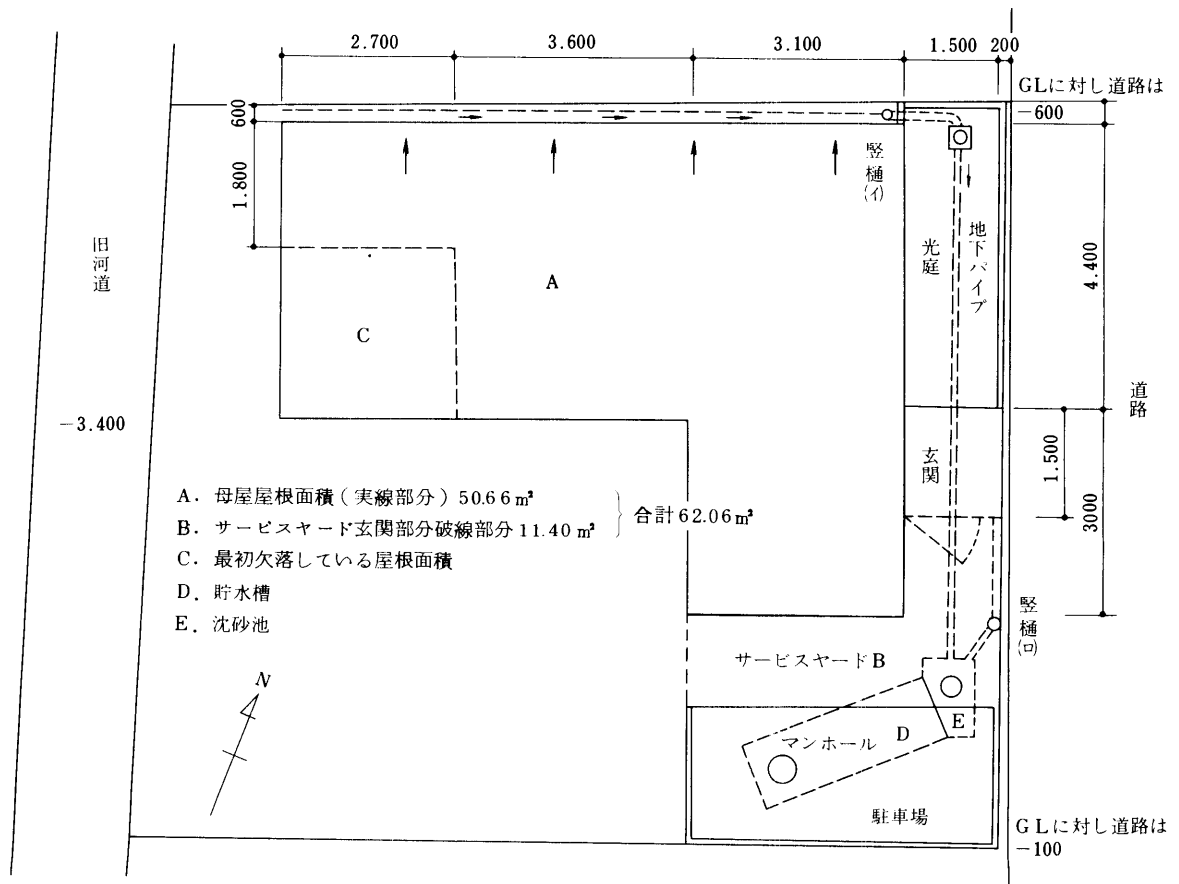
造成前は斜面に降った雨は一部は土壌に浸透し、他は用水路に流れ込んでいたものと思われる。造成後は都市下水路が埋設され、雨水はそこへ流れ込むことになっている。ところが豪雨のときはこの水路だけではさばききれず道路を流れ下って下の大通りまで流れ出し、交差点の付近は 10 ~ 15 cm の水深となる。

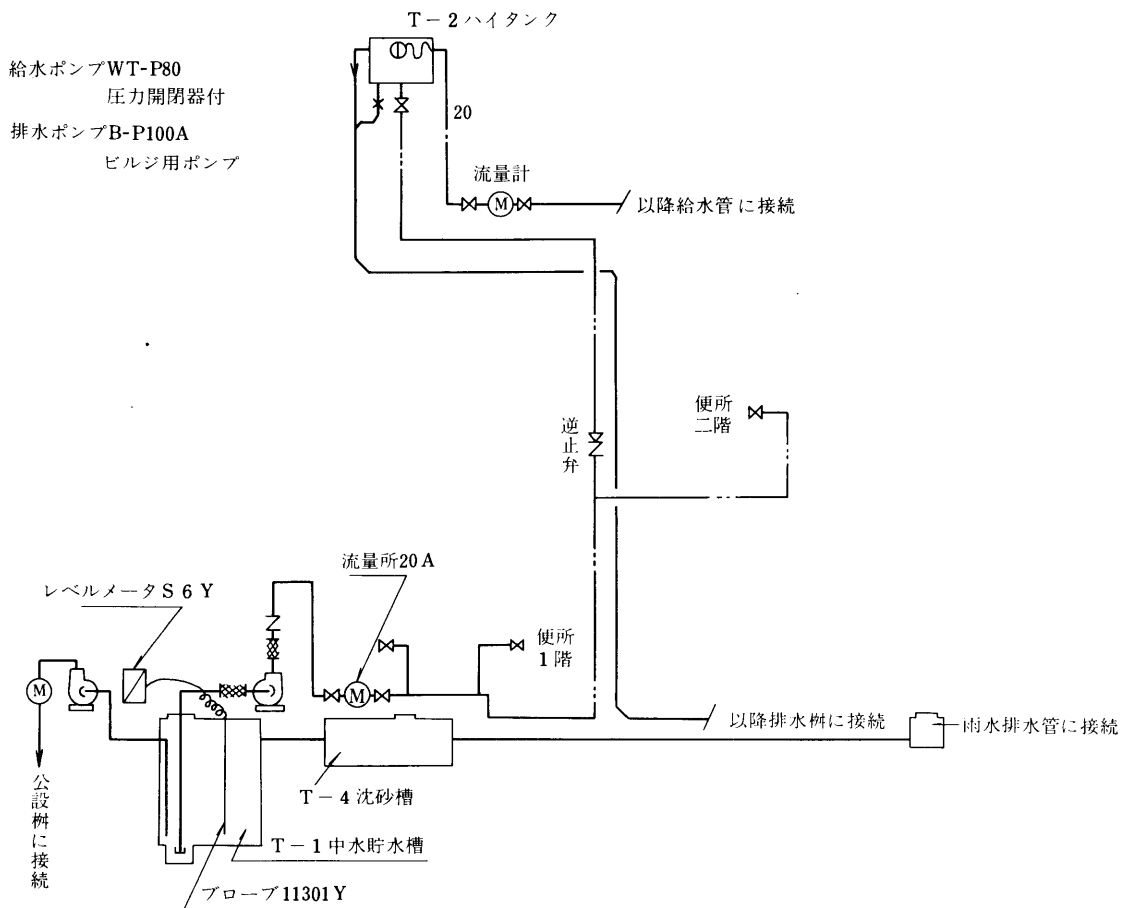
開発によってこの地区の水文環境がどのように変化し

たかについては現在調査中であるが今回の報告には直接の関係がないので省略する。

住宅の立面図及び平面図は次の通りである。

実験設備の基本的なシステムは下図の通りである。すなわち地下にコンクリート製の貯水槽を設け、井戸用のポンプで汲み上げて使う。ハイタンクは水が不足した時の水道水補給用オーバーフローのポンプは測定の必要上設けたもので本来なら必要ない。計器類も同じである。





雨水は屋根に降った水を樋で集め約 0.5 m^3 の沈砂槽を通したあと貯水槽に貯える。貯水槽の水位が最低水位を越すとポンプへの電源が通し、使用可能となる。給水用のポンプは圧力開閉器付（入 0.5 kg/cm 切 1.0 kg/cm ）で使用のたびごとに作動する。

貯水量が最低水位を割るとポンプは作動せず、その時はハイタンクを通した水道水で代替する。また貯水量が容量をオーバーすると強制オーバーフローのポンプが自動的に働いて排水を行う。

以上の雨水使用量、水道水補給量、オーバーフロー排水量のそれぞれは量水器によって測定することができる。また貯水槽の水位はレベルメータによって読みとることができる。このレベルメータは静電容量の変化を利用するタイプで隔測が可能である。

便器はTOTOの節水型サイフォンジェット型洋式便器及び密着型ロータンク（C 710 + S 710 B）を階上及び階下の2ヶ所に設置した。

建設は住宅建設と並行して行ったため意外に手間どり2月着工、6月中旬完成。最後点検後樋を接続して貯水を開始したのは7月5日であった。最終的な屋根面積は 62.06 m^2 、貯水容量は 4.2 m^3 である。

雨量データは現場から約 2 km はなれた東京都建設局北多摩北部建設事務所のものを利用させてもらうことに

した。

最初使用せず貯水状態を監視したところ、7月6日 38 mm 、7月7日 56 mm の2回の雷雨で満水となり 556 l のオーバーフローがあった。この時の集水面積は工事途中で 50.06 m^2 、通算雨量 94 mm に対する理論集水量は、 4.7 m^3 である。これで見ると貯水量 + オーバーフローが理論集水量をオーバーしているように見えるが、これは雨量の測定点と現場との距離（約 2 km ）の違いによる誤差と考えるとよく、雷雨のような雨ではほぼ全量集水し得るものと考えられる。

貯水槽の中は最初かなりの濁度がみられたが1週間ほどで沈澱し底が見え出した。採水して西原環境衛生研究所の厚意で水質検査をしてもらったところ次のような結果を得た。分析者の所見は次の通りである。

1. PH = 11.3 というのは異常に高い値である。通常雨水は弱酸性であるからこれは貯水槽のコンクリートのアクによるものと考えられる。
2. アルカリ度 = 90 の値も雨水、河川水と比較して少し高いがこれも PH と同じ原因によるものと思われる。
3. その他は上水と殆んど変わらないか又は上水よりも低い値である。

いずれにせよ便所洗浄水としての使用には良すぎる位の水質であったため、使用を開始した。最初は便器の口

分析結果報告書

No. _____

昭和 年 月 日

依頼された分析結果を下記の通り報告致します。

株式会社 西原環境衛生研究所 分析センター

検体名： N H K		依頼者名： 管理技術部		分析番号 No.F-0061	
採酌年月日	昭和 52 年 7 月 13 日	採 酌 個 所	1 雨水貯留水	2	
分析終了日	昭和 52 年 7 月 22 日		3	4	
分 析 項 目	単 位	1	2	3	4
pH	—	11.3			
透 視 度	度				
蒸 発 残 留 物	ppm	78			
溶 解 性 物 質	//				
浮 遊 性 物 質	//				
強 熱 減 量	DB%				
B O D ₅	ppm				
C O D (低)	//				
C O D (高)	//	2			
T - C O D	//				
塩 素 イ オ ン	//	4			
ア ン モ ニ ア 性 窒 素	//				
ア ル ミ ノ イ ド 窒 素	//				
総 窒 素	//				
ローヘキサン抽出物質	//				
リ ン 酸 イ オ ン	//				
有 機 酸	//				
ア ル カ リ 度	//	90			
電 導 度	$\mu\Omega/cm$	$1.0 \times 10^2 (20^\circ C)$			
濁 度	度	2.3			
硬 度	//	20			

注) DB% : 蒸発残留物中%, COB (高) : 100°C・30min, KMnO₄, COD (低) : 20°C・4h, KMnO₄

1. 分析目的

2. 分析所見

ータンクの中に多少のシルト沈澱が認められたがそれもやがてなくなり、便器の汚れは初めから全く問題がなかった。臭気もなく使用感は上水とかわらなかった。

使用量の実測

7月23日～8月14日中水の使用を中止している間上水の補給量によって毎日の使用量の実測を行った結果が次表である。総使用量は21日間で4339ℓ、1日平均211ℓである。1日の使用量は153ℓから333ℓまで大巾な変動が見られる。

7/24～8/13の使用量		最大の7月31日及び第2位の8月17日は大勢の来客があり平時の使用量ではない。そこでこの両日を除くと1日の平均201ℓとなる。
7/24 (日)	153	家族は3人とも通学及び出勤があり、とくに妻の勤務は不定期のため153ℓ～239ℓ程度の変動は不思議ではない。しかし、平均201ℓ/日は1人1日当りに換算して67ℓにもなり、当初の予定を大巾に上まわっている。この間の使用は水洗使用に限られているからこの量は予想外に大きい。
25 (月)	187	
26 (火)	160	
27 (水)	239	
28 (木)	214	
29 (金)	207	
30 (土)	201	
31 (日)	333 (来客あり)	
8/1 (月)	201	
2 (火)	198	
3 (水)	197	
4 (木)	228	
5 (金)	221	
6 (土)	229	
7 (日)	291 (来客あり)	
8 (月)	196	
9 (火)	166	
10 (水)	193	
11 (木)	226	
12 (金)	175	
13 (土)	221	
合計	4439ℓ	

この差は便器の差

とも考えられるが当住宅の便器はサイフォンジェット式の節水型であり、普通型の洗い落し式よりは多いが、サイフォン式よりも少ない。

便器の種類	水使用量 ℓ	
	普通型	節水型
洗い落し型	12	8
サイフォン型	16	12
サイフォンジェット型	20	13

洗い落し型の(小)の使用量は人によって違いが4～6ℓと推定される。サイフォン型・サイフォンジェット型は(小)

また生活形態から

資料 TOTO

いっても昼間は無人のことが多く他にくらべて使用回数がそれほど多いとも考えられない逆に考えれば67ℓというのは5回分強にしかあたらず、その程度の回数を使っても不思議ではない。

この間の全水道使用量は測定できなかったが、当家に於ける7～8月の水道使用量は45m³であり、これを1人1日当りに換算すると250ℓである。右表は日本住宅公団の施設算定基準に用いられる使用量原単位である。これによると全使用量は変らないが便所洗浄水は平均で40ℓ/人日 最大でも53ℓ/人日で比較にならない位の差がある。この原因は不明である。

貯水量及び使用量については今後長期の測定が必要である。ただその際使用量の日変化が大きいので毎日測定することはあまり意味がない。測定は月毎、及び上水から雨水、或いは雨水から上水への切り換え時の測定だけで充分と思われる。

水量用途	日平均	日最大
	風呂	50
洗濯	60	79
洗面手洗	30	40
台所	50	66
便所	40	53
掃除	10	13
散水車洗	10	13
計	250	330

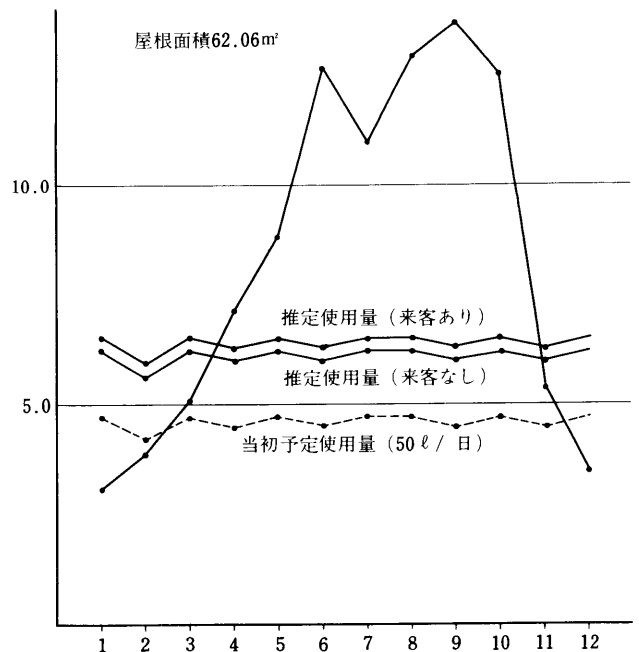
日最大の用途別使用量単位は日平均時の用途別用水の割合で配分したもの

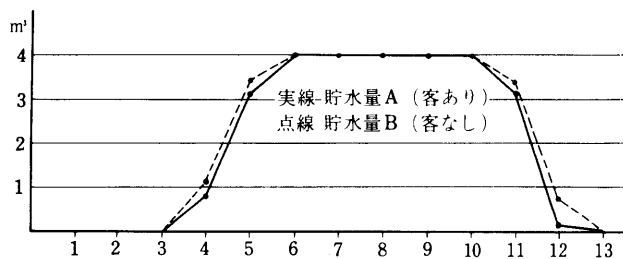
資料日本住宅公団

設計時の予備調査に対する修正と検討

使用量及び集水面積が当初の予定と変わったため実績にもとづいて修正を行った。屋根面積は62.06m²、使用量は $\frac{7}{8}$ ～ $\frac{9}{10}$ の実績から推定したものである。推定使用量は来客ありの場合と来客なしの場合と両方行った。

次図で見ると使用量がかかなり大きくなったために月間の使用量が月間雨量を越える月が5ヶ月となり運用はかなり苦しくなった。この結果、貯水量0の月が1～3月、11月の降り方次第では12月も0になる。このままでは通年の使用はまず不可能と思われる。





今後駐車場部分に屋根をかけるなど集水面積拡大をはかることを検討しなければならない。年間を通じて貯水量があることは非常用、防火用水源としても望ましいからである。

今後の計画・問題点

降雨量のうちの位が有効に利用されたかを検討するため8月14日～9月20日までの雨量及びオーバーフローを測定した。この間の雨量合計は568mm集水面積は9月11日以前が55.30㎡、12日以降62.06㎡である。したがってこの間の集水量は32.25㎡にも達する。しかし、このうちオーバーフローで流された量が21.3㎡もあり、使用量は10.95㎡に過ぎない。使用量の2倍近い水量がそのまま下水管に捨てられたことになる。今年とはくに雨が多かったにせよ、オーバーフローの量が当初の予想に比べてあまりに多い。これは平均降雨量が月平均にならしたものであるのに対し、今年のこの時期の降雨は前線の停滞による連続降雨だったためである。

月日	降雨量	オーバーフロー
8/14	8.0	
15	8.5	
16	20.5	
17	71.0	
18	71.5	
19	89.5	
21	10.0	
22	1.5	
24	1.5	
25	4.0	
26	3.5	12.233
9/8	154.0	3.048
10		(15.281)
17	1.5	
18	2.0	
19	121.0	6.044
	(台風11号)	(21.325)
計	568.0	21.325

こうした連続降雨に対しては当然流出調整機能も失われる。貯水槽満水後の雨はすべてオーバーフローになってしまうからである。これに対する対策としては、もう一つ庭の流水用のタンクを作り、貯水槽からそれへの補給とそのタンクからの放流を状況に応じて行うことである程度はたし得る。しかしこれには運用上かなりの問題があり、更に充分な検討が必要である。

またこれらの水収支の問題を短期間の測定から結論を出すことは危険であり今後季節的変動もふくめて長期の測定が必要であろう。

水利用の面に関しては6月10日～8月10日の2ヶ月間の水道使用量は前述の通り45㎡であった。この中には7月9日～7月22日の13日間をのぞいて便所洗

浄水が含まれている。その他植木への撒水、工事用水も含まれているがその量は不明である。1方8月10日～9月23日の44日間の使用量は20㎡であり、これを2ヶ月間に換算するとおおよそ27㎡となる。この間雨が多く植木への撒水、掃除等の使用量もほとんどなかった。これを考慮すると平時この時期2ヶ月間の使用量は30㎡前後と考えられる。この間の雨水使用量は約12㎡であるから全使用量のおおよそ28.5%にあたる。

これは便所洗浄水が住宅における水使用の約30%を占めることを示すとともに、雨水の利用が可能な期間、それによって28～30%の水使用量の節約が可能であることを示している。これは料金に換算したのでは月350円程度にしかならないが都市全体にとってみれば重大な意味をもつ。すなわち水道の水源及び施設はピーク供給量に左右されること。ピーク供給の時期が夏場で豊水期に当ることを考えるとこの時期における30%の節水はたす役割は大きい。

又、水質についても非常用の水源としては充分に利用可能であり災害時の準備、防火用水としての機能等もたし得るし、日常でももっと広い用途に利用し得るであろう。

オーバーフローの量を考えるとまだかなりの利用ができそうであるが、降雨の不規則性のためにその利用にはかなりの制約がある。そのために今後、貯水量の変動を測定しながら対応した新しい用途を開発することが重要である。

またそのためには集水面積、貯水容量等もさまざまな条件の下でのシミュレーションを行い、適正規模を推定する必要がある。しかしこれは基礎データさえそろえば数値実験が可能であろう。

今回は水利用の面に重点をおいて調査を行ったため流出調整機能の検討はほとんどなし得なかった。したがってこの面での測定及び調査は今後の課題である。

結論

本研究は継続中であり全面的な結論を出すことはまだできない。しかしこれまでの検討から明かとなったことを以下に列挙しておく。

1. “場を得ない資源”に場を得さしめることは環境管理の第1原則である。その意味で雨水利用の中水道は重要な意味を持つが、これまでのところ1人当たり20㎡程度の屋根面積があれば量的にも水質的にも充分実用になることがわかった。但し、通年の利用という点からは1人当たり30㎡程度の屋根面積があれば理想的である。
2. 雨水利用の中水道は、再利用水の中水道にくらべ建設コストが安く、保守管理が容易で、水質が良いという大きなメリットをもっている。反面、水源が不安定、高

密度利用ができない等のデメリットもある。したがってビルや集合住宅ではなく、郊外の1戸建住宅に適した中水道システムとすることができる。その意味から今後、技術上、制度上の検討がされるべきである。

3. 雨水利用期間中は全使用量の30%近い量を雨水によってまかなうことができる。これは利用者にとっては月額350～400円程度の節約にしかならないが都市スケールでのメリットはきわめて大きい。都市の水道施設ピーク使用量に応じて建設しなければならないからである。またこの時期は丁度豊水期で、雨水の資源量はきわめて大きい。この時期に全水道使用量の10～20%を雨水で代替することは不可能ではないが、これは今後水資源の不足に悩む大都市にとっては大きな意味をもつ。新規水源の開発への投資がますます大きくなる現在それを都市の雨水資源開発へ振りむけることは十分に検討の余地があるであろう。すなわち、これは利用者個人の経済性よりも都市の環境管理という広い立場から行うべきものであろう。

4. 本施設による流出調整機能はまだほとんど未検討である。これは今後の課題として残されている。

以上、いづれにしても、中水道という利用水一辺倒の現在の風潮をあらため、資源としての雨水の意味を再発見してゆく時代にきていることは明かである。

おわりに本研究は財団法人新住宅普及協会の研究助成により施設の建設を行ったものであり、その成果は同協会の助成に負うところ大である。ここに紙面をかりて深く感謝を表したい。また水質の分析を引き受けてくれた西原環境衛生研究所、雨量データを提供してくれた東京都北多摩北部建設事務所、農林省蚕糸試験所日野桑園及び日野市役所にも協力を感謝したい。

以上

<研究担当者>

野村 豪	東京大学工学部 助教授
加藤 迪	NHK科学産業部