駅舎トイレを対象とした雨水利用システムに関する研究

A STUDY ON THE RAINWATER USAGE SYSTEM FOR RAILWAY STATION TOILET

越川 康夫*, 村川 三郎**

Yasuo KOSHIKAWA and Saburo MURAKAWA

The execution of rainwater utilization system was examined for station toilets with the many user numbers per instrument. The following were set on the past investigation value and Tokyo JR 5 stations using opened data: Precipitation, rainwater collection plane, toilet water consumption and rainwater tank. Afterwards, the usefulness of rainwater utilization system was examined by the simulation. Though as the result, the effect of the rain water tank installation is accepted, the toilet water consumption for one day is large, the range of 136 m³ from 55 m³. Hence, it seems to be the difficulty that the space for the even one day tank is newly installed in the station premise. Moreover, by the simulation method, it was shown to be sufficiently effective for station toilets by the system with the capacity for the maximum water consumption per one hour, using the rainwater without storing that almost.

Keywords: Rainwater usage system, Toilet of railway station, Toilet users, Fixture users, Simulation

Water consumption

雨水利用システム, 駅舎トイレ, トイレ利用者, 器具使用者数, シミュレーション, 使用水量

1. 序

雨水利用に関する研究は, 雨水の水質・水量¹⁾²⁾および副次的な効果³⁾に関するものが多くみられ, これらに基づく検討事例によって, 大型建築物の大規模システムから一般住宅の小規模システムまで, 数多くの雨水利用の実施例⁴⁾が報告されている。したがって, 既に省資源的なシステムとして定着してきている観はあるものの, いまだに, 雨水利用システムの普及率は低く, 多くの建物で採用されるにはいたっていないのが現状と考える。

都市部で普及しているトイレの雨水利用システムは, 蒸留水ともいえる良質な雨水を飲用に供している離島の事例⁵⁾を考えれば, その水質レベルに応じた利用をしているとはいえないが, 大気汚染の進んでいる都会では雨水利用の適当な選択肢と考えられる。したがって, 水質面からは, 雨水利用普及の妨げになっている要因は考えにくいといえよう。一方, 水量面からみれば, 多数の人々が利用し, 便器あたりの使用頻度および洗浄水量が多大と考えられ, 雨水利用による節水効果が期待される駅舎をはじめとする交通機関建築物のトイレに雨水利用が採用された例はみられなく, 雨水の有効利用を進める上での検討課題として残されている。

そこで, 本研究は, 東京都内の東日本鉄道5駅のトイレを対象に, 雨水利用システムの基本条件となる, 収集(降水量, 雨水収集面積), 貯留(雨水貯留槽容量), 使用(トイレ使用水量)を, 既往の調査値および降水量データを用いて設定後, 各駅トイレの雨水利用をシミュレートし, その結果により, 駅舎トイレにおける雨水利用の有効性およびその問題点を水量の面から検討および考察し, 適切な雨水利

用システムの提言を行なうことを目的としている。以下では東日本鉄道を「JR」と略称する。

2. 検討対象駅の概要

表-1に検討対象5駅の概要, 表-2に各駅の調査対象トイレの器具数を示す。トイレ利用の調査法および駅の構内図は既報⁶⁾⁷⁾に示しているので省略する。調査対象のT, J駅は, 都内環状線の巨大ターミナル駅でJRの駅としては最大級の規模を有する。K駅は都内の放射線に位置し, 近くに大学と住宅地があり, 学生と日中の主婦の利用が多い。S, U駅は都内環状線に位置する。S駅は若者を対象とした店舗が多い大規模な商業地区にある。U駅はJR長距離列車の終着駅であり, 近くに美術館, 博物館, 公園等がある。

表-1 検討対象駅5駅の概要

項 目	T 駅	J 駅	K 駅	S 駅	U 駅
乗降人員 (万人/日)	101	86	25	58	48
改札口	新幹線口	2	-	-	1
	在来線口	12	8	3	4
接続線	新幹線	2	-	-	1
	JR線	8	4	1	2
	私鉄(除くJR)	-	3	1	3
	地下鉄	1	2	-	2

表-2 5駅調査対象トイレの器具数(個)

器具種類	T 駅	J 駅	K 駅	S 駅	U 駅
男子大便器	6	6	6	6	4
男子小便器	13	12	11	11	18
男子洗面器	4	4	4	3	4
女子便器	10	7	6	7	6
女子洗面器	7	8	5	3	6

* 広島大学工学部 助手

** 広島大学工学部 教授・工博

Research Assoc., Faculty of Engineering, Hiroshima Univ.
Prof., Faculty of Engineering, Hiroshima Univ., Dr. Eng.

表-3 年降水量 (mm/年)

年	東京	練馬	世田谷
1987	1088	1228	1143
1988	1516	1559	1679
1989	1936	1911	1964
1990	1512	1558	1636
1991	2042	2015	2105
1992	1621	1529	1738
1993	1872	1796	1917
1994	1146	1127	1266
1995	1220	1314	1412
1996	1333	1325	1480
平均値	1529	1536	1634

表-4 月平均降水量(1987-96年) (mm/月)

月	東京	練馬	世田谷
1	51	50	53
2	59	60	65
3	134	127	141
4	107	100	112
5	126	118	126
6	160	153	162
7	153	174	172
8	174	196	220
9	245	250	249
10	183	178	186
11	99	98	109
12	36	34	40

表-5 各曜日の日平均降水量
(1987-96年) (mm/日)

曜日	東京	練馬	世田谷
日	4.08	4.27	4.76
月	4.09	4.11	4.43
火	4.39	4.33	4.35
水	4.15	4.13	4.73
木	4.09	4.26	4.18
金	4.25	4.12	4.48
土	4.25	4.21	4.38

図-1 時間帯別時間平均降水量

3. 駅舎トイレ雨水利用システムの条件設定

上述の5駅のトイレを対象に、収集(降水量、雨水収集面積)、使用(トイレ使用水量)および貯留(雨水貯留槽容量)に関する雨水利用シミュレーションの基本条件を設定する。

3.1 降水量

雨水利用の検討に必要な降水量は、対象駅に近い観測地点の1987年から10年分の1時間ごとのデータを、気象庁監修のアメダス観測年報CDROM版より複写し結合して、後述する雨水利用シミュレーションに用いる。K駅には練馬観測点、ほかの4駅には東京観測点(千代田区)のデータを用いた。2観測点の欠測データは相互に補完したが、2観測点の同一時刻に欠測がある場合には、世田谷観測点のデータを用いて補完した。世田谷観測点のデータも同様に補完した。3観測点データの全てが欠測した時間帯はなかった。

表-3～5、図-1に3観測点の降水量の年、月、日、時の10年間の統計値を示す。表、図より、同じ都内でも降水量に差があり、周辺が商業地区の東京・練馬観測点に比べて、住宅地区である世田谷観測点の降水量が多くなっているが、3観測点の降水量の増減傾向はおおむね一致していることがわかる。

3.2 雨水収集面

駅舎において効率的な雨水収集を考えると、列車の運行および鳥の飛来により、鉄粉および鳥の糞に汚染される可能性もあるが、プラットフォームの屋根の利用は容易であると考え、プラットフォームの屋根を中心とした雨水収集を想定した。5駅のうち、J駅、U駅の対象トイレはプラットフォームより階上にあるため、トイレが所在する駅舎の屋上を雨水収集面に含めた。5駅のプラットフォームおよび駅舎の状況を図-2に示す。図中に雨水収集に利用可能と考えられるプラットフォーム屋根面を網かけし、屋上を白く表示した。番号の部分および「屋上」は、面積を読み取った箇所である。読み取った屋根面積を表-6に示す。表の「ホームNo」は、図-2の番号と同じで

図-2 検討対象駅の屋根面 ⇨ : 調査対象トイレ

あり、上から、対象トイレに近い順に示している。J駅の「5+8」のような表記は、図-2の同じ番号の屋根面を合わせてもとめたことを示す。S駅、U駅の「屋上/2」は、同じ屋根の下にトイレが2箇所あり、それぞれが別個に雨水利用する場合を想定している。

表-6 各駅のホーム・建物屋根面積 (m²)

ホームNo	T 駅	ホームNo	J 駅	ホームNo	K 駅	ホームNo	S 駅	ホームNo	U 駅
5	4311	屋上	4260	1	1867	屋上/2	7293	屋上/2	4972
6	4723	4	1589	2	2036	屋上/2	7293	屋上/2	4972
4	3645	5 + 8	3159	-	-	-	-	7 + 12	2159
3	3541	3	1395	-	-	-	-	8 + 13	2327
2	3247	6 + 9	1698	-	-	-	-	1 + 9 + 14	2635
1	2968	2	2108	-	-	-	-	2 + 10 + 15	2529
-	-	7 + 10	1568	-	-	-	-	3 + 16	1966
-	-	1	2351	-	-	-	-	4 + 17	1946
-	-	-	-	-	-	-	-	5 + 6 + 11	4127

表-6のトイレに最も近い屋根面を用いた場合の駅の収集雨水量算定値を表-7に示す。収集雨水量は、屋根面積に平均降水量を乗じてもとめた全量とした。各駅について屋根の一部を用いた簡易な算定ではあるが、最小の雨水収集面積でも、年間で2800~11100m³の雨水収集が可能と考えられ、駅は巨大な雨水収集装置になり得ることがわかる。

3.3 トイレの器具使用

トイレの便器洗浄に雨水を用いることを想定し、トイレ使用水量を算定するために、トイレ器具使用者数、1人あたり洗浄回数および洗浄1回あたり使用水量を設定する。

1) トイレの器具使用者数

既報⁶⁾に示した「ラチ内トイレ使用実態報告書：平成5年、7年」の冬季のデータを用いて、5駅の男子大便器、男子小便器、女子便器について1週間の使用者数をもとめた。各駅、各器具における欠測値は、同様な利用状況を示すと考えられる時間帯の値で補完した。火、水、木の3日間が欠測のK、S、U駅については、平日(金、月)の平均値をこの3日間に適用した。

図-3にT駅、図-4にJ駅の1週間のトイレ器具使用者数を示す。基本的に、使用者数は朝に増加し、夜に減少する傾向は、5駅とも同じであるが、個々の器具の使用傾向は若干異なっている。曜日別の傾向として、土・日曜日と平日は区別でき、平日に比べて土・日曜日では、男子小便器使用者の夕方からの増加が認められないこと、女子便器の使用者が全時間帯でやや多くなっていることがわかる。

表-7 5駅の収集雨水量算定値

項目	T 駅	J 駅	K 駅	S 駅	U 駅
適用建物屋根面積 (m ²)	4311	4260	1867	7293	4972
平均降水量 (mm/年)	1529	1529	1536	1529	1529
収集雨水量算定値 (m ³ /年)	6592	6514	2868	11151	7602

図-3 1週間のトイレ器具使用者数 (T 駅)

図-4 1週間のトイレ器具使用者数 (J 駅)

2) 器具別使用状況

既報⁶⁾⁷⁾に示した報告書の中で記述されている、トイレの器具占有状況測定の際に、並行して測定された男女の大便器ブース洗浄弁使用状況の集計ファイルを用いて、性別・駅別・器具別の占有時間、洗浄回数、状況を明らかにし、使用水量算定の条件を決定する。集計ファイルは、各駅の対象トイレにおいて、男子大便器・女子便器の占有状況調査時に記録された占有時間および洗浄弁使用記録から、各ブースごとに30分単位で占有時間別・洗浄回数別にブース使用者数を集計したものである。

(a) 洗浄弁使用回数

5駅4日間(金土日)の大便器占有時間の集計結果を、男女別に図-5に示す。トイレ利用者の少ない深夜早朝は、集計から除いた。図から、男子と女子とは分布形が大きく異なり、男子の5分以上、女子の1分以上2分未満の度数が多く、男子は大便目的、女子は小便目的の便器使用が多いと判断できる。

図-6に示す洗浄回数の分布は、男女とも同様な形状をしており、1回洗浄が60~70%と大半を占め、2回以上は少ない。「女性の洗浄回数は男性より多い」という傾向は若干みられる程度である。また図より、洗浄弁を使用しない割合(以降、無洗浄率と記す)は、男子大便器が少ないU駅を除けば、男子で約10%、女子で約7%となり、排便以外の目的で大便器ブースを使用するトイレ利用者が一定の割合で存在することがわかる。男子のU駅の回数が2回、3回以上で他の駅より多い。これは、U駅では、小便器18個に対して大便器個数4個と少ないため、大便器の利用用途がほぼ大便に限られ、小便器の混雑時に大便器を小使用として使うケースがほとんど発生しないことが原因と考えられる。なお、図-6のT駅は、男子トイレ洗浄弁使用者の集計ファイルの一部に不備があり、洗浄弁を使用しないブース使用者の割合のみを示している。

5駅4日間の集計値を用いた大便器ブース使用者の無洗浄率の時間ごとの日変化を図-7に示す。男子はU駅を除いて集計している。図より、男女とも、曜日・時間帯で変動はあるものの、ほぼ同じ範囲で変化していることがわかる。図-7で示した4日間を平均した大便器ブース使用者の無洗浄率を図-8に示す。これより、無洗浄率の平均的な経時変化の傾向を把握できる。女子は値の変動が小さい。

図-5 大便器占有時間

図-6 洗浄回数

男子は、朝の大便器使用のピーク時である8時より増加する傾向が認められ、夕方には20%に達し変動の幅が大きい。この無洗浄率の変化は、男女とも、既往の研究⁷⁾で筆者らが示したトイレ利用者数と同様な1日の変化を示している。

そこで、4日間のトイレ利用者に対する無洗浄率の経時変化を図-9に示す。図より、便器ブース使用者数が少ない女子の6時台を除けば、男女とも、無洗浄率は時間帯の影響をそれほど受けずに、ほぼ同じ範囲で1日を推移していることがわかる。これら無洗浄率の値は、トイレ利用者の一定の割合が、排便以外の目的で大便器ブースを使用していることを示しており、その割合は、男子と女子で、それぞれ平均1.2%と4.0%となる。これより、トイレの使用水量算定の際には、無洗浄率を設定し、洗浄弁の使用者のみを対象に洗浄回数などを設定することが、より正確な算定結果を得るために必要な手順といえる。

図-7 各曜日における大便器使用者の無洗浄率

図-8 大便器使用者の日平均無洗浄率

図-9 全トイレ利用者に対する大便器使用者の無洗浄率

表-8に5駅の洗浄回数の集計値を示す。値は、無洗浄率を雨水利用量算定の際に使用することを考え、洗浄弁使用の有無別に集計している。U駅の男子を除けば、無洗浄率以外は男女とも各駅は同様な値を示している。

以上の結果から、本論文では無洗浄率を考慮して、トイレの使用水量を算定するが、各駅の各時間帯の無洗浄率は、図-7の値を用いることとする。

(b) 洗浄弁の使用水量

洗浄弁の使用状況測定時に一部の駅で測定された使用水量のデータを用いて、洗浄弁の1回あたり使用水量を算定する。これらのデータは、節水型便器の性能評価を目的として、前述調査の際に測定された節水型と通常型の便器使用水量および各便器における使用人数である。表-9に通常型と節水型の大便器、表-10にJ駅の通常型小便器の測定値をそれぞれ示す。男子小便器は、1人あたり1回洗浄すると考えられるので、表-10より小便器使用水量をもとめる。また、大便器の洗浄量は、男子大便器では、通常のK駅の使用水量を測定時の洗浄回数で除してもとめ、女子便器では、男子通常型と男子節水型の比を、女子節水型の使用水量に乗じてもとめた。

以上のように設定した使用水量の算定に供する値を表-11に示す。

3.4 トイレ使用水量の算定値

上述の器具使用人数および設定値を用いて、各駅、各曜日、各時間帯について、次の4要因を乗じてトイレ使用水量を算定した。

- ① 使用人数 ② 洗浄率：1 - 無洗浄率
- ③ 1人あたり洗浄回数 ④ 1回あたり使用水量

ここで算定された時間あたりトイレ使用水量が1年間毎週同じパターンを繰り返すものとしてシミュレーションに用いる。

各時間帯における値を1週間合計し、トイレ使用水量の平均値としてもとめた結果を図-10に示す。図より、トイレ使用水量は、6時ごろから上昇し、日中に目立ったピークや大きな落ち込みもなく、23時ごろまで継続していることがわかる。

3.5 雨水貯留槽容量

シミュレーションに使用する1週間の1日の平均使用水量に相当する容量の雨水貯留槽を1日槽として5日槽までを算定した。1日の平均使用水量を表-12の上段に示す。この1日槽の容量でさえ、既設の駅舎トイレに適用するには、その大きさから、考慮を必要とする。そこで、雨水貯留槽の容量を、最小に設定する0日槽も算定に加えた。0日槽の条件では、算定の最小単位1時間の使用水量に相当する容量の雨水貯留槽が存在するものとして算定する。具体的には、0日槽の容量は、各駅トイレの1週間の1時間あたり最大使用水量であり、その容量は、T、J、K、S、U駅でそれぞれ14.5、11.7、5.2、5.3、8.9m³となる。この条件では、算定中の1時間に雨水の余剰が生じても、その余剰は0として算定を継続する。

4. 雨水利用のシミュレーション

シミュレーションは、1時間ごとの降水量を前述の10年分用いた1時間単位の算定となり、各単位で雨水収集量から雨水利用量を除いた雨水余剰量を貯留槽容量へ送り保留する計算過程を繰り返す。シミュレーションおよび算出評価指標は既報⁸⁾の内容に準じた。

表-8 洗浄回数集計値

器	項目	T駅	J駅	K駅	S駅	U駅	全体*
男	ブース使用者数 (人)	3435	4416	2015	2628	1979	9059
	洗浄弁使用者数 (人)	3131	3744	1767	2326	1969	7837
	無洗浄率 (%)	8.9	15.2	12.3	11.5	0.5	13.5
	洗浄回数 (回)	-	4414	2060	2860	2616	9334
	ブース使用者平均(回/人)	-	1.00	1.02	1.09	1.32	1.03
女	ブース使用者数 (人)	15707	9674	4744	6323	7260	43708
	洗浄弁使用者数 (人)	14946	8814	4357	6024	6885	41026
	無洗浄率 (%)	4.8	8.9	8.2	4.7	5.2	6.1
	洗浄回数 (回)	20139	11627	5851	8576	9193	55386
	ブース使用者平均(回/人)	1.28	1.20	1.23	1.36	1.27	1.27
	洗浄弁使用者平均(回/人)	1.35	1.32	1.34	1.42	1.34	1.35

(*: 男子の値はJ、K、S駅の集計)

表-9 便器形式と使用水量

項目	男子大便器			女子便器		
	K駅	S駅	U駅	K駅	S駅	U駅
便器形式	通常	節水	節水	節水	節水	節水
使用者数(人)	2015	2628	1979	3950	6329	7260
使用水量(ℓ)	40720	24045	18811	30051	50467	61490
平均使用水量(ℓ/人)	20.2	9.1	9.5	7.6	8.0	8.5

表-10 小便器使用水量

曜日	使用者数(人)	使用水量(ℓ)	平均使用水量(ℓ/人)
火	2263	10659	4.71
水	2362	11733	4.97
木	2277	11159	4.90
金	2647	14051	5.31
土	2590	12459	4.81
日	2088	10823	5.18
月	2236	11215	5.02
火*	932	4898	5.26
全体	17395	86997	5.00

(*: 測定終了日午前の集計値)

表-11 各種便器水使用設定値

	使用回数(回/人)	使用水量(ℓ/回)	使用水量(ℓ/人)
男子大便器	1.19	19.8	23.6
男子小便器	1.00	5.0	5.0
女子便器	1.35	15.8	21.3

図-10 時間帯別トイレ使用水量

表-12に算定結果の一部を示す。また、駅舎における雨水利用システムを考える上で有効といえる指標として、雨水利用量と槽雨水利用量を図-11、12に示す。

表および図より、駅舎トイレにおける雨水利用システムは、前述の雨水貯留槽0日槽においても、年間で1000～2500m³の雨水利用が可能であり、降雨時に水使用が少なく、貯めて使うことが基本となる一般家庭のシステムとはかなり異なるといえる。しかし、これらの雨水利用量を雨水代替率でみるならば、5.1～6.5%と小さく、雨水を代替水源にできる量を確保することは難しいが、この値を節水量として考えるならば有用である。また、通常のシステムで一般化している雨水貯留槽を設けるなら、雨水収集面の大きなS駅を除けば、1日分の使用水を貯める1日槽で雨水利用量を倍以上にする十分な効果が得られる。しかし、さらに増加させても、雨水収集面の増加を伴わなければ、さらなる効果は期待できないことがわかる。槽雨水利用量からは、1日槽で1m³あたり年間で40～80m³の雨水が利用可能であり、雨水貯留槽の経済的な効果は十分に期待できる。

表-12 雨水利用シミュレーション算定結果

対象トイレ所在駅	T 駅			J 駅			K 駅		S 駅		U 駅		
トイレ使用水量 (m ³ /日)	136.3			106.1			55.2		63.7		83.1		
雨水収集面 (ホ・ムNo)	5	6	4	屋上	4	5+8	1	2	屋上/2	屋上/2	屋上/2	屋上/2	7+12
＜雨水貯留槽容量 0 日槽＞													
雨水利用量 (m ³ /年)	2562	3238	3256	2197	2448	2527	1095	1378	1522	1522	1924	1981	1981
雨水代替率(節水率) (%)	5.1	6.5	6.5	5.7	6.3	6.5	5.4	6.8	6.5	6.5	6.3	6.5	6.5
雨水利用率 (%)	38.9	23.4	16.8	33.7	27.4	18.3	38.2	23.0	13.6	6.8	25.3	13.0	10.7
＜雨水貯留槽容量 1 日槽＞													
雨水利用量 (m ³ /年)	5647	8879	10220	5224	6322	7680	2412	3773	5108	6051	5143	6770	7160
雨水代替率(節水率) (%)	11.3	17.8	20.5	13.5	16.3	19.8	12.0	18.7	21.9	26.0	16.9	22.3	23.6
雨水利用率 (%)	85.7	64.3	52.7	80.2	70.7	55.8	84.1	62.9	45.8	27.1	67.7	44.5	38.7
槽雨水利用量(m ³ /m ³ ・年)	41.4	65.1	75.0	49.3	59.6	72.4	43.7	68.4	80.2	95.0	61.9	81.5	86.2

5. 駅舎トイレの雨水利用システム

シミュレーション算定結果からは、使用水量が多大な駅舎トイレでは、雨水は全面的な代替水源とはなり得ないが、雨水利用量は大きく、節水効果は期待できる。また、雨水貯留槽の設置効果は十分あると考えられるが、1日槽でさえ55～136m³必要であり、その巨大な空間を、駅舎のどこに確保するかが問題といえる。現在の駅の構造を考えるなら、プラットホームの下が雨水貯留槽の設置場所としては有望である。しかし、高さが不十分で、槽の清掃作業員が入る空間が十分確保できない懸念があるため検討を要する。このため、設備投資に対する雨水確保の有効性を考えると、駅舎トイレの雨水利用には、1時間あたり最大使用水量分の容量でほとんど雨水を貯留せずに雨水を利用するシステムで十分に効果があるといえる。

6. 結語

本論文では、器具あたり使用者数が多い、駅舎トイレを対象とした雨水利用システムの導入計画を考え、既往の調査値および公開されているデータを用い、東京都内JR 5駅について、降水量、雨水収集面、雨水貯留槽、トイレ使用水量を設定し、シミュレーションにより雨水利用システムの有用性を検討した。

その結果、雨水貯留槽設置の効果は認められるが、トイレ使用水量が1日あたり55～136m³と大きく、1日槽でもそのスペースを駅構内に新たに設置することは困難と考えられ、設備投資に対する雨水確保の有効性を考えると、駅舎トイレでは、1時間あたり最大使用水量分の容量でほとんど雨水を貯留せずに雨水を利用するシステムで十分に効果があることを示した。

謝辞

JR 駅の雨水収集面の検討に際しご協力を戴いた、(株)IRE 設計 仲川ゆり氏および研究資料の入手にご配慮戴いた(株)木村技研 常務 木村友映氏に、記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 越川康夫, 村川三郎: 収集雨水汚濁防止を目的とした初期雨水排除量の検討 雨水の水質性状と有効利用に関する研究 その1 - , 日本建築学会計画系論文報告集, No. 350, pp. 8-17, 1985. 4
- 2) 越川康夫: 雨水利用システムにおける規模算定法, 建築設備と配管工事, No. 334, Vol. 26, No. 6, 1988
- 3) 越川康夫, 村川三郎, 西田勝: 雨水利用システムにおける雨水利用効率と都市型洪水防止効果の検討, - 福岡市の戸建て住宅を事例として -, 日本建築学会計画系論文報告集, Vol. 452, pp. 37-45, 1993. 10
- 4) レインドロップス研究会編: やってみたいよう雨水利用, 北斗出版, 1994
- 5) 村川三郎, 森田大, 三輪信哉, 越川康夫: 沖縄離島における住宅の水利用環境に関する研究, - 雨水利用を中心として -, 日本建築学会計画系論文報告集, No. 368, pp. 52-61, 1986. 10
- 6) 村川三郎, 坂上恭助, 越川康夫, 仲川ゆり, 高津靖夫: 駅舎における乗降者数とトイレ利用数の検討, 駅舎トイレの器具数算定法に関する研究 その1, 日

図-11 雨水利用量

図-12 槽雨水利用量

- 本建築学会計画系論文報告集, No. 522, pp. 91-96, 1999. 8
- 7) 越川康夫, 村川三郎, 坂上恭助, 仲川ゆり, 高津靖夫: 駅舎トイレにおける器具使用とその特性の検討, 駅舎トイレの器具数算定法に関する研究 その2, 日本建築学会計画系論文報告集, No. 526, pp. 59-65, 2000. 2
 - 8) 3)に同じ

(2000年3月10日原稿受理, 2000年8月3日採用決定)