

雨水循環に関する研究（その1）

和波 一夫 嶋津 暉之*（*前分析研究部）

要 旨

低地部における雨水貯留利用の効果と既設建築物への適用の現実的可能性を知るため、江東区を例にとつて調査と試算を行った。その結果、主に次のことが明らかになった。

- (1) 東京都都市計画地理情報システムの土地・建物利用現況電子データを用いて建物屋根面積を調べたところ、江東区の全面積に占める建物屋根総面積の割合は21%であった。
- (2) 1994～2003年の雨量データを用いて、江東区的全屋根に対して50mm対応の貯留槽を設置した場合の効果を試算したところ、水洗便所等への有効利用を図ると、水道使用量を約18%削減させることが可能で、貯留槽を雨水流出抑制に限定して使用すると、流出率を約13%低減させることが可能という結果が得られた。
- (3) 6カ所のモデル地区について航空写真の画像データと現地調査により、雨水貯留槽の設置の可能性を調べた結果から江東区全域の値を推定したところ、50mm対応の貯留槽の設置が可能な屋根面積の割合は29%であった。集合住宅の場合は72%であった。
- (4) 屋上緑化の散水に雨水貯留水を利用した場合の水収支を計算したところ、50mm対応の貯留槽を設置すれば、屋上緑化率50%の場合、10カ年平均では夏期4カ月のほとんどの期間、雨水で散水をまかなうことが可能であった。

キーワード：雨水利用、雨水貯留槽、屋根雨水、流出抑制、屋上緑化

Study on rain water use and outflow control (1)

WANAMI Kazuo, SHIMAZU Teruyuki

Summary

In order to know the realistic possibility of application to the established building of rain water storage use in lowland areas in Tokyo, investigation and trial calculation were performed taking the case of Koto-ku. Consequently, the following thing mainly became clear. As a result of investigating building roof area using the land and building use present condition electronic data of the Tokyo city planning geographic information system, the rate for which it accounts to the whole surface area of Koto-ku was 21%. The possible place of installation of a rain water storage tank was investigated about six model areas by the image data of an aerial photograph and field survey. When presumed using this result, the rate of the roof area in Koto-ku which can install the storage tank was 29%.

Key word : Rain water use, Rain water storage tank, Roof rain water, Outflow control, Rooftop Greening

1 はじめに

東京都の都市部（低地・台地部）に降る雨水の量は、渇水年や豊水年などで異なるが、平均では約450万m³/日にもなり、東京都水道の一日平均給水量に相当する。東京では降雨の約2割は地下に浸透して地下水になり、約3割は蒸発散して大気に戻り、残りの約5割は地上を流れて、川や海に直接流出している¹⁾。都市に降る雨水は自地域で得られる貴重な自己水源であるので、この直接流出水を有効に利用する対策が少しずつ進められてきている。その方法の一つは、雨水の地下浸透の推進²⁾である。浸透マスや浸透トレンチなどの雨水浸透施設を設置して、雨水の地下浸透量を増やすものである。小金井市や三鷹市など、多摩地域のいくつかの市では湧水の維持・復活をはかることを主目的にして、雨水浸透施設の設定に対して積極的な取り組みがされてきている。地下に浸透した雨水の一部は、水道水源等に利用されている被圧地下水の涵養源ともなるので、この方法は雨水流出水を地下水として有効利用する手段にもなる。

もう一つは、屋根等に降った雨水を水槽に貯留して、何らかの用途に利用する方法である。両国の国技館で屋根に降った雨水を1,000m³の水槽に貯留して水洗便所などに利用^{3), 4)}していることはよく知られている。このような雨水の有効利用は雨水の流出率を小さくし、治水対策としての効果もある。

上記の二つの方法のうち、雨水の地下浸透適地はほとんど台地部に限定される。低地部の場合は、地表面近くにある不圧地下水の水位が高いため、雨水の地下浸透が困難である。そのため、低地部で雨水の有効利用を図ろうとすれば、雨水貯留利用の方を選択せざるをえない。

東京都では、「水の有効利用促進要綱」により、一定規模以上の建築物が建設される場合は、雨水の貯留利用、または雑用水の利用、雨水の地下浸透を行う施設を設置することを求めている⁵⁾。この要綱の対象はあくまで新設の建築物に限られているが、雨水の貯留利用などの効果をあげるためには、既設の建築物においても可能な限り、実施していくことが必要である。

今回、低地部である江東区を例にとり、雨水貯留利用の効果と既設建築物への適用の現実的可能性について調査と試算を行ったので、その結果を報告する。

2 方法

(1) 江東区の屋根面積の情報整理

東京都都市計画地理情報システム（平成8・9年度土地利用現況データ、建物用現況データ、地形図データ）の電子データを用いて、江東区全域について次の情報整理を行った。一戸建て住宅、住宅団地、商店、事業所等のすべての建物について屋根を抽出し、その面積を建物用途別、建物地上階数別、町丁目別に集計した。さらに、敷地内の非建蔽地も抽出して町丁目別に集計した。

(2) モデル地区の雨水水槽設置可能性の調査

航空写真の画像データを用いて、江東区内の次のモデル地区について雨水貯留槽の設置可能性の検討を行い、さらにその結果に基づいて、貯留槽の設置が現実的に可能かどうかの現地調査を実施した。モデル地区の大きさは基本的に町丁目ひとつの範囲とした。

モデル地区：高層住宅地区 2地区（南砂2丁目、辰巳1丁目）、低層住宅地区 2地区（北砂6丁目、永代2丁目）、商業地区 1地区（亀戸1丁目）、事務所地区 1地区（東陽2丁目）

(3) 雨水利用のシミュレーション

雨水の有効利用や流出抑制に雨水貯留槽を用いた場合の効果把握するため、大手町（気象庁）の1994～2003年の雨量観測データを用いて、雨水利用のシミュレーションを行った。

(4) 雨水貯留槽の貯留試験

貯留槽への雨水の回収率を把握するため、当研究所自動車排ガス実験棟の屋上に、容量200Lの貯留槽を2基設置し、屋根面積28m²の塔屋の雨水排水を貯留した。両貯留槽に水位計を取り付け、適宜、排水して降雨量との対応を調べた。降雨量は当研究所本館屋上に設置してある雨量計の観測値を用いた。

3 結果と考察

(1) 江東区の屋根面積

江東区の建物の屋根面積等について調査した結果を表1、2、3に示す。区の全面積40.4km²のうち、建物の敷地面積は18.2km²、敷地以外の道路、公園、水面等の面積は22.2km²で、敷地面積のうち、屋根面積は8.5km²であった。全面積に対する割合は敷地面積が45%、敷地以外の面積が55%、建物の屋根面積が21%であった。屋根総面積の建物用途別の内訳をみ

ると、独立住宅が14%、集合住宅が16%、商業用(住居併用を含む)が11%、工場用(住居併用を含む)が13%、倉庫運輸関係が25%、事務所等のその他の建物が18%であった。建物階数別の内訳をみると、1～3階の建物が69%を占めていた。

倉庫運輸関係の用途別土地利用比率が区部全体では5.1%、倉庫運輸関係が比較的多い大田区でも10.9%であるのに対して、江東区では24.5%⁶⁾であり、屋根面積比率、土地利用比率で倉庫運輸関係が全体の1/4も占めるのは、江東区の特徴である。

表1 江東区の面積と構成比率

		面積 m ²	構成比率	
全面積(丁目面積)		40,379,458	100%	
内訳	敷地面積	18,212,393	45%	
	内訳	非建築部	9,674,644	24%
		屋根面積	8,537,749	21%
	道路・公園・水面等	22,167,065	55%	

表2 建物種別の屋根面積

		屋根面積 m ²	構成比率
住宅	独立住宅	1,171,362	13.7%
	集合住宅	1,400,368	16.4%
商業用建物	専用商業施設	289,631	3.4%
	住商併用建物	627,258	7.3%
工場用建物	専用工場	860,331	10.1%
	住居併用工場	283,271	3.3%
その他の建物(倉庫運輸関係を除く)	事務所建築物	787,685	9.2%
	教育文化施設	420,862	4.9%
	官公庁施設	101,987	1.2%
	厚生医療施設	72,341	0.8%
	宿泊・遊興施設	36,365	0.4%
	スポーツ・興行施設	106,849	1.3%
倉庫運輸関係施設	2,116,075	24.8%	25%
供給処理施設	263,365	3.1%	3%
合計	8,537,749	100.0%	100%

表3 建物階数別の屋根面積

	屋根面積 m ²	構成比率
1階	2,025,517	24%
2階	2,800,342	33%
3階	1,045,221	12%
4階	675,267	8%
5階	682,064	8%
6階	248,301	3%
7階	186,964	2%
8階	186,929	2%
9階	121,331	1%
10階	94,547	1%
11階	125,449	1%
12階	49,691	1%
13階	30,909	0%
14階以上	275,576	3%
合計	8,548,109	100%

(2) 全建物に雨水貯留槽を設置した場合の効果

上述のとおり、江東区の建物の屋根面積は全面積の

約2割であるが、仮にすべての建物に雨水貯留槽を設置した場合に、どの程度の雨水を利用できるのかを知るため、雨水貯留槽の大きさを変えて、雨水利用のシミュレーションを行った。

江東区全体の結果を示す前に、その予備的計算として、平均的な住宅について試算した結果を示す。江東区における一世帯当たり世帯人員は2.1人⁶⁾、住宅の平均屋根面積は一世帯あたり20m²程度であるので、平均的な住宅として、屋根面積20m²の2人家族の住宅を想定する。この場合、貯留雨水を水洗便所に使用するとすれば、雨水の一日必要量は100L程度である。この条件で、1994～2003年の10カ年の毎日の雨量データを用いて、雨水貯留槽の毎日の水収支を計算し、年間の雨水充足率(雨水利用可能量/雨水必要量)を求めた結果を図1に示す。この場合の雨水必要量は閏年でなければ、36.5m³である。この計算では自動車排ガス実験棟屋上で行った雨水貯留槽の貯留試験結果に基づき、雨水貯留槽への雨水回収率を90%とした。

雨水充足率は、当然のことながら、降水量によって左右され、雨が少ない最小年に対して雨が最多最大年はその1.3～1.5倍になるが、2倍になるほどの差はない。10カ年の平均をみると、雨水貯留槽の大きさが①0.2m³の場合、年間の雨水充足率38%、②1m³の場合が60%、③4m³まで大きくすると、74%である。なお、天水尊⁷⁾といわれる住宅用貯留槽を用いる場合は、その容量が約0.2m³であるから、①のケースに相当する。

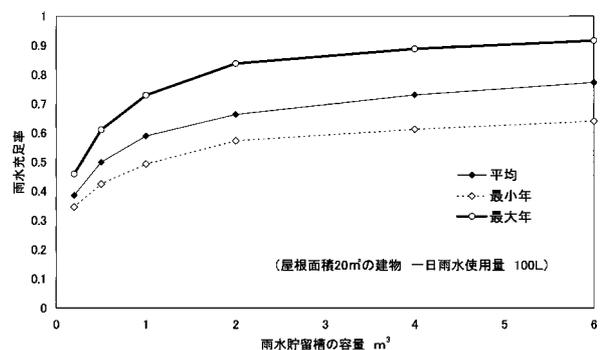


図1 雨水貯留槽の容量と雨水充足率(1994～2003年)

屋根面積あたりの雨水必要量が上記の平均的な住宅と同じであるとして、江東区全体の雨水利用可能量を計算した結果を図2に示す。ここでは貯留槽の容量を単位屋根面積あたりで示すことにし、容量を屋根面積

で割った値をmmで表すことにする。その値が10mmであれば、10mmの降雨で満杯なることを意味する。例えば、新国技館の場合は屋根面積8,400m²、貯留槽容量1,000m³であるから、貯留槽の容量をmmで表示すると、約120mmとなる。同様に住宅の屋根面積20m²、貯留槽容積0.2m³の場合は10mmとなる。各建物における単位屋根面積あたりの貯留槽の容量が10mmの場合（平均的な住宅の①のケースと同じ）は10ヵ年平均の年間雨水利用可能量が約600万m³、50mmの場合（②と同じ）は約920万m³、200mmの場合（③と同じ）は約1,140万m³である。一方、江東区全体の水道使用量⁸⁾は年間で約5,000万m³であるから、上記三つのケースはそれぞれ、水道使用量の12%、18%、23%を削減する効果があることになる。

次に、雨水貯留槽を雨水利用には使わずに、雨水の流出抑制に使用した場合についても計算を行ってみた。この場合は降雨があれば、その翌日までに貯留槽を空にしておくという前提をおいて、10ヵ年の毎日の雨量データを使って、雨水の貯留で流出をどの程度抑制できるかを試算した。なお、この計算では、江東区全体の雨水浸透率を33%とした。これは、敷地内の非建蔽地および公園等の面積割合である。

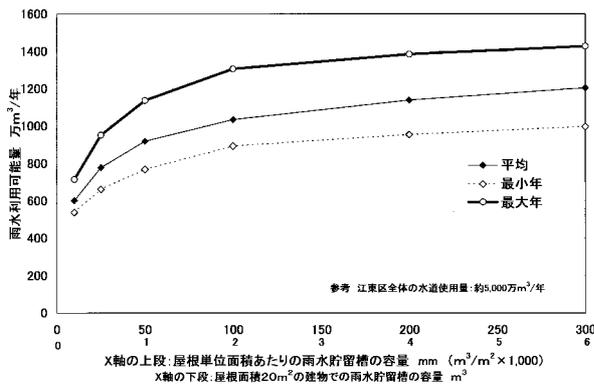


図2 雨水貯留槽の容量と江東区全体の雨水利用可能量（1994～2003年）

流出抑制の計算結果を図3に示す。雨水貯留槽を設置しない場合の流出率が60%であるのに対して、①単位屋根面積あたりの容量が10mmの貯留槽を各建物に設置した場合は流出率が56%、②50mmの場合は47%、③200mmの場合は43%に低下した。上記の雨水利用の場合は、貯留槽の容量が①のケースでもそれなりの効果があるが、一方、流出抑制の場合は、②のケースまで容量を大きくしないと、十分な効果が現れ

ない。

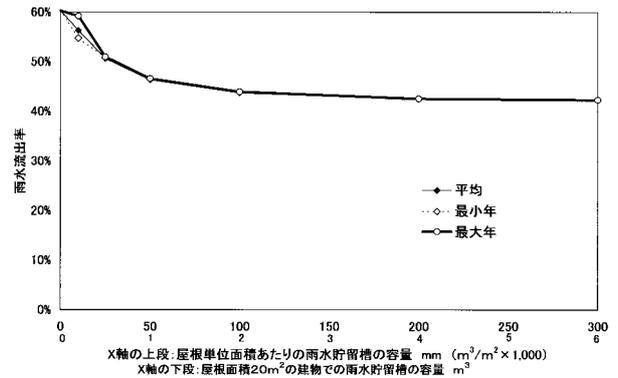


図3 雨水貯留槽の容量と江東区全体の雨水流出率（1994～2003年）

(3) 雨水貯留槽の設置可能性の調査結果

上記の計算はあくまで江東区の全建物に雨水貯留槽を設置した場合であるが、その実現の可能性を知るためには、貯留槽を設置する場所が各建物の敷地内にあるかどうかを検討する必要がある。そこで、江東区内で6つのモデル地区（高層住宅地区 2地区、低層住宅地区 2地区、商業地区 1地区、事務所地区 1地区）を選定し、それぞれの地区について航空画像写真と現地調査により、雨水貯留槽設置の可能性を調べた。

この調査においては、雨水利用および流出抑制のどちらに使用しても有効な大きさが必要と考え、雨水貯留槽の容量を50mm対応以上とし、次の3段階を設定した。なお、雨水貯留槽は矩形、その高さは屋根面積100m²以上の場合は4m、100m²未満は2mとし、矩形の一辺が0.5m未満は0.5mとした。

- i. 50mm対応、ii. 100mm対応、iii. 200mm対応

たとえば、屋根面積20m²の住宅で50mm対応の場合は、雨水貯留槽の寸法は0.7m×0.7m×高さ2mとなる。この貯留槽は市販されている天水尊型の雨水貯留槽（0.55mφ×高さ1m）と比べると、設置面積が一回り大きい。

雨水貯留槽が設置可能か否かは次の4点から検討した。

- ア. 敷地内に適合場所がある。
- イ. 他の目的で使用されているが、部分的に割愛可能な場所がある（広い駐車場等）。
- ウ. 占有物はあるが競合しないで設置できる（広い植栽柵の中、構造物に付設等）。

表4 モデル地区の雨水貯留タンク設置可能性の調査結果

	建物棟数	雨水貯留槽設置可能建物棟数			合計屋根面積 ㎡	雨水貯留槽設置可能屋根面積 ㎡			
		50mm対応	100mm対応	200mm対応		50mm対応	100mm対応	200mm対応	
高層住宅地区	南砂2丁目	52	34	26	23	35,317	21,632	7,805	6,330
高層住宅地区	辰巳1丁目	120	118	69	37	36,231	36,203	18,863	9,833
低層住宅地区	北砂6丁目	531	49	27	12	21,068	2,547	1,092	447
低層住宅地区	永代2丁目	317	31	18	11	19,146	2,188	1,266	805
商業地区	亀戸6丁目	233	22	18	16	26,903	2,405	2,164	1,987
事務所地区	東陽2丁目	41	8	5	3	25,982	8,821	4,382	1,910

		雨水貯留槽設置可能建物棟数の比率			雨水貯留槽設置可能屋根面積の比率		
		50mm対応	100mm対応	200mm対応	50mm対応	100mm対応	200mm対応
高層住宅地区	南砂2丁目	65%	50%	44%	61%	22%	18%
高層住宅地区	辰巳1丁目	98%	58%	31%	100%	52%	27%
低層住宅地区	北砂6丁目	9%	5%	2%	12%	5%	2%
低層住宅地区	永代2丁目	10%	6%	3%	11%	7%	4%
商業地区	亀戸6丁目	9%	8%	7%	9%	8%	7%
事務所地区	東陽2丁目	20%	12%	7%	34%	17%	7%

表5 50mm対応雨水貯留タンクの設置が可能な理由および困難な理由（数字は建物棟数を示す）

		高層住宅地区	高層住宅地区	低層住宅地区	低層住宅地区	商業地区	事務所地区
		南砂2丁目	辰巳1丁目	北砂6丁目	永代2丁目	亀戸6丁目	東陽2丁目
設置が可能な理由	ア. 敷地内に適合場所がある(以下の項目を除く)。	29	61	47	24	19	2
	イ. 他の目的で使用されているが、部分的に割愛可能(広い駐車場等)。	1	57	0	1	2	6
	ウ. 占有物はあるが競合しないで設置できる(広い植栽樹の中、構造物に付設等)。	4	0	1	0	0	0
	エ. 建物内に設置できる(階段下・エントランス・屋内駐車場)。	0	0	1	6	1	0
	小計(設置可能な建物棟数)	34	118	49	31	22	8
設置が困難な理由	ア. 場所がない(敷地・建物内ともに)。	11	0	380	221	167	22
	イ. 他の目的で使用(駐車・作業場・通路・砂場・運動場等)。	7	2	90	52	35	10
	ウ. 占有物がある(植栽・構造物・人孔等)。	0	0	12	13	8	1
	エ. 景観を損なう。	0	0	0	0	1	0
	小計(設置困難な建物棟数)	18	2	482	286	211	33
合計(調査対象の建物棟数)		52	120	531	317	233	41

エ. 建物内に設置できる(階段下・エントランス・屋内駐車場)。

設置の可能性を調査した結果を表4に示す。ただし、これらはいくまで調査員が建物の外観から判断したものである。6地区のうち、高層住宅地区2カ所では、50mm対応の雨水貯留槽が設置可能な建物の屋根面積割合はそれぞれ、61%、100%であり、かなり高い値が得られた。一方、低層住宅地区2カ所の場合は設置可能な割合はそれぞれ12%、11%であり、低い値

であった。また、商業地区および事務所地区の場合はそれぞれ、9%、34%であり、商業地区は低層住宅地区とほぼ同じ値、事務所地区は高層住宅地区と低層住宅地区の中間の値であった。

設置が可能または困難と判断された理由を建物棟数で整理した結果を表5に示す。設置困難なケースは、場所がないか、または場所はあっても、他の目的(駐車・作業場・通路・砂場・運動場等)で使用中等であったり、或いは植栽・構造物・人孔等の占有物がある場

合であった。

(4) 江東区全体の雨水貯留槽の設置可能性

上記の6モデル地区の調査対象を建物用途で分けて、各用途の建物の屋根面積を集計し、建物用途ごとに50mm対応雨水貯留槽の設置可能率（屋根面積の割合）を求めた結果を表6に示す。同表において調査対象数が少なく、代表性のある数字が得られなかった用途を除くと、設置可能率が最も高いのは、集合住宅72%で、その次は教育文化施設53%、厚生医療施設33%、事務所用建築物31%、専用商業施設31%という順序であった。独立住宅、住商併用建物、住居併用工場はそれぞれ11%、5%、11%にとどまった。

この建物用途ごとの設置可能率を使って、江東区全体の50mm対応雨水貯留槽の設置可能率を試算した結果を表7に示す。なお、表6のスポーツ・興行施設は調査対象が1施設しかなく、その調査結果には代表性がないが、全体に占める割合がわずかであるので、同表の値をそのまま使用した。

江東区における50mm対応雨水貯留槽の設置可能面積の合計は約246万m²で、全屋根面積約854万m²の29%、すなわち約3割であった。

(2)のシミュレーションの数字を使うと、江東区の建物の29%（屋根面積の割合）に50mm対応雨水貯留槽を設置し、雨水の有効利用を図れば、年間で270万m³の雨水を利用することができる。これは、江東区全体の水道使用量の約5%にあたる。また、この50mm対応雨水貯留槽を雨水流出抑制に限定して使用すれば、雨水貯留槽がない場合の流出率60%を56%に引き下げることができる。

表6 モデル地区の建物用途別の集計

		モデル地区の調査対象棟数	モデル地区の50mm対応雨水貯留タンクの設置可能率
住宅	独立住宅	611	11%
	集合住宅	233	72%
商業用建物	専用商業施設	20	31%
	住商併用建物	232	5%
工場用建物	専用工場	9	27%
	住居併用工場	39	11%
その他の建物(倉庫運輸関係を除く)	事務所建築物	66	31%
	教育文化施設	37	53%
	官公庁施設	4	23%
	厚生医療施設	12	33%
	宿泊・遊興施設	4	0%
	スポーツ・興行施設	1	0%
倉庫運輸関係施設		21	7%
供給処理施設		5	100%
合計			

表7 江東区全域についての雨水貯水タンク設置可能性の試算

		屋根面積 m ²	モデル地区の50mm対応雨水貯留タンクの設置可能率	設置可能屋根面積 m ²
住宅	独立住宅	1,171,362	11%	133314
	集合住宅	1,400,368	72%	1014826
商業用建物	専用商業施設	289,631	31%	88374
	住商併用建物	627,258	5%	28469
工場用建物	専用工場	860,331	27%	236008
	住居併用工場	283,271	11%	30155
その他の建物(倉庫運輸関係を除く)	事務所建築物	787,685	31%	246281
	教育文化施設	420,862	53%	221162
	官公庁施設	101,987	23%	23791
	厚生医療施設	72,341	33%	23751
	宿泊・遊興施設	36,365	0%	0
	スポーツ・興行施設	106,849	0%	0
倉庫運輸関係施設		2,116,075	7%	152697
供給処理施設		263,365	100%	263365
合計		8,537,749	---	2,462,193
雨水貯留タンクの設置可能率			29%	

(5) 屋上緑化への雨水利用の可能性

雨水貯留槽の用途としては、①雨水を水洗便所用水や冷却塔補給水などに利用する、②水槽の全部または一部を常時は空にして流出抑制に使用することのほか、③屋上緑化の散水の水源として使うことが考えられる。屋上緑化がヒートアイランド対策として有効に機能するために、散水を間断なく行って蒸発散を促し、顕熱を潜熱に変えることが必要である。しかし、この散水の全部に水道水を使うと、大量の水道水が必要になってしまう。この対策として屋根雨水を貯留して屋上緑化の散水に使うことが考えられる。

そこで、(2)と同様に、大手町（気象庁）の気象観測データを用いて、屋上緑化の散水のシミュレーションを行い、雨水貯留槽の容量と散水利用可能日数との関係を調べた。屋上緑化の散水必要量は、Thorntwhaiteの式⁹⁾により月平均気温から求めた可能蒸発散量と同量とした。屋根面積の屋上緑化率は50%とした。

ヒートアイランドが特に問題になる夏期4ヵ月（6～9月）について散水利用可能日数と貯留槽容量との関係をまとめた結果を図4に示す。屋上緑化の場合は、50mm対応の貯留槽であれば、10ヵ年平均では全日数122日のうち、117日間は貯留雨水で散水をまかなうことができる。ただし、最小年（渇水年）は96日まで低下する。また、10mm対応の貯留槽の場合は、利用可能日数は10ヵ年平均で84日である。

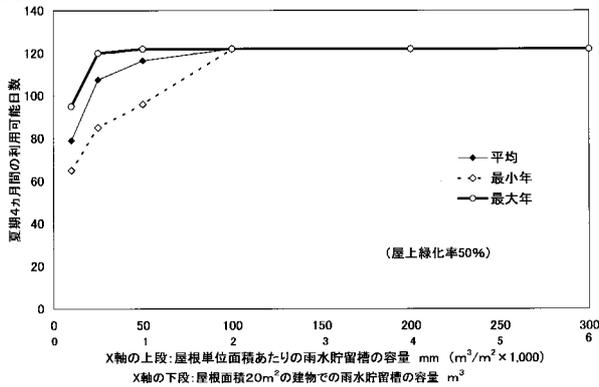


図4 雨水貯留槽の容量と夏期4ヵ月の利用可能日数 (1994～2003年)

4 おわりに

低地部の場合、雨水の地下浸透が困難であるので、雨水の有効利用を図ろうとすれば、雨水の貯留利用を進めることが必要である。江東区を例にとり、雨水貯留利用の効果を試算したところ、建物の全屋根に対して雨水貯留槽を設置して雨水を水洗便所等に利用すれば、水道使用量を約2割削減できることが可能であった。しかし、既設の建物に雨水貯留槽を設置できるか否かについて調査を行ったところ、江東区全体の設置可能率は全平均では29%であった。集合住宅では72%の値が得られたが、独立住宅では11%にとどまった。今回の調査では貯留槽の最小規模を50mm対応型としたが、これを天水尊型水槽（10mm対応）に縮小しても、設置面積は一回り小さくなるだけであるから、設置可能率はあまり変わらないと考えられる。この点で、独立住宅など、設置可能率が低い建物については、公園等の地下に雨水貯留槽を設置して対応するなど、別の方法を考える必要がある。しかし、少なくとも、集合住宅などは、雨水貯留槽の設置可能率が高いから、今後はそれらについて雨水貯留利用の検討を進める必要があると考えられる。

引用文献

- 1) 東京都公害局：地下水収支調査報告書, 1980年3月.
- 2) 東京都環境局：東京都雨水浸透指針解説, 2001年3月.
- 3) 東京都墨田区：一粒の雨をオワシスに, 1989年8月.
- 4) 村瀬 誠：環境シグナル, 北斗出版, 1996年4月.

- 5) 東京都都市計画局：水の有効利用促進要綱, 2003年7月.
- 6) 東京都総務局：第54回東京都統計年鑑, 2004年3月.
- 7) グループ・レインドロップス編著：やってみよう雨水利用, 北斗出版, 1994年8月.
- 8) 東京都水道局：平成14年度事業年報, 2004年10月.
- 9) C.W. Thornthwaite :
Geograph.Rev.,21,1931,631-655.