

19.「都市の節水対策と雨水利用ポテンシャル評価」 — 東京都墨田区を例として —

末信 和也^{1*}

¹東京理科大学（〒162-8601東京都新宿区神楽坂1-3）

* E-mail: m508045@shibaura-it.ac.jp

この研究は雨水の雑用水利用に注目し、雨水利用を推進した際のポテンシャルを評価することで、東京の抱える水需要や都市型災害などの問題解決の糸口を探るのが目的である。

雨水利用はさまざまなマーケットへ進出できる可能性を持っている。そのためシンポジウムなどにおいて設計基準、取り組み事例の検証などの研究が進んでいる。本研究のポテンシャル評価においても、導入件数の増加傾向や特定の建築物を例に個別のコストパフォーマンスを検証したといった研究例がある。その中で、本研究は特定の地域を選定し、雨水利用の導入可能な建築物の視点から雨水利用のポテンシャルを検証した点において意義深いものといえる。

Key Words : Water-saving Measure, Potential, Rain Water Harvesting (RWH)

1. 背景・目的

東京都においては、1973年まで水需要の増加が見られたが、各種節水施策等の努力によってある程度の水需要の安定化に成功している。しかし、生活水準の向上、求める水質の向上などにより依然として十分な水の供給は困難である。また無用な開発や公共投資の削減が望まれる昨今、ダムの増設などの大規模な水源の確保は難しい。そのため、節水や漏水対策などの限りある地域の水資源を最大限利用することが必要である。この研究は雑用水の一環である雨水利用に注目し、雨水利用を推進した際のポテンシャルを評価することで、上記の問題解決の糸口を探るのが目的である。

(1)雨水利用とは

主に屋根などから雨水を収集し、貯蓄した雨水を必ずしも飲料水と同等の水質を必要としない用途に利用することである。下水道への雨水の流入を減らすことで処理場の負担を減らし、水災害の危険を減らすと共に水資源の利用を安定させることが出来る。

高い水質を必要としない用水のことを雑用水といい、水源としては雨水のほかに家庭などから出る排水に簡単な浄化処理を施したものを再利用する再生水がある。

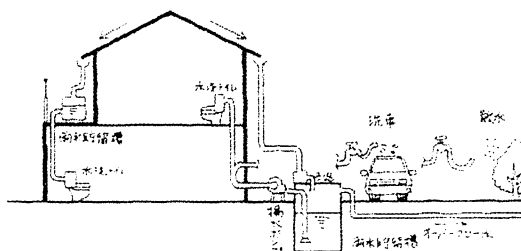


図-1 雨水利用システム図

2. 研究の方法

- ①東京都における節水対策の導入効果
- ②墨田区における雨水利用の現状分析
 - ②-1 雨水利用の経緯
 - ②-2 助成制度及び対象建築物
 - ②-3 雨水利用の技術
 - ②-4 雨水利用の実績評価
- ③雨水利用のポテンシャル評価

ポテンシャル1	既存施設(建物面積500㎡以上)
ポテンシャル2	再開発、共同建て替えにより新たに500㎡以上となった施設
ポテンシャル3	普及によって増加した共同雨水利用施設(路地尊)

3. 東京都における節水施策の導入効果

(1)水供給能力、配水量の経年変化

図2より、一人当たりの平均配水量は1978年をピークにゆっくりと減少している。1978年の水の消費量428（ℓ/人/日）。2007年は347（ℓ/人/日）。
よって、東京都の1978年から2007年にかけての水消費量の減少量は81.3（ℓ/人/日）となる。また生活水準向上による増加量66.8（ℓ/人/日）も忘れてはならない。

(2)節水施策効果

(1)より、合計148.1（ℓ/人/日）もの節水を実現した減少要因の内訳を考える。節水施策の効果を知るため、水道局やメーカー、NPOに対して調査を行った。
結果、(1)で述べた配水量の削減につながったわけだが、その内訳をみると漏水対策など供給者側の対策がその多くを占めている。現在、東京ではほぼすべての家庭に各種メーターの設置に成功し、漏水も0%に近いレベルで実現されている。そのためこれからは節水施策は雑用水利用など需要者側の対策をより充実していくべきである。

＜減少要因（ℓ/日/人）＞（合計 148.1ℓ）
《需要者側の節水施策》（小計 73.1ℓ）
①節水機器の普及（節水型水洗トイレの導入で 5.7～8.4ℓ、節水型全自動洗濯機の導入で 20.4ℓ）
②雑用水利用（再生水で 6.7ℓ、雨水で 0.03ℓ）
④口利用料金規制（工場配水の減少分 8ℓ）
⑤環境意識の向上による節水 29.3～32.0ℓ
《供給者側の節水施策》（小計 75ℓ）
③漏水防止事業 75ℓ

4. 墨田区における雨水利用の現状分析

(1)雨水利用の経緯

東京都における雑用水利用の経緯

「水の有効利用促進要綱」に基づき、都内で一定規模以上の建築物又は開発事業を計画されている事業者、雑用水利用・雨水利用・雨水浸透など、水の有効利用と雨水浸透への協力をお願いしている。

表 - 1 水の有効利用促進要綱の対象

水の有効利用促進要綱(努めるものとする)	
雑用水の利用方式	対象建築物の規模
雨水利用方式	延べ床面積が10,000㎡以上の建築物
広域循環方式	延べ床面積が10,000㎡以上の建築物又は下水道局が定める基準に該当する建築物
地区循環方式	延べ床面積が30,000㎡以上の建築物又は雑用水量(計画可能水量)が一日あたり100㎡以上である建築物
個別循環方式	同上
工業用水利用方式	延べ床面積が10,000㎡以上の建築物又は下水道局が定める基準に該当する建築物

しかしながら、墨田区など一部の地域を除き雨水利用の導入は遅れている。特に計上面において墨田区は東京都におけるほかの地域に対して抜kindでた実績を持つため、本研究においては墨田区の事例を中心に雨水利用について述べたい。

墨田区では、現在都内で1,000を超えるビルに雨水利用が導入されている。東京都内でも特に雨水利用に積極的な地域で、これまでの取り組みにおいてもその姿勢が見て取れる。その結果、2000年に国際環境自治体協議会の「国際自治体環境賞」を受賞するなど世界でも高い評価を受けている。

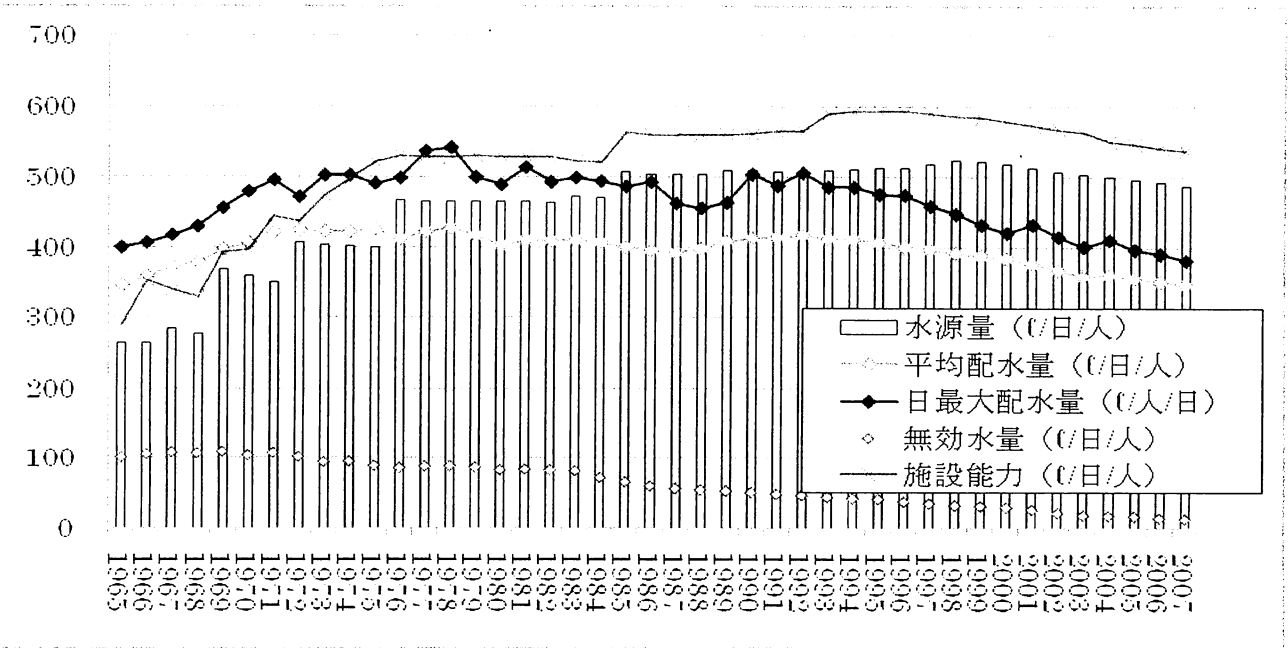


図 - 2 東京都の水源量、施設能力、配水量の経年変化（一人当たり）

(2)助成制度及び対象建築物

タイプ分類

墨田区では、助成金制度を初めとして雨水利用をタンク容量の規模ごとに三つに分類している。

タイプ①大型建築物（5 m³以上）（100万円以下）

タイプ②中規模建築物（1 m³以上）（30万円以下）

タイプ③小型建築物（1 m³未満）（4万円以下）

<効果>

タイプ① 大型建築物の地中梁方式

区役所や小中学校などの大型の施設に雨水利用を取り入れている例が良く見られる。

タイプ②中型ビル

個別住宅での雨水利用の普及は難しいが、ある程度の規模を持つ工業、商業施設であればその限りではない。パチンコ屋のトイレ用水、埠頭の船の洗浄、タクシーの洗

浄など安定して大量の水量を使用する業者の場合、水道を上回るコストパフォーマンスを見込める場合があるため、現在需要が伸びている。

タイプ③小型建築物

主に庭木への散水、トイレ用水、洗車に利用されている。しかし、現状コストに見合った効果が期待できないため、普及は利用者個人の環境意識に頼る形になっている。

(3)雨水利用の技術

タンク容量の設定基準

雨水タンクの容量を設定する際に重要となる項目は、集水面積、使用目的（水利用水量）、設置スペース、コストの4点である。タンクの容量を設定する際には基本的に以下の計算結果を参考に、水利用量やスペース、価格の兼ね合いで決定されるのが一般的である。

表 - 2 雨水利用の経緯

西暦	年号	制度	事業
1976年	昭和51年		墨田区保健所飲用水の衛生指導 都市型洪水の対策のため水循環の研究を開始する
1982年	昭和57年		両国国技館に雨水利用施設の導入を申し入れ(左図)
1983年	昭和58年		大手児童館を始めとして公共施設に雨水利用施設を導入 大型の雑用水利用システムを導入した墨田区役所建設(左図)
1988年	昭和63年		路地尊に雨水利用が初導入(2号基)
1994年	平成6年		雨水利用東京国際会議が墨田区で開催
1995年	平成7年	「墨田区雨水利用推進指針」策定 雨水利用促進助成金制度開始(下図) 「墨田区良好な建築物と市街地の形成に関する指導要綱」策定	雨水利用を進める全国市民の会発足 (母体: 雨水利用東京国際会議実行委員会)
1996年	平成8年		雨水利用自治体担当者連絡会設立
1997年	平成9年		雨水利用技術者養成講座を開始(対象: 建築士、設備士)
2000年	平成12年		墨田区の雨水利用が国際自治体環境賞受賞
2001年	平成13年		「雨水資料館」開館(左図)
2002年	平成14年		雨水利用ブックレット(英語版)の発行

またはタンク容量=集水面積(m²)×0.1(係数)

墨田区の大型の公共施設には区施設と都施設の二種類がある。これらの施設のタンク容量、集水面積においては公開されている実測値を参照した。

平均的にタンク内の雨水は一年で10回入れ替わる為
一日当たり $55(\ell) \times 10 \text{回} \div 365 \text{日} = 1.50 (\ell/\text{人}/\text{日})$ となる。
これを雨水利用のもたらす節水量とする。

水質管理

雨水の水質を管理する際には、ボウフラ対策、初期雨水排除が重要になる。屋根や雨樋などの建物の汚れ（有害物質を含む煤煙、蚊の卵）を洗い流し、降り始めの雨（初期雨水）に多量に含まれたゴミが雨水と一緒に流れ落ちてくるためである。そのため、降り始めから1mmの初期雨水を排除する機構が必要になる。これは雨水タンクの中でも最も重要な部分であり、ここさえ押さえれば他の部分を自作することも可能である。

ビル管理法でのみ雨水の管理基準について規定してあるが、これは非常に大型の特定建築物（特定の用途に供される部分の延べ面積を3,000 m²以上有する建築物及び学校の用途に供される建築物で延べ面積が8,000 m²以上のもの）のみにあてはめられる規定であるため、実際には雨水に対する水質管理基準はどこにもない。そのため今後望ましい管理基準について検討していく必要がある。

(4)実績評価

雨水利用は普及のために現在様々なアプローチが見られる。その結果を表3に示す。

＜タイプ分類＞

墨田区における雨水利用の実績評価をするにあたり、墨田区の雨水利用導入施設を規模ごとの3つに分類する。

タイプ①大型公共施設

タイプ②敷地面積が500㎡以上の民間ビル（以後中規模建築物とよぶ）

タイプ③戸建住宅などの敷地面積が500㎡未満の小型建築物（以後小規模建築物とよぶ）

表 - 3 雨水利用実績

	施設数	タンク容量(m³)	集雨面積(m²)	割合(%)
タイプ①	27	6,662	36,773	33.6
タイプ②	110	5,734	69,850	63.8
タイプ③	21	1,407	2,887	2.6
合計	158	13,803	109,510	100
一人当たり		55(ℓ)	0.474	

5. ポテンシャル評価

墨田区を対象に、3段階に分けて雨水利用のポテンシャルを評価する。

表-4 ポテンシャル評価の段階内訳

ポテンシャル1	既存施設(建物面積500㎡以上)
ポテンシャル2	再開発、共同建て替えにより新たに500㎡以上となった施設
ポテンシャル3	普及によって増加した共同雨水利用施設(路地尊)

上記全てに雨水利用が導入された場合、節水量をどこまで伸ばせるかで評価を行う。

調査結果について

節水量の評価基準には、集水面積をもとに節水対策の評価に用いた一人一日当たりの節水量に換算したものをを用いる。その節水量を他の節水対策の成果や現状の雨水利用の効果と比較することで評価する。

つまり「節水量(ℓ/日/人)＝タンク容量(m³)×1000×10回
÷365日÷墨田区人口」とする。

(1)ポテンシャル1

建物面積500㎡以上となる既存建築物を調べる。住宅地図から調べた結果、墨田区には500㎡以上の敷地が534件あった。屋根面積もとに500㎡単位で集水面積を計測すると $730 \times 500 = 365,000 \text{㎡}$ であった。よって

$$\text{節水量} = (365000 \times 0.1) \times 10 \div 365 \div 230000 = 4.35$$

4.35 (ℓ/日/人) の節水量の増加となる。

(2)ポテンシャル2

将来予測を基に、再開発、共同建て替えなどにより今後新たに雨水利用設備を導入するであろう施設がどの程度増えるか、など雨水利用の需要の増加を調べる。

(*)将来予測について

①大型建築物

現在進行している押上、曳舟周辺地区の再開発計画を元に、確保できる集水面積を調査する。

曳舟駅前地区第一種市街地再開発事業：16,100 m²
押上・業平橋駅周辺地区再開発事業：31,600 m²

②中規模建築物

特に火災に対する防災対策のための建築物不燃化事業、道路拡張事業。さらには東向島、京島、鐘淵通り地区における密集事業を背景に建物の共同化が図られ、敷地面積の拡張に伴い雨水利用が導入された場合の節水量を評価する。

調査の結果、京島地区において過去3件の成功事例がある。そのため、面積で比較して墨田区全体に161.8件の成功を見込む。その場合、建物面積は200～300㎡となっているため40,450㎡の集水面積の確保となる。

③小型建築物

残った地域において、500㎡程の敷地面積は確保できないものの神社、寺、タクシー業者、パチンコ、スロット店など雨水利用の導入を期待できる建物が89件確認できた。これら全てに1000ℓのタンクを導入すると89000ℓのタンク容量を確保することができる。

(*)の将来予測から、ポテンシャル1に加えてさらに以下の程度の増加を見込むことができる。

節水量

$$\begin{aligned} &= \{ (①+②) \times 0.1 \times 1,000 + ③ \} \times 10 \div 365 \div 230,000 \\ &= \{ (47,700 + 40,450) \times 0.1 \times 1,000 + (56,000 \rightarrow 89,000) \} \times 10 \div 365 \div 230,000 = 1.0567 + 0.0039 \end{aligned}$$

1.06 (ℓ/日/人) の節水量の増加となる。

$$1.50 + 4.35 + 1.06 = 6.91 \text{ (ℓ/日/人)}$$

その結果、6.9 (ℓ/日/人) の節水効果の増加を見込むことが出来る。

(3)ポテンシャル3

路地尊が普及している京島地区を基に、他の地区にどの程度の普及を見込む事が出来るかを調べる。



図 - 3 路地尊

ユニットベースでの算定

一つの路地尊が活用される範囲を一つのユニットとし、そのユニットの範囲内の件数と墨田区の世帯数、マンション化率から予測した一戸建て住宅の総件数を比較することで路地尊のポテンシャルを求める。

統計局のデータを参照し、墨田区は116008世帯、マンション化率29.26%(2007年) である事はわかっている。よって

一戸建て戸数 = 116008世帯 × (1 - 0.2926) = 82,064件
現地へのヒアリング調査の結果、平常時、路地尊を中心とした周囲10件ほどの世帯がその路地尊を利用しているという情報が得られた。そのため

墨田区全体の路地尊の件数 = 82,064件 ÷ 10件 = 8,206件
またすでに図の21か所に路地尊が設置されているので墨田区においてはさらに8,185件設置することができれば、墨田区全域の一戸建て住宅をカバーできることになる。屋根面積が小さい場合、タンク容量は一般的に200ℓとなるのでタンク総容量 = 8,185件 × 200 (ℓ) = 1,637,000 (ℓ) となる。これは一人当たり直すと0.19 (ℓ/人/日) の節水量になる。

6. 総括

実績、ポテンシャル1～3の計測結果をまとめたものを表4に示す。結果として、墨田区において雨水利用は7.19 (ℓ/人/日) ものポテンシャルを持っていた。

節水施策全体と比較した場合

$$7.19 \text{ (ℓ/人/日)} \div 148.1 \text{ (ℓ/人/日)} \times 100 = 4.85(\%)$$

需要者側の節水施策と比較した場合

$$7.19 \text{ (ℓ/人/日)} \div 73.1 \text{ (ℓ/人/日)} \times 100 = 9.84(\%)$$

元々の雨水利用による節水量0.03 (ℓ/人/日) は需要者側の対策と比較して0.04 (%) であることから、建て替えの際に雨水利用を導入することを徹底することで、需要者側の節水施策の効果を9.80 (%) 増加することができることになる。

表 - 4 調査結果

	種別	件数	集水面積(㎡)	タンク容量(ℓ)	利用可能水量(ℓ/人/日)
現状	タイプ①	27	36,773	6,662,000	0.79
	タイプ②	110	69,850	5,734,000	0.68
	タイプ③	21	1,407	288,700	0.03
	小計	158	108,030	12,684,700	1.51
ポテンシャル1	大型建築物	6	52,000	5,200,000	0.62
	団地	3	30,000	3,000,000	0.36
	民間ビル	579	289,500	28,950,000	3.45
	小計	584	371,500	37,150,000	4.43
ポテンシャル2	大規模再開発	2	47,700	4,770,000	0.57
	共同建て替え	162	40,450	4,045,000	0.48
	小型建築物	89	5,963	89,000	0.01
	小計	253	94,113	8,904,000	1.06
ポテンシャル3	パターン1	582	38,994	116,400	0.01
	パターン2	8,185	548,395	1,637,000	0.19
合計	ポテンシャル3以外	995	573,643	58,738,700	7.00
	合計	1,577	612,637	58,855,100	7.19

7. 雨水利用の問題と対策

6. の結論の効果を実現するためには、現在雨水利用設備が抱えている問題点を解決し、広く普及する必要がある。そのために必要なことを以下に論じる

(1)問題点の整理

- 雑用水利用の促進に必要なことを挙げる。
- ①現状水道水の料金が非常に安価であるため、コスト面で雨水利用システムの恩恵が受けにくい
 - ②民間への導入の際に、都市型洪水対策になるというメリットが軽視されがちである
 - ③水源の水質が安定しないため、必要以上に浄化するか、必要以上に利用先を制限する必要がある

(2)利用促進案

- ・用途を限定し、初期コストを削減する
- ・減税や補助金などにより負担を軽減する
- ・排出権取引など新たな需要を見出す
- ・下水道料金を免除する
- ・雨水利用システムに浄化装置を組み込む費用効果

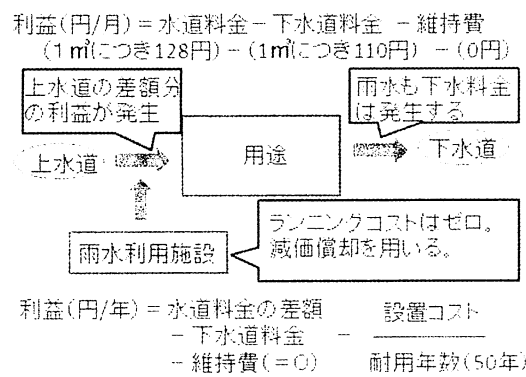


図 - 4 費用収支図

- ①コストパフォーマンスの問題に関して
 - ・用途を限定し初期コストを削減する雨水利用は毎日安定した大量の水需要が見込める用途においては採算が取れる事が分かっている。降水後すぐに使用するため少ない貯留で済み、初期コストを最小限にできる為である。また近年の動向としても、家庭用として一般的であった200～250ℓから、より安価な50～80ℓ(1～2万円程度)への移行が見られる。
- ②その他のメリットが軽視される問題に関して
 - ・減税や補助金によって新たな需要を見出す
 - ・下水道料金を免除する雨水を利用した分だけ減税を行う。など無視されがちなメリットを正當に評価し、公的に補助することが出来れば都市型洪水対策など多方面での性能に注目すること

が出来るようになる。また、地域によって大きな格差がある助成金などの制度をまとめ上げる事も重要である。

8. まとめ

雨水は潜在的な市場が非常に広く、寺やビニールハウス、アーケードのアーチなど今後様々な分野において利用が広がっている。現在様々なNPO団体による普及活動や企業による雨水利用の持つメリットの見直しが進んでいる。排出権取引などISO14001の取得に貢献できる可能性を持っており、また環境サミットにおいて明言された「CO2排出量25%削減」など政府にとっても努力するだけの環境が整っている。そういった中で、地域の持つ雨水利用のポテンシャルを具体的に求めた本研究が今後役に立てば幸いである。

謝辞：本研究を進めるにあたり、東京における総合治水、雑用水利用等水系インフラに関する情報を提供してくださった東京都水道局都市整備局青山様、セツ谷様。雨水利用の現状、助成金制度、墨田区の都市計画など広い範囲にわたりご教授いただいた東京都墨田区環境保全課高島様。雨水利用の第一線の立場から雨水利用の現状、技術例、ニーズなどの情報を提供して頂いた株式会社トーテツ様、雨水リサイクル研究所様。海外での雨水利用や墨田区での雨水利用について幅広くご教授いただいた雨水市民の会会長村瀬様に心より御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 東京都水道局：東京都近代水道百年史，1999.
- 2) 東京都水道局：事業概要（平成19年度），2007.
- 3) 東京都水道局：東京都第四次利根川系拡張多摩水道施設拡充事業誌，1999.
- 4) 藤井利治：節水意識の高揚と節水施策の評価，水道協会雑誌第71巻第7号，pp. 3-14，2002.
- 5) 藤井利治：水を富む 地球温暖化のもとでの水資源開発，文芸社，2005.
- 6) グループ・レインドロップス：やってみよう雨水利用，北斗出版，2008
- 7) 墨田区役所環境保全課
http://www.city.sumida.lg.jp/sumida_info/kankyou_hozen/anamizu/index.html
- 8) 末信和也：「都市における節水対策と雨水利用ポテンシャル評価」―東京都墨田区を例として―，2010