

SHERモデルによる八王子NT水循環保全システムの評価

Evaluating the hydrological cycle conservation system for Hachioji New Town by
using the SHER Model

研究第二部 主任研究員 田村 英記

研究第二部 次 長 前村 良雄

日本工営株式会社 小川田大吉

独立行政法人都市再生機構が施行している八王子ニュータウンでは、本格的な造成に先立ち「八王子ニュータウン水循環保全システム委員会」（委員長：虫明功臣 福島大学教授）を設立し、大規模な市街地開発に伴う水循環系への負荷を軽減させる対策を検討してきた。その結果、委員会において雨水貯留浸透施設を中心とした「水循環保全システム（以下、システムと称する）」を構築した。このシステムの方針に則り八王子ニュータウンでは開発が進められ、現在、終息段階を迎えており、これに伴いシステムの各種施設整備も概成しつつある。このため、システムの効果検証を行うために、再度、委員会を開催し、分布型水循環解析モデルであるSHERモデルを用いて、水循環保全システムの効果の定量評価を行った。本報告は、先の委員会で検討したシステムの定量評価について報告するものである。

土地利用計画およびシステムの計画整備量が達成される将来について、システム効果の予測評価を行ったところ、地区内を流れる兵衛川の地区下流端において、治水計画目標および低水計画目標が達成できると評価された。このため、今後も計画どおりにシステム整備を推進することが重要であることが確認された。

キーワード：ニュータウン開発、水循環、水循環保全システム、分布型水循環解析モデル、SHERモデル、雨水浸透施設、貯留施設、砕石空隙貯留浸透施設

Prior to the full-scale construction work for the Hachioji New Town project being implemented by Urban Renaissance Agency, the Committee on the Hydrological Cycle Conservation System for Hachioji New Town (chaired by Prof. Katsumi Musiaki of Fukushima University) was established to deliberate on ways to reduce the burden on the hydrological system caused by the large-scale urban development planned for the project. As a result, the committee developed a hydrological cycle conservation system (hereafter referred to as "the System"). The development of Hachioji New Town has been carried out in accordance with the policy of the System. The development has now reached the final stage, and various facilities planned as part of the System are nearing completion. In order to verify the effectiveness of the System, the committee met again to evaluate the effectiveness of the hydrological cycle conservation system quantitatively by using the SHER Model, a distributed hydrological model. This paper reports on the quantitative evaluation of the System made by the committee.

The effectiveness of the System at a certain point in future when land use plans are carried out and the planned amount of development to be handled by the System is completed was estimated. As a result, it was concluded that the goals of the flood control plan and the plan for low-water river works could be achieved at the downstream end of the Hyo-e River in the project area. It has therefore been shown that it is important to continue the system development according to the current plan.

Key words : new town development, hydrological cycle, hydrological cycle conservation system, distributed hydrological model, SHER Model, stormwater infiltration facilities, storage facilities, crushed-stone storage and infiltration facilities

2. 水循環保全システム

2-1 水循環保全システムの概要

八王子ニュータウンでは「八王子ニュータウン水循環保全システム委員会」を設置し、開発に伴う水循環系の影響を最小限にすることを目指し、様々な検討を行ってきた。

その結果、委員会において水循環保全システムを構築した。(図-4)この水循環保全システムは、水循環系を高水・低水・地下水の3つのカテゴリーに整理し、それぞれの保全を目的とした各種対策より構成される。そのために各種施設を造成段階から設置するものであり、貯留・浸透施設は開発区域のほぼ全域に設置され、特に雨水浸透施設による効用は、高水・低水・地下水涵養の全てに発揮される。

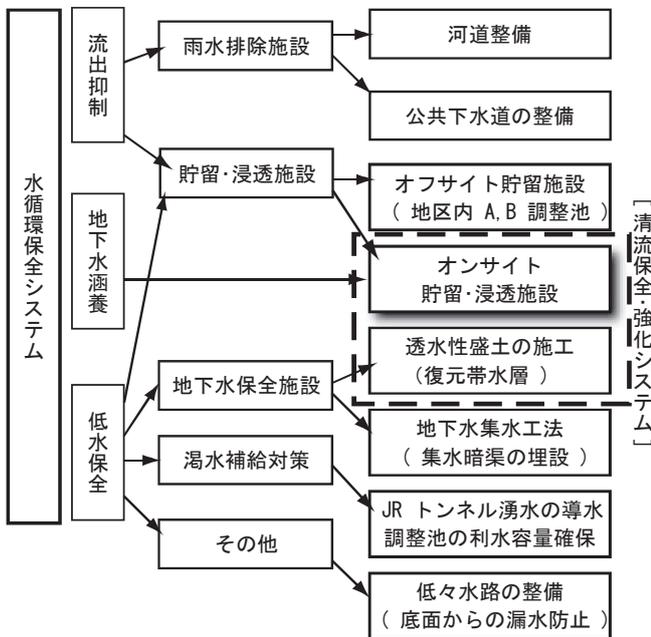


図-4 水循環保全システムの構成

また、本対策で特徴的なのが、復元帯水層の整備である。当該地区にはkm3層と呼ばれる難透水層があり、もともと沢だった区域ではkm3層が削落しているため、涵養された地下水は兵衛川まで流達できない。そこで、造成段階において人工的にkm3層が接続されるような難透水層と、その上面が帯水層となるように碎石で盛土する復元帯水層を整備している(図-5参照)。

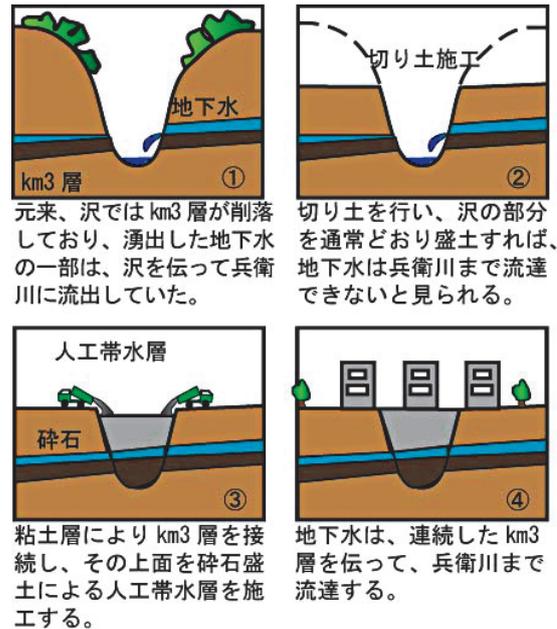


図-5 復元帯水層のイメージ

2-2 水循環保全システムの効果検証

八王子ニュータウンの計画土地利用及び水循環保全システム整備が完成した将来時におけるシステムの効果検証を八王子ニュータウン水循環保全システム委員会において行った。その手法はSHERモデルによるものとした。

3. SHERモデル

3-1 モデル概要

SHER (Similar Hydrologic Element Response) モデルはヘーラト・虫明らの研究により開発が進められてきた。モデルに用いるパラメータは、根拠が明らかな物理量であり、不飽和浸透現象の物理過程を可能な範囲で忠実に数値計算するものである。

また、水文学的に均一と見なせる範囲毎(特に地下水深度に着目して)にブロックを設定して、それによって地形要因による流出特性を客観的に反映できるという特徴を有する。これらの特徴により、単に不浸透面積率が増加するときの影響のみならず、造成などにより土壤の透水性が減少した場合のシミュレーションが可能となった。

3-2 SHERモデルの流域分割の基本方針

地下水位と河川水位の関係を現実に近いものとするため、また、部分流出寄与域(図-6)の考え方にならない、低平地で地下水深度が浅い地域では流出応答が異なることを再現するために流域分割を行う。従って、分割は河川近傍とその外周部分とに分割することを基本的な方針とする。

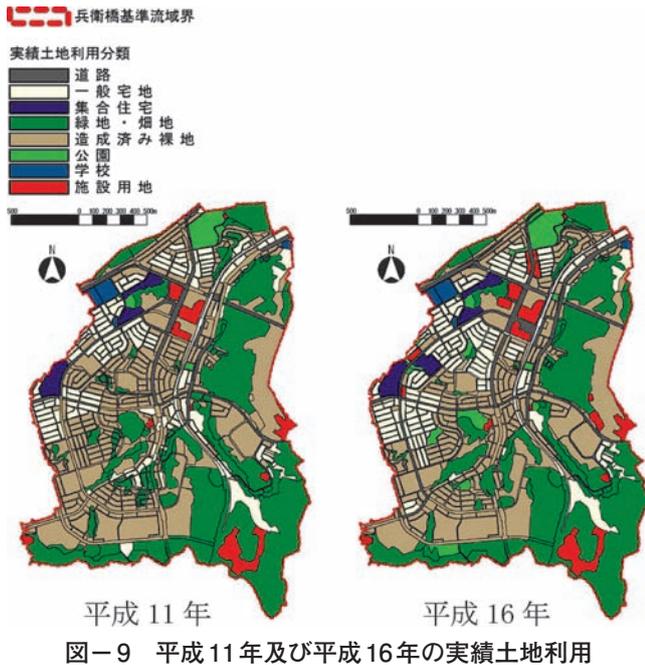


図-9 平成11年及び平成16年の実績土地利用

(3) 浸透能マップ

表層土壌の透水係数は、雨水が浸透できる量、表面流出となる量を規定する重要な水循環解析上のパラメータとなる。八王子ニュータウンでは、開発着手前より、現地浸透試験が複数地点で実施されており、その結果より浸透能マップを整理している(図-10参照)。

SHERモデルの表層土壌モデルにおいても、最も重要なパラメータが表層土壌の透水係数であり、浸透能マップの値に準じて設定した。

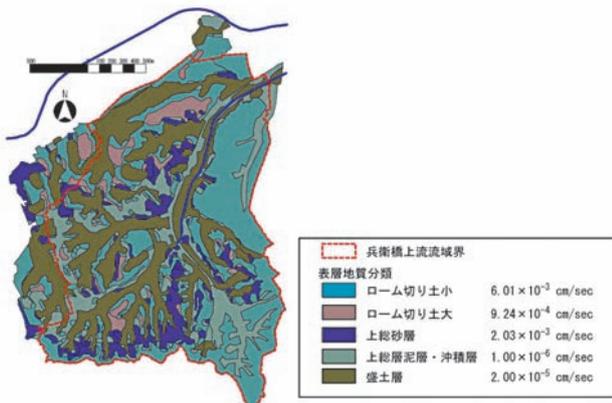


図-10 浸透能マップ

(4) システム対策量の整理

システム対策量は、基本的に水循環保全システムで設定されている土地利用ごとの対策量原単位を適用した。ただし、民間が開発する誘致施設や計画住宅については、水循環保全システムの原単位に基づいた施設の設置をお願いするものの拘束力が無いため、必ずし

も設定どおりの対策量となっていない。これらについては、実態調査結果に基づいた設定を行った。

戸建住宅では、一戸につき浸透マスを一基設置することとしており、八王子ニュータウンでは既に民間戸建住宅事業者に提示する募集要項に雨水浸透マスの導入を遵守事項として盛り込んでおり、確実な整備が担保されている。計画土地利用では、戸建住宅が開発区域の大部分を占めており、将来においてもその効果が期待できる。

4-3 再現計算

平成11年流域、16年流域のそれぞれについて、流域の実態に即した物理的なパラメータを設定し、再現計算を行った。再現性は、高水・低水・地下水水位いずれも良好で、将来の評価に用いることが可能なモデルが構築できた。

(1) 高水

高水を対象とした再現計算では、対象区域が小さく、洪水波形が尖鋭であることから、入力降雨データにアメダス八王子の10分観測雨量を用いた。平成11年(図-11)、平成16年(図-12)の両モデルについて洪水期間全般に良好な再現結果となっている。

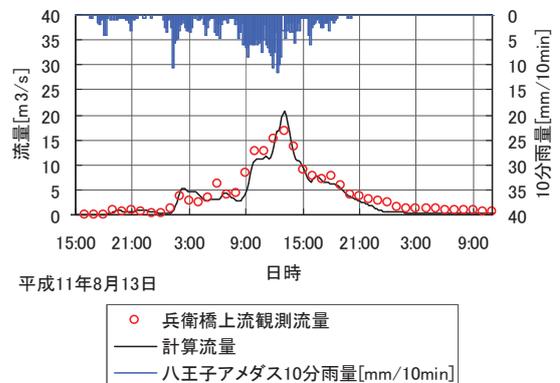


図-11 平成11年流域モデル高水再現結果例

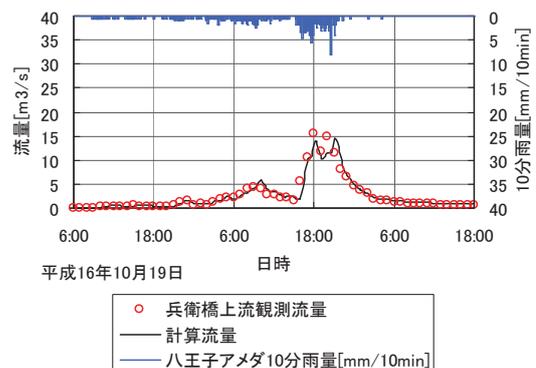


図-12 平成16年流域モデル高水再現結果例

(2) 年間流況

八王子アメダスによる時間観測雨量を用いて、1年間の再現計算を行った。計算結果より、日平均流量を算出し、観測日流量と比較したところ、平成11年モデル(図-13)および平成16年モデル(図-14)のいずれにおいても良好な再現性を確認できた。

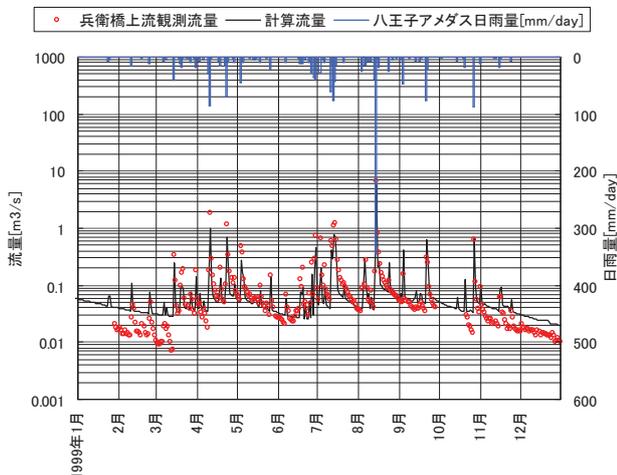


図-13 平成11年流域モデル年間流況再現結果

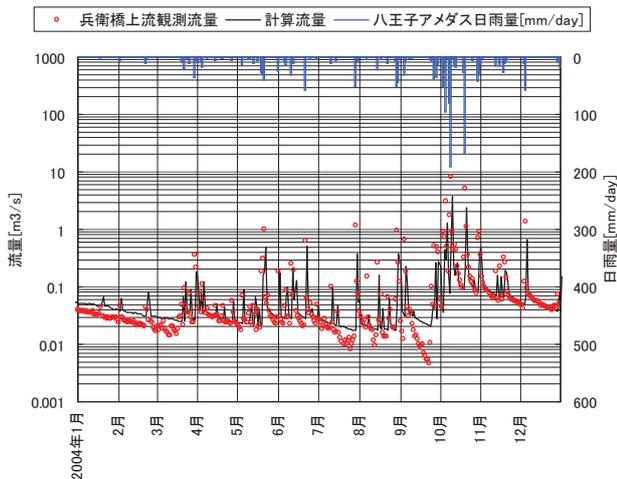


図-14 平成16年流域モデル年間流況再現結果

5. 将来流域の水循環保全システム効果の評価
5-1 将来流域モデルの設定

将来流域は、土地利用計画(図-2参照)が全て達成された状態とした。不浸透面積率や水循環保全システム対策量は、土地利用計画に基づき、再現計算と同様に設定した(図-15参照)。

図-16には、平成11年、16年および将来流域における浸透面積、不浸透面積率の集計結果を示している。将来には、不浸透域面積率は53%に達する。そのうちの77%に水循環保全システムが整備されており、大部分は浸透施設が割り当てられている。

	H11		H16		将来	
	面積(ha)	率(%)	面積(ha)	率(%)	面積(ha)	率(%)
不浸透域面積	73.8	17.2%	97.3	22.7%	228.2	53.2%
浸透域面積	355.2	82.8%	331.7	77.3%	200.8	46.8%
自然裸地面積	149.2	34.8%	139.2	32.4%	81.8	19.1%
締固裸地面積	206.0	48.0%	192.6	44.9%	119.0	27.7%
合計	429.0	100.0%	429.0	100.0%	429.0	100.0%

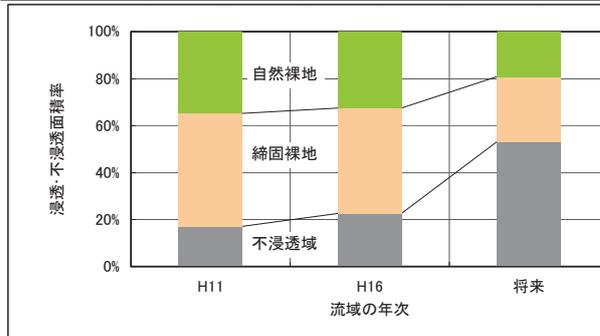


図-15 将来流域の不浸透面積率集計結果

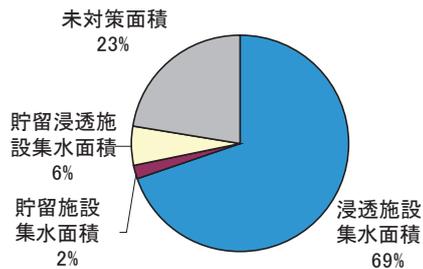


図-16 将来流域の不浸透面積に対する水循環保全システム対策の集水面積割合

5-2 高水の評価

(1) 水循環保全システムの高水計画目標

将来、河川管理者が兵衛川を「兵衛川第二次計画」(70年確率：100mm/hr 流域内の八王子ニュータウン地域は水循環保全システムを導入していない市街地として流出を考慮)により改修する際に、既存の第一次改修(30年確率：50mm/hr)で整備した親水護岸(自然石使用)を取り壊すことなく、河床掘削のみで対応できるまで、河川への流出量を当該システムで抑制することを水循環保全システムの高水計画目標とした。具体的な流量としては、基準点(兵衛橋地点)において、兵衛川第二次計画の計画高水流量は120m³/sである。しかし、当該システム導入により実際の河川への流出量を85m³/s以下に抑制することとしている。但し、計画高水流量を変更するか否かは、河川管理者が将来の改修時に決定するものである。

(2) 将来流域の高水評価結果

兵衛川全体計画における70年確率の計画降雨波形

(中央集中型)を構築された将来流域のSHERモデルに
入力し、ピーク流量が85m³/sを満足するかによって
水循環保全システムの評価を行う。シミュレーション
の結果、将来土地利用で計画どおりに水循環保全シ
ステムを整備した場合には、計画目標である85m³/s
を下回る64.5m³/sのピーク流量で収まると評価された
(図-17参照)。

水循環保全システムが一切無い場合を想定し、シ
ミュレーションした場合、ピーク流量は115m³/sとな
り、兵衛川の全体計画での計画高水流量に近い結果と
なる。すなわち、115m³/s - 64.5m³/s = 50.5m³/sが水
循環保全システムの高水抑制効果といえる。

全体策に占める割合が最も高い浸透施設の効果を評
価するため、浸透施設が無い場合を想定したシミュ
レーションを行ったものが図-18に示すものである。
浸透施設が無い場合には、ピーク流量が113.1m³/sと
なり、水循環保全システムの効果のほぼ全てが浸透対
策によることが分かる。

開発区域の大半を占める戸建住宅での浸透マス整備
が確実に実施される見込みであることから、将来流域
において水循環保全システムの計画目標は満足でき
ると考えられる。

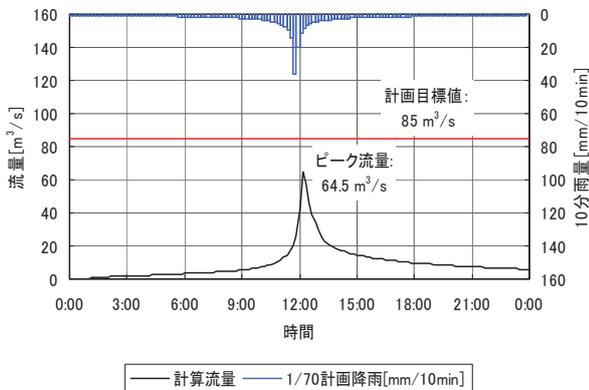


図-17 将来流域のシステム高水評価結果

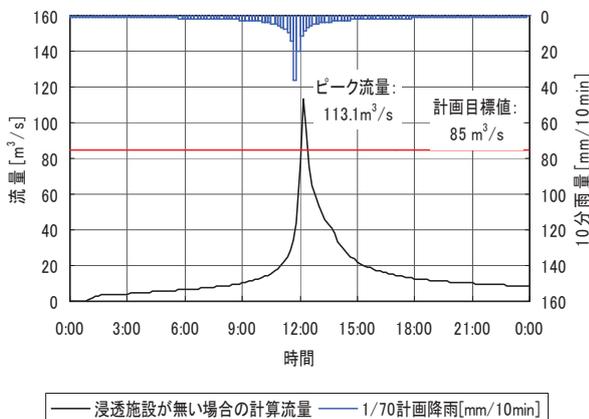


図-18 将来流域の水循環保全システムのうち、浸透施設
が無い場合の高水評価結果

5-3 低水の評価

(1) 水循環保全システムの計画目標

水循環保全システムの低水に関する計画目標は、現
況の渇水流量を維持することである。

(2) 入力降雨波形の設定

流況は、降雨によって変化するため、平年次につい
て低水の評価を行うこととした。近10ヵ年(平成8年
より平成17年)の年間降雨量の平均値に最も近くなる
平成12年の時間雨量を用いて1年間分のシミュレ
ーションを実施した。

(3) 将来流域の低水評価結果

シミュレーションの結果、水循環保全システムを計
画通りに整備した場合(図-19の黒線)、低水、渇水
流量は現況流況(図-19の赤線)を維持でき、計画目
標を満足できると評価された。

高水の評価と同様に、水循環保全システムのうち浸
透施設が無い場合を想定したシミュレーション結果
(図-19の青線)によれば、平水、低水、渇水流量は
現況よりも下回る評価となっている。

また、図-19の数値を表-1に示す。

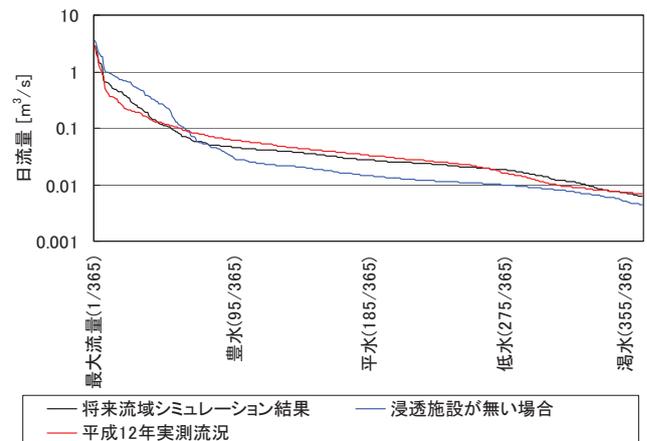


図-19 将来流域の水循環保全システムの低水評価結果
(水循環保全システムを整備した場合、浸透施設
が無い場合、実績流況の比較)

表-1 将来流域の水循環保全システムの低水評価結果

将来想定ケース	単位:日流量(m ³ /s)				
	最大流量 (1/365)	豊水流量 (95/365)	平水流量 (185/365)	低水流量 (275/365)	渇水流量 (355/365)
将来流域シミュレーション	2.8819	0.0451	0.0270	0.0181	0.0071
浸透施設が無い場合	3.7757	0.0260	0.0131	0.0090	0.0048
平成12年実測流況	2.9530	0.0616	0.0325	0.0156	0.0072

6. おわりに

市街地開発による水循環系に与える悪影響は、建物や道路による人工的な地表被覆による水循環経路の遮断、改変に起因する。

その中で、浸透施設は、市街地整備による水循環経路の遮断・改変を元に戻す役割をするため、その効果は高水、低水、地下水など水循環系のいたるところで発揮される。

本検討における水循環保全システムの計画目標達成の成否は、浸透施設整備によるところが大きいことが評価された。今後も八王子ニュータウンの開発は進むが、これまで通り計画に沿った水循環保全システムの整備が重要であることが明らかになった。

最後に、本報告を作成するにあたり、多大なるご指導を賜りました福島大学虫明教授、そして、調査データ等の資料を提供していただき、貴重な意見を賜りました都市再生機構に心から感謝を申し上げます。

<参考文献>

- 1) 「都市小流域における雨水浸透、流出機構の定量的解明」研究会：都市域における水循環系の定量化手法－水循環系の再生に向けて－（2000）
- 2) UR 都市機構：八王子みなみ野シティ水循環再生