

ニュータウンにおける水環境形成に関する考察

(低水流量と緊急時用水の確保について)

Studies on Water Environment in Urban Developments

(Supplying Water during Shortages and Emergencies)

研究第一部 主任研究員 金 井 満

研究第一部 主任研究員 横 田 貢

The water environment presents many problems during urban development, such as flood control, and maintenance of normal flow in river for preserving ecosystem. The Great Hanshin Earthquake also demonstrated the importance of maintaining sources of water for drinking and daily use during emergencies. This report considers how to maintain low flows in rivers and to provide water for emergency use, and reviews the existing policies.

Keywords: urbanization, water environment, hydrological cycle, low flow, water for emergency use

1. はじめに

ニュータウン開発においては、屋根、舗装などの不浸透面積の増や排水システムの整備により、雨水の流出が早くなるとともに洪水流出量が増大する。また、不浸透域では地下への浸透がなくなるため、地下水位の低下、湧水の涸渇、河川の平常時流量の減少等が生じる。このため、洪水に対しては、調整池等の設置や下流河川の改修により対応されてきた。一方、近年における環境問題に対する意識の高まりにより、洪水対策のほか河川の生態系への配慮等との関連などから河川の平常時流量の確保が課題となっている。

また、阪神・淡路大震災は都市域における大震災の恐ろしさをまざまざと教えてくれた。中でも上水道は約123万世帯が断水し、消防水利を麻痺させ2次災害の拡大を招き、給水車による給水も交通渋滞により困難を極め、長期化する断水で水洗トイレが使用できなくなり河川水を利用するなど、飲料水とともに生活水の大切さ、緊急時の備えの必要性が改めて認識された。

本調査は、ニュータウンにおける水環境とし

て、河川の低水流量の確保及び緊急時用水の確保について着目し、その方策について既往の検討事例等をもとに考察するものである。

2. 都市化による水環境の変化と課題

一般に、都市化されると緑地や裸地などの地表面が被覆され、さらに下水道や河川など排水システムの整備が行われる。これにより、従来ゆっくりと河川に流出していた雨水は、地下に浸透されず排水システムにより一気に河川に流入することになるとともに、浸透域の減少により地下水涵養量や河川の平常時流量が減少する。また、水環境の悪化（流量の減少、汚濁負荷量の増大）による生態系への影響、地表面水分の減少や都市活動による廃熱によるヒートアイランド現象などが生じる。

都市化が水循環に及ぼす影響と課題をフローで示すと図-1のとおりである。

3. 河川の平常時流量確保の検討

開発により、開発地区内の不浸透化や下水道が整備されると、従来、地表面から地下に浸透し地下水や河川の低水流量に寄与していた成分

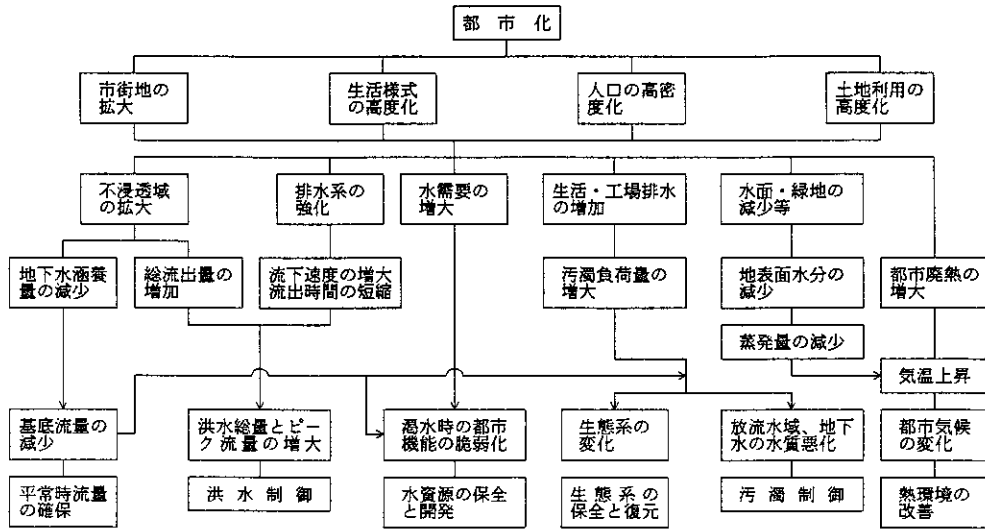


図-1 都市化が水循環に及ぼす影響と課題

Figure 1 Problems and Effects of Urbanization upon Hydrological cycle

が減少する。このため、河川の平常時流量を確保するための方策として以下のことが考えられる。この際、浸透地盤の水理地質構造の把握、浸透施設の整備水準と地下水位の関係の把握、浸透水の河川への誘導方法について留意する必要がある。

【河川の平常時流量の確保方策】

- ・浸透施設等による浸透水を河川に導く (地下水の誘導)
- ・雨水貯留槽 (地下貯留) の利用
- ・緑地の効率的な配置 (水源の保全など)
- ・その他

特に、ニュータウン開発地区は、開発面積が広い影響も大きいことが予想されるが、既成市街地と異なり宅地造成などの基盤整備において計画的に工夫することが可能であり、その効果もまとまった量を期待できる場合が多い。

① 浸透施設と盛土の工夫による方法

(地下水の誘導)

- ・広範囲で実施可能な場合は、まとまった効果量が期待できる。
- ・浸透水が浸透地盤をとって河川に流出するため自然の遅れ効果が期待できる。

・浸透地盤の水理地質構造の把握が不可欠であり、必要に応じて地下に浸透した水が河川に涵養するように造成上の工夫を行うことが必要となる。

○造成上の工夫例

- ・河川に涵養する基盤層 (難透水層) がある場合…図-2

難透水性の土砂により基盤層の連続性に配慮し、その上部に透水性のある土砂を盛土する。

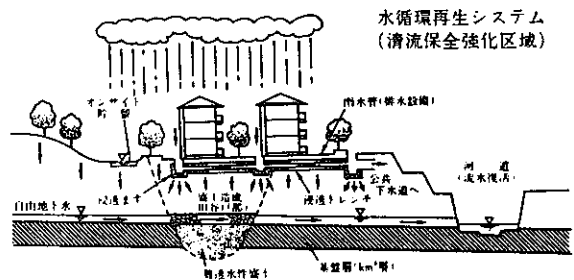


図-2 水循環再生システム例

(河川に涵養する基盤層がある場合)

Figure 2 An Example of a Hydrological cycle Regeneration System (where there is soil layer to cultivate the river)

- ・河川に涵養する基盤層がない場合（源流部の谷戸を造成盛土する場合）…図-3

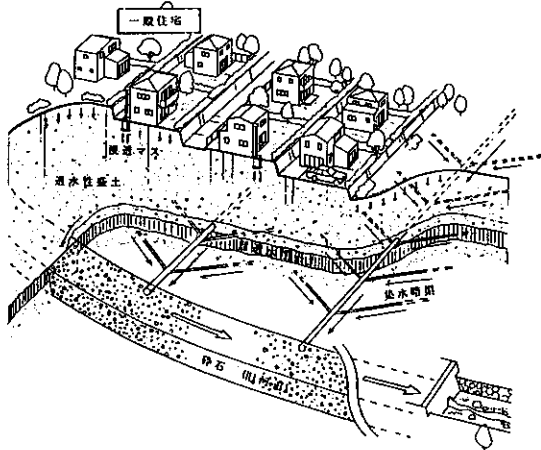


図-3 水循環再生システム例

(河川に涵養する基盤層がない場合)

Figure 3 An Example of a Hydrological cycle Regeneration System (where there is no soil layer to cultivate the river)

源流部は河川の水源として重要な場所（湧水の保全など）である。このような場所を盛土する場合、地質構造上、河川に涵養する基盤層がないと浸透水は地下水涵養にはなるが河川には涵養されない。このため、盛土時に谷戸の地表部に基盤となる難透水性の盛土を行い、その上部を透水性のある土砂で盛土し、浸透水の河川への涵養を図る。

なお、盛土域に浸透施設を設置する場合は、盛土の安全性に対する配慮が必要であり、浸透水の地下水位が高くなりすぎないような集水暗渠の配置等の工夫を行う。また、効果量の算定や地下水位状況の確認のためには地下水解析も有効である。

② 雨水貯留槽の利用による方法

- ・貯留槽に貯留した雨水を河川に徐々に排水する（平常時環境用水として補給）
- ・貯留槽を大きく設置できる場合は効果が期待できる
- ・貯留水の排水を次の降雨に備えて速やかに

行う必要がある場合は、河川の補給源としての効果は小さい。

- ・貯留施設が補給河川に近いなど立地条件の制約が生じる場合がある。

③ 緑地の効率的な配置による方法

- ・源流域、湧水ポイントなど水と直接的にリンクした緑地（樹林、農地）を保全する（水と緑の相互作用）

④ その他

- ・河道からの漏水を防止する
- ・調節池やため池等における河川補給容量の確保する

なお、調節池やため池では、洪水調節容量や利水容量が水位で定められている場合が多いため、平常時の水補給容量を単独の池として確保すると管理上明確であるが、同一の池で対処する場合は平常時用水補給における運用方法の整理が必要である。

4. 緊急時用水の確保

阪神淡路大震災においては、緊急時用水の確保の重要性があらためて認識させられたが、ニュータウン開発においても、これらの教訓を生かしたまちづくりが必要である。ここでは、防災用水確保の動向、阪神淡路大震災での事例を基に震災時における必要流量、確保方策について考察する。

(1) 防災用水等確保の動向

最近の防災用水等の確保の動向について整理すると表-1に示すとおりである。水源は河川水、雨水貯留水、下水処理水、地下水など多様である。

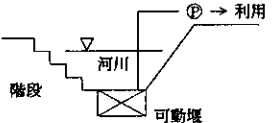

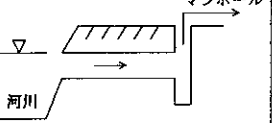
(2) 震災時における必要流量

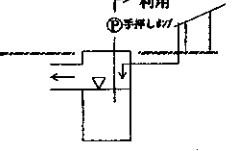
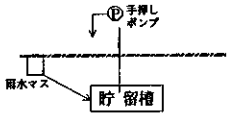
震災時における必要流量として、阪神淡路大震災直後の必要水量調査結果から「建設省土木研究所での調査報告」及び「立命館大学での調査報告」（山田教授）を、水道の目標水量として「神戸市水道耐震化指針(H7.6)」の資料をまとめて整理すると図-4に示すとおりである。

震災直後に必要とした水量は、建設省土木研

表-1 最近の防災用水等確保の動向

Table 1 Recent Trends in the Maintenance of Water Sources for Disaster Prevention

自治体、機関名	概 要	水 源	利用用途	備 考
建設省河川局	<ul style="list-style-type: none"> 災害関連事業の拡充 災害時に河川の機能を有効に活用するため、災害関連事業の採択基準を拡充し、階段板路貯留用の可動堰、取水ピット等の整備を実施する。 	河川	消 火 生 活	補助率：1/2
建設省 都市局下水道部	<ul style="list-style-type: none"> 地震に強い安全な下水道づくり 耐震性の向上と共に高度処理、雨水貯留水を災害時の消火水・生活水として活用する。 	処理水 雨水 貯留水	消 火 生 活	第8次下水道整備五箇年計画(案)より
兵庫県(構想)	<ul style="list-style-type: none"> 防災リアパーク構想 神戸、阪神間でも武庫川や芦屋川等の11河川沿いに公園、緑地を配置すると共に河川の護岸を整備し、緊急時の防火・生活用水確保、避難場所として活用する。 	河川	消 火 生 活	平成9年度までに整備に着手する方針 産経新聞(4/12)より
埼玉県越谷市 (構想)	<ul style="list-style-type: none"> 都市防災河川構想 市内を流下する一般河川をつなぐ水路を整備し、導水管により消防、生活用水を確保する。 元荒川-新方川、元荒川-綾瀬川等の6ルート 	河川	消 火 生 活	建設省都市河川室では補助したい。 ・朝日新聞(4/6)より
東京都(構想)	<ul style="list-style-type: none"> 都立校に緊急給水槽 「ミニ防災拠点構想」 2kmに1箇所が目標 		飲料	・朝日新聞(8/23)より

自治体、機関名	概 要	水 源	利用用途	備 考
横浜市	<ul style="list-style-type: none"> 地震時における下水処理場、遊水池、河川等の消火用水源としての利用 対象施設設計：約100ヶ所 H7年度(31ヶ所) 下水処理場：11ヶ所(V=10万m^3) 遊水池：6ヶ所(V=1万m^3) 河川：14ヶ所 	下水 処理水 遊水池 河川	消火	<ul style="list-style-type: none"> 階段護岸 消防車両の進入路 ピット、フェンス 取水口
墨田区	<ul style="list-style-type: none"> 災害に強い街(路地専) 屋根の雨水を貯留し、手押しポンプにて利用。 	雨水	消火 生活	<ul style="list-style-type: none"> パンプキン(6/12)より 現在、路地専5号まで完成 ($\Sigma V=25m^3$)
葛飾区	<ul style="list-style-type: none"> 児童公園に手押しポンプ 公園内の雨水マスとつながった貯留槽約10m^3を利用 	雨水	生活	・読売新聞(3/21)より
杉並区	<ul style="list-style-type: none"> 区立の学校に被災者用大型井戸を設置 	地下水	生活	<ul style="list-style-type: none"> 当初3年だった予定を2年に短縮 朝日新聞(8/26)より
その他	<ul style="list-style-type: none"> 河川水を生活用水として利用できるような親水護岸とする。(提案) 震災時実際に河川を堰止め、消火に利用。 	河川	生活 消火	<ul style="list-style-type: none"> 大阪大学 紙野教授 西宮市消防局

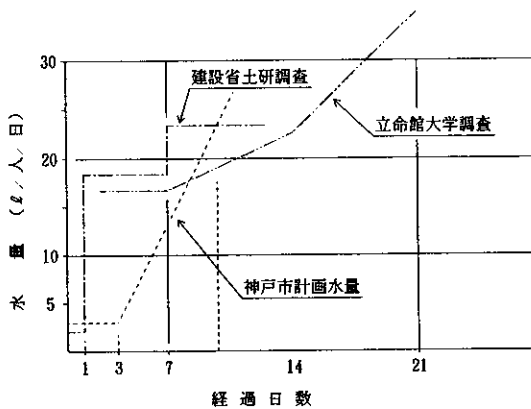


図-4 必要流量の調査、計画値の比較

Figure 4 Investigation on Required Flow Rate & Comparison on Planned Rate

究所での調査値が最も大きく、18 l /人/日程度である。この中には飲料水も含まれているが、その量は多くても3 l /人/日程度と考えられ

るため、飲料水以外に必要とされる生活用水は15 l /人/日となる。従って、この程度の水量が近場で蓄えられていれば、緊急時において最低限必要な流量をまかなえるものと想定される。

(3) 緊急時用水確保の基本的な考え方

緊急時用水の確保においては、確保する場所、多様な水源による用途（飲料水や生活用水など）に応じた水の量と質の確保、確保した水対策施設の多機能化、機能性の維持が課題となる。これらにおける基本的な考え方を整理すると表-2に示すとおりである。

(4) 緊急時用水の確保例

緊急時用水の確保の例として、水源別の確保方策と利用可能用途を表-3に示す。

飲料水の必要水量は3 l /人/日程度で、上水道の破損を考慮し井戸による独自の水源を確保する。井戸の設置については運搬距離や飲料

表-2 緊急時用水確保における基本的な考え方

Table 2 Basic Considerations in the Maintenance of Water for Emergencies

項目	基本的な考え方
①確保する場所 (防災拠点)	公園、学校等の公共施設を地域防災拠点として位置づけるとともに、太陽光発電や雨水・地下水利用システムなど自立型の環境共生技術の導入を図る。
②多様な水源の確保	震災に見舞われた阪神地域には数多くの井戸があり、湧水や河川水とともに生活用水として大いに利用された。 地下水や雨水、河川水など地域の水資源は近代的な上水道を補完して緊急時に役立つことから、これからの水源を利用した貯留槽や井戸を防災拠点を中心に整備し、緊急時用水の確保を図る。
③水施設の多機能化	河川、調節池の整備や、貯留槽、浸透施設の設置は、水環境対策あるいは防災対策としての単一機能ごとに行わず、多機能化を図る。
④機能性の維持	水施設の多機能化とともに、河川水や雨水、地下水など地域の水資源は、平常時においても利用されることで、緊急時における防災用水としての利用が可能となることから、平常時にはせせらぎや散水等として積極的な利用を進める。 また、日頃からこれら地域の水資源に多様な形で親しむことで、住民は地域の水資源の保全や地下水の涵養、水質の保全に対する関心が高まり、次いで、地域での雨水貯留・浸透施設の導入への取り組みや維持管理の推進が期待できる。

表-3 水源別確保方策と利用可能用途の例
 Table 3 Examples of Acceptable Uses of Water Sources,
 and Methods for Maintaining Them

水 源	確 保 方 策	利用可能用途		
		飲用	雑用	消火
河 川 水	可動堰	—	○	○
雨水貯留水	調整池、ため池	—	○	○
	小学校、公園、計画住宅の貯留槽	—	○	○
地 下 水	井戸（学校、公園等の防災拠点）	○	○	○
消 防 水 利	防火水槽、消火栓	—	—	○

水の水質基準を確認する必要がある。

生活水の必要水量は15ℓ/人/日程度であるが、各水源の水供給量が絶対的なものでないことや水運搬の労力を考慮すると、多様な水源を随所に分散配置しておくことが重要である。

5. おわりに

ニュータウン開発においては、従来、洪水対策を主体として調節池や貯留浸透施設の整備が行われてきたが、河川の生態系への配慮として河川の平常時流量の確保が課題となっている。平常時流量の確保方策については、造成上の工夫を行って浸透施設による浸透水を河川に誘導する方法（地下水の誘導）、雨水貯留水を平常時の河川流量に寄与するように排水する方法等の例を示したが、これらの効果量について現地観測により確認し、実績データを蓄積することが重要である。

一方、阪神・淡路大震災においては飲料水とともに生活水の大切さ、緊急時の備えの必要性が改めて認識され、ニュータウン開発においても緊急時水の確保を図ることが必要と考えられ、多様な水源の確保、飲料水や生活水の必要水量等の例を示した。

いずれの場合においても、雨水を有効に貯留・浸透させて利用に共することがポイントであり、貯留浸透施設の果たす役割は大きい。貯留浸透施設に関して継続的な効果を期待するためには、適切な維持管理の実施が必要である。特

に浸透施設は公共施設のほか戸建て住宅に設置されるケースもあり、その施設数もかなりの数になることが予想されたため従来の行政機関による管理から、行政機関と住民等が一体となった共管理システムによる管理が必要となる。このためには、施設管理に参加する住民の意識が重要であり、住民自体に管理することのメリットや管理による効果がわかりやすい施設（例えば、雨水利用と一体型の施設、効果が目に見える施設、住民参加型施設など）とする工夫が必要である。一方、行政機関においてもこれらの活動をバックアップする制度等の充実が望まれる。

<参考文献>

- 1) 「雨水浸透施設技術指針（案）調査・計画編」（社）雨水貯留浸透技術協会編
- 2) 「大震災にみる河川の緊急用水・防災空間としてのポテンシャル」河川、1995.6
島谷幸宏・萱場祐一・房前和朋・保持尚志
- 3) 「震災復旧過程における水利用行動の実態と危機管理の方策」環境システム研究Vol. 23、1995.8 山田淳・森田敦子・橋本将明
- 4) 「神戸市水道耐震化指針（平成7年6月）」