

1 . はじめに

東京都において、重要なライフラインの1つである水道は区部及び25市町の1,158km²の区域を対象に約1,986万人に給水されている。また、区部及び多摩30市町の一日最大排水量は、600万m³前後と推移し首都東京が支えられている。

この状況下で安定給水を確保するため、原水運用の効率化と浄水場、給水所、送配水幹線等相互間の融通、調整をきめ細かく実施する必要がある。さらに震災等の緊急時においても、都民の生命と財産を守り、都市生活の活動を支えていく必要がある。このような観点に立って本研究では、首都圏の水運用システムとその情報化の現状、課題を明らかにするとともに、災害時を想定し雨水利用を導入した水運用システムに関して東京（江東区・大田区）を事例に検討を行い、地域型水運用システムとその可能性をGISによる情報化の視点から明らかにすることにある。

2 . 研究の目的と意義

震災の直前までの清浄にして豊富な水を不自由なく使える生活から、一瞬のうちに水の供給を断たれ、しかも情報も十分に得られないまま、余震が続く不安な状況におかれた人々にとって、何よりもまず生きるための水と食糧を確保することが喫緊の課題であったことは想像に難くない。また、震災後各所で続発した火災を消火するための水を求める声も悲痛なものである。

このため、被災地においては被災水道事業者等のもとより、全国の水道事業者・水道用水供給事業者、自衛隊、海上保安庁、国土交通省地方整備局、企業や個人のボランティアにより懸命の応急給水が行われる。

その後時間の経過とともに、飲料水の応急給水はほぼ充足されるようになり、被災地のいくつかの区では、被災した水道施設の復旧は困難を極め、被災地の人々が水道による水の供給を受けることができるようになるためには、長い時間を必要とする。

不自由な避難所生活の長期化を余儀なくされた人々は、洗濯や入浴の手段と、そのための水の供給を求めることとなる。このような震災時における被災者の方々への水供給について、送水管、配水本管、配水小管及び給水管に被害が生じた場合に限定し、「東京都水道局震災応急対策計画（平成12年1月改定）」の考え方に準拠し、地図情報システム（GIS）によって被災者がどの程度発生するかを予測し、被災者にどのように効率よく水を供給していくことが適切であるかを研究した。

3 . 首都圏の水運用システムと情報化の現状

東京都の地震時における水運用計画は、「東京都震災予防計画」と「東京都水道局震災応急対策計画」によって整理されている。ここでは本研究を始める前にこれらの資料を基に、地震時における首都圏の水運用システムの計画を概説する。

(1) 東京都震災予防計画

平成7年1月に発生した阪神・淡路大震災は、6,400名を超える人命が犠牲となり、多くの教訓を残したことは記憶に新しい。万が一、同規模の地震が首都圏に発生した場合には、計り知れない震災が予想されることから、この貴重な教訓を行政や住民、地域社会が震災対策にどう反映していくかが現在でも問われている。

震災対策については、既に平成4年の中央防災会議で南関東地域における直下地震発生

の切迫性が指摘されており、東京都をはじめとする関係自治体が震災対策を重要課題に挙げて取り組んでいる。

1) 第7次東京都震災予防計画

都では、先の阪神・淡路大震災の教訓を踏まえた地域防災計画の見直しを進め、さらに「東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書」を公表するとともに、修正を加えた「第7次東京都震災予防計画（平成10年～13年度）」を作成された。計画は、これまでの震災対策の取り組みを踏まえ、直下地震に対応した震災対策の一層の確立とともに震災防止と軽減の施策を掲げている。

計画は、「地震に強いまちづくり」「震災に強い社会づくり」「危機に強い体制づくり」の3つの体系から構成され、「地震に強いまちづくり」を「都市構造の整備」「地震被害の軽減」に二分し、さらに細目で「ライフライン施設の安全化」について施策を掲げられている。

ライフライン施設は、日常生活や経済活動を支える基盤として欠くことのできないもので、震災時にはライフライン施設のどれかが欠けても生活に支障を来し、救援や復旧の妨げになる。震災時においてもその機能が十分できるように安全化対策を推進される必要がある。

ライフライン施設の安全化

東京都は平成3年に「東京都ライフライン対策協議会」を発足させ、ライフライン事業者と連携・協力し、ライフライン施設の防災対策の充実を図られている。

上下水道施設の耐震対策

送水管ネットワークの整備、送配水管の取替え、流出防止の整備など10項目を推進されている。

(2) 東京都震災応急対策計画

東京都防災会議（平成9年8月）における東京直下型地震の災害想定は、以下のとおりとしている。

1) 基本事項

直下型地震の想定

震源地域	区部直下	多摩直下	神奈川県境直下	埼玉県境直下
呼び名	A	B	C	D
深さ(km)	21	20	10	26
時刻	冬の午後6時			
規模	兵庫県南部地震程度(マグニチュード7.2 震度6)			

被害の範囲

区部（今回の研究対象は江東区、大田区）

2) 送水管・配水本管、配水小管及び給水管の被害

被害箇所数

区部直下の場合

地区	送水管・配水本管		配水小管		計		給水管
	延長(km)	被害箇所	延長(km)	被害箇所	延長(km)	被害箇所	被害箇所
区部	1,642	114	13,220	2,879	14,862	2,993	27,513

3) 断水率

断水率は、幹線、支線及び給水管別の断水率から総合化により算出し、制水弁の閉止前（発災1日後）及び閉止後（発災4日後）について想定している。

制水弁閉止後（発災1日後）

- ・ 幹線の断水率は、主要幹線をネットワーク解析により算出されている。
- ・ 支線は、阪神・淡路大震災及び過去のデータから発災1日後の被害率と断水率との相関式から算出されている。
- ・ 給水管の断水率は、その被害率から算出されている。
- ・ 幹線、支線及び給水管の断水率を総合化し、全体の断水率を算出されている。

制水弁閉止後（発災4日後）

- ・ 幹線、給水管及び総合化については、制水弁閉止前と同様に算出されている。
- ・ 支線の断水率は、配水小管被害箇所数を供給エリア内の制水弁個数で除して算出されている。

想定結果（断水率）

区部直下の場合

地区	給水件数	制水弁閉止前（発災1日後）		制水弁閉止後（発災4日後）	
		断水件数	断水率（%）	断水件数	断水率（%）
区部	4,068,039	1,270,846	31.2	292,615	7.2

4）復旧活動

復旧活動の考え方は、管路の被害については、配水系統の変更等により断水区域を最小限にした上で、優先順位に基づき段階的な復旧作業を進める。

段階的な復旧目標（区部）

	復旧活動		復旧想定（箇所）
			区部直下型
発災～ 3日目	重要路線を優先し被害状況を調査必要に応じた断水、系統変更作業の実施 効率的な復旧に向けた計画の作成	人員、材料の体制が整い次第、可能な限り復旧作業を行う	63 (2%)
4日～ 10日目	重要路線を優先し復旧作業を実施する 断水、系統変更作業の実施	主に第一次重要路線の復旧	752 (25.0%)
11日～ 20日目	修繕（復旧）作業 復旧に伴う通水作業	主に第二次重要路線の復旧	1,867 (62%)
21日～ 復旧まで		主に一般路線の復旧	2,993 (100%)

注1 被害想定は、平成9年8月に発表した「東京都における直下地震の想定に関する調査報告書」の数値を採用。

注2 第一次、第二次重要路線は、未統合市通過分も含む。

注3 重要路線及び一般路線は、未統合市（調布市を除く）及び奥多摩町、檜原村を除く。

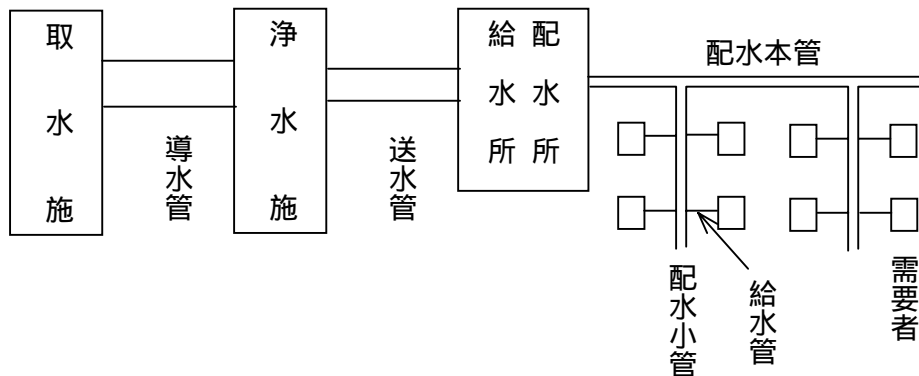
4. マッピングシステムによる東京の災害時必要給水量の検討

東京のような大都市は、災害が発生したときにその波及拡大が懸念される。特にライフラインにおいては、波及拡大による効果を十分に考慮した事前検討が必要である。ここでは都市住民に対する上水道の供給ストップ、つまり断水が生活を破壊する事実に対しての事前検討を行う。それには、いくつかの仮定が必要である。

(1) 災害時必要給水量の考え方

上水道の取水施設から需要者へは、導水管、送水管、配水管、給水管によって水が供給される。給水管の先には需要者のメータがあり、それから蛇口へ向けては需要者の責任範囲である。これを図にすると次のようになる。

1) 被害の種類



被害としては管の折損、破裂、継手の離脱等を考慮した。過去の地震災害で、取水施設、浄水施設などの災害も見られるが、件数が少なく、次に述べるような統計的手法にはなじまないこと、及び局所的・集中的な災害なので復旧も集中的に行われること、さらに、東京の上水道は管路網を形成していて、代替ルートで供給できるので、需要者に近い配水本管、配水小路、給水管の3種についての被害想定を行った。

2) 地震想定

東京都防災会議（平成9年8月）における区部直下型地震とする。マグニチュード7.2で震度6とする。

配水本管、配水小管について、

被害箇所数 = 補正係数 × 標準被害率（箇所 / km） × 管路延長（km）

〔注〕補正係数は液状化、管種及び管径を考慮した値。

標準被害率（箇所 / km） = $2.24 \times 10^{-3} \times (\text{地表速度 (cm / 秒)} - 20)^{1.51}$

給水管について

被害率（%） = 配水小管被害率（箇所 / km） × 4.886 × 補正係数

〔注〕4.886は配水小管の被害1箇所あたりの給水管被害率

補正係数はステンレス化を考慮した値（76%）

以上の式を用いて、東京都水道局は水道管の被害を予測している。すなわち送水管・配水本管被害114箇所、配水小管被害2,879箇所、以上の小計2,993箇所。給水管被害27,513箇所である。これをもとに、断水率は幹線・支川及び給水管別の断水率から、それらの総合化により算出し、制水弁の閉止前（発災1日後）及び閉止後（発災4日後）について想定している。結果は、区部給水件数4,068,039件に対して発

災 1 日後の断水件数1,270,846件、断水率31.2%。発災 4 日後の断水件数292,615件、断水率7.2%となっている。これら数字は送水管、配水管、給水管等の各区における設置状況から土質の液状化条件等を勘案して算出されている。

3) モデル地域

本報告では区部の中でもモデル地域を江東区と大田区としているため、東京都水道局のこれらの算出表のうち、区部集計(上記数値)と上記2区の値とを表にして示せば次のようになる。上に引用した数字は太字で示してある。

区部直下型の物的被害

区市町村	給水件数	送水管・排水本管			配水小管			給水管		
		延長 (km)	被害箇所数 (箇所)	被害率 (箇所/km)	延長 (km)	被害箇所数 (箇所)	被害率 (箇所/km)	総数 (箇所)	被害箇所数 (箇所)	被害率 (%)
江東区	171,428	87	15.073	0.17	550	260.299	0.47	57,143	2,690	4.71
大田区	311,077	114	10.663	0.09	943	290.825	0.31	103,692	3,220	3.11
区部	4,068,039	1642	113.846	0.07	13,220	2,879.275	0.22	1,356.013	27,513	2.03

区部直下型の断水率

区市町村	給水件数	1 日後					4 日後				
		幹線 断水率 (%)	支線 断水率 (%)	給水管 断水率 (%)	全体の機能支障		幹線 断水率 (%)	支線 断水率 (%)	給水管 断水率 (%)	全体の機能支障	
					断水率 (%)	断水 件数				断水率 (%)	断水 件数
江東区	171,428	9.0	56.3	1.569	62.1	106,429	9.0	3.4	1.569	16.3	27,932
大田区	311,077	0.0	44.0	1.035	45.8	142,412	0.0	1.7	1.035	4.8	14,913
区部	4,068,039	4.1	34.4	0.677	31.2	1,270.846	4.1	1.4	0.677	7.2	292,615

マッピングシステムとしては、東京都水道局に水道の給配水システムの地理情報が入力されている。そのうちの個人情報に係わらない部分で、業務に支障ない範囲で、東京都水道局のご厚意により利用させていただいた。その場合、東京全域を調査対象とはできないので、代表として江東区と大田区とを選んだ。江東区は荒川のデルタ、すなわち江東デルタの海寄りの地域で、かつては水路が縦横に通じていた。大田区は、武蔵野台地の末端部と多摩川のデルタより成る地域である。

(2) 東京のマッピングシステムによる災害時必要給水量の検討

東京都水道局が導入しているマッピングシステム(COSMOS21)は、水道管路の情報管理を主目的に地形及び施設情報をデジタルデータとしてデータベース化し、用途や目的に応じた図面作成、データ検索、集計及び解析を迅速に行うことが出来る。

データベースは、管路や弁栓類を表現する図形情報と図形中の施設の文字や数値情報(属性情報)とで構成されている。図形は種類別に階層(レイヤー)として管理され、必要なレイヤーを重ね合わせて表示することができる。図形情報と属性情報の概要は、次の通りである。

1) 図形データベース(図形情報)

レイヤー1 道路 レイヤー2 家形・家名 レイヤー3 配水管
レイヤー4 配水管弁栓類 レイヤー5 給水管 レイヤー6 給水管弁栓類

2) 文字・数値(属性)データベース(属性情報)

地 形・・・町丁名、道路名、家名

送・配水管・・・管路：図面番号、管種別、口径、材質、完成年度、マ

マイクロフィルム番号

制水弁・空気弁・消火栓等：図面番号、管種別、口径、材質、完成年度、マイクロフィルム番号

給水管・・・管路：取り出し管路口径、材質

量水器：図面番号、口径、水道番号

次にCOSMOS21の主要機能は、以下の通りである。

図面検索機能：図面番号または住所の入力で所定場所の図面を表示できる。地形・家形・配水管及び給水管は、任意に表示内容が選択でき、拡大・縮小や詳細な属性情報が表示できる。

図面出力機能：データ検索した図面は、任意の縮尺でカラープロットにより出力できる。出力図面もA4からA1サイズまで出図することができる。

応用機能：蓄積されたデータにより水道施設の維持管理をはじめ、業務支援のための応用機能には、次の応用機能がある。

- ・ 断濁水处理機能

水道工事箇所や突発事故地点の指定で、断水及び濁水の影響範囲、戸数集計の図面表示を行い、プロットによる出図で業務への利用ができる。

- ・ 図面内条件検索表示機能

管種、口径、継手材質、布設年度等の条件により、管路を検索、着色して図面上に表示が可能である。検索結果は、プロットにより出図ができる。

システム機器の分散配置

水道局の全事業所にデータベースを持ったEWS（エンジニアリング・ワークステーション）を配置している。

分散配置の利点は、以下の通りである。

- ・ 通信回線を使用するホスト・端末（オンライン）方式に比して応答速度が速い。
- ・ 災害時にも通信回線を必要とせず、単独で機能するためにシステムの安定性が高い。

データベース更新

データの信頼性には、最新のデータ更新が必要である。事業所の分散型機器は、更新用の磁気テープでデータベースを更新している。

マッピングシステムの効果

システムの効果は、以下の通りである。

- ・ 情報管理の改善：更新や検索が容易で精度の向上と大量の情報処理が可能になる。
- ・ サービスの向上：情報提供と迅速な対応が可能。
管路事故時の緊急対応が的確にできる。
- ・ 業務の効率化：管網解析や管路の取替えなど計画策定が正確、迅速にできる。

（出典 東京都水道局パンフレット「水道マッピングシステム」）

(3) マッピングシステムによる被害想定

1) 被害者数の算出

これら2区の町丁目区分に従って、次のような方法で被害者数を求めた。人口など基本的な数字は、東京都水道局の前述の被害想定に合わせてある。江東区の例を次に示す。

配水小管被害

東京都水道局の被害想定が江東区で260.3箇所あるので、これに総数を合わせるように、各丁目について、マッピングシステムを用いて配水小管の被害を想定し、断水による被害者数を求めた。これが62,912人である。

給水管被害については、さきほどの配水小管による被害域を除外した範囲で、東京都水道局の給水管被害想定2690箇所にあわせて各町丁目ごとに分配してマッピングシステムにより、断水による被害者数を求めた。これが14,840人である。

配水本管被害については、東京都水道局の被害想定では15箇所なので、上記の配水小管と給水管との被害に重複しないようにして被害者数を求めた。これが157,936人である。

大田区についても同様の計算を行い、まとめて次の表の通りになった。被害者数合計は、江東区で235,688人、大田区で292,832人である。

区名	面積 (km ²)	世帯	人口	配水小管破損 による被害者	給水管破損に よる被害者数	配水本管破損 による被害	被害者合計	1日後の 被害者数	3日後の 被害者数
江東区	39.24	175,769	379,530	62,912	14,840	157,936	235,688	77,752	61,863
大田区	58.76	301,672	639,372	96,036	16,879	179,916	292,832	112,915	30,690

この表の右欄には、次の方法で算出した制水弁操作による被害者数の換算値も示している。

2) 断水率

断水率は、幹線、支線及び給水管別の断水率からそれらの総合化により算出し、制水弁の閉止前（発災1日後）及び閉止後（発災4日後）について想定している。

制水弁閉止前（発災1日後）

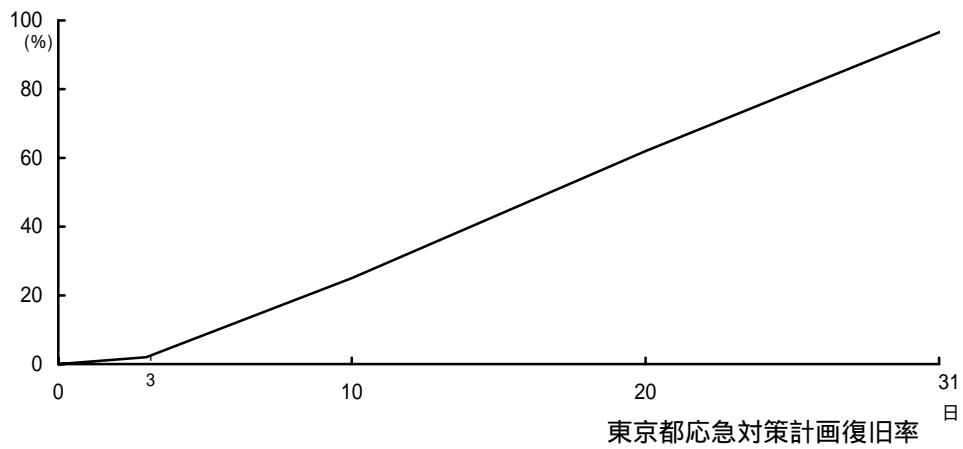
- ア 幹線の断水率は、主要幹線をネットワーク解析により算出した。
- イ 支線は、阪神・淡路大震災及び過去の震災データから発災1日後の被害率と断水率との相関式から算出した。
- ウ 給水管の断水率は、その被害率から算出した。
- エ 幹線、支線及び給水管の断水率を総合化し、全体の断水率を算出した。

制水弁閉止後（発災4日後）

- ア 幹線、給水管及び総合化については、制水弁閉止前と同様に算出した。
- イ 支線の断水率は、配水小管被害箇所数を供給エリア内の制水弁個数で除して算出した。

この断水率に対して、その後の応急復旧曲線を適用する。復旧期の被害者に対する供給目標水量（リットル/人日）及び復旧率から算出する未復旧率（未復旧率 = 1 - 復旧率）は次のように推定する。ともに、東京都水道局震災応急対策計画による。

発災後	3日	10日	20日	31日
目標水量 (ℓ/人日)	3	20	100	250
未復旧率 (%)	0.98	0.75	0.38	0



マグニチュード7.2震度6が区直下で発生した場合に想定される断水区間をマッピングシステムで出力した例（太線の部分が断水）

3) 応急供給水量

供給目標水量は復旧が発災後31日に及ぶので、その間の用途の増加を考慮して決められたもので、発災後3日は生存用の最低限の3ℓ/人日、その後約10日までは洗面・洗濯・水洗トイレ等の用途が加わって20ℓ/人日となり、その後約20日までは風呂・

シャワー等の用途が加わって100ℓ/人日となり、その後平常給水レベルの250ℓ/人日となると想定される。これは季節・地方・習慣等によって相違はあるが、一応この数値を利用した。

復旧率は上図の通りである。発災当日は江東区では235,688人であるが、幹線等の復旧は早いので、総合化により発災2～3日後の被害者は77,752人となり、3日後には61,863人となる。これに江東区・大田区の被害者数（発災当日～3日については被害者合計、発災3日後より後は総合化による数）を掛けて、発災当日、3日後、10日後、20日後、31日後（完全復旧）における供給目標水量を求めると次のようになり、台形公式で完全復旧までの総供給目標水量を求めると次のようになる。江東区約37,000m³、大田区約22,000m³である。

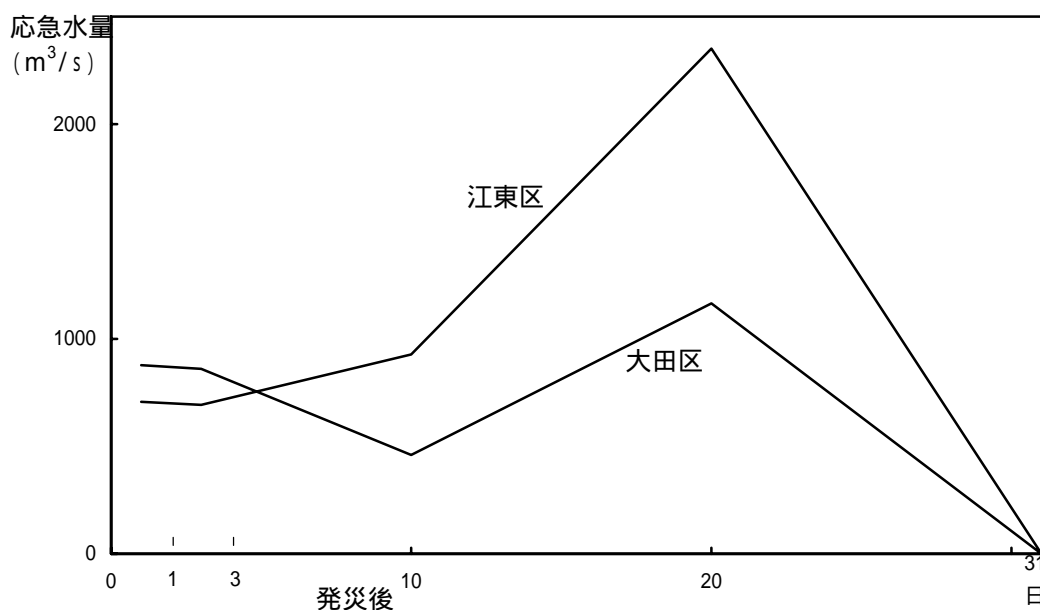
江東区		当日	3日	10日	20日	31日
被害者	人	235,688	235,688	61,863	61,863	61,863
目標水量	ℓ/人日	3	3	20	100	250
未復旧率	%	1	0.98	0.75	0.38	0
応急水量	ℓ/日	707,064	692,923	927,951	2,350,809	0
台形公式	ℓ	2,099,980	5,673,059	16,393,800	12,929,450	
総水量	ℓ	37,096,289				

〔注〕 応急（供給）水量（ℓ/日）＝被害者（人）×目標水量（ℓ/人日）×未復旧率（%）

台形公式（ℓ）＝（応急供給水量（前期）（ℓ/日）＋応急供給水量（後期）（ℓ/日））
×日数（日）÷2

総水量（ℓ）＝台形公式（ℓ）の和

大田区		当日	3日	10日	20日	31日
被害者	人	292,832	292,832	30,690	30,690	30,690
目標水量	ℓ/人日	3	3	20	100	250
未復旧率	%	1	0.98	0.75	0.38	0
応急水量	ℓ/日	878,495	860,925	460,348	1,166,215	0
台形公式	ℓ	2,609,130	4,624,455.5	8,132,815	6,414,182.5	
総水量	ℓ	21,780,583				



これによると、発災後10日ほどは両区とも1日1,000m³以下の応急供給水量でよい。交通障害も多い状態で1,000m³は小さい値ではないが、給水車に4 m³積めるとして1日250往復で給水できる。しかし、20日後になると急に応急水量が増す。これは、供給目標水量が急増することで生じる。風呂等の水利用の抑制と効率化を図れば、これを相当程度克服できると思われる。

(4) 雨水利用可能量

都市は自然を排除して作られているので、雨水貯留による災害時の雨水利用に際し、人工の容器に蓄える方法もやむを得ないが、できるならば雨水を自然に貯留し、自然の浄化作用と自然の循環にゆだねておいて、災害時など必要なときに汲み上げて利用するという方法によるのがよい。この方法では、雨水の利用時に問題がある。すなわち、常に災害用井戸を用意しておくとか、災害時に直ちに井戸を掘れる準備が必要である。さらに地下水の深さにもよるが、どのようにして汲むかを考えねばならない。東京で手押しポンプは、市販されていない。電動ポンプなら市販されているが、停電時の対策は必至である。

容易なのは、雨水を人工の容器に貯留することである。平常時も雨水の利用により、都市水道の節約を図り、災害時にはこれを利用する方法が推奨されるであろう。

容器の形状、容量、設置位置（屋上、地上、地中など）、汲み出し方法、管理及び利用組織、費用分担など検討すべき項目は多い。墨田区などでは、この点について先駆的な研究と実用化が実施されている。

墨田区指定小規模タンク一覧によれば、200ℓの容器が本体価格と送料で約6万円。工事費が約2万円なので、通常の一戸建と長屋建との家屋数を江東区29,000戸、大田区79,000戸として、それぞれに容量200ℓの雨水タンクをつけるとすると5,800m³、15,800m³が貯えられるので、この雨水貯留を区の規模で利用するとなれば、総応急水量から引くことにより江東区、大田区で総応急供給水量は、それぞれ

$$21,781\text{m}^3 - 5,800\text{m}^3 = 15,981\text{m}^3$$

$$37,096\text{m}^3 - 15,800\text{m}^3 = 21,296\text{m}^3$$

と減量される。すなわち、給水車等で給水する量は $16,000\text{m}^3$ 、 $22,000\text{m}^3$ と大幅に減らすことができる。

但し、これは小規模タンクに雨水が100%貯えられている場合のことで、無降雨が続いた後で発災となれば別である。

雨水貯留は、このように有効なので、小・中・高等学校、公共施設、マンション、オフィスビル等では建て替え等に際しては $100\text{m}^3 \sim 1,000\text{m}^3$ の貯水槽設置を義務づけ、多少の無降雨日が続いても役立つシステムを作るとよい。

(5) モデル地域の地下水・湧水利用可能量

1) 大田区内の地下水利用可能量

a. 地下水の利用現況

動力を使用しない井戸、小口径井戸（吐出口断面積6平方センチメートル以下）、床面積が一定規模（150平方メートル）以下の浴場、非常災害用、温泉等については、地下水揚水規制の対象外となっており、これらの井戸からの揚水として残っていると考えられる。

b. 利用可能な地下水量の算定

i. 動力を使用しない井戸、小口径井戸

動力を使用しない井戸や小口径井戸は、台地部の浅層地下水を対象にした井戸で、旧農家の開放型井戸や雑用水用の井戸などが考えられる。区の地域防災計画によると、「災害時井戸水協力の家」として521本（平成9年度）の井戸がカウントされ、飲料用適とされている。水量的にどの程度期待できるかははっきりしないが、10～30リットル/分程度は期待できるであろう。

モデル配水区内にその半数の井戸があるとすると、

* 利用可能量： $10 \sim 30$ （リットル/分） $\times 521$ （本） $\times 1/2 = 2,600 \sim 78,000$ （リットル/分）

. 浴場の井戸

浴場には、「公衆浴場」と「その他浴場」があるが、公衆浴場については平成11年8月現在の営業浴場の一覧資料によれば、区内には104箇所の公衆浴場がある。その内モデル配水区内には79箇所あり、台地部に9箇所、低地部に70箇所である。低地部にある70箇所のうち18箇所は、着色水を温泉水として使用している。残り52箇所も良質な地下水は得難いから、おそらく井戸水は使用していないと考えられる。一方、台地部にある9箇所は、浅層地下水あるいは東京層上部の良質な地下水が比較的容易に利用できることから、多くは井戸水を使用していると考えられる。

従って、公衆浴場で使用されている井戸で、飲料用、生活用として利用可能な井戸は台地部の9箇所のみと考えられる。使用量に相当する量として40～60リットル/分程度は期待できるであろう。また、低地部の温泉水も生活用として期待できるであろう。

完全復旧までの湧出による利用可能量： 60 （リットル/分） $\times 9$ 本 $\times 60$ 分 $\times 24$ 時 $\times 31$ 日 $= 24,105,600$ リットル

. 非常災害用井戸

非常災害用井戸として、登録されている井戸はない。

・その他

区の地域防災計画では民間協定井戸として、平成9年度28本数えられている。平成11年は、320立方メートル/日が揚水されている。着色水の可能性があるが、生活用水として、その何割かは期待できるであろう。

c. 湧水

大田区内の湧水は、呑川や内川により開析された荏原台や久ヶ原台の崖下に多く見られる。環境局の調査によると、区内には25箇所（平成11年度）あり、モデル配水区内には10箇所ある。この報告では湧出量が測定されていないが、モデル配水区内にある洗足池公園（南千束2-12）の湧出量は、226リットル/分とされている。かなりの湧出量である。一般に湧水は、湧出量の季節変動が大きい。この調査だけでは湧水期の状況がわからないが、緊急時の生活用水として利用可能である。

2) 江東区の地下水

江東区については、地盤沈下の激甚地帯であることから新しく井戸の掘削は禁止されており、昭和56年以降、揚水量は0となっている。このことから江東区については、地下水を期待することには慎重でなければならない。

(6) 給水可能水

1) 給水拠点（東京都水道局）

給水拠点となる施設は、東京都地域防災計画震災篇（平成10年）によれば、

江東区 南砂町三丁目公園等3箇所 計23,000m³

大田区 西六郷三丁目公園等6箇所 計29,000m³

あって、これらは常時上水が「満タン」の構造であり、都水道局がこれを災害時に給水することになっている。

2) ペットボトルによる給水

ミネラルウォーター協会によれば、国内におけるペットボトルの生産（輸入も含め）は 1.131×10^9 リットル/年と言われている。この原水は高山より湧出する地下水等を利用しているため、東京の震災で生産が低下しないと仮定すれば、1日あたりに直すと365で割って 3.1×10^6 リットル/日になる。これをすべて東京へ運ぶと仮定すれば、100万人に毎日3リットルずつ配れることになる。震災直後の不衛生になりがちな環境の中で、100万人に飲料水を生存に必要な最小限量として3リットルずつ配れることは心強いことである。完全復旧までの31日間に人口比で配給するとすれば、江東区4,420,000リットル、大田区7,774,000リットルとなる。生産、運送と配給とに関し、ペットボトル業界と防災行政担当者との緊密な連繋が望まれる。

(7) 要求される水質による水の使いわけ

ペットボトルで飲料水を確保できれば、その分、上水は食器・洗面・洗濯等に広く利用できる。さらに、既設井戸（水質が保証されなくても）などは雑用水、トイレ用水に利用し、さらに河川水、海水もトイレ用水に利用するというような段階を普段から住民の理解をえておく必要がある。

5. 災害時水運用の課題

本研究では主として、地震による配水管、給水管の破損に伴う災害時水運用の課題を、

地理情報を利用して調べた。災害とは地震による配水管・給水管の破損ばかりではなく、上水道施設の被害もこれまでの地震で目立つことは前章でも述べた通りである。しかしここでは情報利用の高度化をも一つの大きな柱としたために、上のような課題に焦点を絞ったわけである。

これに近い課題としては、水道原水の急激な水質悪化に対応する緊急対応とか、湯水災害時の水運用対策がある。これらについては、本研究の結果を援用することも不可能ではないので、地震断水による市民生活への悪影響とその対策という本研究の結果の価値は高いと言える。

最近の人口の都市集中によって、都市住民は極めて薄い生活基盤の上に暮らしている。これは日常の便利さと経済性とのためにこうなったのであるが、行政として、またそれを支える研究としては、常に万一の場合を想定してその対応策を樹立しておかなければならない。上下水道、電気、ガス、電話と食糧供給路とはいかなる場合も確保されていなければならない。それらの安定性は、他国に比べたら日本では、あるいは首都圏では、極めて高いと言える。しかし、このような問題は、利用者のおかれている環境との相対関係が重要なので、代替水（例えば井戸）がある地域となない地域では、ハードシステムとして同じ安定性、同じ安全性をもっているとしても著しく相違すると考えられる。

本研究では、東京都水道局による震災応急給水計画を基本にして、東京都の江東区・大田区の地理情報によって、地震の被害者数、供給目標水量、復旧率等によって次の数値を得た。

		江東区	大田区
応急供給水量（総水量）		37,096m ³	21,781m ³
可能供給水量	給水拠点	23,000m ³	29,000m ³
	雨水貯留 （設備完了後）	5,800m ³	15,800m ³
	浴場汲上量	0	24,106m ³
	ペットボトル給水	4420m ³	7,774m ³
計		33,220m ³	76,680m ³

江東区では、要求される応急供給水量に対し若干の供給不足が見込まれる。大田区では要求される水量に対し、供給は十分である。但し、これは前に述べたように雨水貯留が各戸で200ℓずつ行われ、浴場で利用している地下水が十分用いられ、ペットボトルが有効に配給されたとしての量的な推測の話である。水の運搬方法など応急時にどのようになされるのか、浴場の井戸は使えるのか等を具体的に考えると可能供給水量はもっと減るであろう。

今後はこの点をさらに検討するとともに、要求される応急供給水量についてもその内訳を具体的なものにして、時間的配分も考慮した給水計画を立て地理情報のマッピングシステムをリアルタイム的に運用して、災害時の上水道システムの被害に対し万全の対策を開発すべきである。

地理情報システムを利用させて下さった東京都水道局とともに、本研究の助成を下された（財）建設情報総合センターに厚く御礼申し上げる次第である。