

2-5

都市環境・ ライフライン・ 水利確保

阪神・淡路大震災の教訓の一つに、水・みどり、大気、エネルギーといった生活や都市活動を取りまく環境問題があげられる。ある意味では、将来にわたってのどのような都市環境を形成すべきかの課題が提起されたといつてよい。

この節では、特に「水」を意識してテーマを設定した。第1は、みどりと水と人のあり方を考察する。第2は、飲料水・生活用水の確保という水供給の問題からエネルギー供給等も含むライフラインのあり方を提案する。第3は、災害時の消火用水の確保に向けての消防による取り組みを論ずる。

1. 都市の環境問題と防災

中瀬 勲

(1) 環境問題と防災

地球規模から地域規模で、多種多様な環境問題が発生している。市民、企業、行政が一体となって、人々のライフスタイルを包含した自立、安定、循環型の都市づくりへむけた仕組みづくりが問われている。都市の環境問題に日常から住民が参加していることが、防災つまり非常時に役立つとの観点からすると以下の諸点が重要である。

- 1) 水、エネルギー、そしてみどり側面から「都市の環境問題と防災」について考える総合的な視点にたつこと。
- 2) その際、従来からの行政主導、行政提案型の計画に加えて、地域性にもとづいた住民参加、地域主導の仕組みや計画づくりを実現すること。
- 3) さらに、成熟、高齢社会と関連する福祉、医療、コミュニティなどと環境との統合をはかること。

(社)日本造園学会編の『緑空間のユニバーサル・デザイン』のおわりには、「約30年前にプランナーに[環境]という問題が投げかけられ、物事の決定のプロセスが見直されたように、ユニバーサル・デザインは、福祉のまちづくり条例の条項を満たすというプロセスではなく、デザイナーに投げかけられたデザインプロセスそのものの問題である」とある¹⁾。このような指摘があるように環境問題と防災を考えるに際しても新たな課題が投げかけられている。

ここでは、環境問題、特にみどり環境の視点から論を展開する。

(2) 阪神・淡路大震災からの教訓

1995年1月に発生した都市直下型の阪神・淡路大震災は、未曾有の人的、物的な被害をもたらした。被災1～3週間後に神戸市、芦屋市、西宮市などで調査した結果²⁾に基づいて、「みどりの被害と効果」などについて述べる。

1) みどりの被害

みどりの被害を整理すると、次の5項目になる。

- ①樹木そのものが原因、つまり腐朽による樹幹の空洞化などによって倒れた樹木のケースは少ない。暴風などで淘汰されていた結果とも推測できる。
- ②植栽樹などの植栽基盤の崩壊によるみどりの被害は、多くみられた。ブロックづくりの植栽樹や石積み崩壊がみどりを倒してしまう結果になった。
- ③造成地、埋め立て地などで地震による土地基盤の変動や不安定化は、みどりに被害を与えた。
- ④建物や高架構造物の倒壊に伴い、街路樹などのみどり下敷きになった。
- ⑤地震直後に発生した火災による炎や熱によって、みどりが焼けたり、枝葉が褐色に変化した。

以上のことから、植栽の基盤がしっかりしていれば、樹木などのみどりは倒れにくい、つまり被害を受けにくいといえる。

2) みどりの効果

「みどりの被害」で述べたことの多くは、裏を返せば、みどりが被害を軽減する「みどりの効果」と捉えることができる。公園のみどりや空間は救助、救援、復旧の場として機能した。ここでは震災時および直後に果たしたみどりの効果を次の4項目に整理した。

- ①樹木などの根が斜面や植栽基盤の崩壊を防止した。根系が土壌を堅く縛りとめる効果を発揮した。また地上部では、ツタなどのつる植物が壁やブロック塀の倒壊を防止した例もみられた。
- ②街路樹が木造家屋の倒壊を支え、路上への倒出を防止した例が確認された。これは建物の全面倒壊を防ぎ、前面の道路の交通確保にもつながっている。



写真1 焼け止まりをはたした樹木（神戸市長田区大園公園）

- ③建物周りの小さいみどりの空間が、ガラス、タイル、看板などを柔らかく受け止めるクッションの役割を果たした事例も確認できた。
- ④樹木などのみどりは街路や公園と一体となって、火災の延焼を止める効果をもたらした。枝葉は褐色したが樹木に蓄えられた水分が防火機能を担ったのである。健全なみどりが存在すること、つまり健全な樹木が生育していることは、震災でみどりが被害を受けても、人間にとっては安全や防災の効果をもっているのである。ふだんは心を和ませ、非常時には危険から救ってくれるみどりを、教訓として今後のまちづくりに生かすべきである。

3) こころのみどり

震災後、みどりのある公園などに避難した人びとの中から、「大木の下で安心や安らぎを感じた」という声が聞かれた。みどりが人びとの精神的な癒しとなったのである。また、みどりのボランティアが、高齢者のために重い栽培用土を仮設住宅地に運んで喜ばれたといったこともいわれている。

一方、阪神間では震災後に悲惨な事件が連続した結果、防犯、安全上の観点から、公園や街路樹の高木の枝が剪定されたり、灌木が低く刈り込まれたりした。これは、住民などからの要求、あるいは剪定の時期をはやめたなどの理由によるものである。都市内での「緑量の確保」と「安全、安心の確保」との葛藤であるといえる。みどりを、コミュニティ形成の場、こころの癒しなどと関連して議論することが問われているといえる。

みどりが悪いのではないということは確かである。みどりを植えて、育てたのは、われわれ人間である。植え方、育て方、つまり公園緑地の「地域社会との関わり」、「まちづくりにおける位置づけ」、「地域での配置」、「計画や設計」、「管理や運営」などについて再度議論を深める必



写真2 深江まちづくり協議会と阪神グリーンネットが協働してつくったポケットパーク（神戸市東灘区深江地区）

要がある。

4) 参加のみどり

みどりの基本となる行政計画は、骨格としての面的のみどり、そのネットワークとしての線的のみどりなどを進めている。一方で、住民参加を通じた人びとの生活、行動、地域性などに基づいたみどりの計画や設計も必要である。この状況をうけて、各地域で、住民主体、住民参加型のまちづくり、みどりづくりが進んでいる。これまでの行政側からのみどりづくりに加えて、地域や生活サイドからの参加を得る方法である。みどりの計画・設計に際して、市民、企業、住民とのパートナーシップの発想について再確認しておく必要がある。

(3) 研究、計画、実践の現状

みどり環境に関わる調査研究に関する論文は『緑地の防災機能及び防災計画』³⁾に詳しく紹介されている。その中で、阪神・淡路大震災の現状、分析、提言に関する緑からの49の文献リストの他に、「都市公園の利用実態」、「樹木の防火や耐火機能」、「安全・安心環境づくり」、「まちづくり活動や計画」に関する文献が記載されている。

次に、行政側からの計画などの動向として、住民参加を意図した『兵庫県防災まちづくりガイドライン』⁴⁾、研修会の報告書である『ワークショップを学ぼう』⁵⁾、住民参加の景観復興プログラムとしての『あなたにとって身近なふるさとの景観を教えてください』⁶⁾などがある。

住民や企業サイドからの実践として、緑や環境に関わる専門家や学生が復興まちづくりを緑環境の側面から支援している「ランドスケープ復興支援会議」（略称：阪神グリーンネット）の活動や、トンポを通じて環境に興味を持つ全国の人びとが集い「第9回全国市民トンポサミット神戸大会」が1998年8月に開催され、ここで元気になりつつある阪神・神戸を応援しようとする試みが行われた。また、1998年の3月には神戸市垂水区の平磯の埋め立て地の恋人岬に、市民と行政とが共同で造成した「平磯のトンポ池」が完成し公開されている（次頁コラム）。このように、緑や環境に関する従来からの調査・研究に加えて住民参加、環境配慮などを組み込んだ幅広い試みのみどり環境の分野で進んでいる。

(4) 基本的方向性と課題

1) 基本的方向性

環境、防災などをテーマとしながら、住民の合意と参加を通じたまちづくりをすすめるべきである。例えば、民有地緑化では、都市緑化基金などからある程度の援助はある

が、行政が直接対応することは難しい。しかし、垣根、庭、壁面緑化、屋上緑化などは大いに環境や防災に寄与する。

- ①緑、水、土などに関わる施設や民有地緑化推進のための方策の開発。
- ②そのための住民参加や合意形成の仕組みづくり。
- ③また、行政が主になる大スケールの環境のみどりに関わる計画と地域特性や住民参加に基づいた計画、この両計画の統合のための仕組みづくり。

2) 課題の展開

環境問題と防災を考えるに際して、特に緑環境の視点から、種の多様性、生息空間、自然とのふれあいなどを内包しつつも、全国一律ではない地形、気候、植生などに対応した地域ごとの柔軟な展開が望まれる。

- ①そのためには地域性発掘の方法論、例えば生活している住民を含めた地域理解学のさらなる展開と、これに基づいた計画課題の整理と展開が基本になる。
- ②また環境問題にかかわる施策、防災に関わる施策を統合して計画を進める必要がある。
- ③これに高齢化などに対応する福祉、コミュニティなどの住民生活に密着した関連分野を統合することが課題である。
- ④環境やまちづくりに関わる公園緑地や河川などの行政計画と、例えば民有地の垣根、庭、壁面緑化、屋上緑化などの環境配慮施設計画とを有機的に結びつける方法論の開発が望まれる。
- ⑤公有、民有の環境に配慮した施設や地域と、それらへの住民参加を促進するコーディネーターの育成が必要である。
- ⑥さらに、環境問題と防災を考える上で、福祉、医療、コミュニティなどの視点は欠くことができない。これらを統合できるハードとソフトが一体化した計画づくりは重要な課題である。

参考文献

- 1) (社) 日本造園学会編『緑空間のユニバーサル・デザイン』学芸出版社、1998
- 2) (社) 日本造園学会阪神大震災調査特別委員会編『公園緑地等に関する阪神大震災緊急調査報告書』1995
- 3) (社) 日本造園学会、(社) 道路緑化保全協会編『緑地の防災機能及び防災計画報告書』1997
- 4) 兵庫県都市住宅部『兵庫県防災まちづくりガイドライン』1997
- 5) 神戸市『防災まちづくり研修～ワークショップを学ぼう』1997
- 6) 兵庫県『あなたにとって身近なふるさとの景観を教えてください』1998

バイオリサイクルで創造した トンボ池

ビオトープ～垂水区平磯恋人岬の事例から～
水野優子

①経緯

1998年3月31日神戸市垂水区平磯の垂下水処理場内に、明石海峡大橋の見える公園「恋人岬」がオープンした。その敷地の一角に神戸市の企画により、市民参加でビオトープづくりが行われた。面積は1haを越すものである。このビオトープづくりは神戸環境大学課外講座として市民が参加した。定員40名のところ2倍以上の応募があり、抽選の上約60名の参加により1998年3月1日・8日・15日の3日間の作業工程となった。

恋人岬のビオトープがつくられるまでにはいくつかのいきさつがある。1997年春に平磯下水処理場の敷地に下水処理水を利用して「せせらぎ水道」が計画された。いわゆる「嫌悪施設」とされる下水処理場を住民に身近な施設として知ってもらうため、という目的である。それに加えて1998年4月に明石海峡大橋が開通することから気軽に人々が憩え、身近に自然とふれあえる公園にとの要望があった。そこで神戸市では建設局、環境局、区役所の職員によりワーキンググループを発足させ、ビオトープの計画にあたった。1998年10月より粗造成工事が始まり、それと平行して職員による恋人岬公園部分の舗装などが行われた。

②環境にやさしいリサイクル資材の利用

恋人岬ビオトープの大きな特徴のひとつとして、リサイクル資材の利用があげられる。まず、ビオトープ池には通常河川に放流される下水処理水が利用された。やや塩素濃度の高い下水処理水を使用するにあたっては生きものにとって棲みにくい池になるのではないかと懸念の声もあったが、設計段階で池の構造の工夫、つまり放流直後の下水処理水を最上流の池にためることにより塩素を揮発させ、塩素濃度を低くするなどの解決策が練られた。ビオトープ完成後数ヶ月後には生きものにとって棲みにくいと思われた上流の池にもメダカが元気に泳ぎ回り、植物も順調に生育している。

また、下水処理によってつくられる汚泥焼却灰を利用したセメントブロックや土壌改良材がビオトープ周辺、および展望広場の舗装に使用された。ま

た、廃材であった下水の泥をかき寄せるために使われているフライト板は職員や市民の手でビオトープ池のデッキや橋へと利用されている。

さらに、ビオトープ周辺に植えられた樹木のうち高木のほとんどは生田川公園、新湊川公園の改修の際に不要になった樹木を移植することにより、植物のリサイクルを行っている。

③神戸市職員と市民による手作りビオトープ

先にもふれたように、ビオトープづくりには大きな反響があった。定員40名のところ倍以上の応募があり、毎回60名ほどの参加のもとでビオトープがつくられた。

最終日には全員でメダカ、カワニナ、ヤゴ、ドジョウなどが放流された。参加者の多くは恋人岬周辺の市民であり、その後も自分たちで創り上げたビオトープの様子を見に来る方も多いようである。また、近所の方の反応も良好で、「近くにこんないいところがあったのか」などといった声が聞かれているようである。

④恋人岬ビオトープの生きもの

ビオトープ池を考える際に大切なことは、池そのものをどのようにつくるのかということに平行して池周辺の環境、水際線をどのように復元するののか、ということである。今回の恋人岬ビオトープをつくる際には、神戸のエコ・アップ研究会や水辺ネットワークの方々にも多くの助言を得、海沿いという地域特性を配慮した計画とした。また、地域における遺伝子攪乱を防ぐために、なるべく地域の生きものを用いることをコンセプトとしている。

ビオトープ池および池周辺の植物として、高木はクスノキ、エノキ、ネズミモチなどを中心に約20種140本、低木をあわせると400本が池周辺に植樹された。また、水生植物としてガガブタ、アサザ、トチカガミ、オニバス、オオフサモ、オオカナダモ、ウキクサ、アオウキクサ、コウホネ、ヒメガマ、マコモ、ウキヤガラ、カンガレイ、フトイ、ハナショウブ、キショウブ、カキツバタ、クレソン、セリ、ジュズダマ、ヤナギ、オオアカウキクサ、スイレンなどが植えられた。また、ビオトープ池完成後、メダカ、クロスジギンヤンマのヤゴ、ドジョウ、カエル、エビなどが市民の手により放流された。ビオトープ完成より2ヵ月後の1998年5月20日までにギンヤンマ、クロスジ



バイオリサイクルで創造したトンボ池：神戸市垂水区恋人岬の事例

ギンヤンマ、シオカラトンボ、アジアイトトンボ、アオモンイトトンボ、オツネイトトンボ、ショウジョウトンボの7種類のトンボが観測されている。また、水面には多くのアメンボが見られ、放流されたメダカも順調に増えており、水中を泳ぎ回っている。またそれにあわせて、数種の鳥なども飛来し、ミカンの木にはアゲハチョウの幼虫が観察されている。

⑤今後の課題

平磯恋人岬ビオトープは、神戸市職員と市民との良好なパートナーシップによってつくられた。今後の課題としてはこのビオトープをどう管理・運営していくかである。ビオトープの完成形は存在しないと言われている。どの状態の自然を維持していくのか、また、生き物の観察やデータ集めなど、今後市民とともに議論し進めていく必要がある。1998年の夏には再び市民を対象にビオトープ生き物観察会などが開かれたが、定期的に観察を行うグループの発足などが望まれる。現在、自然発生的に観察グループが発足しつつあるが、そういった活動をバックアップできる体制を考えていく必要がある。

2. ライフライン（供給系・処理系）と防災

佐土原聡

(1) 課題の意義、位置づけ

供給系・処理系のライフラインには電力、ガス、熱エネルギー供給施設、上下水道、ごみ処理施設などがある。防災的な面からは震災時にも活動ができるように建物へのエネルギー、水供給処理が途絶えないことが重要である。しかし、ライフライン施設の耐震性には限界があり、また経済性も重要である。今後は、震災対応上重要な官公庁や病院などにおいて耐震性を高めるなど建物用途による異なった性能基準の設定、重要な施設が集中している場合には地域で耐震性を高める方策の導入、経済性を向上させるための日常からの非常時施設の有効活用などが課題となっている。

(2) 阪神・淡路大震災等の教訓と検討課題

1) 電力供給については24時間後にはほぼ停電が解消し復旧が早かったが、復旧が火災発生の原因になった例があるともいわれ、今後は被災地の状況を見極めた上での復旧が必要である。

2) 停電時に稼働する非常用自家発電設備で機能しなかったのは約1割にとどまったが、古くから設置されている設備の耐震性向上が必要である¹⁾。

3) ガス供給については、供給管の破損によるガス漏れから地震発生後6～15時間後に供給停止に踏み切ったが、より迅速な意志決定が課題である。また、ガス漏れが火災発生の原因になった例も見られる。完全復旧には3ヶ月を要し、住宅での入浴や調理に多大の不便をきたした。早期の復旧が課題である。

4) LPガスについては2週間で復旧し、都市ガスエリアへの非常用供給にも役だったが、末端の器具がLPガスに合わない、都市ガス復旧後に不要容器がごみとして放置されるなどの問題があった。

5) ガソリンスタンドは損壊がほとんど見られなかった。非常用エネルギー供給として石油系の燃料は重要な役割

を果たした。地下タンクからの燃料のくみ上げにポンプを使っているため、停電が支障となったこと、交通渋滞で搬送に支障をきたしたことが問題であった。

6) 地域冷暖房については施設の損壊は軽微であったが、電力、ガスなどの熱源の供給停止、断水により熱供給できなかった²⁾。

7) 水供給は完全復旧までに3ヶ月の長期を要し、下水施設も復旧に同程度の期間がかかった。飲料水は購入が可能で比較的支障の度合いは小さかったが、生活用水の確保が困難であることが最も大きな支障であった。また、生活用水を確保する上で河川、住宅街の側溝などの水が役に立った。

8) 地下の共同溝内に設置された管路やケーブル施設は損壊が少なかった。

9) その他、ライフラインではないが、オープンスペースや樹木など日常の環境保全に役立つものが、火災延焼拡大防止、避難場所の確保などの防災にも役に立った。

以上をまとめると、水供給の支障が最も大きかった³⁾こと、停電が他のライフライン機能の停止につながるなど、システムの相互に支え合っているライフライン同士で、被害が波及する傾向が強くなっていることが特徴的であり、また、共同溝内に施設を設置することは供給信頼性を高める上で有効であること、身近な自然の要素が非常時に役に立つことなどが明らかとなった。

(3) 研究、計画、実践の現状

今回の震災をふまえて各供給事業者は供給信頼性を高めるための対策を打ち出している⁴⁾。

1) 電力事業者は供給系統の多重化・自立化、設備の耐震性向上、発電機車の装備拡充などの応急供給体制の整備、情報ネットワークによる監視・制御の充実を図っている。

2) 都市ガス事業者はコージェネレーションの普及、中圧供給管の震災時の供給維持と中圧施設からのハウスレギュレーターによる整圧供給、ガスのボンベ供給など応急供給体制の整備を図っている。

3) 水供給については、復旧にかかる期間を短縮する計画を策定した。一部の配水管を早期に復旧して応急給水拠点を増やして、応急給水の人員を漏水修繕にあてることにしている。また、下水処理については、施設の耐震性強化、多重化を図る計画である。

一方、都市計画、建築計画面では、

4) 神戸市が『神戸市復興計画』で生活者の立場からの3つの防災生活圏を設定し、それぞれの生活圏ごとに安

全な都市づくりを進めることとしている。この3つとは、区役所を防災総合拠点とし、行政が主体となって対応する「区生活圏」、公共施設等の防災支援拠点を各区に数カ所設置し、住民と行政が連携して対応する「生活文化圏」、小中学校等を地域防災拠点とし、住民主体で小学校区を中心として対応する「近隣生活圏」である。これらの拠点にはすべて水・食料、非常用エネルギー、生活物資を確保し、震災等で周辺地域が大きな被害を受けた場合にも自立して被災者への対応にあたることができるよう「ライフスポット機能」を備えることとしている⁴⁾。エネルギーに関してはたとえば地域防災拠点となる小学校を例にとれば、普段もイベント用として使える可搬型小型発電機、平常時は電力会社に売電し停電時に情報通信用、照明用の電気を発電する太陽電池、普段は省エネルギー用とし非常時には風呂、給湯、暖房用に温水を供給する太陽熱温水システムなどを備え、暖房や炊事用のガスボンベの応急供給体制を備えておくなどの対策がとられる。

5) さらに、建設省では『官庁施設の総合耐震計画基準』⁵⁾において、役所等の災害対策の指揮、情報伝達のための施設と、病院等の救護施設については、商用電源の復旧に要する時間の想定が困難な場合は、自家発電設備の連続運転可能時間を1週間、燃料備蓄を72時間程度としている。

(4) 研究、計画、対策等の基本的方向性

1) 震災からの考察

供給処理系のライフラインに関して震災から今後の対策につながる考察を行うと、以下の点がまとめられる。

- ①供給処理事業者は震災時に供給ができるだけ途絶えないよう、また途絶えた場合に早急に復旧するよう努力するが、それでも応急対応に重要な建物や施設では、全面的に業者に頼るわけにはいかない。
- ②これまでの供給処理施設は、システムのスケールメリットと需要家の公平性のために、広域に一律なサービスレベルを達成するよう構築されてきたが、システムが巨大化する一方でさまざまな要求のレベルを持つ需要家が現れて、これ以上一律なシステムとして拡大していくことは非効率な状況となってきている。
- ③以上から、供給側、需要側双方の視点に立った合理的な供給信頼性のレベルを明らかにするとともに、需要側での対応を都市的な視点から検討することが必要である。『神戸市復興計画』の各防災拠点、『官庁施設の総合耐震計画基準』⁵⁾による役所、情報施設、病院等の建物レベルでの対応は考えられているが、これらの拠点が集中しているところでは従来の広域インフラ

と建築設備の中間に位置する「拠点型インフラ」を整備することが考えられる。

- ④非常時のためだけに設けられる施設は容量設定がむずかしく、経済性、供給信頼性の面からできるだけ日常の活用が考えられたシステムを導入することが大切である。

2) 今後の方向性

今日人間が居住している地域の環境に関連した問題には、防災問題だけでなく、地球環境や地域の環境保全の問題、人々の精神的な健全さにつながるアメニティの問題もある。震災時にオープンスペース、樹木、河川などが災害拡大防止に有効であったが、これらは同時に日常の環境保全に貢献し、アメニティ面でも重要な役割を果たしていることからわかるように、これらの環境に関連した問題は別々のものではない。環境と人間の関係に全般的な不具合が生じその一面だけが顕在化したものがこれらの各環境問題であり、自然環境に対しては自然の特性をもって対処する事が必要であることを物語っている。顕在化している問題を手がかりにして、環境全般との不整合をただしていくことが大事なのであり、対症療法でない取り組みが必要である。

一方、われわれが構築してきたこれまでの技術によるシステムは、目的を限定することで高度化し、その目的から見れば確かに効率的、経済的なものを追求して発展してきた。その分、無駄な機能を省き、多様性を失って、災害に対しては脆弱になっている。水道が震災時に使えなかったのは、昔使っていた井戸や泉などの自然の水に比べて、衛生的、経済的であるためにそれを切り替えてきたためであり、水道の計画条件には地震の大きな揺れがはいっていなかったために対応できなかったものにとらえられる。このように今日の技術で構築されたものはある視点から見れば効率的であるが、目的が限定的で、多様な自然環境の変化に対応しにくくなっているのである。

以上から、これからの都市のライフラインシステムは自然性を備えた多様性のあるものにしていくことが必要である。従来は効率的で便利な、われわれにとって質の高いエネルギーを送る電力、ガス供給網などが造られてきた。しかし、災害も含めた環境の大きな変化に対応でき、今後予期できない問題の解決にもつながるシステムを実現するためには、目的が曖昧ではあるが多様な役割をもった、レベルの低いものを供給する自立型、循環型のシステムが必要である。それは具体的には太陽エネルギーなどの自然エネルギーの活用、電力を発生すると同時に得られる熱やごみ焼却熱などの余ったエネルギーを取り入れたり、それが必要ところで取り出せるなどエネルギーのバイナリ的な

3. 都市防災における震災時の消防水利

高橋 太

はじめに

本節では大震災の被害、特に火災・延焼による被害を略記し、消火のための水利と、それらを含めた防災街づくりについて述べる。

(1) 震災時の災害

1) 震災時の建物被害は、揺れによる被害と液状化によるものが考えられる¹⁾。

揺れによる建物被害については、関東大地震(1923)、福井地震(1948)等では、揺れによる木造家屋の倒壊が非常に多かった。沖積層の台地を刻む谷の間が被害大であり、沖積層が厚くなるにつれて全壊率も増すことが指摘された。

しかし、最近の地震では、全壊・半壊家屋に比較して一部損壊家屋数が多くみられている。宮城県沖(1978)では、一階に壁の少ない二階建のもの、二階に比べて一階の剛性が著しく小さい店舗併用住宅のような建物で被害が大きかった。

木造以外では、RC造でみられ、新潟地震(1964)、十勝沖地震(1968)、大分県西部地震(1975)、また宮城県沖地震(1978)でも大きな被害があり注目された。

S造建物については、新潟地震(1964)、十勝沖地震(1968)等の大地震でも、局部的な被害は生じているものの、建物全体が倒壊に至るようなことは殆どなかった。被害の原因は施行不良が殆どであった。

液状化による建物被害は、新潟地震(1964)における、砂層の液状化現象で新潟市内の300棟あまりのRC造建物が被害を被り注目をあつめた。

2) 上記以外の被害としては、崖崩れ・宅地造成地崩壊による建物被害、ブロック塀等の被害、落下物被害、家具の転倒被害等が発生している。

3) 一方阪神・淡路大震災においては、震度7の強い揺れにより断層近辺の限られた地域において、建物被害が集

り込んだ一大ネットワークを形成する都市規模の大循環システムを可能にし、「従来インフラ」が途絶えた場合に「拠点型インフラ」の自立性をサポートするためのガスや石油などの一次エネルギーや水が供給可能な「広域ネットワークインフラ」を造って、これら三重のシステムでエリアを支えていく。「広域ネットワークインフラ」は、地震時も構造物被害の少ない地下の安定地盤(大深度地下)に構築する(図2)。「拠点型インフラ」では自然エネルギーも活用し、また、温度レベルの低い下水熱等も活用可能な小循環型のシステムとなる。「広域ネットワークインフラ」では温度レベルの高い熱が活用された大循環システムとなる。熱供給網によってエネルギーシステム、その他のインフラも含めた総合化、合理化を図ろうとするのが、今後のあり方である。

現在直面している環境問題に対処するインフラのあり方を考えるとき、図3に示す防災性、環境保全性、アメニティ性すべてに共通する部分を担うのが「広域ネットワークインフラ」であり、それぞれの地域の状況に合わせてさらに付加されるのが「拠点型インフラ」である。防災拠点が集中している地域では防災性を付加した「拠点型インフラ」となる。そのほか、大気汚染がひどい地区では環境保全性、景観等住環境整備が特に重要な地域ではアメニティ性を付加した「拠点型インフラ」となる。

参考資料

- 1) 日本内燃力発電設備協会『阪神大震災における自家用発電設備調査報告書』pp.22-23、1996.8
- 2) JES日本環境技研株式会社『阪神大震災における地域冷暖房施設被害実態調査報告』pp.2-9、1996.7
- 3) 村上處直・佐土原他「阪神・淡路大震災での人工島におけるライフライン機能の被害とこれからの人工島の基盤施設のあり方に関する研究」『災害の研究』第29巻、損害保険料率算定会、pp.72、1997.3
- 4) 神戸市・神戸市ライフスポット研究会『ライフスポットシステム検討調査報告書』1996.3
- 5) 建設省「官庁施設の総合耐震計画基準」1996.10
- 6) 佐土原「阪神・淡路大震災の教訓と今後の都市エネルギーシステムのあり方」『地域安全学会論文報告集』pp.238-240、1995
- 7) 早稲田大学建築学科尾島研究室「アングラ東京構想」『建築文化』1982.11
- 8) 空気調和・衛生工学会近畿支部、建築設備技術者協会近畿支部、電気設備学会関西支部、阪神大震災被害調査特別委員会『阪神大震災による設備システム関連の被害実態と評価・関連3団体現地支部における共同調査(報告書)』1996.1

中して発生している。当該震災被害の特徴は、以下のようであった¹⁾。

- ①古い木造建物の倒壊が顕著であった。
- ②プレハブ住宅の被害は小さかった。
- ③旧耐震ビルに被害が集中した。
- ④ビル中間階の倒壊が多発した。
- ⑤高層建物の被害は極めて少なかった。
- ⑥崩壊した鉄骨造建物に相当数の施行不良が見つかった。
- ⑦ウォーターフロントの建物被害は、極めて少なかった。
- ⑧液状化による建物被害はそれほど大きくなかった。
- ⑨崖崩れ・宅地造成地崩壊による建物被害が発生した。

4) 人的被害については、関東地震によるものが最大であり、火災による死者が多数(91,593人)に上り²⁾その状況は、凄惨をきわめた。

阪神・淡路大震災では、6,430人の死者を出したが、関連死をのぞく5,502人の死は建物倒壊によるものがほとんどであり、火災によるものはその1割程度といわれている。

(2) 震災時の火災・延焼

主な地震による火災被害の比較は表1のようである。

これまで震災時における火災、その中での出火原因、消火活動、焼け止まりに関する詳細な調査は、極めて少なかった。阪神・淡路大震災時の調査は、種々の機関で行っているが、ここでは焼け止まりの調査について、東京消防庁及び自治省消防庁消防研究所の調査結果について簡記する。

東京消防庁の調査結果によると³⁾木造建物が隣接する地域での焼け止まりは、消防隊や市民による消火活動で延焼を阻止し、また比較的狭い道路でも延焼阻止したケースが認められた。

加えて、8m以上の道路や空地も有効であった。ただし、幅員30m以上の道路があっても、飛び火(100m以上)で延焼拡大したケースも認められている。

建物においては、外壁の防火措置や、開口部が網入ガラス等で防護されている場合に延焼を免れているものが多く、さらにガソリンスタンドの防火壁など高さのある塀等は、延焼阻止効果を有していることが認められた。

消防研究所の調査は⁴⁾消防活動の効果を勘案して議論している。神戸市内の焼損面積4,000㎡以上における調査結果によると、焼損面積が大きいほど消防活動による割合が低い傾向がうかがえる。逆にいえば、消防活動がなければ、多くの火災区域で大規模火災となって、空地や耐火建築物の多い範囲まで延焼してしまったと考えられる。

ただし、ここでいう割合は、焼け止まり線の総延長についての比率なので、延焼規模の上位の火災区域の傾向がよ

り強調されており、消防活動の効果を過小に評価していることに注意する必要がある。また建物構造別の焼け止まり効果調査によると、消防活動がない場合には、木造の集中した区域で空地または道路まで燃え尽くしとなった割合が高いのに対し、耐火造の多い地区では道路と耐火造の効果によって延焼阻止した割合が高い結果となっている。

(3) 震災時の延焼阻止・消防水利

震災時の消火剤としては水だけが頼りである。これは、水が性質の近い物質(周期表で酸素の左右にある元素の水素化物のメタン(CH₄)、アンモニア(NH₃)、フッ化水素(HF)等)と比べて異常に高い沸点、蒸発熱、および蒸発エントロピー等を有し、消火に有効であるためである。また水の熱解離は2,000℃においてもわずか2%であり、火災中でも安定でありかつ大きな蒸発(気化)熱により冷却効果が十分に期待出来るわけである。

そもそも、地球上には、1.38×10¹⁸トンの水が存在すると見積もられている。この圧倒的に多い水のお陰で生物が誕生した。逆に言うと、水なしでは地球上の生物は生存できないのである。

この事実は、すでに古くから注目され、古代の思想家達は、例えば、「水は万物の源である」とか、「五行は河から始まる。万物の由って生ずるところのもの、元気のエキスである」としている。また、古代ギリシャのタレスも「水は万物の根源である」と述べている。

この不思議な液体のお陰で人間が生活でき、消火できる有難さを噛みしめたい。

1) 震災時の消火に必要な水量

震災時の消火作業に使用した水量の詳細なデータはほとんどない。釧路沖地震(1993)の記録(火災11件)によると、1件当たり0.3㎡(部分焼以上)となっているが、その他の地震では明確でなく阪神大震災時のデータが唯一と思われる⁵⁾。

特に神戸市においては、同時多発火災が発生し、放水口数が少ない中で移動しながら消火したわけであるが、当該延焼地域における消失面積と使用水量のデータ、即、単位面積当たり0.51㎡という値は貴重であり、今後の対策を検討するに当たって非常に参考になると思われる。

この値は、平常時火災における延焼防止までの水量0.50㎡(東京消防庁調べ、木造・防火造火災)と非常によく一致している。

2) 震災時の消防水利

ところで、震災時には水道施設の被害により、消火栓が使用できなくなる事が予想される。特に、地震発生直後は、

その可能性が高いため、消火栓以外の水利、即ち防火水槽、プール、河川等の自然水利、飲料用受水槽や蓄熱槽等の必要性が高まる。

この中で、最も確実で利用価値の大きいのは、防火水槽であるが、当然のことながら耐震性が求められる。事実、今回の阪神・淡路大震災では、防火水槽の一部が漏水等により使用できなくなった例も発生した⁴⁾。

特に神戸市消防局では、968基ある防火水槽のうち亀裂漏水(85)、採水管の損傷(5)を合わせ90基(約1割)が使用不能等の被害を受けた。同様に西宮市でも躯体損傷により16基が使用不能になり、他に躯体のずれ等67基が被害を受け、宝塚市でも58基が被害を受けている。

これらのこと等に鑑み、全国には耐震性防火水槽が、84,312基(平成9年4月1日現在)以上設置されている⁹⁾。この他に地域住民の自主的防火・消火活動を支えるための耐震性貯水槽を設置している自主防災組織は280市区町村、7,612組織あり、設置基数は10,127基となっている。

3) 都市防災における消防水利

東京等の都市における震災時の消防水利のあり方については、それぞれの都市において、建築物の立地条件や住民の住い方等を勘案し、検討されている。

東京消防庁管轄区域内における震災時の水利整備基準について示すと、管轄区域を250mメッシュに分割し、以下のメッシュ特性に該当した場合は100m³、該当しない場合は、40m³の防火水槽を整備している。

- ①延焼危険度の10段階のうちの4段階以上の地域
- ②自然焼け止まり効果の期待できない延焼阻止路線の両側の奥行300mの範囲の地域
- ③避難道路の両側の奥行300mの範囲の地域
- ④防災生活圏の延焼遮断帯の未形成地域
- ⑤その他、地震に関して人的危険度等を含めた総合危険度が5段階のうち4以上の地域

さらに、避難場所については、メッシュとは別に水量を確保している。しかしながら、阪神・淡路大震災では、防火水槽が不足し、消火水を延々2kmホースで引いて消火せねばならず問題となった。これらの理由により、各都市では無限(巨大)水利を、防火水槽と並立して整備するようにしている。このことに関連して、遠距離大量送水装備(吸水具も含む)の開発も進んでいる。

4) 都市部の巨大水利確保

巨大水利についての分類は下記の通りである。

- ①海
- ②河川・溝
- ③池・濠
- ④応急給水槽
- ⑤貯水池(上水関連)
- ⑥貯水池(上水以外)
- ⑦プール
- ⑧貯水槽
- ⑨その他(下水処理水、雨水下水)

項目	関東大震災	福井震災	阪神・淡路大震災	
発生日時	1923年9月1日11時58分	1948年6月28日16時13分	1995年1月17日5時46分	
火災概要	出火件数	163件(東京市・郡内)	43件(29件)	285件(166件)
	焼失棟数	447,128棟(366,262棟)	3,851棟(1,859棟)	7,483棟(7,288棟)
	焼失面積	3,830万m ²	不明	83万m ²
市街地大火になった理由	<ol style="list-style-type: none"> ① 建築物のほとんどが耐震性に乏しい木造。特に下町は地盤が軟弱で、倒壊家屋が多かった。 ② 火の使用が集中する昼食時の地震が発生。 ③ 恐怖のため初期消火がおろそかにされた。 ④ 低気圧により風が強く(12.3m/s南風)、風向が変化し延焼方向が多方面にわたった。 ⑤ 消防力の絶対的な不足に加え、橋梁被害、通信途絶、消火栓の使用不能により、有効な運用ができなかった。 	<ol style="list-style-type: none"> ① 地震が夕食準備の時に発生し、炊事用コンロ等火気器具が多く使用されていた。 ② 地震発生後5分前後に市内で29ヵ所から出火し、折からの南風に煽られ、倒壊家屋に次々に延焼した。 ③ 激しい余震のため、市民の初期消火に対する努力が遅れた。 ④ 戦災にあったため、市内の大部分がバラック建築であった。 ⑤ 消防隊は他からの応援が得られなかった。 	<ol style="list-style-type: none"> ① 神戸市内各所で火災が同時多発した。 ② 震度7により市街地の大部分が壊滅的な被害を受け、同時に救助事象も多発した。 ③ 建物の倒壊、道路の破壊や亀裂で、消防車の通行障害が発生。 ④ 水道管の被害により消火栓が使用不能。 ⑤ 海水を消火に利用する努力をしたが、2kmにおよぶホース延長で道路横断が多くなり、各所で避難等の車により破断した。 	

※「新編 日本被害地震総覧」東大出版会、1987より。阪神・淡路大震災の被害は「阪神・淡路大震災について(第101報)」、平成9年12月24日現在、自治省消防庁発表による。なお、火災概要欄の()の数字は、それぞれの地表における東京市、福井市、神戸市の数字を表す。

表1 関東大震災、福井震災、阪神・淡路大震災の比較

これらの巨大水利のうち特殊な例（東京消防庁）を二、三示す。

①神田川・環状7号線地下調節池活用

調節池立坑底部に水中ポンプを設置し、自家発電機により、水中ポンプを駆動して地下約60mから地上の採水口まで送水し取水する。取水量は最大24,000 m^3 の予定である（図1参照）。

②雨水幹線利用

自然流下方式の雨水幹線が河川に合流する直前の管路内には河川の水位と同じレベルの水が滞留しているので、その水をマンホールから取水することを可能にした施設であり、カミソリ型堤防のためポンプ車による取水が不可能な地域に有効である（図2参照）。

③がいし洗浄用タンク利用

東京電力の変電所には、台風などの大雨の際にガイシに付着した塩分を除去するため屋外タンクに大量の水を貯留している。最大貯留量は、1,000 m^3 で常時400 m^3 が確保されており、この貯留水を巨大水利として利用するものである。

5) 今後の課題

まちづくりの目的は、その地域に住む人が生きがいを見つけれられるだけでなく、ここで死んでもいいと思えるような魅力を生むことだと思ふ。それには、他地域に住んでい

る人びともを誘い込めるような魅力の産生に努力することである。具体的には、時間と根気が必要であり「積小為大」、地道な努力が求められる。

地震時の延焼阻止目的の水利対策も、まったく地味な行政行為である。そこに防火水槽が存在するのがわからないで日々生活できるのを理想としたい。なお、隣保共助の精神が薄れつつある都会でも「路地尊」（雨水等を利用し災害時の水源を確保するシステムで路地の安全を守るシンボル）のような防火水槽をつくるのも、奥が深い防災対策となり、このような運動の原点になりうると思われる。

参考文献

- 1) 『東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書（被害手法編）』東京都、1997.8
- 2) 『震災予防調査会報告』第100号（戊）
- 3) 『兵庫県南部地震に伴う市街地大火の延焼動態調査報告書』東京消防庁、1995.12
- 4) 関沢愛、北後明彦『1995年兵庫県南部地震火災に関する調査報告書』日本火災学会、1996.11
- 5) 『巨大水利に関する調査報告書』東京消防庁、1996.3
- 6) 『震災対策の現況』自治省消防庁震災対策指導室、1998.3

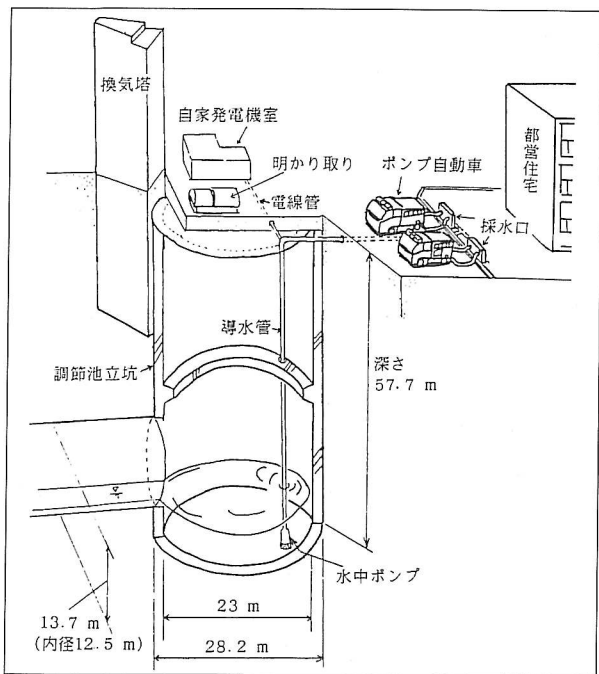


図1 神田川・環状7号線地下調節池活用

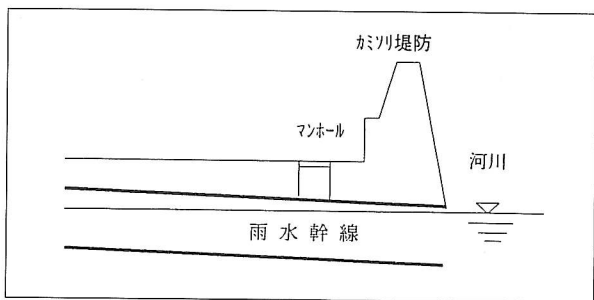


図2 雨水幹線利用