

2020 年度 建設コンサルタンツ協会 学生懸賞論文

【テーマ2】新たな土木技術で、あなたの身近な地域の防災力をアップデートせよ

防災情報としての公的営造物トレーサビリティの確保と活用

大阪市立大学 工学部都市学科

芝田 涼希

1 はじめに

気候変動に伴う自然災害の頻発化、激甚化は、我が国の国土と国民の生活に重大な危機をもたらしており、土木に対する社会的要請はますます高まっている。

昨今、大規模降雨災害の折にダムにおける異常洪水時防災操作、いわゆる「緊急放流」が報道や SNS 上において度々議論を呼んでおり、中には事実や工学的見地に基づかない議論も散見されるが、こうした世論の動向から、防災における土木施設に対する国民の高い関心と土木施設に関する正確かつ精緻な情報提供の必要性が浮かび上がる。災害時には、不安や焦燥から、誤解や情報の欠如がデマの拡散や誤った行動、社会の混乱に繋がる恐れもあり、土木施設に関する情報のオープン化や教育、学習機会の提供は重要である。

そこで本稿では、市民に提供すべき防災情報として、災害対策として整備された土木施設等に関する情報のオープン化を図るための方策を提案する。

2 背景と現状の整理

2.1 住民の防災意識

兵庫県（2020）が、県民モニター2423人を対象として2020年1月に実施したアンケート調査によると、県が力を入れるべき防災対策については、最多の53.7%の回答者が「上下水道、道路等の耐震化や、緊急輸送道路などの整備促進」を挙げている。なお、回答者の82.5%が阪神・淡路大震災について「経験した」と回答しており、土木施設に対する安全性やリダンダンシーの要求は、その経験に裏付けられていると考えられる。

2.2 ハザードマップと土木施設

兵庫県が Web 上で公開している「兵庫県 CG ハザードマップ」や、宝塚市が Web 上で公開している「web 版たからづか防災マップ」といった住民への情報提供を目的とした WebGIS において、避難施設や観測施設、発災時の危険区域および危険箇所等の位置や危険度については地図上に表示されるが、上下水道や道路、河川堤防やダム、砂防施設等といった防災上重要な土木施設の性能や整備状況等に関する情報は掲載されていない。

多くの住民が防災において土木施設の整備を重要視している一方、土木施設の安全性や現況、整備効果や費用に関する情報は、避難場所や危険区域等の災害情報に比べて、インターネット等を通じたオープンなアクセスが実現されているとは言い難い。

2.3 砂防のまち宝塚

宝塚市は、長尾山系南麓と六甲山系東麓に市街地を擁する阪神間のベッドタウンである。阪神間の代表的な住宅地として知られる長尾山系南麓の宝塚市雲雀丘地区は、全国で最も早い時期の1898年に砂防指定地とされ、土砂流出の防止を図り開発された、斜面住宅地の先駆的存在である。また、宝塚市西部、六甲山系東麓を流れる武庫川支流の逆瀬川は、1895年の兵庫県初となる砂防工事に端を発する、「砂防の父」こと赤木正雄博士が携わった、兵庫県における砂防発祥の地である。1928年から1934年にかけて整備された、我が国初の流路工や鎧積堰堤は、宝塚市民を土砂災害の脅威から守り続け、2019年には土木学会により令和元年度選奨土木遺産に認定された。

宝塚市はその宅地開発の歴史において、砂防が重大な役割を果たしてきた「砂防のまち」である。しかし、市民意識調査の結果からしても、市民に「砂防」のイメージは皆無であり、地域防災計画においても、あくまで県の事業である砂防について特に注視されていない。

3 課題

土木施設は、主に公共政策として行政により整備されるものであって、タックスペイヤーたる市民は、高度の専門的な情報も含めて、その費用対効果や政策の妥当性判断に関する情報の開示を常に要求して然るべきである。特に、災害対策として整備された土木施設については、発災時の生命の危機に深く関わるため、市民はその効果に対して極めてシビアである。

宝塚市では、その宅地開発の歴史において砂防が重大な役割を果たしてきた。しかるに、市の「web版たからづか防災マップ」や兵庫県の「兵庫県CGハザードマップ」において、土砂災害対策として整備されてきた砂防施設その他の土木施設に関する記述は見られない。つまり、行政側は住民に対して、地域の危険性を示し避難を促す一方、これまで地域の危険性を取り除くべく造り上げてきた土木施設の存在を積極的に伝えようとしていない。これでは、住民には「行政による災害対策（公助によるハード対策）が見えぬまま、一方的に避難（自助・共助によるソフト対策）が押し付けられている」かのように感じ取られかねず、避難行動の懈怠や災害に対する不安の助長、土木行政に対する不信をも招来しかねない。

いつ（when）、どこに（where）、誰によって（who）、どのような目的で（why）、どのような構造物が（what）、どのような技術や手法、材料によって（how）、どれだけの費用を掛けて（how much）整備され、それがどのような効果を発揮しているのか、また、どれだけ信頼できるか、といった住民の問いに対して、行政には遅滞なく土木施設に関する情報を提供することが要求される。これまで取り組んできた災害対策について、行政がトレーサビリティを確保して土木施設に関する情報のオープン化を図ることは、防災意識の向上や土木行政におけるアカウンタビリティの確保、国土強靱化のための持続的な社会資本整備に対する合意形成、そして土木行政への住民参画（PI：Public Involvement）の促進、といった戦略的観点より極めて重要である。

4 解決策の提案

4.1 防災営造物トレーサビリティシステム

松本・内田（2009）は、市民と行政間の情報ギャップ解消に資するべく、土木構造物に関する日常的な情報照会を可能とするシステムとして、公的営造物トレーサビリティシステム（以下、営造物TS）を提案している。これは、図-1に示すように、市民が公的営造物に付設された表示板のQRコードをケータイで読み取り、データベース上にある公的営造物の詳細情報を取り出すことを可能とするものである。

本稿では、営造物TSの概念を応用し、災害対策として整備された土木構造物その他の公的営造物について、実空間および拡張現実（AR：Augmented Reality）、そしてWebGISのハザードマップ上において、市民がその情報を容易かつ即時に入手することを可能とする、防災営造物トレーサビリティシステム（以下、防災TS）を提案する。防災TSの概要は図-2に示す。

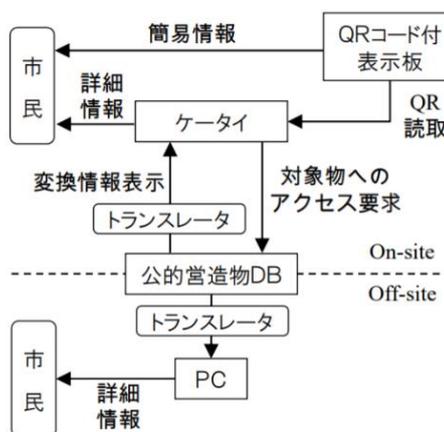


図-1. 営造物TSの概要

（出典：松本・内田，2012）

4.2 オンサイトでの情報提供

対象とする営造物には、その基本情報を記載した表示板を付設する。基本情報としては、土木学会において無名性からの脱却のために推奨されている銘板の記載項目（土木学会会長提言特別委員会，2009）を参考にしつつ、特に防災上の性能や効果を明示する。

また、QRコードを付記することで、市民がスマートフォンやタブレット等のスマートデバイスを用いて、データベース上にある営造物の詳細情報を容易に参照することができるようにする。さらに、ARを導入し、スマートデバイスを営造物や表示板上のマーカにかざすと、その詳細情報をARコンテンツとして表示することができるようにする。ARを用いることで、営造物の機能配置や構造の理解が容易になり、3DCG災害シミュレーション等のコンテンツを現地で提供することもできる。

4.3 オフサイトでの情報提供

対象とする営造物は、WebGISのハザードマップ上にプロットし、ユーザーがマップ上に設置された営造物マーカーを押下すると、営造物の基本情報が表示されるようにする。また、詳細情報へのハイパーリンクより詳細情報を参照することができるようにする。図-3は営造物マーカー（ここでは「砂防施設」）をハザードマップ上に設置したときのイメージである。

詳細情報を表示するWebページは、小学生から専門家に至るまで、あらゆる市民の要求レベルに対応することができるよう、最大限にオープンな情報提供を図る。その内容については、事業主体や関係者に関する情報、建設技術や設計、法令等に関する情報、材料や環境への影響等に関する情報、整備の経緯や意義、歴史的背景等の情報、諸費用に関する情報、災害を防止または被害を軽減する効果に関する情報、耐震性や地盤等の安全性能に関する情報、点検および診断の結果に関する情報等、あらゆる情報を集約し、特に防災面において、市民が営造物を評価し、また活用するために有益な情報提供に重点を置く。

4.4 リアルタイム情報の取得

対象とする営造物には、適宜ライブカメラや各種センサを取り付け、構造物やその周辺に関するリアルタイムでのデータ取得を可能とする。雨量や風速、水位、流量、構造物の変形、応力分布、地震加速度等の逐次変動する数値情報や現況の視覚情報をデータベースに蓄積し、Webページ等を通じて、営造物の詳細情報として市民に提供する。

また、市民自らが営造物を撮影するなどして、さながら「Facebook」や「Twitter」、「Instagram」のようなSNSへ写真を投稿するように、営造物の情報をデータベースに送信することを可能とする。データベースに集積された大量の情報の処理や解析、統合には、高精度のGNSS位置情報や人工知能（AI：Artificial Intelligence）等の技術を活用する。

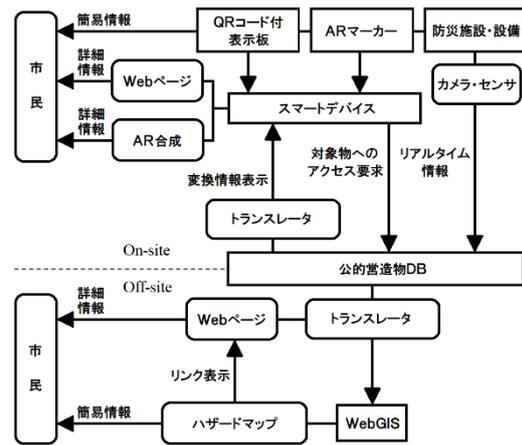


図-2. 防災 TS の概要



図-3. 営造物情報を付加したハザードマップ

5 解決策による効果・影響

5.1 地域防災力の強化

防災 TS により、専ら避難行動のための情報を提供していたハザードマップは大幅に拡張され、その用途や役割も広がる。兵庫県（2020）の県民モニターアンケートによると、兵庫県 CG ハザードマップを「見て、災害に備えて実際に活用している」と回答したのは回答者の 28.7%であったが、防災に関連する住民の多様な情報ニーズに対応することで、防災まちづくりに関する総合的な情報メディアとして、活用の拡大が期待される。

また、防災 TS は、防災に資する公的営造物に関する情報をオープン化することで、市民が土木施設に対する理解を深め、その効果や弱点を把握した上で、発災時における防災行動や災害への備えにおいて、適切な判断や意思決定を支援する。

さらに、身近な土木施設を通して、公助としての行政によるハード対策の実態を把握することで、市民は自ら主体となる自助・共助によるソフト対策の必要性や重要性を認識する。こうして市民の防災意識の喚起を図るとともに、行政や防災に関わる土木技術者と市民の間で問題意識を共有することができる。

5.2 住民参画と教育の推進

防災 TS を通して、市民は土木施設を身近な公共の財産として再認識し、災害対策をはじめとする社会資本整備に対する「わがこと意識」（木村，2018）を涵養する。また、市民はその効果や性能、そして費用等に関する情報を得ることで、自らその合理性や投資効率について考える機会を得る。情報のオープン化により、市民は行財政に対する多様なアプローチが可能になり、住民参画が促進される。

専門的・技術的な情報のオープン化は、市民の科学技術リテラシー向上の第一歩となり、市民教育の場を展開する契機となる。市民社会が防災という身近で明確な課題に対峙するにあたり、工学的素養を身に着けることは極めて有用である。さらに、学校教育の場において活用されることで、将来世代の持続的な社会資本整備への理解、将来の土木分野における志ある人材の確保にも繋がる。

5.3 土木遺産の価値発揮

防災 TS は、土木施設の発揮する防災力を顕示する。市民の営為の証である「土木遺産」の発見と評価は、土木施設の保全と防災まちづくりにおける積極的な活用を促進する。

土木学会選奨土木遺産に認定された「逆瀬川の砂防設備」の場合には、その歴史的意義や技術的価値を広く周知することで、市民に砂防の重要性を認識させ、土砂災害対策を含む防災全般への動機付けを形成する。ひいては、「砂防のまち宝塚」に暮らす市民としての矜持、すなわち「シビックプライド」を醸成する。

5.4 維持管理の支援

防災 TS による土木施設に関する情報のオープン化は、土木施設の維持管理においても、透明化と効率化が期待される。写真やセンサにより取得したデータや点検結果等の情報を一元化し、それを公開することで、老朽化の進行する構造物における一層の安全性やアカウントビリティの確保を図ることができる。また、市民の情報提供によって、構造物における異常の早期発見や発災時の状況把握を可能とする等、市民が自主的に土木施設の維持管理に協力することができるようになる。これにより、「市民の財産を市民で守る」という市民意識を喚起し、土木行政の資源不足を補いつつ、維持管理能力の強化が期待される。

6 結論と展望

本稿では、防災における市民の土木に対する意識の高まりを背景とし、災害対策として整備された土木施設に関する情報を公開する防災 TS を提案した。

防災 TS は、ICT や AR, CG, AI, リモートセンシング等の技術を活用して WebGIS のハザードマップをはじめとする防災コンテンツを市民に提供する。これまで防災に関する情報提供は、ハザードマップを例に取れば、避難施設や観測施設、発災時の危険区域および危

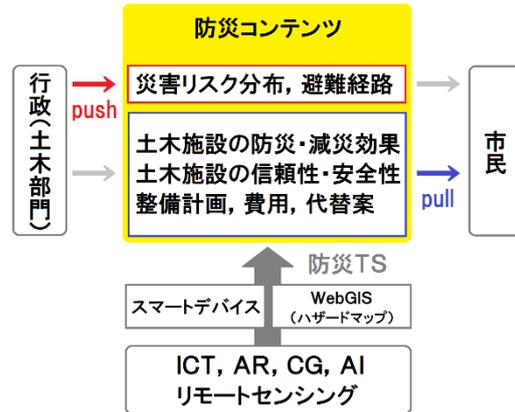


図-4. 防災 TS の提供するコンテンツ

険箇所等の位置や危険度といった情報に限られていた。こうした情報は、行政側が主体となり市民に防災行動を指示するために提供するものである。一方、防災 TS では、図-4 に示すように、市民の多様な潜在的ニーズに対応すべく、土木施設に関連する様々な情報を提供することにより、市民を主体とする防災まちづくりにおいて土木施設のプレゼンスを高める。

防災 TS は、防災コンテンツの充実による地域防災力の強化、防災を担う土木行政への住民参画の促進と防災教育の推進、情報の効率的な運用による維持管理の支援、土木施設の「土木遺産」としての価値発揮に寄与する。防災 TS は、防災という市民の関心が高い重要課題を切り口として、土木施設に関する情報のオープン化とその積極的な活用を推進することにより、持続可能な社会資本の整備はもとより、地域に根差した公正にして賢明な民主主義社会の発展に貢献するものである。

7 おわりに

土木 (Civil Engineering) とは、市民のための営為である。災害という外的脅威から市民を守ることは土木の大きな役割の一つである。それでは、土木とは土木技術者や行政当局、事業者といった特定の主体によってのみ担われているものであろうか。否、土木の主人公は常に市民に他ならず、技術者や専門家は「俯瞰的総合力」(家田, 2020) を発揮することにより、その営為を支えているのである。気候変動に伴う自然災害の頻発化、激甚化を前にして、市民の土木に対する要求と期待はますます高まっており、技術者や専門家はそうした市民のニーズに応えながら、市民を積極的に巻き込んでゆかねばならない。

本稿のテーマは、新たな土木技術によって身近な地域の防災力をアップデートすることであった。先進的な技術は、社会を変革しうる画期的な解決策をもたらすが、時に技術者や専門家と市民との間に分断を生じかねない。社会資本整備を主眼とする土木、とりわけ市民の行動が大きな意味を持つ防災分野においては、両者の間のギャップをいかに解消し、知の共有を図るかが重要である。防災情報を含む土木施設に関する情報のオープン化は、SNS といったコミュニケーションツールやインターネットメディアが普及し、情報が市民にとって単に受け取るものではなくなった現代社会において、土木が今一度その原点に立ち返り、市民に根差したものであるために不可欠である。

参考文献

- 1) 兵庫県：令和元年度 第4回県民モニターアンケート「防災に対する意識と取り組み」の調査結果，2020.
https://web.pref.hyogo.lg.jp/kk04/documents/r1monitor_4_kekka.pdf
- 2) 兵庫県：兵庫県 CG ハザードマップ
<http://www.hazardmap.pref.hyogo.jp/>
- 3) 宝塚市：web 版たからづか防災マップ
http://www2.city.takarazuka.hyogo.jp/hazardmap/flow_01.html
- 4) 中嶋節子：近代における宝塚市雲雀丘住宅地の開発経緯とその性格——阿部元太郎による開発を中心に——，大阪市立大学生活科学部紀要，Vol.46，pp.23-34，1998.
<https://dlisv03.media.osaka-cu.ac.jp/contents/osakacu/kiyo/DB00010334.pdf>
- 5) 近畿建設協会技術部：水と土木がある風景 砂防堰堤～兵庫県近代砂防事業発祥の地（武庫川支川）～，水が語るもの，Vol.13，pp.26-27，2016.
http://www.kc-center.co.jp/suishitsu/public/images/watertalk_pdf/pdf/mizu13/mizu13_26-27.pdf
- 6) 宝塚市防災会議：令和2年度 宝塚市地域防災計画，2020.
http://www.city.takarazuka.hyogo.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/017/635/02honpen.pdf
- 7) 松本浩和，内田敬：土木構造物トレーサビリティによる情報提供に関する研究，第40回土木計画学研究発表会，金沢，2009年11月.
http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00039/200911_no40/pdf/184.pdf
- 8) 松本浩和，内田敬：行政・市民間の情報ギャップ解消のための公的営造物の情報提供に関する研究，社会技術研究論文集，Vol.9，pp.109-119，2012.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/sociotechnica/9/0/9_109/_pdf
- 9) 土木学会会長提言特別委員会：『誰がこれを造ったのか』——社会への責任，そして次世代へのメッセージ——，2009.
<http://www.jsce.or.jp/committee/chair2008/files/chair2008hokoku.pdf>
- 10) 木村玲欧：災害に対する「わがこと意識」を如何にして上げるか～避難行動に焦点を当てて考える～，調査研究情報誌 ECPR，Vol.42，pp.24-31，2018.
http://www.ecpr.or.jp/pdf/ecpr42/p24_31.pdf
- 11) 家田仁：何を育み何を変えるか～土木の原点と組織文化の視点から～，令和2年度 土木学会全国大会，名古屋，2020年9月.
http://committees.jsce.or.jp/jsceoffice/system/files/Keynote_speech.pdf

なお，上掲の URL は全て，2020年9月29日に閲覧したものである。