

災害時における雨水利用の経済価値に関する一考察
A Note on Economic Value of Rainwater Harvesting during Disaster

○遠藤格・横松宗太・岡田憲夫

○Itaru ENDO, Muneta YOKOMATSU, Norio OKADA

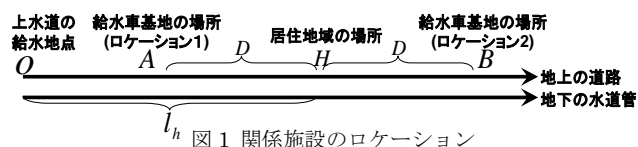
When catastrophic earthquake occurs, water pipes are heavily damaged so that water supply system stops. In those cases, it is likely that traffic condition on the ground is also destructed and water tank trucks can not provide their service. This study focuses on the correlation between conditions of water supply networks and those of road networks, and formulates a model to investigate the economic value of on-site use of water such as rainwater harvesting, which includes the scarcity value and the role in fire extinction.

1. はじめに

我が国では地震によって上水道による給水サービスが停止した場合、主に給水車の出動によって水供給サービスの低下を軽減する仕組みがとられている。しかし地震災害によって上水道ネットワークのみならず道路ネットワークが被災した場合、給水車は十分な役割を果たすとは限らない。なぜなら、給水車による給水サービスは、道路利用によって担保されたものであるからである。地震外力によって地中の水道管が損壊する状況下では、多くの場合、地上の道路も被害を受けており、給水車の緊急対応は困難を極める。このとき雨水利用のようなオンサイト利用水の価値は増加する。本研究では以上の点に着目し、災害時の雨水利用の経済価値の構造を明らかにする。

2. 前提と定式化

図1のような線形都市および関係施設の配置を仮定し、ロケーション1, 2における雨水利用の価値を算出する。上水道ネットワークと道路ネットワークの被災状況は一致しているとし、損壊確率はポアソン過程に基づき定式化する。まず、被災パターン毎に家計の支出最小化問題を解き、雨水利用の価値を算出する。水の経済価値については市場取引によって決定されると考える。次に、給水車基地と地域を結ぶネットワークの残存状況の組み合わせと生起確率から期待被害額を算出した。



3. 分析結果

ロケーション1の場合の方がロケーション2の場合よりも水供給サービス停止リスクは高いという結果が得られた。対策としては a) 給水車の基地を上水道の取水ポイントと反対側に配置する b) 基地の配置はそのまま、雨水利用などのオンサイト利用可能な水源を確保しリスク軽減を図る、などの方策が考えられる。

リスクの高いロケーション1の場合に、対策として雨水利用の導入をした場合の雨水利用価値 Ω は次式のように表される。

$$\Omega = a \left\{ \ln \left(\frac{S_0 + S_w + S_h}{N} \right) - \ln \left(\frac{S_0 + S_w}{N} \right) \right\} \{ \exp(-\lambda D) - \exp(-\lambda l_h) \} + a \left\{ \ln \left(\frac{S_0 + S_h}{N} \right) - \ln \left(\frac{S_0}{N} \right) \right\} \{ 1 - \exp(-\lambda D) \}$$

ここに、 a は比例定数、 S_0 、 S_w 、 S_h はそれぞれ残存家庭用水、給水車水、雨水利用水量、 λ はネットワーク被災事象の到着率、 l_h は上水道の供給原点から地域までの距離、 D は給水車基地と地域の距離、 N は家計の数である。比較静学分析により Ω は S_h 、 l_h 、 D の増加関数、 S_w 、 S_h の減少関数となった。

4. 雨水の二次火災被害軽減効果の分析

また、同様の問題意識により、地震時の消防車の到着遅れに着目したモデルを定式化して分析を行った。この分析では地震二次火災に対して雨水利用の初期消火による被害軽減効果の算出を行っており、延焼被害の軽減効果、および消防車が到着しても手遅れとなるリスクを軽減する効果があるという結果を得た。