

地域特性を考慮した応急給水時の水運搬に関する研究

開発情報工学研究室 雨森 智裕

1. はじめに

本研究では応急給水時の水運搬行動に着目し、災害時の生活状況、使用水量、個人の水運搬能力のほか、地域特性として、都市要因、地理要因、気象要因の三つの要因を取り上げ、水運搬に与える影響を検討した。地域特性の検討において、本研究において開発した水運搬距離算定モデルを用いた。このモデルでは水運搬が厳しい状況にあるとき算定される運搬距離が短くなる。水運搬距離算定モデルを用いて、世帯別の運搬距離算定を行い、世帯レベルでの水運搬についての比較を行った。さらに西宮市を対象とした事例分析では地域情報の整備・分析、結果の表示にはGISを用いた。

2. 研究方法

2.1. 応急給水時の復旧段階設定

本研究ではまず、災害発生からの時間経過に従い①混乱期、②復旧前期、③復旧後期の三つのフェーズを考えた。この三つの段階それぞれに生活状況を想定し、そのときの生活に必要な水量の設定を行った。

段階	水需要	一人当たり水量 [l/day/人]	Ew [kcal]
混乱期	最低限の生活に必要な水量	20	ケース I
		60	ケース II
復旧前期	時間と代替可能な水量	100	ケース III
			ケース IV
復旧後期	通常の水利行動を最低の水量で行う。	170	ケース V
			ケース VI

設定した復旧段階と供給水量 [l/day/人]

2.2. 水運搬行動

災害時の応急給水における水運搬行動に着目しこのときの運搬距離を算定する方法を検討し、水運搬距離算定モデルを開発した。

$$L = \frac{(E_w - E_s)}{j} \frac{v}{(A_e + A_f)} \quad (2-1)$$

$$A_i(l) = \frac{0.06}{4.19} \left\{ 1.5W + 2.0(W + l) \left(\frac{l}{W} \right)^2 + \eta(W + l)[2.5v^2 + 0.35vG] \right\} \quad (2-2)$$

$$A_f = A_i(l)|_{l=q}, A_e = A_i(l)|_{l=0.0} \quad (2-3)$$

L: 運搬距離 [m], E_w: 水運搬のために支払い可能な労力 [kcal/day], E_s: 階段昇降による労力消費量 [kcal/day], v: 歩行速度, j: 往復回数 (=Q/q) Q: 一人あたり運搬水量, q: 一回あたり運搬する水量, A_i: 任意の行動の労力消費原単位 [kcal/min] A_e, A_f: 水運搬時(行き, 帰り)の労力消費原単位, W: 体重 [kg], l: 運搬する荷物, η: 路面パラメータ, G: 傾斜値

2.3. 地域特性の検討

水運搬に影響を及ぼす地域要因として、①都市要因、②地理要因、③気象要因の三つを考えた。

① 都市要因

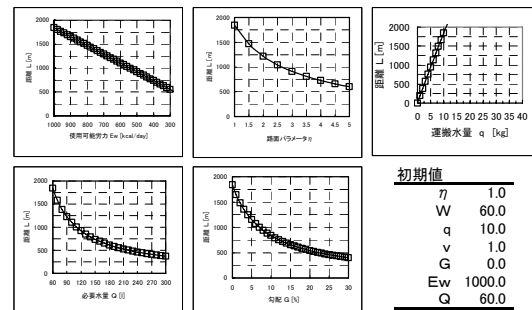
高齢者人口、男女比、世帯の種類（これには世帯構成人員を含む）

② 地理要因

傾斜値、建物の種類（特に中高層住宅）

③ 気象要因

気温（高温環境、低温環境）、積雪、降雨モデルにおいてこれらの要因をパラメータとして感度解析を行った。



モデルの感度解析結果

(左上段から、E_w, η, q, 左下段から、Q, Gによる)

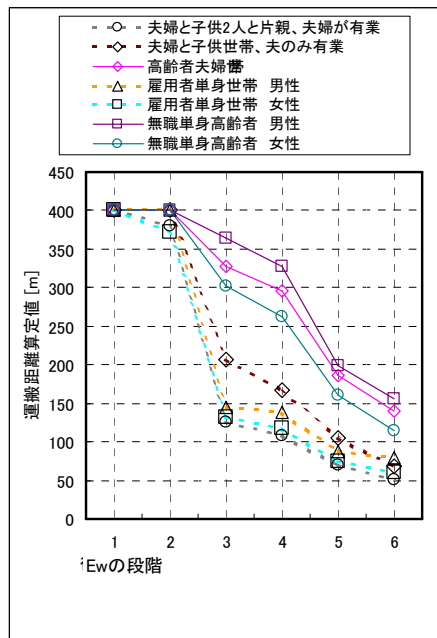
2.4. 世帯の種類による運搬距離算定値の比較

都市要因を考慮した分析として様々な個人属性による運搬距離を算定し結果の比較を行った。

まず、社会生活基本調査¹⁾における生活行動を①基本一次活動、②仕事関係、③基本二次活動、④三次活動A、⑤三次活動Bの五つに分類した。五つの行動のうち①行動を除く四つの生活行動の中から水運搬行動のために支払う時間を設定した。ここで生活段階を分類し六つの段階を設定して、各生活段階において、例えば、「第一段階は、災害発生直後で、②の行動時間の30%が応急給水のためにフリーにできる」といった行動特性を考慮して生活時間に対する重み付けを行った。

これに労力原単位 [kcal/min] を乗じて個々の属性に対して、水運搬に支払うことができる労力 E_w [kcal/day] を算定した。生活の復旧ともに小さくなるような設定を行った。設定された E_w は、有業者で小さくなった。

この E_w で世帯水量を獲得できる運搬距離を算定し世帯比較を行った。



世帯別の運搬距離算定結果

2.5. 西宮市における事例分析

最後の分析として、西宮市を対象として応急給水の具体的な運搬距離算定を試みた。その際平成7年度国勢調査²⁾における世帯数、人口などのデータを用いて、地域の全住民を考慮できるような世帯の設定を行った。

成人単身世帯男性, 成人単身世帯女性, 高齢者単身世帯男性, 高齢者単身世帯女性, 成人夫婦のみ世帯, 高齢者夫婦のみ世帯, 成人夫婦と子供世帯, 成人夫婦と両親世帯, 成人夫婦と片親世帯, 成人夫婦と子供と両親世帯, 成人夫婦と子供と片親世帯, 成人男親世帯, 成人女親世帯, 成人夫婦と他の親族世帯, 成人夫婦と子供と他の親族世帯, 成人夫婦と親と他の親族世帯, 成人夫婦と子供と親と他の親族世帯
(計17世帯属性, 28個人属性)

事例分析における世帯の種類

地域 i について、全世帯を対象に運搬距離を算定し 90%の世帯が水運搬を可能とする運搬距離を地域 i における運搬距離とした。

さらに、GIS を用いて空間的な分析を行った。

なお事例分析においては気象要因は考慮していない。

3. 結果の考察.

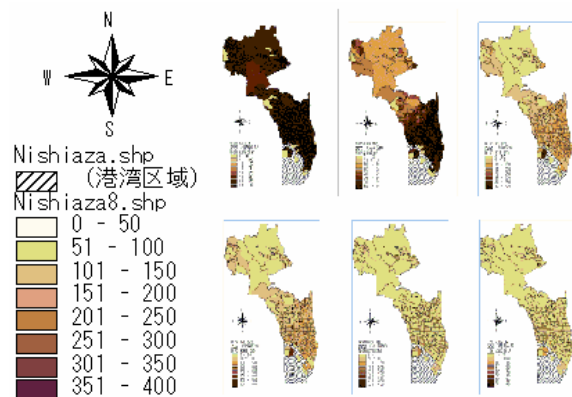
本モデルでは地域特性の影響を受け水運搬距離は短く算定される。

世帯の種類別の比較では夫婦と子供と片親世帯における運搬距離算定値が最も短くなった。

有業者を持つ世帯における運搬距離算定値が短くなった。また無業者世帯における運搬距離算定

値が長くなった。逆に仕事をもたない無職高齢者に対する自由時間の設定値が有業者に比べ長くなる結果となった。

事例分析においては地域別の比較を行ったが、初期には傾斜の分布に依存した形で運搬距離に差が現れた。中期には傾斜の影響はほぼみられず、中高層住宅割合や高齢者割合に依存した形で運搬距離に違いがみられた。後期ではほぼ運搬距離がゼロ値になり、地域的な違いは確認できなかった。



GISによる事例分析結果の表示(六段階)

4. おわりに

本研究では、世帯別の運搬距離算定、地域別の運搬距離算定を行い、それぞれに特徴的な結果をえられた。本研究の結果から、

- ① エネルギー消費を考慮することで生活行動を考慮した水運搬における運搬距離を算定することができる。
- ② 世帯の種類を考慮することは応急給水時の水運搬における弱者を発生させないためにも重要である。
- ③ 災害発生の初期段階では地理要因を考慮することが大切で、中、後期には都市要因を考慮することが大切であること、つまり、災害発生からの時間経過ごとに考慮すべき要因が異なること。

が言える。

なお事例分析において水運搬不可能となる 10%の世帯については、別途対応を行うことで効果的な給水活動が行われると考える。

気象要因の影響を考慮した分析を行っていないこと、高齢者における運搬距離算定値が長く算定されることは現実には考えにくく生活時間に関する分析が必要であることが挙げられる。

モデルによる算定結果の妥当性を立証することが最大の問題点である。

- 1) 総務庁:H7年度 社会生活基本調査, 1995.
- 2) 総務庁統計局:H8年度 国勢調査, 1996.