

震災時の水運搬に関する分析

広島大学大学院 学生員○吉田英雅

広島大学工学部 正会員 奥村 誠

広島大学大学院 正会員 杉恵頼孝

1. 背景と目的

阪神大震災により水道施設は最大断水戸数126万戸という大被害を受けた。これまでに緊急時の水の需要と供給については様々な研究、報道がなされてきた。しかし、震災時の水を運搬する必要性に着目したものは少ない。たとえ需要量を満たすだけの供給量が存在していても、運搬することができなければ家庭での需要は満たされない。

本研究では、水の運搬という行動に注目して入手水量を制約する要因を明らかにする。

震災時には、水を人手によって運搬することが一般的であったが、この行為は、水道のまだ普及していない時代には日常的な行動であった。そこで過去の生活用水の供給と運搬の条件との比較を行う。

表-1 震災時と共同井戸使用時の水利用形態

		過去	震災時
水供給源		井戸・情勢な河川水・湧き水	給水車・ミネラルウォーター 井戸・河川水 (情勢なものは少)
運搬	容器	水桶 (17~27ℓ)	ポリタンク・バケツ ペットボトル
	手段	・手に持つ ・腰にのせる ・天秤棒につけて担ぐ	・手に持つ ・可能なら自転車や自動車 台車を使用
備蓄		水缸・水桶	浴槽・ポリタンク・バケツ ペットボトル
水利用行動		・井戸から家庭まで水運搬 ・水汲み場までたらいを持っていき洗濯 ・風呂をたくことはほとんどなくお湯を湯かして行水 ・雨水の利用 ・自然の流れを利用した便所	・給水点、井戸、河川から水運搬 ・水のある場所へ行って洗濯 ・共同風呂 ・雨水の利用 ・洗濯や食器洗いの残り水や河川水、プールの水を便所に流す

2. 世帯の水運搬

距離と運搬可能水量との関係は、人間の運動能力に関する人間工学の研究成果から求められる。運動の強度によって人が継続できる時間が異なる。そこで、まず運搬する荷物の重さに対応する運動強度を文献から抜粋したものを表-2に示す。これから、それぞれの重さの荷物を90m/minで運搬するときの運動強度を求める。次にエネルギー消費量と困憊するまでの運動時

間との関係を用いて、その強度の運動を継続できる時間を求め、最後にその時間と運搬する速度をかけて運搬距離を求める。ここで算出した関係を逆に用いると、運搬距離から運搬可能水量が求められる。これを図-1に示す。

表-2 運動・作業の運動強度

運動・作業		RMR (エネルギー代謝率)
歩行	90m/min	4.0
運搬	1 kg	3.2
	5 kg	3.8
	10 kg	5.0
	20 kg	6.2
	30 kg	8.0
	40 kg	9.1

(注) 日常歩行(通勤)では、約1kgの荷物を持っていると仮定した。

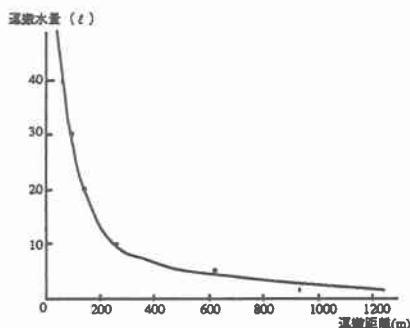


図-1 運搬可能水量

ここで算出した数値は健康な成人男性の場合の標準値であり、実際にはこれに年齢や性別の違いが影響を与える。なお、この水量は理想的な容器があるとした量である。震災時には適当な容器を保有していなかった家庭も多かった。



図-2 震災時の神戸市の緊急給水状況

供給量（1世帯1日当たり）（ℓ）

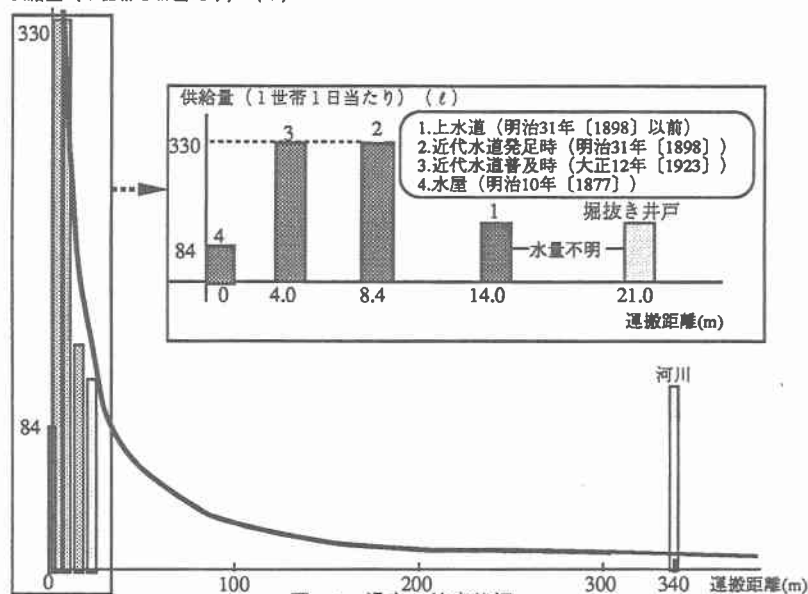


図-3 過去の給水状況

3. 水供給

運搬可能水量曲線の上に給水点の位置と水量を重ねることにより、水供給量と入手水量との関係を分析する。図-2は震災時の神戸市における給水車による緊急給水状況をもとに、給水場所から住宅までの平均距離と平均給水量を示している。図-3に、近代水道が整備される以前の東京（江戸）における給水状況を示す。2つの図を比較してみると、震災時の神戸市の状況のほうが運搬距離についても水供給量についても圧倒的に厳しい。10日後にようやく運搬可能水量に見合う給水状況になっているものの（557mの距離なら約5ℓ程度の水が運搬可能）、一世帯の飲み水にようやく足りる程度の水量であった。

また、過去には上水井戸が清掃や渇水のため使用できないことが多くあり、それを補う水屋・掘抜き井戸などの給水源が確保されていた。これと比較して、現代では水道システムに全面的に頼っており、河川や井戸などの代替水源が忘れられていたり、使用できなくなっているという問題がある。

4. 水需要

現代の平常時には、水道から需要量を十分に満たす水量が得られる。しかし、震災時に水道が停止し入手水量が制限されたとき、平常時の水利用行動を断念し、需要量を圧縮する行動がとられた。一方、生活用水を

運搬していた時代にも、現代の平常時ほどの水量は入手可能ではなく、家庭で水を使用せざるを得ない用途（飲料水、炊事、掃除、雑用など）にその水を使い、それ以外の用途は断念するか水のある場所まで行くなどして需要量を圧縮していた。なお、この2つの状況での使用量の圧縮手段は類似している。しかし、現代では河川や井戸のまわりに共同で水を利用できる空間がなく、震災時に圧縮手段をとる上での制約となった。

5. 結論

現代の水需要について分析した結果、震災時に1世帯（平均3人と仮定）が最低限必要とする水量は約60ℓと考えられる。運搬に使われた容器（主に20ℓ、10ℓ入りの容器）から考えて、この水量は1度に運搬できる水量ではない。図-1より、2回に分けると、運搬距離は84m程度、3回に分けて運ぶとすれば139m程度である。今回の震災では30日後でも、給水点は各家庭から平均352m離れていた。

この給水点の密度のままで給水量を増しても各家庭では十分な水量は得られない。運搬能力を踏まえて、より近い場所から給水するなどの対応策が必要となる。また、家庭での使用水量を圧縮するために共同の水利用場所などの整備が望まれる。

参考文献 佐藤彦彦ほか：人間工学基準数値数式便覧，pp196～220, 304～306，技報堂出版，1992