

緊急時地下水利用における汚染予測システム

広島大学大学院 学生会員 ○田中 亮子
広島大学工学部 正会員 小松 登志子
広島大学工学部 正会員 奥村 誠

1. 背景と目的

近年、地震時における上水道の寸断に伴う断水の被害が深刻化してきていることから、災害時の緊急給水源としての地下水の重要性が認識されてきている。そこで本研究では芸予地震における水利用状況のアンケート調査により地下水利用の状況を調べた。また緊急時の地下水利用において地下水質を効率的に把握し、評価するためのシステムの検討・提案を行った。

2. 芸予地震の被災地における水利用状況調査

2-1 水利用状況アンケート調査

2001 年 3 月に発生した芸予地震の被災地における水利用状況のアンケート調査を行った。アンケート調査（無記名）は各被災地の住民（世帯）に対し、アンケート用紙（A4 版両面）を返信用封筒に入れ、ポスト投函する方式で行った。アンケート対象地域・配布数を表-1 に示す。回収率は 37.5%であった。

2-2 アンケート調査結果

アンケート対象地域の断水時における各水源種利用割合を図-1 に示す。利用割合が 100%を超えているのはアンケート中の回答項目が重複しているためである。この結果から、対象地域全体では井戸の利用割合は 56%を超えており、断水時の地下水利用が多かったことが窺える。

図-2 に井戸の保有者が緊急時に井戸水を飲用しなかった理由の調査結果を示す。この結果から、水質が不安という項目の回答が多く、緊急時に地下水を利用する場合、地下水の水質の把握は被災地の住民の関心が高い項目の一つであることがわかった。

表-2 に芸予地震と阪神淡路大震災の断水期間（最長）をそれぞれ示した。この結果から断水期間にかなり差があることがわかった。また、図-3 ではこれら二つの地震時における水利用状況を比較した。1 期は災害直後の混乱期、2 期は災害後 1 週間で救援が整いつつある時期、3 期は救援活動が定着した時期である。井戸の利用率は、芸予地震は 56%、阪神淡路大震災は 1~3 期を通じて 20~30%と安定して使用されているのが分かる。以上より、断水規模に関わらず地下水が緊急時に多く利用されていることが明らかとなり、その重要性が示唆された。

表-1 アンケート対象地域・配布数

呉市	川尻町	大崎町	豊浜町
300通	400通	300通	300通

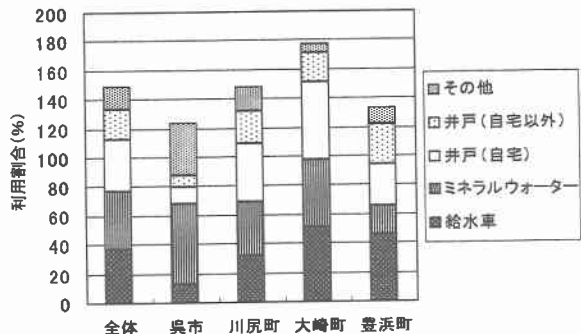


図-1 芸予地震における断水時の水源種利用割合

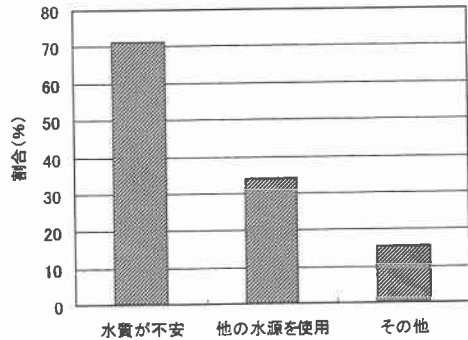


図-2 井戸の保有者が緊急時に井戸水を飲用しなかった理由

表-2 断水期間の比較

	芸予地震	阪神淡路大震災
断水期間(最長)	4日	10週間

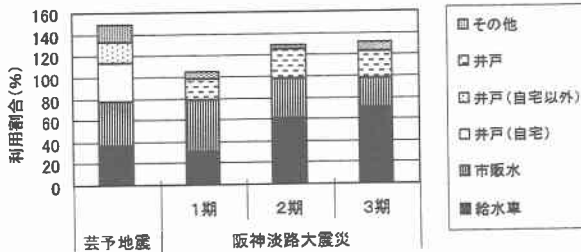


図-3 芸予地震と阪神淡路大震災の水利用状況の結果比較

3.緊急時地下水利用における水質評価方法の検討

3-1.緊急時地下水質評価方法

2次元移流分散方程式を用いた汚染物質拡散のシミュレーションを行い、対象地域の各井戸における汚染物質濃度の経時変化を求め、各井戸への基準値以上の汚染濃度の到達時間及び通過期間を推定した。また、シミュレーションに影響を与えるトランスポート・パラメータ（流速・分散係数）を変化させ、各井戸の汚染到達時間及び汚染通過期間にどのような影響をもたらすかを比較・検討した。

ここで2次元移流分散方程式を以下に示す。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2}$$

C : 汚染物質濃度, u, v : x, y 方向の流速

t : 時間, x, y : 土壌内距離,

D_x, D_y : x, y 方向の分散係数

3-2.結果と考察

汚染源から 30m 離れた地点 a の汚染濃度の経時変化に関して、流速を $u=1(\text{m/day})$ と固定し、 $D/u(\text{dispersivity})$ を変化させたときの結果を図-4 に示す。基準値は 0.001(万大腸菌 MPN)とする。図-4 より、汚染到達時間が $D/u=1$ では 12 日、 $D/u=10$ では 2 日となっている。また、 $D/u=1$ と固定し、流速を $u=1\sim 7(\text{m/day})$ と変化させたときの結果を図-5 に示す。このとき、汚染到達時間が $u=1$ では 12 日、 $u=7$ では 2 日となっている。このように、地点ごとに汚染到達時間と汚染通過期間を求めた。また異なる地点 b では図-6 に示すように D/u を変化させると大幅に汚染到達時間が変化するのに対し、図-7 のように流速を変化させても 2 週間以上汚染が到達しない地点もある。以上の結果より、緊急時に地下水を利用する場合、流速のみならず分散係数の測定も重要であることが分かった。

4.結論

芸予地震の被災地における水利用状況のアンケート調査結果から、緊急時地下水利用の重要性が示唆された。また、対象地域内の汚染源と流速・流向・分散係数の綿密な実測調査により、緊急時の地下水質の効率的な把握・評価が可能となることが明らかとなった。そしてこの手法の活用可能性として、緊急時に簡易水質測定法と併用して緊急時の地下水質を測定する方法、応急給水井戸の設置場所を決定する方法として用いるなど、様々な可能性があげられる。

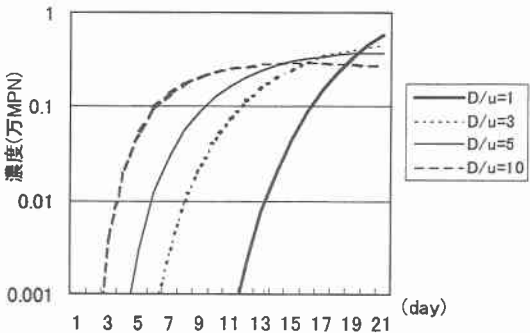


図-4 D/u を変化させた時の汚染濃度の経時変化

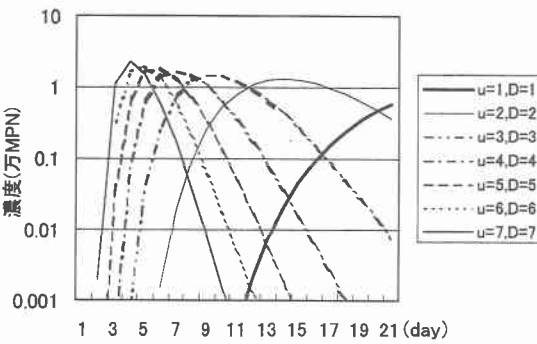


図-5 流速を変化させた時の汚染濃度の経時変化

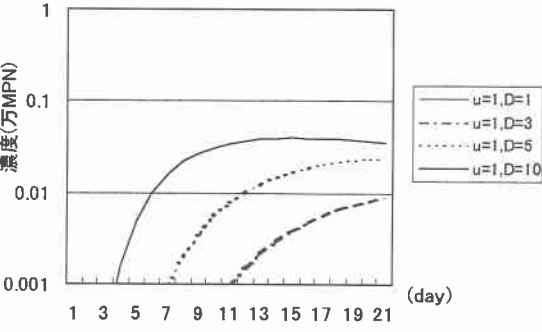


図-6 D/u を変化させた時の汚染濃度の経時変化

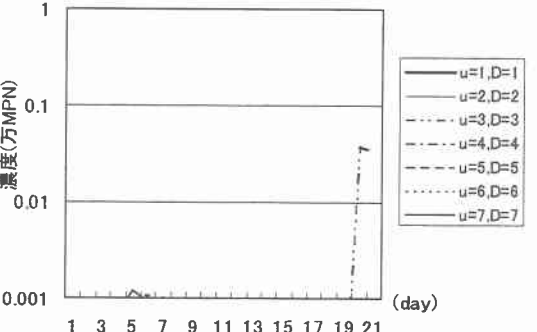


図-7 流速を変化させた時の汚染濃度の経時変化