

水道水はどのような容器に保存すべきか

-災害用備蓄水の保存方法の検討-

大津市企業局 ○ 畑 浩介 上原 充広
竹内 洋祐 塚本 達郎
橋詰 和典 上田 里實
荒木 真

1. はじめに

農林水産省が公表している「家庭備蓄ポータル」によると、飲料用と調理用で一人当たり 1 日 3L の水が必要とされており、3 日分に相当する 9L の備蓄が推奨されている。

水道水の保存性について検討した事例^{*1-4}はあるが、これらはいずれも家庭での備蓄を想定したものではなく、個人で水道水を備蓄する際の容器や保存性に関する知見は限られている。そこで本調査では、災害に備え、家庭における適した水道水の備蓄方法に関する知見を得ることを目的に、保存容器の種類と保存性の違いについて検討した。

2. 方法

家庭での水道水備蓄を想定し、一般的に入手しやすい 4 種の 2.0 L ペットボトル（初期内容物：ミネラルウォーター、緑茶、スポーツ飲料、コーヒー飲料）を災害用備蓄水の保存容器の候補とし、各容器に充填した水道水の水質状況の経時変化を追跡した。検査項目は遊離残留塩素濃度、TOC、総トリハロメタン等、計 11 項目を対象とした。能登半島地震ではおよそ 48～72 時間程度で応急給水が開始された点や 3 日分の備蓄が推奨されていることから保存性については、3 日後の水質について評価した。なお、今後より大規模な地震の発生を想定し、それ以降の水質の経時変化の把握のため調査期間は 1 週間とした。調査は①7 月 29 日から 8 月 5 日まで②8 月 19 日から 8 月 26 日まで③9 月 2 日から 9 月 9 日までの 3 回繰り返し実施した（表 1）。各容器の洗浄方法は、水道栓を開栓後 5 分間流水し、容器容量に対して 10%容量の水道水で 2 回洗浄した。その後、満水になるまで水道水を充填し、20℃暗所で保管した。測定時には適宜開栓して必要量使用した。水質の測定は、充填時、1 日後、2 日後、3 日後、4 日後、及び 7 日後とした（表 1）。

表 1. 調査期間、測定日および測定項目

	①	②	③
調査期間	7月29日～8月5日	8月19日～8月26日	9月2日～9月9日
測定日	充填時、1日後、2日後、3日後、4日後、7日後		
測定項目	一般細菌、大腸菌、TOC、総トリハロメタン、塩化物イオン(Cl ⁻)、濁度、色度、pH、EC、遊離残留塩素、全残留塩素		

3. 測定結果

TOC、総トリハロメタンおよびトリハロメタン構成 4 物質、遊離残留塩素および全残留塩素の測定期間中の推移を図 1 から図 5 に示した。また、一般細菌・大腸菌については全期間全試料で検出されず、その他の測定項目に関しても、測定結果は水質基準を満たしており、時間経過に伴う大きな変化は認められなかった(表 2)。

3.1.TOC

TOC について、実施した 3 期間及び全ての容器で水質基準値以下であった。スポーツ飲料容器では、充填時は 0.58 mg/L であったものが、7 日後には 1.2 mg/L と 2 倍以上となっており、その他の容器と異なる挙動が見られた(図 1)。

3.2.総トリハロメタン

総トリハロメタンについて、実施した 3 期間及び全ての容器で水質基準値以下であった。最も濃度が上昇した緑茶容器は、7 日後の総トリハロメタンが充填時の約 3.0 倍となった。一方で、最も濃度が上昇しなかったスポーツ飲料容器では、7 日後は充填時の約 1.6 倍となった。緑茶容器、ミネラルウォーター容器およびコーヒー飲料容器に関して、充填時から一貫して上昇していた一方で、スポーツ飲料容器に関しては、3 日後に最大値を迎え、その後は減少傾向となった(図 2)。

3.3.遊離残留塩素および全残留塩素

遊離残留塩素はいずれの容器も時間経過とともに減少した。3 日後時点の遊離残留塩素濃度はミネラルウォーター>コーヒー飲料>緑茶>スポーツ飲料の順になっており、7 日後も同様であった。最も減少したスポーツ飲料容器においては、2 日後には 0.10 mg/L を下回り、3 日後には 0.01 mg/L 以下となった。その他の容器に関しては、4 日後までは 0.10 mg/L 以上であったが、7 日後においては緑茶容器の遊離残留塩素が 0.10 mg/L を下回った(図 4)。

全残留塩素は、遊離残留塩素と同様の挙動が認められ、減少が最も早かったスポーツ飲料容器で、2 日後時点で 0.10 mg/L を下回り、その後は横ばいとなった(図 5)。

表 2. 測定結果 (塩化物イオン(Cl⁻)、濁度、色度、pH、EC)

	天然水					緑茶					スポーツ飲料					コーヒー				
	Cl ⁻	濁度	色度	pH	EC	Cl ⁻	濁度	色度	pH	EC	Cl ⁻	濁度	色度	pH	EC	Cl ⁻	濁度	色度	pH	EC
充填時	14.8	0.02	0.12	7.3	133	14.8	0.02	0.12	7.3	133	14.8	0.02	0.12	7.3	133	14.8	0.02	0.12	7.3	133
1日後	14.9	0.02	0.07	7.5	132	15.0	0.01	0.13	7.4	133	15.0	0.02	0.09	7.4	133	15.0	0.02	0.18	7.3	133
2日後	14.9	0.02	0.10	7.5	132	15.1	0.02	0.15	7.4	133	15.0	0.01	0.09	7.5	133	15.0	0.01	0.15	7.3	133
3日後	14.9	0.02	0.06	7.5	133	15.0	0.02	0.06	7.4	133	14.9	0.01	0.07	7.5	133	15.0	0.01	0.13	7.4	133
4日後	14.9	0.01	0.07	7.5	133	15.0	0.02	0.10	7.5	133	15.0	0.02	0.10	7.5	133	15.0	0.02	0.14	7.4	133
7日後	15.0	0.01	0.07	7.6	133	15.1	0.02	0.08	7.5	133	15.1	0.02	0.10	7.6	133	15.1	0.02	0.15	7.5	133

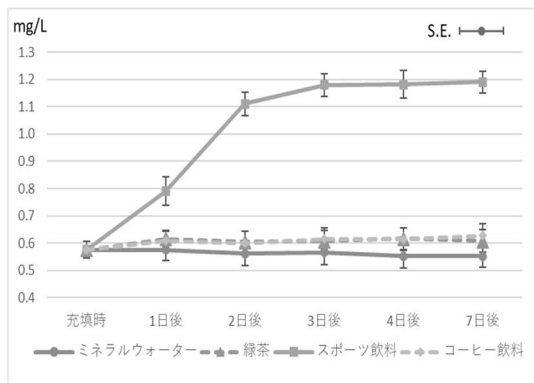


図 1.TOC 濃度の経時変化

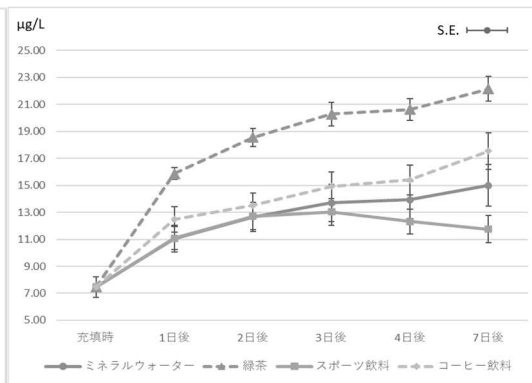


図 2.総トリハロメタン濃度の経時変化

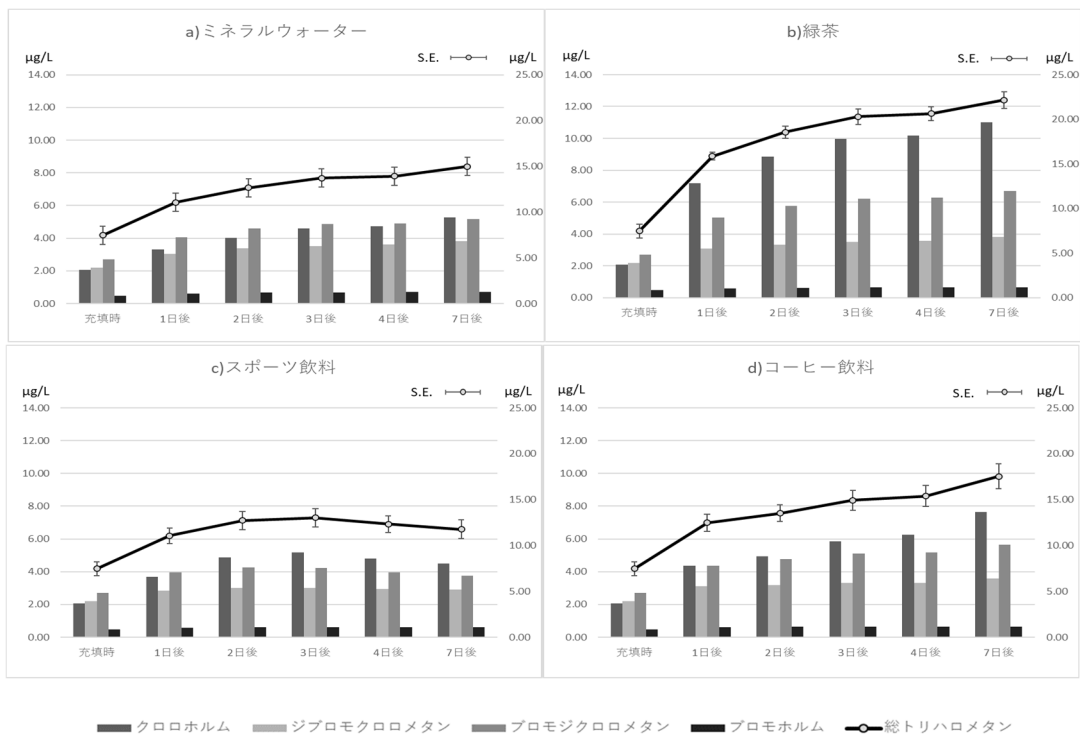


図 3. a) ミネラルウォーター容器、b) 緑茶容器、c) スポーツ飲料容器、及び d) コーヒー容器における総トリハロメタンおよびトリハロメタン構成 4 物質の経時変化 (第 1 軸：トリハロメタン構成 4 物質濃度 第 2 軸：総トリハロメタン濃度)

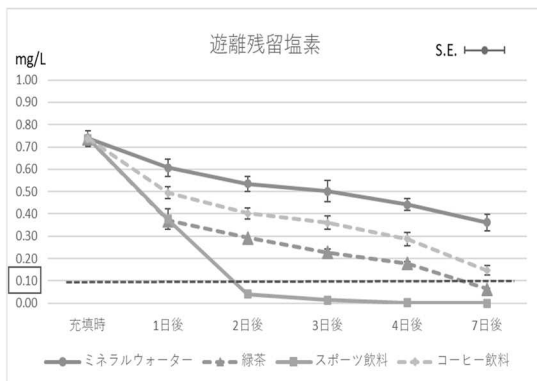


図 4.遊離残留塩素濃度の経時変化

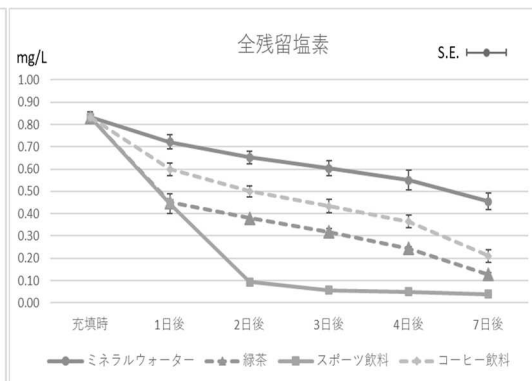


図 5. 全残留塩素濃度の経時変化

4. 考察

4.1.TOC の上昇

スポーツ飲料容器においてのみ TOC の上昇が見られた。これは容器内壁に残っていた有機物が、時間経過とともに水道水中に溶出したためであると考ええる。また、コーヒー飲料容器・緑茶容器について顕著な増加はないが、ミネラルウォーター容器よりは若干濃度が高く、有機物が残留している可能性がある。これらの容器では経時変化はほとんど認められなかった。

4.2.総トリハロメタンの推移

緑茶容器において、最も総トリハロメタン濃度が上昇していた。TOC が同程度であったコーヒー飲料容器と差が見られたが、これは容器内壁に残留していた有機物がフミン質のようなトリハロメタンになりやすい有機物であったことが考えられる。一方で、TOC 濃度の上昇が最も大きかったスポーツ飲料容器では3日後以降に濃度が低下し、7日後では最も濃度が低かった。これは残留有機物の中でトリハロメタンになりにくいものが多く、トリハロメタン類の生成より前に残留塩素が消費されたため、他の試料よりも低濃度となったと考える。また、3日後以降はトリハロメタンの分解が生成を上回り、時間経過とともに減少したのではないかと推定する。

4.3.遊離残留塩素の減少

スポーツ飲料容器において、著しく残留塩素が減少していたが、これは前述のように容器内壁に残留していた有機物が塩素と反応し消費されたためであると考えられる。また、次いで多く減少していた緑茶容器に関して、容器内壁の残留有機物との反応によるトリハロメタン生成によって塩素が優先的に消費されたため、ミネラルウォーター容器やコーヒー飲料容器と比べて遊離残留塩素の減少が早くなったことが考えられる。

5. まとめ

今回の調査では3日後時点において、ミネラルウォーター、緑茶およびコーヒー飲料の容器が測定した全ての項目で水質基準を満たしていたことから飲用可能であり、災害用備蓄水の保存用途として利用可能であることがわかった。また、スポーツ飲料容器についても、遊離残留塩素以外は水質基準を満たしていたことから、生活用水には使用可能であると考えられる。7日後時点においても、ミネラルウォーターおよびコーヒー飲料の容器では測定した全ての項目で水質基準を満たしていた。一方、容器内壁の残留物が TOC、総トリハロメタンおよび遊離残留塩素に影響を与えたと考えられることから、容器を十分洗浄できない場合もあり得ることを考慮すると、保存容器としては有機物等の含有量が少ない飲料の容器の方が望ましいといえる。また今回、容器容量 2.0 L に対して 200 mL 水道水で2回洗浄を行ったが、3日後時点でスポーツ飲料容器以外では水質基準を満たしており、家庭での3日間の備蓄には十分な洗浄であったと考えられる。

【引用文献】

- | | |
|--|---|
| 1. 神戸市水道局“水質試験年報”：第 29 集,1994 年度版,pp.237-243,1995. | 3. 片岡裕美ら：食品衛生学雑誌,54 巻 4 号,pp.326-330,2013. |
| 2. 神戸市水道局“水質試験年報”：第 30 集,1995 年度版,pp.192-194,1996. | 4. 中井良人ら：第 62 回全国水道研究発表会 概要集,pp.632-633,2011. |