

香川県の飲用井戸水検査結果について

The Results of the Examination of Drinking Well Water in Kagawa Prefecture

藤本 純子 羽座 重男 衣川 佳代*
 Junko FUJIMOTO Shigeo HAZA Kayo KINUGAWA

要 旨

平成 21 年度から平成 24 年度に実施した香川県環境保健研究センターの飲料水依頼検査は 3,848 件であり、その内の井戸水検査結果 1,572 件について解析をした。その結果、井戸水の飲用不適率が、浅井戸水 54.7%、深井戸水 39.0%、全体では、50.0%とかなり高いことがわかった。特に細菌検査（一般細菌数、大腸菌）において、夏期での不適率が高く、濁水があった平成 21 年度は、他の年の同じ時期に比べ不適率が高かった。井戸水の水質の低下や周辺環境の悪化によるものと思われる一方、採水方法にも問題があった可能性も考えられた。また硝酸態窒素については、浅井戸水に比べ深井戸水は窒素汚染を受けにくいことが推察された。さらに、硬度が高い場合の塩化物イオンとの間には高い相関がみられた。海に近い井戸が多かったことから、地質由来だけでなく、海水の影響も受けると考えられた。

キーワード： 浅井戸 深井戸 細菌と不適井戸 硝酸態窒素 硬度

I はじめに

香川県の飲料水依頼検査は、主に、色度、濁度、臭気、味、pH 値、硝酸態窒素 (NO₃-N) 及び亜硝酸態窒素 (NO₂-N)、塩化物イオン、全有機炭素 (TOC)、硬度 (カルシウム、マグネシウム等)、鉄及びその化合物 (以下、鉄とする)、一般細菌数、大腸菌の 12 項目を実施している。県内 3 保健福祉事務所 (東讃、中讃、西讃) 及び小豆総合事務所受付け、香川県環境保健研究センター (以下、当センターとする) で検査を行っている。平成 21 年度から当センターで実施している飲料水検査は、飲用井戸水及びウォータークーラーや船舶等のタンク水などの前述 12 項目、水道水定期検査 9 項目 (前述 12 項目から NO₃-N・NO₂-N、硬度、鉄の 3 項目を除く) がある。井戸の種類は約 30m より浅い浅井戸と深い深井戸の 2 種類に分類した。

今回、当センターで実施した平成 21 年から平成 24 年度までの 4 年間の飲料水依頼検査の内、飲用不適率が高かった井戸水検査結果について解析した。中でも、細菌検査 (一般細菌数、大腸菌) においての不適率が特に高かったので、濁水があった平成 21 年度と、他の年度の同じ時期の細菌検査不適率を比較した。また、NO₃-N の窒素汚染について、浅井戸水と深井戸水の差を比較した。さらに硬度が高い井戸水における、塩化物イオンとの関係などについても検討したので報告する。

II 調査方法

1 解析調査期間

平成 21 年 4 月～平成 25 年 3 月

2 解析方法

上記 4 年間に検査を行った飲料水 3,848 件について、①年度別、地区別の依頼件数、また飲用井戸水 1,572 件について、②井戸の種類別、飲用適・不適率、③不適井戸における各項目の不適率、④細菌検査 (一般細菌数、大腸菌) の不適率と夏期 (6-9 月) と夏期以外の比較、⑤NO₃-N について、⑥硬度が高い場合の塩化物イオンとの関係、などについて解析した。

3 検査項目及び試験方法

以下の検査項目は、水道法水質基準に関する省令の規定に基づき厚生労働大臣が定める方法 (告示法第 261 号) により測定した。

- | | |
|--|---------------|
| ・色度・濁度 | : 透過光測定法 |
| ・臭気・味 | : 官能法 (加温鑑識) |
| ・pH 値 | : ガラス電極法 |
| ・NO ₃ -N・NO ₂ -N | : イオンクロマトグラフ法 |
| ・全有機炭素 (TOC) | : 全有機炭素計測定法 |
| ・塩化物イオン・硬度 | : 滴定法 |
| ・鉄及びその化合物 | : ICP 発光分光分析法 |
| ・一般細菌数 | : 標準寒天培地法 |
| ・大腸菌 | : 特定酵素基質培地法 |

* 薬務感染症対策課

Ⅲ 結果及び考察

当センターで実施した飲料水依頼件数及び飲用井戸水検査の解析結果を図1から図8に示した。

詳細は以下のとおりである。

1 飲料水依頼件数（高松市を除く）

年度別と地区別を図1、図2に示す。平成21年度は、香川県渇水対策本部設置（小豆地区除く）に伴い、検査手数料の減額措置を受けた井戸水（減免井戸水）の検査が急増したことによる依頼件数の伸びが見られる。他の年度は井戸水より水道水依頼件数が多く、平成22年度の依頼件数は、水道水が井戸水の2倍程度あるが、年を追うごとに減少している。

地区別では、中讃地区が一番多く、事業所の水道水依頼件数が多い。東讃、西讃地区は、井戸水の依頼件数が多いが前述の渇水時の影響と考えられる。

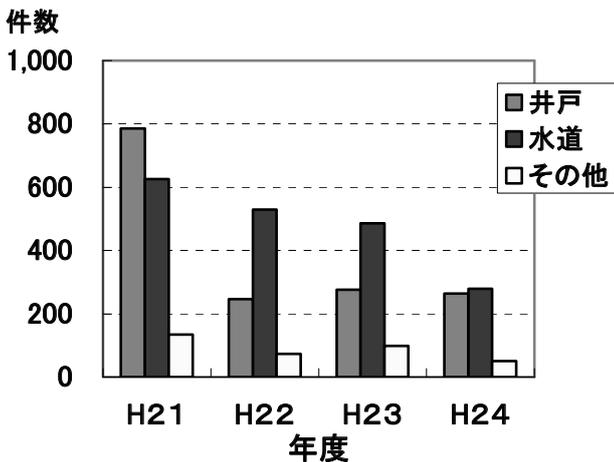


図1 飲料水依頼件数（年度別）

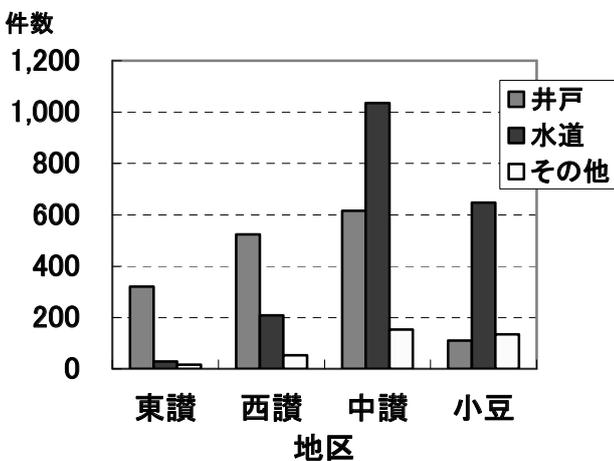


図2 飲料水依頼件数（地区別）

2 井戸の種類別、飲用適・不適率

図3に示すとおり、平成21年度渇水時は浅井戸水の依頼件数が著増している。4年間平均して、飲用不適率は浅井戸水54.7%、深井戸水39.0%と浅井戸水の方が高いが、全体で平均した不適率も50.0%とかなり高かった。

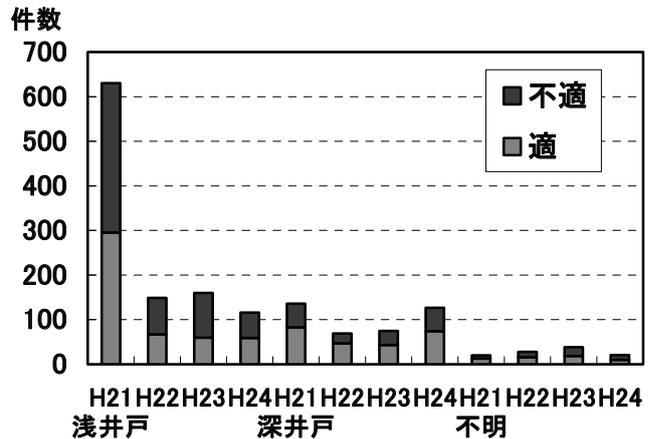


図3 井戸の種類別 適・不適率

3 不適井戸水における各項目の不適率

平成21年度から平成24年度の不適井戸水における各項目の不適率について調べた。各年いずれも同様の結果となったため、4年間の解析を図4に示す。

一般細菌数、大腸菌の不適率が高く、次いで色度、濁度、鉄という傾向であった。色度、濁度及び鉄は、浅井戸水よりも深井戸水での不適率が高かった。

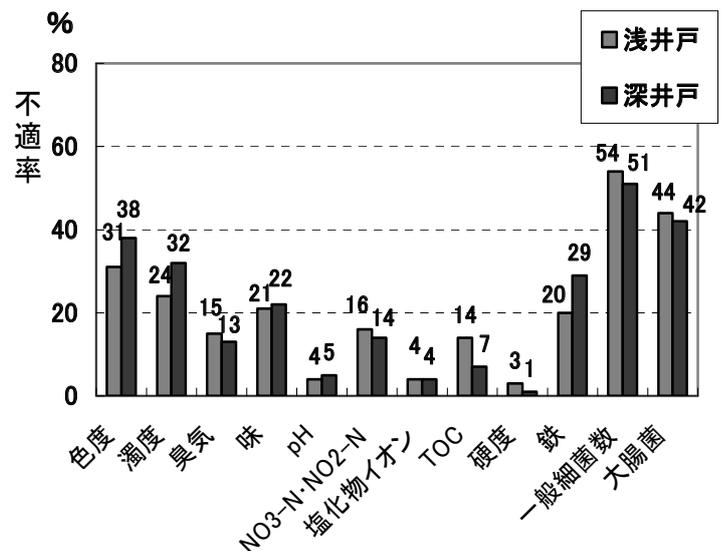


図4 不適井戸水における各項目の不適率

4 井戸水の細菌検査（一般細菌数、大腸菌）不適率と夏期（6-9月）と夏期以外の比較

平成 21 年度に香川県湧水対策本部（小豆地区除く）が設置された 3 地区で比較した。

図 5 に示すとおり、細菌検査不適率では、夏期（6-9 月）の方が夏期以外に比べ高く、湧水があった平成 21 年度の方が、他の年度の同じ時期に比べ高かった。

通常使用していない井戸水の水質低下や周辺環境の悪化によるものと思われる。また、高温にともなう流路パイプライン中の細菌繁殖等の可能性や採水方法に問題があった可能性も考えられる。

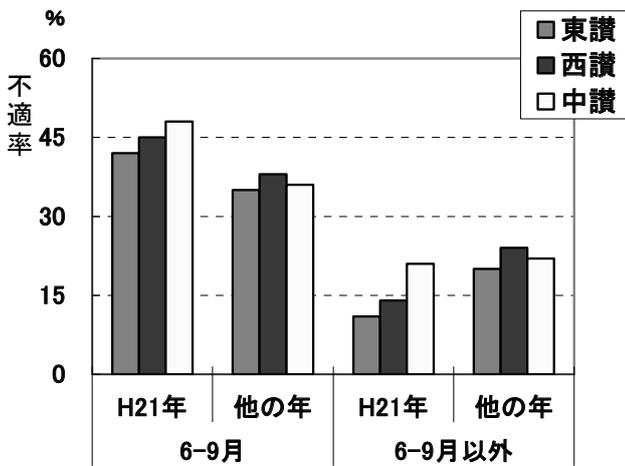


図5 井戸水の細菌検査不適率

5 井戸水の硝酸態窒素について

真柄ら¹⁾の水道水質ハンドブックや小島ら²⁾の報告によると、浅井戸水は窒素化学肥料などが原因で窒素汚染を受けやすく、一方の深井戸水は窒素汚染を受けにくいという報告がある。そこで今回、飲用に適する井戸における NO₃-N・NO₂-N 平均値の経年変化を浅井戸水と深井戸水について解析した。

図 6 に示すとおり、浅井戸水の平均値は、3~4mg/L に対し深井戸水は 1~2mg/L であった。両項目とも基準値より低い。浅井戸水の平均値は深井戸水の平均値の約 2 倍であった。文献^{1) 2)}によると、浅井戸水よりも深井戸水の方が窒素汚染を受けにくいと考えられる。また、すべての水において NO₂-N 濃度は 0.01mg/L 未満と極めて低濃度であり、NO₃-N・NO₂-N は、ほぼ NO₃-N の値であった。

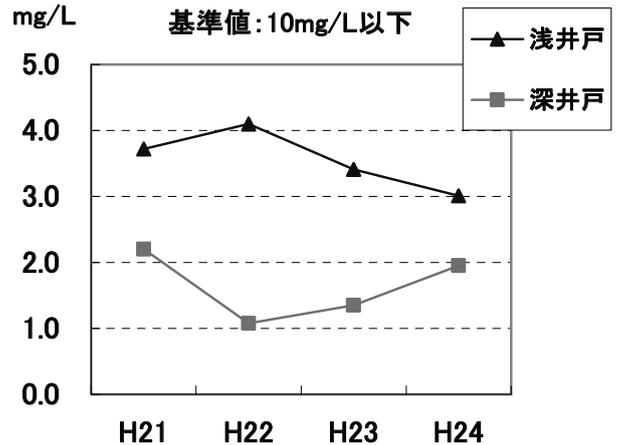


図6 NO₃-N, NO₂-N の経年変化

6 井戸水の硬度と塩化物イオンの関係

図 7 に示すとおり、飲用に適する井戸における硬度平均値は深井戸水よりも浅井戸水が高く、基準値の 1/3 程度であった。経年変化はやや減少傾向である。真柄ら¹⁾によると、硬度は地質由来のものであり、水の味に大きな影響を与えており、“おいしい水”の条件として、水質管理目標設定項目の目標値は 10~100mg/L と設定されている³⁾。また海水の影響によっても上昇することもあるという報告がある^{1) 4)}。そこで、硬度が 250mg/L より高い井戸水について、塩化物イオンとの相関を調べた。

図 8 に示すとおり、有意水準 1% で相関係数 0.7465 と高い相関がみられた。海水の影響を受けている可能性を考えて、硬度と塩化物イオン両方の値が高い井戸の所在を調べると、8割強が海岸近くであることが確認された。

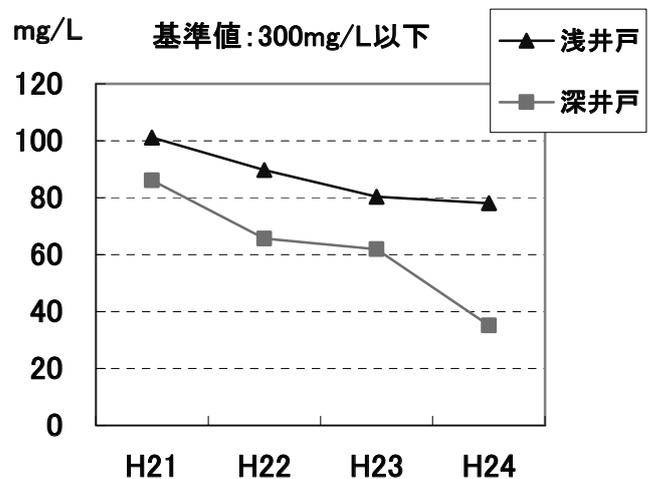


図7 硬度の経年変化

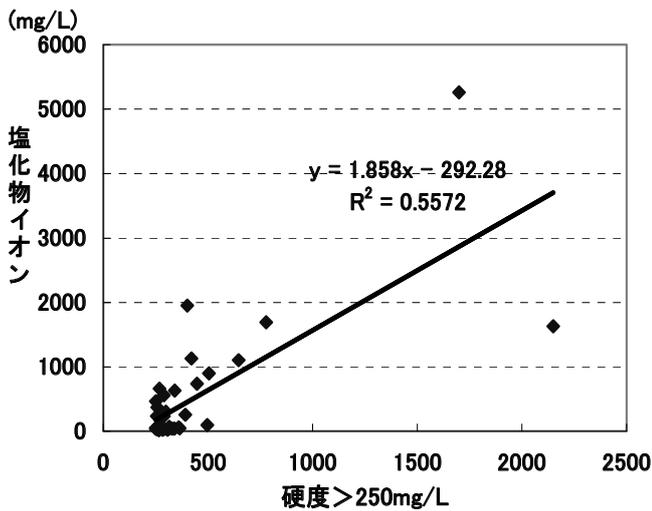


図8 硬度と塩化物イオン

$r=0.7465$ 相関係数 $r(42, 0.01) = 0.3840$

※ 有意水準1%で、相関係数 r が 0.3840 より大きい場合に有意な相関ありと判定する。

IV まとめ

平成21年度から平成24年度までの期間、当センターで実施した飲料水依頼件数及び飲用井戸水の検査結果を解析し、次のことがわかった。

1. 飲料水依頼検査において、水道水依頼件数は年々減少傾向である。井戸水の件数は渇水時に著増、それ以外の経年変化はなく横ばいであった。
2. 飲用井戸水の不適率は、浅井戸水54.7%、深井戸水39.0%と浅井戸水の方が高いが、全体の平均不適率も50.0%とかなり高かった。
3. 不適井戸における各項目の不適率について、4年間の解析をした。その傾向として一般細菌数、大腸

菌の不適率が高く、次いで色度、濁度、鉄という結果であった。

4. 井戸水の細菌検査不適率では、夏期(6-9月)の方が夏期以外に比べ高く、渇水があった平成21年度の方が、他の年の同じ時期に比べ高かった。井戸水の滞留による水質の低下や周辺環境の悪化によるものと思われる一方、採水方法に問題があった可能性も考えられた。

5. 飲用に適する井戸水の $\text{NO}_3\text{-N}$ ・ $\text{NO}_2\text{-N}$ について、浅井戸水が深井戸水より平均値が高かった。浅井戸水は窒素汚染を受け易く、深井戸水は窒素汚染を受けにくいと考えられた。

6. 硬度が250mg/Lより高い井戸水における塩化物イオンとの相関は、有意水準1%、相関係数0.7465と高い相関がみられた。両項目の値が高い井戸は海に近い所が多かったことより、海水の影響を受けていると推察された。

文献

- 1) 真柄泰基, 赤澤寛, 橋本徳蔵, 森田亮吉, 大澤英治: 水道水質ハンドブック, 21-23 61-62, 日本水道新聞社(東京), (1994)
- 2) 小島俊男他: 香川の水(第12報), 香川県衛生研究所報, 13, 102-107, (1984)
- 3) 日本水道協会: 上水試験方法 2011年版VII, 資料編 28
- 4) 砂古口博文他: 香川の水(第23報), 香川県衛生研究所報, 24, 82-93, (1996)