

水道水における pH 値異常について

小林 浩 鷹野茂夫 深澤喜延

A Case of Unusual pH Value with Supplied Water

Hiroshi KOBAYASHI, Shigeo TAKANO and Yoshinobu FUKASAWA

1 はじめに

近年、水に対する関心が高まり、平成4年12月に改正された水道法水質基準¹⁾では「安全でおいしい水の供給」を目的に、「健康に関する項目」29項目、「水質が有すべき性状に関する項目」17項目、計46項目の基準値が示された。

また水質基準を補完する項目として、「水道水質に関する基準の制定について」通知²⁾がだされ、「快適項目」13項目、「監視項目」26項目が設定され、延べ85項目が「水道水質に関する基準」として示された。

県内における水道の普及率は96.4%に達し、全国平均の95.1%を上回る状況にある³⁾。さらに安全でよりおいしい水の供給を目的に、普及率の向上に努めると共に、水質管理にも重点をおくことが、今後の課題のひとつと考えられる。

平成5年11月、山梨県内の給水人口3,500人、年間給水量47万2千トン、表流水及び伏流水の混合水を原水とした上水道において、pH値が9.2にも達する異常な上昇がみられた。

pH値の上昇の原因としては、産業廃水の混入、藻類の異常繁殖、浄水処理における様々な薬品や塩素の注入異常、汚水の混入、送水系統の管渠、器材の影響などが指摘されている⁴⁾。

水道法におけるpH値は「水道水が有すべき性状に関する項目」のひとつと位置付けられているが²⁾、異常値の原因が明らかであれば、直ちに人の健康に影響を及ぼすものではない⁵⁾。また、この数値は浄水処理時の薬品注入量の設定や、水道器材に対する腐食性の判定を行なうためにも有効とされている⁵⁾。

今回、我々は異常値を示した地域の現地調査及び水質試験を実施し、原水及び給水栓水の水質評価に、ランゲリア指数が有効な項目のひとつと考えられたので報告する。

2 調査内容

1) 過去の定期水質検査結果の把握

過去5年間の水質状況を把握するため、平成元年11月から平成5年9月までに行なわれた水道水の全項目検査のうち、pH値異常に関係すると思われる項目についてその濃度変化を図1に示した。対象とした項目は硝酸・亜硝酸性窒素、過マガン酸カリウム消費量(以下「有機物等」と略す)、亜鉛、硬度、蒸発残留物、pH値、導電率の7項目である。

2) 現地調査

浄水場から、第1配水池を経て役場方向へ給水する系をA水系、pH値に異常がみられた第2配水池系をB水系とし、現地におけるpH値、導電率及び水温を測定し、その値を図2に示した。また、A水系1ヶ所、B水系3ヶ所を選定し、成分比較のため採水を実施した。A水系では平成3年以前は石綿セメント管を使用していたが、その後配管の敷設換えを行なった。B水系は昭和30年後半に敷設された石綿セメント管を使用していた。なお管路長は、A水系では第1配水池から採水地点まで約3km、B水系では第2配水池から給水末端までA水系とほぼ同様な距離であった。

3) 試験項目及び試験方法

pHの測定：東亜電波工業(株) HM-11P

導電率の測定：東亜電波工業(株) CM-11P

蒸発残留物：重量法

総アルカリ度：滴定法

陽イオン：Na⁺ K⁺ Mg²⁺ Ca²⁺ (原子吸光光度法)

陰イオン：Cl⁻ SO₄²⁻ HCO₃⁻ NO₃⁻

(イオンクロマトグラフ法及び滴定法)

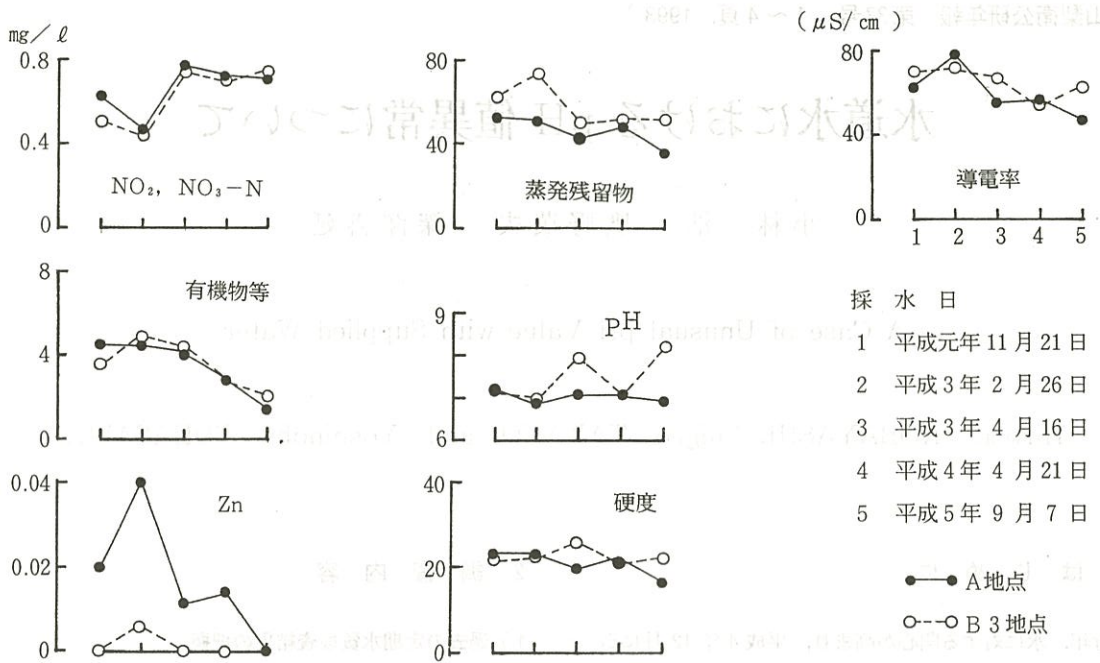


図1 過去の水質検査結果の概要

3 結果及び考察

1) 過去の定期水質検査結果からの考察

硝酸・亜硝酸性窒素及び有機物等ではA水系とB水系共に同様な挙動を示し、異常な数値を示さなかったことから、汚水混入によるpH値異常ではないと判断された。

亜鉛ではA水系において一時高い値を示した。これは配管換えを行なった直後であり、配管の影響と推察される。

また蒸発残留物では、B水系の方がA水系と比較し

全体にやや高かった。

pH値ではA水系では変動は小さいものの、B水系においてやや上昇傾向が見られた。

硬度及び導電率ではA、B水系とも同様な挙動を示していたが、B水系において、導電率の低下と共に硬度も減少していた。導電率は溶存する成分と非常に密接な関係にあり⁶⁾溶存する成分の濃度変化が配管中で起こっているものと示唆された。つまり硬度に関係するCa²⁺又はMg²⁺の増減が導電率に影響を与えていると考えられた。

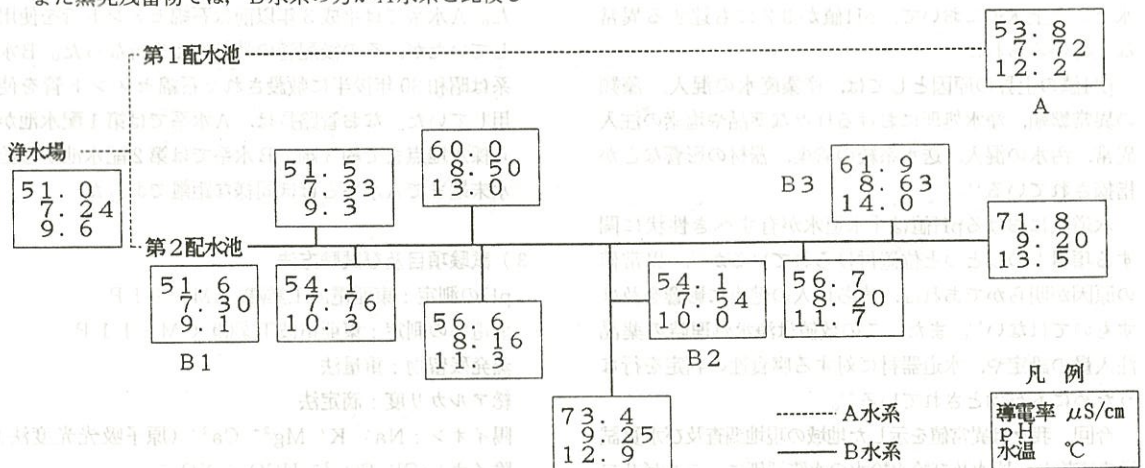


図2 現地調査における導電率、pH値及び水温の概要

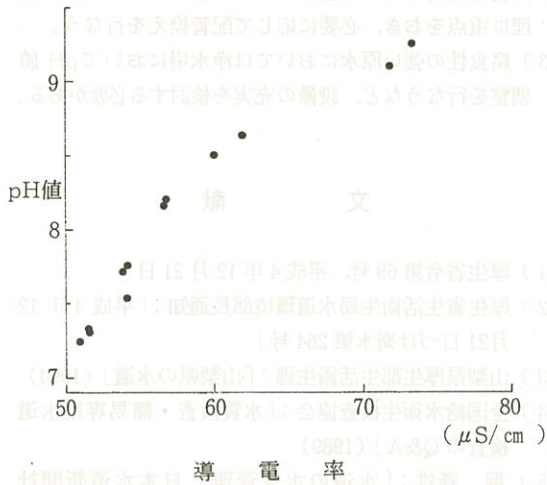


図3 現地調査における導電率とpH値の関係

2) pH 値及び導電率の相関及び主要成分の変化

現地測定のパH値と導電率の関係を図3に示した。この図から双方の間には強い相関がうかがえた。

採水した4箇所の陽イオンと陰イオンの変化を図4-1及び4-2に示した。

図からあきらかなように、B水系の陽イオンのうち、 Ca^{2+} のみが送水距離にともない濃度が上昇した。このことは、過去の水質検査結果の3、5時点でも硬度が高くなっている原因として Ca^{2+} が関与していることをうかがわせた。

これに対して陰イオンは送水距離による上昇は観察されなかった。

老朽化した石綿セメント管における Ca^{2+} の溶出は、真田ら⁷⁾や「水道用石綿セメント管診断マニュアル⁸⁾」にも指摘があり、今回の我々の事例でもこれら報告にそう結果となった。

このことからpH値の上昇は Ca^{2+} の増加によるも

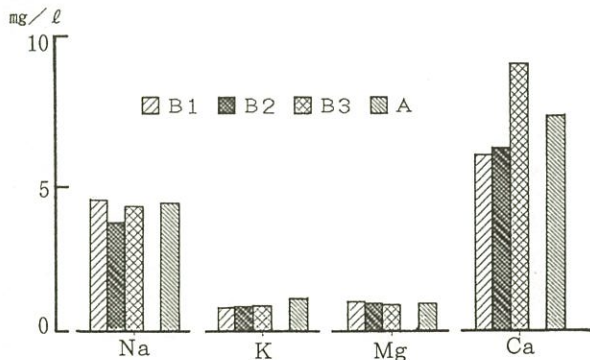


図4-1 各採水地点における陽イオン濃度

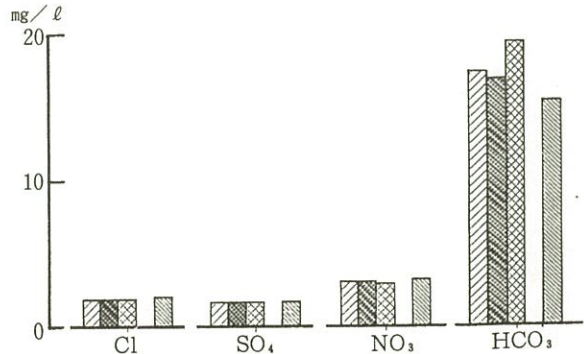


図4-2 各採水地点における陰イオン濃度

表 pH値、導電率及びランゲリア指数の比較

調査地点	pH値	導電率	ランゲリア指数
B 1	7.30	52	-2.2
B 2	7.54	54	-1.9
B 3	8.63	62	-0.2
A	7.72	54	-1.7

のであり、これにともない導電率も上昇したと判断された。

3) ランゲリア指数による原水の性質

次に原水及び供給水4カ所の性質を把握するため、ランゲリア指数を求めた。ランゲリア指数は、水質基準を補完する項目として設定された「快適水質項目」13項目のひとつであるが、これは配管管理に有効な指数とされ、-1程度以上とし極力0に近づけることが望ましいとされている²⁾。

ランゲリア指数は次式⁴⁾により求められる。

$$\text{ランゲリア指数} = \text{水のpH値} - \text{pHs}$$

$$\text{pHs} = 8.313 - \log [Ca^{2+}] - \log [A] + S$$

[Ca^{2+}] : Ca^{2+} 濃度のミリグラム当量値

[A] : 総アルカリ度のミリグラム当量値

S : 補正值

得られた値を表に示した。

ランゲリア指数の変化をみると、第2配水池では-2.2と強い腐食性を示した。ここから約1km送水されると、-1.9となり、B水系末端のB3地点ではpH値の大幅な上昇とともにランゲリア指数は-0.2となり、腐食性が弱まっていた。

対象としたA地点では-1.7と強い腐食性を示したままであったが、pH値の上昇はなかった。

つまり、石綿セメント管を使用しているB水系では配管中の Ca^{2+} が溶出し、pH値が高まることにより、腐食性が弱まったことがこの指数より理解できる。

また、この原水の場合、硬度は20程度と軟水である。硬度が低いことはランゲリア指数は低くなることになる。この様な軟水を原水とする浄水施設において菊地⁹⁾は、消石灰添加によるpH値調整を行ない、腐食性を低減化し、その効果を報告している。しかし、我々の事例ではこうした対策を実施するには至らなかった。

ま と め

今回の事例ではpH値異常の原因をつかむことはできなかったが、具体的対応には至らなかった。県内の上水道における管路延長をみると、総延長約3,100kmに対し第1位は塩化ビニール管、続いてダクタイル鋳鉄管、鋳鉄管と続き、第4位に石綿セメント管が約13%使用されている。これに対し簡易水道では、総延長2,400kmに対し第1位は塩化ビニール管であり上水道と変わらないが、第2位に石綿セメント管が約21%使用されている。原水の種類や配管によってはpH値異常が起こる可能性があると考えられる。

以上のことをまとめると

- 1) 原水のランゲリア指数を求めることにより原水の性質を把握し、この指数をもとに送水系統の管渠や器材を選択する必要がある。

- 2) 現在使用している石綿セメント管については維持管理に重点をおき、必要に応じて配管換えを行なう。
- 3) 腐食性の強い原水においては浄水場においてpH値調整を行なうなど、設備の充実を検討する必要がある。

文 献

- 1) 厚生省令第69号、平成4年12月21日
- 2) 厚生省生活衛生局水道環境部長通知：「平成4年12月21日づけ衛水第264号」
- 3) 山梨県厚生部生活衛生課：「山梨県の水道」(1994)
- 4) 全国給水衛生検査協会：「水質検査・簡易専用水道検査のQ&A」(1989)
- 5) 堀 春雄：「水道の水質管理」日本水道新聞社(1993)
- 6) 日本水道協会：「上水試験方法 解説編」(1993)
- 7) 真田正稔ら：京都府衛公研年報：28, 119~124(1983)
- 8) 財水道管路技術センター：「水道用石綿セメント管診断マニュアル」(1989年10月)
- 9) 菊地正志：水道協会雑誌：53(9), 2~17(1984)

