

賀茂社および白鬚神社の御手洗水の水質

平成 24 年 3 月 28 日受付

青 木 豊 明^{*1, *2}
勝 矢 淳 雄^{*3}

キーワード：賀茂社，白鬚神社，御手洗水，水質

1. はじめに

先に賀茂社の御手洗水，および近江最古の大社である白鬚神社の御手洗水の水質について，現在まで系統だった報告が無いので検討し，報告した(青木・勝矢，2011a, 2011b)。御手洗水のイオン総量の指標である電気伝導度および水質項目の濃度は，御手洗水の周りの地域に占める自然と都市の地域面積の比率に影響されている場合が多かった。都市の地域面積の占める比率が増大するにつれて電気伝導度の数値が増大する傾向にあった。また，いずれの御手洗水も，日本における地下水の硬度の平均 62(日本地下水学会，2000b)より低い，軟水であった。ただし硬度の成分であるカルシウムとマグネシウムは，地下水が流れる地下の岩石からのこれらの成分の溶解に拠るところが大きいことを報告した。

本論文では水質項目として炭酸イオンを加えた。それは硬度の成分であるカルシウムとマグネシウムが炭酸イオンとイオン対を形成する可能性があるからである。また，日内の地下水の水質がどのように推移するかを，対象を白鬚神社の御手洗水に焦点をあてて検討したので，以下に報告する。

2. 方法

2.1 測定場所

検討した御手洗水は，京都市にある下鴨神社の摂社の井上社(深さ 7.5 m)，および上賀茂神社の細殿北の手水舎の御手洗水(深さ 33 m)である。また滋賀県高島市にある白鬚神社の手水舎の御手洗水(深さ 10 m)のものである。いずれもポンプによって汲み上げられている。図 1-1 には下鴨神社および上賀茂神社の位置関係を示した。また，図 1-2 には白鬚神社の位置を示した。

採水した日は神社側の制約により，下鴨神社井上社は 2011 年 8 月 11 日 10:30 および上賀茂神社は 2011 年 8 月 11 日 11:05，および白鬚神社は 2011 年 8 月 11 日 8:30 と 2012 年 1 月 14 日 9:00, 12:00, 15:00 であった。

*1 京都産業大学客員研究員

*2 びわこ成蹊スポーツ大学

*3 京都産業大学理学部

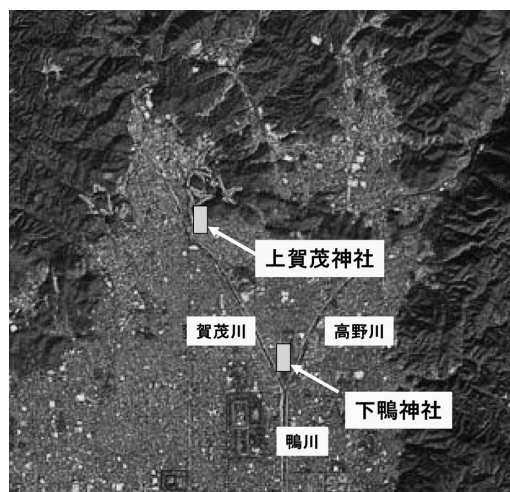


図 1-1 下鴨神社および上賀茂神社の位置関係概略図

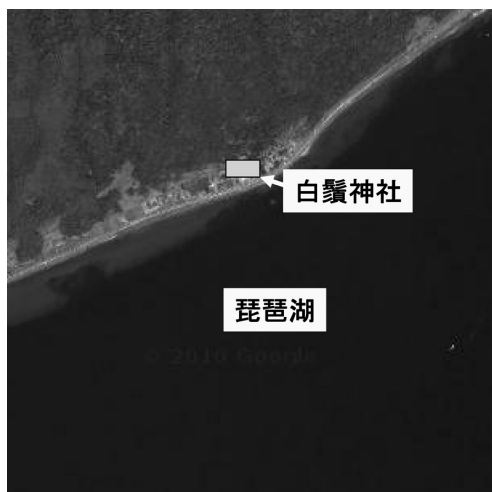


図 1-2 白鬚神社の位置概略図

2.2 測定方法

御手洗水の採水時に水温および電気伝導度(EC)を測定した。採水後アイスボックスで氷冷し、その後直ちに、原則的に宅急便で夏原工業に試料水を送り、カチオン(ナトリウムイオン:Na, カリウムイオン:K, カルシウムイオン:Ca, マグネシウムイオン:Mg)とアニオン(塩素イオン:Cl, 硝酸イオン:NO₃, 亜硝酸イオン:NO₂, 硫酸イオン:SO₄, 炭酸イオン:CO₃)の分析を委託した。分析方法はナトリウムイオン, カリウムイオン, カルシウムイオン, マグネシウムイオン, 塩素イオン, 硝酸イオン, 硫酸イオンおよび炭酸イオンのそれぞれを JIS K 0101-1998 47.2, 48.2, 49.3, 50.3, 32.5, 37.2.5, 42.4, 25.2 である。

3. 結果および考察

3.1 3社の御手洗水

下鴨神社の井上社, および上賀茂神社の細殿北の手水舎の御手洗水, 白鬚神社の手水舎の御手洗水の水質項目の測定結果を表 1 に示した。電気伝導度の値が, 昨年度の測定値(白鬚神社 57~65 μ S/cm, 下鴨神社 125~144 μ S/cm, 上賀茂神社 95~107 μ S/cm)と比べて, いずれの試料水でも高かった。

今回も全ての水質項目で, 下鴨神社井上社の御手洗水の値が最も高く, 次いで上賀茂神社の御手洗水, そして, 白鬚神社の御手洗水の値が最も低かった。

3.2 白鬚神社の御手洗水の日内変化

白鬚神社の手水舎の御手洗水の水質項目の日内変化を調べた。採水した日時は 2012 年 1 月 14 日 9:00, 12:00, 15:00 であり, 測定結果を表 2 に示した。水質項目の日内変動はほとんど無かった。また昨年度の測定値(Na:9.0~9.9, K:0.5~0.9, Ca:3.3~4.4, Mg:0.51~0.63, Cl:5.7~6.3, SO₄:

表1 賀茂神社および白鬚神社の御手洗水水質

| | 白鬚神社 | 下鴨神社 | 上賀茂神社 |
|-----------------------------|------|------|-------|
| 水温 | 18.8 | 20.4 | 25.4 |
| EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 90 | 160 | 110 |
| Na, mg/L | 8 | 8.6 | 4.7 |
| K, mg/L | 0.7 | 1.8 | 2.1 |
| Ca, mg/L | 3.8 | 15 | 12 |
| Mg, mg/L | 0.6 | 3.3 | 2.2 |
| Cl, mg/L | 5.7 | 9.2 | 5 |
| SO ₄ , mg/L | 3 | 17 | 10 |
| NO ₃ , mg/L | 4.3 | 10 | 2 |
| NO ₂ , mg/L | 0.1> | 0.1> | 0.1> |

採水日 2011.8.11

2.6~3.4, NO₃: 3.8~4.2 濃度の単位は全て mg/L)と比べても大きな違いは無いと思われる。ただし表1の夏季の水質項目の値と比べると、電気伝導度が90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ から70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ へと大きく減少した。これは水温が18.8 $^{\circ}\text{C}$ から10.6 $^{\circ}\text{C}$ (3回の測定 of 平均値)へと低下したためと考えられる。水溶液の電気伝導度は、温度1 $^{\circ}\text{C}$ の上昇により約2%増大する(半谷, 1977)。水温補正をすると電気伝導度はほぼ同程度になると推定される。

表2 白鬚神社の御手洗水水質

| | 時刻 | | |
|-----------------------------|------|-------|-------|
| | 9:00 | 12:00 | 15:00 |
| 水温 | 10.2 | 10.9 | 10.8 |
| EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 70 | 70 | 70 |
| Na, mg/L | 9.8 | 9.9 | 9.9 |
| K, mg/L | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| Ca, mg/L | 3.8 | 3.9 | 3.8 |
| Mg, mg/L | 0.57 | 0.59 | 0.58 |
| Cl, mg/L | 5.7 | 5.7 | 5.7 |
| SO ₄ , mg/L | 3 | 3 | 3 |
| NO ₃ , mg/L | 3.7 | 3.7 | 3.7 |
| NO ₂ , mg/L | 0.1> | 0.1> | 0.1> |
| CO ₃ , mg/L | 14 | 15 | 15 |

採水日 2012.1.14

3.3 御手洗水の硬度

今回検討した御手洗水についても軟水か硬水かを検討した。硬度には一般硬度(1L中に含まれるCaCO₃のmg量)と永久硬度(1L中に含まれるCaとMgの含量をCaCO₃としてmgに換算)がある

(日本分析化学会北海道支部, 1981)。ここでは永久硬度の成因であるカルシウムとマグネシウムの濃度を表 1, 2 の結果を用いて計算した硬度を表 3 に示した。

およそ 150 以上が硬水といわれている(日本地下水学会, 2000a)。測定した御手洗水はいずれも 60 以下の軟水であった。その中でも白鬚神社の御手洗水は最も低く平均値 12 であった。日本における地下水の硬度の平均は 62 と報告されている(日本地下水学会, 2000b)。この値と比べても今回検討した御手洗水はいずれも低かった。

表 3 御手洗水の硬度

| | 硬度, mg/L | | | | 平均 |
|--------------|----------|----|----|----|----|
| 白鬚神社 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 下鴨神社 井上社 | 51 | | | | 51 |
| 上賀茂神社 手水舎 | 39 | | | | 39 |

水質の硬度成分であるカルシウムやマグネシウムは炭酸イオンと対を形成して溶解している場合がある(日本化学会編 1992)。そこで表 2 の結果を用いてモル濃度に変換した結果を表 4 に示した。カルシウムとマグネシウムの濃度の和は炭酸イオン濃度のほぼ半分の値であった。このことからカルシウムとマグネシウムは重炭酸イオンと水中でイオン対 $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2, \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2]$ を形成していると推定される。

表 4 白鬚神社の御手洗水の硬度成分(2012.1.14)

| | 時刻 | | |
|-----------------|-------|-------|-------|
| | 9:00 | 12:00 | 15:00 |
| Ca | 0.095 | 0.097 | 0.095 |
| Mg | 0.023 | 0.024 | 0.024 |
| CO ₃ | 0.23 | 0.25 | 0.25 |

濃度 m mol/L

4. おわりに

今回検討した御手洗水の水質項目の濃度は、先に報告した濃度(青木・勝矢, 2011a, 2011b)と大きな違いが無かった。また、いずれの御手洗水も、日本における地下水の硬度の平均 62 より低い、軟水であった。白鬚神社の手水舎の御手洗水の水質項目の日内変化(2012 年 1 月 14 日 9:00, 12:00, 15:00)を調べたが、水質項目の日内変動はほとんど無かった。また硬度成分であるカルシウムとマグネシウムは、重炭酸イオンと水中でイオン対を形成していると推定される。

最後に、御手洗水の調査を許可していただいた下鴨神社 新木直人宮司、上賀茂神社 田中安比呂宮司に感謝いたします。また、種々のことで便宜を図っていただいた京都府氏子青年連合会 小松明

参与に感謝いたします。さらに白鬚神社 梅辻春樹宮司に感謝いたします。本研究は、京都産業大学総合学術研究所特定課題研究(E1015)により助成され実施されたものであり、ここに謝辞を表します。本研究は、京都産業大学総合学術研究所の特定課題研究(E1015)、および科学研究費(22510049)の助成を受けている。

引用文献

- 青木豊明, 勝矢淳雄 (2011a) 賀茂社および撰末社の御手洗水の水質, 自然と環境, vol.13, pp.49-54.
- 青木豊明, 勝矢淳雄 (2011b) 賀茂社の御手洗水の水質について, 京都産業大学総合学術研究所所報, vol.6, pp.39-44.
- 半谷高久編 (1977) 水分析におけるサンプリング, 講談社, pp.30-31.
- 三好和義ほか (2004) 賀茂社 上賀茂神社・下鴨神社, 淡交社.
- 日本化学会編 (1992) 陸水の化学, 学会出版センター, pp.79-89.
- 日本地下水学会編 (2000a) 名水を科学する, 技報堂, p.9.
- 日本地下水学会編 (2000b) 地下水水質の基礎, 理工図書, p.170.
- 日本分析化学会北海道支部編 (1981) 水の分析, 化学同人, pp.192-193.

Water quality of Mitarashi at Kamo and Shirahige Shrines

Toyoaki AOKI
Atsuo KATSUYA

Abstract

Water quality of Mitarashi at Shimogamo, Kamigamo, and Shirahige Shrines, was investigated. Mitarashi was ground water. Sampling dates for Mitarashi waters were August 11 in 2011 and January 14 in 2012. All of hardness values were less than 62 of the average for ground waters in Japan. All of the Mitarashi waters were soft water. Water quality of Mitarashi at Shirahige Shrine did not change significantly in one day (9 : 00, 12 : 00, 15 : 00 on January 14 in 2012).

Keywords : Kamo shrines, Shirahige schrine, Mitarashi, water quality