

県内温泉の経年変化調査 —勝浦温泉とその周辺温泉の経年変化—

山東史典

Studies on Time Course of Hot Springs in Wakayama Prefecture —Secular Change in Hot Springs at Katsuura and its Neighboring Hot Springs—

Fuminori Sando

キーワード：勝浦温泉，湯川温泉，温泉水，経年変化

Key Words : Katsuura spa, Yukawa spa, thermal water, secular change

はじめに

和歌山県は，温泉資源保護対策の一環として，1974年および1975年に勝浦温泉・湯川温泉およびその周辺地域の温泉学術調査を行い，「勝浦温泉・湯川温泉及びその周辺地域温泉保護対策実施要綱」¹⁾をまとめ，1978年5月1日から施行している。

以降，当センターでは，1978年度から4年間隔で勝浦温泉・湯川温泉およびその周辺温泉の経年変化を実施してきた²⁻⁶⁾。勝浦温泉については10源泉について調査してきたが，2002年度の調査から6源泉について調査を行っている。

勝浦温泉および湯川温泉は紀伊半島南東部の海岸に位置している。湧出域は新生代新第三紀に形成された堆積岩類の熊野層群が分布している。

泉質は単純温泉，単純硫黄泉およびナトリウムイオンと塩化物イオンを主成分として硫黄を含む源泉が多い。

今回，勝浦温泉3源泉，湯川温泉2源泉およびその周辺温泉1源泉について，調査を行うとともに，掘削時の調査および当センターが実施

している経年変化調査と併せて，その結果を比較検討したので報告する。

調査方法

1. 対象源泉

調査を行った源泉地を図1に示した。

勝浦温泉3源泉 (No. 1～No. 3)，湯川温泉2源泉 (No. 4, No. 5)，その周辺地域である太地町1源泉 (No. 6) の6源泉について2023年1月に調査を行った。

なお，No. 1～No. 3, No. 5 は動力揚湯，No. 4, No. 6 は掘削自噴である。

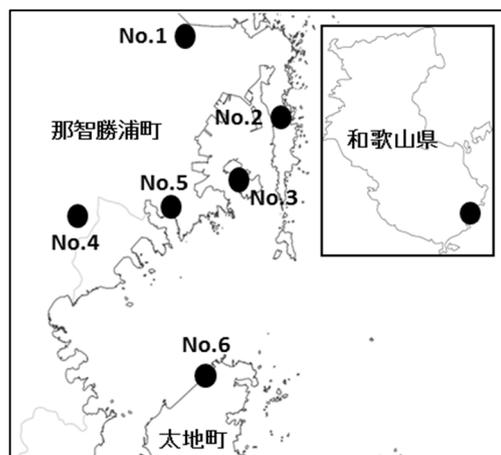


図1. 勝浦温泉とその周辺温泉の源泉

2. 調査時期

調査対象の源泉 (No. 4, No. 5 を除く) については、1960 年から 1969 年までの掘削時の調査、1974 年の学術調査および 1979 年から 2011 年までの 12 回の経年変化調査を実施した²⁻⁶⁾。No. 4 は 2010 年度調査から実施しており、No. 5 は今回調査から新たに実施した。No. 4 は 1956 年の掘削時の調査結果、1995 年および 2009 年の温泉中分析結果、2010 年度調査以降の調査結果を比較した。また、No. 5 は 2003 年、2004 年の温泉中分析結果および今回調査の結果を比較した。

3. 分析方法

分析方法は鉱泉分析法指針⁷⁾ に準じ、以下の方法で実施した。

pH：ガラス電極法

蒸発残留物：重量法

Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺：

ICP/MS による一斉分析法および原子吸光法

F⁻, Cl⁻, SO₄²⁻：イオンクロマトグラフ法

HCO₃⁻, CO₃²⁻, CO₂：塩酸消費による滴定法

HSiO₃⁻, H₂SiO₃：モリブデン酸塩による比色法

S₂O₃²⁻：メチレンブルーによる比色法

HS⁻, H₂S：酢酸カドミウム法による滴定法

結果および考察

勝浦温泉 3 源泉、湯川温泉 2 源泉およびその周辺温泉 1 源泉の調査結果を表 1 に示した。今回の調査では、泉温については No. 2, No. 3 が高温泉 (42℃以上)、No. 1, No. 6 が低温泉 (25℃以上、34℃未満)、No. 4, No. 5 が温泉 (34℃以上、42℃未満) であった。

液性は、No. 1, No. 4 ~ No. 6 はアルカリ性 (pH8.5 以上)、No. 2, No. 3 は弱アルカリ性 (pH7.5 以上、8.5 未満) であった。浸透圧の分類については、6 源泉全て低張性 (溶存物質 8g/kg 未満) であった。

以下に泉温、湧出量、蒸発残留物、主要成分比 (陽イオン、陰イオン) について過去のデータと比較した。

1. 泉温

泉温の経年変化を図 2 に示した。

No. 1, No. 3 ~ No. 6 の源泉において、過去調査時との泉温に比べて大きな変化はなく、ほ

表 1. 勝浦温泉およびその周辺温泉の調査分析結果

| 源泉番号 | 温泉保護年度 | 調査年度 | 泉温 (℃) | 湧出量 (L/分) | pH | Na ⁺ (mg/kg) | K ⁺ (mg/kg) | Ca ²⁺ (mg/kg) | Mg ²⁺ (mg/kg) | Fe ²⁺ (mg/kg) | Mn ²⁺ (mg/kg) | F ⁻ (mg/kg) | Cl ⁻ (mg/kg) | SO ₄ ²⁻ (mg/kg) | HCO ₃ ⁻ (mg/kg) | CO ₃ ²⁻ (mg/kg) | H ₂ SiO ₃ (mg/kg) | H ₄ SiO ₄ (mg/kg) | S ₂ O ₃ ²⁻ (mg/kg) | HS ⁻ (mg/kg) | H ₂ S (mg/kg) | 総硬度 (mg/kg) | | | |
|------|--------|------|--------|-----------|-------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|---|---|-------------------------|--------------------------|-------------|-------|------|-------|
| No.1 | 掘削時 | 1960 | 30.0 | 136 | 0.320 | 7.6 | 87.8 | 4.9 | 22.1 | 2.0 | 0 | 0 | 122.3 | 36.7 | 54.7 | 0 | 0 | 49.4 | 15.6 | 0 | 0 | 0 | 5.1 | 5.1 | |
| | | 1974 | 24.8 | 293 | 0.357 | 6.4 | 119.9 | 2.0 | 19.8 | 1.6 | 0 | 0 | 184.4 | 35.4 | 34.4 | 0 | 0 | 15.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.7 | 0.7 | |
| | 経年変化 | 1978 | 30.0 | 80 | 0.340 | 8.0 | 80.5 | 3.1 | 17.3 | 2.6 | 0 | 0 | 4.4 | 108.3 | 5.1 | 25.6 | 8.4 | 0 | 31.2 | 0 | 0.8 | 0.3 | 1.1 | 0.5 | |
| | | 1982 | 34.0 | 240 | 0.244 | 8.5 | 67.2 | 1.4 | 11.0 | 0.4 | 0 | 0 | 4.5 | 106.9 | 5.3 | 20.1 | 6 | 0 | 26.6 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0.5 | |
| | | 1986 | 30.0 | 293 | 0.245 | 9.0 | 77.7 | 1.2 | 9.7 | 0.1 | 0 | 0 | 3.9 | 106.4 | 8.1 | 33.5 | 9 | 6.7 | 18.4 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0.3 | |
| | | 1990 | 34.1 | 127 | 0.264 | 9.1 | 72.4 | 1.6 | 16.8 | 0.5 | 0 | 0 | 4.6 | 118.0 | 6.8 | 23.7 | 6 | 5.1 | 11.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | 1994 | 33.5 | 67 | 0.288 | 9.2 | 73.2 | 1.5 | 16.5 | 0.1 | 0.1 | 0 | 4.3 | 128.0 | 6.0 | 28.2 | 9 | 3.7 | 6.6 | 0 | 0.6 | 0 | 0 | 0.6 | |
| | | 1998 | 33.9 | 125 | 0.291 | 8.8 | 64.1 | 1.0 | 15.1 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 4.4 | 126.0 | 8.1 | 36.6 | 6 | 3.8 | 20.9 | 0 | 0.3 | 0 | 0.3 | 0.3 | |
| | | 2002 | 34.0 | 136 | 0.317 | 8.8 | 79.1 | 2.3 | 8.4 | 0.7 | 0 | 0 | 5.0 | 138.0 | 8.5 | 22.0 | 0.8 | 0 | 24.6 | 0 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0.5 | |
| | | 2006 | 34.0 | 226 | 0.319 | 8.7 | 78.4 | 1.4 | 17.5 | 0 | 0 | 0 | 4.5 | 146.0 | 6.8 | 15.2 | 6 | 0 | 26.8 | 0 | 0.2 | 0 | 0.2 | 0.2 | |
| | | 2010 | 34.3 | 308 | 0.307 | 8.5 | 90.4 | 1.2 | 20.0 | 0 | 0 | 0 | 4.6 | 141.9 | 10.6 | 17.7 | 6.6 | 0 | 25.9 | 0 | 0.1 | 0 | 0.1 | 0.1 | |
| | | 2014 | 34.0 | 76 | 0.301 | 8.7 | 89.5 | 1.6 | 17.5 | 0 | 0 | 0 | 3.8 | 98.4 | 7.5 | 21.7 | 4.1 | 0 | 29.5 | 0 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0.5 | |
| 2022 | 34.5 | 56 | 0.215 | 8.6 | 70.0 | 1.1 | 14.1 | 0 | 0 | 0 | 4.5 | 122.0 | 8.0 | 25.4 | 0 | 0 | 24.1 | 1.3 | 0.3 | 0 | 0.3 | 0.3 | | | |
| No.2 | 掘削時 | 1960 | 68.7 | 100 | 2.846 | 8.2 | 790.4 | 10.7 | 270.4 | 8.0 | 0 | 0 | 4.5 | 122.0 | 8.0 | 25.4 | 0 | 0 | 155.5 | 33.1 | 199.5 | 0 | 0 | 37 | 37.0 |
| | | 1974 | 56.0 | 260 | 8.814 | 8.3 | 2033 | 39.0 | 595.4 | 219.8 | 0 | 0 | 41.8 | 318.3 | 94.3 | 0 | 0 | 48.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32.8 | 32.8 | |
| | 経年変化 | 1978 | 58.0 | 1019 | 8.3 | 2650 | 50.7 | 154.2 | 0.1 | 0.2 | 0 | 0 | 5.5 | 113.8 | 35.4 | 83.8 | 0 | 0 | 28.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.8 | 7.8 |
| | | 1982 | 58.0 | 240 | 8.740 | 8.2 | 2240 | 54.0 | 482.8 | 144.2 | 5.5 | 0.3 | 3.0 | 475.7 | 443.3 | 52.5 | 10.2 | 0 | 80.6 | 95.8 | 6.4 | 0.7 | 102.9 | 0.7 | 102.9 |
| | | 1986 | 55.0 | 171 | 8.502 | 8.0 | 2346 | 56.1 | 451.6 | 167.4 | 3.0 | 0.4 | 2.9 | 432.4 | 547.1 | 53.7 | 3 | 0 | 36.7 | 26.2 | 4.2 | 0.5 | 30.9 | 0.5 | 30.9 |
| | | 1990 | 56.3 | 159 | 8.248 | 7.8 | 2090 | 45.1 | 509.1 | 135.1 | 0.3 | 0.3 | 2.3 | 448.5 | 429 | 57.8 | 3 | 0.7 | 39.6 | 20.6 | 2.6 | 0.5 | 23.7 | 0.5 | 23.7 |
| | | 1994 | 57.0 | 138 | 8.665 | 8.6 | 1049 | 24.8 | 428.8 | 28.6 | 0.1 | 0.1 | 3.9 | 247.8 | 104.3 | 80.3 | 10.8 | 3.1 | 21.1 | 14 | 7.0 | 0.2 | 21.2 | 0.2 | 21.2 |
| | | 1998 | 59.4 | 105 | 5.257 | 8.3 | 1085 | 23.5 | 395.0 | 40.1 | 0 | 0.1 | 3.9 | 273.8 | 135.0 | 88.5 | 1.2 | 2.1 | 37.2 | 13.3 | 23.6 | 1.5 | 38.4 | 1.5 | 38.4 |
| | | 2002 | 55.0 | 80 | 5.224 | 8.3 | 1180 | 25.0 | 207.0 | 61.0 | 0 | 0.2 | 3.7 | 245.0 | 118.0 | 76.3 | 1.2 | 2.9 | 45.8 | 17.3 | 16.4 | 1.0 | 34.7 | 1.0 | 34.7 |
| | | 2006 | 58.5 | 98 | 6.112 | 7.8 | 1108 | 25.0 | 426.1 | 48.4 | 0 | 0.1 | 5.0 | 272.6 | 118.5 | 65.9 | 0.3 | 0 | 40.3 | 45.5 | 20.3 | 3.7 | 69.5 | 3.7 | 69.5 |
| | | 2010 | 59.0 | 85 | 4.844 | 7.7 | 1336 | 29.0 | 344.5 | 39.9 | 0.1 | 0.2 | 4.4 | 263.2 | 108.1 | 88.5 | 0 | 0 | 42.0 | 18.4 | 26.3 | 5.4 | 50.1 | 5.4 | 50.1 |
| | | 2014 | 58.5 | 89 | 4.397 | 8.1 | 1123 | 25.5 | 364.0 | 35.7 | 0.1 | 0.2 | 4.4 | 226.5 | 97.5 | 63.6 | 6.6 | 0 | 54.4 | 43.3 | 26.1 | 2.3 | 71.7 | 2.3 | 71.7 |
| 2018 | 57.4 | 59 | 4.588 | 7.4 | 1117 | 26.8 | 379.8 | 34.5 | 0 | 0.2 | 4.6 | 233.8 | 81.5 | 73.2 | 3.8 | 0 | 51.6 | 36.7 | 20.9 | 9.1 | 66.7 | 9.1 | 66.7 | | |
| 2022 | 47.6 | 11 | 8.813 | 8.2 | 2132 | 45.8 | 513.8 | 138.7 | 0.3 | 0.7 | 3.0 | 430.0 | 393.6 | 55.4 | 7.6 | 0 | 48.4 | 58.6 | 4.3 | 0.2 | 60.0 | 0.2 | 60.0 | | |
| No.3 | 掘削時 | 1962 | 55.2 | 114 | 0.875 | 9.0 | 273.1 | 5.4 | 39.3 | 2.2 | 0 | 0 | 428.2 | 20.6 | 68.5 | 0 | 0 | 44.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13.9 | 13.9 | |
| | | 1974 | 55.2 | 120 | 1.691 | 7.2 | 387.2 | 9.5 | 25.4 | 8.1 | 0 | 0 | 7.6 | 37.0 | 35.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22.7 | 22.7 | |
| | 経年変化 | 1978 | 54.5 | 100 | 1.748 | 8.4 | 467.1 | 7.9 | 12.7 | 12.1 | 0 | 0 | 960.7 | 1.14 | 61.8 | 0.4 | 0 | 26.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.2 | 6.2 | |
| | | 1982 | 54.0 | 86 | 2.050 | 7.9 | 476.0 | 11.2 | 163.8 | 3.8 | 0 | 0 | 6.6 | 116.3 | 24.4 | 51.3 | 1.8 | 0 | 44.2 | 8.3 | 13.6 | 1.5 | 23.4 | 1.5 | 23.4 |
| | | 1986 | 54.5 | 109 | 2.217 | 8.0 | 573.1 | 10.5 | 183.9 | 4.5 | 0 | 0 | 5.5 | 119.3 | 30.1 | 32.3 | 3.6 | 0 | 57.6 | 4 | 9.9 | 0.4 | 14.3 | 0.4 | 14.3 |
| | | 1990 | 53.8 | 71 | 2.514 | 8.1 | 581.0 | 12.9 | 249.9 | 4.5 | 0 | 0 | 3.7 | 130.2 | 56.1 | 45.6 | 3.0 | 2 | 50.2 | 5.2 | 8.5 | 0.7 | 14.4 | 0.7 | 14.4 |
| | | 1994 | 52.2 | 51 | 3.004 | 8.6 | 621.9 | 15.4 | 324.4 | 6.3 | 0.1 | 0 | 5.0 | 151.3 | 61.5 | 51.1 | 4.2 | 2.9 | 24.2 | 6.9 | 4.5 | 0.1 | 11.5 | 0.1 | 11.5 |
| | | 1998 | 52.0 | 59 | 3.146 | 8.4 | 607.0 | 12.8 | 266.0 | 9.2 | 0 | 0 | 5.0 | 158.1 | 73.8 | 51.9 | 1.0 | 2.6 | 33.1 | 4.6 | 15.2 | 0.7 | 20.6 | 0.7 | 20.6 |
| | | 2002 | 50.0 | 55 | 3.514 | 8.0 | 728.0 | 12.9 | 152.0 | 13.4 | 0 | 0.1 | 4.8 | 147.0 | 91.6 | 54.9 | 0.4 | 1.2 | 38.3 | 4.8 | 11.1 | 1.3 | 17.2 | 1.3 | 17.2 |
| | | 2006 | 52.5 | 57 | 3.903 | 8.2 | 692.2 | 13.0 | 312.6 | 12.6 | 0.1 | 0 | 5.4 | 166.4 | 99.7 | 42.1 | 0.5 | 0 | 35.8 | 4.8 | 8.9 | 10.0 | 23.7 | 10.0 | 23.7 |
| | | 2010 | 51.5 | 41 | 3.158 | 7.2 | 881.0 | 14.4 | 278.5 | 9.2 | 0 | 0 | 5.3 | 174.2 | 112.3 | 48.8 | 0 | 0 | 45.4 | 6.5 | 8.7 | 8.0 | 22.0 | 8.0 | 22.0 |
| | | 2014 | 51.2 | 48 | 3.336 | 7.8 | 813.0 | 14.5 | 304.0 | 10.5 | 0 | 0 | 4.9 | 168.1 | 128.7 | 42.7 | 3.0 | 0 | 50.7 | 6.6 | 11.4 | 2.0 | 20.0 | 2.0 | 20.0 |
| 2018 | 48.2 | 14 | 3.383 | 7.2 | 793.9 | 16.1 | 321.0 | 12.9 | 0.4 | 0 | 4.8 | 165.7 | 104.6 | 52.2 | 2.7 | 0 | 44.9 | 7.6 | 8.9 | 6.1 | 22.6 | 6.1 | 22.6 | | |
| 2022 | 48.7 | 42 | 3.496 | 8.2 | 837.0 | 14.0 | 324.1 | 12.2 | 0 | 0 | 5.1 | 178.8 | 133.3 | 42.7 | 3.0 | 0 | 46.4 | 7.6 | 10.0 | 6.6 | 18.2 | 6.6 | 18.2 | | |
| No.4 | 掘削時 | 1960 | 42.0 | 145 | 0.245 | 9.3 | 54.4 | 1.0 | 8.8 | 5.8 | 0.1 | 0 | 0 | 32.9 | 11.7 | 79.3 | 5.9 | 0 | 26.5 | 0 | 0 | 0 | 3.4 | 3.4 | |
| | | 1969 | 40.8 | 156 | 0.180 | 9.3 | 48.5 | 1.8 | 3.6 | 0.4 | 0.1 | 0 | 8.6 | 30.7 | 6.6 | 9.2 | 24.0 | 12.6 | 20.6 | 0 | 0 | 0 | 2.4 | 2.4 | |
| | 経年変化 | 1974 | 32.6 | 169 | 0.154 | 9.8 | 384.5 | 15.1 | 8.4 | 12.1 | 0 | 0 | 8.6 | 30.6 | 15.3 | 4.0 | 0 | 35.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.0 | 1.0 | |
| | | 1978 | 33.5 | 375 | 1.378 | 8.6 | 424.1 | 4.8 | 8.5 | 4.8 | 0.7 | 0 | 7.9 | 27.8 | 14.1 | 3.1 | 27.0 | 51.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.0 | 1.0 | |
| | | 1982 | 32.0 | 209 | 0.177 | 9.6 | 52.2 | 0.5 | 1.5 | 0.3 | 0 | 0 | 8.6 | 29.9 | 14.1 | 12.8 | 26.7 | | | | | | | | |

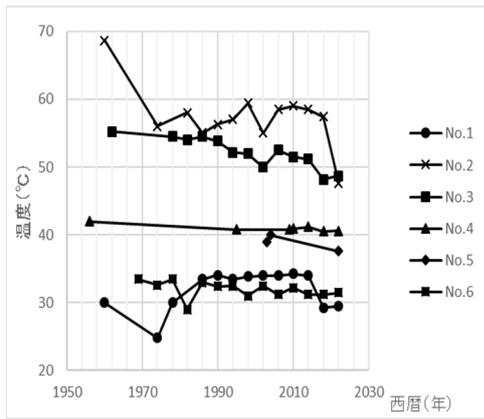


図 2. 泉温の経年変化

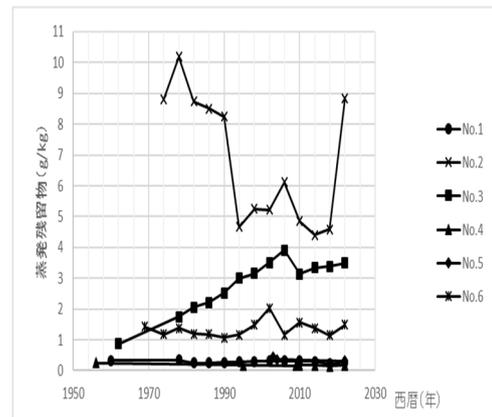


図 4. 蒸発残留物の経年変化 1

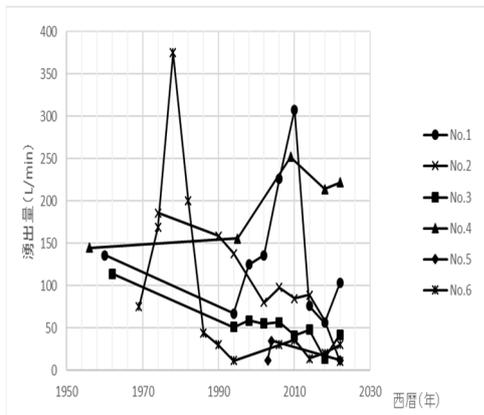


図 3. 湧出量の経年変化

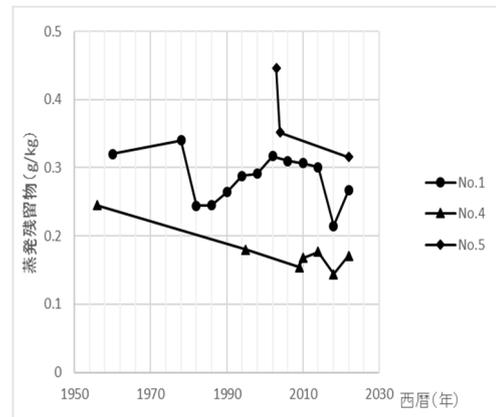


図 5. 蒸発残留物の経年変化 2

ば横ばい状態であり、安定していた。一方、No. 2 の源泉は 2018 年度調査までは安定した泉温を維持していたが、今年度調査は 2018 年度調査より 9.8℃下降した。

2. 湧出量

湧出量の経年変化を図 3 に示した。

過去調査時との湧出量に比べて No. 1, No. 3～No. 6 の源泉は大きな変化はなく、安定していた。一方、No. 2 の源泉の湧出量は 2018 年度調査から減少傾向が見られ、特に今年度調査は 2018 年度調査時より 48L/min で大幅に下降した。

3. 蒸発残留物

蒸発残留物の経年変化を図 4, 図 5 に示した。

過去調査時の蒸発残留物と比較して、No. 1, No. 3～No. 6 の源泉は近年大きな変化はなく、安定していた。一方、No. 2 の源泉は 1994 年度調査以降安定していたが、今年度調査は 8.843g/kg で 2018 年度調査より大幅に増加し、1990 年度調査以前の水準に回帰する結果となった。

4. 主要成分

陽イオンおよび陰イオンの主要成分比の経年変化を図 6～11 に示した。

調査した全ての源泉で、過去調査時での主要な陽イオンおよび陰イオンの成分比を比べて、陽イオンおよび陰イオンともに成分比の大きな変動はなく、安定していた。

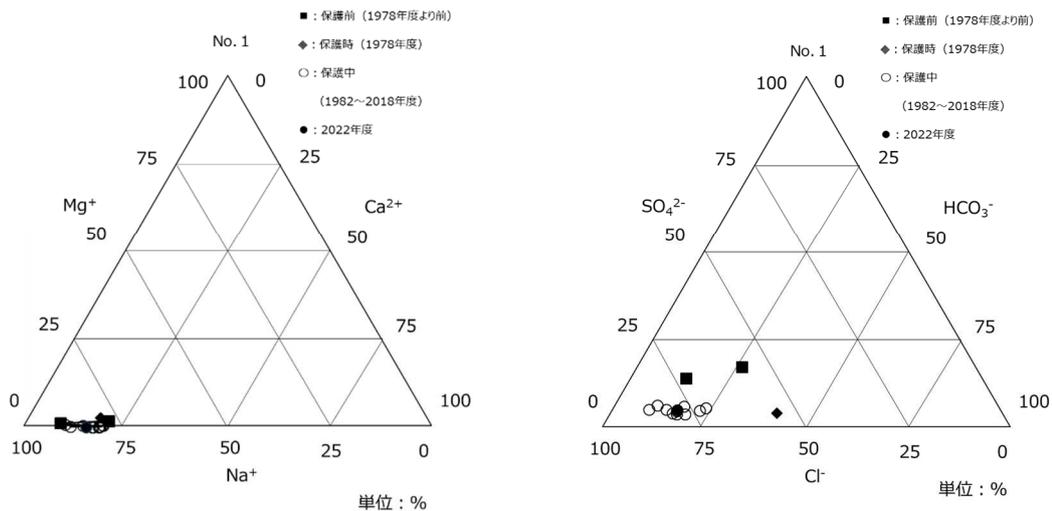


図 6. 主要成分比の経年変化 (No. 1)

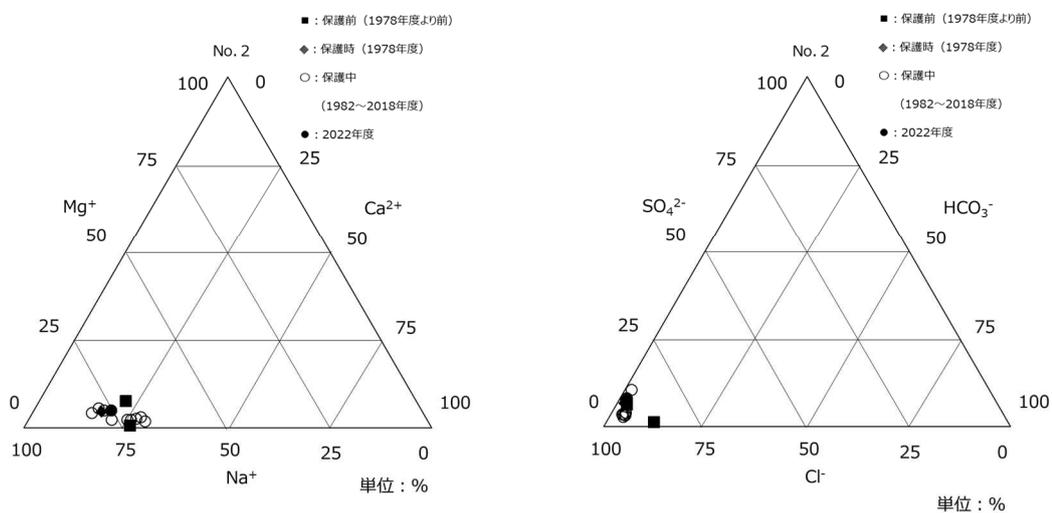


図 7. 主要成分比の経年変化 (No. 2)

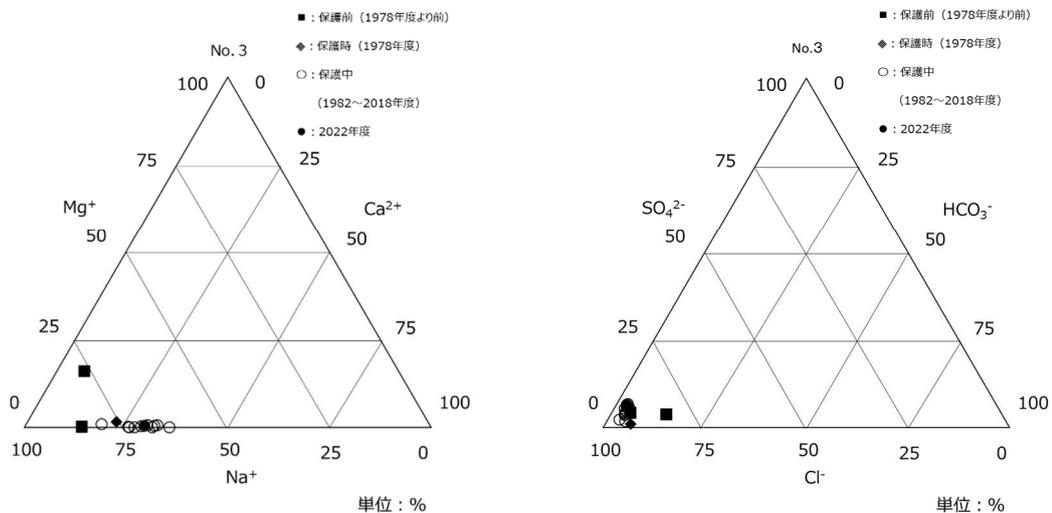


図 8. 主要成分比の経年変化 (No. 3)

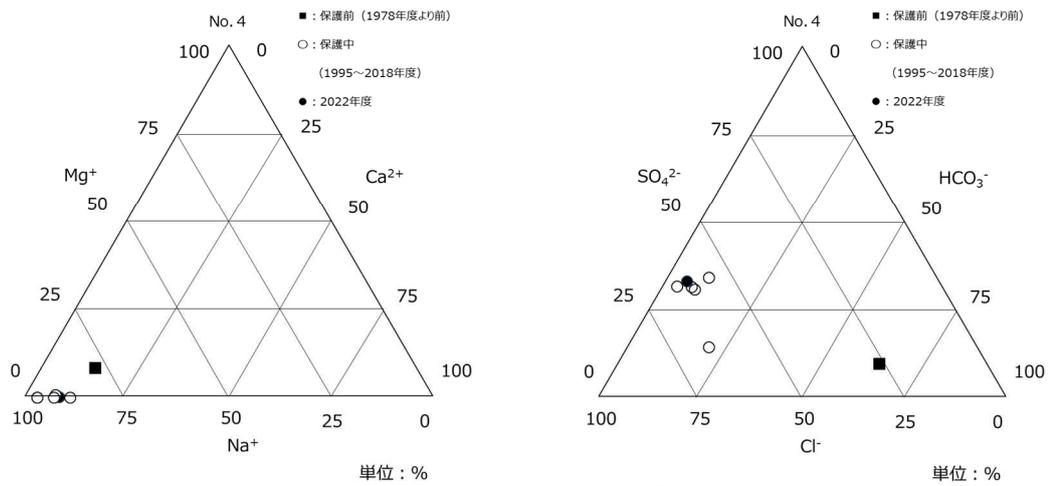


図9. 主要成分比の経年変化 (No. 4)

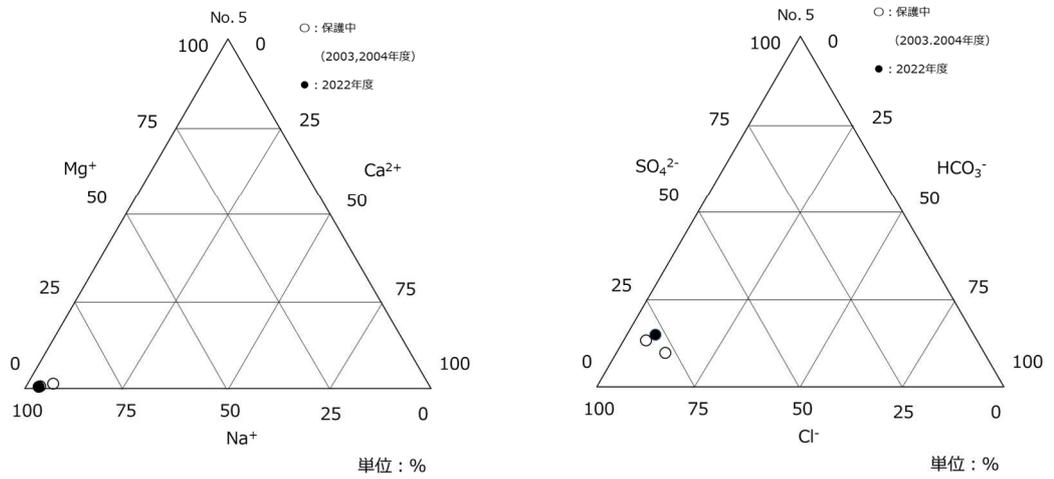


図10. 主要成分比の経年変化 (No. 5)

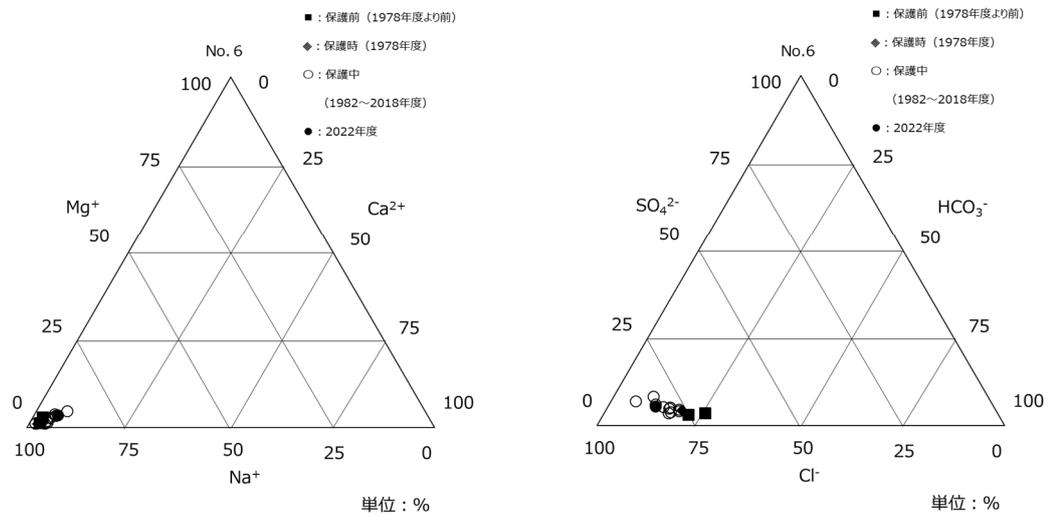


図11. 主要成分比の経年変化 (No. 6)

ま と め

今回、勝浦温泉、湯川温泉およびその周辺地域について 1978 年度から 2022 年度に実施した経年変化調査 12 回と温泉学術調査および掘削時等に行った調査を合わせて次の結果を得た。

No. 1, No. 3～No. 6 の源泉は泉温、湧出量、蒸発残留物、主要成分の成分比の観点から、いずれも安定しており、枯渇の傾向は認められないと考える。

No. 2 の源泉は陽イオン、陰イオンともに主要成分の成分比の観点からは安定している結果を得ているが、2018 年度調査から湧出量は減少傾向が続き、今年度調査の泉温は大幅に下降、蒸発残留物は大幅に増加しているため、今後も注視する必要がある。

文 献

- 1) 和歌山県：勝浦温泉、湯川温泉及びその周辺地域における温泉保護対策実施要綱，1979
- 2) 辻澤廣，他：県内温泉の経年変化（第 2 報），和衛研年報，25，61-66，1979
- 3) 辻澤廣，他：県内温泉の経年変化（第 8 報），和衛公研年報，37，42-48，1991
- 4) 畠中哲也，他：県内温泉の経年変化（第 13 報），和衛公研年報，45，29-35，1999
- 5) 石山久志，他：県内温泉の経年変化（第 19 報），和衛公研年報，53，33-37，2007
- 6) 畠中哲也，他：県内温泉の経年変化（第 23 報），和衛公研年報，57，59-64，2011
- 7) 環境自然環境局：鉱泉分析法指針（平成 26 年改訂