

宮崎県北部温泉の起源推定と水質の経年変化

衛生化学部 ○恒益 知宏、松川 浩子、黒木 俊幸

1 はじめに

宮崎県内には隣接する各県に比べて少ないが、様々な温泉が広く分布している。これらの温泉の水質は一定不変のものではなく、長い間には火山活動や地震変動などの自然条件及び過剰揚湯や地熱開発などの人的条件により変化することが考えられる。今回、温泉法に基づく10年ごとの再分析により温泉非該当となった事例（泉源 A）が発生した。この原因を考察するため、当研究所に蓄積された宮崎県北部温泉の水質データを解析した。その結果、温泉の起源及び水質の経年変化に関する知見を得たので報告する。

2 対象と方法

調査対象とした泉源を図1に示す。宮崎県北部温泉の中で、1990年から2019年までの期間に3回分のデータが確認できる泉源を6地点選んだ。泉源の掘削深度は、温泉分析依頼者の申請によった。泉源から採水した試料の分析は鉍泉分析法指針¹⁾によった。



図1 調査対象の泉源

3 結果

1) 掘削深度及び温度

各泉源の掘削深度及び温度を表1に示す。対照として、1990年から2019年までの期間に分析したえびの市の泉源のデータと平均値を比較した（表2）。宮崎県北部はえびの市と比較して泉源の掘削深度は深く、温度は低かった。

2) 起源推定

水の起源推定にはトリリニアダイアグラムが広く用いられている²⁾。これは、ナトリウムイオン (Na^+)、カリウムイオン (K^+)、マグネシウムイオン (Mg^{2+})、カルシウムイオン (Ca^{2+})、塩化物イオン (Cl^-)、硫酸イオン (SO_4^{2-}) 及び炭酸水素イオン (HCO_3^-) の組成比により、循環性地下水、停滞性地下水、海水及び火山性熱水に分類する方法である。

各泉源のイオン組成比をトリリニアダイアグラム上にプロットした結果、泉源 A が循環性地下水、泉源 B 及び F が海水、泉源 C、D 及び E が停滞性地下水に分類された（図2）。

3) 泉源 A における水質の経年変化

水質の経年変化は、泉源 A の3回分のイオン組成比を同一のトリリニアダイアグラム上にプロットし、その挙動を確認した。その結果、泉源 A の水質に経年変化はなかった。

表1 掘削深度及び温度

泉源	分析年 (年)	掘削深度 (m)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)
A	1990	1001	27.5
	2008	1001	27.4
	2018	1001	19.4
B	1997	1665	37.8
	2008	1665	23.4
	2018	1665	22.0
C	1997	1674	38.0
	2008	-	33.2
	2018	-	33.7
D	1998	845	30.2
	2009	1100	28.9
	2018	-	27.0
E	1996	1500	37.1
	2008	-	36.0
	2018	-	38.4
F	1998	1374	37.5
	2009	-	28.4
	2019	-	28.5

4 考察

1) 掘削深度及び温度

泉源の掘削深度及び温度は周辺の地形地質の影響を受ける。宮崎県北部は比較的古い地層が存在する非火山地帯である³⁾。非火山地帯で温泉を得るためには、地熱勾配により高温化した地下熱水を掘削により得る必要がある。一方、火山地帯にはマグマ溜があるため、比較的浅めの掘削でも高温の熱水を得ることができる。宮崎県唯一の火山地帯であるえびの市と宮崎県北部の泉源における掘削深度と温度をみると、上記と同様の傾向がみられた。各泉源のデータを詳細にみると、泉源 A、B、C、D 及び F の温度が低下傾向を示した。このような地下の温度低下の傾向は温泉だけではなく、地熱発電にも生じている⁴⁾。つまり、地質によっては地下を掘削するという行為自体が地下の温度低下を招いている可能性がある。

2) 起源推定

トリリニアダイアグラムによる起源推定を行った。地理的な条件から泉源 A、B、C、D 及び E は地下深層に分布する停滞性地下水、泉源 F は海水を起源にするという予測をしていた。しかし、推定結果は予測に反して泉源 A が循環性地下水、泉源 B が海水に分類された。泉源 A と泉源 C は比較的距離は近いが、掘削深度 673m の違いが水質の違いの原因と考えられる。泉源 B の地下には地層形成の際に海水が巻き込まれた結果生じる化石海水が存在する可能性が考えられる。

3) 温泉非該当事例（泉源 A）に関する考察

温泉に該当するためには、鉱泉の定義にある 25℃以上の温度又は規定物質が一定量以上含まれている必要がある。泉源 A は温度のみで温泉とされており、温度低下が原因で温泉非該当となった。今回の検討では、泉源 A が循環性地下水を起源に持つと推定され、水質は経年変化を示さなかった。また、温度低下の傾向は泉源 A に特異的な現象ではなく、距離の近い泉源 B、C 及び D も示した。以上より、掘削行為による地下の温度低下への寄与や、地下における亀裂や断層等からの別流路の低温循環性地下水の混入により泉源 A は温泉非該当になったと考える。

表 2 宮崎県北部とえびの市の
平均値の比較

泉源	掘削深度 (m)	温度 (℃)
宮崎県北部	1308 (n=7)	30.8 (n=18)
えびの市	327 (n=69)	51.2 (n=86)

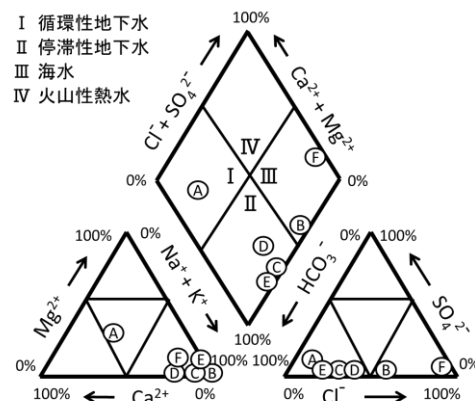


図 2 各泉源の起源推定

参考文献

- 1) 鉱泉分析法指針. 環境省自然環境局. <https://www.env.go.jp/council/12nature/y123-14/mat04.pdf> (2021-01-14 アクセス可能)
- 2) 水質に関する説明. 日本地下水学会. <http://www.jagh.jp/content/shimin/images/wakimizu/20111002/suishitu.pdf> (2021-01-14 アクセス可能)
- 3) 赤崎広志, 松田清孝. みやざき地質ハンドブック. 宮崎県総合博物館友の会 2010.
- 4) エネルギー白書 2014. 経済産業省資源エネルギー庁. <https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2014pdf/> (2021 年 1 月 14 日アクセス可能).