

## 少し元気がない別府温泉～ 長期モニタリング温泉に現れた地熱活動低下のシグナル

\*大沢信二，三島壮智，竹村恵二(京都大・地球熱学研究施設)

### 1. はじめに

揚湯量，揚湯によって放出される熱量，泉質の多さなどで日本一を誇る別府温泉は，歴史も古く，8世紀までたどることができ，ある地球科学的方法によると少なくとも1万年前には温泉を生み出す地熱活動が始まっていたと推定されている（Yusa and Ohsawa, 2000；大沢，2006）。別府温泉は，鶴見火山の麓に発達する火山性扇状地を限る断層沿いの自然湧出の温泉や噴気を核にして1880年頃からの温泉井の掘削によって発展した温泉地である。1970年代以降，温泉井の数は2500を超え，総温泉数の増加に伴う自噴泉の減少と動力揚湯泉の増加が進行している。これは，扇状地高地部における温泉開発（温泉井掘削の増加）にともなう熱水性温泉（Na-Cl型水質）の揚湯量増加が原因とされている。これが，熱水性温泉の水位の低下，地下の熱水性温泉水への蒸気性温泉水（ $\text{HCO}_3$ 型水質）の侵入，低地部への地下熱水性温泉水の流下量の減少を引き起こしたと考えられおり，温泉水の水質変化にも反映された（例えば，由佐，1984；Yusa et al., 2000）。

本講演では，別府における長期モニタリング温泉の代表例である天満温泉で見られた最近の水質変化などを報告し，それが意味するところについて聴衆のお知恵を拝借しながら議論したい。

### 2. 天満温泉とモニタリングの概要

天満温泉は1965年3月に掘削された別府南部地域の扇状地低地部に存在する唯一の沸騰自噴泉であった。図1に示されるように，この温泉は，火山性扇状地の地下を流動するNa-Cl型水質の熱水性温泉水の流動経路（大沢・他，1994）で深さ230mほどの井戸を掘って得られたものであり，地球化学的に，地下の温泉水の温度は140程度であると推定されている（大沢・他，1993）。

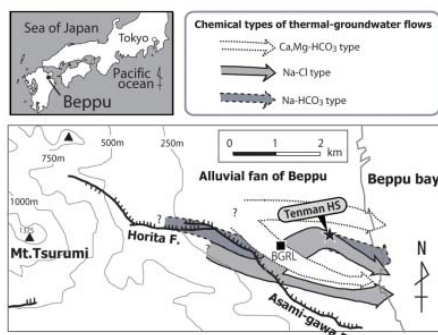


図1. 別府南部の地下温泉水流動経路と天満温泉の位置

京都大学では，扇状地高地部における温泉開発の既存温泉への影響を，温泉の水質から監視するために，この源泉を観測地点として1968年からモニタ

リングを始めた。分析の対象とした化学成分は，熱水性温泉と蒸気性温泉の成分としてそれぞれを代表するClと $\text{HCO}_3$ である。

### 3. 結果と議論

図2の結果に表されているように，この源泉では，モニタリングが開始されて以来，Cl濃度は1/4ほどにまで減じ， $\text{HCO}_3$ 濃度は約3倍にまで増加し，温泉開発が一段落して総源泉数が横ばいとなってからは，両イオン濃度の変化は小さくなったことが明らかにされた。また，それぞれの濃度変化の方向は，逆センスにあることを見て取ることができ，地下の熱水性温泉水へ蒸気性温泉水（ $\text{HCO}_3$ 型水質）が侵入したことで説明されている（例えば，Yusa et al., 2000；由佐・他，2002）。

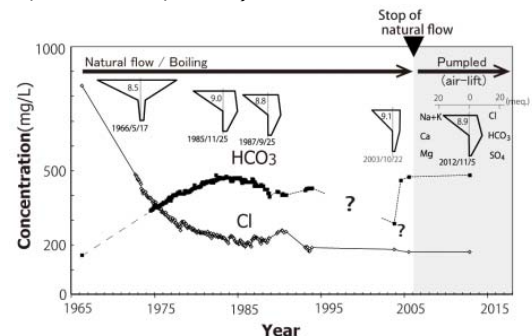


図2. 塩化物イオンと炭酸水素イオンの濃度経年変化

そんな中，2006年に入って（2月頃？正確な日時は不明），この源泉が自噴を停止し，それ以降は動力揚湯にたよっている。このような大きな変化があったにも関わらず，図2に見るように，自噴停止前後のClと $\text{HCO}_3$ の濃度変化はほとんどなく，地化学温度にも有意な変化は見られなかった。その原因として，天満温泉の地下温泉水位の低下，すなわち低地部への地下熱水性温泉水の流下量の減少が想定され，同時期に報告された地下流路下流側にある温泉街における温泉水量の減少や上流側に位置する蒸気井での蒸気量の減少（深く掘らないと蒸気が得難くなった）などもうまく説明できる。

別府市街地では温泉資源保護のため，新規の温泉掘削はほとんど認められておらず，今回発生した問題は，以前のような地下の温泉水の取り合いによるものではなく，温泉を維持している地下の地熱活動の（一時的な？）低下が原因であると考えられる。しかしながら，今年に入って開発が本格化した扇状地高地部での温泉熱発電の既存温泉への影響が懸念され，その影響と地熱活動の変動のそれとの区別判断が容易でないため，モニタリングを続けて事の推移を見守りたいと考えている。