

# P4) 温泉経年変化と適正揚湯量 北海道白老・虎杖浜温泉の例から

池田隆司 (北大・理)

## 1. はじめに

集中的な揚湯による温泉水位の低下や源泉の枯渇が日本各地域で問題となっている。北海道苫小牧と登別の間に位置する白老～虎杖浜地域は、比較的新しく開発が行われ集中的な揚湯、その結果としての影響、規制、変化が追える地域で、適正揚湯量について多くの指針を我々に与える。ここでは、従前の研究（例えば、福富ほか、1970；浦上、1987、1992、1996）と、その後の調査（内山・池田、2008；永田・池田、2009）結果から、詳細な地下構造の推定、温泉水の流動特性とその経年変化に基づき、適正揚湯量について考察した。

## 2. 調査地域と開発の推移

白老・虎杖浜地域は、1962年に開発が始まってから15年間で約140本もの井戸が掘削され、特に一般家庭への給湯が多い。掘削当初は多数の井戸で自噴が見られたが急激な揚湯により温泉水位低下・自噴停止が起こった。そのために、1976年に西部地区（虎杖浜・竹浦）が、続いて1982年に東部地区（北吉原～白老）が温泉保護地域となり以降は新規の掘削が行われていない。しかし、その後も多量の揚湯は継続されておりその影響が懸念されている。



図 1：白老・虎杖浜地域の位置（国土地理院数値地図 200000 を使用）。

## 3. 西部地区の経年変化

西部地区の温泉帯水層は、地質構造および化学成分（特に  $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ ）によって4グループに区分できる。全体として天水起源の温泉が山岳部から海岸へと流動しているが、虎杖浜東部では断層を上昇して来る熱水と天水との混合も無視できない。経年変化の一例として、1969、1988、1999年の水頭変化を示す（図2）。1969年11月では、地域全体において静止水頭が非常に高く、地表面からの地下水位が10m以上を観測する自噴井が広がっていた。その後、自噴が停止する源泉が増加し、特に竹浦地区中央部では地下水位の低下が激しく、山岳部から海岸への流動が変化して中央部で局所的に地下水位が低い地域ができた。1988年10月においては、ほとんどの源泉で自噴が停止したため、動力揚湯が導入され静止水頭が海面を下回る利用源泉が見られるようになった。1999年3月の虎杖浜地区では、観測したすべての源泉で海面を下回っている。虎杖浜地区の利用源泉では1988年から1999年にかけて2m以上地下水位が低下しており、山岳部から海岸への流動が変化していることが推測される。竹浦地区においても、揚湯量の多い源泉が集中しているため、大幅な地下水位低下が起こっていると考えられる。

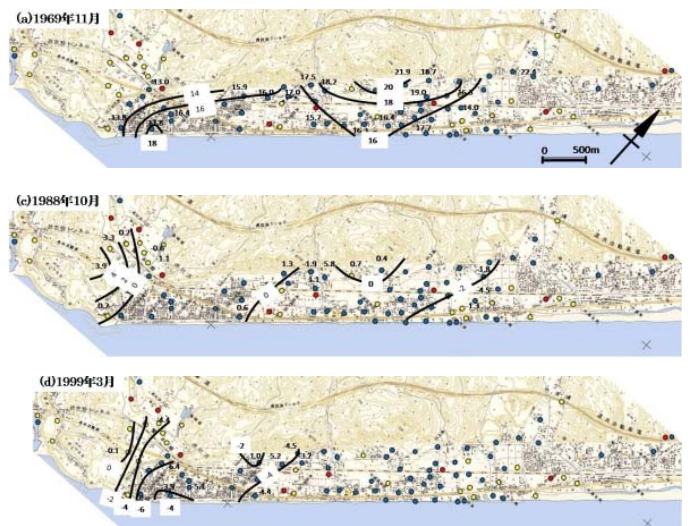


図 2：虎杖浜・竹浦地域の水頭変化  
上から 1969.11, 1988.10, 1999.3

また1970年と2008年でCl<sup>-</sup>濃度を比較すると、地域的傾向に変化はないが利用源泉付近で約100mg/Lの濃度低下が見られた。この地区の揚湯量は13t/min程度と推定されている(藤本・鈴木, 2005)が、揚湯により浅部帯水層の地下水が流入するなどの影響が及んでいると考えられる。

#### 4. 東部地区の経年変化

図3に、1977年と2009年の化学成分の変化を示す。地質構造とこれらの結果とから、東部地区は西部地区と異なる温泉流動系を成し、3グループに分かれる。HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>型は大部分が浅部に存在し東に向かうにつれて深くなっていく傾向がある。Cl<sup>-</sup>型は深部にのみ存在する。山岳部で涵養された天水が、深部にはわずかに貯留している古海水と混合することで高濃度のCl<sup>-</sup>型の帯水層を形成していると考えられる。

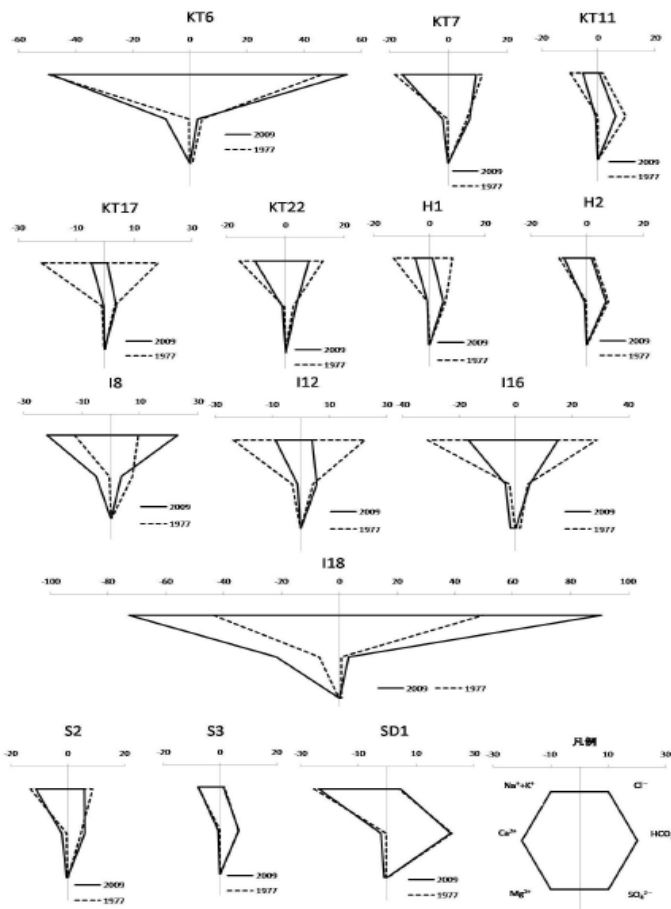


図3：化学成分の経年変化（東部地区），1977年と1999年の比較

#### 5. 適正揚湯量について

温泉保護の観点から、日本の各温泉地では、地域特有の特性に基づき、源泉間の距離規制や揚湯量の制限が行われている。適正揚湯量とは、持続的に源泉からの揚湯が可能で、他の源泉に影響を与えず、環境への影響（地盤沈下や塩水化など）を与えないレベルのことである。その見積もりのためには、地域の特性を把握するための地質構造 - 温泉流動系モデルを考慮した温泉賦存量の推定と、源泉の温度、湧出量、水位、成分の長期連続的なデータが必要不可欠となる。

白老・虎杖浜地域では、全体的、長期的には水頭の低下が顕著であり、それによる温泉の流動系そのものが変化していることが考えられる。現状では揚湯量、水位変化のデータが不足しているため、更なる調査・研究が必要である。

温泉の持続的利用のために以下の提案をする。

- ・利用されている温泉帯水層は限定されているが、3次元的に規模や透水性などの構造についてのさらなる理解が必要。
- ・全体把握のためには、地域の管理体制(自治体や温泉組合などを主体とした)の下での調査管理と指導。(管理者の増員)
- ・個々の掘削井の変化の把握には、連続モニターが最も有効である。加えて、井戸のメンテナンス時の静止水頭の測定をすること。(井戸管理の継承)
- ・化学成分に関しては、温泉法の定めるところによりかなり徹底されてきている。10年ごとの成分分析を徹底する。
- ・揚湯量と水頭、これらは適正揚湯量を把握する上で、各帯水層毎の評価を行う必要があり、変化が現れるポイントを見逃さない。
- ・さらに付け加えて、十分な涵養がある地域においては、規制緩和、あるいは一層の有効利用の促進を考えるべきである。