

## 宿泊者数から見た温泉の必要量

濱 田 眞 之<sup>1)</sup>

### Calculations of Quantitative Requirements of Hot Spring Water in Accord with Accommodation Capacity

Masayuki HAMADA<sup>1)</sup>

#### Abstract

Empirically one liter per minute is considered as the hot spring flow rate sufficient for one hotel guest in any hot-spring resort. A rough comparison between the total number of lodgers in hot-spring resorts and the total flow volume of hot springs indicates that the supply could be feasible. By using “the management manual for hygiene in public baths”, the author can estimate the accommodation capacity according to the surface of baths in a hotel. This area also gives the flow rate of hot spring to keep the baths in constant temperature appropriate for bathing. The turbidity standard relevant to the measures against “*Legionella pneumophila*” shows the necessary quantity of hot spring water to keep the baths clean. The relationship between temperature, flow rate and turbidity of hot springs in baths are sometimes mathematically insoluble. But what seems the best possible way for the author, is just wash oneself before bathing.

Key words : flow rate, constant temperature, turbidity, *Legionella pneumophila*

#### 要 旨

温泉客 1 人あたりに毎分 1 リットルの供給があれば、経験的に温泉宿泊施設の給湯量は適正だとされる。温泉地の宿泊者数と温泉の総湧出量を比較する限り、この供給は保たれている。厚生労働省 (2003) の「公衆浴場における衛生等管理要領」から浴槽の面積から宿泊規模をある程度逆算することはできる。またこの数字から温度管理に必要な給湯量も計算できる。レジオネラ属菌対策として濁度を一定以下に保つには入浴客との関係でどれだけの給湯量が必要かも計算できる。これらをすべて満たすことは多くの施設で難しい注文である。入浴前によく体を洗って入ることが一番現実的な解決策のようである。

キーワード : 給湯量, 温度管理, 濁度, レジオネラ属菌

<sup>1)</sup> 日本温泉地域学会 〒299-2862 千葉県鴨川市太海 1717. <sup>1)</sup> Regional Science Association of Spa, Japan, 1717 Futomi, Kamogawa City, Chiba Prefecture, 299-2863, Japan.

### 1. 温泉地の宿泊者数と温泉湧出量

環境省（2008）の統計を利用して1963年から2007年までの日本の温泉地の年度延宿泊利用人員と温泉の総湧出量を図1に示す。日本全体では温泉量は概ね連続的に増え約3倍になったが、温泉地に泊まる客数は1980年代後半から横ばい、あるいは漸減している。

### 2. 客一人当たりの適正給湯量

宿泊客一人当たりの温泉の給湯量は1L/分あれば良いとされている。上の図から1963年と2007年の数値を計算すると、表1のようになる。

宿泊人数がピーク時と平日とで3~4倍の開きがあることを考慮に入れても、1967年時点では全体としては十分な温泉量があったことになる。その後源泉数は増え続けたから、温泉量も増加して、この宿泊客一人当たり温泉給湯量は増えた計算になる。2007年の数字はこれを表している。温泉がすべてホテル・旅館に使われている訳ではないが、大局的には一人当たり給湯量は1L/分を大幅に上回っている。

また宿泊施設の収容定員で見ると、2007年は1,410,100人であるから、2,799,000L/分という数字は一人当たり2L/分を供給できる数字である。

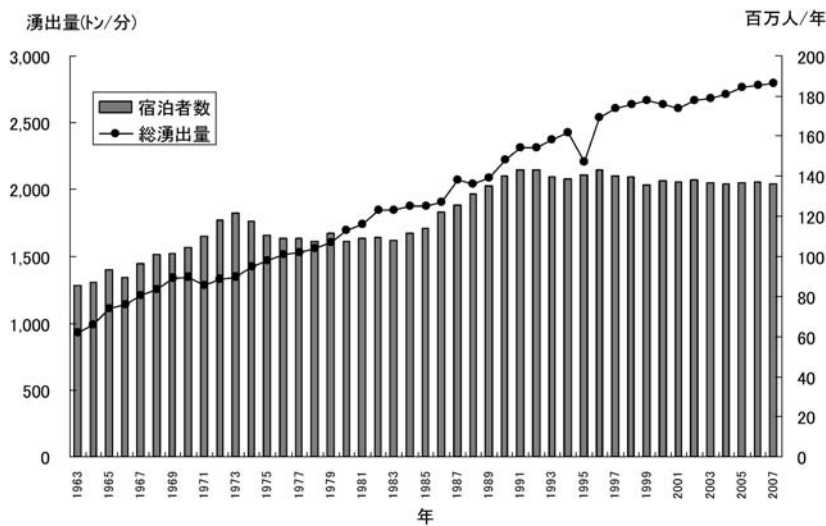


Fig. 1 Total flow volume of hot springs and total number of annual lodgers

図 1 温泉地の年間宿泊者数と総湧出量

Table 1 Average hot spring flow rate for one lodger

表 1 宿泊客一人当たりの温泉供給量

	湧出量	宿泊者数	1人当たり給湯量
	(L/分)	(人/日)	(L/分・人)
1967年	930,110	234,728	4.0
2007年	2,799,000	372,254	7.5

温泉と宿泊施設の関係概数を計算すると、十分足りているように思えるのに、実際には所謂源泉掛け流しの温泉が希少価値であるかのように言われる理由は温泉が温泉地以上に局所的に偏在しているためである。

### 3. 浴槽規模と適正宿泊者数

厚生労働省 (2003) の「公衆浴場における衛生等管理要領」に「浴槽内面積の合計は、男女それぞれその入浴者数に応じ、次により算出される面積以上であることが望ましい」と下記の条件が記載されている。

$$(1) \text{ 浴槽内面積 } [m^2] > \text{ 毎時最大浴場利用人員 } [人/h] \times 10/60 \times 0.7 m^2 \times 1.2$$

毎時最大浴場利用人員 [人/h] : 一時間に一番混んでいる時の入浴者数

10 [min] : 10 分が一人当たりの浴槽に使っている平均時間

60 [min] : 1 時間 (=60 分) 当たりに換算するため

0.7 [m<sup>2</sup>] : 入浴者一人当たりの浴槽使用面積

1.2 : 浴槽内の階段や注口等に要する面積のための係数

これを逆算して、浴槽面積から宿泊者数の最大値を求めると次のようになる。

$$(2) \text{ 浴槽内面積 } > \text{ 毎時最大浴場利用人員 } \times 0.14 \Leftrightarrow \text{ 毎時最大浴場利用人員 } \div 7$$

$$(3) \text{ 毎時最大浴場利用人員 } < \text{ 浴槽内面積 } \times 7$$

単純化して言えば、ほぼ 2 時間で宿泊客が風呂に入るとすれば、浴槽面積の 14 倍がその施設の最大宿泊数に相当することになる。

### 4. 浴槽の温度管理

細谷 (2000) の研究から、浴槽からの放熱量は次の式で計算する (実際には気象条件などもっと複雑である)。

$$(4) Q_1 = K \times (T_b - T_r) \times S$$

$Q_1$  [kcal/h] : 浴槽最大熱負荷;  $K$  [kcal/m<sup>2</sup> · h · °C] : 浴槽湯表面総括伝熱係数

$T_b$  [°C] : 浴槽温度;  $T_r$  [°C] : 浴室内温度;  $S$  [m<sup>2</sup>] : 浴槽面積

一般の内風呂の場合、 $T_b = 43$ ,  $T_r = 22$  と置く。

### 5. 浴槽の衛生管理

レジオネラ防止対策研究会 (2003) にあるように浴槽の汚れを解析する式は次の式で計算する。

$$(5) \frac{dw}{dt} = f(t) - \frac{v}{V} \times W$$

$V$  [m<sup>3</sup>] : 浴槽容積;  $v$  [m<sup>3</sup>/h] : 注湯量;  $w$  [g] : 浴槽に残存する汚染物質の量

$f(t)$  [g/h] : 利用者によって新たに持ち込まれる汚染物質の量

利用者の持ち込む汚染物質の量を一定として、一人が持ち込む汚染物質量を  $m$  [g], 1 時間当たりの入浴客数を  $N$  と置けば、

$$(6) w/f(t) = w/(m \times N) = (V/v) \times [1 - \exp(-(v/V)t)]$$

浴槽で維持されるべき単位体積当たりの濁度の基準を  $P$  とすれば、

$$(7) P = ((m \times N)/v) \times [1 - \exp(-(v/V)t)]$$

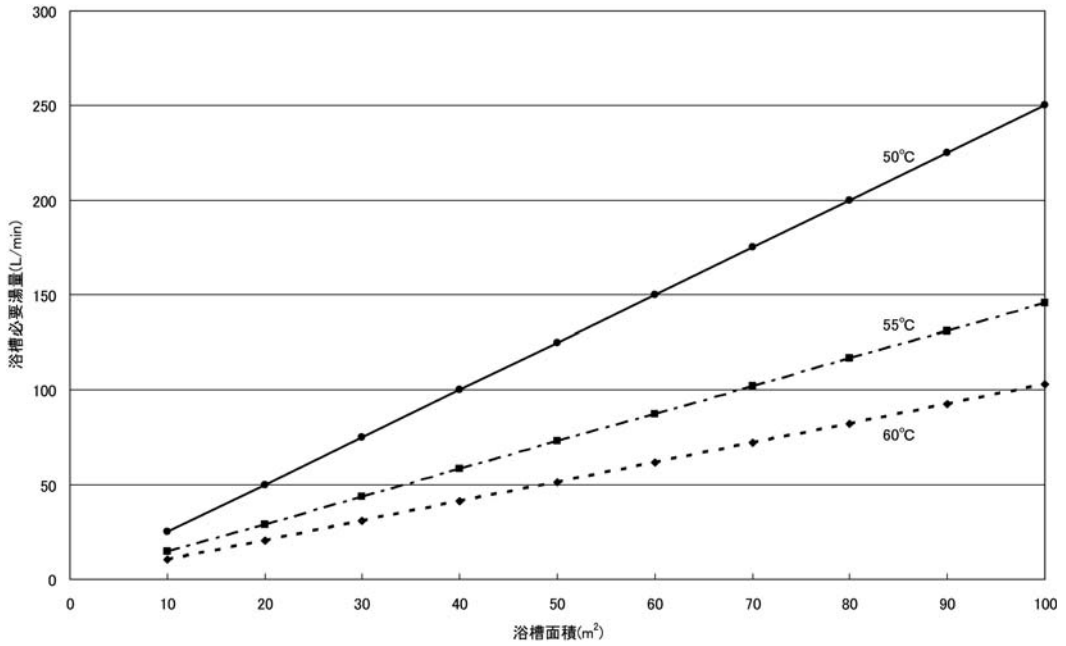


Fig. 2 bath surface area and flow rate of hot spring water to keep the bath temperature constant  
 図 2 浴槽温度維持のために必要な温泉の量と浴槽面積

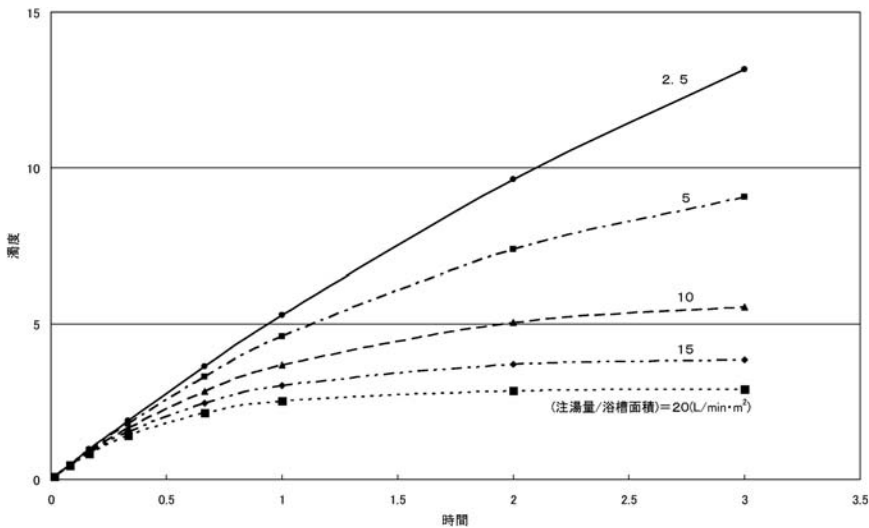


Fig. 3 Change i14n turbidity over time according to the ratio of flow rate to bath surface area  
 図 3 (注湯量/浴槽面積) 比に対する濁度の経時変化

一人が持ち込む汚染物質質量は 0.5 [g] とし、浴槽の深さは 0.6 m とする。また(3)を用いて、1 時間当たりの最大入浴者数を  $N=7A$  で与える。

注湯量  $v$  の単位が  $[m^3/h]$  になっているので、これを  $[L/min]$  に直したものを  $v'$  とする。

$$(8) P = \frac{0.5 \times 7A}{60v'/1000} \times \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{60v'/1000}{0.6A} \times t\right) \right\} = \frac{350A}{6v'} \times \left( 1 - \exp\frac{-0.1v'}{A} \times t \right)$$

この中で注湯量と浴槽面積の比 ( $=v'/A$  [L/min・m<sup>2</sup>]) を R と置けば、更に簡単になる。

$$(9) P = \frac{350}{6R} \times \left\{ 1 - \exp(-0.1Rt) \right\}$$

理論的には  $R \geq 10$  ( $R=10$  で浴槽の湯は 1 時間でほぼ入れ替わる) を保つことも出来るはずだが、多くの施設でその実現が不可能となっているのは温泉の元々の量と施設の不均衡によるものである。

#### 引用文献

細谷 昇 (2000) : 温泉の需給バランス調査法. 日本温泉管理士会誌, **24**, 22-32.

レジオネラ防止対策研究会 (2003) : レジオネラ対策—こうすれば安心, pp. 66-69, 泉書房, 東京.

環境省 (2008) : 平成 19 年都道府県別温泉利用状況 [http://www.env.go.jp/nature/onsen/use\\_chrono.html](http://www.env.go.jp/nature/onsen/use_chrono.html)

厚生労働省 (2003) : 公衆浴場における衛生等管理要領の改正について別添 2, <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/legionella/030214-1b.html>