

## 温泉がもたらす温熱の医学的効果

前田 眞 治<sup>1)</sup>

(令和5年9月6日受付, 令和6年1月28日受理)

## Medical Effects of Hot Springs Heat on the Human Body

Masaharu MAEDA<sup>1)</sup>

温泉は古来より傷を癒したり, 心身をリフレッシュすることに使われてきた。これらの効果は人体に対して様々なメカニズムでもたらされることが知られている。この温泉には温熱効果などの物理的効果, 化学的効果, 刺激に対する生体反応, 環境による効果などがある。ここではこの中の温熱効果に焦点を当ててその科学的根拠について解説する。

温泉の効果には, 熱や水圧などの物理的効果, 含有成分の化学的効果, 普段と違う状態に対する生体反応効果が存在し, その他, 環境による要因もある。

温泉 = 温水 + 化学物質 + 環境要因 といった, とらえ方もできる。

温水としては「熱エネルギーをもつ水」というようにもとらえることができ, 温泉のもつ温熱効果, 水圧, 浮力, 温水の抵抗などの効果をもたらす。

温泉は図にみられるように水道水に比較して, すぐに温まるという体温上昇効果 (図1)<sup>1)</sup> と, 温泉の塩類濃度に比例して出浴後もその塩類が皮膚表面で結晶化付着することにより体温がなかなか冷めないという保温効果がある (図2)<sup>2)</sup>。この現象は図3の温泉出浴後の皮膚表面顕微鏡写真にみられるように皮膚表面に塩の結晶が残り皮膚を覆うことにより体内に入った熱が放散されることを防ぐために保温効果が生じると考えられている。温泉の泉質では出浴後に塩の結晶ができる塩化ナトリウム (食塩) 泉, 硫酸塩泉, 炭酸水素ナトリウム (重曹) 泉など, これらはすべて, 温まりやすく冷めにくい温泉で, いつまでもぽかぽかする。このことから, 冷え性や肩こり・腰痛などの疼痛性疾患, 関節痛に効果をきたす。

この温熱効果により, ①除痛効果 (疼痛緩和作用), ②筋・関節拘縮の改善効果 (肩こり腰痛など), ③血行促進効果, ④免疫力増強効果, ⑤タンパク修復機能亢進効果などがもたらされ, 温泉の医学的効果につながる<sup>3)</sup>。

①神経系を介した除痛効果

<sup>1)</sup> 国際医療福祉大学大学院 リハビリテーション学分野. <sup>1)</sup> International University of Health & Welfare graduate school. E-mail mm@iuhw.ac.jp, FAX 0287-24-1003.

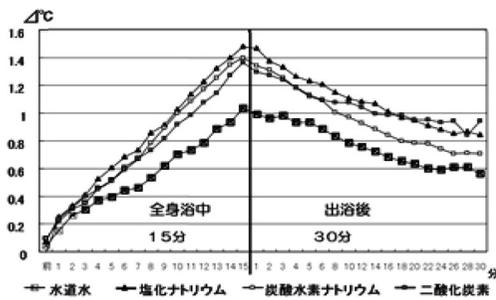


図 1 各温泉成分における深部体温計の変化：塩化ナトリウム（4%）、炭酸水素ナトリウム（1000 ppm）、二酸化炭素（1000 ppm）の各温水が水道水温水に比較し、41℃ 15 分入浴で入浴前値に比べ水道水 1.0℃の上昇に対し各温水は 1.5℃の体温上昇が認められる<sup>1)</sup>。

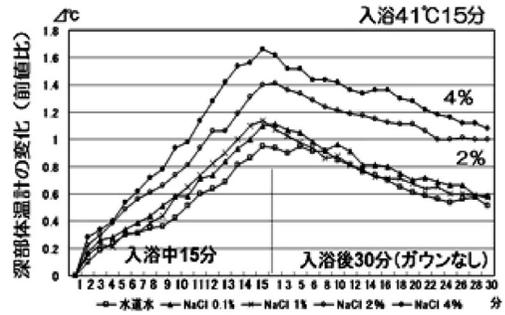


図 2 塩化ナトリウム温水の保温効果：41℃ 15 分全身浴で塩化ナトリウムの濃度が濃い方が体温上昇効果も強く、出浴後も水道水温水に比べ高い温度で体温が保持され、保温効果があることがわかる<sup>2)</sup>。



図 3 食塩泉出浴後の皮膚顕微鏡写真：塩化ナトリウム温水入浴後の皮膚には図の白いく見える部分に塩の結晶が附着し、これが入浴部位全身を覆うことで保温効果につながる事がわかる。

神経の感度を電流知覚閾値計を使って調べると、41℃ 15 分の全身浴で敏感に痛みを感じて逃避行動につなげる Aβ（太い神経）や Aδ（中程度の太さ）は変化がないが、鈍い痛みを伝える C 線維（細い神経）の閾値が上昇し痛みが感じにくくなる現象がある。この現象は温泉水の方がより感じにくくなり、温泉水の方が痛みがよりやわらぐ（表 1）<sup>4)</sup>。

また、筋肉組織などの温度が上昇すると、熱膨張により筋肉などが長さを増し、そのぶん弛緩して痛みが和らぐ。

さらに人体にあまり高すぎない適度な熱刺激が加わると、その刺激に対応して免疫力を高めたり、タンパク修復力を高めたりして防御能力を高め、健康増進につながる。

免疫力増強を免疫に関与している NK 細胞活性でみると温熱の刺激後、水道水より上昇し免疫力が亢進することがわかる（図 4）。

この現象は、生体防御機能に関与するタンパク質修復機能も増強することも知られている。

タンパク修復機能亢進効果をタンパク質監視修復機能の指標であるヒートショックプロテイン 70 (HSP70) を指標にみると、図 5 のように水道水に比べ熱刺激の強い温泉水で亢進することが認められる。このように HSP70 は温熱刺激後に種々のタンパクを修復することで、疲労後のリフレッ

表 1

|     | 神経の種類  | 入浴前   | 出浴後   |                    |
|-----|--------|-------|-------|--------------------|
| 水道水 | Aβ (太) | 170.9 | 178.9 | 有意差なし (鋭い痛み)       |
|     | Aδ (中) | 49.6  | 49.4  | 有意差なし (普通の痛み)      |
|     | C (細)  | 44.4  | 50.6  | p<0.05 差あり (にぶい痛み) |
| 炭酸水 | Aβ (太) | 202.5 | 186.7 | 有意差なし (鋭い痛み)       |
|     | Aδ (中) | 62.6  | 63.8  | 有意差なし (普通の痛み)      |
|     | C (細)  | 40.2  | 53.2  | p<0.01 差あり (にぶい痛み) |

電流知覚閾値計による 41℃ 15 分浴での神経閾値の変化. 水道水温浴でも C 線維の閾値の上昇がみられるが, 炭酸温水の方がより閾値が上昇し, 痛みが和らぐことがわかる.

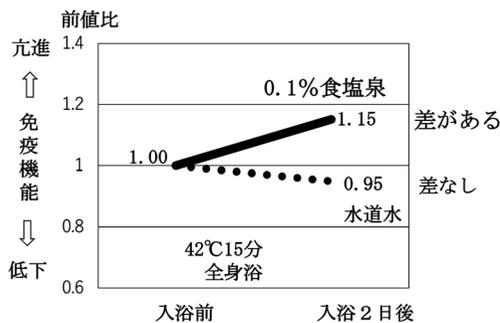


図 4 温泉浴後のNK細胞活性の変化: 温泉水の方が活性が高くなり免疫力が亢進しているのが認められる<sup>9)</sup>.

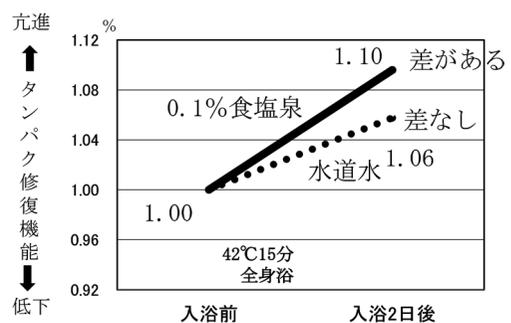


図 5 温浴後のHSP70の変化: 食塩泉が水道水に比べ差がみられ, HSP70が増加しているのがわかる<sup>9)</sup>.

シュヤ健康増進の一翼を担っている. この蛋白が温熱効果の高い入浴で産生されれば, 入浴が健康増進に貢献すると考えられる.

このように温熱による医学的効果の代表的なものに

- ① 関節痛, 腰痛症など
  - ② 運動麻痺による筋肉のこわばり
  - ③ 冷え性, 末梢循環障害
  - ④ 自律神経不安定症やストレス症状の改善
  - ⑤ 疲労回復, 健康増進
- などがある.

引用文献

- 1) Maeda Masaharu, Sugawara Mitsuharu, Nagumo Hirotake, Ichikawa Masaru, Hara Mariko, Wada Nao, Miura Yoshiko, Fujita Kazumi : Comparison of Thermo-Elevating Effects among Three kinds of Hot Water Containing NaCl, NaHCO<sub>3</sub> and CO<sub>2</sub>. FEMTEC. 2009, issue p 110-111
- 2) Masaharu Maeda, Hiroshi Nagasawa, Mitsuharu Sugawara, Hirotake Nagumo, Masaru Ichikawa, Mariko Hara : Comparison of Thermo-keeping Effects among Three kinds of Hot Water Containing NaCl, NaHCO<sub>3</sub> and CO<sub>2</sub>. 36<sup>th</sup> ISMH. 2008. Proceeding p 46

- 3) 前田眞治：温泉の医学的効果とその科学的根拠. 温泉科学 **70** : 197-207, 2021.
- 4) Masaharu Maeda, Urara Sasaki, Hiroshi Nagasawa, Shinobu Shimizu, Katsura Tanaka, Shuichi Obuchi, Yoshitaka Shiba, Sumio Hoka. Changes in the Current Perception Threshold (CPT) Due to Artificial High Concentration CO<sub>2</sub> Water Warm Bathing. J.J.A. Phys. M. Baln. Clim. **64** : 191-199, 2001.
- 5) 前田眞治, 中村壽志：山形県湯野浜温泉の温泉浴の効果. 温泉科学 **70** : 27-34, 2020.