

# 塩化物泉(食塩泉)の医学的効果

前田 眞治

国際医療福祉大学大学院リハビリテーション学分野 教授

塩化物泉は温泉に溶けている成分が 1 kg 中 1,000 mg 以上ある温泉で、その成分のうち陰イオンの中の塩素イオン Cl<sup>-</sup>が主な成分であるものが塩化物泉である。療養泉では塩類泉に分類され、一般には食塩泉と呼ばれている。以前は最も多い泉質であったが、温泉を掘りだす技術の発達により日本各地で温泉が湧出し、含まれる成分が 1 kg 中 1,000 mg 以下と少ない単純温泉に次いで現在は 2 番目に多い温泉となっている。

## 1. 塩化物泉の温熱効果

塩化物泉の特徴的な効果は、入浴後すぐに温まり、浴槽から出てもいつまでもポカポカとして冷めにくいという熱の湯である。

早く温まるということは体温上昇が早く起こり、入浴後も上がり続け高い体温上昇が人体に加わる。このメカニズムはまだ明確にわかっているわけではないが、ナトリウムが血管内に入りやすく血液量が増すためとか、熱が伝わりやすいなどと言われている。20°C・1 kg の水を 1°C 上げるのに 17,690 カロリー(4,182 ジュール×4.23 カロリー=17,690 カロリー) 必要であり、海水(約 4%の食塩水と考える)では 16,670 カロリー(3,940 ジュール)であり、水の方が温まりにくく冷めにくい。つまり 4%の食塩水の方が 1°C下がると 16,670 カロリー与えられるが、水は 17,690 カロリー与えられる。水の方がよく温まることになる。

さらに、熱伝導率(1°Cの温度差がある 1 m<sup>2</sup>の板に 1 秒間に流れる熱量で小さいほど熱が伝わりにくい)も、水が 1.43、3.9%食塩水が 1.40 と水の方が熱を伝えやすい物理的性質をもっている。比熱と熱伝導率の特性からは水の方が食塩水より熱を多く伝えやすいことになる。

しかし、実際には同じ浴槽の大きさで実験しても食塩水の方が、体温上昇効果があり、これら 2 つの要素以外の加熱要素を考える必要があり、ナトリウムなどが含まれる水溶液は人体に対して熱を多く伝えるという化学的要因を考えているが、知る限り、いまだ結論は得られていない。

実際に測定してみても、水道水に比較し塩化ナトリウム濃度が増すにつれ体温上昇効果が認められ、実際にも塩化物泉では体が温まりやすいことが実感される(図 1)<sup>1)</sup>。

一方、出浴後いつまでもポカポカするといった保温効果は、以前より塩類のベールをまとったようになるといわれている。実際に測定しても塩化物泉では出浴後の体温下降は緩徐であることが認められている(図 1)<sup>1,2)</sup>。これは食塩水を蒸発させると食塩の結晶が残るように、肌に食塩の固体が残り、それが全身の肌に広がるようになるため、食塩のベールをまとったようになり、身体の体温を逃がさないためと考えている(図 2)。

このように塩化物泉は湯に入ると早く体温が上がり、すぐに温まりやすいことと、湯から出てもいつまでもポカポカとするといった、いわゆる「熱の湯」である。この熱の効果は他の温泉にみられる温熱効果に比べても大きく、さまざまな温熱効果が期待できる。

このような効果から、冷え性や肩こり・腰痛などの疼痛性疾患、関節痛などをきたすリュウマチ様疾患の痛み、などに効果がある。

温泉にはこのようなナトリウムのような陽イオンと、塩素のような陰イオンがあり、これらが塩類であり、ほぼ共通した特性をもち、その代表的なものが塩化物泉である。

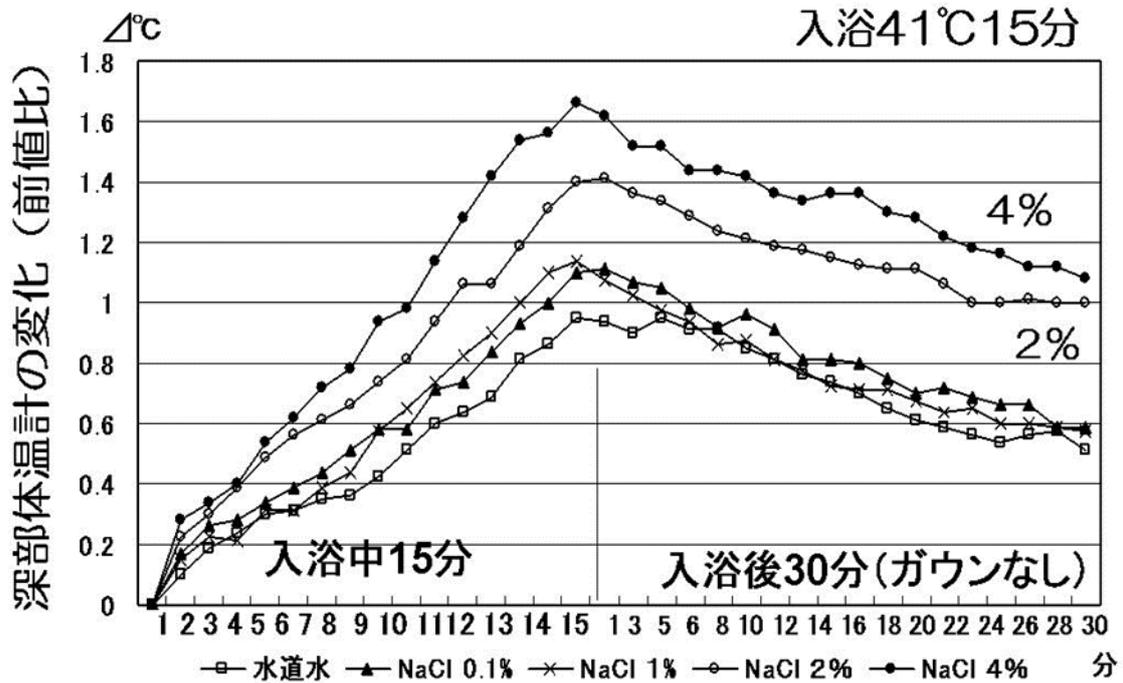


図 1. 塩化ナトリウム(食塩) 温水の体温上昇効果と保温効果: 41°C 15 分間の入浴。水道水が一番下で入浴前に比べて約 1°C 体温が上昇する。上に向かって 0.1%、1%、2%、4% (海水の濃度) の塩化ナトリウム(食塩) 温水での入浴。濃くなるほど体温が上がり、風呂から出た後もガウンなどなくても体温はあまり低下せずポカポカとした保温効果がみられる。

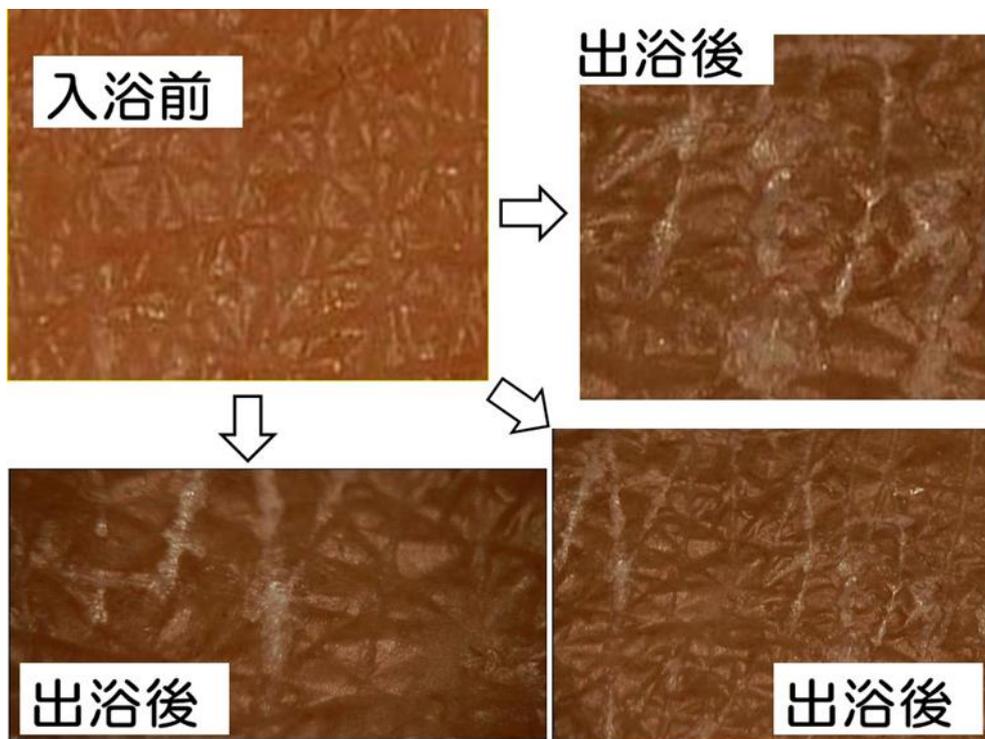


図 2. 食塩温水から出浴した後の皮膚の顕微鏡写真。皮膚に白い食塩(塩化ナトリウム)の結晶が付着しているのがわかる。

温熱効果には次のようなものがある。

- a)疼痛緩和:知覚神経のうち C 線維の疼痛閾値上昇。循環改善に伴う疼痛発痛物質の除去
- b)筋・関節拘縮の改善:筋腱軟部組織柔軟化、腰痛、肩こり、50 肩など
- c)血行促進効果:筋肉疲労回復、皮膚疾患改善など
- d)免疫力増強作用:NK 細胞活性(細胞性免疫)などの向上
- e)タンパク質修復機能:HSP70(細胞修復機能亢進)の上昇

#### a)疼痛緩和

疼痛緩和作用の一つに痛みを感じる神経のうち、細い C 繊維が鈍感になり痛みを感じにくくなる。温泉水ではこの作用が顕著である。

#### b)筋・関節拘縮の改善:筋腱軟部組織柔軟化

また、筋肉の緊張度を上げ突っ張らせるような神経も抑えられ、筋肉の緊張が落ち、筋肉がやわらぐ。

筋肉や軟部組織を柔軟化し、筋肉や腱が熱によって伸びることで緊張が和らぐ。

#### c)血行促進効果

人体内の酵素などは一定の体温で最も効率よく働くことができ、その活動をはじめとする人間の生命活動を維持するために、常に体温を一定にしようと働いている。外部から熱を与えると、その熱を他の場所に移動して体温を下げることで、その働きを保持するのが正常な生理活動である。

入浴で体に熱が入ると、その熱をいち早く他の場所に移動する必要があるため、その場所の血液循環を良くし、他の場所に熱を運び、過剰な熱を分散する。入浴すると皮膚が赤くなるのは血行が良くなっていることを示す。

血液循環が良くなるということは、その場所に溜まった老廃物などが洗い流され、新しい栄養や酸素などが来て結果的にその組織がリフレッシュされることにつながる。

血行促進効果は、血流を増加させ、血管を拡張し、

痛みを和らげ、新陳代謝を促進し、疲れを取り、きり傷などを早く治す。

#### d)免疫力増強作用

ヒトは熱を受けると元の体温にもどろうとする。その熱が高すぎたり強すぎたりする刺激だと、細胞や組織がこわれ、やけどや異常な反応が生じる。

適度な温熱だと、次に熱の刺激がきても大丈夫なように防御反応を取るようになる。その反応は熱だけでなく様々な害となるものに対して防御する。その一つに免疫力や細胞修復機能を高めたりすることがある。

免疫力をつかさどるリンパ球の一つに NK 細胞がある。NK 細胞はおもに血液中に存在し、リンパ球に含まれる免疫細胞の一つで、生まれつき(ナチュラル)外敵をやっつける(キラー)能力を備えているため「ナチュラルキラー(NK)細胞」と呼ばれている。

NK 細胞は人間の体内を幅広く行動し、がん細胞やウイルス感染細胞などの異常細胞を発見すると、攻撃を仕掛ける。NK 細胞活性が強いと免疫機能は高くなる。塩化物泉に入って適度に体温を上げると、その後 2~3 日間は高い状態が続き免疫力が上がり、4 日くらいすると元にもどる。

#### e)タンパク質修復機能の亢進

組織を修復するタンパク質に熱ショックタンパク質 heat shock proteins(HSP)がある。中でも分子量 70 万の HSP70 は、新たに合成されたアミノ酸複合体の折れたたみ、タンパク質の輸送と品質管理、不要になったタンパク質の分解など、タンパク質の一生にわたり面倒をみつづけているストレスタンパク質の一種である。細胞が損傷されても新しいタンパク質が作られたり、修復されたりしてリフレッシュする。こんな働きが温泉にある。

HSP70 は、平常状態の細胞内に広く分布するタンパク質で、温熱、虚血、感染、放射線等の種々のストレスによっても誘導され、タンパク質の変性を抑制するとともに、変性したタンパク質の修復を行うことが知られている。

温浴を行うと HSP70 は上昇する。HSP70 は温熱刺激後に種々のタンパク質を修復することで、疲労後のリフレッシュや健康増進の一翼を担っているものとして注目されている。

このタンパク質は温熱刺激によって誘導されることが知られており、温熱効果の高い入浴で産生されれば、入浴が健康増進にも貢献することができると考えられる。

## 2. 細菌が繁殖しづらい塩化物泉

塩化物泉の食塩濃度が濃いと、いわゆる塩漬けと同じ効果がある。塩分が濃い温水の中では多くの細菌が繁殖できないという特性をもっている。この特性から、濃い塩化物泉に入浴すると皮膚表面では細菌が増殖することができず、化膿することが避けられる。塩分濃度としては2%以上のものが有用と考えられている。このことにより傷の治りがよいなどの効果がある。

## 3. 心身のリラックス効果

温熱作用により体が温まると、体がリラックスする副交感神経系が出浴後優位になる傾向があり、ゆったりとした気分になり、日常生活や仕事で心身のストレスがあるような人に有用である。図3は42°Cの塩化物泉に15分間入浴した時の、心理的ストレスの指標である唾液腺クロモグラニンAの変化を水道水と比較したものであるが、塩化物泉の方が、差があり、リラックスできる。

## 4. 塩化物泉の飲む効果

塩化物泉を飲むことは食塩水を飲むことと同じと考えられる。体にナトリウムと塩素を適切な量供給することは生きていく上で必要なことで、その食塩を含む塩化物泉は水分とともに胃腸から吸収されることを促進することから、胃腸の動きや働きを活性化し、栄養補給などにも効果がある。日本人は諸外国の人に比較して塩分を多く取っている傾向にあり、これが高血圧などを引き起こし脳卒中などの病気の原因ともなっている。適量の摂取は必要なことであるが、諸外国では5g程度であるが、日本人もこれに近づけ厚生労働省は1日7~8gを目標量としている。そこで環境省が温泉の飲泉量の規定を作り、1日のすべての塩分量を温泉から摂る必要性はなく、他の食物からの塩分量にも大きな影響をおよぼさない程度として、温泉から摂取する塩分量をナトリウム量に換算して1,200mgと規定している<sup>3)</sup>。

飲泉は多くても1日500ml以下にすることが求められ

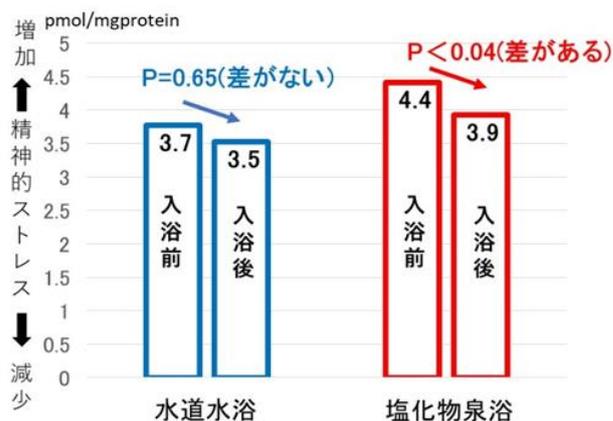


図3. 塩化物泉入浴時(42°C 15分)の心理的ストレス物質(クロモグラニンA 蛋白換算値)の変化(水道水浴との比較)

ており、塩分濃度が薄ければ500ml飲泉することは可能である。しかし、塩分濃度の濃いものはナトリウム量から1日最大量を求め制限して、飲泉する人の健康を守っているため、規定を守って飲泉していただきたい。

## 文献

- 1) 鏡森定信ら. 日本温泉気候物理医学会雑誌 65: 73-82, 2002
- 2) 前田眞治: 温泉医学について—塩化物泉の効果—. 温泉 87:20-21, 2019
- 3) 前田眞治. 温泉の最新健康学 悠飛社 2010
- 4) 環境省自然環境局長通知 温泉の禁忌症および注意事項 2014

## 講演者略歴

前田 眞治(まえだ まさはる)

国際医療福祉大学大学院リハビリテーション学分野教授。医学博士。1983年北里大学医学部大学院医学研究科内科学専攻博士課程を修了。1981年神奈川県総合リハビリテーションセンター七沢病院リハビリテーション医学科、1983年北里大学医学部神経内科学専任講師、1991年北里大学医療衛生学部リハビリテーション学科助教授、1998年北里大学東病院リハビリテーション科科长を経て、2005年より現職。専門分野は温泉医学、リハ

ビリテーション医学。環境省温泉小委員会委員、日本温泉科学会会長、日本温泉協会副会長、日本温泉気候物理医学会評議員ほか。1954年生まれ。

#### 主な著書

・温泉の最新健康学(悠飛社)2010

- ・驚くべき炭酸パワー。炭酸で健康になる(洋泉社)2012
- ・温泉の百科事典(阿岸祐幸編)(丸善出版)2012
- ・やせる!きれいになる!炭酸生活。(幻冬舎)2013
- ・この一冊で炭酸パワーを使いきる!(青春文庫)2013