

犬吠埼温泉の有用性

—成分分析と保湿効果検証—

Usefulness of the Inubohsaki Onsen

— Studies on the constituents and moisturizing effect —

平尾 哲二¹⁾・手束 聡子²⁾・鈴木 真綾¹⁾・木村 美沙季¹⁾・山下 裕司¹⁾

Tetsuji HIRAO, Satoko TEZUKA, Maaya SUZUKI, Misaki KIMURA and
Yuji YAMASHITA

犬吠埼温泉は銚子市の観光資源の一つである。本研究では、犬吠埼温泉の有用性について科学的データ取得を目的として、3種類の源泉について成分分析するとともに、保湿効果について検討した。各源泉に含まれる主要元素についてICP発光分光法により調べたところ、いずれもClとNaを多く含むものの、それらの濃度やその他の元素濃度に差異が認められた。また、浮遊物質濃度の挙動などの特性値についても各源泉により違いが認められた。皮膚保湿試験は、実際の入浴シーンに近い足湯への入浴試験と、前腕に温泉試料を塗布する2種類の試験を実施した。皮膚保湿試験においては、千葉科学大学倫理委員会による承認を得た上で、被験者の同意を得て試験を実施した。犬吠埼ホテル足湯入浴後の角層水分量を足甲と下腿部で経時的に測定したところ、足湯入浴後は徐々に角層水分量は低下するが、その低下は対照であるお湯に比較して緩やかで、有意な保湿効果が認められた。また、前腕に3種類の源泉あるいは水を塗布して角層水分量を経時的に測定したところ、対照である水塗布に比較して、犬吠埼ホテルおよび犬吠埼観光ホテルの源泉では角層水分量が高く維持され、保湿効果が検証されたが、太陽の里の源泉では、今回の試験条件では、保湿効果は検証できなかった。これらの挙動は、各温泉に含まれるミネラル成分の多寡と比較的よく一致していた。源泉成分の特性解析や保湿効果の作用機序については未解明であり、今後の研究発展によりさらに犬吠埼温泉の有用性に関するエビデンス蓄積が期待される。

1. 緒言

いぬぼうさき
犬吠埼温泉に入浴すると肌がしっとりするなどの声があるものの、それを裏付ける客観的なデータはない。

連絡先：平尾哲二 thirao@cis.ac.jp

1) 千葉科学大学薬学部生命薬科学科

Department of Pharmaceutical and Life Sciences, Faculty of Pharmacy, Chiba Institute of Science

2) 千葉科学大学危機管理学部環境危機管理学科

Department of Environmental Risk and Crisis Management, Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science

(2016年9月28日受付, 2016年12月15日受理)

そこで、犬吠埼温泉が肌に及ぼす影響について研究し、科学的なデータを取得してその効能を訴求することで、地域経済の発展に貢献することを最終目的とし、本研究を企画した。温泉は、昭和23年に制定された「温泉法」により、地中からゆう出する温水、鉱水及び水蒸気その他のガス（炭化水素を主成分とする天然ガスを除く）で、25°C以上の温度又は一定量以上の溶存物質を含有するものと定義されている¹⁾。本研究の対象とした犬吠埼地区では、5件の温泉ホテルが営業し、3種類の源泉を活用している（表1）。犬吠埼ホテル「黒潮の湯」は敷地内で地下約1300 mの深さまで掘削され、同ホテルの露天風呂および足湯に供されている。また、この源泉は、近隣のホテルニュー大新とぎょうけい館にも提供されてい

る。犬吠埼観光ホテル「潮の湯」も敷地内で掘削され、同ホテルの露天風呂に供されている。犬吠埼太陽の里では「屏風ヶ浦温泉」で掘削された源泉を輸送し、同施設の風呂に供している。各温泉の分析書によれば、犬吠埼ホテル「黒潮の湯」はナトリウム-塩化物強塩温泉、犬吠埼観光ホテル「潮の湯」はナトリウム・カルシウム-塩化物強塩温泉、太陽の里「屏風ヶ浦温泉」はナトリウム-塩化物冷鉱泉であり、3種類の源泉は、近隣でありながらも、掘削場所が異なり、含有成分も異なっている^{2~4)}。しかしながら、これらの温泉分析は平成17年から21年に実施されたものであり、経年変動について考慮されていない。

そこで、本研究では、3種類の源泉について成分に関する情報を同時期に取得するとともに、それらの保湿効果について調べることとした。

角層は皮膚最外層に位置し、バリア機能、保湿機能を担っている。角層水分量は皮膚生理的に重要な指標で、低下すると肌がかさかさして、ごわついたり肌荒れの原因にもなる。一般的には保湿クリームなどの塗布により改善されるが、ある種の温泉なども効果的であると考えられる。しかし、全ての入浴に効果があるとは限らず、科学的に妥当な方法での検証が求められる。角層水分量はSkiconなどの皮膚計測装置により非侵襲的に簡便に測定可能である。Skiconは被験者に負担なく測定できる装置で、化粧品などの保湿効果の検証に汎用される手法である⁵⁾。本研究では、2つの保湿試験を企画した。そのひとつは、犬吠埼ホテルの足湯に入浴後の下腿前部(すね)および足甲部の角層水分量の経時的変化を追跡する試験である(皮膚保湿試験①)。もう一方は、3種類の源泉を被験者の前腕に塗布し、その後の角層水分量の

経時的変化を追跡する試験である(皮膚保湿試験②)。皮膚保湿試験①は、実際の入浴場面に近い試験であり、皮膚保湿試験②は、入浴とはやや異なるものの3種類の源泉の比較が可能である。これら2つの試験を行うことにより、総合的に犬吠埼温泉の保湿効果について考察を進めた。

2. 実験

2.1 成分分析

3種類の源泉の成分について比較検討することを目的に、2015年10月(犬吠埼ホテル:2015年10月13日、犬吠埼観光ホテル:2015年10月27日、犬吠埼太陽の里:2015年10月30日)に採水をおこなった。犬吠埼ホテル「黒潮の湯」および犬吠埼観光ホテル「潮の湯」の源泉は、敷地内の源泉保存タンクから採水した。犬吠埼太陽の里の源泉は「屏風ヶ浦(びょうぶがうら)屏風ヶ浦温泉」の源泉を移動用タンクに汲んだ直後、移動用タンクから採水した。源泉は2Lのポリ瓶に採取して大学に持ち帰り、一部は分析に使用し、残りは冷凍保存した。比較として銚子マリナーで採水(2015年10月21日)した海水についても測定をおこなった。

現地では採水とともに、泉温とpHをpHメータ((株)堀場製作所D-54)により、電気伝導度(electrical conductance, EC)を電気伝導率計(東亜ディーケーケー(株)CM-31P)により測定した。源泉に含まれる元素の濃度は、ICP発光分光測定装置((株)パーキンエルマーOptima 5300 DV)およびイオンクロマトグラフ(メトローム(株)Metrohm 716 Compact IC)により測定した。

源泉に含まれる浮遊物質(suspended solid, SS)の濃度は、各源泉1Lをメンブレンフィルター(ポアサイズ

表1. 犬吠埼温泉の源泉

施設	犬吠埼ホテル	犬吠埼観光ホテル	犬吠埼太陽の里
源泉名	黒潮の湯	潮の湯	屏風ヶ浦温泉
所在	銚子市犬吠埼 10293	銚子市犬吠埼 9575	銚子市三崎町 3 丁目 52
泉質	ナトリウム-塩化物強塩温泉(高張性・弱アルカリ性・低温泉)	ナトリウム・カルシウム-塩化物強塩温泉(高張性・弱アルカリ性・低温泉)	ナトリウム-塩化物冷鉱泉(低張性・弱アルカリ性・冷鉱泉)
備考	ホテルニュー大新、ぎょうけい館にも供給		

0.45 μm 、アドバンテック A045A047A) にてろ過後、回収した沈殿物の乾燥重量を測定して求めた。また、各源泉を密閉容器に入れ40 $^{\circ}\text{C}$ で10日間保存した後、同様の操作によりSSを測定した。

源泉成分の季節変動を確認することを目的に、犬吠埼温泉の源泉を2015年5月8日、10月27日、12月21日に採水し、源泉に含まれる元素の濃度を測定した。

2. 2 皮膚保湿試験①

(被験者)健康な成人23名(男性11名、女性12名、24～59歳)に協力いただいた。本試験は、千葉科学大学倫理委員会による承認を得て実施された。また、研究の目的や方法、任意性、個人情報取り扱いなど、説明文書に記載されている内容について、全ての被験者に試験開始前に文書および口頭にて説明し、文書による同意を得て実施された。

(皮膚計測)角層水分量および皮膚温は、それぞれSkicon-200EX(アイ・ビー・エス(株))、赤外放射温度計(エー・アンド・デイ(株))により測定した。これらの測定は温度20～25 $^{\circ}\text{C}$ 、湿度40～70 %の環境下の室内(犬吠埼ホテル会議室)で実施した。測定対象部位は、下腿前部(すね、踵から約15 cmの高さ)および足甲部とし、まず、対象部位を消毒用エタノール(問診によりアルコールに過敏と申告いただいた方場合は水)を含浸させた脱脂綿にて清拭した後、2 cm \times 2 cmの同一部位を追跡して計測するために対象部位にマジックにてマークを施し、記録のため測定部位の写真を撮影し皮膚状態に問題のないことを確認した。次に、15分間順化させた後に入浴前の測定を行った。

(入浴)犬吠埼温泉の源泉を使用した足湯(犬吠埼ホテル)とお湯に片足ずつ20分間入浴していただいた。本試験においては、足湯の効果を調べるために、お湯を比較対照と位置付けた。具体的には、ポリバケツに水道水(上水)を加温したお湯を汲み、そのバケツを足湯に入れることにより、湯温を足湯と同等(約37～38 $^{\circ}\text{C}$)とするとともに、被験者が左右の脚を足湯とお湯を入れたバケツに入れやすく配慮した。

(経時計測)入浴終了後15分、30分、60分、90分、120分において測定を行い、同一部位の入浴前の測定値と入浴後の測定値を比較した。

(試験実施日)2015年11月9日、21日、24日、12月7日、20日、21日、23日

2. 3 皮膚保湿試験②

(被験者)健康な成人20名(男性7名、女性13名、21～59歳)に協力いただいた。本試験は、千葉科学大学倫理委員会による承認を得て実施された。また、全ての被験者に試験開始前に文書および口頭にて説明し、文書

による同意を得て実施された。

(皮膚計測)角層水分量および皮膚温は、それぞれSkicon-200EX(アイ・ビー・エス(株))、赤外放射温度計(エー・アンド・デイ(株))により測定した。これらの測定は温度21～25 $^{\circ}\text{C}$ 、湿度45～65 %の環境下の恒温恒湿室(千葉科学大学)で実施した。測定対象部位は、前腕屈側部(手首と肘のほぼ中間)とし、まず、対象部位をハンドソープにて洗浄後、2 cm \times 2 cmの同一部位を追跡して計測するために対象部位にマジックにてマークを施し、皮膚状態に問題のないことを確認した。次に、15分間順化させた後に塗布前の測定を行った。

(源泉試料)表1に示す3種類の源泉を、それぞれの掘削場にて施設担当者立ち会いの下で分与いただいた(犬吠埼ホテル:2015年10月13日、犬吠埼観光ホテル:2015年10月27日、犬吠埼太陽の里:2015年10月30日)。これらを冷暗所に保存し、塗布試験に供した。一部の源泉試料では沈殿物も見られたが、塗布前に均一に混合して用いた。

(試料塗布)ろ紙(Whatman No.1)を2.5 cm \times 2.5 cmに裁断し、これを2枚重ねて塗布対象部位2 cm \times 2 cmをカバーするように乗せ、源泉試料400 μl を含浸させ皮膚に密着させ20分間放置した。5か所は、3種類の源泉の塗布、精製水の塗布、無塗布とし、被験者ごとに配置を変更(ローテーション)させて平準化を行った。

(経時計測)塗布終了後10分、20分、30分、40分、50分、60分において測定を行い、同一部位の塗布前の測定値と塗布後の測定値を比較した。

(試験実施日)2016年2月16日、17日、24日、25日、26日、3月3日、8日、10日。

2. 4 統計処理

皮膚保湿試験①②にて得られたデータについては、二元配置分散分析を行うとともに、各時間において対応のあるt検定を行った。危険率 $p < 0.05$ を有意水準とした。

3. 結果及び考察

3. 1 成分分析

各源泉および海水の泉温、pH値、EC値を表2に示す。犬吠埼ホテルおよび犬吠埼観光ホテルの泉温は太陽の里より高い値であった。温泉法によると、泉温が25 $^{\circ}\text{C}$ である犬吠埼観光ホテルは低温泉に分類され、25 $^{\circ}\text{C}$ 未満の犬吠埼ホテルおよび太陽の里は冷鉱泉に分類される。犬吠埼ホテルおよび犬吠埼観光ホテルについては、保存タンクに溜めている源泉を測定しているため、実際の泉温より低い値となっている可能性を考慮する必要がある。3つの源泉のpHはほぼ同じ中性付近であった。この値についても、犬吠埼ホテルおよび犬吠埼観光ホテルは、タンクで保存時に空気中の炭酸が溶存することにより

pHが低下する可能性を考慮する必要がある。EC（電気伝導度）は犬吠埼観光ホテル>海水>犬吠埼ホテル>太陽の里の順に高い値を示した。この結果は3つの源泉のイオン性成分が大きく異なる可能性を示唆している。

表3にICP発光分光法により74元素の定性分析を行ない、検出された主要元素（Cl、Na、K、Ca、Mg）について定量した結果について示す。なお、本研究では、保湿効果に影響すると考えられる主要な元素（10 mg/L以上）を解析対象とした。3つの源泉はClとNaの含有量が特に高く、犬吠埼ホテル>犬吠埼観光ホテル>太陽の里の順に高い値を示した。源泉の掘削場所が犬吠埼である犬吠埼ホテルおよび犬吠埼観光ホテルは、屏風ヶ浦が掘削場所である太陽の里と比べてClおよびNaの含有量が非常に高く、海水に近い値であった。一方、地中の成分と結合しやすいMgは海水より低い値であった。このことから、犬吠埼ホテルおよび犬吠埼観光ホテルの源泉は、過去に地中に閉じ込められた海水（古海水）の可能性が高い。犬吠埼観光ホテルはCaの値が特に高かった。Caは水に溶けやすいことから、掘削した周辺にCaを含有する地質が存在すると考えられる。これらの結果より、源泉を採取している場所（犬吠埼周辺および屏風ヶ浦周辺）の地質と泉質との関連性について今後検討する必要があることが分かった。

採水時の源泉の色は、3つの源泉がそれぞれ異なる色であった。犬吠埼温泉および犬吠埼観光ホテルは黄褐色であり、犬吠埼温泉の方が濃い色であった。太陽の里は黒味がかかった褐色であった。また、時間の経過とともに析出する沈殿物の様子も異なっていた。図1に各源泉の採水日（0日）と10日後に測定したSS（浮遊物質）値を示す。犬吠埼ホテルのSS値は採水日に高く、10日後には低下した。一方、犬吠埼観光ホテルは反対の結果を示した。これは犬吠埼ホテルの沈殿物は早い段階で析出し、犬吠埼観光ホテルの沈殿物はゆっくり析出したことを示している。10日後、2つの源泉は黄褐色の色がほぼ無くなり透明になっていた。太陽の里は他と比べて沈殿物が少なく、源泉の色は10日後も黒味がかかった褐色であった。

犬吠埼ホテルおよび犬吠埼観光ホテルの沈殿物は、関東ローム層に多く含有するFeが関係していると推察している。沈殿速度の違いから、Fe溶存状態だけでなくFe酸化物がコロイド状態で分散している可能性が考えられる。また、太陽の里は源泉の色や沈殿物の様子から、有機系腐食物質や今回検出されていない微量元素を含んでいる可能性が考えられる。これらについては、沈殿物の成分分析および結晶性物質の同定が研究課題として残った。

表2. 各源泉の泉温、pH値、EC値

項目	犬吠埼ホテル	犬吠埼観光ホテル	太陽の里	海水
泉温（℃）	23	25	18	22
pH	7.2	7.3	7.1	7.7
EC（S/m）	1.8	3.6	0.9	2.6

EC：電気伝導度

表3. 各源泉に含まれる主要元素の濃度

元素	犬吠埼ホテル mg/L	犬吠埼観光ホテル mg/L	太陽の里 mg/L	海水 mg/L
Cl	15695	14735	3400	18480
Na	7663	6432	1637	8128
K	22	22	29	171
Ca	491	1337	175	137
Mg	73	34	49	447

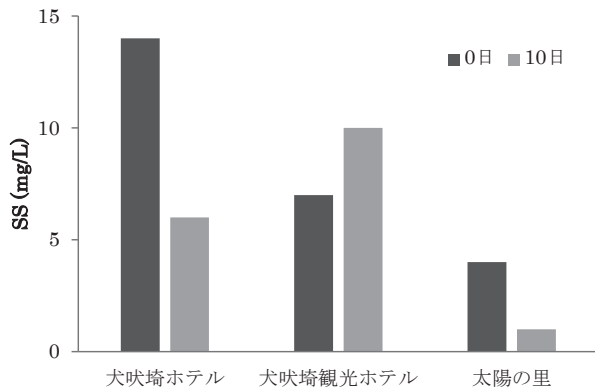


図1. 各源泉の浮遊物質 (SS) 値 (採水日から0日、10日後)

図2に5月、10月、12月に犬吠埼ホテルで採水した源泉に含有する元素の濃度を示す。ClとNaの濃度は10月>5月>12月の順であり、ClとNaの濃度変化は連動していた。K、Ca、Mgの濃度は5月>10月>12月の順であったが大きな差はなかった。この結果からClおよびNa濃度に変動があることがわかった。原因の一つとして、古海水へ地下水が流入し成分が希釈されている可能性が考えられるが推論の域を出ない。

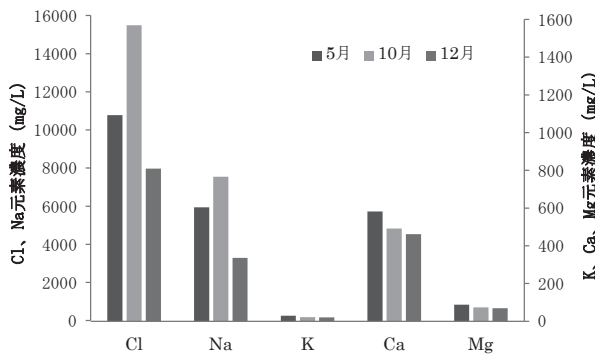


図2. 犬吠埼ホテルの源泉 (5月、10月、12月) に含まれる元素の濃度

3. 2 保湿試験

皮膚保湿試験①、皮膚保湿試験②の順で以下に結果を示す。これら2つの試験において、有害事象は観察されなかった。なお、皮膚保湿試験①は屋外に位置する足湯への入浴を行うため、悪天候により試験日程の変更を余儀なくされる場合もあった。

皮膚保湿試験①における角層水分量の結果を図3に示す。下腿前部 (すね)、足甲部、いずれの部位においても、両群とも入浴30分後から120分後にかけて初期値よりも低い値となった。これは入浴中の角層は水和状態になり、水溶性分子である天然保湿因子が漏出したためであ

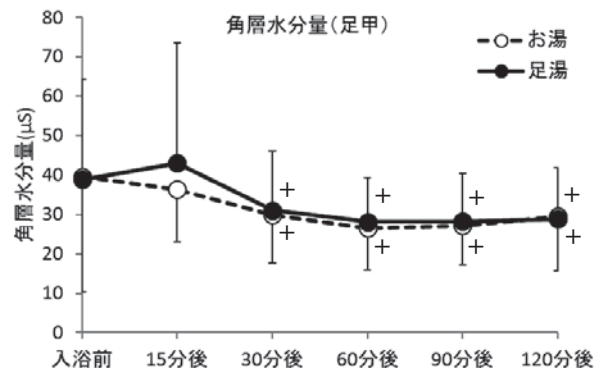
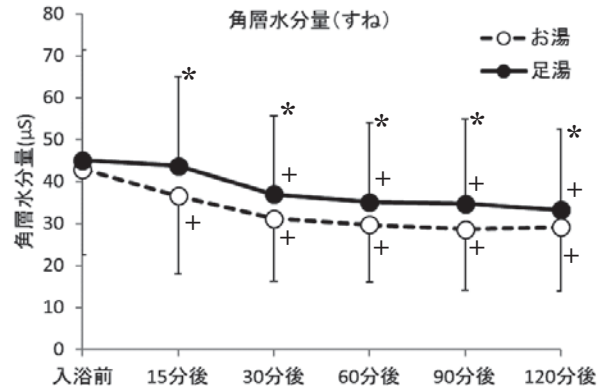


図3 犬吠埼温泉足湯入浴後の角層水分量の経時変化

すね(上図)、足甲(下図)ごとに、●:足湯群、○:お湯群のデータを平均値±標準偏差で表示した。*:足湯群とお湯群との差の検定 (* $p < 0.05$, $n = 23$, paired t-test)、+:入浴前と各測定時間との差の検定 (+ $p < 0.05$, $n = 23$, paired t-test)。分散分析による検定では、角層水分量(すね)において足湯群とお湯群との間に有意差が認められたが、角層水分量(足甲)においては有意差は認められなかった。

ると考えられる。すねにおいては、足湯の方がお湯よりも有意に高い角層水分量を示した。一方、足甲においては、足湯の方がお湯に比較して僅かに高い傾向も認められるものの有意な差ではなかった。すねと足甲で挙動が異なる結果となり、部位差と考えられるが、その詳細は不明である。

皮膚保湿試験①における皮膚温の変化を図4に示す。いずれの部位においても、両群とも入浴後15分後に皮膚温は有意に上昇し、時間が経過するにつれて徐々に有意に低下し、120分後には初期値よりも低い値を示した。一時的に上昇したことから、温泉成分に関わらず体温よりも高い温度の足湯・お湯に入浴した影響が考えられる。足湯とお湯とを比較すると、すねにおいて入浴後15分において、足湯のほうが僅かではあるものの有意に高い皮膚温を示したが、それ以外では両者に差は認められなかった。

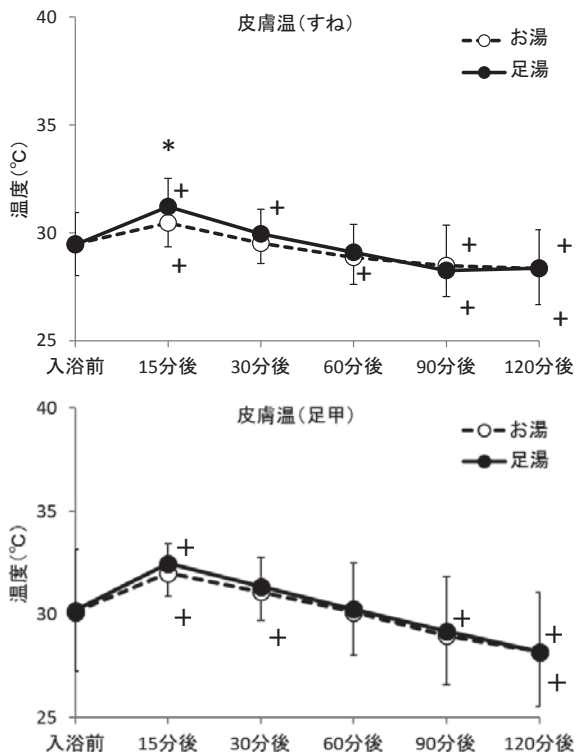


図4 犬吠埼温泉足湯入浴後の皮膚温の経時変化
 足湯、お湯(共に 37-38℃)に20分間入浴させ、入浴終了後の経時変化を調べた。すね(上図)、足甲(下図)ごとに、●:足湯群、○:お湯群のデータを平均値±標準偏差で表示した。*:足湯群とお湯群との差の検定(*p<0.05, n=23, paired t-test)、+:入浴前と各測定時間との差の検定(+p<0.05, n=23, paired t-test)。分散分析による検定では、いずれの部位の皮膚温も足湯群とお湯群の間に有意差は認められなかった。

皮膚保湿試験②における角層水分量の結果を表4に示す。前測定の後に試料の塗布(20分間)を行い、塗布終了後からの時間経過を示している。10分後においては、試料に由来する水分が角層に残っており一時的に高値を示したが、その後、徐々に経時的に角層水分量の低下が認められた。経時的な水分低下に対して、温泉試料塗布により角層水分量をどの程度高く維持できるかにより保湿効果を評価することができる。そこで、塗布終了後20分後以降の測定値を棒グラフで図5に示した。犬吠埼観光ホテルおよび犬吠埼ホテルの温泉塗布は、水塗布部位に比較して、いずれの時間においても高い角層水分量を示し、分散分析により統計的な有意差も認められ、保湿効果があると判断された。両者ともその効果は塗布終了後60分後においても維持されていた。一方、太陽の里の温泉は、水塗布部位に比較して、20分後においては高い角層水分量を示したが(ばらつきが大きく統計的な有意差は認められない)、30分後以降においてはほぼ同等の値で推移した。したがって、太陽の里の温泉に関しては、他の2種類の温泉とはやや異なる結果となった。

この皮膚保湿試験②の結果は、成分分析の結果と比較すると一致する点認められる。すなわち、成分分析の結果では、犬吠埼ホテルと犬吠埼観光ホテルの源泉に含まれる主要ミネラル量が多く、太陽の里の源泉はそれらに比較して少ない(表3)。保湿試験で認められた角層水分量の値も概ね同じ序列になっている。したがって、保湿効果の少なくとも一部は、温泉のミネラル成分により角層に水分が保持されやすくなったためと考えられる。ミネラルは、角層中にもともと含まれる天然保湿因子(natural moisturizing factors, NMF)の構成成分の1つで

表4 犬吠埼温泉源泉の塗布による角層水分量の経時変化

塗布試料	角層水分量 (μS、平均±標準偏差)				
	無塗布	水	犬吠埼ホテル	犬吠埼観光ホテル	太陽の里
塗布前	33.5 ± 11.5	30.9 ± 9.7	31.1 ± 13.9	35.9 ± 13.9	32.4 ± 14.0
10分後	33.9 ± 12.0	157.8 ± 344.4	398.8 ± 797.3	410.3 ± 904.5	129.2 ± 233.5
20分後	35.0 ± 12.4	38.4 ± 10.3	50.2 ± 20.8	57.9 ± 34.7	60.6 ± 83.2
30分後	34.1 ± 13.1	36.7 ± 11.9	44.3 ± 20.5	51.3 ± 32.8	37.4 ± 14.5
40分後	34.1 ± 11.7	34.5 ± 11.6	40.2 ± 18.1	49.1 ± 31.8	34.8 ± 12.8
50分後	34.3 ± 13.3	33.5 ± 10.8	39.3 ± 16.5	44.0 ± 20.2	33.3 ± 12.2
60分後	35.4 ± 11.9	33.0 ± 10.6	38.5 ± 15.6	42.0 ± 18.6	33.7 ± 12.9

前腕に3種類の源泉あるいは水を20分間適用し、塗布終了後から10分間ごとに角層水分量を測定した。各群のデータを平均値±標準偏差で示した。

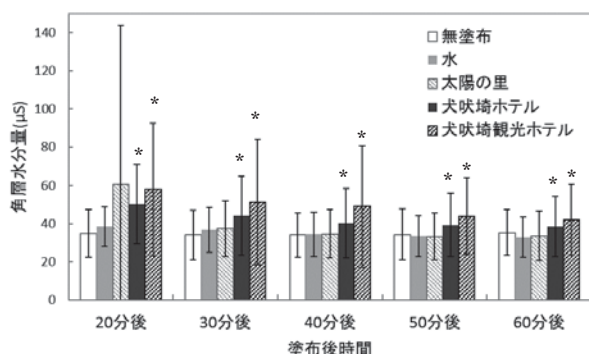


図5 犬吠埼温泉源泉の保湿効果の比較

前腕に3種類の源泉あるいは水を20分間適用し、塗布終了後から10分間ごとに角層水分量を測定した。塗布終了後20分以降の各群のデータを平均値±標準偏差で示した。*:水塗布群と各サンプル塗布群との差の検定(* $p < 0.05$, $n=20$, paired t-test)。分散分析による検定では、水塗布群と犬吠埼ホテル群、水塗布群と犬吠埼観光ホテル群には有意差が認められたが、水塗布群と太陽の里群には有意差は認められなかった。

あり、このミネラルが保湿性に関わっていることも考えられる。犬吠埼温泉に含まれるミネラルの特有の成分と保湿性との関連については未解明であり、今後の研究課題である。また、皮膚には多くのミネラルイオンが含まれており、酵素活性の調節、表皮角化細胞の分化調節、イオンバランスの調節など、皮膚恒常性の維持に重要な役割を果たしている⁶⁾。本試験では足湯への1回の入浴、あるいは、温泉水の1回の塗布という即時的な影響について調べたが、温泉入浴の繰り返しによりミネラル成分などが皮膚に働きかける可能性も考えられるが、これも将来的な課題である。

4. 結論

犬吠埼温泉の3種類の源泉の成分分析を行うとともに、その保湿効果について検証した。その結果、犬吠埼ホテル、犬吠埼観光ホテルの源泉については保湿効果が認められたが、犬吠埼太陽の里の源泉については、今回の試験条件では保湿効果を検証することができなかった。これらの効果は、成分分析により確認したミネラルの濃度との関連が認められた。今後、さらなる科学的エビデンスの積み重ねが期待される。

謝辞

本研究において、ご協力いただいた被験者に感謝する。本研究は、千葉科学大学 平成27年度地域志向教育研究経費、および、銚子市の助成を受けた犬吠埼温泉協議会からの受託研究費により推進した。

参考文献

- 1) 環境省ホームページ 温泉の保護と利用
<https://www.env.go.jp/nature/onsen/point/> (参照 2016-12-15) .
- 2) 犬吠埼温泉 黒潮の湯 温泉分析書 (平成21年2月5日)
- 3) 犬吠埼潮の湯温泉 温泉分析書 (平成21年12月16日)
- 4) 屏風ヶ浦温泉 温泉分析書 (平成17年6月17日)
- 5) 菊地克子 角層水分を測る 皮膚科診療プラクティス 14 機器を用いたスキนครニック (田上八朗ら編 文光堂) 10-14 (2002) .
- 6) Polefka, TG et al. Interaction of mineral salts with the skin: a literature survey. *Int J Cosmet Sci* 34, 416-423 (2012) .

Usefulness of the Inubohsaki Onsen

— Studies on the constituents and moisturizing effect —

Tetsuji HIRAO, Satoko TEZUKA, Maaya SUZUKI, Misaki KIMURA and
Yuji YAMASHITA

- 1) *Department of Pharmaceutical and Life Sciences, Faculty of Pharmacy,
Chiba Institute of Science*
- 2) *Department of Environmental Risk and Crisis Management, Faculty
of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science*

The Inubohsaki Onsen is one of the important tourism resources located in Choshi city. In this study, to acquire scientific evidences on usefulness of the Inubohsaki Onsen, we conducted analyses on the constituents of three springs and evaluation of their moisturizing effect on the skin. Chemical analysis by inductively coupled plasma emission spectrometry showed that all of three springs abundantly contain Cl and Na, though their concentration and other elements concentration were different among them. Profiles including the suspended solid also showed variation among threesprings. Two kinds of moisturizing test were carried out: one was foot-bath test similar to actual bathing, another was application test of the spring samples onto the forearm. Both tests were performed under autholization by the ethics committee of Chiba Institute of Science and with written informed concent by the volunteers. Water content of the stratum corneum, the outermost layer of the skin, of lower leg and back of foot was measured after the foot-bath at Inubohsaki hotel. Water content of the stratum corneum was gradually decreased after the bathing. The extent of its decrease in foot-bath with the spring was significantly less than that with simple hot water as a reference, suggesting moisturizing effect of the spring water. Application of three kinds of spring water onto the skin exhibited increase of the water content of the stratum corneum. Among them, spring water of Inubohsaki hotel and Inubohsaki kanko hotel showed a statistically significant increase, while spring water of Taiyo-no-sato showed just a tendency of an increase examined so far, as compared with application of water as a negative control. These moisturizing effects were comparably related with content of mineral elements of the spring water. Further studies on specific characterization of constituents of the springs and mechanisms of the moisturizing effect are necessary to accumulate evidences on usefulness of the Inubohsaki Onsen.