

原 著

ケイ酸を含む温泉水の飲用による健康関連指標に関する効果の検討

白石 卓也¹, 竹島 太郎², 小谷 和彦²

1 群馬県多野郡上野村大字乙父630-1 上野村へき地診療所

2 栃木県下野市薬師寺3311-1 自治医科大学地域医療学センター地域医療学部門

要 旨

目 的：ミネラルの豊富な温泉水を飲む飲泉は温泉療法のひとつである。群馬県上野村にあるしおじの湯の温泉水はケイ酸を豊富に含んでいるため、健康保持・増進に寄与すると思われて地域住民に飲用されている。そこで、この飲泉による健康関連指標に関する調査を行い、その効果について検証した。

方 法：飲泉習慣のない成人に対して飲泉試験への参加を公募した後、飲泉群 (80 名) と飲泉しない対照群 (31 名) で比較検討した。飲泉群は、しおじの湯の温泉水 500 mL を、4 週間に渡って 1 日 3 回 (食間) の頻度で飲用した。飲泉期間前後で自己記入式質問票ならびに Gastrointestinal Symptom Rating Scale (日本語版) を用いて健康関連指標の変化について評価した。対照群にも飲泉群と同様に調査した。

結 果：飲泉群と対照群を比較したところ、飲泉群には脱毛および便臭で有意なスコアの改善がみられた。

結 語：ケイ酸を含む温泉水 (しおじの湯) の飲泉は、脱毛や便臭のような健康改善に寄与する可能性はあるが、これは予備試験の結果に過ぎず、ランダム化比較試験を行ってさらに検討していきたい。

文献情報

キーワード：

飲泉,
温泉療法,
ケイ酸,
脱毛,
便臭

投稿履歴：

受付 平成29年4月18日
修正 平成29年6月6日
採択 平成29年6月15日

論文別刷請求先：

白石卓也
〒370-1616 群馬県多野郡上野村大字乙父630-1
上野村へき地診療所
電話：0274-59-2034

緒言

温泉水を飲む飲泉という温泉療法がある。¹ 群馬県上野村は農村で、この地域にはしおじの湯という温泉水が湧出する。この温泉成分の分析 (一般社団法人群馬県薬剤師会環境衛生試験センターによる) では 110 mg/kg のメタケイ酸が含まれており、ケイ酸が豊富である。その温泉水を飲用している地域住民からは、消化器症状、あるいは皮膚や頭髮の状態が改善するという声がある。基礎的な検討によると、ケイ酸は制酸剤の成分のひとつで消化器系の症状の緩和に効果があるとされている。^{2,3} また、ケイ酸には皮膚や毛髪のコラーゲン合成も報告されている。^{4,5} しかし、ケイ酸を含んだ温泉水の飲用による一般的な健康影響を検証した報告は知られていない。温泉資源を健康保持・増進活動に役立てることは、地域の健康づくりの補助となる可能性がある。そこで、しおじの湯の飲泉による健康関連指標の変化に関する調査を行い、その効果について検討した。

対象と方法

ペットボトル化したしおじの湯の温泉水 (弱酸性低張性冷鉱泉) は、源泉に磁気処理を加えた後に濾過処理し、飲料水として販売されている (表 1)。この温泉水の飲泉希望者 (飲泉群) と飲泉しない研究参加希望者 (対照群) を募集し

表1 しおじの湯の温泉水の成分

	含有量
エネルギー	0
たんぱく質	0
脂質	0
炭水化物	0
ナトリウム	1.59 mg/100mL
カリウム	0.07 mg/100mL
カルシウム	5.20 mg/100mL
マグネシウム	1.82 mg/100mL
pH 値	4.13
硬度	205 mg/L
メタケイ酸	110 mg/kg

た. 本研究の対象者は, 飲泉習慣のない自己記入式質問票に回答できる 20 歳以上の成人とした.

飲泉群は, 温泉水の 500 mL を, 1 日 3 回 (食間) の頻度で 4 週間に渡って飲用した. 飲泉開始前および 4 週間後に自己記入式質問票ならびに Gastrointestinal Symptom Rating Scale (以下 GSRS と略記) 日本語版の記入を求めた.⁶ また, 飲泉開始前および 4 週間後に, 体重, 腹囲, 血圧ならびに脈拍を測定した. 自己記入式質問票では, 地域住民から改善効果の声がある健康保持・増進事象のうち, 皮膚の状態 (乾燥・かゆみ・赤み・はり), 頭髪の状態 (脱毛・毛の太さ・髪のかゆみ), 爪の割れ, 食欲, 飲酒後の体調, 疲労感ならびに

表2 対象者の属性と体重, 腹囲, 血圧ならびに脈拍の変化

	飲泉群 (n=80)		P 1	対照群 (n=31)		P 1	P 2	P 3
	開始前	4 週間後		開始前	4 週間後			
男/女 (人)	50/30		—	8/23		—	<0.01	—
年齢 (歳)	52.4±16.6		—	43.3±15.3		—	0.01	—
体重 (kg)	66.0±12.6	65.4±12.4	<0.01	62.6±16.8	62.7±16.8	0.42	0.30	0.71
腹囲 (cm)	86.0±11.0	84.5±10.6	<0.01	84.7±13.4	85.9±12.8	0.17	0.98	0.17
収縮期血圧 (mmHg)	132.6±18.7	130.3±18.0	0.18	118.9±17.5	120.6±19.3	0.41	<0.01	0.31
拡張期血圧 (mmHg)	75.9±12.4	75.0±11.8	0.35	70.8±13.8	72.9±13.6	0.25	0.15	0.82
脈拍 (回/分)	76.3±12.4	73.0±11.4	<0.01	82.2±11.4	77.9±14.2	0.01	0.02	0.06

値は平均値±標準偏差で表した.

P1 は群内比較検定, P2 は群間比較検定, および P3 は年齢・性別を調整した群間比較検定の P 値の結果を示した.

表3 自己記入式質問票の Visual Analog Scale 値 (100 点式) の変化

	飲泉群 (n=80)		P 1	対照群 (n=31)		P 1	P 2	P 3
	開始前	4 週間後		開始前	4 週間後			
皮膚の乾燥	34.7 (30.3-64.0)	26.3 (20.0-50.0)	0.06	46.8 (50.0-70.0)	46.8 (40.0-70.0)	0.92	0.02	0.16
皮膚のかゆみ	20.4 (10.0-60.0)	13.5 (6.3-50.0)	<0.01	12.6 (1.0-50.0)	12.6 (1.0-50.0)	0.82	0.42	0.26
皮膚の赤み	12.3 (1.3-50.0)	10.7 (2.0-50.0)	0.54	12.6 (1.0-50.0)	12.0 (0.0-58.0)	0.94	0.77	0.72
肌のはり	33.9 (35.0-50.0)	40.7 (48.3-54.3)	0.19	43.7 (40.0-50.0)	42.7 (41.0-50.0)	0.82	0.26	0.83
髪のはり	24.5 (16.0-53.5)	23.4 (12.0-50.0)	0.65	46.8 (40.0-69.0)	50.1 (50.0-60.0)	0.46	<0.01	<0.01
髪のかゆみ	31.6 (22.3-55.8)	33.9 (25.8-52.0)	0.67	33.9 (21.0-50.0)	30.9 (30.0-62.0)	0.46	0.98	0.11
髪のかゆみ	36.3 (20.0-51.0)	40.7 (40.0-50.8)	0.24	37.2 (30.0-50.0)	37.2 (40.0-50.0)	0.94	0.78	0.35
爪の割れ	13.8 (5.0-50.0)	10.0 (0.0-50.0)	0.04	13.2 (1.0-50.0)	13.5 (1.0-60.0)	0.93	0.70	0.56
食欲	61.7 (50.0-80.0)	57.5 (50.0-79.0)	0.33	60.3 (50.0-80.0)	64.6 (50.0-81.0)	0.23	0.52	0.88
飲酒後の体調	49.0 (40.5-51.0)	46.8 (50.0-69.0)	0.72	40.7 (42.5-50.8)	44.7 (42.5-80.0)	0.17	0.48	0.90
疲労感	53.7 (50.0-70.0)	49.0 (46.8-70.0)	0.34	51.3 (50.0-70.0)	64.6 (50.0-80.0)	0.13	0.26	0.50
便臭	38.9 (40.3-61.0)	35.3 (30.0-50.0)	0.39	53.7 (50.0-60.0)	52.5 (50.0-61.0)	0.63	0.01	0.046

値は幾何平均値 (4 分位偏差) で表した.

P1 は群内比較検定, P2 は群間比較検定, および P3 は年齢・性別を調整した群間比較検定の P 値の結果を示した.

表4 Gastrointestinal Symptom Rating Scale (7 点式) のスコアの変化

	飲泉群 (n=80)		P 1	対照群 (n=31)		P 1	P 2	P 3
	開始前	4 週間後		開始前	4 週間後			
胃の痛み	1.5 (1.0-2.0)	1.4 (1.0-2.0)	<0.01	1.5 (1.0-2.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.85	0.10	0.08
胸やけ	1.5 (1.0-2.0)	1.4 (1.0-2.0)	<0.01	1.5 (1.0-2.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.97	0.13	0.18
胃酸の逆流	1.5 (1.0-2.0)	1.4 (1.0-1.0)	0.01	1.5 (1.0-2.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.49	0.39	0.42
空腹時の胃の痛み	1.5 (1.0-2.0)	1.4 (1.0-1.8)	0.11	1.5 (1.0-2.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.30	0.06	0.08
吐き気	1.5 (1.0-2.0)	1.4 (1.0-1.0)	<0.01	1.5 (1.0-2.0)	1.4 (1.0-2.0)	0.62	0.86	0.61
腹鳴	1.5 (1.0-2.0)	1.4 (1.0-1.0)	0.01	1.5 (1.0-2.0)	1.6 (1.0-3.0)	0.15	0.30	0.89
胃の膨満感	1.6 (1.0-2.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.29	1.5 (1.0-2.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.95	0.99	0.61
喉の違和感	1.5 (1.0-2.3)	1.5 (1.0-2.0)	0.11	1.5 (1.0-2.0)	1.6 (1.0-3.0)	0.01	0.30	0.45
げっぷ	1.5 (1.0-2.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.10	1.4 (1.0-2.0)	1.4 (1.0-2.0)	0.55	0.58	0.22
おなら	1.6 (1.0-3.0)	1.6 (1.0-3.0)	0.49	1.6 (1.0-3.0)	1.6 (1.0-2.0)	0.89	0.73	0.51
便秘	1.5 (1.0-2.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.07	1.6 (1.0-3.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.11	0.26	0.72
下痢	1.5 (1.0-2.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.91	1.4 (1.0-2.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.14	0.10	0.07
軟便	1.5 (1.0-2.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.20	1.4 (1.0-1.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.02	0.05	0.06
硬便	1.6 (1.0-3.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.06	1.5 (1.0-3.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.16	0.73	0.13
急な便意	1.5 (1.0-2.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.91	1.4 (1.0-2.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.33	0.08	0.29
残便感	1.6 (1.0-2.0)	1.5 (1.0-2.0)	0.17	1.5 (1.0-2.0)	1.6 (1.0-3.0)	0.34	0.76	0.76

値は幾何平均値 (4 分位偏差) で表した.

P1 は群内比較検定, P2 は群間比較検定, および P3 は年齢・性別を調整した群間比較検定の P 値の結果を示した.

便臭について項目として採用し、Visual Analog Scale (以下 VAS と略記) を用いて評価した。これらの記録に際しては、飲泉開始前の VAS や GSRs のスコアはその時点で回収し、飲泉 4 週後の記録時には開始時の記録を参照できない独立記帳方式をとった。なお、対照群に対しても飲泉者と同様に調査した。

正規分布のデータは平均±標準偏差で、また正規分布していないデータは幾何平均値 (4 分位偏差) で表した。飲泉群と対照群の属性の比較は Student t 検定またはカイ二乗検定で分析した。飲泉群と対照群の調査開始前と 4 週間後の群内変化には対応のある t 検定を、また飲泉群と対照群の群間変化には 2 要因 (群・前後) の反復測定分散分析を用いた。さらに、年齢と性別で調整して群間比較検定をした (この結果は、本研究目的の最終判定として採用された)。統計処理では正規分布していない場合には対数化し、分析ソフトに IBM SPSS statistic 24.0 (東京, 日本) を用いた。P < 0.05 を有意差ありとした。

なお、本研究の実施には自治医科大学臨床研究倫理審査委員会の承認を得た (UMIN 試験 ID: UMIN000021788)。医師が対象者からインフォームド・コンセントを得た上で実施した。

結果

飲泉群 (80 名) と対照群 (31 名) が試験に参加し、その属性と体重、腹囲、血圧ならびに脈拍を表 2 に示す。飲泉群は対照群に比べ有意に男性が多く、年齢は高かった。なお、飲泉群で 1 名が試験開始後に便の軟化を訴えて飲泉を中止したが、症状は極めて軽微ですみやかに回復した。

飲泉群内では、4 週間後に体重、腹囲ならびに脈拍の有意な低下がみられた (表 2)。自己記入式質問票については、皮膚のかゆみならびに爪の割れにおける VAS 値の有意な低下 (改善) がみられた (表 3)。GSRs については、胃の痛み、胸やけ、胃酸の逆流、吐き気ならびに腹鳴のスコアの有意な低下 (改善) がみられた (表 4)。

対照群内では、4 週間後に脈拍の有意な低下がみられた (表 2)。自己記入式質問票については有意な変化を示す指標はみられなかった (表 3)。GSRs については、喉の違和感ならびに軟便のスコアの有意な増加 (悪化) がみられた (表 4)。

飲泉群と対照群の群間比較において、自己記入式質問票については、飲泉群は対照群に比べて、髪脱毛ならびに便臭の VAS 値の有意な低下 (改善) がみられた (表 3)。GSRs スコアの変化には有意な差がみられなかった (表 4)。

考察

地域住民からのしおじの湯の飲泉に対する健康に関する声とケイ酸についての過去の研究報告²⁻⁵を踏まえて、ケイ

酸を含むしおじの湯の飲泉における一般的な健康関連指標への効果を調べた。これらの指標のうち、飲泉下で脱毛ならびに便臭の改善について有意な変化が認められた。

まず、飲泉群にみられた脱毛の改善について、ケイ酸との関係性を考察する。ケイ酸を構成するケイ素は、毛髪や皮膚に多くが存在している。⁷ 加齢とともに体内のケイ素含有率は減少し、ケイ素不足は脱毛や皮膚のたるみなどに関係する。⁷ ケイ素は根菜類・穀物などに含まれており、人の主なケイ素の摂取経路は根菜類や穀物などの摂取である。本邦成人においては野菜摂取量不足とともに、1日に必要とするケイ素を十分摂取できていない。^{7,8} ケイ酸が豊富なしおじの湯の飲泉により、不足しがちなケイ素が補充され、脱毛の改善をみた可能性がある。他方で、今回、脱毛以外の毛髪の太さやつやといった状態は有意な変化を示さなかった。人の毛髪は、退行期、休止期および成長期の 3 つの時期からなる毛周期を絶え間なく繰り返している。髪の毛の太さやつやは、成長期における毛髪の形成に関わる毛そのものの性状である。人の毛髪は 1日に約 0.3 mm 伸びるが、本研究の調査期間であった 4 週間では 8.4 mm 程度しか飲泉の影響を受けないため、毛そのものの性状の改善を実感できなかったのかもしれない。1日で 50~100 本の毛が脱落しており、⁹ 脱毛に関しては飲泉の効果を実感できたのではないかと推測した。

次いで、飲泉群にみられた便臭の改善を、ケイ酸との関係性において考察する。腸内細菌がタンパク質を分解し、メチルメルカプタンやインドール、スカトール、フェノール、硫化物などを生成して便臭は発生する。¹⁰ ケイ酸は無機系消臭剤として一般に用いられている。しおじの湯はこれを豊富に含んでおり、消臭に作用した可能性がある。また、臭い成分はイオン化し揮発性になることで空気中に浮遊し感知される。¹¹ しおじの湯は金属イオンを豊富に含んでいるため、飲泉後に腸内で酸化還元反応を起こして臭い成分を非イオン化し、安定的な無臭物質に変換することで便臭を改善した可能性もある。

本研究にはいくつかの限界がある。飲泉群と対照群をブラインド化できていないことは、本試験の最大の弱みであり、結果の解釈には慎重を期す必要がある。対象者は飲泉していることを認識しており、回答に影響を及ぼした可能性がある。また、4 週間と限られた期間で飲泉の効果について調査した。そして、自己記入式質問票と GSRs のみで健康関連指標を調査した。調査期間が短く、調査した健康関連指標に限られていたため、飲泉効果を明らかにするには限定的であった可能性がある。1日の飲泉量は、市販のペットボトルに合わせて 500 mL としたが、飲泉量と健康関連指標との関連性については今回の研究では十分に言及できない。最後に、しおじの湯はケイ酸を豊富に含むことが特徴であることを主眼にして研究を進めたが、今回の結果はしおじの湯に含まれる他の成分との複合作用であった可能性も考慮しておかねばならない。

結語

しおじの湯の飲泉は、脱毛ならびに便臭の改善に効果が認められた。このことは、ケイ酸を含む温泉水（しおじの湯）の飲泉は、脱毛や便臭のような健康改善に寄与する可能性はあるが、これは予備試験の結果に過ぎず、ランダム化比較試験を行ってさらに検討していきたい。

著者のCOI開示

研究に用いたしおじの湯のペットボトルの提供を、上野村から受けた。

文献

1. 杉山 尚. 温泉の飲用療法. 日本温泉気候学会雑誌 1961; 25: 307-317.
2. 森口幸栄, 吉田恵智子. ラットの胃粘膜損傷惹起物質に対するノイシリン(メタケイ酸アルミン酸マグネシウム)の細胞保護作用. 基礎と臨床 1989; 23: 571-575.
3. 高橋恒男, 齊藤秀樹, 外田博貴ら. 胃炎, 胃・十二指腸潰瘍, 上部消化管機能異常に対するアンガスト®の臨床的検討. 基礎と臨床 1992; 26: 4453-4460.
4. Reffitt DM, Ogston N, Jugdaohsingh R, et al. Orthosilicic acid stimulates collagen type I synthesis and osteoblastic differentiation in human osteoblast-like cells in vitro. Bone 2003; 32: 127-135.
5. Martin KR. Silicon: the health benefits of a metalloid. Met Ions Life Sci 2013; 13: 451-473.
6. 本郷道夫, 福原俊一, Joseph Green. 消化器領域におけるQOL—日本語版GSRsによるQOL評価—. 診断と治療 1999; 87: 731-736.
7. 渡辺和彦. 農産物ミネラルと人の健康. Biomed Res Trace Elements 2009; 20: 263-273.
8. 町田大輔, 吉田 亨. 先進国の成人における自家製野菜の栽培・摂取と野菜摂取量との関連に関する系統的レビュー. 栄養学雑誌 2015; 73: 62-68.
9. 風間 隆. I 内科医がしばしば遭遇する皮膚疾患 11. 脱毛症. 診断と治療 1999; 87: 46-50.
10. 奥 恒行, 中村禎子, 岡崎光子. 低分子アルギン酸ナトリウムの排便及び便性に対する改善効果. 栄養学雑誌 1998; 56: 89-99.
11. 村本和世. 「にょい」の生物学. 小児保健研究 2015; 74: 355-360.

An Examination of the Health Effects of Drinking Hot Spring Water that Includes Silica

Takuya Shiraishi¹, Taro Takeshima² and Kazuhiko Kotani²

1 Uenomura Remote Place Clinic, 630-1 Otti, Tano-gun Ueno-mura, Gunma 370-1616, Japan

2 Division of Community and Family Medicine, Center for Community Medicine, Jichi Medical University, 3311-1 Yakushiji, Shimotuke, Tochigi 329-0498, Japan

Abstract

Drinking hot spring water, which has a rich mineral content, is a form of balneotherapy. The water of Shioji-no-yu, a hot spring in Ueno-village (Gunma Prefecture) is rich in silica. Inhabitants consider that drinking the water contributes to health maintenance. We studied the effect of the drinking of hot spring water on the health-related parameters. The study analyzed the participants who drank hot spring water (drinking group, n=80) and those who did not (control group, n=31). The participants in drinking group drank 500 mL of water three times (between meals) a day for four weeks. We conducted a questionnaire survey on the health-related status and the gastrointestinal symptom rating scale before and after the 4-week intervention. There found to be significant improvements in hair loss and the smell of feces in drinking group. Drinking Shioji-no-yu hot spring water may therefore prevent hair loss and improve the smell of feces. Further studies are necessary.

Key words:

drinking hot spring water,
balneotherapy,
silica,
hair loss,
feces' smell
