

# 山口県内温泉水を用いた草木染の試み

## －色味変化に着目して－

星野 裕之\*

Mordanting Effect of Hot Spring Water in Yamaguchi for “*Kusaki-zome*”  
－ Focusing on Color Tones －

HOSHINO Hiroshi\*

(Received September 29, 2023)

温泉水には様々なイオンが含まれており、温泉地によって成分や含有量が異なっている。それらには当然金属イオンも存在しており、温泉地によってその金属イオンの種類や含有量が異なっている。したがって、この温泉水を草木染の媒染に役立つ可能性があり、温泉水の種類（温泉地）によって異なった色味を出せることが期待される。そこで本実験では、山口県内の10か所の温泉水を利用して草木染を行い、その色味の変化をみた。結果は期待していたほどの色味変化はなく、ほぼ草木の色素そのものに近い色であった。これは、他県に比して山口県は温泉地が多いが、その主成分はナトリウムやカルシウムで、それ以外の成分はごく微量であること、ナトリウムイオン、カルシウムイオンは今回使用した色素に対して、それほど色味変化を伴わないためと考えられる。

### 1. はじめに

草木染とは、文字通り草木から得られる天然色素を布に染める技法であるが、実は天然色素はそのままでは布に染まりにくいので、媒染を行う。媒染とは、直接繊維に染着しにくい天然色素を、媒染剤を仲立ちにして繊維に染着させる方法である。ここで媒染剤になり得るものは金属イオンで、この金属イオンが繊維と化学結合（配位結合）し、かつ色素とも配位結合することによって、染着する。このとき、金属イオンと色素とが配位結合すると、色調が変化することが多い。

山口県には多くの温泉があり、温泉地により泉質が異なっている。そこで、少し調べてみると温泉の中に入っている成分（一般にミネラルと言っているものも含めた溶存イオン）で温泉の種類が異なることが分かった。この溶存イオンの中に金属イオンも含まれている。

そこで、温泉の成分の違いが染色のときに色味の変化として山口らしい自然な色が出せたらおもしろいのではないかと考え、温泉水を使った染色を試みることにした。草木染めは合成染料での染色に比べると、はっきりした色に染まらないが、何とも言えない渋みを出すことができる。この草木染に温泉水を使うことで通常の染色法と

は異なる色が出せるのではないかと期待した。

### 2. 実験

#### 2. 1. 実験に供した温泉水

現在、日本の温泉は温泉法<sup>1)</sup>によって定義され、「地中から湧出する温泉、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は除く）で、温度が25℃以上であるか、一定以上の溶存物質を含むか、どちらかを満たしたものと定められている。つまり、25℃以上の地下水であれば、成分に関係なく温泉であり、一定の成分を含んでいれば、25℃未満でも温泉として扱われる。

本実験に用いた温泉は、山口県の上関温泉、萩温泉、豊田温泉、湯田温泉、大河内温泉、一の俣温泉、阿知須温泉、湯谷温泉、石船温泉、玉泉湖温泉の10種類である。各温泉地のご厚意により、源泉を採取させていただくとともに、成分が記載されている温泉分析書を提供していただいた。各温泉の泉質名を下記に列挙する。

- ・上関温泉 (Na・Mg・Ca-塩化物冷鉱泉)
- ・萩温泉 (Ca・Na-塩化物温泉)
- ・豊田温泉 (単純Naイオン泉)
- ・湯田温泉 (アルカリ性単純温泉)

\* 山口大学教育学部, 〒753-8513 山口市吉田1677-1, hhoshino@yamaguchi-u.ac.jp

- ・大河内温泉（アルカリ性単純温泉）
- ・一の俣温泉（単純硫化水素泉）
- ・阿知須温泉（単純弱放射能冷鉱泉）
- ・湯谷温泉（放射能泉）
- ・石船温泉（放射能泉）
- ・玉泉湖温泉（弱アルカリ性天然ラドン温泉）

## 2. 2. 被染布および植物染料

本実験で用いた被染布は、天然色素に比較的染まりやすい絹羽二重（組成：絹100%，織組織：平織，重量： $5.3 \times 10^3 \text{g/cm}^2$ ，厚さ：0.13mm，糸密度：47.8×39.8本/cm，色染社）を使用した。この絹布を5cm角に切り取り、精練、乾燥したものを染色実験に供した。汚れや油分を除くための精練操作は、布重量の約50倍の0.1%ラウリルベンゼンスルホン酸ナトリウム水溶液で10分間煮沸洗浄した後、蒸留水で5分間煮沸洗浄を2回行った。

天然色素（植物染料）はスオウ（田中染料店より購入）を使用した。

## 2. 3. 染色方法

### 2. 3. 1. 媒染行程で温泉水を使用した染色

草木染には、染色する前に媒染する先媒染法と、染色した後に媒染する後媒染法と、染め液の中に媒染剤を加えて染色と媒染を同時に行う同浴法の3種類がある。本実験では、その3種の方法のうち、まず先媒染法で行った。先媒染法は、「①媒染→②染め液作り（1番液）→③染め液作り（2番液）→④煮染め（1番液+2番液）→⑤冷ます→⑥すすぎ・乾燥」の順に行うもので、ここでは、媒染行程で媒染剤の代わりに温泉水を利用して媒染を行い、染色する手順を以下に記す。なお、染め草の量は布の重量の3～8倍量使用するのが普通であるが、今回は媒染効果による色味変化を見るのが目的なので、少ない量（布の重量の半分量）で行った。また、染色温度も通常は90℃以上まで上げるが、操作のしやすさを考慮してやや低めの温度で染色した。

#### ①媒染

- ・布重量の20倍量の温泉水に被染布を20分間、浸漬する。その後、取り出し、ろ紙で押し絞ったあと、④に供する。

#### ②染液作り（煮出し）（1番液）

- ・三角フラスコに染める布の重量の40倍量の蒸留水を入れ、長さ15cm程度のガラス管付きゴム栓をして加熱する。ガラス管は溶媒蒸発による減量を抑えるための簡易還流管である。
- ・沸騰したら染める布重量の半分量の染め草を入れ、20分間煮沸して色素を煮出す。
- ・染め液をろ過し、このろ液を1番液とする。

#### ③染液作り（煮出し）（2番液）

- ・②でろ過した後の残りの染め草にもう一度、布重量の40倍の蒸留水を入れ、ガラス管付きゴム栓をし、20分間煮沸する。
- ・染め液をろ過し、このろ液を2番液とする。

#### ④煮染め（染色）

- ・1番液と2番液を合わせて三角フラスコに入れ、ガラス管及び温度計付きのゴム栓をして、70±2℃に設定した湯浴中に三角フラスコを浸し、振とうする。
- ・フラスコ内の温度が湯浴と同じ温度に達したら、①で準備した媒染済み被染布を入れ15分間振とうしながら一定温度で染色を行う。

#### ⑤冷ます

- ・30分間放置して冷ます。

#### ⑥すすぎ・乾燥

- ・流水（蒸留水）でよくすすぎ、乾燥させる。

## 2. 3. 2. 煮出し・染色工程で温泉水をした染色

前項の染色工程のうち、①媒染をせずに、②および③の染液作り行程で蒸留水の代わりに温泉水を使用して、④煮染めを行う方法と、①媒染行程で、布重量の20倍量の蒸留水に試薬の媒染剤（布重量の2%硫酸アルミニウム）を溶かした溶液に被染布を20分間浸漬したのち、②および③の染液作り行程で温泉水を使用して、④煮染めを行う方法も試みた。

## 2. 4. 染色布の測色

染色布の色味の客観的表示には、分光色差計（NF777 日本電色工業製）を用いて測色し、 $L^*a^*b^*$ 表色系で表した。この表色系は色差（2つの色の差）を表すために考案されたもので、工業製品などの色彩管理に多く利用されているものである。図1のように、 $L^*$ 軸（明度）、 $a^*$ 軸（赤緑色度）、 $b^*$ 軸（黄青色度）の3次元直交軸で表される色空間をもつ。

$L^*a^*b^*$ 表色系色空間において、色の座標は $(L^*a^*b^*)$ で表され、彩度 $C^*$ は $L^*$ 軸からの距離、つまり、

$$C^* = \{(a^*)^2 + (b^*)^2\}^{1/2}$$

で表される。

また、2つの色の差 $\Delta E^*$ は、それぞれの座標値の差 $(\Delta L^*, \Delta a^*, \Delta b^*)$ をとり、

$$\Delta E^* = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$$

つまり、2点間の距離で表される。

以下に述べる結果においては3次元色空間を $a^*$ - $b^*$ 平面図（色度図）および $L^*$ 軸図の2つの図で表記する。

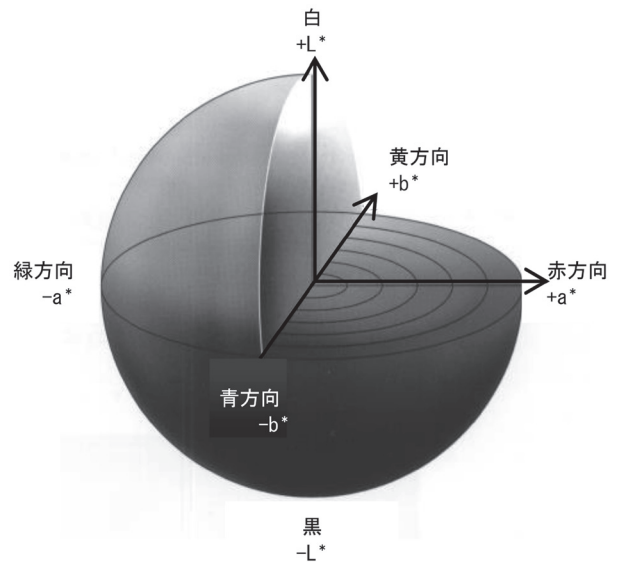


図1  $L^*a^*b^*$ 表色系の色空間概念図<sup>2)</sup>

媒染水	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
なし	64.2	7.8	26.8				
上関温泉	54.9	13.5	20.2	-9.2	5.7	-6.6	12.7
豊田温泉	61.8	9.9	24.0	-2.4	2.1	-2.8	4.2
湯田温泉	64.7	7.7	22.7	0.6	-0.1	-4.1	4.1
大河内温泉	64.8	8.1	23.0	0.6	0.3	-3.7	3.8
阿知須温泉	62.2	10.1	26.5	-2.0	2.3	-0.3	3.1
萩温泉	62.4	8.4	28.4	-1.8	0.6	1.6	2.5
湯谷温泉	64.4	7.9	29.2	0.3	0.1	2.4	2.4
玉泉湖温泉	64.4	7.8	24.5	0.2	0.0	-2.3	2.3
一の俣温泉	64.0	7.8	24.6	-0.2	0.0	-2.1	2.1
石船温泉	64.3	7.5	28.7	0.1	-0.3	2.0	2.0

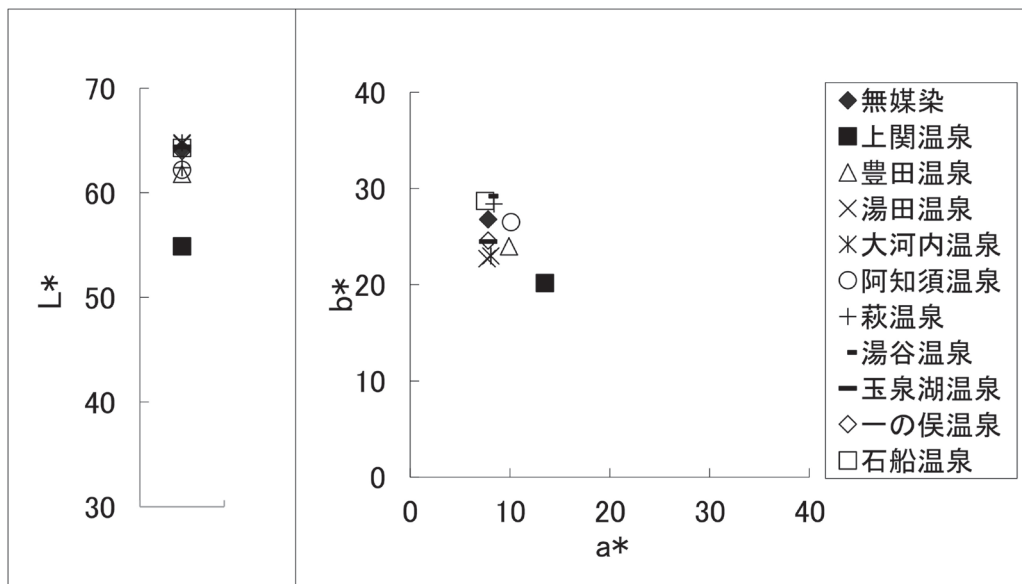


図2 温泉水で媒染した染色布の測色値  
 ( $\Delta L^*$ 、 $\Delta a^*$ 、 $\Delta b^*$ および $\Delta E^*$ は無媒染布の測色値との差を示す)

煮出し水	L*	a*	b*	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
蒸留水	64.2	7.8	26.8				
阿知須温泉	51.4	13.7	21.2	-12.7	5.9	-5.6	15.1
上関温泉	52.8	14.4	22.9	-11.4	6.6	-3.9	13.7
豊田温泉	60.6	7.3	16.2	-3.6	-0.5	-10.6	11.2
湯田温泉	56.0	12.8	27.7	-8.2	5.0	1.0	9.6
大河内温泉	63.2	6.6	20.3	-1.0	-1.2	-6.5	6.7
石船温泉	58.8	9.6	25.6	-5.4	1.8	-1.2	5.8
湯谷温泉	60.6	8.7	27.5	-3.6	0.9	0.7	3.8
萩温泉	62.1	9.4	28.9	-2.1	1.6	2.2	3.4
玉泉湖温泉	61.5	9.7	25.8	-2.7	1.9	-0.9	3.4
一の俣温泉	61.5	9.7	25.8	-2.7	1.9	-0.9	3.4

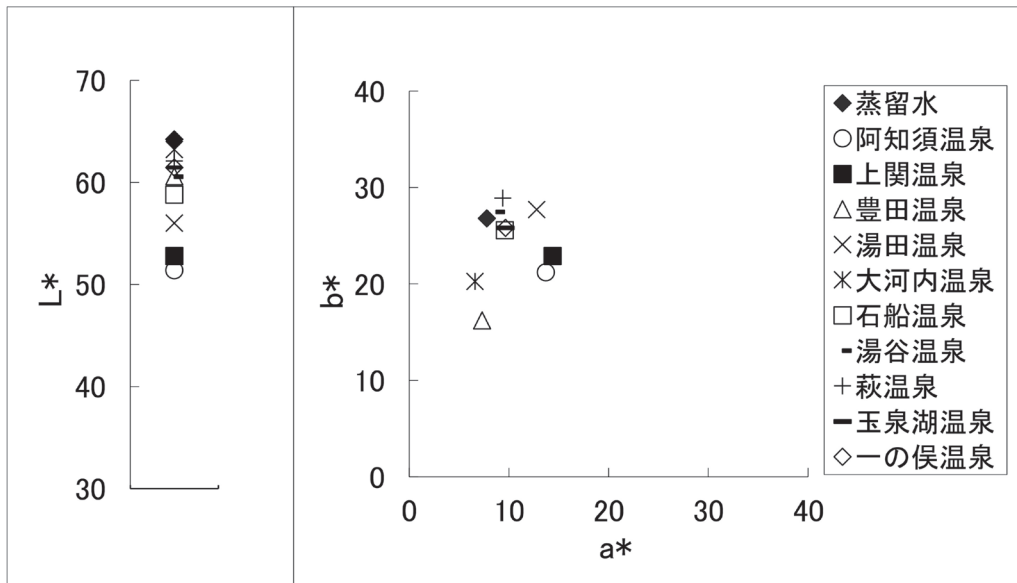


図3 煮出し水に温泉水を使用した染色布の測色値（無媒染）  
 ( $\Delta L^*$ 、 $\Delta a^*$ 、 $\Delta b^*$ および $\Delta E^*$ は蒸留水煮出し染色布の測色値との差を示す)

### 3. 結果

#### 3. 1. 媒染行程で温泉水を使用した染色

草木染の媒染行程で10種類の温泉水を使用して染色した結果の色味変化を無媒染布（媒染行程を経ずに蒸留水で煮染めをした布）と併せて図2に示す。

スオウは媒染しなければ濃い山吹色に染まるのであるが、全体的に色味の変化は小さいという結果になった。そのなかで、無媒染布と比べて、上関温泉を使用した染色布はやや濃く橙色系に染まっており、測色結果からも無媒染布との明度差 ( $\Delta L^*$ ) = -9.2と低く、 $a^*$ - $b^*$ 平面上で45°線上（橙色）へ向かって偏り、色差 ( $\Delta E^*$ ) = 12.7であったことから分かる。また、一般に $\Delta E^* > 3$ であれば、誰の目にも色味の違いが判別できると言われていることから、わずかではあるが、豊田温泉、湯田温泉、大河内温泉も色味が変わっていることが分かる。

一方、石船温泉、一の俣温泉、玉泉湖温泉、湯谷温泉、萩温泉の各温泉水を使用した場合は、 $\Delta E^* < 3$ であり、目視においても無媒染布との色味の違いは判別しにくい

結果となった。

#### 3. 2. 煮出し・染色工程で温泉水をした染色

まず、媒染行程を経ずに温泉水で煮出し・煮染めをした染色布の結果を蒸留水で煮出し・煮染めをした染色布と併せて見ると（図3）、阿知須温泉、上関温泉および湯田温泉を煮出し水として使用した染色布は、蒸留水を煮出し水として使用した染色布よりはやや濃く染まっており、 $L^*$ 値が低く、 $\Delta E^*$ が大きい方であった。反対に、豊田温泉および大河内温泉を煮出し水として使用した染色布は、蒸留水を煮出し水として使用した染色布より $L^*$ 値はそれほど下がらなかったのに対して、 $b^*$ 値が下がって彩度 $C^*$ 値 ( $a^*$ - $b^*$ 色度図において原点からの距離) が小さくなり、目視においてもくすんで染まったように見える。それ以外の染色布は、蒸留水を煮出し水として使用した染色布にほぼ近い色に染まった。

次に、①媒染の行程で、硫酸アルミニウムで媒染し、温泉水で煮出し・煮染めをした染色布の結果を、同じく

煮出し水	L*	a*	b*	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
蒸留水	41.3	36.8	12.3				
豊田温泉	50.3	21.0	7.0	9.0	-15.8	-5.3	18.9
阿知須温泉	40.1	27.2	10.7	-1.2	-9.6	-1.6	9.8
湯谷温泉	34.1	33.3	10.1	-7.2	-3.6	-2.2	8.3
石船温泉	34.3	33.7	11.0	-7.0	-3.1	-1.3	7.7
湯田温泉	35.2	33.1	10.6	-6.1	-3.7	-1.7	7.3
上関温泉	39.8	30.5	11.0	-1.5	-6.4	-1.3	6.6
一の俣温泉	38.5	32.3	9.8	-2.7	-4.5	-2.5	5.8
大河内温泉	38.7	32.0	10.5	-2.5	-4.8	-1.8	5.7
玉泉湖温泉	35.9	35.1	11.3	-5.4	-1.8	-1.0	5.7
萩温泉	42.0	33.6	12.0	0.8	-3.2	-0.3	3.3

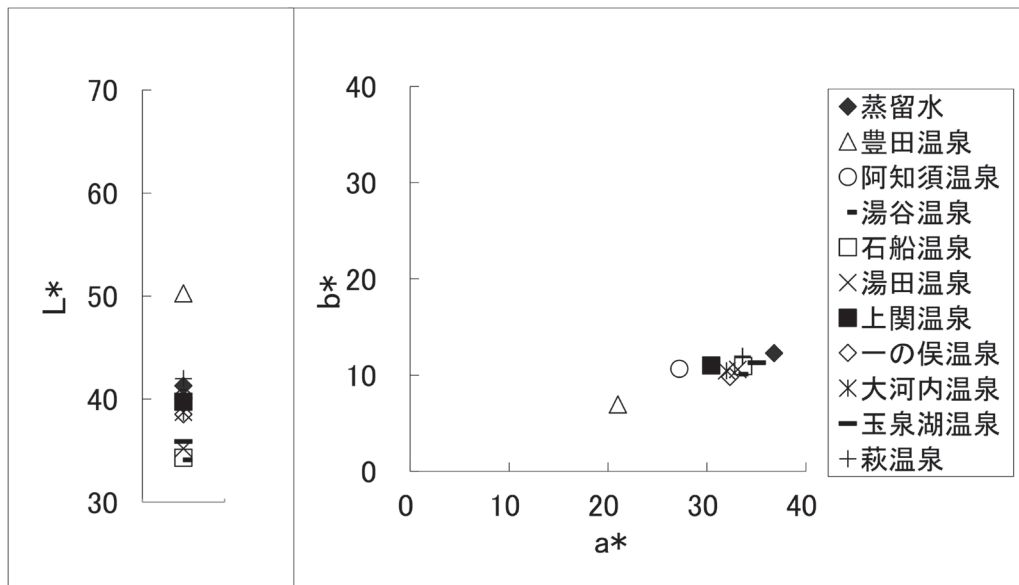


図4 煮出し水に温泉水を使用した染色布の測色値（硫酸アルミニウム媒染）  
 ( $\Delta L^*$ 、 $\Delta a^*$ 、 $\Delta b^*$ および $\Delta E^*$ は蒸留水煮出し染色布の測色値との差を示す)

硫酸アルミニウムで媒染し、蒸留水で煮出し・煮染めをした染色布の結果と併せて図4に示す。この場合、媒染の働きをするのがアルミニウムイオン ( $Al^{3+}$ ) で、赤色系に変化することが分かっている。この実験では、温泉水で煮染めをした染色布の色度点 ( $a^*$ - $b^*$ 平面) は、蒸留水で煮染めをした染色布の色度点 (黒塗りの◇印) と原点とを結ぶ線上にあり、ほぼ色相は同じである。豊田温泉を煮出し水として使用した染色布は、蒸留水を煮出し水として使用した染色布との色差が $\Delta E^*=18.9$ と最も大きい、 $L^*$ 値が上がって明るくなっており、かつ $a^*$ 値が極端に下がって彩度 $C^*$ 値が小さくなってしまい、見た目にも薄く染まってしまった。湯谷温泉、石船温泉および湯田温泉で煮染めした染色布は、蒸留水で煮染めした染色布より $L^*$ 値が下がって暗くなっているため、濃く染まったように見える。上関温泉、一の俣温泉以下は、蒸留水で煮染めした染色布にほぼ近い色であった。

### 3. 3. まとめ

温泉水を使用した草木染の実験を行って、得られた結果は次のとおりである。

最初に温泉水を媒染剤の代わりとして使用した染色布の場合は、あまり色味変化は見られなかった。強いて言えば、マグネシウムイオン ( $Mg^{2+}$ ) の多い上関温泉に若干の色味変化がみられた。

また、温泉水を煮出し水に使用した染色布の場合も大きな色味変化は見られず、阿知須温泉、上関温泉および湯田温泉でやや濃く染まり、豊田温泉、大河内温泉はややくすんで染まってしまった。

次に試薬の硫酸アルミニウムで媒染し、染色の際に温泉水を煮出し水として使用した場合、先に行う試薬の媒染剤の影響が優勢となり、その後の染色時に出会う温泉水のイオンはその上に重なることになり、色相は変わらないが、彩度が下がってくすんでしまった。



#### 4. 総括

今回、温泉水を媒染剤の代わり、または煮出し水として使用したが、全体を通してみると大きな色の変化はなかった。鉱泉分析法指針<sup>3)</sup>によれば、泉質名で単純温泉というのは、溶存物質が温泉水1kg中1000mg未満のものを言い、塩化物温泉とは、塩素イオンが主成分で温泉水1kgあたり溶存物質が1000mg以上含む（陽イオンとしてナトリウムイオンやカルシウムイオン、マグネシウムイオンなどの金属イオンを含む）ものを言う。また、硫黄泉（硫化水素型と硫黄型がある）は温泉水1kg中に硫黄2mg以上含むものを言い、放射能泉は温泉水1kg中にラドンが100億分の30キュリー単位以上含むものを言う。山口県の温泉にはなかったが、鉄泉は鉄イオン( $\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$ )が温泉水1kgあたり20mg以上含むものを言う。

一般に試薬で媒染する場合、天然色素と布の素材との組み合わせによるが、媒染剤の量は布重量の2%とするのが通常である。本実験においては、被染布1枚(5×5cm)あたりの硫酸アルミニウムは2.65mgである。これを $\text{Al}^{3+}$ に換算すると0.42mgである。一方、温泉水を媒染剤の代わりとした実験では、布重量の20倍量の温泉水を使用したの、仮に温泉水1kgあたり特定のイオンが1000mg含有していたとすると、被染布1枚あたり2.65gの温泉水を使用し、その中に特定のイオンが2.65mg存在する計算になる。逆に、温泉水1kgあたり100mgしか特定イオンが含有していない場合、被染布1枚あたり特定イオンは0.265mg存在することになる。

今回使用した温泉水の成分分析を自ら行っていないので明言はできないが、各温泉地から戴いた温泉分析書には、温泉水1kg中に含まれる成分が陽イオン、陰イオンそれぞれmg単位で記載されている。それによると、塩化物温泉には塩素イオンの他に $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ がそれぞれ温泉水1kgあたり2000mg以上含有している。これは布重量の20倍量の温泉水(2.65g)中にそれぞれの金属イオンが5.30mg以上含有していることになる。本来はモル数で比較すべきだが、ざっくり言うと、 $\text{Al}^{3+} = 0.42\text{mg}$ と比較して、媒染量としては充分な量である。しかしながら、天然色素との組み合わせによるが、実は $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ は色味の変化が小さい媒染種であることが多いので、 $\text{Mg}^{2+}$ のおかげで山吹色から若干橙色系へ変化したものと思われる。一方、単純温泉は1kg中金属イオンが100mg程度か、それ以下であったので、温泉水2.65g中に金属イオンは0.265mg程度か、それ以下となり、媒染量としては少ない計算になる。したがって色味変化は起こりにくい。

温泉水を煮出し水に使用し染色した場合は、布重量の40倍量の温泉水を2回にわたって煮出しに使用するの、

被染布1枚あたり10.6gの温泉水を使用する。したがって、先ほどと同じように、仮に温泉水1kgあたり金属イオンが100mgしか含有していないとしても、10.6gの温泉水中に金属イオンが1.06mg存在することとなり、媒染量としては充分である。しかし、温泉水を使用して煮出しをして、そのまま染色をするという、いわば同浴法で媒染をしているので、被染布に金属イオンが結合する前に色素が付着（布に結合していない）することが多く、付着した色素に金属イオンが結合しても、染色後の水洗時に色素と一緒に流れ落ちる傾向があり、濃い色に染めにくいことが多い。とは言え、まれに、布の素材と媒染種と色素の組み合わせによって濃く染まるがあるので今回試したが、期待どおりの色味変化はなかった。

これまで、媒染に貝殻・卵殻・エビ殻を使ったり<sup>4)</sup>、萩焼の土を使ったり<sup>5)</sup>、山口県内で採掘される石を使ったり<sup>6)</sup>したが、これらと比べると、今回の温泉水の結果は色味変化に乏しかった。

#### 謝辞

本実験を行うにあたり、各温泉関係者の皆様に対して、源泉を取水させていただき、かつ、温泉分析書を閲覧または複写させていただきましたことに御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) たとえば、e-Gov法令検索 (<https://elaws.e-gov.go.jp/>) で“温泉法”を検索 2023.9現在閲覧可
- 2) 大井義雄・川崎秀昭著「カラーコーディネーター入門 色彩」, 日本色研事業 2012
- 3) たとえば、環境省 (<https://www.env.go.jp/>) で“鉱泉分析法指針”を検索 2023.9現在閲覧可
- 4) 星野裕之・亀川佳奈・錦木香奈, 貝殻・卵殻・エビ殻を利用した草木染の試み－色味変化に着目して－, 山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要, 第39号, 179-186 (2015)
- 5) 星野裕之・松本智香・山下晴加, 萩焼の土を用いた泥媒染染色による絹布の色味変化, 山口大学教育学部研究論叢, 第66巻 第2部, 123-128 (2017)
- 6) 星野裕之・住友仁美・三浦眸, 粉碎石の草木染への応用の試み－色味の変化に着目して－, 山口大学教育学部研究論叢, 第70巻, 229-232 (2021)