

### 光反応による水素化硫黄泉の提案

UMEDA, Kazuki / 梅田, 一輝

---

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院理工学・工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編

(巻 / Volume)

56

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

2

(発行年 / Year)

2015-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00011358>

# 光反応による水素化硫黄泉の提案

POSSIBILITY OF SULFUR SPRING CONTAINING HYDROGEN BY LIGHT IRRADIATION

梅田 一輝

Kazuki UMEDA

指導教員 大河内 正一

法政大学大学院理工学研究科応用化学専攻修士課程

So far, hydrogen makes effectively the reductive bathwater and the elasticity of the human skin can be improved through habitual bathing in water hydrogenated was revealed. In the present study aiming of means for producing of novel reductive hydrogenated bathwater was examined by using photoreaction. As a result, producing of hydrogen was confirmed by irradiating with UV light (250 nm) to artificial sulfur spring water including each sulfur components. Moreover, it was found that natural sulfur spring can also be produced hydrogen by irradiated with UV light (250 nm). Therefore, it was suggested the possibility of producing of hydrogenated sulfur spring added effect of hydrogen.

**Key Words** : photoreaction, hydrogen, sulfur spring

## 1. はじめに

これまで当研究室では、新鮮な温泉水の本質の特徴は還元系にあることを明らかにし、継続的に入浴することで、皮膚の酸化や老化の抑制効果に期待が持てることを提案<sup>1)</sup>してきた。そこで、一般家庭でも浴用可能な還元系人工温泉水を製造する手段として、水の電気分解により水素を発生させ還元系浴槽水を製造する電気化学的な方法<sup>2,3)</sup>と、より簡易的で温泉水にも応用可能な手段として、水素系入浴剤を浴槽水に添加する方法<sup>4,5)</sup>について提案してきた。いずれも還元系の浴槽水の製造に水素が有効であることを明らかにしてきた。

そこで、本研究では新たな還元系浴槽水の製造方法として光反応による方法の検討<sup>6)</sup>を行った。これまで、紫外光を照射することにより水素が生成されることが確認されている硫黄化合物<sup>7)</sup>を含む硫黄泉に着目した。硫黄泉の主成分はチオ硫酸イオンや硫化水素が考えられるが、特に硫化水素は毒性が強く、さらに温泉施設などで電子機器などの腐食や黒ずみ化による美観損傷が大きな問題となっている。このため、多くの温泉地では湯通しや曝気装置などを用いてあえて硫化水素濃度を低下させることで、浴場の安全を維持している。しかし一方で、この工程を行うことにより、還元系の温泉水ではなくエージングの進んだ温泉水を提供している可能性が考えられる。

そこで本研究では、硫黄成分を含む水溶液に対して光を照射し、水を直接還元し水素を発生させることで、安全かつより還元系で水素と硫黄泉の効果を併せ持つ水素化硫黄泉の製造が可能か検討した。

## 2. 実験

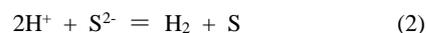
硫黄泉の主要な成分であるチオ硫酸イオンおよび硫化水素の含まれた水溶液をそれぞれ調製し、紫外線ランプ(250nm)で個別に照射した。その際の各試料溶液中の ORP-pH 関係および溶存水素濃度を経時的に測定した。

また硫黄成分を含む天然温泉として、雲仙温泉(長崎県、酸性硫黄泉(硫化水素型))の旅館敷地内の真下から浴槽に直接注いでいる新鮮な温泉水(硫化水素濃度 3.4ppm)、およびその温泉水を採取後開栓状態で12時間放置しエージングさせた温泉水をそれぞれ用意し、紫外線ランプ(250nm)で個別に照射を行った。その際の温泉水中の溶存水素濃度を経時的に測定した。

## 3. 結果および考察

### 3.1 硫黄化合物イオンに対する紫外光照射

今回用いた硫黄成分の水素生成反応として、(1)および(2)式の反応が予想される。



上記の反応における標準電極電位差はそれぞれ  $\Delta E^0 = 0.571\text{V}$ ,  $\Delta E^0 = 0.447\text{V}$  となり、反応が基本的に進行することが推測できる。

Fig.1 に各試料に対して紫外光を照射した際の ORP-pH 関係の結果を示す。いずれの試料も紫外光照射直後、ORP 値が低下し、還元系成分の生成が確認できる。その後時間経過とともに徐々に ORP 値は上昇していき、最終的に図中の破線で示す平衡 ORP 付近に達した。紫外光を照射した際、アルカリ性のチオ硫酸試料(●, ○印)では、硫酸イオンが生成され pH が酸性側にシフトすると同時に、水素生成により ORP は低下する。最終的に、生成された水素が抜け、ORP は平衡 ORP に達する。一方、酸性の硫化水素試料(■, □印)では水素の生成により、ORP は低下するが、水素および硫化水素共に抜けることで平衡 ORP にシフトすると考えられる。

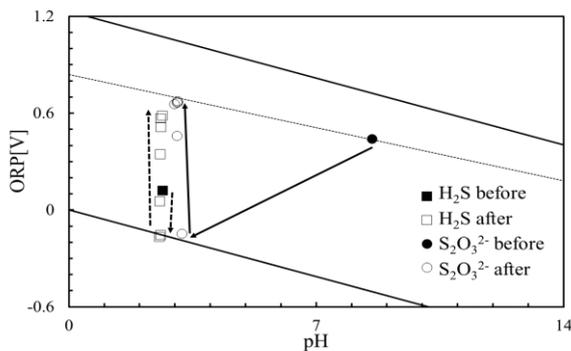


Fig.1 各試料に紫外光を照射した際の ORP-pH 関係

Fig.2 に、紫外光を照射した際の溶存水素濃度の経時変化を示す。図中の破線は継続的な入浴により皮膚の粘弾性の上昇が見込まれる水素濃度(50ppb)を示す。いずれの試料も照射直後から溶存水素濃度が上昇し、水素が発生していることが確認できた。その後、溶存水素濃度は最大値を経過し、徐々に低下していき最終的に 0 付近まで低下した。溶存水素濃度の推移は基本的に ORP 値に対応し、変化していく結果を示した。また、溶存水素濃度はチオ硫酸イオンおよび硫化水素の濃度が高くなるほど、より高くなることが確認できた。

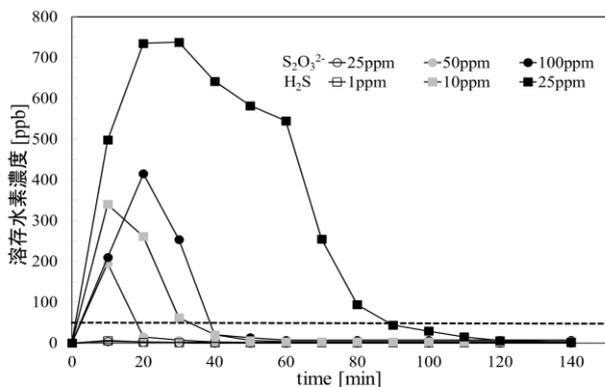


Fig.2 各試料に紫外光を照射した際の溶存水素濃度の経時変化

### 3.2 天然硫黄泉に対する紫外光照射

Fig.3 に、雲仙温泉水に紫外光を照射した際の溶存水素濃度の経時変化を示す。新鮮な温泉水に紫外光を照射した場合、照射直後から溶存水素濃度が上昇し、水素が発生することが確認できた。その後、溶存水素濃度が最大値を経て徐々に水素濃度は低下した。一方、エージングさせた雲仙温泉水に対して紫外光を照射しても、溶存水素濃度の上昇はほとんど確認できなかった。雲仙温泉への紫外光照射で水素が確認できるのは、温泉水中に含まれている硫化水素(3.4ppm)とチオ硫酸イオン(0.2ppm)が考えられる。硫化水素が光反応により水素を生成しなかった理由として、温泉水をエージングさせたことにより、ガス成分である硫化水素が温泉水中から抜けてしまったためだと考えられる。また、チオ硫酸イオンにおいては、エージングにより酸化したため水素生成反応が起こらなかったのではないかと考えられる。

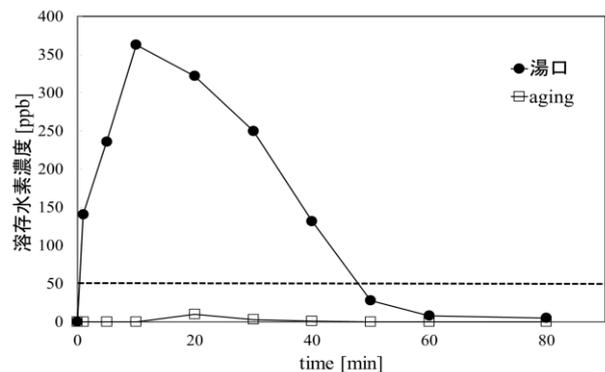


Fig.3 雲仙温泉に紫外光を照射した際の溶存水素濃度の経時変化

### 4. まとめ

今回、新たな還元系浴槽水の製造方法として光反応による検討を行った。具体的に、硫黄泉に含まれる硫黄成分に対して、紫外光を照射することにより水素の生成を確認することができた。また、天然の硫黄泉に対しても紫外光を照射することで水素の生成を確認することができた。これらのことから、安全かつより還元系の水素化硫黄泉の製造の可能性が示唆された。

#### 参考文献

- 1,2,3) 大河内ら, 温泉科学, **49**, 59(1999), 同, **53**, 1(2003), 同, **55**, 55(2005)
- 4,5) 栗田, 大河内ら, 温泉科学, **63**, 2(2013), 同, **63**, 313(2014)
- 6) 梅田, 大河内ら, 第67回温泉科学大会講演要旨集, 62(2014).
- 7) 経済産業省産業技術総合研究所長, 特開 2001-294401(2001).