【浄水研究発表】新たに判明 水道水中の残留塩素は毛髪の内部まで損傷 浄水が毛髪ダメージ抑制に寄与する可能性

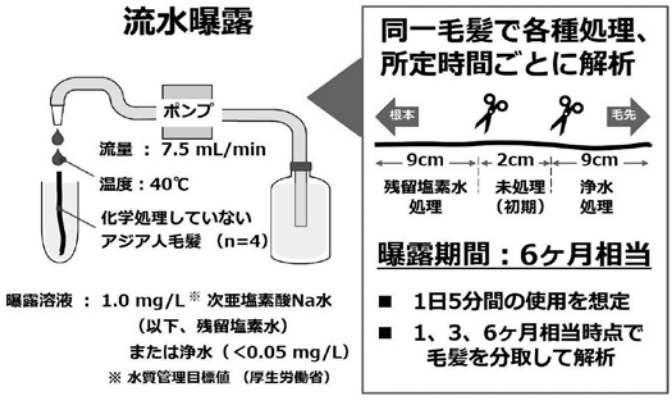
株式会社LIXIL

株式会社LIXIL（以下、LIXIL）は、自社の浄水研究において、水道水中の残留塩素が毛髪表面のみならず、内部のタンパク質まで酸化させ、毛髪に損傷を与えることを確認しました。同時に、残留塩素を除去した浄水が、毛髪タンパク質の酸化抑制に寄与できる可能性を見出しました。本研究結果は、日本薬学会第145年会（2025年3月26日～29日）にて発表しました。

LIXILは、水の価値を高めることが生活のクオリティ向上にもつながると考え、浄水技術などを通じて水の可能性を追究しています。その一環として、浄水研究を継続的に実施し、そこで得た知見や成果を学会などで発表しています。

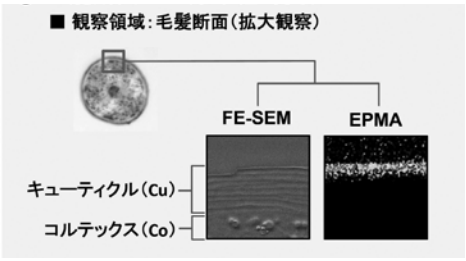
■研究背景

LIXILでは、水道水に含まれる残留塩素に着目し、残留塩素を除去した浄水の肌や髪に対する効果について研究しています。これまでの研究で、水道水中の残留塩素が毛髪表面のキューティクルを損傷させる過程の観察に成功しており、今回はさらに、残留塩素が毛髪タンパク質に与える影響について調査しました。そして、残留塩素を活性炭で除去した浄水の場合と比較することで、浄水の有用性についても検証しました。

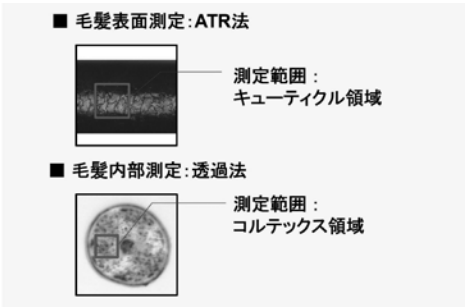


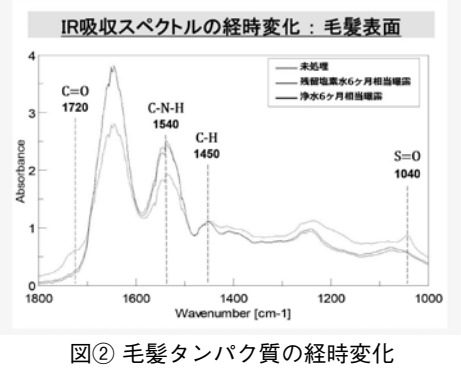
■研究概要

水道水程度の濃度の残留塩素で曝露した1本の同一毛髪について、毛髪断面の性状変化および塩素（Cl）分布の経時的変化を電子プローブマイクロアナライザー（EPMA）で観察しました（図①）。また、毛髪表面および内部のタンパク質の経時的変性を顕微フーリエ変換赤外分光法（FT-IR）で観察しました（図②）。対照として、浄水で曝露した毛髪も同様の観察を行うことで、残留塩素が毛髪タンパク質に与える影響を調べました。



図① 毛髪断面のCl分布経時変化





図② 毛髪タンパク質の経時変化

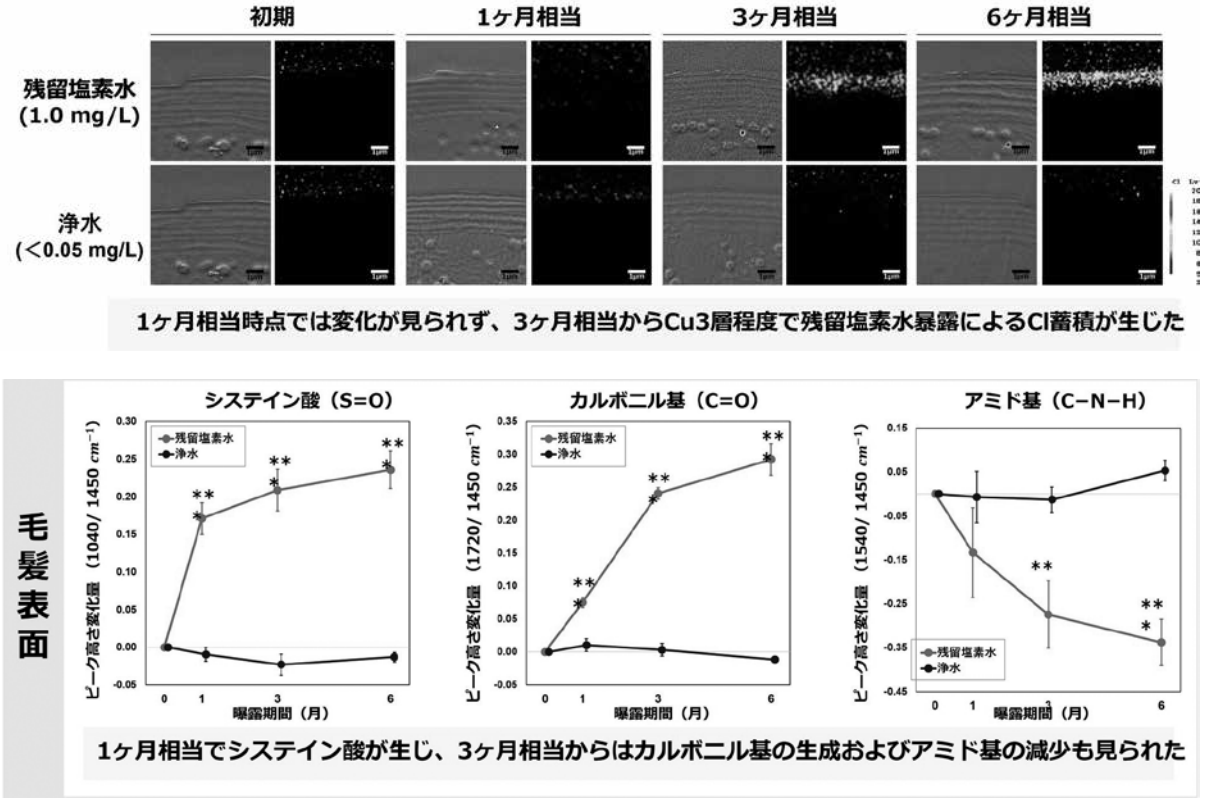
その結果、１日５分の使用を想定した場合、３か月相当の曝露から、残留塩素を曝露した毛髪表面で、キューティクル３層程度までの深さで残留塩素由来と思われるClの蓄積が見られ、併せてタンパク質の酸化を示唆するカルボニル基の増加と、タンパク質の分解を示唆するアミド基の減少を確認しました。一方、残留塩素を除去した浄水の場合にはこれらの反応は認められませんでした。(図③)

今回、酸化の影響がより大きかった毛髪表面では、１か月相当の曝露でシステイン酸が生成しており、Clの蓄積よりも早い段階でタンパク質のシステイン残基が形成するジスルフィド結合に影響を与えていることが示唆されました。また、Clの蓄積およびカルボニル基の増加はアミド結合の分解とともに進行していることから、タンパク質を構成するペプチド鎖が酸化の影響を受け、これらの反応が複合的に生じたと考えられます。

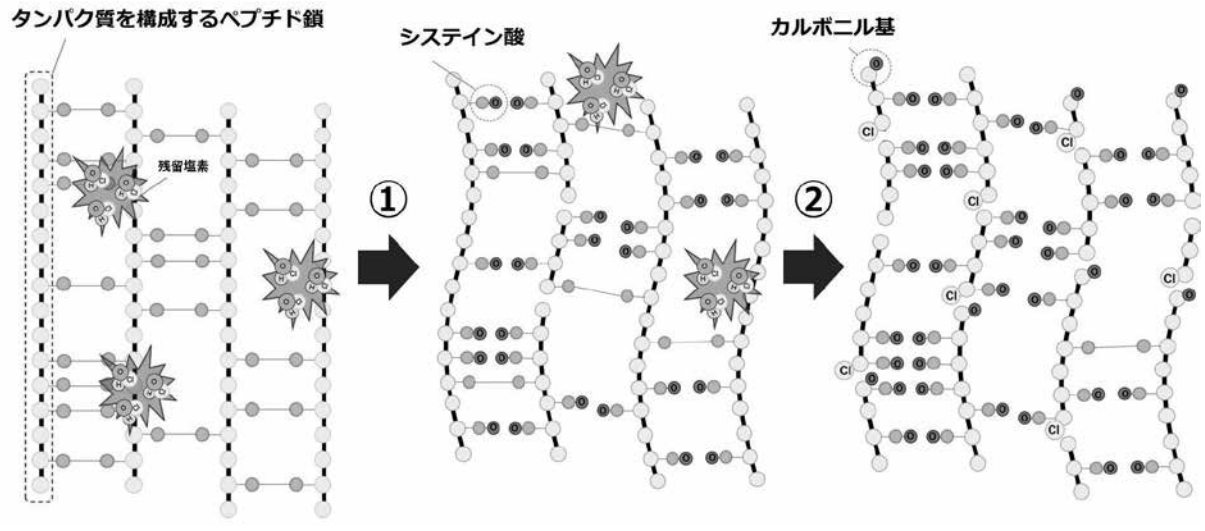
以上のことから、残留塩素が曝露された毛髪の表面では、以下のことが考察されます。(図④)

①残留塩素はまず、毛髪タンパク質側鎖のシステイン残基が形成するジスルフィド結合に対して作用。残留塩素のClは毛髪表面には留まらず流出。

②その後、Clがタンパク質主鎖のアミド結合の酸化に寄与することで、それにともなう塩素化が進行し、毛髪表面にClが蓄積。



図③



図④

一方、毛髪内部（コルテックス）では、カルボニル基およびアミド基についてはほとんど変化が見られませんでしたが、システイン酸は毛髪表面と同様に増加傾向にあることが分かりました。これにより、残留塩素によるタンパク質の酸化変性は毛髪表面と比較して穏やかではあるものの、毛髪内部のコルテックス領域まで及ぶ可能性が示されました。（図⑤）

■研究まとめ

今回の研究により、水道水程度の残留塩素を毛髪に繰り返し曝露すると、毛髪表面のタンパク質の酸化反応が進むだけでなく、さらに内部のコルテックスまで影響を及ぼす可能性が示唆されました。一方、残留塩素を除去した浄水では、これらの反応は認められませんでした。このことから、水道水の残留塩素は、毛髪に酸化等のダメージを与えるの外的因子の一つとなり、残留塩素を除去した浄水の日常使用は、この外的因子を減らすことで、髪の毛本来の美しさを維持できる可能性が示唆されました。

LIXILは、今後も水の価値を高める浄水の研究および技術開発を継続し、誰もが願う豊かで快適な住まいの実現に向けて貢献していきます。

＜参考資料＞

■LIXIL浄水について

今回の研究は、LIXILの浄水カートリッジJF-43を使用して実施しています。

LIXILの浄水カートリッジは、全て国内工場で徹底した品質管理、高度な検査体制のもと製造しています。また、LIXILでは水の専門チームがすべての工程と品質を管理し、高いクオリティを追求しており、安心してお使いいただけます。

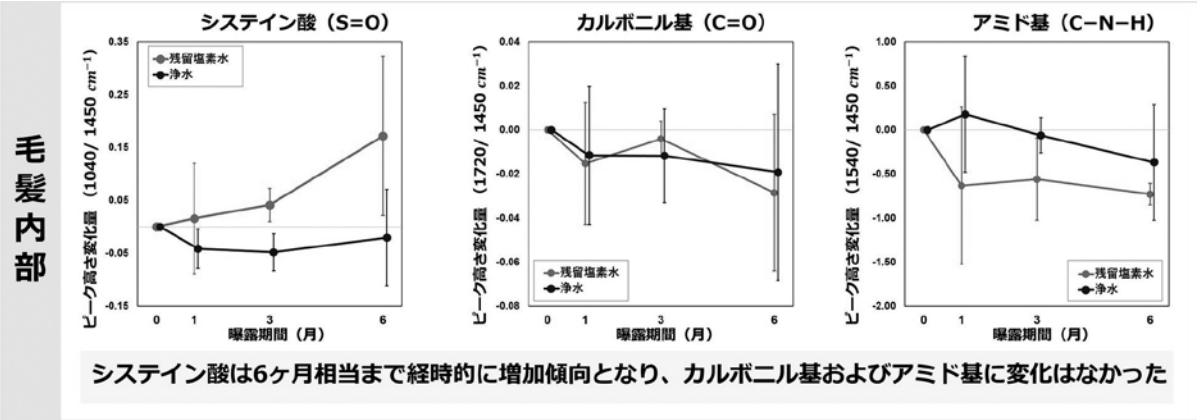
詳しくは､LIXILの関連ウェブサイトをご覧ください。

・浄水ポータルサイト

https://www.lixil.co.jp/lineup/faucet/water-purifier/

・うるつや浄水サイト

https://www.lixil.co.jp/lineup/faucet/shower-purifier/



図⑤