

貴金属コアシェル型ナノ構造体の作製とその高性能脱臭・抗菌剤への応用

加工技術課 岩坪 聡、*企画管理部 松井 明、衛生研究所 綿引 正則
北陸職業能力開発大学校 蓮覚寺 聖一、富山大学 中村 優子
エーエステー 田中 勇、ラヴァストーリー 松崎 元

1. はじめに

近年の健康ブームから、低温サウナの一種である遠赤外線効果を利用した岩盤浴が盛んになってきた。県内においてもそのような施設が多く建設されつつある。しかしながら、その環境は雑菌が多く繁殖する温度湿度の環境であり、様々な人がその岩盤にふれるため、衛生面や臭いの問題が指摘されてきている。今後この分野の発展のためには、岩盤浴の衛生面の調査とともに、それに適した高い脱臭作用と抗菌作用を有する材料を安価に供給することが不可欠である。本研究では、岩盤浴で繁殖している菌の種類調査とともにコア材の表面の一部に抗菌性の金属を数ナノ付着させたコアシェル構造の抗菌剤を作製し、その材料の脱臭・抗菌性の性能を定量的に評価した。

2. 実験及び結果

(a) 脱臭・抗菌に適した貴金属コアシェル型ナノ構造体の作製とその分散技術の開発

コアシェル型ナノ構造体の作製に成功し、その安価な作製プロセスも開発した。作製した抗菌剤の最小発育阻止濃度 (MIC 値: Minimum Inhibitory Concentration) は、黄色ブドウ球菌に関して、0.033 ppm と従来のナノ構造の製品の4倍以上、更に銀イオンのみの数 ppm の値に対して、100倍以上の性能を持つことが確認できた。

この現象は、ナノ構造による表面積の拡大とシェル部分の不安定な銀によるイオン化速度の増大によるものであることが確かめられた^[1]。

(b) 岩盤浴の衛生調査と貴金属コアシェル型ナノ構造体の脱臭・抗菌特性の検討

実際の浴室と岩盤ベッドに本研究で作製した抗菌剤を塗布し、その臭い変化を評価するとともに、処理岩盤ベッドと未処理岩盤ベッドから菌を採取し、その生菌数検査と生存している分離菌同定のDNA検査を行った。

図1に、抗菌処理された岩盤のイメージを、図2に研究で使用した試験用岩盤ベッドを示す。浴室の下部に抗菌処理を行った。試験用岩盤ベッドとして、図3に示す4分割された岩盤に対して、そのまま使用した未処理岩盤試験片と銀濃度の異なるナノ粒子を含む溶液のディップ処理により作製した処理岩盤試験片を埋め込み生菌数の試験を行った。

図3に塗布した銀濃度と岩盤に生息していた菌の数を示す。ある濃度以上に銀を塗布した岩盤には、生菌数0のものもあり、銀コアシェル構造体の抗菌効果が非常に高いことが確認できた。また、耐性菌の繁殖もなく、非常に良好な抗菌処理であることが分かった。

*現 生活工学研究所

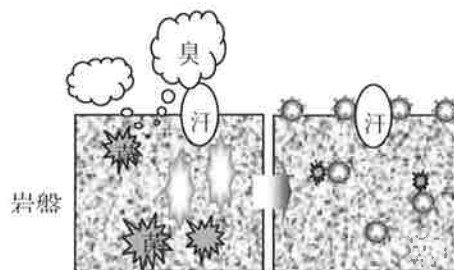


図1 抗菌処理した岩盤ベッド下のイメージ



図2 試験用岩盤浴ベッド

ここで使用した岩盤の様々な銀濃度に対する JIS Z 2081 試験を行ったが、岩盤自体が黄色ブドウ球菌に対して抗菌性をもっていたので、その菌に対する JIS Z 2081 試験は成立しなかった。しかし大腸菌に対しては、銀濃度が8%以上の抗菌剤で4以上の抗菌活性値を持つことが確認でき、JIS Z 2081 試験による岩盤ベッドの抗菌評価としては、どの銀濃度でも十分な性能を持つことが確認できた。

現場での高い性能を求めるとすれば、実際の使用で生菌数が0の25%以上の銀濃度の抗菌剤が適していると考えられる。一方、抗菌処理しない岩盤ベッドを高圧洗浄で清掃する場合は、悪性の菌は観察され無かったが、そのベッド上には約 10^1 個/cm²の環境菌が繁殖しており、それが原因で悪臭を発していることが分かった。

未処理のもの弱い抗菌性で岩盤の生菌がある場合は、その菌は次の種類のもので、悪性の菌は観察されず耐性菌に関する問題はなかった。

- (1) 岩盤に生息している菌 (環境菌)
- (2) 口や虫歯など人に生息している菌
- (3) 水に生息している菌 (環境菌)
- (4) 大腸菌などの悪性の菌は検出外

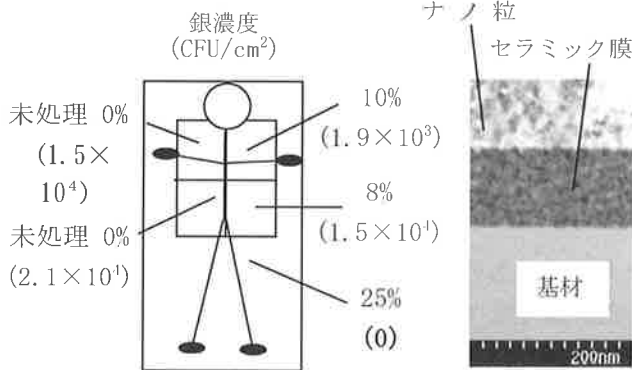
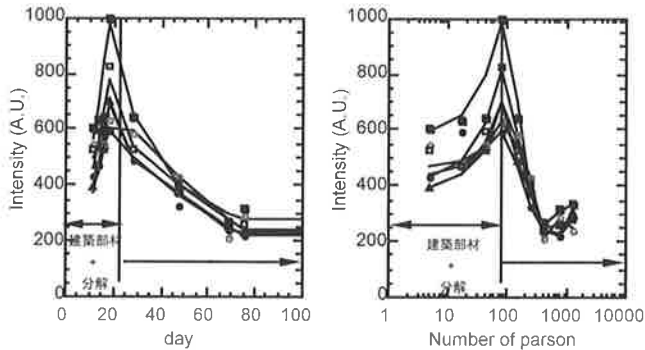


図3 岩盤の生菌数の分布 図4 ナノ粒子を固定部の断面



(a) 処理後の日数 (b) 延べ人数

図5 ナノ粒子塗布後の臭いの日数と延べ人数依存性

次に岩盤表面の臭いを、臭いセンサー（新コスモス電気社製 XP-329N）を用いて測定した。図5に、その臭いの値の日数変化と延べ人数による変化を示す。最初、新築建材などの臭いと微生物の分解と思われる臭いが混ざり、臭いの強度は上がるが、20日以降から臭いの強度が減少する傾向が確認できた。それ以降は、約200で安定した値になった。(b)の延べ人数で臭いの変化を観察すると、1000人程度の使用でも岩盤ベッドの脱臭特性には問題が無いことが確認できた。また、前に入浴した人の臭い（ワキガ臭）の脱臭に対しても、官能検査で問題ないレ

ベルに達しており、半年から1年たった現在でもその効果は持続し、脱臭に関し良好な特性を得ていることが分かった。これらの結果から、臭い分子の吸着と分解に優れたナノ粒子が作製できたことが分かった。

(c) セラミックスナノポーラス膜によるナノ構造体の表面定着技術の開発

ポーラス構造のセラミック膜に、本研究で作製した抗菌剤をディップ法とスプレー法で塗布した。それらの試料は、JIS Z 2801 試験の結果十分な抗菌性を示すことが確認できた。また、多孔質な岩盤に対しては、ディップ処理のみで十分な抗菌性を得ることができた。一方、ゾルゲル膜に約1%のPEGを添加することで、セラミックスナノポーラス膜が作製でき、その表面に本研究で作製したナノ粒子が固定化できた。(図4) JIS Z 2801 による抗菌試験を実施したところ、その処理を施した膜の抗菌活性値は4以上と、非常に高い抗菌性を示した。しかしながら、この膜では人の爪より硬い強度の膜を得るためには500°Cの高温焼成が必要であった。今後、低温での固定化技術を開発していく、必要があると考えられる。

3. まとめ

貴金属コアシェル型ナノ構造体が、その表面積の大きさから、抗菌・脱臭処理に非常に有効であることが分かった。また、岩盤浴に関しては、高压洗浄で清掃することで、十分な衛生が保たれるものの、快適な環境を実現するためには、十分な抗菌・脱臭処理が必要になることが分かった。今後、ナノ粒子の安全性の問題を含めて、実用化していく予定である。

「参考文献」

[1] 綿引 正則、清水 美和子、磯部 順子、木全 恵子、嶋 智子、田中大祐、永井 美之、「細菌検査分野への塩基配列決定法の最適化と応用事例」、富山衛研報第29号, pp.126-132 (2006)

キーワード: 抗菌、脱臭、処理、岩盤浴、ナノ粒子、細菌、DNA

Nanoparticles with core-shell structure of precious metal and application of the particles to high performance deodorant and antibacterial agents

IWATSUBO Satoshi, MATSUI Akira, WATAHIKI Masanori,
RENGAKUZI Seiichi, NAKAMURA Yuuko, TANAKA Isamu, MATSUZAKI Hazime

Nanoparticles with structure of Ag and Cu core-shell type were prepared by chemical solution deposition (CSD). The deodorant and antibacterial properties were very excellent. The particles were applied to stone plate sauna. The bacterial species by DNA analyzer have been investigated.