



# Science for Environment Policy

欧州委員会：環境政策科学

ビルのナノコーティングは毒性粒子類を空气中に放出

(28 May 2015 ISSUE 415)

訳：小林 剛

ビルディングのセルフクリーニング・コーティングにおける二酸化チタンナノ粒子類の、風化および摩耗による空气中への放出が報告された。これらの粒子類はヒトおよび野生生物に毒性を示す。研究者らは、このテスト結果により、これらのコーティングからのナノ粒子の放出レベルを予測するため三つの指標を開発した。

二酸化チタンナノ粒子類を含む光触媒は、その抗菌性とセルフクリーニング特性によりビルの外壁への使用が増加している。風化と摩耗はそれらを分解し、ナノ粒子類の環境中への放出が懸念されている。多くの研究において、ある種のタイプの二酸化チタンナノ粒子類によるヒトや動物へのダメージが見出だされている。例えば、実験では、それらによる DNA の損傷が示されている。

本研究は、ナノ粒子類を含む光触媒における風化と摩耗の影響について、水や空气中へのナノ粒子放出のレベルを予測するために実施された。このコーティングは、容積で 1.1%、サイズは約 8 ナノメートルの二酸化チタン粒子類で構成されていた。

研究者らは、風化作用を再現するため、コーティングされたレンガを、紫外線と水に 7 か月間暴露した。2、4、6、7 か月の間隔で、彼らは、流出水中のチタンレベルが測定された。二酸化チタンナノ粒子類の相対数あるいはパーセントを特定して測定できないため、チタンが測定された。しかし、実験中におけるコーティングのナノ粒子のタイプはチタンのみであった。

レンガはテストチャンバー内に置かれ、4 種の夫々の間隔においては、塗料業界で製品テストで通常用いられている摩耗技法により摩擦された。この技法は、例えば歩いたりノックすることで引き起こ

されると同レベルの摩擦と同レベルの典型的な家庭環境の再現である。その後、研究者らはチャンバー内の粒子類を測定した。

風化作用は 7 か月の間にコーティングの表面を変化させ、割れと凹凸を生じさせた。風化のみではナノ粒子類の水への放出は見られず、チタンは各段階において、検出閾値の  $0.5 \mu\text{g/l}$  以上は見られなかった。しかし、より長期の風化作用では異なる結果を生じる可能性がある。

しかし、風化作用と摩擦との組み合わせではチタンの放出が認められた。4 か月と 7 か月との間には、放出レートに大きな増加が見出された。実験期間を通して、空気  $1\text{cm}^3$  当たり約 500 の粒子（コーティングポリマーとレンガその物からの粒子のみでなくチタン粒子を含む）が記録された。4 か月においては、チタンはすべての粒子の約 7% であったが、7 か月では 55% を示した。重要なことに、チタン粒子類の殆ど（質量で 90%）は、遊離状態であった。これはもはや材料中に結合されず、遊離状態で、健康あるいは生態系にリスクを及ぼすことを意味している。研究者は「以前実施された多くの研究では、主要な材料の小片であっても、粒子類は結合状態であったと示唆しているため、これは特に重要な事象である」と述べている。

これらの結果から、研究者らはコーティングからのナノ粒子類の放出の予測に有用な、次の三つの指標を開発した。

1. 放出推移ペース（Emission Transition Pace : ETP）：風化期間に関連する粒子濃度の変化速度。例えば、この研究における ETP は、風化作用 4 か月後に促進された。
2. 安定的放出期間（Stable Emission Duration : SED）：これはコーティングのライフタイム（有効期間）を示すスコアで、それが高い程、有効期間は長い。本研究におけるコーティングの当初のスコア 320 は、4 か月後には 110 に下がり、6 か月後には 0 となる。0 というスコアは、摩耗が始まると同時にコーティングは消失することを示している。
3. 安定的放出レベル（Stable Emission Level : SEL）： SED スコアに対応する粒子濃度で、この研究における摩耗期間と共に増加した。例えば、研究開始時の SEL は、SED が 320 であった場合には約  $75 \text{ 粒子}/\text{cm}^3$  であった。SEL は、4 か月後に SED が 110 であった時には約  $200 \text{ 粒子}/\text{cm}^3$  を示した。

以上の結果から、研究者らは、このコーティングの「ナノ安全有効期間」（nanosafe lifetime）すなわち「賞味期限」（best before date）を、風化促進期間の 4 か月であると見なしている。この知見は、安全デザインに役立てるため、他のナノコーティングの形状に応用可能である。