

ナノマテリアルのサイズ・形状と毒性 Effect of Size and Shape of Nanomaterials on Toxicity

巨理 文夫¹ (¹北海道大学大学院歯学研究科)

Ti は金属中最も生体親和性にすぐれ、インプラントに最もよく使われているが、人工関節の骨頭摺動部に使用された場合には摩耗粉を発生し、周囲組織に炎症を引き起こす。アスベストは材質的には粘土鉱物の一種であり本来毒性のあるものではないが、長期大量に吸引被曝すると、20～30年経て中皮腫を発症するに至る。こうした現象には単に材質が毒性か生体親和性かという特性とは別に、微粒子というサイズ、形状に起因する効果が寄与しているものと考えられる。ナノサイジングの効果としては通常、比表面積効果で論じられることが多い。比表面積はサイズに反比例して増大し、化学反応もまた著しく増大するから、高機能性が期待できる一方、意図せずしてナノトキシコロジーとして為害性に働いたとしても現象の本質は同じであり決して不思議ではない。イオン溶出が関連する効果、例えばマクロでアレルギー性を示すNiが微粒子になると腫瘍を生起し為害性が昂進する現象はこれに該当する。しかしイオン溶出しないTiや溶出してもFeのようにマクロでbioactive, bioinertな材料でも、およそ10 μ m以下になると貪食を誘発し、長期間炎症を引き起こす。このような現象は金属、セラミックス、ポリマーのいずれでも材料に非特異的に起きる、微粒子と細胞・組織のサイズの相対的な関係に由来する効果であり、物理的なサイズそのものが刺激性として働く効果である。さらに50nm以下になると生体が異物と認識・処理できず、呼吸器系・消化器系を通じて直接リンパ液や血液に取込まれ全身に拡散する可能性がある。針状微粒子の場合には貪食を誘発しない10 μ m以上でも刺激性を呈する。