

研究課題 酸化チタン（ナノ粒子を含む）の二次発じんと作業員個人ばく露の調査
金属酸化物の二次発じんに関する調査（一般公募型）（190602）

研究代表者 金沢大学 古内正美

1. 本研究の背景と目的

金属酸化物（酸化チタン、三酸化二アンチモン等）は主に粉体として生産され、プラスチック製品や化粧品の高機能化等に使用されるが、粉じんとして吸入すると重度の健康障害を生じる恐れがあるため、法令でじん肺等疾病防止義務が定められている。一方で、これら金属酸化物粉体の健康リスクを明らかにすることを目的として、ナノマテリアルを中心に様々な粉じんの健康リスク調査が行われてきており、吸入性粉じんやナノ粒子の袋詰等の作業員へのばく露状況が明らかになりつつある。

これら金属酸化物を樹脂に混合した様々な製品が製造されており、その際ばく露防止を目的とした湿潤化、液体状の樹脂等との混合（スラリー状、ペースト状のものを含む。）又は固化などを行った上で切断や切削などの加工が行われているが、加工時に発生する二次発じんについては調査事例がほとんどなく、作業環境管理上の扱いが定まっていない。例えば、ポリエチレンテレフタレート樹脂ペレット製造の際に、色付けのための酸化チタンや、触媒としての三酸化二アンチモン等が添加されるが、これらのリスクは食品健康影響評価の観点からのみ検討されており、製造時の発じんについての検討事例は限られている。液体との混合、固体材料へ混入された粉体材料からの発じん量は多くないことが予想されるが、作業環境の管理基準を検討するためには、それを立証するデータが必要である。

粉体材料製造・取り扱いでの発じん（一次発じん）が懸念される場所は、袋詰と輸送に関連する場所で、素材によらず共通しているが、樹脂成形体などの二次加工時に発じんの発生が懸念される製品とその製造プロセスは多様であり、発じんの可能性があるプロセスの情報も無い。そこで本研究では、化学物質による健康障害の解明の一環として、金属酸化物の二次発じんの実態把握のための調査と発じん条件を明確にするためのラボ実験を実施して、「酸化チタンなどの金属酸化物粒子の二次発じんリスク」を現状と特性を明らかにすることを目的とする。

2. 研究計画と調査方法

本研究で計画した項目は、1) 二次加工製品の種類と工程の実態調査、2) 樹脂混練等でマトリックスに粒子が固定された後の乾燥・切削・破碎等の二次加工時の発じんが推定されるプロセスの選定と当該金属酸化物の粉じんの気中濃度測定等により発じんの評価、3) 電子顕微鏡撮影等による当該粉じんの性状（粒径や形状、表面状態等）に関する事例調査の蓄積、4) 発じんが確認されたプロセスや調査困難なプロセスに関する試験用混練供試体を用いたラボ実験（加工条件と発じん量に関する検討）である。研究は、1年目の二次発じん実態調査（1～3）、2年目の二次発じんが想定される行程での実態調査およびラボ実験（4）で構成され、これら事例調査およびラボ実験を総合して「酸化チタンなどの金属酸化物粒子の二次発じんリスク」を検討する。

本研究の遂行には対象作業を有する各種業界の調査協力が不可欠であり、また対象作業の調査にかか

る技術的な制限事項等情報の収集が必要となる。今年度は、評価委員のコメントに対応した研究計画の再検討と、対象作業を有する各所業界への説明と協力依頼、実態調査を兼ねた出張を行った他、調査に必要な粉じん観測機器類の試作とテストを行った。

3. 研究成果

日本酸化チタン工業会の協力により、日本塗料工業会、印刷インキ工業会、化成品工業協会および日本化学繊維協会の各業界団体に所属する複数個所の事業所の訪問・実態調査の許諾を得て、計3か所の事業所を見学し、実態調査を実施した。

実態調査から、塗料やインキ、化成品や化学繊維等各種製品の製造工程で発じんの可能性がある対象作業は、主に製造プロセスの「入口」にあたる顔料等粉体と溶媒の混合工程と「出口」にあたる最終製品の計量・充填工程にあることがわかった。このうち、前者は素材粉体の一次発じんに相当し、従前の厚生労働省委託事業で調査済みであることから、本研究の主眼である二次発じんの調査対象はプロセスの「出口」になる。有機溶媒を使用する製品製造工程では火災・爆発防止の観点から作業環境が厳しく管理されており、作業環境や個人ばく露調査に使用する機材や使用方法についても細心の注意を払う必要があるため、制限に合わせた機材の準備について打合せを行った。

また、製造工程を見学した範囲では、目視での発じんは認められず、粉体製造プロセスと比較して低濃度になることが予想されたことから、広い濃度範囲に対応できるよう、使用する機材の選定や使用条件についても検討し、試作中のポンプの仕様調整を含めた機種選定を行い、2年度申請に反映させた。

4. 結論と今後の展望

本研究で期待される効果には、1. 金属酸化物粒子の二次加工製品製造工程からの発じん（二次発じん）の実態データの整備、2. ナノ粒子の作業環境濃度と個人ばく露の詳細調査に基づくリスク管理基準のための知見蓄積に加え、間接的な効果として3. ナノ粒子計測技術の向上と改良のための知見蓄積が挙げられる。

上記の通り、調査対象と方法に関する調整を実施し、発じんの可能性のあるプロセスと測定場所、ばく露調査対象とする作業、機材に要求される仕様（防爆性等）の確認等、次年度の本調査へ向けた準備を進めることができた。予備調査からは、二次発じんのリスクが比較的低いことが予想されるが、確実に測定データを蓄積できるよう、個数ベースの測定が可能な機材の準備を行った。

事前調査で得られた情報に基づき、必要とされる仕様の機材の調達も含めて本調査の準備を行う。今年度は未調査事業所の事前調査を引き続き行うとともに、調査対象数を増やす方向で再調整を試みる。なお、COVID-19の影響によるスケジュール遅延・変更が最大の懸念事項であるが、本調査実施時期を今年度後半にも可能な限りシフトする等に対応する。