

# 特集「粉体の安全」を企画して

特集担当編集委員 塩崎 修司、根本 源太郎

今回の企画は粉体の安全に関する特集とした。ひとことで「粉体の安全」と言ってもその範囲は多岐にわたる。まず思い浮かぶのは「粉体」＝「細かい粒子」というイメージであり、肺などから吸引することにより生じる健康被害であろう。ところが、これは我々が使用者としての立場であって「生産者」としての視点も必要となってくる。粉体は広く日常生活や生産活動に普及しており、調達、輸送、加工、販売、廃棄処理などの分野に浸透している。

安全面から見て医薬品などの高活性物質のように注意深く取り扱われている粉体もあれば、野積み状態となっている粉体も確かに存在する。良否は別として現実的な事例であり、統一レベルで管理することは難しいが、大切なことは状況を見極めて適切に対処することである。その基準には公的な規制もあれば社内基準で運用されている場合もある。

ここで「粉体」と「安全」の関係性を見直すと、まず粉体は気体・液体・固体という物質の三態と並ぶ第四の状態といわれている。粉体は分散させたり、固体として混合させたり、輸送させることができ、さらには容器に充填したり、それを固めて成形したりすることが可能となっている。このような特異的な性質をうまく活用するとその効果を最大限発揮することが可能となるが、その反面、処理についても適切な方法の選択が必要となり、誤った方法を適用すると甚大な被害を及ぼす可能性がある。

具体的な懸念事項としては主に下記が挙げられる。

- 吸引による健康被害
- 粉じんによる火災および爆発
- 飛散による混入の問題

これらの課題については使用者側、生産者側それぞれの対策が求められる。

また、粉体自体の安全性に目を向ければ、かつてアスベストは耐熱性、耐摩耗性、耐薬品性、絶縁性に優れ、加工しやすく安価であることから魔法の鉱物と呼ばれており、建築材料などに広く利用された。ところがその形態による毒性が明らかになり、アスベストに対して労働安全衛生法施行令が改正され、平成18年9月1日から施行された。これにより石綿および石綿をその重量の0.1%を超えて含有するすべての物の製造、輸入、譲渡、提供、使用が禁止となっている。

同様の問題がPFAS（ペルフルオロアルキル化合物およびポリフルオロアルキル化合物の総称）でも起ころうとしており、日本におけるPFAS規制は2026年4月1日から施行される予定となっている。特に低分子であるPFOS（ペルフルオロオクタンスルホン酸）や、PFOA（ペルフルオロオクタン酸）の人体の健康や環境に及ぼす影響が明らかになりつつあり、PFASには我々の生活にも身近なPTFE（ポリテトラフルオロエチレン）、PFA（パーフルオロアルコキシアルカンポリマー）も含まれている。このように製品の開発当初はその優れた性質により広く普及したが、当時は予想もできなかったような不具合が生じる例が多くみられている。材料工学の発展に伴い、従来にはない材料が創製され、産業活動や研究に大きく寄与しているが、同時にその潜在的な危険性についても十分に把握しておく必要があり、さまざまな観点から粉と安全の重要性を見直す必要性が高まっている。

本号ではこのような社会情勢を鑑み、広くその対策に関する特集号とし、粉じん障害、健康管理、ナノマテリアル、粉じん爆発、食品、医薬、火薬、ものづくり、粉体機器設計を切り口に、健康障害や取り扱い方法などについて専門家の方々に執筆いただいた。

職場において、粉じんなどの化学物質にばく露され、呼吸器障害を引き起こす疾患が職業性呼吸器疾患であり、この職業性呼吸器疾患の診断能を高めることで早期診断につながる。産業医科大学の森本泰夫氏、西田千夏氏、友永泰介氏、和泉弘人氏、東秀憲氏、矢寺和博氏には「職業性呼吸器疾患の診断」と

題して職場で使用している化学物質の解析と肺組織からの元素分析を実行することの重要性について解説いただいた。

有機化合物は主に気管支喘息や過敏性肺炎などのアレルギー性呼吸器疾患を引き起こすことが知られている。さらに近年では、有機化合物である架橋型アクリル酸系水溶性高分子化合物を吸入したことで、じん肺を含む重篤な呼吸器疾患が発症した事案が報告された。**産業医科大学の西田千夏氏、矢寺和博氏、友永泰介氏、和泉弘人氏、東秀憲氏、森本泰夫氏**からは「アクリル酸系ポリマーによる肺障害」と題してアクリル酸系ポリマーによる呼吸器疾患発生事案の分析結果や実験的検討に関する最新の知見について解説いただいた。

「繊維状ナノマテリアルの吸入影響と安全性評価 ― 繊維状構造の特性に着目して ―」と題して**国研産業技術総合研究所の藤田克英氏**には繊維状ナノマテリアルの代表例であるカーボンナノチューブ（CNT）に焦点を当て、ラットを用いた気管内投与試験およびラット肺胞マクロファージを用いた細胞実験の結果をもとに、サブミクロンサイズのカーボンファイバー（SCF）およびカーボンナノファイバー（CNF）との比較を通じて、CNTの吸入影響の特徴を紹介いただいた。

産業界において粉体を取り扱う工場や倉庫などでは、粉じん爆発事故の発生頻度が高く無視できない状況にあり、その破壊力や二次災害のリスクから防止や対策が重要視されている。**住友化学株の太田潔氏**からは「粉じん爆発の危険性とその評価および対策技術」と題して粉じん爆発が発生する仕組みや爆発の危険性評価、さらには粉じん爆発の安全対策について詳しく解説いただいた。

インフレーターはエアバッグを膨らませるためにガスを供給する部品であり、そのガスはインフレーター内に充填された火薬の燃焼ガスや、圧縮された不活性ガスなどが使用される。**株ダイセルの野間卓司氏、ダイセル・セイフティ・システムズ株の岩切敏郎氏**からは、「インフレーター製造の安全に関して」と題して、インフレーター製造における安全について紹介いただき、火薬を扱う際の一般的な組立ラインの安全対策と、火薬の安全な取り扱いについて解説いただいた。

**株ニッポンの河村順平氏**には、粉体と食の安全という観点から、粉体特有の課題に対し、どのようにして安全で高品質な製品を提供しているのか、食品安全マネジメントシステムの構築から、独自の技術開発など、小麦粉製造をベースとした食の安全を守るためのさまざまな取り組みを紹介いただいた。

**シオノギファーマ株の六車嘉貢氏、日裏深雪氏**には「医薬封じ込め技術がEHS課題を解決する ― その現状と事例紹介 ―」と題してEHS課題としてAPIによるケミカルハザードリスクと排水漏洩などの環境リスクを取り上げ、その評価やリスク低減策、さらに適用事例について、自社の設備の解説を交えて詳しく解説いただいた。

**ツカサ工業株の島田洋輔氏**からは「職場の衛生管理と美化による企業価値の向上」と題して、衛生管理と美化それ自体の重要性のみならず、これらが相互に作用し合いながら企業価値を向上させるメカニズムについて、具体的な設備・システムの事例を交えて紹介いただいた。特に、粉体を扱う製造現場特有の課題である粉じん飛散、重筋作業、ヒューマンエラーといった問題に対し、技術的アプローチと組織文化の醸成を両輪として取り組むことの重要性について解説いただいた。

今回採り上げた「粉体と安全」は適用範囲が広く、身近な話題である。リスクへの意識が高まり、より安全かつ環境に配慮した技術開発が望まれる。最新の技術情報や事故事例を定期的に収集・共有し、組織全体で安全意識を高め続けることも不可欠である。本稿が、安全に対する評価と対策に取り組む皆様の安全管理活動の一助となれば幸いである。