

1	CAS 番号：7440-66-6（亜鉛）	物質名：亜鉛及びその化合物
<p>化審法官報公示整理番号：</p> <p>化管法管理番号：1（亜鉛の水溶性化合物）</p> <p>元素記号：Zn（亜鉛）</p> <p>原子量：65.38（亜鉛）</p>		
<p>1. 物質に関する基本的事項</p> <p>亜鉛は自然界に広く存在している。亜鉛化合物には、酸化亜鉛、塩化亜鉛、硫酸亜鉛などがある。酸化亜鉛、塩化亜鉛、硫酸亜鉛の水溶解度は、それぞれ 4.2 mg/1,000g (18°C)、4.08×10^6 mg/1,000g (25°C)、5.77×10^5 mg/1,000g (25°C) である。生物濃縮性は、酸化亜鉛では高濃縮性ではないと判断され、塩化亜鉛と硫酸亜鉛は高濃縮性ではないと判断されている。</p> <p>亜鉛の水溶性化合物は、化学物質排出把握管理促進法（化管法）第一種指定化学物質に指定されている。亜鉛の主な用途は、亜鉛鉄板、亜鉛板、黄銅（真鍮）、伸銅製品、亜鉛合金ダイカスト、写真製版、亜鉛華、亜鉛末などとされている。酸化亜鉛はゴム（加硫促進助剤）、塗料（堅練、調合ペイントほか塗膜強化剤）、印刷インキなどに用いられ、塩化亜鉛は亜鉛メッキの加工、染料や農薬等の合成原料などに用いられている。硫酸亜鉛は農薬や肥料に混合され、家畜飼料に添加されている。また、2023 年度における亜鉛の生産量は、484,687 t であった。</p> <hr/> <p>2. 曝露評価</p> <p>亜鉛及びその化合物の化学形態は環境中で様々に変化するため、媒体別分配割合の予測を行うことは適切ではない。したがって、亜鉛及びその化合物の媒体別分配割合の予測は行わなかった。</p> <p>人に対する曝露として吸入曝露の予測最大曝露濃度は、$0.11 \mu\text{g Zn/m}^3$ 程度となった。なお、限られた地域を対象とした大気調査で、最大 $0.39 \mu\text{g Zn/m}^3$ 程度の報告がある。一方、化管法に基づく 2023 年度の大気への届出排出量（亜鉛の水溶性化合物として）をもとにプルーム・パフモデルを用いて推定した大気中濃度の年平均値は、最大で $0.14 \mu\text{g Zn/m}^3$ となった。この大気中濃度は、水溶性化合物の排出量を用いて推定したため、水溶性以外の化合物の排出量を考慮した大気濃度は、さらに高くなる可能性がある。</p> <hr/> <p>3. 健康リスクの初期評価</p> <p>本物質については、既に食事からの摂取量の耐容上限量及び水道水質基準が設定されていることから、経口曝露の初期評価については対象外とした。</p> <p>亜鉛（粉末）や酸化亜鉛のフェームを吸入すると、金属フェーム熱を引き起こすことがある。吸入すると金属味、咽頭痛、咳、脱力感、発熱を生じ、経口摂取すると腹痛、吐き気、嘔吐を生じる。皮膚に付いても急性症状は生じないが、眼に入ると充血を生じる。塩化亜鉛は眼や皮膚に腐食性を示し、エアロゾルは気道を重度に刺激する。吸入すると咳、咽頭痛、灼熱感、息苦しさ、息切れを生じ、経口摂取すると咽頭痛、喉や胸の灼熱感、吐き気、嘔吐、腹痛、ショック/虚脱を生じる。皮膚に付くと発赤、痛み、皮膚熱傷を生じ、眼に入ると充血、痛み、重度の熱傷を生ずる。</p> <p>本物質の発がん性については十分な知見が得られなかったため、非発がん影響に関する知見に基づいて初期評価を行った。</p> <p>吸入曝露については、ラットの試験から得られた一般毒性に基づく LOAEL 0.5 mg/m^3（鼻腔の嗅上皮変性または再生）を曝露状況で補正して 0.13 mg/m^3 とし、LOAEL であることから 10 で除し、慢性曝露への補正が必要なことから 10 で除した 0.0013 mg/m^3 (0.001 mg Zn/m^3) が、亜鉛化合物についての信頼性のある最も低濃度の知見と判断し、これを無毒性量等に設定した。一般環境大気中の濃度についてみると、予測最大曝露濃度は</p>		

0.11 µg Zn/m³ 程度であった。無毒性量等 0.001 mg Zn/m³ と予測最大曝露濃度から、動物実験結果より設定された知見であるために 10 で除して求めた MOE (Margin of Exposure) は 0.91 となる。このため、健康リスクの判定としては、詳細な評価を行う候補と考えられる。

なお、吸入曝露の無毒性量等は、酸化亜鉛 (ZnO) のナノ粒子エアロゾル (出発物質の中央粒径 (D₅₀) 18 nm 程度、試験中の測定による MMAD 0.97~1.73 µm) のラット吸入曝露試験から設定されたものである。一般環境大気中の亜鉛及びその化合物の曝露濃度については、粒径 0.3 µm の粒子状物質に対し 99%以上の捕集率を有するフィルタで大気粉じんを捕集し、亜鉛元素の重量を測定したものであり、ラット吸入曝露試験中に実測された酸化亜鉛のエアロゾルと同等の粒径をもつ大気中の粉じんに含まれる亜鉛の含量も測定されている。しかしながら、一般環境大気中には、様々な化学形態の亜鉛化合物が存在していること、それに対して、有害性情報 (主に動物実験結果) は酸化亜鉛のエアロゾルによるものであり、他の化学形態の知見は不足していることに留意が必要である。

一般環境大気においては、限られた地域で最大値として 0.39 µg Zn/m³ 程度 (予測最大曝露濃度と同様の測定方法による) の報告がある。参考として、限られた地域での最大値と酸化亜鉛のナノ粒子 (出発物質の D₅₀ 18 nm 程度、試験中の測定による MMAD 0.97~1.73 µm) の試験結果に基づく無毒性量等 0.001 mg Zn/m³ から MOE を算出すると 0.26 となる。化管法では亜鉛の水溶性化合物 (常温で中性の水に 1% (質量比) 以上溶ける物質) を第一種指定化学物質としており、大気への届出排出量に基づく大気中濃度の年平均値は最大で 0.14 µg Zn/m³ と推定された。しかしながら、この値は、水溶性化合物の排出量を用いて推定されているため、水溶性以外の化合物の排出量を考慮した大気濃度は、さらに高くなる可能性がある。大気への届出排出量に基づく大気中濃度の年平均値を用いたリスク評価は過小評価となる可能性があるため、ここでは MOE を算出しないこととした。

参考として算出した MOE より、一般環境大気からの吸入曝露については、健康リスクの評価に向けて情報収集等を行う必要があると考えられる。曝露情報については、有害大気汚染物質モニタリング調査の最近の調査結果が得られている。一方、有害性情報については、大気環境中には様々な化学形態や粒径の亜鉛化合物が存在しているにも関わらず、現在のところ、入手可能な動物実験結果は、酸化亜鉛 (ZnO) のナノ粒子等の限られた化学形態、粒径の知見が多く、大気中の粒子状物質に含まれる亜鉛の化学形態や粒子状物質の粒径の影響を評価できる吸入曝露実験が実施されていない。また、実験動物の吸入曝露による長期試験の知見も得られておらず、吸入曝露における体内動態・代謝に関する基本的な知見も限られている。

このように、有害性情報が不十分である現状を考慮すると、今回算出した MOE には高い不確実性が存在する可能性があると考えられる。したがって、総合的な判定としては、本物質の一般環境大気からの吸入曝露について、情報収集に努める必要があると考えられる。 亜鉛及びその化合物について、今後、より現実に即した健康リスク評価を実施する場合には、化学形態や粒径等に特徴的な有害性情報や体内動態・代謝に関する基本的な情報を充実させる必要がある。

有害性の知見				曝露評価		MOE		総合的な判定
曝露経路	リスク評価の指標	動物	影響評価指標 (エンドポイント)	曝露の媒体	予測最大曝露量又は濃度			
経口	無毒性量等 (-)	(-)	(-)	飲料水	(-)	MOE	(-)	(-)
				地下水	(-)	MOE	(-)	
吸入	無毒性量等 0.001 mg Zn/m ³	ラット	鼻腔の嗅上皮変性または再生	一般環境大気	0.11 µg Zn/m ³	MOE	0.91	▲
				室内空気	-	MOE	-	×

4. 結論

	結論		判定
健康リスク	経口曝露	(-)	(-)
	吸入曝露	更なる関連情報の収集に努める必要がある	▲

[リスクの判定] ○：現時点では更なる作業の必要性は低い、▲：更なる関連情報の収集に努める必要がある、
■：詳細な評価を行う候補、×：現時点ではリスクの判定はできない。