

## モリブデン及びその化合物

物質名	モリブデン及びその化合物（主な物質：モリブデン、三酸化モリブデン、モリブデン酸アンモニウム、モリブデン酸ナトリウムなど）																																																																			
CAS 番号	個別の物質に指定	構造式	Mo	MoO <sub>3</sub>																																																																
PRTR 政令番号	1-453 (モリブデン及びその化合物として)		(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub>	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>																																																																
用途 <sup>(1)</sup>																																																																				
<p>モリブデンは、常温で銀白色の金属です。酸や熱に強く、空気中ではすぐに酸化されて表面に酸化皮膜をつくるため、ステンレスや低合金鋼の原料として使われています。また、モリブデンを加えた金属は大きな強度が得られることから、自動車用やパイプライン用の特殊鋼の原料として利用されます。さらに電子材料や抵抗体としても使われています。</p> <p>モリブデンの化合物には多くの種類がありますが、主な化合物は三酸化モリブデン、モリブデン酸アンモニウム、モリブデン酸ナトリウムなどです。三酸化モリブデンは、常温で白色から黄緑色の固体です。主に石油化学の触媒などとして使われています。モリブデン酸アンモニウムは、常温で無色透明または微緑色から微黄色の固体です。工業的には水に溶けやすい4水和物として生産されます。三酸化モリブデンと同様に、触媒などとして使われています。モリブデン酸ナトリウムは、常温で白色の固体です。工業的には水に溶けやすい2水和物として生産されます。不凍液の原料、顔料用の発色剤、染料媒染剤、金属表面処理剤、防さび剤の原料などとして使われています。また、モリブデンが動植物の必須微量成分のため、モリブデン酸ナトリウムは農業用微量肥料や飼料添加物として用いられています。</p>																																																																				
環境中での動き <sup>(1)</sup>																																																																				
<p>モリブデンは、輝水鉛鉱（MoS<sub>2</sub>）などの鉱物として広く産出され、地殻の表層部には重量比で0.0013%程度存在し、クラーク数で37番目に多い元素です。環境中へ排出されたモリブデン及びその化合物は、土壌や水中に存在すると考えられます。</p>																																																																				
暴露量の評価																																																																				
<p>■ 排出量の推移</p> <p>PRTRにおける川崎市内での届出排出量と届出外排出量集計値の推移を下図に示しました。川崎市ではその多くが事業所からの届出排出量となっており、近年の排出量は、ほぼ横ばいで推移しています。</p>																																																																				
<table border="1"> <caption>モリブデン及びその化合物の排出量の推移 (推定値)</caption> <thead> <tr> <th>年度</th> <th>届出排出量(大気) (kg)</th> <th>届出外排出量(大気) (kg)</th> <th>合計 (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H13</td><td>20</td><td>0</td><td>20</td></tr> <tr><td>H14</td><td>22</td><td>0</td><td>22</td></tr> <tr><td>H15</td><td>22</td><td>0</td><td>22</td></tr> <tr><td>H16</td><td>85</td><td>0</td><td>85</td></tr> <tr><td>H17</td><td>10</td><td>0</td><td>10</td></tr> <tr><td>H18</td><td>10</td><td>0</td><td>10</td></tr> <tr><td>H19</td><td>38</td><td>0</td><td>38</td></tr> <tr><td>H20</td><td>33</td><td>0</td><td>33</td></tr> <tr><td>H21</td><td>35</td><td>0</td><td>35</td></tr> <tr><td>H22</td><td>36</td><td>0</td><td>36</td></tr> <tr><td>H23</td><td>34</td><td>0</td><td>34</td></tr> <tr><td>H24</td><td>24</td><td>0</td><td>24</td></tr> <tr><td>H25</td><td>13</td><td>0</td><td>13</td></tr> <tr><td>H26</td><td>12</td><td>0</td><td>12</td></tr> <tr><td>H27</td><td>11</td><td>0</td><td>11</td></tr> </tbody> </table>					年度	届出排出量(大気) (kg)	届出外排出量(大気) (kg)	合計 (kg)	H13	20	0	20	H14	22	0	22	H15	22	0	22	H16	85	0	85	H17	10	0	10	H18	10	0	10	H19	38	0	38	H20	33	0	33	H21	35	0	35	H22	36	0	36	H23	34	0	34	H24	24	0	24	H25	13	0	13	H26	12	0	12	H27	11	0	11
年度	届出排出量(大気) (kg)	届出外排出量(大気) (kg)	合計 (kg)																																																																	
H13	20	0	20																																																																	
H14	22	0	22																																																																	
H15	22	0	22																																																																	
H16	85	0	85																																																																	
H17	10	0	10																																																																	
H18	10	0	10																																																																	
H19	38	0	38																																																																	
H20	33	0	33																																																																	
H21	35	0	35																																																																	
H22	36	0	36																																																																	
H23	34	0	34																																																																	
H24	24	0	24																																																																	
H25	13	0	13																																																																	
H26	12	0	12																																																																	
H27	11	0	11																																																																	
<p>図 モリブデン及びその化合物の排出量の推移</p>																																																																				

## ■ 排出量

暴露評価には、平成 27 年度の PRTR データを使用しました。平成 27 年度の PRTR データによると、川崎市において大気中への届出排出量は 2.8 kg<sup>(2)</sup>、届出外排出量は 7.6 kg<sup>(3)</sup>と見積もられています。また、神奈川県及び近隣の東京都、千葉県において、モリブデン及びその化合物は 1 年間で次に示すとおり排出されたと見積もられています<sup>(2)</sup>。

表 モリブデン及びその化合物の神奈川県及び近隣自治体の  
大気中への PRTR 届出・届出外排出量（平成 27 年度）

	届出排出量	届出外排出量
神奈川県	180 kg	40 kg
東京都	0 kg	140 kg
千葉県	130 kg	20 kg

※大気中への届出外排出量については、化学物質ファクトシートにおける「届出外排出量の媒体別排出量」の推計方法を基に PRTR データから推計しています。

なお、平成 22 年度の PRTR データにおいて、環境中へのモリブデン及びその化合物の排出量は日本全国で約 170 トンが環境中へ排出されたと見積もられています。すべてが下水処理施設、化学工業や鉄鋼業などの事業所から排出されたもの

で、ほとんどが河川や海などへ排出されました。この他、鉄鋼業や化学工業などの事業所から廃棄物として約 500 トン、下水道へ約 6.4 トンが移動されました。<sup>(1)</sup>

## ■ 大気環境濃度

川崎市が平成 28 年度に実施した環境モニタリング調査結果によると、市内の大気環境濃度の年間平均値（実測年平均値）は以下の表のとおりです。併せて、平成 27 年度の PRTR データに基づいて川崎市が予測した、市内の大気環境濃度の予測最大値を示します。

表 モリブデン及びその化合物の大気環境濃度の実測年平均値（平成 28 年度）と  
予測最大値（平成 27 年度）比較

地域区分	実測年平均値	予測最大値
臨海部	0.0019 µg/m <sup>3</sup>	0.000045 µg/m <sup>3</sup>
内陸部	0.00051 µg/m <sup>3</sup>	0.000024 µg/m <sup>3</sup>
丘陵部	0.00044 µg/m <sup>3</sup>	0.000025 µg/m <sup>3</sup>

なお、環境省が公表している平成 21 年度「有害大気汚染物質モニタリング調査」の調査結果によると、東京都 1 か所における大気中のモリブデン及びその化合物の濃度は、0.00071 µg/m<sup>3</sup>～0.0035 µg/m<sup>3</sup>となっています<sup>(4)</sup>。

## ■ リスク評価で用いる暴露量

モリブデン及びその化合物の予測濃度と実測濃度を比較した場合、全ての地点において実測年平均値が予測最大値よりも高い値となっていました。従って、安全側の評価をする観点も含め、リスクの評価で用いる暴露濃度としては、実測年平均値を採用することとしました。

## 毒性と体内への吸収と排出<sup>(1)</sup>

### ■ 毒性

モリブデンは、人にとって必須微量元素で、モリブデンの欠乏によって、頭痛やおう吐などが報告されています<sup>1)</sup>。逆に過剰に摂取すると、関節の痛みや痛風のような症状を引き起こすとされています<sup>1)</sup>。このため、モリブデンの食事摂取基準（暫定値）は、例えば30～49歳では、推

奨量が男性で1日当たり0.03 mg、女性で0.025 mg、耐容上限量（健康障害をもたらす危険がないとみなされる習慣的な摂取量の上限）が男性で1日当たり0.6 mg、女性で0.5 mgとされています。

飲み水からモリブデンを2年間取り込んだ人の疫学研究に基づき、NOAEL（無毒性量）は0.2 mg/Lとされています。水道水質要検討項目の目標値や水質要監視項目の指針値は、このNOAELに基づき、また人にとって必須な元素であることなどを考慮し、設定されています。

モリブデン酸二ナトリウムは、ラットの細胞を使った染色体異常試験で陽性を示したと報告されています。なお、国際がん研究機関（IARC）はモリブデン化合物の発がん性を評価していません

#### ■ 体内への吸収と排出

人がモリブデンを体内に取り込む可能性があるのは、飲み水や食物によると考えられます。体内に取り込まれた場合は、モリブデンおよび水に溶けやすいモリブデン化合物は消化管からよく吸収されて、直ちに血液によって腎臓、肝臓、骨に分布します。ほとんどが尿に含まれて排せつされます。

### 有害性の評価、環境リスクの評価

#### ■ 発がん性以外の有害性指標を用いた評価

##### ○ 有害性の評価

環境省の環境リスク初期評価書では、呼吸によって三酸化モリブデンを取り込んだ場合について、肺や咽頭、鼻腔組織の変性などが認められたラットの実験結果を暴露状況で補正して、**0.12mg/m<sup>3</sup>を吸入暴露における無毒性量等**としています<sup>(5)</sup>。

川崎市における環境リスク評価にあたっては、この環境リスク初期評価書における無毒性量等が動物実験による知見であることから、更に不確実係数10で除した**0.012 mg/m<sup>3</sup> (12 µg/m<sup>3</sup>)をヒトに対する無毒性量等**としました。

##### ○ 環境リスクの評価

無毒性量等と、臨海部、内陸部及び丘陵部の実測最大値からMOEを求めると、**臨海部、内陸部、丘陵部の全ての地域でレベル3**と判定されました。

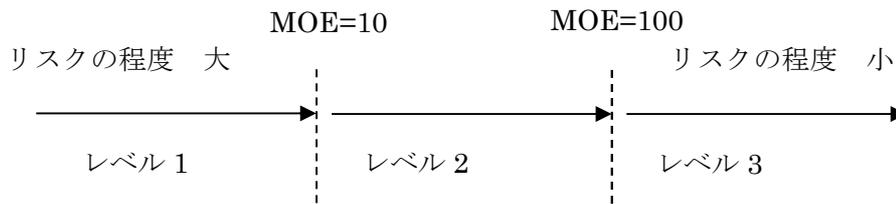
#### 計算式

$$\text{MOE} = \text{ヒトに対する無毒性量等 (12 µg/m}^3\text{)} \div \text{実測年平均値 [µg/m}^3\text{]}$$

##### ○ 川崎市の環境リスク評価結果

地域区分	暴露量 (実測年平均値)	MOE	判定
臨海部（川崎区の住居地域）	0.0019 µg/m <sup>3</sup>	6,300	レベル3
内陸部（幸区、中原区、高津区）	0.00051 µg/m <sup>3</sup>	24,000	レベル3
丘陵部（宮前区、多摩区、麻生区）	0.00044 µg/m <sup>3</sup>	27,000	レベル3

## 判定基準



## 【参考】

### ○ 環境省の環境リスク評価結果<sup>(5)</sup>

環境省の環境リスク初期評価書では、平成 25 年度公表「化学物質の環境リスク評価 第 11 巻」において、平成 22 年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果から一般環境大気の大気平均暴露濃度は概ね  $0.0024 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、予測最大暴露濃度は概ね  $0.0036 \mu\text{g}/\text{m}^3$  としています。この予測最大暴露濃度と無毒性量等を用いて求めた MOE が 3,300 と算出されています。一方、化管法に基づく平成 22 年度の大気への届出排出量をもとに推定した高排出事業所近傍の大気中濃度（年平均値）の最大値は  $0.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$  であり、参考としてこれから求めた MOE は 21 と算出されています。このため、モリブデン及びその化合物の一般環境大気の大気吸入ばく露による健康リスクについては、情報収集等を行う必要があると考えられ、その一つとして高排出事業所近傍での大気中濃度の測定が望まれると結論付けられています。

## 出典

- (1) 化学物質ファクトシート（環境省）
- (2) 平成27年度PRTRデータ（環境省）
- (3) かながわPRTR情報室（神奈川県環境科学センター）
- (4) 有害大気汚染物質モニタリング調査（環境省）
- (5) 化学物質の環境リスク評価（環境省）