第 2 版
作成日:2025 年 3 月 14 日

453. モリブデン及びその化合物

管 理 番 号 : 453
PRTR 政令番号 : 1-505 （化管法施行令（2021 年 10 月 20 日公布）の政令番号）
主 な 物 質 : モリブデン、三酸化モリブデン(Ⅵ)、モリブデン酸ナトリウム(Ⅵ) 、七モリブデン酸六アンモニウム(Ⅵ)、モリブデン酸二アンモニウム(Ⅵ)、モリブデン酸カルシウム(Ⅵ)、モリブデン酸(Ⅵ)、りんモリブデン酸(Ⅵ)、二硫化モリブデン(Ⅳ)

物質名	CAS 登録番号	組成式	性状
モリブデン	7439-98-7	Mo	銀白色の固体　水に溶けにくい（水溶解度 10 mg/L 未満）
三酸化モリブデン(Ⅵ)	1313-27-5	MoO_3	白色から黄緑色の固体　水にやや溶ける（水溶解度 10 mg/L～10,000 mg/L（10 g/L））
モリブデン酸ナトリウム(Ⅵ)	7631-95-0	Na_2MoO_4	白色の固体　水に溶けやすい（水溶解度 10 g/L 以上）
七モリブデン酸六アンモニウム(Ⅵ)（別名モリブデン酸アンモニウム）	12027-67-7	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$	無色または微緑色から微黄色の固体
モリブデン酸二アンモニウム(Ⅵ)	13106-76-8	$(NH_4)_2MoO_4$	無色の固体
モリブデン酸カルシウム(Ⅵ)	7789-82-4	$CaMoO_4$	白色の固体　水に溶けにくい（水溶解度 10 mg/L 未満）
モリブデン酸(Ⅵ)	7782-91-4	H_2MoO_4	淡黄色もしくは黄色の固体　水にやや溶ける（水溶解度 10 mg/L～10,000 mg/L（10 g/L））
りんモリブデン酸(Ⅵ)（別名モリブドリン酸）	12026-57-2	$H_3(PMo_{12}O_{40})$	黄色の固体　水に溶けやすい（水溶解度 10 g/L 以上）
二硫化モリブデン(Ⅳ)	1317-33-5	MoS_2	石墨様の固体　水に溶けにくい（水溶解度 10 mg/L 未満）

該当物質（(独）製品評価技術基盤機構「NITE-CHRIP」から引用）
https://www.chem-info.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/cmpInfLst?_e_trans=&slIdxNm=453&slScNm=RJ_02_002&slScCtNm=1&slScRgNm=453

※ 以下、本物質全体を指す場合「モリブデン及びその化合物」と表記します。分析機器を用いてモリブデンの重量を測ったものを指す場合「モリブデン重量」と記載します。

- **モリブデンは、特殊鋼の原料などとして使われています。**
- **モリブデンの化合物には多くの種類がありますが、主な化合物である三酸化モリブデン(VI)や七モリブデン酸六アンモニウム(VI)は触媒などとして、モリブデン酸ナトリウム(VI)は不凍液の原料などに使われています。**
- **2022 年度の PRTR データでは、環境中への排出量は約 65 トンでした。すべてが事業所から排出されたもので、ほとんどが河川や海などに排出されました。**

■用途

モリブデンは、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。

またモリブデンは、わが国における工業生産の維持及び発展を図るため、安定供給確保が必要な重要鉱物とされています。

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(VI)、七モリブデン酸六アンモニウム(VI)、モリブデン酸ナトリウム(VI)などです。

三酸化モリブデン(VI)は、主に石油化学の触媒などとして使われています。

七モリブデン酸六アンモニウム(VI)は、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(VI) 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(VI)は、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、モリブデンは動植物の必須微量成分のため、モリブデン酸ナトリウムが農業用微量肥料や飼料添加物に用いられています。

■排出･移動

2022 年度の PRTR データによれば、わが国では 1 年間に約 65 トンが環境中へ排出されたと見積もられています。届出対象外項目として国が推計する下水道終末処理施設からの排出と算定されました。化学工業や鉄鋼業の事業所からも、そのほとんどが河川や海などに排出されました。都道府県別では、排出量が多かった地域は岡山県や大阪府などのさまざまな地域でした。

また、鉄鋼業や石油製品・石炭製品製造業などの事業所から、下水道や廃棄物に約 590 トンが移動されました。

■環境中での動き

モリブデンは、地球の上部大陸地殻に重量比で 0.00011 %（=1,100 ppb）程度存在し、53 番目に多い元素です [1]。環境中に排出されたモリブデン等は、多くは土壌や水中に存在すると考えられます [2]。

■PRTR 対象物質選定の根拠（有害性）

発がん性　三酸化モリブデン(VI)は、国際がん研究機関（IARC）によりグループ 2B（人に対して発がん性があるかもしれない）に分類されています [3]。

変異原性　モリブデン酸ナトリウム(VI)は、マウス骨髄細胞の小核試験などの変異原性に関する in vivo 試験で陽性を示したとの報告があります [4]。なお、GHS 分類結果における生殖細胞変異原性について、モリブデン酸ナトリウム(VI)は区分 2 に分類されています [4]。

経口慢性毒性　三酸化モリブデン(VI)は、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）のスクリーニング評価では、NO(A)EL 等が体重 1 kg 当たり 1 日 3 mg とされています [5]。

ラットに 4 週間、体重 1 kg 当たり 1 日約 25 mg（90 日換算値：7.78 mg）のモリブデン酸ナトリウム(VI)の二水和物（CAS 登録番号：10102-40-6）を餌に混ぜて与えた実験では、体重減少が認められました [4]。（選定根拠（有害性）に使用されたこれらのデータは後述「人健康・有害性評価」に示すデータとは異なります。）

また、モリブデン及びその化合物は水質汚濁に係る要監視項目（人の健康の保護に関する環境基準）に指定されており、指針値がモリブデン重量で 0.07 mg/L 以下とされています。

■人健康

有害性評価　モリブデンの食事摂取基準は、例えば 30～49 歳の場合、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 [6]。

雌のラットに 6 週間、モリブデン酸ナトリウム(VI)の二水和物を含む飲み水を与えた実験では、母動物の性周期の延長や妊娠期の体重増加の抑制などが、胎児では体重、体長の低下が認められました [7]。この実験結果から求められる口から取り込んだ場合の NOAEL（無毒性量）はモリブデン換算で体重 1 kg 当たり 0.9 mg でした [7]。（この試験結果は、後述「リスク評価」の根拠となっています。）

雌雄のラットに 106 週間、10 mg/m^3 の三酸化モリブデン(VI)を含む空気を呼吸によって取り込ませた実験では、雌雄両方の嗅上皮（きゅうじょうひ）（鼻の奥にある臭いを感知する粘膜）や、雌の鼻腔の上皮に変性が認められました [7]。この実験結果から求められる呼吸によって取り込んだ場合の LOAEL（最小毒性量）は、三酸化モリブデン(VI)として 10 mg/m^3、モリブデン換算で 1.2 mg/m^3（ばく露状況を考慮し補正後）でした [7]。（この試験結果は、後述「リスク評価」の根拠となっています。）

体内への吸収と排出　人がモリブデン及びその化合物を体内に取り込む可能性があるのは、食物

や呼吸、飲み水など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[8]。ラットにモリブデン酸ナトリウム(VI)を口から与えた実験では、投与後 51 時間以内に尿（約 40 %）やふん（約 5 %）に含まれて排せつされたことが報告されています[7]。ラットに三酸化モリブデン(VI)を口から与えた実験では、投与後 24 時間以内に尿（約 60 %）やふん（8 %）に含まれて排せつされたことが報告されています[7]。

リスク評価　環境省の「化学物質の環境リスク初期評価（2012 年）」では、口からモリブデン酸ナトリウム(VI)を取り込んだ場合の NOAEL がモリブデン換算で体重 1 kg 当たり 1 日 0.9 mg であること（このデータは「有害性評価」にて示したデータと同じです。）に基づいて、口から取り込んだ場合の無毒性量等をモリブデン換算で体重 1 kg 当たり 1 日 0.9 mg としています[7]。同報告書では、飲料水・土壌からモリブデン及びその化合物を取り込む量を、最大で体重 1 kg 当たり 1 日 0.000062 mg（＝0.062 μg）程度と予測し、無毒性量が動物実験から得られた知見であることを考慮して、MOE（ばく露マージン）を 1,500 と算出しています[7]。また、地下水・土壌からモリブデン及びその化合物を取り込む量を最大で、体重 1 kg 当たり 1 日 0.0012 mg（＝1.2 μg）と予測し、無毒性量が動物実験から得られた知見であることを考慮して、MOE を 75 と算出しています[7]。なお、過去の局所地域の食物のデータを考慮すると、飲料水・土壌及び食物からモリブデン及びその化合物を取り込む量を最大で、体重 1 kg 当たり 1 日 0.0044 mg（= 4.4 μg）と予測し、MOE を 20 と算出しています[7]。また、地下水・土壌及び食物からモリブデン及びその化合物を取り込む量を最大で、体重 1 kg 当たり 1 日 0.0056 mg（＝5.6 μg）と予測し、MOE を 16 と算出しています[7]。以上のことから、口から取り込んだ場合の人の健康リスクについては、リスク評価を行った時点では情報収集等に努める必要がある（10≦MOE＜100）と報告しています[7]。

環境省の「化学物質の環境リスク初期評価（2012 年）」では、呼吸によって三酸化モリブデン(VI) を取り込んだ場合の LOAEL がモリブデン換算で 1.2 mg/m^3（ばく露状況を考慮した補正後）であること（このデータは「有害性評価」にて示したデータと同じです。）に基づいて、呼吸によって取り込んだ場合の無毒性量等をモリブデン換算で 0.12 mg/m^3 としています[7]。同報告書では、大気の測定データから、呼吸によってモリブデン及びその化合物を取り込む濃度を最大で概ね 0.0000036 mg/m^3（=3.6 ng/m^3）程度と予測し、無毒性量が動物実験から得られた知見であることを考慮して、MOE を 3,300 と算出しています[7]。また、化管法に基づく平成 21 年度の大気への届出排出量に基づき推定した高排出事業所近傍の大気中濃度（年平均値）の最大値が 0.00056 mg/m^3（=0.56 μg/m^3）であり、MOE を 21 と算出しています[7]。以上のことから、呼吸によって取り込んだ場合の人の健康リスクについては、リスク評価を行った時点では情報収集等を行う必要性がある（10≦MOE＜100）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報告しています[7]。

■生態（有害性・リスク評価）

環境省の「化学物質の環境リスク初期評価（2012 年）」では、6 価のモリブデン（モリブデン酸

ナトリウム）を用いた魚類（ニジマス）の初期生活段階における成長阻害に基づく 1 年間 NOEC（無影響濃度）がモリブデン換算で 17 mg/L 以上であることを根拠とし、水生生物に対する PNEC（予測無影響濃度）をモリブデン換算で 1.7 mg/L 以上と算定しています[7]。

同報告書では、その他生物（イトミミズ科）の 4 日間 LC_{50}（半数致死濃度）が 4.563 mg/L であることを根拠とし、水生生物に対する PNEC の参考値をモリブデン換算で 0.046 mg/L と算定しています[7]。

また、公共用水域の淡水及び海水の測定データに基づき、PEC（予測環境中濃度）を淡水域で 0.087 mg/L、海水域で 0.02 mg/L 程度と算出しています[7]。

PEC（予測環境中濃度）と PNEC の比（PEC/PNEC）は、淡水域で 0.05 以下、海水域で 0.01 以下と算出され、3 生物群（藻類・甲殻類・魚類）の毒性値から判断すると、リスク評価を行った時点では情報収集を行う必要はない（PEC/PNEC＜0.1）と報告しています[7]。しかし、その他生物（イトミミズ科）の PNEC を用いた場合には、PEC/PNEC は淡水域で 1.9、海水域で 0.4 となるため、リスク評価を行った時点では、3 生物群以外の生物種も対象とした生態リスク評価について検討する必要があると報告しています[7]。

<table>
<tr><td>生産量等</td><td colspan="5">【モリブデン】
輸入量（2022 年）: 約 490 トン（粉）[9]
輸出量（2022 年）: 約 48 トン（粉）[9]</td></tr>
<tr><td rowspan="15">排出・移動量
(2022 年度 PRTR データ)</td><td rowspan="6">環境排出量:約 65 トン（届出・届出外排出量の集計結果）
※1：都道府県別構成比は上位 5 都道府県を示す。</td><td colspan="2">排出源の内訳（%）</td><td colspan="2">都道府県別構成比（%）※1</td></tr>
<tr><td>事業所（届出）</td><td>63</td><td>岡山県</td><td>20</td></tr>
<tr><td>事業所（届出外）</td><td>37</td><td>大阪府</td><td>10</td></tr>
<tr><td>非対象業種</td><td>－</td><td>新潟県</td><td>9</td></tr>
<tr><td>家庭</td><td>－</td><td>東京都</td><td>7</td></tr>
<tr><td>移動体</td><td>－</td><td>兵庫県</td><td>7</td></tr>
<tr><td rowspan="7">事業所（届出）における排出量：約 41 トン</td><td colspan="4">排出先の内訳（%）</td></tr>
<tr><td>大気</td><td>5</td><td>土壌</td><td>－</td></tr>
<tr><td>公共用水域</td><td>95</td><td>埋立</td><td>－</td></tr>
<tr><td colspan="4">業種別構成比（上位 5 業種、%）</td></tr>
<tr><td colspan="3">化学工業</td><td>58</td></tr>
<tr><td colspan="3">鉄鋼業</td><td>36</td></tr>
<tr><td colspan="3">非鉄金属製造業</td><td>3</td></tr>
<tr><td colspan="3">電気機械器具製造業</td><td>2</td></tr>
<tr><td colspan="3">石油製品・石炭製品製造業</td><td>1</td></tr>
<tr><td rowspan="6">事業所（届出）における移動量：約 590 トン</td><td colspan="4">移動先の内訳（%）</td></tr>
<tr><td>下水道への移動</td><td>1</td><td>廃棄物への移動</td><td>99</td></tr>
<tr><td colspan="4">業種別構成比（上位 5 業種、%）</td></tr>
<tr><td colspan="3">鉄鋼業</td><td>46</td></tr>
<tr><td colspan="3">石油製品・石炭製品製造業</td><td>20</td></tr>
<tr><td colspan="3">化学工業</td><td>16</td></tr>
</table>

		輸送用機械器具製造業	5
		非鉄金属製造業	4

PRTR 対象物質選定（2021 年 10 月改正政令）の根拠（以下の欄に「○」または根拠を記載）

有害性	発がん性，変異原性，経口慢性毒性			
排出量等 (2014 ～ 2017 の平均)	**PRTR 排出量**	**PRTR 移動量**	**推計排出量 または 製造・輸入数量**	
	○	○		
環境モニタリング結果 (2008～2017)	**複数地域検出**※2	※2：「御利用にあたって」に記載の該当調査で 2008～2017 年の期間に複数地域で検出された場合に選定根拠とします。		
	○			
環境保全施策上必要な物質（法令等）	水質に係る要監視項目（人の健康の保護に係る項目）			

環境データ※3
（～2024.3 公表時点の最新）

大気

・有害大気汚染物質モニタリング調査結果（一般環境）：測定地点数 11 地点，検体数 68 検体，最大濃度 0.0000069 mg/m^3（=6.9 ng/m^3）（モリブデン重量）；[2013 年度，環境省]（モリブデン及びその化合物として）

公共用水域

・公共用水域水質測定：水質要監視項目指針値（0.07 mg/L）超過数 1 / 798 地点；[2022 年度，環境省]（モリブデンとして）

地下水

・地下水質測定：水質要監視項目指針値（0.07 mg/L）超過数；0 / 201 本；[2022 年度，環境省]（モリブデンとして）

適用法令等
（2024 年 3 月時点）

・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
・化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）：一般化学物質
（三酸化モリブデン(VI)、モリブデン酸ナトリウム(VI)、七モリブデン酸六アンモニウム(VI)、モリブデン酸二アンモニウム(VI)、モリブデン酸カルシウム(VI)、モリブデン酸(VI)、りんモリブデン酸(VI)、二硫化モリブデン(IV)等）
・水道法：要検討項目（目標値 0.07 mg/L）（モリブデンとして）
・水質要監視項目指針値：0.07 mg/L 以下（モリブデンとして）
・GHS 分類結果 4)※4

モリブデン（CAS 登録番号：7439-98-7）

皮膚腐食性／刺激性
眼に対する重篤な損傷性／眼刺激性
特定標的臓器毒性（単回暴露）

三酸化モリブデン(VI)（CAS 登録番号：1313-27-5）

眼に対する重篤な損傷性／眼刺激性
特定標的臓器毒性（単回暴露）

発がん性
生殖毒性
特定標的臓器毒性（反復暴露）

モリブデン酸ナトリウム(VI)（CAS 登録番号：7631-95-0）

急性毒性
（経口）

皮膚腐食性／刺激性
眼に対する重篤な損傷性／眼刺激性
特定標的臓器毒性（単回暴露）

生殖細胞変異原性
発がん性
生殖毒性
特定標的臓器毒性（反復暴露）

七モリブデン酸六アンモニウム(VI)（CAS 登録番号：12027-67-7）

急性毒性（経口）
眼に対する重篤な損傷性／眼刺激性
特定標的臓器毒性（単回暴露）

発がん性
生殖毒性
特定標的臓器毒性（反復暴露）

りんモリブデン酸(VI)（CAS 登録番号：12026-57-2）

生殖細胞変異原性
発がん性
生殖毒性

特定標的臓器毒性
（単回暴露）

二硫化モリブデン(IV)（CAS 登録番号：1317-33-5）

（GHS 分類結果において、すべての危険有害性項目の分類結果が「区分に該当しない（分類対象外）」または「分類できない」のため絵表示なし）

※3：環境データについては、PRTR 選定根拠に用いたデータと必ずしも一致しないことがあります。詳細は、「御利用にあたって」をご確認ください。

※4：2017 年までの GHS 分類結果は、対象物質選定根拠のひとつとして考慮されますが、必ずしも化管法対象物質の選定根拠になっていないことがあります。（該当する危険有害性についてピクトグラムを示します）

■　引用･参考文献

1）丸善出版（株）『理科年表 2024』（2023 年 11 月発行）
2）環境省「環境基準項目等の設定根拠等」（2004 年公表）（モリブデンとして）
https://www.env.go.jp/council/toshin/t090-h1510/02.pdf
3）IARC「IARC MONOGRAHS ON THE EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS (2018) Vol. 118」
https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Welding-Molybdenum-Trioxide-And-Indium-Tin-Oxide-2018
4）NITE 統合版　政府による GHS 分類結果
https://www.chem-info.nite.go.jp/chem/ghs/m-nite-7439-98-7.html（モリブデン）
https://www.chem-info.nite.go.jp/chem/ghs/m-nite-1313-27-5.html（三酸化モリブデン(VI)）
https://www.chem-info.nite.go.jp/chem/ghs/m-nite-7631-95-0.html（モリブデン酸ナトリウム(VI)）
https://www.chem-info.nite.go.jp/chem/ghs/m-nite-12027-67-7.html（七モリブデン酸六アンモニウム(VI)）
https://www.chem-info.nite.go.jp/chem/ghs/m-nite-12026-57-2.html（りんモリブデン酸(VI)）
https://www.chem-info.nite.go.jp/chem/ghs/m-nite-1317-33-5.html（二硫化モリブデン(IV)）
5）経済産業省「スクリーニング評価：人健康影響に関する優先度判定案」（2013 年度）
https://www.meti.go.jp/shingikai/kagakubusshitsu/anzen_taisaku/pdf/h25_02_04_01.pdf
6）厚生労働省「日本人の食事摂取基準（2020 年版）」
https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000586553.pdf
7）環境省「化学物質の環境リスク初期評価第 10 巻」（2012 年公表）
https://www.env.go.jp/chemi/report/h24-01/pdf/chpt1/1-2-2-17.pdf
8）（一財）化学物質評価研究機構「化学物質安全性（ハザード）評価シート」
https://www.chem-info.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/pdf/CI_02_011/2001-47.pdf
9）（株）化学工業日報社『17524 の化学商品』（2024 年 1 月発行）

■　性状･用途に関する参考文献

・環境省「化学物質の生態リスク初期評価第 10 巻」（2012 年公表）
https://www.env.go.jp/chemi/report/h24-01/pdf/chpt1/1-2-2-17.pdf
・経済産業省「重要鉱物に係る安定供給確保を図るための取組方針」（2024 年公表）
https://www.meti.go.jp/policy/economy/economic_security/metal/torikumihoshin.pdf

■　改訂履歴

版数	発行日	改訂内容
第 1 版	2012 年	初版発行
第 2 版	2025 年 3 月 14 日	2021 化管法政令改正時選定根拠情報への更新、リスク評価情報、環境データの更新等