

14	CAS 番号： 7440-62-2(バナジウム)	物質名： バナジウム及びその化合物
化審法官報公示整理番号： 化管法政令番号： 1-321 (バナジウム化合物) 元素記号： V 原子量： 50.94		
<p>1. 物質に関する基本的事項</p> <p>バナジウム、酸化バナジウム (IV) 及び酸バナジウム (III) は水に不溶である。五酸化バナジウム (V)、メタバナジン酸アンモニウム (V) 及びメタバナジン酸ナトリウム (V) の水溶解度はそれぞれ 700 mg/1,000g (25°C)、4.8×10^4 mg/1,000g (20°C)、2.1×10^5 mg/1,000g (25°C) である。バナジン酸ナトリウム (V) 及びオキシ硫酸バナジウム (IV) は水に可溶である。オキシ三塩化バナジウム (V) は湿気によりバナジン酸及び塩酸へ加水分解するとされ、バナジン酸カリウム (V) は冷水にはほとんど不溶である。四塩化バナジウム (IV) は 63°C 以下では三塩化バナジウム及び塩素へ徐々に分解するとされ、オキシ二塩化バナジウム (IV) は徐々に分解するとされる。五酸化バナジウムは、難分解性ではあるが高濃縮性ではないと判断される物質である。</p> <p>バナジウム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。金属バナジウム、バナジウム合金の用途は電子材料、被覆材、耐熱材、超合金、航空機の部材等、バナジウム鋼の用途は原子炉やターボエンジンのタービン、ドリル等の切削工具、パイプライン、タンク、橋梁等である。五酸化バナジウムは主に金属バナジウムやバナジウム合金、バナジウム鋼等の合金鉄の原料に用いられ、合金鉄原料以外には硫酸、フタル酸、マレイン酸等を製造する際の触媒、電池の材料、蛍光体の原料等に用いられている。五酸化バナジウム以外のバナジウム化合物は、合成ゴム (EPDM) 等を製造する際の触媒、表面処理剤等に用いられている。</p> <p>五酸化バナジウムの平成 19 年度における製造 (出荷) 及び輸入量は 100~1,000 t/年未満である。化管法における五酸化バナジウムの製造・輸入量区分は、1 t 以上 100 t 未満である。</p> <hr/> <p>2. ばく露評価</p> <p>バナジウム化合物の化管法に基づく平成 22 年度の環境中への総排出量は 27t となり、そのうち届出排出量は 21t で全体の 79% であった。届出排出量の排出先は公共用水域への排出量が多い。このほか、移動量は廃棄物へ 1,000t、下水道へ 2.9t であった。届出排出量の多い業種は、大気及び公共用水域ともに化学工業、鉄鋼業であった。届出外排出量を含めた環境中への排出は水域が最も多い。環境中におけるバナジウムの化学形態は明らかでないため、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、バナジウムの媒体別分配割合の予測は行わなかった。</p> <p>人に対するばく露として吸入ばく露の予測最大ばく露濃度は、一般環境大気からのデータから $0.0096 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度となった。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、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 $0.31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となった。</p> <p>経口ばく露の予測最大ばく露量は、公共用水域淡水からのデータから算定すると $0.04 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ の報告があった。なお、限られた地域を調査対象とした過去の地下水のデータ及び土壌のデータを用いた経口ばく露の予測最大ばく露量は $4.2 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ となった。食品中の金属元素量から国民健康・栄養調査食品群別表に記載のある食品 (全 17 大分類のうち 13 分類を集計) と食品群別摂取量を用いて算出した一日摂取量を体重 50 kg で除して算出した経口ばく露量は、限られた地域を調査対象とした過去のデータではあるが $0.94 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ となり、過去の地下水データ及び土壌のデータからの経口ばく露量も加えると $5.1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ となった。一方、化管法に基づく平成 22 年度の公共用水域淡水への届出排出量を全国河道構造データベースの平水流量で除し、希釈のみを考慮した河川中濃度を推定すると、最大で $4.8 \mu\text{g}/\text{L}$ となった。推定した河川中濃度を用いて経口ばく露量を算出すると $0.19 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ となった。</p>		

水生生物に対するばく露を示す予測環境中濃度 (PEC) は、公共用水域の淡水域では 1.0 µg/L の報告があり、海水域では 2.0 µg/L の報告があった。なお、限られた地域を調査対象とした公共用水域の淡水では、18 µg/L という報告もあった。化管法に基づく公共用水域淡水への届出排出量を用いて推定した河川中濃度は、最大で 4.8 µg/L となった。

3. 健康リスクの初期評価

五酸化バナジウムは眼、皮膚、気道を刺激し、高濃度を吸入すると肺水腫、気管支炎、気管支痙攣を引き起こすことがある。吸入すると咽頭痛、咳、灼熱感、息切れ、息苦しさ、喘鳴を生じ、経口摂取すると胃痙攣、下痢、嗜眠、吐き気、意識喪失、嘔吐を生じる。皮膚に付くと発赤や灼熱感、痛み、眼に入ると痛み、発赤、結膜炎を生じる。三酸化バナジウムやバナジン酸アンモニア塩も眼や皮膚、気道を刺激する。四バナジウム酸ナトリウムのヒトでの最小致死量 (LDLo) として 1 mg/kg (静脈内投与) という値があった。

五酸化バナジウムでは実験動物で発がん性を認めたとした報告があるものの、ヒトでの発がん性については判断できないため、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。

経口ばく露については、メタバナジン酸ナトリウム (V 価) を投与したラットの生殖・発生毒性試験から得られた LOAEL 5 mg/kg/day (仔の体重増加の抑制、肝臓及び腎臓相対重量の減少。バナジウムとして 2.1 mg/kg/day) を LOAEL であるために 10 で除した 0.21 mg/kg/day がバナジウムとして信頼性のある最も低用量の知見であると判断し、これを無毒性量等として設定した。なお、IV 価のバナジウム化合物であるオキシ硫酸バナジウムを経口投与したヒトの知見もあったが、バナジウムの毒性はIV価よりもV価の方が高いこと、一般環境でのバナジウムの主要な価数は V 価であることを考慮して、V 価のバナジウム化合物の知見に基づいて評価すべきと判断した。吸入ばく露については、ラットの中・長期毒性試験から得られた五酸化バナジウムの LOAEL 0.5 mg/m³ (肺や喉頭、鼻の組織の変性) をばく露状況で補正して 0.089 mg/m³ (バナジウムとして 0.05 mg/m³) とし、LOAEL であるために 10 で除した 0.005 mg/m³ がバナジウムとしての信頼性のある最も濃度の知見と判断し、これを無毒性量等に設定した。

経口ばく露については、公共用水域・淡水を摂取すると仮定した場合、予測最大ばく露量は 0.04 µg/kg/day であった。無毒性量等 0.21 mg/kg/day と予測最大ばく露量とから、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、さらに発がん性を考慮して 5 で除して求めた MOE (Margin of Exposure) は 110 となる。また、過去の局所地域の地下水データ及び土壌データを用いた最大ばく露量 4.2 µg/kg/day から参考として MOE を算出すると 1.0 となり、さらに食品中の金属元素と食品群別摂取量から求めたばく露量 0.94µg/kg/day を加えた総ばく露量 5.1 µg/kg/day から参考として MOE を算出すると 0.8 となる。一方、化管法に基づく平成 22 年度の公共用水域・淡水への届出排出量をもとに推定した高排出事業所の排出先河川中濃度から算出した最大ばく露量は 0.19 µg/kg/day であったが、それから参考として MOE を算出すると 22 となる。このため、本物質のばく露による健康リスクの評価に向けて経口ばく露の情報収集等を行う必要があると考えられる。

吸入ばく露については、一般環境大気中の濃度についてみると、予測最大ばく露濃度は 0.0096 µg/m³ 程度であった。無毒性量等 0.005 mg/m³ と予測最大ばく露濃度から、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、さらに発がん性を考慮して 5 で除して求めた MOE は 10 となる。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 0.31 µg/m³ であったが、参考としてこれから算出した MOE は 0.3 となる。このため、本物質の一般環境大気の吸入ばく露による健康リスクの評価に向けて吸入ばく露の情報収集に努める必要があると考えられる。

有害性の知見				ばく露評価			リスクの判定			評価
ばく露経路	リスク評価の指標	動物	影響評価指標 (エンドポイント)	ばく露の媒体	予測最大ばく露量及び濃度					
経口	無毒性量等 0.21 mg/kg/day	ラット	仔の体重増加の抑制、肝臓及び腎臓相対重量の減少	飲料水	—	µg/kg/day	MOE	—	×	(▲)
				公共用水域・淡水	0.04	µg/kg/day	MOE	110	○	
吸入	無毒性量等 0.005 mg/m ³	ラット	肺や喉頭、鼻の組織の変性	一般環境大気	0.0096	µg/m ³	MOE	10	▲	▲
				室内空気	—	µg/m ³	MOE	—	×	×

4. 生態リスクの初期評価

急性毒性値について、藻類では緑藻類 *Pseudokirchneriella subcapitata* の生長阻害に関する 72 時間 EC₅₀ 17,000 µgV/L、甲殻類ではオオミジンコ *Daphnia magna* の 48 時間 LC₅₀ 1,600 µgV/L、魚類ではコイ科 *Gila elegans* の 96 時間 LC₅₀ 2,200 µgV/L、その他ではイトミミズ科 *Tubifex tubifex* の 96 時間 LC₅₀ 211 µgV/L が信頼できる知見として得られたため、アセスメント係数 100 を適用し、急性毒性値に基づく予測無影響濃度（PNEC）として 16 µgV/L が得られた。

慢性毒性値について、藻類では緑藻類 *P. subcapitata* の生長阻害に関する 72 時間 NOEC 3,100 µgV/L、甲殻類ではオオミジンコ *D.magna* の繁殖阻害に関する 23 日間 NOEC 1,900 µgV/L、魚類ではキプリノドン科 *Jordanella floridae* の 2 世代目の成長（乾重量）に関するふ化後 30 日間までの NOEC 41 µgV/L、その他ではクラバ科 *Cordylophora caspia* の個体群増殖阻害における 10 日間 NOEC 1,000 µgV/L が信頼できる知見として得られたため、アセスメント係数 10 を適用し、慢性毒性値に基づく PNEC として 4.1 µgV/L が得られた。

本物質の PNEC には、魚類の慢性毒性値から得られた 4.1 µgV/L を採用した。

PEC/PNEC 比は淡水域で 0.2、海水域では 0.5 となった。

過去の限られた公共用水域（淡水）を調査対象とした水質中濃度では、18 µg/L という報告があった。また、化管法に基づく届出排出量を用いて推定した河川中濃度は、4.8 µg/L であることから、PEC よりも高濃度の地点が存在する可能性も考えられた。

したがって、本物質については、情報収集に努める必要があると考えられる。本物質については、製造輸入数量や PRTR データの推移の把握に努め、自然由来による高濃度地点に留意しつつ、公共用水域濃度の状況を詳細に把握する必要があると考えられる。

有害性評価（PNEC の根拠）			アセスメント係数	予測無影響濃度 PNEC (µg/L)	ばく露評価		PEC/PNEC 比	PEC/PNEC 比による判定	評価結果
生物種	急性・慢性の別	エンドポイント			水域	予測環境中濃度 PEC (µg/L)			
魚類 キプリノドン科	慢性	NOEC 成長阻害	10	4.1	淡水	1.0	0.2	▲	▲
					海水	2.0	0.5		

5. 結論

	結論		判定
健康リスク	経口ばく露	情報収集等の必要があると考えられる。	(▲)
	吸入ばく露	情報収集に努める必要があると考えられる。	▲
生態リスク	情報収集に努める必要があると考えられる。		▲

[リスクの判定] ○：現時点では作業は必要ない、▲：情報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

(○)：情報収集等を行う必要性は低いと考えられる、(▲)：情報収集等の必要があると考えられる、(-)：評価の対象外、あるいは評価を実施しなかった場合を示す