

337. 4-ビニル-1-シクロヘキセン

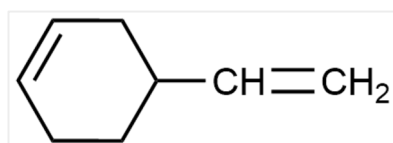
別 名 : 4-ビニルシクロヘキサ-1-エン、VCH、シクロヘキセニルエチレン、4-ビニルシクロヘキセン

管 理 番 号 : 337

PRTR 政令番号 : 1-382 (化管法施行令(2021年10月20日公布)の政令番号)

CAS 登録番号 : 100-40-3

構 造 式 :



性 状 : 無色透明の液体 甘い果実のような匂い
水にやや溶ける(水溶解度 10 mg/L~10,000 mg/L (10 g/L)) 揮発性物質

- ・4-ビニル-1-シクロヘキセンは、難燃剤や塗料の原料に使われています。
- ・2022年度のPRTRデータでは、環境中への排出量は約0.22トンでした。すべてが事業所から排出されたもので、主に大気中に、または河川や海などにも排出されました。

■用途

4-ビニル-1-シクロヘキセンは、難燃剤や塗料の原料に使われています。また、塗料溶剤や洗浄剤に利用される物質の原料としても使われています。

■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0.22トンが環境中へ排出されたと見積もられています。すべてが化学工業の事業所から、主に大気中に排出されたほか、河川や海などにも排出されました。都道府県別では、排出量が多かった地域は茨城県、三重県、広島県でした。

また、化学工業の事業所から、廃棄物に約180トンが移動されました。

■環境中での動き

大気中に排出された4-ビニル-1-シクロヘキセンは、光化学的に生成されるOHラジカルにより分解され、0.72~7.2時間で半分の濃度になると算出されています(反応速度定数をQSAR(定量的構造活性相関)によって推算)¹⁾。水中に排出された場合は、国の化学物質安全性点検による分解度試験では、微生物分解はされにくいことが報告されています²⁾。また、加水分解はされにくいと報告されています¹⁾。

■PRTR 対象物質選定の根拠(有害性)

発がん性 4-ビニル-1-シクロヘキセンは、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⁾。

作業環境許容濃度から得られる吸入慢性毒性 4-ビニル-1-シクロヘキセンは、米国産業衛生専門家会議 (ACGIH) において、1 日 8 時間、週 40 時間の繰り返し労働における作業者の TWA (許容濃度) が、0.1 ppm (約 0.44 mg/m³) と勧告されています⁴⁾。

生態毒性 4-ビニル-1-シクロヘキセンは、甲殻類等 (ミジンコ類) の繁殖阻害に基づく 21 日間 NOEC (無影響濃度) が 0.23 mg/L、遊泳阻害に基づく 48 時間 EC₅₀ (半数影響濃度) が 1.9 mg/L、魚類 (ミナミメダカ) の 96 時間 LC₅₀ (半数致死濃度) が 4.6 mg/L と算出されています⁵⁾。(甲殻類等 NOEC は後述「生態 (有害性・リスク評価)」示すデータと同じです。)

■人健康

有害性評価 雌雄のマウスに 13 週間、体重 1 kg 当たり 1 日 300 mg の 4-ビニル-1-シクロヘキセンを口から与えた実験では、雌マウスで生存率の低下などが認められました¹⁾。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) は体重 1 kg 当たり 1 日 107 mg (ばく露状況を考慮し補正後) でした¹⁾。(この試験結果は、後述「リスク評価」の根拠となっています。)

雌雄のマウスに 2 年間、4-ビニル-1-シクロヘキセンを口から与えた実験では、体重 1 kg 当たり 1 日 200 mg 以上において雌雄両方の前胃に潰瘍、炎症、上皮過形成が認められました⁶⁾。雌雄のラットに 2 年間、4-ビニル-1-シクロヘキセンを口から与えた実験では、体重 1 kg 当たり 1 日 200 mg 以上において雄の前胃に上皮過形成が認められました⁶⁾。これらの実験結果から求められる口から取り込んだ場合の LOAEL (最小毒性量) は体重 1 kg 当たり 1 日 200 mg でした⁶⁾。(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 13 週間、1,000 ppm の濃度の 4-ビニル-1-シクロヘキセンを呼吸によって取り込ませた実験では、雌雄両方で肝臓相対重量に有意な増加など、雄ラットで腎臓相対重量の増加が認められました¹⁾。また、雌雄のマウスに 13 週間、1,000 ppm の濃度の 4-ビニル-1-シクロヘキセンを呼吸によって取り込ませた実験では、雌雄両方で生存率の低下などが認められました^{1),6)}。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 NOAEL は 250 mg/m³ (換算値: 体重 1 kg 当たり 1 日 330 mg)、ばく露状況を考慮し補正後で 200 mg/m³ でした^{1),6)}。(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 4-ビニル-1-シクロヘキセン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。ラット及びマウスに 4-ビニル-1-シクロヘキセンを口から与えた実験では、投与後 24 時間以内に尿 (約 50~60%)、呼気 (約 30~40%) 及びふん (約 3~10%) に含まれて排せつされたことが報告されています¹⁾。

リスク評価 環境省の「化学物質の環境リスクの初期評価 (2013 年)」では、リスク評価を行った時点では、口から 4-ビニル-1-シクロヘキセンを取り込んだ場合の NOAEL が体重 1 kg 当たり 1 日

107 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体重 1 kg 当たり 1 日 11 mg としています¹⁾。同報告書では、口から 4-ビニル-1-シクロヘキセンを取り込む量が把握されていないため、健康リスクの判定はできなかったと報告しています¹⁾。なお同報告書では、化管法に基づく公共用水域の淡水への届出排出量に基づき推定した高排出事業所の排出先河川中濃度から、口から取り込む量を最大で体重 1 kg 当たり 1 日 0.0000048 mg (=4.8 ng) と算出し、無毒性量が動物実験から得られた知見であることや発がん性を考慮して、MOE (ばく露マージン) を 46,000 と算出しています¹⁾。さらに、環境媒体から食物経路で摂取されるばく露量は少ないと推定されています¹⁾。以上のことから、リスク評価を行った時点では、口から取り込んだ場合の人の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性は低い (MOE $\geq$ 100) と報告しています¹⁾。

環境省の「化学物質の環境リスクの初期評価 (2013 年)」では、呼吸によって 4-ビニル-1-シクロヘキセンを取り込んだ場合の NOAEL が 200 mg/m³ (ばく露状況を考慮し補正後) 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 20 mg/m³ としています¹⁾。同報告書では、大気の測定データから、呼吸によって 4-ビニル-1-シクロヘキセンを取り込む濃度を最大で 0.000029 mg/m³ 未満 (<0.029 μ g/m³) 程度と予測し、無毒性量等が動物実験から得られた知見であることや発がん性を考慮して、MOE を 14,000 超と算出しています¹⁾。また同報告書では、化管法に基づく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) から、呼吸によって取り込む濃度を最大値で 0.00093 mg/m³ (=0.93 μ g/m³) と算出し、MOE を 430 と算出しています¹⁾。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の評価については、リスク評価を行った時点では情報収集を行う必要性はない (MOE $\geq$ 100) と報告しています¹⁾。

(独) 製品評価技術基盤機構及び (一財) 化学物質評価研究機構の「化学物質の初期リスク評価書 (2008 年)」では、「有害性評価」に示したマウス及びラットの口から取り込んだ場合の LOAEL (体重 1 kg 当たり 1 日 200 mg) と、ラットの呼吸によって取り込んだ場合の NOAEL (体重 1 kg 当たり 1 日 330 mg) 及び推定一日摂取量を用いてリスク評価した結果、リスク評価を行った時点では、人の健康へ悪影響を及ぼすことはないと判断しています⁶⁾。

■生態(有害性・リスク評価)

環境省の「化学物質の環境リスクの初期評価 (2013 年)」では、甲殻類 (ミジンコ類) の繁殖阻害に基づく 21 日間 NOEC が 0.227 mg/L であること (「PRTR 対象物質選定根拠 (有害性)・生態毒性」にて示したデータと同じです。) を根拠とし、水生生物に対する PNEC (予測無影響濃度) を 0.0023 mg/L (=2.3 μ g/L) と算定しています¹⁾。同報告書では、リスク評価を行った時点では、PEC (予測環境中濃度) を設定できるデータが得られなかったため、生態リスクの判定はできなかったと報告しています¹⁾。

しかしながら同報告書では、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最大で 0.00012 mg/L (=0.12 μ g/L) であり、PEC (予測環境中濃度) と PNEC の比 (PEC/PNEC) は 0.1 よ

りも小さい値と算出され、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。

生産量等		国内生産量（2022 年）：公表データなし				
排出・移動量 (2022 年度 PRTR データ)	環境排出量：約 0.22 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。	排出源の内訳（％）		都道府県別構成比（％）※1		
		事業所（届出）	100	茨城県	38	
		事業所（届出外）	－	三重県	36	
		非対象業種	－	広島県	26	
		家庭	－	－	－	
		移動体	－	－	－	
	事業所（届出）における 排出量：約 0.22 トン	排出先の内訳（％）				
		大気	73	土壌	－	
		公共用水域	27	埋立	－	
		業種別構成比（上位 5 業種、％）				
		化学工業				100
		－				－
		－				－
		－				－
		－				－
		事業所（届出）における 移動量：約 180 トン	移動先の内訳（％）			
	下水道への移動		－	廃棄物への移動	100	
	業種別構成比（上位 5 業種、％）					
	化学工業					100
	－					－
	－					－
	－					－
－				－		
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，作業環境許容濃度から得られる吸入慢性毒性，生態毒性（甲殻类等，魚類）					
	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)						
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 0.0000042 mg/m³ (= 4.2 ng/m³) (検出下限値以上定量下限値未満), 2 地点で検出下限値以上定量下限値未満; [2013 年度, 環境省] - 化学物質環境実態調査: 検出数 0 / 27 検体 (検出下限値 0.000029 mg/m³ (=29 ng/m³)); [2011 年度, 環境省] 公共用水域 - 化学物質環境実態調査: 検出数 0 / 18 検体 (検出下限値 0.000047 mg/L (=0.047 µg/L)); [2017 年度, 環境省]
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 - 大気汚染防止法: 揮発性有機化合物 (VOC) として測定される可能性がある物質 - GHS 分類結果 ^{7)※4}  引火性液体 皮膚腐食性／ 刺激性 眼に対する重 篤な損傷性／ 眼刺激性 発がん性 生殖毒性 特定標的 臓器毒性 (反復暴露) 水生環境 有害性 長期 (慢性)

※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

- 環境省「化学物質の生態リスク初期評価第 11 巻」(2013 年公表)
<https://www.env.go.jp/chemi/report/h24-02/pdf/chpt1/1-2-2-15.pdf>
- 経済産業省「化学物質安全性点検結果等 (分解性・蓄積性)」
https://www.nite.go.jp/chem/jcheck/detail.action?cno=100-40-3&mno=3-2229&request_locale=ja
- IARC「IARC MONOGRAPHS ON THE EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS (1989) Vol. 60」
<https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Some-Industrial-Chemicals-1994>
- 厚生労働省「職場のあんぜんサイト」安全データシート
<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/0177.html>
- 環境省「化学物質の生態影響試験 (藻類、甲殻類、魚類) 結果一覧」(2024 年 3 月版)
<https://www.env.go.jp/chemi/sesaku/seitai.html>
- (独) 製品評価技術基盤機構・(一財) 化学物質評価研究機構「化学物質の初期リスク評価書 Ver.1.0」

((国研) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 委託事業、2008年公表)

https://www.chem-info.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/pdf/CI_02_001/risk/pdf_hyoukasyo/255riskdoc.pdf

7) 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-100-40-3.html>

■ 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11巻」(2013年公表)

<https://www.env.go.jp/chemi/report/h24-02/pdf/chpt1/1-2-2-15.pdf>

- ・National Library of Medicine「COMPOUND SUMMARY」

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/7499#section=Experimental-Properties>

- ・(独)製品評価技術基盤機構「NITE-CHRIP」用途

https://www.chem-info.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_100-40-3.html

- ・(独)製品評価技術基盤機構・(一財)化学物質評価研究機構「化学物質の初期リスク評価書 Ver.1.0」
(国研) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 委託事業、2008年公表)

https://www.chem-info.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/pdf/CI_02_001/risk/pdf_hyoukasyo/255riskdoc.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