

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17

詳細リスク評価書  
No.26 ( 詳細 )  
1,4 - ジクロロ-2-ブテン  
(1,4 - Dichloro-2-butene)

目次

本文・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1  
別添 1 有害性総合評価表・・・・・・・・・・・・・・・・  
別添 2 有害性評価書・・・・・・・・・・・・・・・・  
別添 3 ばく露作業報告集計表・・・・・・・・・・・・・・・・  
別添 4 測定分析法・・・・・・・・・・・・・・・・

2010年 月

厚生労働省

化学物質によるリスク評価検討会

1 1 物理化学的性質

3 (1)化学物質の基本情報

5 名 称: 1,4-ジクロロ-2-ブテン(1,4-Dichloro-2-butene )

6 別 名: 2 塩化-2-ブチレン、DCB、1,4-DCB

7 化学式:  $C_4H_6Cl_2$

8 分子量: 124.99

9 CAS 番号: 764-41-0

10 労働安全衛生法施行令別表9(名称を通知すべき有害物)第252 号

12 (2)物理的・化学的性状

13 外観:無色ないし褐色の液体

融点:  $-20\text{ }^\circ\text{C}$

比重(水=1):

引火点:  $5.9\text{ }^\circ\text{C(C.C.)}$

沸点:  $156\text{ }^\circ\text{C}$

溶解性(水):  $0.13\text{ g}/100\text{ ml}(20\text{ }^\circ\text{C})$

蒸気圧( $20\text{ }^\circ\text{C}$ ):  $0.4\text{ kPa}$

分配係数 $\log P_{ow}$ : 1.8

密度:  $1.14\text{g}/\text{cm}^3$

換算係数:  $1\text{ ppm}=5.11\text{mg}/\text{m}^3(25\text{ }^\circ\text{C})$

$1\text{ mg}/\text{m}^3=0.20\text{ ppm}(25\text{ }^\circ\text{C})$

14 2 有害性評価の結果

15  
16 1,4-ジクロロ-2-ブテンについては、平成 20 年度に初期リスク評価を実施し、問題となるリス  
17 クが確認されたことから、平成 21 年度において詳細リスク評価を実施した。有害性評価につい  
18 ては、平成 20 年度に評価書が作成されたが、その後の情報収集において、追加すべき知見等  
19 は得られていないので、当該有害性評価書を有害性評価結果として採用することとする(別添 1  
20 及び 2 参照)。

22 (1)重視すべき物質性状

23  
24 1,4-ジクロロ-2-ブテンは常温( $20\text{ }^\circ\text{C}$ )で液体であるが、分配係数が 1.8 と脂溶性をが比較  
25 的高く、体内に蓄積し、慢性的健康障害を発現する懸念がある。

26 当該物質は常温で無色の液体ではあるが、刺激臭があるため、判別は可能である。

1 (2) 重視すべき暴露ルート(吸入、経口、経皮)

2  
3 上述の様に、1,4-ジクロロ-2-ブテンは蒸気圧が比較的高く、また、有害性評価の結果で  
4 は、吸入ばく露による健康障害が問題となる。また、ACGIH(米国産業衛生専門家会合)、D  
5 FG(ドイツ学術振興会)は、経皮膚吸収に注意を要する物質としており、特に、注意が必要で  
6 ある。

7  
8 (3) 重視すべき有害性

9  
10 ① 発がん性

11 発がん性については、IARC (国際がん研究機関)では2B (ヒトに対する発がん性  
12 が疑われる)に区分されるとともに、EU(欧州連合)で2 (ヒトに対して発がん性がある  
13 とみなされるべき物質)に区分されている。また、米国産業衛生専門家会合(ACGIH)  
14 のTLVsの根拠資料に以下の様な知見が示されており、発がん性を有すると判断される。

15  
16 SDラットに0, 0.5, 5 ppmの1,4-ジクロロ-2-ブテンを6時間/日、5日/週の頻度で104  
17 週間、吸入ばく露を行った結果(5 ppm群は、ばく露開始30週後に呼吸刺激が生じた  
18 ため、2.5 ppmに低減しさらに23週間ばく露した)、鼻腔腫瘍の発生率は雌雄ともに  
19 増加が認められた(雄:0.5 ppm群 32%、5 ppm群 87%、雌:0.5 ppm群 18%、5 ppm群  
20 88%) (別添2参照)。

21  
22 また、米国産業衛生専門家会合(ACGIH)のTLVsの根拠資料として、1,4-ジク  
23 ロロ-2-ブテンにばく露された可能性がある525名の作業者の後向きコホート研究で  
24 は、悪性腫瘍による死亡が7名でみられた(がん死亡率の統計学的有意な増加は示さ  
25 れなかった)としている(別添2参照)。

26  
27 なお、遺伝毒性試験に関し、in vitro, in vivo試験の両方において陽性結果が示  
28 されており、遺伝毒性があると判断できることから、閾値はないとすることが妥当  
29 と判断した。

30 ② 発がん性以外の有害性

- 31 ○ 急性毒性:あり  
32 ○ 皮膚腐食性/刺激性:あり  
33 ○ 眼に対する重篤な損傷性/刺激性:あり  
34 ○ 反復投与毒性(生殖・発生毒性/発がん性は除く):あり  
35 ○ 生殖・発生毒性:なし  
36 ○ 遺伝毒性:あり

1 (4) 許容濃度等

2  
3 米国産業衛生専門家会合 (ACGIH) は、1993年、当該物質は強度の刺激性、変異原性、  
4 動物発がん物質であり、このうち、ウサギの経皮投与LD<sub>50</sub>値0.62ml/kgは「Skin」記号  
5 を付記するに値するとした。また、USEPAのリスク分析において、雄ラットの鼻腔腫  
6 瘍の発生から求めた0.005ppm (人の生涯過剰発がんリスクが $8 \times 10^{-3}$ に相当) を許容濃  
7 度の根拠とした。

8 また、日本産業衛生学会等において、許容濃度は設定されていない。

9 ○ ACGIH TLV-TWA: 0.005 ppm (0.025mg/m<sup>3</sup>) (1980)、経皮吸収性

10 ○ 日本産業衛生学会: 設定なし

11 ○ DFG MAK: 設定なし、経皮吸収に要注意喚起とした。

12  
13 (5) 評価値

14 初期リスク評価において、閾値のない発がん性が認められたが、ユニットリスクに  
15 関する情報はない。ただし、US EPAの実施したリスク分析によると、雄ラット  
16 の1,4-ジクロロ-2-ブテンの慢性吸入ばく露による鼻腔腫瘍 (腺腫および腺癌)  
17 の発生をもとに計算した結果、当該物質0.025ppmを8時間/日、5日/週、40年間  
18 ばく露した労働者の生涯過剰発がんリスクは $4 \times 10^{-2}$  (上限 $7 \times 10^{-3}$ )であった。右  
19 をもとに $10^{-4}$ の値を算定した結果 $6.3 \times 10^{-5}$  ppmとなったが、その後新たな知見等  
20 が得られていないため、詳細リスク評価においてもこの値を採用する。

21  
22 ○ 労働補正後のRL ( $10^{-4}$ ) に対応する濃度

23 
$$0.025 \times 10^{-4} / 4 \times 10^{-2} = 0.0000625 \text{ ppm} = 6.3 \times 10^{-5} \text{ ppm}$$

24  
25 また、二次評価値については、初期リスク評価において、米国産業衛生専門家会合  
26 (ACGIH)の暴露限界値 (TLV-TWA)を参考に0.005 ppmを採用したが、その後の情報収集に  
27 おいて、新たな許容濃度の設定等はなされておらず、この値を二次評価値として採用するこ  
28 とは妥当と判断される。

29 ○ 一次評価値:  $6.3 \times 10^{-5}$  ppm

30 ○ 二次評価値: 0.005 ppm

31  
32  
33 3 暴露評価の結果

34  
35 (1) 主な暴露作業

1 平成20年における1,4-ジクロロ-2-ブテンの有害物ばく露作業報告は、合計1事業場から  
2 2作業について報告がなされ、作業従事労働者数の合計は66人(延べ)であった。また、対  
3 象物質の取扱量の合計は約3220万トン/年(延べ)であった。

4 ばく露実態調査を実施した1事業場におけるばく露作業として1,4-ジクロロ-2-ブテンの製  
5 造、当該物質を原料とした合成ゴムの製造の2作業が確認された。

6 また、平成21年度において関係業界団体の協力を得て、同様の作業を実施している1事  
7 業場について追加調査を実施したが、当該事業場における対象作業も、上記作業であった。

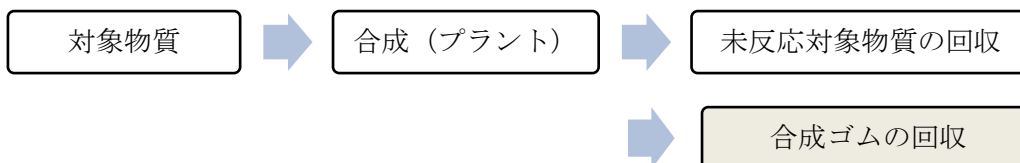
8 なお、2事業場とも1,4-ジクロロ-2-ブテンの製造及び当該物質を原料とした合成ゴムの製  
9 造を一貫して実施しており、これら作業の概要は下図の通りである。

10  
11 図 1,4-ジクロロ-2-ブテンの製造・取り扱い作業の概要

12  
13 ○ 1,4-ジクロロ-2-ブテンの製造



15 ○ 1,4-ジクロロ-2-ブテンを原料とした合成ゴムの製造



17  
18 (2) ばく露実態調査結果の概要

19  
20 ばく露実態調査では、事業場に対し、製造・取扱状況について聞き取り調査を行い、その結  
21 果、ばく露が高いと予想された作業について個人ばく露測定等を実施した。その概要は以下  
22 のとおり。

23 ① 測定分析法(詳細については別添4を参照)

- 24 ・ 個人ばく露測定: 捕集剤にポンプを使用して捕集  
25 ・ 作業環境測定: 捕集剤にポンプを使用して捕集  
26 ・ スポット測定: 捕集剤にポンプを使用して捕集  
27 ・ 分析法: ガスクロマトグラフ法

28 ② 測定結果

29 平成20年度のばく露実態調査においては、1,4-ジクロロ-2-ブテンを製造し、取り扱って  
30 いる1事業場に対し、特定の作業に従事する2人の労働者に対する個人ばく露測定を行うと  
31 ともに、2単位作業場において作業環境測定基準に基づくA測定を行い、3地点についてス  
32 ポット測定を実施した。個人ばく露測定結果(8時間TWA)の最大値は、二次評価値を上回  
33 る0.074 ppmであったことから、詳細リスク評価に移行した。

1  
2 これを受けて、平成21年度においては、関係業界との連携・協力のもと、ばく露が高いと  
3 予想される事業場1事業場を調査対象に追加し、作業に従事する3人の労働者に対する個  
4 人ばく露測定を行うとともに、1単位作業場において作業環境測定基準に基づくA測定を行  
5 い、4地点についてスポット測定を実施した。

6  
7 2年間の調査において、2事業所において、ばく露の高い作業に従事する4人の労働者に  
8 対する個人ばく露測定が行われた。この結果の最大値は0.0740 ppm であった。また、対数  
9 変換データで信頼率90%(上側5%)で区間推定した上側限界値は? ppm (自然対数に変  
10 換値については、正規分布していることを確認済み)となった。

11  
12 ○ 測定データの最大値: 0.0740 ppm

13 ○ 全データの区間推定上側限界値: 1.420 ppm

14 (参考) 上位10データの区間推定上側限界値: 0.375 ppm

### 15 16 (3) ばく露の高い作業の詳細

17  
18 これら作業のうち、1,4-ジクロロ-2-ブテンの製造事業場においては、製造された当該物質  
19 の合成プラント及び当該物質の配管、反応液の蒸留塔(分離機)等からのサンプルリングが  
20 ばく露作業に該当する。

21  
22 このうち、循環ポンプ配管からのサンプリング(2分間×1回)、分析等を行う1労働者で、  
23 0.0740 ppm のばく露が確認された。当該サンプリング作業のスポット測定では、最大 0.210  
24 ppm の高い濃度が示されている。但し、当該サンプリングに要する時間は2分程度と短時間  
25 (各1回)であることや、当該事業場が屋外であることから、局所排気装置は使用されておら  
26 ず、有機ガス用防毒マスクが使用されていた。なお、分析等の作業については、囲い式の局  
27 所排気装置が使用されていた。

28  
29 また、当該物質を原料とした合成ゴムの製造におけるばく露作業としては、

- 30 ・ 原料となる当該物質のサンプリング(2~4分/回、4~6回/月程度)
- 31 ・ 未反応となった当該物質の分離(蒸留)回収過程でのサンプリング(2~数分/回、4~6  
32 回/月程度)
- 33 ・ 分離器(蒸留塔)下流配管でのストレーナー(フィルター)の洗浄(4~5時間/回、1回/  
34 月程度)

35 等がある。

1 以上から、1,4-ジクロロ-2-ブテンについては、当該物質の製造及び品質確認の目的で行  
2 われるサンプリング作業について、ばく露が高い作業と考えられる。

3  
4 なお、当該物質の、分離器(蒸留塔)下流配管でのストレーナー(フィルター)の洗浄(4~5  
5 時間/回、1回/月程度)については、測定がなされていないので、ばく露濃度は不明である  
6 が、作業時間がサンプリング等にくらべ、長時間でありばく露リスクは高いことが予想される。

7  
8 製造し、取り扱う事業場全ての屋内事業場において、局所排気装置は設置されている。ま  
9 た、ばく露が見込まれる作業に従事する労働者は全て有機ガス用防毒マスク、保護メガネ、  
10 保護手袋等呼吸用保護具を使用しており、一部労働者は保護衣も使用している。

#### 11 12 13 4 リスク評価結果

##### 14 15 (1) 暴露限界値との関係(TWA8hの分布、TWA8hの最大値)

16  
17 1,4-ジクロロ-2-ブテンを製造し・取り扱う労働者の個人ばく露測定(8時間平均ばく露濃度  
18 (TWA8h))の結果については、測定を実施した4人中、3人(75%)が二次評価値(0.005 ppm  
19 m)を超え、1人(25%)が一次評価値~二次評価値となった。なお、個人ばく露濃度の最大  
20 値は、二次評価値を上回る0.074 ppmであった。

21  
22 また、個人ばく露測定全データについて信頼率90%(上側5%)で区間推定した上側限界  
23 値については、1.420 ppm(対数変換上位10データによる区間推定上側限界値は0.375  
24 ppm)で、二次評価値0.005 ppmを上回っており、当該調査結果からは、二次評価値を超える  
25 高いばく露が発生するリスクは高いと考える。

26  
27 以上のことから、当該物質の製造・取扱い事業場におけるばく露濃度の最大値は実測値  
28 0.074 ppm、区間推定した上側限界値1.42 ppmとなり、いずれも二次評価値を上回ることから、  
29 リスクが高いと考えられる。

30  
31 また、フィルターの洗浄を行う作業については測定がされていないが、高いばく露が確認さ  
32 れる可能性があると考えられる。

33  
34 なお、1,4-ジクロロ-2-ブテンについては、経皮膚浸透によるばく露量の有意な増加  
35 の危険性を有し、気中濃度が評価値未満であっても、皮膚接触が過剰なばく露を引き  
36 起こす危険性が指摘されている。

1 (2) 判定結果(措置の要否)

2

区 分	評価値との比較結果				区間推定(上限)		判定結果
	TWAの 最大値	2次値 超	2次値以 下	全 体 (%)	信頼率 (全体)	同 (上位10)	
全 体	0.074	3 (75)	1 (25)	4 (100)	1.420	0.375	要

3  
4  
5 5 暴露要因の解析

6  
7 1,4-ジクロロ-2-ブテンは、有害性評価を基に設定された二次評価値が非常に低く、また、当  
8 該物質の蒸気圧が比較的高く、当該物質の製造・取り扱い全般について、揮発したガスを吸入  
9 する危険性もあると示唆される。また、経皮膚浸透性が高く、皮膚接触が過剰なばく露を引き起  
10 こす危険性が指摘されている。

11  
12 ばく露の高かったについては、労働者 4 人中、3 人に二次評価値を超えるばく露がみられ、ス  
13 ポット測定の結果においても 7 作業中、5 作業で二次評価値のレベルを上回っており、当該製  
14 造、取扱作業に共通して労働者が二次評価値を超えるばく露がある可能性が高いと考えられ  
15 る。

16  
17 以上から、1,4-ジクロロ-2-ブテンの製造、取扱作業については、二次評価値を超えるばく露  
18 濃度を下げるための、作業環境の改善措置及びこれに加えて、作業管理、健康管理の確保の  
19 ための対策が必要と考える。

20

区 分	判定結果	判定の理由・根拠	リスク低減措置の方針
当該物質の製造 ・ サンプルング作業	作業工程共通	当該物質の揮発による 問題を有する。	発散抑制装置の設置、保護具の使用 等にかかる対策を検討する。
当該物質を原料とする 合成ゴムの製造 ・ サンプルング作業	作業工程共通	当該物質の揮発による 問題と有する。	発散抑制装置の設置、保護具の使用 等にかかる対策を検討する。

21

22 6 結論(まとめ)

23  
24 ばく露要因の解析の結果、リスクの高い作業としては、当該物質の製造及び品質確認の目的  
25 で行われるサンプルング作業が確認された。



1 二次評価値が非常に低く 0.005 ppm であることから、サンプリング作業のばく露レベルは、こ  
2 れを超える多くあり、その要因解析したところ、作業工程に共通するリスクとは考えられる。

3  
4 当該物質の製造及び品質確認の目的で行われるサンプリング作業については、二次評価値  
5 を超える高いばく露がみられるので、事業者が当該作業に従事する労働者等を対象として、発  
6 散抑制装置の設置、保護具の使用等にかかる対策を検討することが必要と考える。

7  
8 また、1,4-ジクロロ-2-ブテンについては、気中濃度が評価値未満であっても、皮膚接触が過  
9 剰なばく露を引き起こす危険性が指摘されており、対策を検討するに当たっては経皮膚浸透に  
10 対する保護具の使用等の健康障害防止措置について検討する必要がある。

## 有害性総合評価表

物質名：1,4-ジクロロ-2-ブテン

有害性の種類	評 価 結 果																													
ア 急性毒性	<p><u>致死性</u></p> <table border="1" data-bbox="384 504 1477 750"> <thead> <tr> <th></th> <th>ラット</th> <th>マウス</th> <th>ウサギ</th> <th>他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>吸入毒性：LC<sub>50</sub> =</td> <td>86 ppm</td> <td>184 ppm</td> <td>報告なし</td> <td></td> </tr> <tr> <td>試験内容：</td> <td>4 時間吸入</td> <td>(920 mg/m<sup>3</sup>)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>経口毒性：LD<sub>50</sub> =</td> <td>89 mg/kg bw</td> <td>190 mg/kg bw</td> <td>報告なし</td> <td></td> </tr> <tr> <td>経皮毒性：LD<sub>50</sub> =</td> <td>報告なし</td> <td>報告なし</td> <td>735mg/kg bw (62ml/kg)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><u>健康影響</u> <u>実験動物への影響</u> 吸入ばく露 ラットに 86 ppm の 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 4 時間吸入ばく露した。ばく露中に流涙、流涎、耳の充血が認められた<sup>4)</sup>。また肺、肝臓、脾臓の出血等の病変が認められた<sup>1,4)</sup>。 SD ラット（雄：4 匹/群）に 15.8-296 ppm の 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 15 分間吸入ばく露した<sup>1,4,7)</sup>。29ppm 以上の群で呼吸数の明らかな抑制が生じた。呼吸数/分が半分に抑制されるのに必要な 1,4-ジクロロ-2-ブテンの濃度 (RD<sub>50</sub>) は 179 ppm であった。流涙と鼻漏の程度は量依存性がみられた。 <u>ヒトへの影響</u> 吸入ばく露 高濃度の蒸気の吸入により、喘ぎ呼吸、呼吸障害、咳嗽、胸骨下疼痛がみられる。(流涙、頭痛が顕著にみられ、急速に昏睡が起きる可能性がある<sup>13)</sup>。 低濃度の蒸気の吸入により、中枢神経抑制、頭痛、呼吸器刺激が生じる<sup>13)</sup>。吸入ばく露後も倦怠感、頭痛、胸腹部の不快感がみられ、これらは数週間～おそらく数年間持続することが報告されている<sup>13)</sup>。</p>						ラット	マウス	ウサギ	他	吸入毒性：LC <sub>50</sub> =	86 ppm	184 ppm	報告なし		試験内容：	4 時間吸入	(920 mg/m <sup>3</sup> )			経口毒性：LD <sub>50</sub> =	89 mg/kg bw	190 mg/kg bw	報告なし		経皮毒性：LD <sub>50</sub> =	報告なし	報告なし	735mg/kg bw (62ml/kg)	
	ラット	マウス	ウサギ	他																										
吸入毒性：LC <sub>50</sub> =	86 ppm	184 ppm	報告なし																											
試験内容：	4 時間吸入	(920 mg/m <sup>3</sup> )																												
経口毒性：LD <sub>50</sub> =	89 mg/kg bw	190 mg/kg bw	報告なし																											
経皮毒性：LD <sub>50</sub> =	報告なし	報告なし	735mg/kg bw (62ml/kg)																											
イ 刺激性/腐食性	<p>皮膚刺激性/腐食性：あり 根拠：ウサギを用いた複数の試験で、1,4-ジクロロ-2-ブテンにより皮膚に強い紅斑、浮腫、壊死、腐食が生じることが報告されている。 眼に対する重篤な損傷性/刺激性：あり 根拠：ウサギを用いた複数の試験で、1,4-ジクロロ-2-ブテンの単回投与により、激しい角膜の熱傷と永続的な損傷が報告されている。</p>																													
ウ 感作性	<p>皮膚感作性：報告なし 呼吸器感作性：報告なし</p>																													
エ 反復投与毒性(生殖・発生毒性/発がん性は除く)	<p>無毒性量等 (NOEL) = 2 ppm 根拠：ヒトでは無毒性量等の根拠となるデータは報告されていない。ACGIH では、ラットに対する 1,4-ジクロロ-2-ブテンの 6 時間/日、5 日/週、4 週間の吸入ばく露試験結果をもとに、NOEL は 2 ppm (気道上皮への影響、血液学的変化) としている。この値に対して労働補正 (ばく露期間：8 時間/日、5 日/週) を行うと、2 ppm × 6 時間 / 8 時間 = 1.5 ppm となる。 不確実性係数 UF = 100 根拠：ラットを用いた吸入試験であり、長期ばく露ではないため、種差 = 10、試験期</p>																													

	<p>間=10として計算する。</p> <p>評価レベル = <math>1.5 \times 10^{-2}</math> ppm (<math>7.5 \times 10^{-2}</math> mg/m<sup>3</sup>)</p> <p>計算式 : <math>2 \text{ ppm} \times 1/100 \times 6/8 \text{ 時間} \times 5/5 \text{ 日} = 0.015 \text{ ppm}</math></p>
オ 生殖・発生毒性	<p>無毒性量等 (NOEL) = 親 0.5 ppm, 児 5ppm</p> <p>根拠 : SD 雌ラット (26 匹/群) に 0, 0.5, 5 ppm の 1,4-ジクロロ-2-ブテン (65% トランス異性体、35%シス異性体) を妊娠 6 日から 15 日まで 6 時間/日の吸入ばく露を行った (1, 4, 9)。5 ppm 群で母獣の体重増加率の有意な減少が認められただけで、そのほかにも毒性を示す臨床徴候は観察されなかった。1,4-ジクロロ-2-ブテンばく露群では、妊娠ラットの数、着床部位数、胚吸収部位数、胎仔数に有意な変化はみられなかった。また胎仔の体重、頭殿長の計測、外表、内臓、骨格の異常の検査から、1,4-ジクロロ-2-ブテンばく露による胎仔の発達への影響も認められなかった。</p> <p>不確実性係数 UF = 種差 10</p> <p>根拠 : 吸入による生殖発生毒性の NOEL であり種差 10 のみ。</p> <p>評価レベル : 親 : <math>3.8 \times 10^{-2}</math> ppm、児 : <math>3.8 \times 10^{-1}</math> ppm</p> <p>計算式 : 親 <math>0.5 \text{ ppm} \times 1/10 \times 6/8 = 3.8 \times 10^{-2} \text{ ppm}</math>  児 <math>5 \text{ ppm} \times 1/10 \times 6/8 = 3.8 \times 10^{-1} \text{ ppm}</math></p>
カ 遺伝毒性 (変異原性を 含む)	<p>遺伝毒性 : あり</p> <p>根拠 : <i>In vitro</i> では報告されているすべての試験で陽性の結果を示す。ネズミチフス菌 (サルモネラ菌) を用いる復帰突然変異試験では代謝活性化法の有無に関わらず陽性を示し、その他酵母あるいは大腸菌を用いる突然変異試験でも陽性である。げっ歯類細胞を用いる突然変異試験においても陽性を示している。</p> <p><i>In vivo</i> では、報告されている試験では陽性の結果を示す。ラットの吸入ばく露により、骨髄細胞で染色分体の異常がみられている。また、ラットの吸入ばく露、経口投与による優性致死試験にでも陽性である。そのほか、ショウジョウバエの劣性致死試験も陽性と報告されている。</p>
キ 発がん性	<p>発がん性の有無 : ヒトに対しておそらく発がん性がある</p> <p>根拠 : ACGIH A2 (参考 : EU 2)</p> <p>閾値の有無 : 閾値なし</p> <p>根拠 : カ項の「遺伝毒性」の評価結果の通り、<i>in vitro</i>, <i>in vivo</i> 試験の両方において陽性結果が示されており、遺伝毒性があると判断できる。</p> <p>閾値がない場合</p> <p>EPA IRIS、Cal EPA、WHO においてユニットリスクに関する情報はない。(2/23/09 確認)</p> <p>ただし、US EPA の実施したリスク分析によると、雄ラットの 1,4-ジクロロ-2-ブテンの慢性吸入ばく露による鼻腔腫瘍 (腺腫および腺癌) の発生をもとに計算した結果、当該物質 0.025ppm を 8 時間/日、5 日/週、40 年間ばく露した労働者の生涯過剰発がんリスクは <math>4 \times 10^{-2}</math> (上限 <math>7 \times 10^{-2}</math>) であった。</p> <p>この値は労働補正後の値であり、RL (<math>10^{-4}</math>) を求めると以下となる。</p> <p>労働補正 RL (<math>10^{-4}</math>) = <math>6.3 \times 10^{-5}</math> ppm</p> <p>計算式 : <math>0.025 \times 10^{-4} / 4 \times 10^{-2} = 0.0000625 \text{ ppm}</math></p>

コ 許容濃度の設定	<p>ACGIH</p> <p>TLV-TWA : 0.005ppm (0.025mg/m<sup>3</sup>) (2007CD 版、1993 設定) Skin notation</p> <p>根拠 : 1,4-ジクロロ-2-ブテンは強度の刺激、変異原性、動物発がん物質である。ウサギの経皮投与 LD50 値 0.62ml/kg は Skin notation に値する。USEPA は雄ラットの鼻腔腫瘍の発生から求めた 0.005ppm に暴露された人の生涯過剰発がんリスクが <math>8 \times 10^{-3}</math> に相当するとしておりこの値を根拠としている。</p> <p>日本産業衛生学会 許容濃度 : 未設定</p>
--------------	---

## 有害性評価書

物質名： 1,4-ジクロロ-2-ブテン

### 1. 化学物質の同定情報 <sup>1,4)</sup>

名 称： 1,4-ジクロロ-2-ブテン

別 名： 2 塩化-2-ブチレン、DCB、1,4-DCB

化 学 式：  $C_4H_6Cl_2$

分 子 量： 124.99

CAS 番号： 764-41-0

労働安全衛生法施行令別表 9 (名称を通知すべき有害物) 第 252 号

### 2. 物理化学情報

#### (1) 物理的・化学的性状 <sup>1,4)</sup>

外 観： 無色ないし褐色の液体

引火点 (C.C.)： 5.9°C

密度： 1.14g/cm<sup>3</sup>(20°C)

溶解性 (水)： 0.13 g/100 ml (20°C)

沸 点： 156°C

オクタノール/水分配係数 log Pow: 1.8

蒸気圧： 0.4 kPa (20°C)

換算係数：

1ppm = 5.11mg/m<sup>3</sup> (25°C)

融 点： -20°C

1mg/m<sup>3</sup> = 0.20ppm (25°C)

#### (2) 物理的・化学的危険性 <sup>1)</sup>

ア 火災危険性： 熱、スパーク、炎により引火する可能性がある。

イ 爆発危険性： 情報なし

ウ 物理的危険性： 情報なし

エ 化学的危険性： 強力な酸化剤、塩基に触れさせてはならない。光分解性がある。湿気を含んだ空気、水、塩酸で分解する。熱分解により塩化水素が発生する。

### 3. 生産・輸入量、使用量、用途等 <sup>2)</sup>

用途： ヘキサメチレンジアミン、クロロブレン製造の中間体

製造業者： 情報なし

製造・輸入量： 情報なし

#### 4. 健康影響

##### (1) 実験動物に対する毒性

###### ア 急性毒性

###### 致死性

実験動物に対する 1,4-ジクロロ-2-ブテンの急性毒性試験結果（致死性）を以下にまとめる。

1,4-ジクロロ-2-ブテンの急性毒性試験結果

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC50	0.92 mg/l <sup>4,7)</sup>	86 ppm (0.45 mg/l)[4h] <sup>1, 4, 6, 7)</sup> 784 ppm (4.1 mg/l)[30min] <sup>4)</sup>	報告なし
経口、LD50	190 mg/kg bw <sup>4)</sup>	89mg/kg bw <sup>1, 4, 6)</sup>	報告なし
経皮、LD50	報告なし	報告なし	735mg/kg bw(0.62 ml/kg bw) <sup>1, 4, 7)</sup> (注)
腹腔内 LD50	報告なし	報告なし	報告なし
静脈内 LD50	56 mg/kg bw <sup>4, 7)</sup>	報告なし	報告なし

[ ]内はばく露時間。(注) 文献 6 では、ラットのデータとして表記。

なお、ラットに 62 ppm の 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 4 時間吸入ばく露した結果、14 日以内に 6 匹中 2 匹の死亡が認められた<sup>1, 4, 7)</sup>。

###### 健康影響

###### 吸入ばく露

- ラットに 86 ppm の 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 4 時間吸入ばく露した。ばく露中に流涙、流涎、耳の充血が認められた<sup>4)</sup>。また肺、肝臓、脾臓の出血等の病変が認められた<sup>1, 4)</sup>。
- CrI:CD ラット (雄: 4 匹/群) に 15.8-296 ppm の 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 15 分間吸入ばく露した<sup>1, 4, 7)</sup>。29ppm 以上の群で呼吸数の明らかな抑制が生じた。呼吸数/分が半分抑制されるのに必要な 1,4-ジクロロ-2-ブテンの濃度 (RD<sub>50</sub>) は 179 ppm であった。流涙と鼻漏の程度は量依存性がみられた。

###### 経口投与

- ウサギに 60 mg/kg bw の 1,4-ジクロロ-2-ブテンを経口投与した結果、14 日後に肝機能の低下が認められた<sup>4)</sup>。

###### イ 刺激性及び腐食性

###### 皮膚刺激性

- ウサギを用いた複数の試験で、1,4-ジクロロ-2-ブテンにより皮膚に強い紅斑、浮腫、壊死、腐食が生じることが報告されている<sup>4)</sup>。
- ラットにおいても 1,4-ジクロロ-2-ブテンにより皮膚の壊死を生じる強い刺激性が報告されている<sup>4)</sup>。

###### 眼刺激性

- ウサギを用いた複数の試験で、1,4-ジクロロ-2-ブテンの単回投与により、激しい角膜の熱傷と永続的な損傷が報告されている<sup>1, 4, 6)</sup>。

ウ 感作性  
報告なし。

エ 反復投与毒性（生殖毒性、遺伝毒性/変異原性、発がん性は除く）

#### 吸入ばく露

- ・ Chr:CD および Long Evans ラット（雄：6 匹/群）および Syrian Golden ハムスター（雄：6 匹/群）に 0.1, 10 ppm の 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 6 時間/日、5 日/週、2 週間吸入ばく露を行った<sup>1,4,6)</sup>。ラットの 10ppm 群では、成育の遅延と気道の炎症が認められた。しかし 0.1ppm 群では影響が認められなかった。一方、ハムスターでは 0.1, 10ppm 群ともに影響は認められなかった。
- ・ Chr:CD ラット（雌雄各 15 匹/群）に 0.5, 2, 8, 12 ppm の 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 6 時間/日、5 日/週、4 週間の吸入ばく露を行った<sup>1,4,6)</sup>。0.5, 2 ppm 群では影響が認められなかった<sup>6)</sup>。（ただし、文献 4 では 2 ppm で血液学的変化が認められたが、16 日間の回復期間後は正常に回復したと記載されている。）8 ppm 以上の群では、用量依存性に気道上皮への影響、血液学的変化が認められた<sup>6)</sup>。この結果から、NOEL は 2 ppm であった<sup>1)</sup>。（ただし、文献 4 では、NOAEL は 0.5 ppm と評価された。）
- ・ Chr:CD ラット（雌雄各 140 匹/群）に 0, 0.5, 5 ppm の 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 6 時間/日、5 日/週の頻度で 104 週間の吸入ばく露を行った<sup>1)</sup>。しかし、5 ppm 群は、ばく露開始 30 週後に呼吸障害が生じたため、2.5 ppm に低減しさらに 23 週間ばく露した。0.5 ppm 群では、血液、臨床化学検査では影響がみられなかったが、2 年後では対照群と比較して尿の希釈がみられた<sup>4)</sup>。5 ppm 群では、30 週後に死亡率の増加、呼吸障害がみられた。雄では血漿蛋白濃度の上昇、白血球数の低下、雌では赤血球数、ヘモグロビン、ヘマトクリットの増加などが認められ、雌雄ともに 1 年後に尿の希釈がみられた<sup>4)</sup>。

#### 経口投与/経皮投与/その他の経路等

経口投与

- ・ ラットに 1,4-ジクロロ-2-ブテンを間欠的に 26 週間経口投与した結果、18.2mg/kg が TDLo であり、肝機能障害が認められた<sup>5)</sup>。

オ 生殖・発生毒性

#### 吸入ばく露

- ・ CrI:CD 雌ラット（26 匹/群）に 0, 0.5, 5 ppm の 1,4-ジクロロ-2-ブテン（65% トランス異性体、35%シス異性体）を妊娠 6 日から 15 日まで 6 時間/日の吸入ばく露を行った<sup>1, 4, 9)</sup>。5 ppm 群で母獣の体重増加率の有意な減少が認められただけで、そのほかに毒性を示す臨床徴候は観察されなかった。1,4-ジクロロ-2-ブテンばく露群では、妊娠ラットの数、着床部位数、胚吸収部位数、胎仔数に有意な変化はみられなかった。また胎仔の体重、頭殿長の計測、外表、内臓、骨格の異常の検査から、1,4-ジクロロ-2-ブテンばく露による胎仔の発達への影響も認められなかった。
- ・ 雌ラットに 0, 1.6, 9.2, 34mg/m<sup>3</sup> の 1,4-ジクロロ-2-ブテンを妊娠期間中吸入ばく露した。

母獣では、胎盤絨毛膜の上皮細胞の壊死性変化等の異常が認められ、中枢神経系の変化、酸素摂取量の低下、赤血球、白血球の増加がみられた。1,4-ジクロロ-2-ブテンのすべてのばく露群で正常胎仔数が対照群と比較して減少し、34mg/m<sup>3</sup>群で着床後死亡の急激な増加がみられた<sup>4)</sup>。

- ・ 雌ラットに 1.8mg/m<sup>3</sup> の 1,4-ジクロロ-2-ブテンを妊娠期間中 (21 日間) 吸入ばく露した結果、母獣での毒性が観察され、着床後死亡率の上昇がみられた<sup>4)</sup>。
- ・ 雄ラットに 1.8mg~8.3mg/m<sup>3</sup> の 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 2.5 ヶ月間吸入ばく露した結果、精子形成での RNA,DNA の減少、精子形成上皮細胞の壊死等の異常、無処置の雌との交尾で胚の着床前死亡率の上昇、生存胎仔の体重、頭尾長の増加がみられた<sup>4)</sup>。

#### 経口投与/経皮投与/その他の経路等

##### 経口投与

- ・ 雄ラットに 0.75mg/kg の 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 75 日間強制経口投与した結果、精子形成に影響が認められた<sup>4)</sup>。
- ・ 雄ラットに 0.01mg~0.1mg/kg の 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 2.5 ヶ月間強制経口投与した結果、精子形成での RNA、DNA、1 次、2 次精母細胞、精子の減少、造精上皮細胞の壊死等の異常、無処置の雌との交尾で胚の着床前死亡率の上昇、生存胎仔の体重、頭尾長の増加がみられた<sup>4)</sup>。



カ 遺伝毒性（変異原性）

試験方法		使用細胞種・動物種	結果
In vitro	復帰突然変異試験	ネズミチフス菌 (S9+, -) <sup>1, 4)</sup>	+
		ネズミチフス菌 TA100 (S9+, -) <sup>11, 12)</sup>	+
		大腸菌 <sup>4)</sup>	+
	DNA修復試験		報告なし
	突然変異試験	酵母 (S9+, -) <sup>4)</sup>	+
	HGPRT試験	CHO細胞 (S9+, -) <sup>4)</sup>	+
	染色体異常試験		報告なし
	姉妹染色分体交換試験		報告なし
In vivo	小核試験	ラット（吸入） <sup>4)</sup>	+
	姉妹染色分体交換試験		報告なし
	DNA鎖切断試験		報告なし
	DNA合成試験		報告なし
	体細胞突然変異試験		報告なし
	伴性劣性致死試験	ショウジョウバエ <sup>1, 4, 10)</sup>	+
	優性致死試験	ラット（吸入、経口） <sup>4)</sup>	+

結果の-は陰性を、+は陽性を表す。

キ 発がん性

**吸入ばく露**

- SD ラット（雌雄各 140 匹/群）に 0, 0.5, 5 ppm の 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 6 時間/日、5 日/週の頻度で吸入ばく露を行った<sup>1)</sup>。5 ppm 群は、ばく露開始 30 週後に呼吸刺激が生じたため、2.5 ppm に低減しさらに 23 週間ばく露した。0.5 ppm 群は 104 週間ばく露した。鼻腔腫瘍の発生率は雌雄とも用量依存性の増加が認められた（雄：0.5 ppm 群 32%、5 ppm 群 87%、雌：0.5 ppm 群 18%、5 ppm 群 88%）。
- SD ラット（雄 160 匹/群）に 0, 0.1, 0.3, 1 ppm の 1,4-ジクロロ-2-ブテン（65% トランス異性体、35%シス異性体）を 6 時間/日、5 日/週、599 日間の吸入ばく露を行った<sup>1)</sup>。腫瘍発生率と潜伏期間は、用量との関連が認められた。鼻腔の良性腫瘍は、1 ppm 群で 10 ヶ月、0.3 ppm 群で 12 ヶ月、0.1 ppm 群で 19 ヶ月に最初に出現した。また、鼻腔の腺癌は 1 ppm 群で 17 ヶ月、0.3 ppm 群で 19 ヶ月に最初に出現した。腫瘍発生率はすべてのばく露群で有意に増加した。しかし対照群では腫瘍の発生はみられなかった。発生数の詳細は不明である。なお、すべての群で *Corynebacterium kutscheri* の感染が認められたが、腫瘍発生には影響がみられなかった<sup>4)</sup>。

**経口投与/経皮投与・その他の経路等**

皮膚投与

- ICR/Ha Swiss マウス（雌 30 匹）に 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 1.0mg/0.1ml アセトンで週 3 回の頻度で 537 日まで皮膚投与した。なお、対照群には溶媒のみ投与した<sup>4, 8)</sup>。1,4-ジクロ

ロ-2-ブテン投与群および対照群で、皮膚腫瘍（乳頭腫と扁平上皮癌）の発生は認められなかった。

- ・ ICR/Ha Swiss マウス（雌 30 匹/群）に 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 1.0mg/0.1ml アセトンで皮膚投与して 14 日後、プロモーターとして PMA 2.5 µg/0.1ml アセトンで週 3 回 537 日まで皮膚投与した 2 段階発がん実験を行った<sup>4,8)</sup>。皮膚腫瘍発生について、1,4-ジクロロ-2-ブテンの投与後に溶媒のみを投与した群、PMA のみ投与した群と比較した。1,4-ジクロロ-2-ブテン+PMA 投与群では、皮膚乳頭腫(1,4-ジクロロ-2-ブテン+PMA 投与群 1/30、1,4-ジクロロ-2-ブテン+溶媒投与群 0/30、PMA のみ投与群 3/30,)、扁平上皮癌（1,4-ジクロロ-2-ブテン+PMA 投与群 0/30、1,4-ジクロロ-2-ブテン+溶媒投与群 0/30、PMA 投与群 1/30）の発生率の有意な増加はみられなかった。

#### 皮下投与

- ・ ICR/Ha Swiss マウス（雌 30 匹）に 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 0.05mg/0.05ml トリカプリリンを週 1 回の頻度で 537 日まで皮下投与した。なお、対照群には溶媒のみ投与した<sup>4,8)</sup>。1,4-ジクロロ-2-ブテン投与群では局所の肉腫の発生率（1,4-ジクロロ-2-ブテン投与群 3/30、溶媒対照群 0/30）の有意な増加（ $p < 0.05$ ）が認められた。

#### 腹腔内投与

- ・ ICR/Ha Swiss マウス（雌 30 匹）に 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 0.05mg/0.05ml トリカプリリンを週 1 回の頻度で 537 日まで腹腔内投与した。なお、対照群には溶媒のみ投与した<sup>4,8)</sup>。1,4-ジクロロ-2-ブテン投与群では局所の肉腫の発生率（1,4-ジクロロ-2-ブテン投与群 2/30、溶媒対照群 0/30）の有意な増加は認められなかった。

## (2) ヒトへの影響（疫学調査及び事例）

### ア 急性毒性

#### 吸入ばく露

- ・ 高濃度の蒸気の吸入により、喘ぎ呼吸、呼吸障害、咳嗽、胸骨下疼痛がみられる。流涙、頭痛が顕著にみられ、急速に昏睡が起きる可能性がある<sup>13)</sup>。低濃度の蒸気の吸入により、中枢神経抑制、頭痛、呼吸器刺激が生じる<sup>13)</sup>。吸入ばく露後も倦怠感、頭痛、胸腹部の不快感がみられ、これらは数週間～おそらく数年間持続することが報告されている<sup>13)</sup>。

#### 経口ばく露

- ・ 経口ばく露により、肺うっ血と肺水腫を伴う急性胃腸障害、中枢神経抑制が生じる<sup>13)</sup>。どの経路のばく露でも肝臓、腎臓、心臓に遅発性の障害がおきる可能性がある<sup>13)</sup>。

### イ 刺激性及び腐食性

ヒトの前腕皮膚に 1,4-ジクロロ-2-ブテンを 0.5～1 時間接触させた実験で、紅斑、腫脹などがみられた<sup>4)</sup>。

### ウ 感作性

報告なし。

### エ 反復ばく露毒性（生殖・発生毒性、遺伝毒性、発がん性は除く）

報告なし。

### オ 生殖・発生毒性

報告なし。

カ 遺伝毒性

報告なし。

キ 発がん性

1,4-ジクロロ-2-ブテンにばく露された可能性がある525名の作業者の後向きコホート研究では、悪性腫瘍による死亡が7名でみられた。しかし、がん死亡率の統計学的有意な増加は示されなかった<sup>1)</sup>。

### 発がんの定量的リスク評価

ユニットリスクは EPA IRIS (2/23/09「<http://cfpub.epa.gov/ncea/iris>」で確認)、Cal EPA (2/23/09「<http://oehha.ca.gov/risk/chemicalDB>」で確認)、WHOにおいて情報なし。ただし、USEPAの実施したリスク分析では、雄ラットの1,4-ジクロロ-2-ブテンの慢性吸入ばく露による鼻腔腫瘍(腺腫および腺癌)の発生をもとに、当該物質を8時間/日、5日/週、40年間ばく露した労働者の生涯過剰発がんリスクが計算されている。その結果、0.025ppmにばく露された労働者の生涯過剰発がんリスクは $4 \times 10^{-2}$ (上限 $7 \times 10^{-2}$ )、0.005ppmにばく露された場合には $8 \times 10^{-3}$ (上限 $1 \times 10^{-2}$ )であった<sup>1)</sup>。

### 発がん性分類

IARC	: 未分類
NTP 11 <sup>th</sup>	: 未分類
ACGIH	: A2 (ヒトに対する発がん性が疑わしい物質)
産業衛生学会	: 未分類
EU Annex I	: Carc. Cat. 2; R45 (ヒトに対しておそらく発がん性がある)
DFG MAK	: Carc. Cat. 2 (ヒトに対しておそらく発がん性がある)

### (3) 許容濃度の設定

ACGIH TLV-TWA : 0.005ppm (0.025mg/m<sup>3</sup>) (2007CD版、1993設定) Skin notation

勧告要旨: 1,4-ジクロロ-2-ブテンは強度の刺激、変異原性、動物発がん物質である。ウサギの経皮投与LD<sub>50</sub>値0.62ml/kgはSkin notationに値する。US EPAは雄ラットの鼻腔腫瘍の発生から求めた0.005ppmにばく露された人の生涯過剰発がんリスクが $8 \times 10^{-3}$ に相当するとしておりこの値を根拠としている。

日本産業衛生学会 許容濃度: 未設定

DFG MAK: 未設定 “H” 経皮吸収に注意

### 引用文献

1. ACGIH、Documentation of the TLVs and BEIs (2007 CD版)
2. 「許容濃度の勧告(2007年度)」産業衛生雑誌 49巻 p149-174
3. ドイツ学術振興会(DFG)、List of MAK and BAT Values 2007
4. European Commission, ECB-IUCLID Database  
(<http://ecb.jrc.it/esis/index.php?PGM=dat>)
5. NIOSH : RTECS (CD版: 最新版)

6. Clary, J.J. (1977) Toxicity of Chloroprene, 1,3-Dichlorobutene-2, and 1,4-Dichlorobutene-2. *Environ. Health Perspect.* 21:269–274.
7. Gardner, R.J., Burgess, B.A., Kennedy, Jr., G.L.: Sensory (1985) Irritation Potential of Selected Nasal Tumorigens in the Rat. *Food Chem. Toxicol.* 23:87–92.
8. Van Duuren, B.L., Goldschmidt, B.M., Seidman, I. (1975) Carcinogenic Activity of Di- and Trifunctional  $\alpha$ -ChloroEthers and of 1,4-Dichlorobutene-2 in ICR/HA Swiss Mice. *Cancer Res.* 35:2553–2557.
9. Kennedy, G.L., Culik, R., Trochimowicz, H.J. (1982) Teratogenic Evaluation of 1,4-Dichlorobutene-2 in the Rat Following Inhalation Exposure. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 64:125–130.
10. Vogel, E. (1979) Mutagenicity of Chloroprene, 1-Chloro-1,3-trans-butadiene, 1,4-Dichlorobutene-2, and 1,4-Dichloro-2,3-epoxybutane in *Drosophila melanogaster*. *Mutat. Res.* 67:377–381.
11. Barbin, A.G., Plance, A., Croisy, C. (1978) Detection of Electrophilic Metabolites of Halogenated Olefins with 4-(4-Nitrobenzyl)pyridine (NBP) or with *Salmonella typhimurium*. *Mutat. Res.* 53:150.
12. Bartsch, H., Malaveille, C., Camus, A-M., Martel-Planche, G., Brun, G., Hautefeullie, A., Sabadie, N., Montesano, R., Kuroki, T., Drevon, C., Piccoli, C., Montesano, R. (1980) Validation and Comparative Studies on 180 Chemicals with *S. typhimurium* Strains and Chinese Hamster Cells in the Presence of Various Metabolizing Systems. *Mutat. Res.* 76:1-50.
13. Hazardous Substances Data Bank (HSDB)

(参考3) ばく露作業報告集計表(1, 4-ジクロロ-2-ブテン)

別添3

①作業の種類	②事業場数 ※1	③作業数	当該作業従事労働者数(人)		製剤等の製造量・消費量(トン)			対象物の量(トン)			⑫用途	当該作業従事時間(時間/月)							
			④総数 ※2	⑤事業場当たり平均	⑥総量 ※2	⑦事業場当たり平均	⑧労働者当たり平均	⑨総量 ※2	⑩事業場当たり平均	⑪労働者当たり平均		⑬コード(%)				⑭総従事時間 ※3	⑮事業場当たり平均	⑯労働者当たり平均	
												1 ~20hr	2 21~	3 51~100	4 101hr~				
34 サンプルング、分析、試験又は研究の作業	1	1 (50%)	26	26.0	26842.0	26842.0	1032.4	1610.0	1610.0	61.9	02(他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用)1作業	1作業					10	10.0	0.4
47 保守、点検、分解、組立又は修理の作業	1	1 (50%)	40	40.0	26842.0	26842.0	671.1	1610.0	1610.0	40.3	02(他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用)1作業	1作業					10	10.0	0.3
合計	(※)1	2	66		53684.0			3220.0				100% (2作業)					20		

①作業の種類	⑰換気設備設置状況				⑱保護具使用状況							⑲性状				⑳温度		
	局所排気装置	フッシュブル	全体換気装置	その他	防じんマスク	防毒マスク	保護衣	保護眼鏡	保護手袋	なし	その他	固体	粉末	液体	気体	50°C未満	50°C以上100°C未満	100°C以上
34 サンプルング、分析、試験又は研究の作業				1作業		1作業		1作業	1作業					1作業			1作業	
47 保守、点検、分解、組立又は修理の作業				1作業		1作業	1作業	1作業	1作業					1作業		1作業		
合計				100% (2作業)		100% (2作業)	50% (1作業)	100% (2作業)	100% (2作業)					100% (2作業)		50% (1作業)	50% (1作業)	

※1 1事業場で複数の作業を行っている場合は重複してカウントしているので、実際の事業場数より多くなっている。ただし、合計欄は実事業場数。

※2 同一の労働者又は製剤等で複数の作業に重複してカウントされる場合があるので、実際の労働者数又は製剤等の量より多く見積もっている場合がある。

※3 コード1:10時間、コード2:35時間、コード3:75時間、コード4:125時間として算出

## (1) 1,4-ジクロロ-2-ブテン個人ばく露濃度測定分析法 (ばく露実態調査で採用した方法)

構造式: $\text{CH}_2\text{ClCH}=\text{CHCH}_2\text{Cl}$	分子量:125.0	CASNo.: 764-41-0
許容濃度等: ACGIH 0.005ppm (TLV-TWA) 産業衛生学会 設定なし OSHA 設定なし NIOSH 設定なし	物性等 密度: 1.19g/cm <sup>3</sup> 沸点: 159 °C 融点: -48°C (cis-), 2°C (trans-)	
別名 1,4-ジクロロブテン-2、DCB		
サンプリング	分析	
<p>サンプラー : 活性炭管 100/50mg (No.258 球状活性炭 (株)ガステック)</p> <p>サンプリング流量 : 0.1L/min</p> <p>サンプリング時間 : 8時間 (48L)</p> <p>保存性 : 添加量 0.254 μg および 5.087 μg いずれの場合も、冷蔵で少なくとも 5 日間までは変化がないことを確認</p> <p>ブランク : 検出される可能性があるので必ず確認する事</p>	<p>分析方法 : ガスクロマトグラフ/質量分析法 (機器名 : Agilet GC6890 / MSD 5973N)</p> <p>脱着方法 : ジクロロメタン (環境分析用) 1 mL で 1 時間放置 (内部標準物質 ; 1,4-ジクロロブテン ds)</p> <p>カラム : DB-WAX (全長 30m×内径 0.25mm×膜厚 0.5 μm)</p> <p>注入口温度 : 230°C</p> <p>MS インターフェイス温度 : 230°C</p> <p>MS 炉源温度 : 230°C</p> <p>m/z : 定量イオン ; 75, 確認イオン ; 88 (I.S. : 定量イオン ; 62, 確認イオン ; 97)</p> <p>カラム温度 : 40°C (1min) → 10°C/min → 200°C (0min)</p> <p>注入法 : パスルードスプリットレス</p> <p>試料液導入量 : 2 μL</p> <p>キャリアーガス : He 1.00mL/min</p> <p>検量線 : 0.0045 - 4.522 μg/mL の範囲で直線</p> <p>定量法 : 内部標準法</p>	
精度		
<p>脱着率 0.254 μg で 97%、2.544 μg で 98%、 5.087 μg で 98%</p> <p>回収率 : 通気流量 0.1L/min で 480 分間 0.254 μg で 85%、2.544 μg で 91%、 5.087 μg で 92%</p> <p>検出下限 (3σ) 0.00398 μg/mL 0.0000081ppm (採気量;48L)</p> <p>定量下限 (10σ) 0.01326 μg/mL 0.000027ppm (採気量;48L)</p>		
適用 : 個人ばく露濃度測定		
妨害 : -		
参考文献 :		

※本方法は、各種文献を参照の上、中央労働災害防止協会にて策定したものである。

(2) 1,4-ジクロロ-2-ブテン作業環境測定分析法 (ばく露実態調査で採用した方法)

構造式: $\text{CH}_2\text{ClCH}=\text{CHCH}_2\text{Cl}$	分子量:125.0	CASNo.: 764-41-0
許容濃度等 : ACGIH 0.005ppm (TLV-TWA) 産業衛生学会 設定なし OSHA 設定なし NIOSH 設定なし	物性等 密度 : 1.19 g/cm <sup>3</sup> 沸点 : 159 °C 融点 : -48°C (cis-), 2°C (trans-)	
別名		
サンプリング		分析
<p>サンプラー : No.258 球状活性炭管 (100/50mg) (株ガステック)</p> <p>サンプリング流量 : 0.2L/min</p> <p>サンプリング時間 : 10 分間 (2L)</p> <p>保存性 : 添加量 0.013 μg では trans-が 5 日目に 80%まで減少したことから、分析はサンプリング終了後速やかに行う必要がある。 添加量 2.544 μg では、冷蔵で 5 日間までは変化がないことを確認</p> <p>ブランク : サンプラーによっては検出される</p>		<p>分析方法 : ガスクロマトグラフ/質量分析法 (機器名 : Agilent GC6890N/MSD5973)</p> <p>脱着方法 : ジクロロメタン (環境分析用) 1 mL で 1 時間放置 (内部標準物質 ; 1,4-ジクロロブタン d<sub>8</sub>)</p> <p>カラム : DB-WAX (全長 30m × 内径 0.25mm × 膜厚 0.5 μm)</p> <p>注入口温度 : 230°C</p> <p>MS インターフェイス温度 : 230°C</p> <p>MS 光源温度 : 230°C</p> <p>m/z : 定量イオン ; 75, 確認イオン ; 88 (I.S. : 定量イオン ; 62, 確認イオン ; 97)</p> <p>カラム温度 : 40°C (1min) → 10°C/min → 200°C (0min)</p> <p>注入法 : パスルドスプリットレス</p> <p>試料液導入量 : 2 μL</p> <p>キャリアーガス : He 1.00mL/min</p> <p>検量線 : 0.0045 - 4.522 μg/mL の範囲で直線</p> <p>定量法 : 内部標準法</p>
精度		
<p>脱着率 ;</p> <p>0.013 μg で 88%、0.254 μg で 91%</p> <p>2.544 μg で 97%</p> <p>回収率 ; 通気流量 0.2L/min で 10 分間</p> <p>0.013 μg で 80%、0.254 μg で 87%、</p> <p>2.544 μg で 97%</p> <p>検出下限 (3σ)</p> <p>0.00398 μg/mL</p> <p>0.000195ppm (採気量;2L)</p> <p>定量下限 (10σ)</p> <p>0.01326 μg/mL</p> <p>0.00065ppm (採気量;2L)</p>		
適用 : 作業環境測定		
妨害 : -		
参考文献 :		

※本方法は、各種文献を参照の上、中央労働災害防止協会にて策定したものである。