

詳細リスク評価書

No. 27 (詳細)

2,4-ジニトロトルエン (2,4-Dinitrotoluene)

目次

本文	1
別添1 有害性総合評価表	12
別添2 有害性評価書	15
別添3 ばく露作業報告集計表	27
別添4 測定分析法	28

2010年6月

厚生労働省

化学物質によるリスク評価検討会

1 物理化学的性質

(1) 化学物質の基本情報

名 称： 2,4-ジニトロトルエン (2,4-Dinitrotoluene)

別 名： 1-メチル-2,4-ジニトロベンゼン、2,4-DNT

化学式： $C_6H_3CH_3(NO_2)_2$

分子量： 182.13

CAS 番号： 121-14-2

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272号

(2) 物理的・化学的性状

外観：特徴的な臭気のある黄色の 融点： 71 °C

結晶

比重 (密度) : 1.52

引火点 : 169 °C (C.C.)

沸点 : >250 °C (分解する)

発火点 : 情報なし

初留点 : 情報なし

爆発限界(容量%) : 情報なし

蒸留範囲 : 情報なし

溶解性(水) : 非常に溶けにくい

蒸気圧(25 °C) : 0.02 Pa

オクタノール/水分配係数logPow : 1.98

蒸気密度(空気 = 1) : 6.28 g/cm³

換算係数 :

1 ppm = 7.45 mg/m³ (25 °C)

1 mg/m³ = 0.13 ppm (25 °C)

(3) 生産・輸入量、使用量、用途

生産量 : 2005年 1,000トﾝ (推定)

輸入量 : 情報なし

用 途 : 有機合成および染料の原料

2 有害性評価の結果

2,4-ジニトロトルエンについては、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及び2参照)。

(1) 重視すべき物質性状

2,4-ジニトロトルエンは常温(20℃)で固体であるが、オクタノール/水分分配係数が1.98と脂溶性が比較的高く、体内に蓄積し、慢性的健康障害を発現する懸念がある。

当該物質は常温で黄色の結晶で、特徴的な臭気があるため、判別は容易である。

(2) 重視すべきばく露ルート

上述の様に、2,4-ジニトロトルエンは蒸気圧が比較的高く、また、有害性評価の結果では、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)、DFG(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、特に注意が必要である。

(3) 重視すべき有害性

① 発がん性

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とみなされるべき物質)に区分されている。また、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(別添2参照)。

- 動物に吸入ばく露を行った試験は存在しないが、経口投与による実験として、雌雄ICRマウスに2,4-ジニトロトルエンを0、0.01、0.07、0.5%(0、14、95、898 mg/kg/日相当)含む飼料を24か月間投与した試験で、雄0.01%以上で腎臓の腺腫またはがんの誘発がみられた(0.01%群で6/22匹)。
- 雌雄F344ラットに2,4-ジニトロトルエンを0、0.008(最初の19週間は0.0075)、0.02%含む飼料を78週間投与し、104週で解剖した試験で、雌0.02%で乳腺の線維腺腫(23/50匹)の発生率の増加がみられた。
- 雌雄SDラットに2,4-ジニトロトルエンを0、0.0015、0.01、0.07%(雄で0、0.57、3.92、34.5、雌で0、0.71、5.14、45.3 mg/kg/日相当)

含む飼料を24か月間投与した試験で、雌0.07%で肝細胞がん(10/25匹)、乳腺の線維腺腫(21/25匹)の発生率の増加が、雄0.07%で皮膚の線維腫(15/27匹)の発生率の増加がみられた。

なお、ヒトでの発がんに関する調査など多数の報告があるが、これらの影響と2,4-ジニトロトルエンのばく露量との関係が明らかな報告はない。(別添2参照)。

また、ジニトロトルエン、特に2,4-及び2,6-ジニトロトルエンの遺伝毒性についてはin vitro, in vivo試験の両方において多くの報告があり、陽性との結果が多数示されており、遺伝毒性があると判断できる。このことから、閾値はないとすることが妥当と判断した。

② 発がん性以外の有害性

○ 急性毒性：

吸入毒性：データなし

経口毒性：LD₅₀ = 750 mg/kg bw (ラット)

270~650 mg/kg bw (マウス)

経皮毒性：データなし

主な症状(影響)：

マウス(経口)：メトヘモグロビン血症、チアノーゼ、中枢神経系の抑制、呼吸抑制、運動失調

ヒト(吸入、経口等)：チアノーゼ、貧血、頭痛、動悸、めまい、眼振、肝炎 等

○ 皮膚腐食性/刺激性：あり

○ 眼に対する重篤な損傷性/刺激性：あり

○ 反復投与毒性(生殖・発生毒性/発がん性は除く)：

経口：(ラット)貧血、肝臓、脾臓、脳、骨髄、リンパ節等の色素沈着、精巣の変性 等

無毒性量等：NOAEL = 0.57 mg/kg bw/日 (貧血)

○ 生殖・発生毒性：吸入ばく露による試験研究の情報はない

○ 遺伝毒性：あり

(4) 許容濃度等

ACGIHは、2001年、当該物質の心臓障害、生殖影響を最小限とするため、

0.2 mg/m³を勧告した。

また、爆発物製造工場の労働者の調査の結果、皮膚接触が当該物質の主たるばく露経路であるとして、「Skin」記号を付記することとされた。

なお、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。

- ACGIH TLV-TWA： 0.2 mg/m³ (2001)、経皮吸収性
- 日本産業衛生学会： 設定なし

(5) 評価値

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ことから、ユニットリスクから算出した労働補正後の10⁻⁴に対応するリスクレベル (RL(10⁻⁴))0.0055mg/m³を1次評価値として採用した。その後新たな知見等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。

- ユニットリスクを用いたリスクレベル

$$RL(10^{-4}) = 1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

$$UR = 8.9 \times 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$$

根拠：カリフォルニア EPAでは、2,4-ジニトロトルエンのユニットリスク (UR) を上記の値としている。

なお、ここで引用したユニットリスクの算出根拠となるばく露は、呼吸量を20m³/日、ばく露日数を365日/年としており、呼吸量10m³/日、ばく露日数240日/年、就業年数/生涯年数=45/75に基づいて労働補正すれば以下となる。

- 労働補正後のRL(10⁻⁴)に対応する濃度

$$RL(10^{-4}) / (10/20 \times 240/365 \times 45/75) = 1.1 / 0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 5.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

また、二次評価値については、初期リスク評価において、ACGIHの時間加重平均ばく露限界値 (TLV-TWA) を参考に0.2 mg/m³を採用したが、その後の情報収集において、新たな許容濃度の設定等はなされておらず、詳細リスク評価においても、この値を二次評価値として採用することは妥当と判断される。

- 一次評価値： 0.0055 mg/m³
- 二次評価値： 0.2 mg/m³

3 ばく露評価の結果

(1) 主なばく露作業

平成 20 年における 2,4-ジニトロトルエンの有害物ばく露作業報告は、合計 8 事業場から 10 作業について報告がなされ、作業従事労働者数の合計は 104 人（延べ）であった。また、対象物質の取扱量の合計は約 7 万 1 千トン／年（延べ）であった。

ばく露実態調査対象事業場は、有害物ばく露作業報告のあった 2,4-ジニトロトルエンを製造し、又は取り扱っている事業場のうち、作業内容からばく露レベルが高いと推定される事業場を選定した。対象事業場においては、作業実態の聞き取り調査を行うとともに、個人ばく露測定等を実施した。

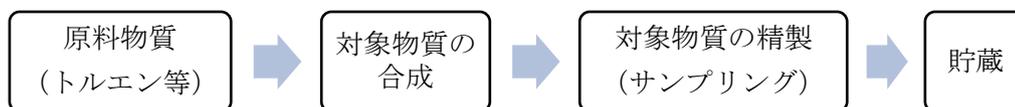
ばく露実態調査を実施した 4 事業場におけるばく露作業として 2,4-ジニトロトルエンの製造、当該物質を原料とした他物質の製造、火薬の製造、充填の 4 作業が確認された。

また、平成 21 年度においては関係業界団体の協力を得て、ばく露の高かった作業を実施している事業場について追加聞き取りを実施した。

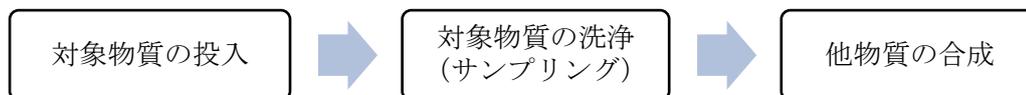
これら作業の概要は下図の通りである。

図 2,4-ジニトロトルエンの製造・取り扱い作業の概要

○ 2,4-ジニトロトルエンの製造



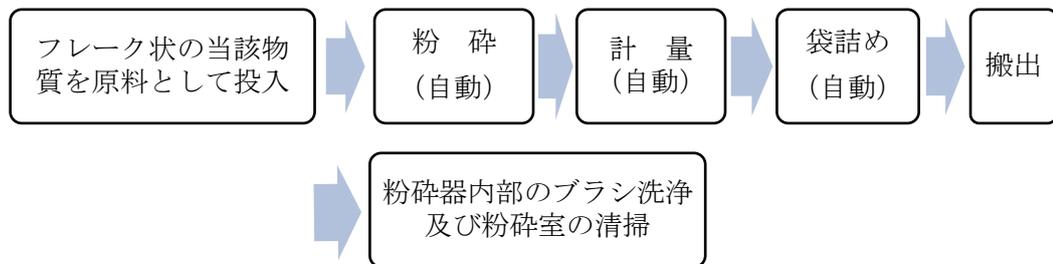
○ 当該物質を原料とした他物質の製造



○ 当該物質を含む火薬原料の容器への充填



○ 当該物質の粉砕



(2) ばく露実態調査結果の概要

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。

個人ばく露測定結果は、「労働者の有害物によるばく露評価ガイドライン」に基づき、8時間加重平均濃度（8時間TWA）を算定するとともに、統計的手法を用い最大値の推定を行い、実測値の最大値と当該推定値のいずれか大きい方を最大値とした。その概要は以下のとおり。

① 測定分析法（詳細については別添4を参照）

- ・ 個人ばく露測定：捕集剤にポンプを接続して捕集
- ・ 作業環境測定：捕集剤にポンプを接続して捕集
- ・ スポット測定：捕集剤にポンプを接続して捕集
- ・ 分析法：ガスクロマトグラフ法

② 測定結果

平成20年度のばく露実態調査においては、2,4-ジニトロトルエンを製造し、取り扱っている4事業場に対し、特定の作業に従事する6人の労働者に対する個人ばく露測定を行うとともに、4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、7地点についてス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、二次評価値を上回る 2.31 mg/m^3 であったことから、詳細リスク評価に移行した。

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、ばく露が高かった事業場の1作業（当該物質の粉砕）を対象に追加聞き取りを実施した。この結果、当該作業は受注に基づいて発生した作業であり、22年3月をもって終了し、生産ラインも撤去する予定であることが確認された（このため、測定等も実施しなかった）。

2年間のばく露実態調査において、4事業場のばく露の高い作業に従事する6人の労働者に対して実施した個人ばく露測定の結果では、8時間TWAの最大値は2.31 mg/m³であった。また、参考値であるが対数変換データで信頼率90%で区間推定した上側限界値（上側5%）は7.96 mg/m³（自然対数に変換値については、おおむね正規分布していることを確認済み）となった。

- 測定データの最大値：2.31 mg/m³
（参考）全データの区間推定上側限界値：7.96 mg/m³

（3）ばく露の高い作業の詳細

これら作業のうち、最も高いばく露濃度が示された作業は、フレーク状の2,4-ジニトロトルエンを粉砕し、火薬原料を製造する作業で8時間TWAは2.31 mg/m³が示された。主なばく露作業は、

- ・ 原料となるフレーク状の当該物質の手作業による投入、粉砕（粉状製品はコンテナに落ちる構造）（3回／日程度）
 - ・ 粉砕機による粉砕後の粉砕機内部のブラシ洗浄、粉砕室の清掃（5～20分／回、3回／日程度）
 - ・ 粉砕後の粉状の当該物質の秤量・袋詰め（3回／日程度）
- 等である。

当該粉砕室では、粉砕製品の落とし口に囲い式フード付き局所排気装置が設置され、また、秤量作業については、外付け式（側方吸引型）局所排気装置が設置されている。これら作業を行う労働者は、有機ガス用防毒マスクを使用しており、また、当該粉砕機内部のブラシ洗浄を実施した後には、エアブローを用いた身体の洗浄を行われている。なお、上述のとおり、当該作業は既に終了しており、今後、同様の作業が再開される見通しはない。

その他の作業としては、2,4-ジニトロトルエンの製造において、一次評価値を超える（二次評価値未満）濃度が確認された。具体的な作業は、当該物質を合成し、精製する過程での品質確認の目的で行われるサンプリング作業及びサンプリング試料の分析（1回/週）であった。

当該作業では、当該製品の乾燥工程終了後、乾燥塔の出口ラインのバルブを開きサンプリングを行うが、当該バルブ部分には、局所排気装置（ダクト方式）が設置されている。一方、サンプルの調整はケミカルドラフトの中で実施されている。

当該物質を製造し、取り扱う殆どの屋内事業場には、局所排気装置が設置されている。また、ばく露が見込まれる作業に従事する労働者については、一部作業を除き、有機ガス用防毒マスク、保護メガネ、保護手袋等保護具が使用されている。

4 リスク評価結果

(1) ばく露限界値との関係（TWA8hの分布、最大値）

2,4-ジニトロトルエンを製造し・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(TWA8h)）の結果については、測定を実施した6人中、1人（17%）が二次評価値（ 0.2 mg/m^3 ）を超える 2.31 mg/m^3 を記録し、1人（17%）が一次評価値を超える（二次評価値未満）結果となった。

また、個人ばく露測定全データについて信頼率90%で区間推定した上側限界値（上側5%）については、参考値であるが 7.96 mg/m^3 で、二次評価値 0.2 mg/m^3 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高いばく露が発生するリスクは高いと考える。

但し、既に中止された当該物質の粉碎作業（最大値を示した作業）を除く場合、最大値（8時間TWA）は 0.034 mg/m^3 、区間推定した上側限界値 0.095 mg/m^3 となり、いずれも二次評価値を下回る（一次評価値は超える）。

以上から、当該物質の製造・取扱い事業場におけるばく露については、粉状の物質を取扱う場合にあっては、リスクが高いと考えられる。一方、

それ以外の形状の製品を取扱う場合にあっては、ばく露濃度は低いと考えられる。なお、2,4-ジニトロトルエンについては、経皮膚浸透によるばく露量の有意な増加の危険性を有し、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起こす危険性が指摘されている。

(2) 判定結果（措置の要否）

区 分	評価値との比較結果 (測定点数、%)					区間推定上限値 (上側5%)		判定 結果
	二次値 超	一次～ 二次	一次値 以下	全 体 (%)	TWA8hの 最大値 (ppm)	全体 (ppm)	上位10 データ (ppm)	
全 体	1 (17)	1 (17)	4 (66)	6 (100)	2.31	7.96 (参考値)	—	要

5 ばく露要因の解析

2,4-ジニトロトルエンは、有害性評価を基に設定された二次評価値が低いですが、当該物質は通常、固体であり、物質形状が粉状等である場合を除き、ばく露の危険性は高くないと考えられる。但し、経皮膚浸透性が高く、皮膚接触が過剰なばく露を引き起こす危険性が指摘されている。

ばく露の高かった作業では、労働者6人中、1人に二次評価値を超えるばく露（フレーク状の当該物質の粉碎作業）がみられ、また、別の作業（当該物質の製造工程におけるサンプリング作業）に従事する1労働者を一次評価値を超えるばく露がみられている。スポット測定の結果においても粉碎作業では最大21.1 mg/m³が記録されている。また、製造工程におけるサンプリング作業でも最大1.6 mg/m³が記録されている。

以上から、2,4-ジニトロトルエンの製造、取扱作業については、粉状の2,4-ジニトロトルエンを取扱う作業については、リスクが高く、当該作業が今後、継続・再開される場合には、二次評価値を超えるばく露濃度を下げす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、健康管理の確保のための対策が必要と考える。

しかしながら、当該作業については、特殊な用途で製造されていたものであるが、既に製造を終了し、再開する予定もないことを確認している。また、他の事業場において同様の作業は報告されていないことから、当該作業を対象として対策をとる必要性は低いと考える。

一方、当該物質の製造におけるサンプリング等の作業で一次評価値を超える作業が確認された。また、有害性評価の結果、当該物質の経皮膚ばく露のリスクが指摘されているので、事業者による作業管理、作業環境管理の徹底等自主的管理の推進が必要と考える。

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 ・粉砕作業	作業工程 共通	当該物質の形状(粉状)による飛散の問題を有する。	発散抑制装置の設置、保護具の使用等にかかる対策が必要であるが、既に当該作業が中止され、同様の作業もないことから、対策は不要。
当該物質の製造 ・サンプリング作業	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自主的管理がとられることを指導する。

6 結論 (まとめ)

ばく露要因の解析の結果、リスクの高い作業としては、粉状製品の製造のための粉砕作業並びに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が確認された。

二次評価値が低く 0.2 mg/m^3 であることから、これを超える可能性がある。主なばく露要因としては、粉状物質の飛散と考えられ、これは作業工程に共通のリスクと考えられる。

しかしながら、当該物質の粉砕作業については、既に終了しており、また、業界団体の協力のもと、追加調査した結果においても同様の作業を実施している事業場はないことから、対策をとる必要性は低いと考える。

但し、同様の作業が今後別の事業場で行われる可能性も否定できないことか

ら、当該粉碎・ふるい分け作業の実施状況を継続して調査する必要がある。

一方、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、当該作業に従事する労働者等を対象として、発散抑制装置の設置、保護具の使用等にかかる事業者の自主的管理の指導等の検討が必要と考える。

また、2,4-ジニトロトルエンについては、気中濃度が評価値未満であっても、皮膚接触が過剰なばく露を引き起こす危険性が指摘されており、指導等を検討するに当たっては経皮膚浸透に対する保護具の使用等の健康障害防止措置について考慮する必要がある。