

ホルムアルデヒド

物質名	ホルムアルデヒド		
CAS 番号	50-00-0	構造式	H ₂ C=O
PRTR 政令番号	1-411		

用途⁽¹⁾

ホルムアルデヒドは、水に溶けやすく常温では無色透明の気体です。森林火災のような有機物の燃焼によって放出されるほか、光化学反応などによっても生成される物質です。タンパク質と結びつきやすく、反応したタンパク質は固まって機能を失います。生物標本などに使用されるホルマリンはホルムアルデヒドの水溶液ですが、この性質を利用して生物標本の腐敗を防いでいます。また、フェノールやメラミン、尿素などの物質とも容易に結合します。

この性質を利用して、ホルムアルデヒドの多くは、フェノール樹脂（電話機などさまざまなプラスチック製品に利用）、メラミン樹脂（食器や電気部品、耐水塗料などに利用）、尿素系樹脂（合板の接着剤、ボタンやおもちゃなどに利用）、ポリアセタール樹脂（電気・電子部品、自動車部品に利用）といった合成樹脂の原料として使われています。

その他、ウレタン樹脂の原料となる化学物質や塗料・インキなどの原料に使われたり、ホルマリンとして消毒薬や防腐剤などにも使われています。また、衣類には、防しわや防縮、風合いを出すために、ホルムアルデヒドで繊維を処理したり、ホルムアルデヒドを原料とした樹脂によって加工したりしているものがあります。

なお、ホルムアルデヒドは車の排気ガスやたばこの煙にも含まれています。

環境中での動き⁽¹⁾

大気中へ排出されたホルムアルデヒドは、化学反応によって分解され、20～40 時間で半分の濃度になると計算されています。この分解によってギ酸が生成され、降雨などによって地表に降下すると考えられます。水中に入った場合は、主に微生物によって分解されると考えられます。

暴露量の評価

■ 排出量と大気環境濃度の推移

PRTRにおける川崎市内での届出排出量と届出外排出量集計値及び大気環境濃度の実測年平均値の推移を下図に示しました。排出量は多くが自動車等からのPRTR届出対象外の排出によるものとなっています。実測年平均値は当初は減少傾向が見られていましたが、平成19年度以降は横ばい傾向となっています。

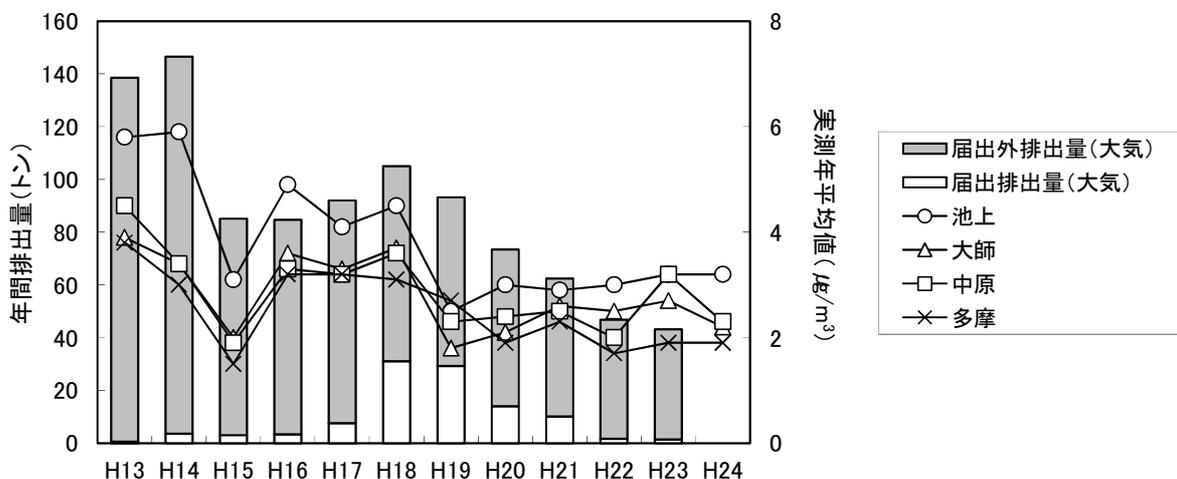


図 ホルムアルデヒドの排出量と大気環境濃度実測年平均値の推移

■ 排出量

暴露評価には、平成 23 年度の PRTR データを使用しました。平成 23 年度の PRTR データによると、川崎市において大気中への届出排出量は 1,400 kg⁽²⁾、届出外排出量は 42,000 kg⁽³⁾と見積もられています。また、神奈川県及び近隣の東京都、千葉県において、ホルムアルデヒドは 1 年間で次に示すとおり排出されたと見積もられています⁽²⁾。

表 ホルムアルデヒドの神奈川県及び近隣自治体の PRTR 届出・届出外排出量（平成 23 年度）

	大気中への届出排出量	届出外排出量
神奈川県	16,000 kg	310,000 kg
東京都	7,300 kg	420,000 kg
千葉県	7,300 kg	270,000 kg

なお、平成 22 年度の PRTR データにおいて環境中へのホルムアルデヒドの排出量は日本全国で約 8,000 トンであり、ほぼ車の排気ガスに含まれて排出されたものです。そのほとんどが大気中へ排出されています⁽¹⁾。

■ 大気環境濃度

川崎市が平成 24 年度に実施した環境モニタリング調査結果によると、川崎市内の大気環境濃度の年間平均値（実測年平均値）は以下の表のとおりとなっています。併せて、平成 23 年度の PRTR データに基づいて川崎市が予測した、市内の大気環境濃度の予測年平均値を示します。

表 ホルムアルデヒド大気環境濃度の実測年平均値（平成 24 年度）と
予測年平均値（平成 23 年度）比較

地域区分	実測年平均値	予測年平均値
臨海部	3.2 µg/m ³	0.53 µg/m ³
内陸部	2.3 µg/m ³	0.72 µg/m ³
丘陵部	1.9 µg/m ³	0.69 µg/m ³

なお、環境省が公表している平成 23 年度「有害大気汚染物質モニタリング調査結果」によると、全国 283 か所における大気中のホルムアルデヒドの年平均濃度は 0.36～6.8 µg/m³ となっています⁽⁴⁾。

■ リスク評価で用いる暴露量

ホルムアルデヒドの実測年平均値と予測年平均値を比較すると、全ての地域において予測年平均値よりも実測年平均値の方が高くなっていました。これは、ホルムアルデヒドは光反応により 2 次生成するのに対し、METI-LIS 及び ADMER では 2 次生成を考慮していないためだと考えられます。従って、安全側の評価をする観点も含め、リスク評価で用いる暴露濃度としては実測年平均値を採用することにしました。

毒性と体内への吸収と排出⁽¹⁾

■ 毒性

高濃度のホルムアルデヒドは、眼や鼻、呼吸器などに刺激性を与えることが報告されています。また、シックハウス症候群との関連性が疑われていることから、厚生労働省ではホルムアルデヒドの室内空気濃度の指針値を 0.1 mg/m³ (0.08 ppm) と設定しています。これは人がホルムアルデヒドを吸い込んだ際の鼻やのどの粘膜への刺激を根拠としています。また、高濃度のホルムアルデヒドは皮膚炎の原因となることもあり、「有害物質を含有する家庭用品に関する法律」によって、

乳幼児用の衣類や繊維製品などに含まれるホルムアルデヒドの量が規制されています。

ホルムアルデヒドは、変異原性の試験において陽性を示す結果が報告されています。発がん性については、マウスとラットに 17.75 mg/m^3 (14.2 ppm)～ 18.83 mg/m^3 (14.7 ppm)の濃度のホルムアルデヒドを長期間、空気中から取り込ませた実験では、鼻腔の扁平上皮がんの発生が報告されています。また、人の鼻咽頭がんに対しても十分な科学的根拠が得られたことなどから、国際がん研究機構 (IARC) はホルムアルデヒドをグループ 1 (人に対して発がん性がある) に分類しています。

ラットにホルムアルデヒドを 2 年間、飲み水に混ぜて与えた実験では、摂餌量や飲水量の減少、体重減少、胃の粘膜壁の肥厚などが認められ、この実験結果から求められる口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 15 mg でした。この実験結果から、TDI (耐容一日摂取量)は体重 1kg 当たり 0.015mg と算出され、これに基づいて水道水質基準(0.08 mg/L 以下)が設定されています。

■ 体内への吸収と排出

人がホルムアルデヒドを体内に取り込む可能性があるのは、呼吸や飲み水によると考えられます。なかでも、室内空気からの取り込み量が最も多いと推定されています。体内に取り込まれたホルムアルデヒドは、速やかにギ酸などに代謝され、ラットの実験では主に呼気とともに吐き出されるほか、尿やふんに含まれて排泄されたと報告されています。

有害性の評価、環境リスクの評価

■ 発がん性の有害性指標を用いた評価

○ 有害性の評価

米国環境保護庁 (U.S.EPA) は、呼吸によってホルムアルデヒドを取り込んだ場合について、ラットを 2 年間暴露 (6 時間/日、5 日/週) することで得られた、鼻腔の扁平上皮がんの発生率の増加という実験結果に基づき ユニットリスクを $1.3 \times 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ と算出しています。

環境省の環境リスク初期評価書では、ユニットリスクとしてこの値を採用している⁽⁵⁾ことから、川崎市における環境リスク評価においてもこの値を採用することとしました。

○ 環境リスクの評価

ユニットリスクと、臨海部、内陸部及び丘陵部の大気環境濃度の実測年平均値からがん過剰発生率を求めると、**臨海部、内陸部、丘陵部の全ての地域でレベル 1** と判定されました。

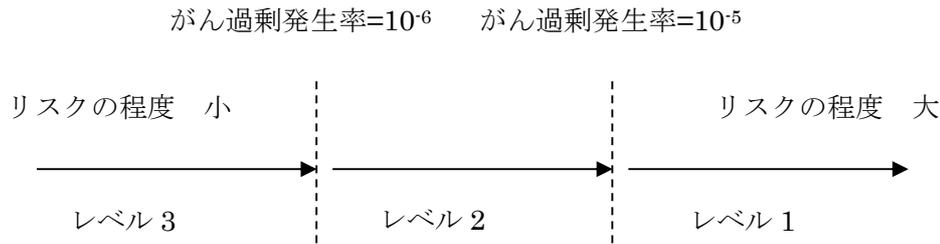
計算式

$$\text{がん過剰発生率} = \text{実測年平均値 } [\mu\text{g}/\text{m}^3] \times \text{ユニットリスク } (1.3 \times 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1})$$

○ 川崎市の環境リスク評価結果

地域区分	暴露量 (実測年平均値)	がん過剰発生率	判定
臨海部 (川崎区の住居地域)	$3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	4.2×10^{-5}	レベル1
内陸部 (幸区、中原区、高津区)	$2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	3.0×10^{-5}	レベル1
丘陵部 (宮前区、多摩区、麻生区)	$1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$	2.5×10^{-5}	レベル1

判定基準



【参考】

○ 環境省の環境リスク評価結果⁽⁵⁾

環境省の環境リスク初期評価書では、平成12年度「地方公共団体等に置ける有害大気汚染物質モニタリング調査結果」から一般環境大気の平均値を3.1 µg/m³、予測最大値を14 µg/m³としています。この予測最大値とユニットリスクを用いてがん過剰発生率が1.8×10⁻⁴と算出されています。この結果から、ホルムアルデヒドについて詳細な評価を行う候補と考えられるとしています。

また、室内空気中の濃度について、平均値を79 µg/m³、予測最大値を430 µg/m³としています。この予測最大値とユニットリスクを用いて生涯のがん過剰発生率が5.6×10⁻³と算出されています。この結果から、室内空気の吸入暴露による発がん性のリスクについては詳細な評価を行う候補と考えられるとしています。

■ 発がん性以外の有害性指標を用いた評価

○ 有害性の評価

環境省の環境リスク初期評価書では、呼吸によってホルムアルデヒドを取り込んだ場合について、WHOのガイドライン値（一般的な人への明らかな感覚刺激を防ぐための30分平均値）**0.1mg/m³ (100 µg/m³) を無毒性量等として採用しています⁽⁵⁾**。

○ 環境リスクの評価

無毒性量等と、臨海部、内陸部及び丘陵部の大気環境濃度の実測年平均値からMOEを求めると、**臨海部、内陸部、丘陵部の全ての地点でレベル2**と判定されました。

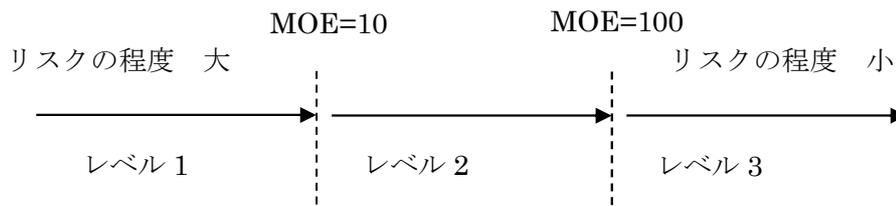
計算式

$$\text{MOE} = \text{無毒性量等 (100 } \mu\text{g/m}^3\text{)} \div \text{実測年平均値 [} \mu\text{g/m}^3\text{]}$$

○ 川崎市の環境リスク評価結果

地域区分	暴露量 (実測年平均値)	MOE	判定
臨海部 (川崎区の住居地域)	3.2 µg/m ³	31	レベル2
内陸部 (幸区、中原区、高津区)	2.3 µg/m ³	43	レベル2
丘陵部 (宮前区、多摩区、麻生区)	1.9 µg/m ³	53	レベル2

判定基準



【参考】

○ 環境省の環境リスク評価結果⁽⁵⁾

環境省の環境リスク初期評価書では、平成 11 年度「地方公共団体等における有害大気汚染物質モニタリング調査結果」から一般環境大気の前測最大値を $5.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ としています。この前測最大値と無毒性量等を用いて MOE が 18 と算出されています。この結果から、ホルムアルデヒドについては情報収集に努める必要があると考えられるとしています。

出典

- (1) 化学物質ファクトシート (環境省)
- (2) 平成23年度PRTRデータ (環境省)
- (3) かながわPRTR情報室 (神奈川県環境科学センター)
- (4) 有害大気汚染物質モニタリング (環境省)
- (5) 化学物質の環境リスク評価 (環境省)