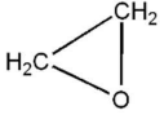


エチレンオキシド

| | | | |
|-----------|-------------------------|-----|---|
| 物質名 | エチレンオキシド (別名：酸化エチレン) | | |
| CAS 番号 | 75-21-8 | 構造式 |  |
| PRTR 政令番号 | 1-56 | | |

用途⁽¹⁾

エチレンオキシドは、常温で無色透明の気体ですが、温度が 11℃以下になると液化します。主にエチレングリコール、2-アミノエタノール、グリコールエーテル、ポリエチレングリコールといった有機化合物の原料として使われています。また、界面活性剤の原料としても使われています。

エチレンオキシドは、微生物のたんぱく質や遺伝子などに含まれる核酸の水酸基 (-OH) やアミノ基 (-NH₂) などと反応し、これをアルキル基に置き換えてアルキル化し、その構造を変化させます。微生物などはこれによって遺伝子変異を起こしたり死滅するため、エチレンオキシドはくん蒸消毒などに用いられ、特に病院や滅菌代行業などで医療器具の滅菌器に利用されています。

環境中での動き⁽¹⁾

大気中へ排出されたエチレンオキシドは、化学反応によって分解され、4～7 ヶ月で半分の濃度になると計算されています。水中に入った場合は、主に大気中へ揮発することによって失われたり、一部は微生物分解されたり、加水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。全体的に、排出量、実測年平均値ともに横ばいの傾向を示しています。

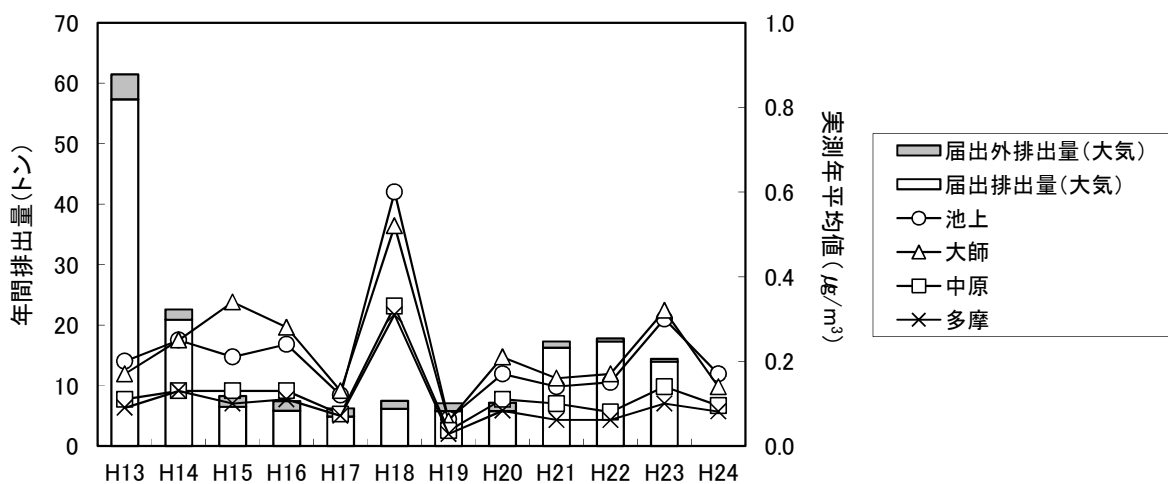


図 エチレンオキシドの排出量と大気環境濃度実測年平均値の推移

■ 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 14,000 kg⁽²⁾、届出外排出量は 480 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、エチレンオキシドは 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 エチレンオキシ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 | 15,000 kg | 3,100 kg |
| 東京都 | 170 kg | 7,500 kg |
| 千葉県 | 5,600 kg | 1,800 kg |

なお、平成 22 年度の PRTR データにおいて環境中へのエチレンオキシドの排出量は日本全国で約 380 トンであり、事業所や病院などからの排出です。そのほとんどが大気中への排出です⁽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、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 エチレンオキシ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 | 0.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0.42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| 内陸部 | 0.095 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0.026 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| 丘陵部 | 0.081 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0.0076 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

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 206 か所における大気中のエチレンオキシドの年平均濃度は 0.019～0.61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となっています⁽⁴⁾。

■ リスク評価で用いる暴露量

予測濃度と実測濃度を比較した場合、臨海部においては予測年平均値が実測濃度よりも高く、内陸部及び丘陵部においては予測年平均値が実測濃度よりも低くなっていました。また、予測濃度は川崎区の固定発生源の影響を除けばほぼ一様な分布を示しており、実測濃度は内陸部と丘陵部で同程度の濃度でした。このことから、実際の大気環境濃度も川崎区を除けば、ほぼ一様な濃度であると考えられました。

従って、実測濃度が一定の地域代表性を有しているものと考えられたことから、リスク評価においては実測年平均値を暴露量の算定に採用することにしました。ただし、臨海部においては予測年平均値が固定発生源近傍の濃度を反映していると考えられたため、安全側の評価をする観点も含め、リスク評価には実測年平均値の他に予測年平均値も用いることとしました。

毒性と体内への吸収と排出⁽¹⁾

■ 毒性

病院で滅菌作業に従事したり、その近くで働いたりした人（大部分が 1.8 mg/m^3 以下の濃度の室内で作業に従事）はそうでない人に比べて、認識、記憶、注意、協調運動、末梢神経伝達速度

が明らかに低かったことが報告されています。その他、ラットにエチレンオキシドを2年間、空气中から吸入させた実験では成長に応じた体重増加が見られず、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（無毒性量等）は18.3 mg/m³でした。

エチレンオキシドは、アルキル化剤であり、生物の遺伝子に対して直接作用するため、変異原性の試験において、染色体異常の増加や遺伝子の突然変異などが数多く報告されています。発がん性については、ラットに92 mg/m³以上の濃度のエチレンオキシドを2年間、空气中から吸入させた実験では、白血病などの増加が認められました。人では白血病や胃がんの発生が報告され、人での発がん性が示唆されており、国際がん研究機関（IARC）ではエチレンオキシドをグループ1（人に対して発がん性がある）に分類しています。

■ 体内への吸収と排出

人がエチレンオキシドを体内に取り込む可能性があるのは、呼吸などによると考えられます。体内に取り込まれたエチレンオキシドは、加水分解され代謝物に変化し、尿に含まれて排泄されます。

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

環境省の環境リスク初期評価書では、呼吸によってエチレンオキシドを取り込んだ場合について、カナダ環境省・カナダ厚生省がラットを2年間暴露（6時間/日、5日/週）することで得られた、単核球性白血病の発生数の増加という実験結果に基づいて、「生涯の過剰発生率5%に対する暴露量」を2.2 mg/m³ (2,200 µg/m³)としており、この値を「生涯の過剰発生率5%に対する暴露量」として採用しています⁽⁵⁾。

○ 環境リスクの評価

生涯の過剰発生率5%に対する暴露量と、内陸部・丘陵部の大気環境濃度の実測年平均値及び臨海部においては実測年平均値と予測年平均値からEPIを求めると、実測濃度を用いた場合は臨海部、内陸部、丘陵部の全ての地域でレベル2、臨海部で予測濃度を用いた場合もレベル2と判定されました。

計算式

$$EPI = \frac{\text{実測年平均値又は予測年平均値} [\mu\text{g}/\text{m}^3]}{\div \text{生涯の過剰発生率5\%に対する暴露量} (2,200 \mu\text{g}/\text{m}^3)}$$

○ 川崎市の環境リスク評価結果

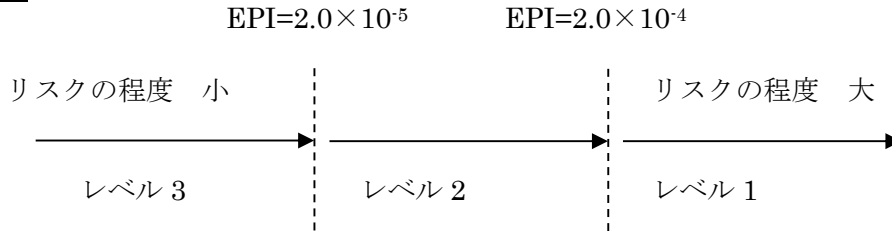
実測年平均値

| 地域区分 | 暴露量（実測年平均値） | EPI | 判定 |
|------------------|-------------------------|----------------------|------|
| 臨海部（川崎区の住居地域） | 0.17 µg/m ³ | 7.7×10 ⁻⁵ | レベル2 |
| 内陸部（幸区、中原区、高津区） | 0.095 µg/m ³ | 4.3×10 ⁻⁵ | レベル2 |
| 丘陵部（宮前区、多摩区、麻生区） | 0.081 µg/m ³ | 3.7×10 ⁻⁵ | レベル2 |

予測年平均値

| 地域区分 | 暴露量（予測年平均値） | EPI | 判定 |
|---------------|-------------------------------|----------------------|------|
| 臨海部（川崎区の住居地域） | 0.42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 1.9×10^{-4} | レベル2 |

判定基準



【参考】

○環境省の環境リスク評価結果

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、一般環境大気の平均値を $0.085 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、予測最大量を $0.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ としています。この予測最大量と生涯の過剰発生率 5%に対する暴露量を用いて EPI が 1.7×10^{-4} と算出されています。この結果から、エチレンオキシドについては情報収集に努める必要があると判定しています⁽⁵⁾。

また、平成19年度の環境省発表の「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」によると、全国297か所における大気中のエチレンオキシド年平均濃度は $0.018 \sim 0.59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ でした⁽⁴⁾。これを暴露量として同様の評価を行うと、EPI は $8.2 \times 10^{-6} \sim 2.7 \times 10^{-4}$ となり、全国的に環境リスクはレベル1からレベル3となります。

■ 発がん性以外の有害性指標を用いた評価

○ 有害性の評価

呼吸によってエチレンオキシドを取り込んだ場合について、米国産業衛生専門家会議 (ACGIH) が人の末梢神経障害などのリスクを低減させるための時間加重平均の許容濃度 (TLV-TWA) として $1.8 \text{ mg}/\text{m}^3$ (週40時間暴露：1日8時間×週5日労働) を勧告しています。環境省の環境リスク初期評価書では、この TLV-TWA を暴露状況で補正 (週168時間暴露に換算：24時間/日、7日/週) した $0.43 \text{ mg}/\text{m}^3$ ($430 \mu\text{g}/\text{m}^3$) を無毒性量等としています⁽⁵⁾。

○ 環境リスクの評価

この無毒性量等を用いて EPI と同様に MOE を求めると、実測濃度を用いた場合は臨海部、内陸部、丘陵部の全ての地域でレベル3、臨海部で予測濃度を用いた場合もレベル3と判定されました。

計算式

$$\text{MOE} = \text{無毒性量等} (430 \mu\text{g}/\text{m}^3) \div \text{実測年平均値又は予測年平均値} [\mu\text{g}/\text{m}^3]$$

○ 川崎市の環境リスク評価結果

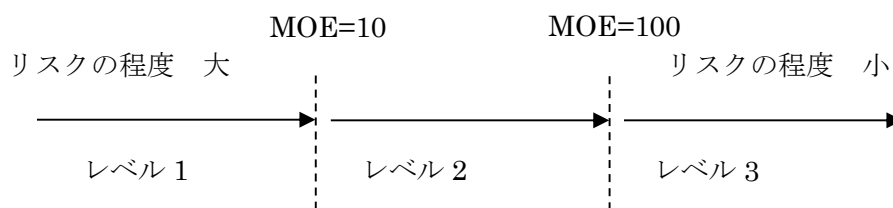
実測年平均値

| 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) | 0.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 2,500 | レベル3 |
| 内陸部 (幸区、中原区、高津区) | 0.095 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 4,500 | レベル3 |
| 丘陵部 (宮前区、多摩区、麻生区) | 0.081 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 5,300 | レベル3 |

予測年平均値

| 地域区分 | 暴露量 (予測年平均値) | MOE | 判定 |
|----------------|-------------------------------|-------|------|
| 臨海部 (川崎区の住居地域) | 0.42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 1,000 | レベル3 |

判定基準



【参考】

○環境省の環境リスク評価結果

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量を $0.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ としています。この前測最大量と無毒性量等を用いて MOE が 1,100 と算出されています。この結果から、エチレンオキシドについては現時点では作業は必要ないとしています⁽⁵⁾。

また、平成19年度の環境省発表の「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」によると、全国297か所における大気中のエチレンオキシド年平均濃度は $0.018 \sim 0.59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ でした⁽⁴⁾。これを暴露量として同様の評価を行うと MOE は 730~24,000 となり、全国的に環境リスクはレベル3となります。

出典

- (1) 化学物質ファクトシート 2012年度版 (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)