急性曝露ガイドライン濃度 (AEGL)

Boron trifluoride (7637-07-2)
三フッ化ホウ素

Table　AEGL 設定値

Boron trifluoride　7637-07-2　(Final)					
(mg/m^3)					
	10 min	30 min	60 min	4 hr	8 hr
AEGL 1	2.5 mg/m^3	2.5 mg/m^3	2.5 mg/m^3	2.5 mg/m^3	2.5 mg/m^3
AEGL 2	37 mg/m^3	37 mg/m^3	29 mg/m^3	18 mg/m^3	9.3 mg/m^3
AEGL 3	110 mg/m^3	110 mg/m^3	88 mg/m^3	55 mg/m^3	28 mg/m^3

各値が ppm ではなく、mg/m^3 で与えられていることに留意

設定根拠(要約):

三フッ化ホウ素ジメチルエーテルは、三フッ化ホウ素を用いて作ることができる数種類の錯体のうちの一つである。三フッ化ホウ素の錯体は、一般的に、三フッ化ホウ素の取り扱いを容易にするために作られる。エーテルの錯体は、三フッ化ホウ素とジメチルエーテルまたはジエチルエーテル(モル比 1:1)からなり、適切な温度・圧力条件下で解離し得る。三フッ化ホウ素ジメチルエーテルの毒性を検討した試験が 1 件のみ見つかったが、そこでは目標濃度しか報告されていない。この錯体は解離して三フッ化ホウ素となり得るため、この化学種から AEGL 値を導出した。

三フッ化ホウ素は無色の気体で、その臭いは刺激性で息苦しいとも、心地よいとも言われる。三フッ化ホウ素の気体は、乾燥した空気中で安定であるが、湿った空気に接触すると、ただちに濃い白色の煙霧を形成する。三フッ化ホウ素は、水分(低濃度であっても)と反応し、二水和物(BF_3•$2H_2O$)を形成する。三フッ化ホウ素二水和物は、ウサギの眼や皮膚に対して強い腐食性を示す。三フッ化ホウ素は優れた触媒であり、難燃性、抗酸化性、核分野への適用性、および殺虫性がある。

ヒトにおける三フッ化ホウ素の吸入毒性について、決定的なデータは得られなかった。1 件の試験(Torkelson et al. 1961)において、作業者が臭いを感知できる三フッ化ホウ素の濃度は 4.1 mg/m^3 (1.5 ppm)であることが報告されている。イヌ、ラット、マウス、およびモルモットを用いた急性毒性試験が行われているが、曝露濃度は概して目標濃度でしか示されていない曝露濃度を測定して目標濃度と比較した試験(Torkelson et al. 1961; Rusch et al. 1986; Bowden 2005)において、実際の濃度は目標濃度の 2.7～56%であることが示されている。死亡率以外の評価項目を検討している試験は、ほとんど見当たらなかった。動物における三フッ化ホウ素の発生・生殖毒性や発がん性について、それらが引き起こされる可能性を評価できるデータは、何も得られなかった。ネズ

ミチフス菌（*Salmonella typhimurium*）のいくつかの菌株においては、三フッ化ホウ素の変異原性は認められていない。

AEGL-1 値は、刺激症状に関する無影響濃度から導出した。測定濃度が 25 mg/m^3 の三フッ化ホウ素に 4 時間曝露したラット（10 匹/群）では何も異常は認められなかったが、1 段階高い 74 mg/m^3 の濃度で曝露したラットでは、喉頭や気管分岐部における刺激症状を示唆する病理組織学的変化が認められた（Bowden 2005）。よって、25 mg/m^3 を、AEGL-1 値を導出する際の出発点の濃度として選択した。74 mg/m^3 の濃度で認められた刺激影響は、AEGL-1 値の定義にみあう、閾値を示す影響よりも重篤である。総不確実係数として 10 を適用した。刺激症状が直接的な接触による影響であり、種差はそれほど大きくないと予想されるため、種間不確実係数として 3 を適用した。刺激症状のメカニズムが部分集団によってそれほど大きく異ならないと予想されるため、種内不確実係数として 3 を適用した。軽度の刺激症状に関する無影響濃度を出発点としているため、AEGL 値はいずれの曝露時間についても同じ値とした。

AEGL-2 値の導出に適したデータは得られなかった。そのため、AEGL-3 値を 3 で割った値を、AEGL-2 値の合理的なな推定値とした。AEGL-3 値を 3 で割ることの妥当性は、用量−反応曲線の勾配が急であることによって支持される（Rusch et al. 1986）。

AEGL-3 値の導出は、致死閾値に基づいた。Rusch et al.（1986）は、4 時間 LC_{50}（半数致死濃度）を 1,210 mg/m^3 と算出している（曝露は三フッ化ホウ素二水和物の液体エアロゾルに対するものであったが、報告されている濃度は三フッ化ホウ素の濃度である）。米国環境保護庁（EPA）のベンチマーク曝露量ソフト（Benchmark Dose Software）バージョン 1.4.1c [2007]（EPA 2012）を使用して、4 時間 $BMCL_{05}$（5%の反応率が得られるベンチマーク濃度の 95%信頼限界下限値）を、個々の死亡データから、対数プロビット解析により算出した。4 時間 $BMCL_{05}$ は 554 mg/m^3 と算出され、これを AEGL-3 値導出に使用した。三フッ化ホウ素は腐食性刺激物質であり、作用メカニズムは動物種間で大きく異ならないと予想されるため、種間不確実係数として 3 を適用した。刺激症状のメカニズムは、部分集団間でそれほど大きく異ならないと予想されるため、種内不確実係数として 3 を適用した。種内不確実係数として 3 を適用したことの妥当性は、致死に関する用量−反応曲線の勾配が急であり（1,010 mg/m^3 の濃度でラット 10 匹中 3 匹が死亡し、1,540 mg/m^3 の濃度ではラット 10 匹中 9 匹が死亡している）、集団内での反応のばらつきがほとんどないことが示されていることからも支持される。Rusch et al.（1986）の試験は、Kasparov and Kiriĭ（1972）の試験において、ラットの 4 時間 LC_{50} として 1,180 mg/m^3 の値が報告されていることによって裏付けられている。濃度−時間関係の式 $C^n \times t = k$ を用いて、時間スケーリングを行った。ここで、C = 濃度、t = 時間、k = 定数であり、指数 n は一般的に 0.8～3.5 の値をとる（ten Berge et al. 1986）。十分なデータが得られていないため、経験的な n の値を求めることができなかった。したがって、n にはデフォルト値を用い、短い時間から長い曝露時間に外挿する場合は n = 1、長い時間から短い曝露時間に外挿する場合は n = 3 とした。T4 時間の曝露時間から 10 分間の AEGL 値に外挿するとさらに不確実性が生じるため、10 分間の AEGL 値は 30 分間の AEGL 値と同じ値とした。

三フッ化ホウ素の AEGL 値を Table に示した。三フッ化ホウ素の気体は、乾燥した空気中では安定であるが、大気中の水分に接触すると、低濃度の水分であっても反応して二水和物になる（NIOSH 1976; Hoffman, 1981）。そのため、AEGL 値はすべて、mg/m^3 単位でのみ示している。

注：本物質の特性理解のため、参考として国際化学物質安全性カード（ICSC）および急性曝露ガイドライン濃度（AEGL)の原文のURLを記載する。

日本語ICSC

https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0231&p_version=2

AEGL（原文）

https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-11/documents/boron_trifluoride_final_volume_13_2013.pdf